Aprobat
prin Hotărârea Consiliului de administrație al
Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică
nr. 783/2025

„NORMATIV PENTRU AMENAJAREA INSTALAȚIILOR, CENTRALELOR ȘI REȚELELOR ELECTRICE Cartea I”

TITLU I
ALIMENTAREA CU ENERGIE ELECTRICĂ

CAPITOLUL I
PREVEDERI GENERALE

Secțiunea 1
Domeniul de aplicare. Noțiuni și definiții

1. Normativul pentru amenajarea instalațiilor, centralelor și rețelelor electrice (în continuare − Normativ) se aplică instalațiilor electrice ale consumatorilor finali, centralelor și rețelelor electrice de curent continuu și de curent alternativ noi construite și reconstruite cu tensiunea mai mică de 400 kV.

2. Cerințele Normativului se aplică pentru instalațiile, centralele și rețelele electrice (în continuare − instalații electrice) în funcțiune, dacă acest fapt mărește fiabilitatea acestora sau dacă modernizarea acestora are drept scop asigurarea cerințelor de securitate și calității tensiunii.

În cazul instalațiilor, centralelor și rețelelor electrice reconstruite, cerințele Normativului se aplică doar părții reconstruite.

Cerințele Normativului se aplică în cazul în care se modifică condițiile de utilizare și destinațiile încăperilor clădirilor.

3. Normativul este elaborat cu luarea în calcul a obligativității efectuării măsurărilor și încercărilor periodice planificate și a celor profilactice, reparației instalațiilor electrice și echipamentelor electrice ale acestora.

4. Cerințele uzinei producătoare de echipamente electrice cu privire la modul de amenajare au prioritate în raport cu cerințele instituite de Normativ.

5. Toate valorile stabilite în Normativ prin sintagmele „mai mare de” și „mai mic de” la orice formă gramaticală, trebuie considerate inclusive.

6. În sensul prezentului Normativ se utilizează noțiunile definite în Legea nr. 164/2025 cu privire la energia electrică, Legea nr. 174/2017 cu privire la energetică, NE1-01:2019 „Norme de exploatare a instalațiilor electrice ale consumatorilor noncasnici”, aprobate prin Hotărârea Consiliului de administrație al Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică (în continuare − ANRE) nr. 393/2019 și NE1-02:2019 „Norme de securitate la exploatarea instalațiilor electrice”, aprobate prin Hotărârea Consiliului de administrație al ANRE nr. 394/2019, precum și următoarele noțiuni:

6.1. alimentare cu energie electrică − asigurarea receptoarelor electrice ale unui consumator final cu energie electrică de la o sursă de energie electrică;

6.2. alimentare de rezervă − alimentare cu energie electrică prevăzută pentru a menține funcționarea unei instalații electrice sau a unor părți ale acesteia, în alte scopuri decât cele de securitate, în cazul întreruperii alimentării cu energie electrică în regim normal de funcționare;

6.3. atingere directă − contactul electric direct al persoanelor sau al animalelor cu părțile active;

6.4. atingere indirectă − contactul electric al persoanelor sau al animalelor cu părțile conductoare accesibile puse sub tensiune ca urmare a unui defect;

6.5. bară principală de legare la pământ (în continuare − BPLP) − bornă sau bară care este parte a instalației de legare la pământ a unei instalații electrice și care asigură conectarea electrică a unui număr de conductoare pentru legare la pământ sau legătura de echipotențializare;

6.6. barieră de protecție − parte care asigură protecția împotriva atingerilor directe a unei persoane sau a unui animal cu părțile active periculoase din orice direcție obișnuită de acces;

6.7. cablu de alimentare fotovoltaic (în continuare − PV) − cablul care conectează bornele circuitului de curent alternativ ale invertorului la circuitul de distribuție al unei instalații electrice;

6.8. cablu de putere − cablu pentru transmiterea energiei electrice cu curenți de frecvență industrială echipamentelor electrice de putere;

6.9. cablu singular − pozare (singulară) a unui singur cablu distanța căruia de la alt cablu este mai mare de 300 mm;

6.10. cablul grupului PV − cablul de ieșire al unui grup PV;

6.11. cablul lanțului PV − cablul prin intermediul căruia modulele PV sunt conectate într-un lanț PV;

6.12. cablul principal PV de curent continuu − cablul care conectează cutia de joncțiune a generatorului PV la bornele de curent continuu ale unui invertor;

6.13. canal de cabluri − element al sistemului de pozare situat pe sau în sol sau planșeu, deschis, ventilat sau închis, având dimensiuni care nu permit accesul persoanelor, dar în care conductoarele şi cablurile sunt accesibile pe toată lungimea lor, în timpul şi după instalare;

6.14. carcasă de protecție − carcasă electrică, care înconjoară părțile de echipament din interiorul său pentru prevenirea accesului la părțile active periculoase din orice direcție;

6.15. celulă PV − dispozitiv de bază PV care poate genera energie electrică, atunci când este expus radiației solare;

6.16. circuit de alimentare − circuit electric cu tensiunea mai mică de 1000 V de la instalația de distribuție a postului de transformare până la tabloul de intrare, tabloul de distribuție și de intrare sau tabloul de distribuție principal;

6.17. circuit de distribuție − circuit electric care alimentează unul sau mai multe tablouri de distribuție sau tablouri terminale;

6.18. circuit de alimentare cu tensiunea peste 1000 V − circuit electric cu tensiunea mai mare de 1000 V din incinta întreprinderilor industriale care alimentează stațiile electrice, punctele de distribuție sau posturile de transformare;

6.19. circuit de putere − circuit electric care alimentează cu energie electrică echipamentele electrice de putere;

6.20. circuit de tensiune foarte joasă de protecție (în continuare − circuit TFJP) − circuit electric în care tensiunea nu depășește valoarea tensiunii foarte joase în condiții normale şi în condiții de defect, exceptând defectele de punere la pământ în alte circuite electrice;

6.21. circuit de tensiune foarte joasă de securitate (în continuare − circuit TFJS) − circuit electric în care tensiunea nu depășește valoarea tensiunii foarte joase în condiții normale şi în condiții de defect, inclusiv defectele de punere la pământ în alte circuite electrice;

6.22. circuit electric − ansamblu de echipamente electrice sau medii prin care este prevăzut să circule curentul electric;

6.23. circuit terminal (de grup) − circuit electric destinat să alimenteze direct receptoarele electrice sau prize de curent;

6.24. clasa de tensiune a echipamentului electric − tensiunea nominală a instalației electrice pentru funcționarea în care este destinat echipamentul electric al acesteia;

6.25. coeficient de punere la pământ − coeficient care într-o rețea electrică trifazată reprezintă raportul dintre diferența de potențial între o fază nedefectată și pământ în punctul punerii la pământ a altei faze sau a celorlalte două faze și diferența de potențial între fază și pământ în acest punct până la punerea la pământ;

6.26. coeficientul de utilizare a lungimii căii de scurgere (k) − coeficient de corecție, care ține cont de utilizarea efectivă a lungimii căii de scurgere a izolatorului sau a structurii izolante;

6.27. conductor − parte conductoare destinată să conducă un curent electric specificat;

6.28. conductor de echipotențializare de protecție − conductor de protecție PE prevăzut pentru realizarea unei legături de echipotențializare de protecție;

6.29. conductor de gardă − conductor destinat pentru protecția liniei electrice aeriene (în continuare − LEA) împotriva loviturilor directe de trăsnet;

6.30. conductor de legare la pământ − conductor care asigură o cale conductoare între o parte conductoare şi o priză de pământ;

6.31. conductor de legare la pământ de protecție − conductor de protecție PE prevăzut pentru a realiza legarea la pământ de protecție;

6.32. conductor de linie (L) − conductor sub tensiune capabil să participe la transmiterea sau distribuția energiei electrice, dar care nu este nici conductor neutru N și nici conductor de punct median M. Pentru circuitele sau rețelele electrice de curent alternativ poate fi utilizată noțiunea de „conductor de fază”;

6.33. conductor de protecție PE − conductor prevăzut în scopuri de securitate electrică;

6.34. conductor de punct median M − conductor electric conectat la punctul median şi capabil să participe la transmiterea energiei electrice;

6.35. conductor neutru N − conductor conectat electric la punctul neutru al sursei de alimentare și care contribuie la distribuția energiei electrice;

6.36. conductor PEL − conductor care asigură atât funcțiile de conductor de protecție PE, cât şi de conductor de linie;

6.37. conductor PEM − conductor care asigură atât funcțiile de conductor de protecție PE, cât şi de conductor de punct median M;

6.38. conductor PEN − conductor care asigură simultan funcțiile de conductor de protecție PE și de conductor neutru N;

6.39. conductor profilat − conductor a cărui secțiune transversală este diferită de un cerc;

6.40. conexiuni (circuite) secundare − ansamblul de cleme, cabluri și conductoare electrice care conectează aparatele și dispozitivele de comandă, circuitele automatizărilor electrice, blocajelor, măsurărilor, protecției prin relee, telemecanicii, telesemnalizării, teledirijării, controlului și semnalizării;

6.41. contact electric − stare a două sau mai multe părți conductoare care se ating accidental sau intenționat, formând o cale conductoare unică şi continuă;

6.42. curent admisibil − valoarea maximă a curentului electric care poate parcurge în permanență un conductor, un dispozitiv sau un aparat în condiții date, fără ca temperatura sa în regim normal de funcționare să fie superioară valorii specificate;

6.43. curent de atingere − curent electric care trece prin corpul uman sau al unui animal atunci când este în atingere cu una sau mai multe părți conductoare accesibile ale unei instalații electrice sau cu echipamente electrice aflate sub tensiune;

6.44. curent de defect − curent electric care circulă ca urmare a unui defect de izolație;

6.45. curent diferențial rezidual − suma algebrică a valorilor curenților electrici în toate conductoarele active (părțile active), în același timp, într-un punct dat al unui circuit electric, într-o instalație electrică;

6.46. curent de scurtcircuit în condiții de încercare standardizate (I$_{SCSTC}$) − curent de scurtcircuit al unui modul PV, lanț PV, sub-grup PV sau grup PV în condiții de încercare standardizate;

6.47. dirijarea distribuției potențialelor − reducerea diferenței de potențial (tensiunii de pas) pe suprafața pământului sau a podelei prin intermediul conductoarelor de protecție, pozate în sol, în podea sau pe suprafața acestora și conectate la instalația de legare la pământ sau prin utilizarea unor învelișuri speciale de pământ;

6.48. dispozitiv de detectare a defectului de arc electric (în continuare − AFDD) − dispozitiv destinat să limiteze efectele defectelor de arc electric prin deconectarea circuitului atunci când este detectat un defect de arc;

6.49. dispozitiv (aparat) de protecție împotriva supracurenților − dispozitiv destinat să întrerupă un circuit electric în cazul în care curentul în conductorul sau conductoarele circuitului electric depășește o valoare prestabilită, în timpul unei durate prevăzute;

6.50. dispozitiv de protecție la curent diferențial rezidual (în continuare − DDR) − dispozitiv de protecție care acționează la curent diferențial rezidual;

6.51. echipament electric cu izolație normală − echipament electric, destinat pentru utilizare în instalații electrice care se supun acțiunii supratensiunilor atmosferice în cazul măsurilor obișnuite de apărare împotriva loviturilor directe de trăsnet;

6.52. echipament electric cu izolație ușoară − echipament electric destinat pentru utilizare în instalații electrice, care nu se supun acțiunii supratensiunilor atmosferice sau care sunt echipate cu dispozitive speciale de protecție la trăsnet ce limitează valoarea de amplitudine a supratensiunilor atmosferice până la valoarea de amplitudine a tensiunii de încercare de frecvență industrială;

6.53. echipament fix − echipament electric fixat pe un suport sau instalat într-un alt mod într-un loc precizat;

6.54. echipament mobil − echipament electric care este deplasat în timpul funcționării sau poate fi ușor deplasat rămânând conectat la circuitul electric de alimentare;

6.55. echipament portabil − echipament electric prevăzut pentru a fi ținut în mână în utilizare normală;

6.56. echipament staționar − echipament electric instalat fix sau echipament care nu este prevăzut cu un mâner pentru a fi transportat și care are o astfel de masă încât nu poate fi deplasat ușor în timpul funcționării;

6.57. ecran de protecție − ecran conductor utilizat pentru a separa un circuit electric și/sau conductoarele de părțile active periculoase;

6.58. electrod de pământ − parte conductoare care este în contact electric cu pământul local, direct sau printr-un mediu conductor intermediar;

6.59. grad de poluare (în continuare − GP) − indicator, care ține cont de influența poluării atmosferice asupra reducerii rigidității dielectrice a izolației echipamentelor electrice;

6.60. generator PV − ansamblu de grupuri PV, inclusiv invertorul și circuitul de alimentare PV de curent alternativ;

6.61. grup PV − ansambluri de module PV, lanțuri PV și sub-grupuri PV interconectate electric;

6.62. harta gradului de poluare − harta geografică cu divizarea pe zone în conformitate cu GP;

6.63. instalație de distribuție (în continuare − ID) − instalație electrică destinată distribuției energiei electrice, care conține aparate de comutație, bare colectoare și de conexiune, dispozitive auxiliare, precum și dispozitive de protecție, automatizări și aparate de măsurare;

6.64. ID de tip deschis sau exterioare (în continuare − IDD) − ID în care tot echipamentul sau o parte din acesta este amplasat în aer liber;

6.65. ID de tip închis sau interioare (în continuare − IDÎ) − ID în care tot echipamentul este amplasat în încăpere;

6.66. ID prefabricată (în continuare − IDP) − ID constituită total sau parțial din dulapuri și module închise, echipată cu aparate, sisteme de protecție și automatizări electrice, livrată în stare complet asamblată sau pregătită pentru asamblare;

6.67. ID prefabricată pentru uz extern (în continuare − IDPE) − IDP pentru uz extern;

6.68. instalație de legare la pământ (în continuare − ILP) − ansamblu de legături electrice și dispozitive utilizate pentru legarea la pământ a unei rețele, a unei instalații sau a unui echipament;

6.69. instalație electrică deschisă sau exterioară − instalație electrică amplasată în aer liber, neprotejată de clădiri împotriva influențelor atmosferice. Instalația electrică protejată doar de copertine sau bariere din plasă se consideră instalație electrică deschisă sau exterioară;

6.70. instalație electrică închisă sau interioară − instalație electrică amplasată în interiorul clădirii, protejată împotriva influențelor atmosferice;

6.71. instalație electrică fixă − instalație electrică constituită din unul sau mai multe ansambluri de echipamente electrice asociate și amenajate fix;

6.72. instalație electrică mobilă − instalație electrică care este deplasată în timpul funcționării sau poate fi ușor amplasată în alt loc rămânând conectată la sursa de alimentare;

6.73. invertor − dispozitiv care transformă tensiunea de curent continuu și curentul continuu în tensiune de curent alternativ și curent alternativ;

6.74. izolație de bază − izolația părților active periculoase care asigură protecția de bază;

6.75. izolație dublă − izolație care cuprinde izolația de bază și izolația suplimentară;

6.76. izolație întărită − izolația părților active periculoase care asigură un grad de protecție împotriva șocurilor electrice, echivalent unei izolații duble;

6.77. izolație suplimentară − izolație independentă prevăzută suplimentar la izolația de bază, pentru protecție în caz de defect;

6.78. încăpere electrică − încăpere sau părți ale unei încăperi îngrădite cu ajutorul panourilor cu plasă, în care sunt amplasate instalațiile electrice și sunt accesibile doar personalului de deservire calificat;

6.79. întrerupere automată a alimentării − deconectarea unuia sau mai multor conductoare de linie ca rezultat al declanșării automate a unui dispozitiv de protecție în cazul unui defect;

6.80. lanț PV − circuit din unul sau mai multe module PV conectate în serie;

6.81. legare la pământ − realizarea unei legături electrice între o parte conductoare și pământul local;

6.82. legare la pământ de protecție − acțiune de legare la pământ, în scopuri de securitate;

6.83. legare la pământ funcțională − legare la pământ pentru alte scopuri decât cele de securitate;

6.84. legătură de echipotențializare − ansamblu de conexiuni electrice între părțile conductoare pentru a realiza echipotențializarea;

6.85. linie electrică aeriană (în continuare − LEA) − linie pentru transmiterea prin conductoare a energiei electrice, amplasate în aer liber și fixată cu ajutorul izolatoarelor și armaturilor de stâlpi sau de console și suporturi montate pe instalațiile inginerești. În calitate de început și sfârșit al liniei electrice aeriene se iau portalurile liniare sau racordurile liniare ale ID, iar pentru derivate de linie se consideră stâlpul de derivație, portalul de linie sau racordul de linie la ID;

6.86. linie electrică în cablu (în continuare − LEC) − linie pentru transmiterea energiei electrice sau a unor impulsuri separate, compusă din unul sau mai multe cabluri instalate paralel cu manșoane de legătură, de oprire și terminale cu elemente de fixare, iar pentru liniile electrice în cablu cu ulei, suplimentar, și aparate de alimentare a uleiului, cât și sisteme de semnalizare a presiunii uleiului;

6.87. lungimea căii de scurgere a izolației/izolatorului sau a părții componente a structurii izolante − cea mai mică distanță pe suprafața elementului izolator între părțile metalice cu potențial diferit;

6.88. lungimea de fabricație (constructivă) a cablului − lungime standardizată a unui cablu integru, prestabilită de uzina producătoare, care este înfășurat în întregime pe tambur;

6.89. lungimea efectivă a căii de scurgere − parte a lungimii căii de scurgere, ce determină rigiditatea dielectrică a izolatorului sau a structurii izolante în condiții de poluare și umiditate;

6.90. lungimea efectivă specifică a căii de scurgere λ_e − raportul dintre lungimea efectivă a căii de scurgere și tensiunea maximă de lucru între conductoarele de linie a rețelei sau circuitului electric în care funcționează echipamentul electric;

6.91. mărime măsurată ce nu se normează − mărime, valoarea absolută a căreia nu este reglementată de indicații normative. Evaluarea stării echipamentului în acest caz se efectuează prin

compararea cu datele măsurărilor similare la echipament de aceleași tip, despre care se știe că au caracteristici bune sau prin compararea cu rezultatele celorlalte măsurări;

6.92. mediu neconductor − mediu cu impedanța ridicată față de pământ și prin absența părților conductoare legate la pământ. Exemple de mediu neconductor sunt pereții și podelele izolante, care asigură o impedanță ridicată față de pământ;

6.93. modul PV − cel mai mic ansamblu de celule PV interconectate, protejat de influențele mediului;

6.94. neutru combinat (mixt) − neutrul sursei de alimentare conectat la ILP prin intermediul unei bobine de reactanță, conectată în paralel cu un rezistor;

6.95. neutru compensat − neutrul sursei de alimentare conectat la ILP prin intermediul unei bobine de reactanță care are drept scop crearea unui curent inductiv în locul defectului pentru compensarea curentului de punere la pământ cu caracter capacitiv;

6.96. neutru izolat − neutrul sursei de alimentare care nu are conexiune cu ILP, cu excepția conexiunilor cu impedanță de valoare mare în scopuri de protecție sau măsurare;

6.97. neutru legat direct la pământ − neutrul sursei de alimentare conectat direct la ILP;

6.98. neutru legat la pământ prin rezistor − neutrul sursei de alimentare conectat la ILP prin intermediul unui rezistor, care are drept scop protejarea rețelelor sau circuitelor electrice împotriva supratensiunilor și/sau asigurarea protecției selective în cazul punerii la pământ;

6.99. obstacol de protecție − element care împiedică o atingere directă neintenționată, dar care nu previne o atingere directă printr-o acțiune deliberată;

6.100. parte activă − parte conductoare destinată să fie sub tensiune în regim normal de funcționare, inclusiv conductorul neutru N și conductorul de punct median M, cu excepția conductoarelor PEN, PEM și PEL. În sensul Normelor, conductorul activ este parte activă;

6.101. parte activă periculoasă − parte activă care în anumite condiții poate provoca un șoc electric semnificativ;

6.102. parte conductoare − parte care are capacitatea de a conduce curentul electric;

6.103. parte conductoare accesibilă − parte conductoare a unui echipament electric care poate fi atinsă și care nu este sub tensiune în condiții normale, dar care poate ajunge sub tensiune în cazul unui defect al izolației de bază;

6.104. parte conductoare terță − parte conductoare care nu face parte din instalația electrică și care poate introduce un potențial electric, în general, potențialul electric al pământului local;

6.105. pat de cabluri − suport de cabluri constituit dintr-o bază continuă cu margini, dar care nu este acoperit cu un capac;

6.106. pământ (local) − parte a pământului în contact electric cu o priză de pământ şi al cărui potențial electric nu este în mod necesar egal cu zero;

6.107. pământ de referință − parte a pământului considerată conductoare, a cărei potențial electric prin convenție este considerat egal cu zero și care este în afara zonei de influență a oricărei ILP;

6.108. părți simultan accesibile − părți conductoare care pot fi atinse simultan de către o persoană sau un animal. Părți simultan accesibile pot fi:

6.108.1. părțile active;

6.108.2. părțile conductoare accesibile;

6.108.3. părțile conductoare terțe;

6.108.4. conductoarele de protecție;

6.108.5. solul sau podelele conductoare;

6.109. post de transformare (în continuare − PT) − stație electrică destinată pentru transformarea energiei electrice de la un nivel de tensiune la alt nivel de tensiune prin intermediul transformatoarelor de putere;

6.110. post de transformare prefabricat (în continuare − PTP) − PT, care conține dulapuri, module cu transformator încorporat și echipament de distribuție, livrat în stare asamblată;

6.111. priză de pământ − parte a unei ILP care cuprinde numai electrozii de pământ și interconexiunile lor;

6.112. priză de pământ artificială − priză de pământ realizată special în scopuri de legare la pământ;

6.113. priză de pământ naturală − parte conductoare terță, care este în contact electric direct cu pământul sau printr-un mediu conductor intermediar, utilizat în scopuri de legare la pământ;

6.114. priză de pământ independentă − priză de pământ amplasată la o astfel de distanță de alte prize de pământ pentru ca potențialul său electric să nu fie influențat semnificativ de curenții electrici între pământ şi alte prize de pământ;

6.115. protecție de bază (protecție la atingere directă) − protecție împotriva șocurilor electrice în absența defectului. Protecția de bază corespunde protecției împotriva atingerii directe;

6.116. protecție în caz de defect (protecție la atingere indirectă) − protecție împotriva șocurilor electrice în condiții de defect simplu. Protecția în caz de defect corespunde protecției împotriva atingerii indirecte;

6.117. punct median − punct comun între două elemente simetrice ale unui circuit, ale cărui extremități sunt conectate electric la conductoarele de linie diferite ale aceluiași circuit;

6.118. punct neutru − punct comun al unui sistem polifazat cu conexiunea în stea;

6.119. punere la pământ − apariția unei căi conductoare accidentale între o parte activă şi pământ;

6.120. rezistența instalației de legare la pământ/prizei de pământ − raportul dintre tensiunea pe ILP/priza de pământ și curentul care parcurge această instalație;

6.121. scurtcircuit − cale conductoare accidentală sau intenționată între două sau mai multe părți conductoare astfel încât diferența de potențial electric între aceste părți conductoare să fie zero sau aproximativ zero;

6.122. separare de protecție (electrică) − separare a unui circuit electric de altul prin intermediul:

6.122.1. unei izolații duble;

6.122.2. unei izolații de bază şi a unei protecții electrice printr-un ecran;

6.122.3. unei izolații întărite.

6.123. separare simplă − separare între circuite electrice sau între un circuit electric și pământul local printr-o izolație de bază;

6.124. sistem cu neutrul efectiv legat la pământ − rețea sau circuit electric trifazat cu tensiunea peste 1000 V, în care coeficientul de punere la pământ nu este mai mare de 1,4;

6.125. sistem de alimentare cu energie electrică − sistem de alimentare prevăzut pentru a menține funcționarea echipamentelor electrice și instalațiilor electrice;

6.126. sistem de alimentare cu energie electrică de rezervă − sistem de alimentare cu energie electrică prevăzut pentru a menține funcționarea unei instalații electrice sau a unor părți ale acesteia, pentru alte scopuri decât cele de securitate, în cazul întreruperii alimentării cu energie electrică în regim normal de funcționare;

6.127. sistem IT − sistem în care toate părțile active ale sursei de alimentare sunt izolate față de pământ sau o parte activă este legată la pământ prin intermediul unei impedanțe de valoare mare, iar părțile conductoare accesibile ale instalației electrice sunt legate la pământ;

6.128. sistem TN − sistem în care o parte activă a sursei de alimentare este legată direct la pământ, iar părțile conductoare accesibile ale instalației electrice sunt conectate la această parte prin intermediul conductoarelor de protecție;

6.129. sistem TN-S − sistem TN în care funcțiile conductorului de protecție PE şi ale conductorului neutru N sau ale conductorului de linie L legat la pământ sunt asigurate prin conductoare distincte pentru întregul sistem;

6.130. sistem TN-C − sistem TN în care funcțiile conductorul de protecție PE și conductorului neutru N sunt combinate într-un singur conductor pentru întregul sistem;

6.131. sistem TN-C-S − sistem TN în care funcțiile conductorului de protecție PE şi ale conductorului neutru N sunt combinate într-un singur conductor PEN pentru o porțiune a sistemului, începând de la sursa de alimentare;

6.132. sistem TT − sistem în care o parte activă a sursei de alimentare este legată direct la pământ, iar părțile conductoare accesibile ale instalației electrice sunt legate la prize de pământ independente electric de priza de pământ a sursei de alimentare;

6.133. stație electrică − instalație electrică, limitată de o zonă anumită, destinată recepționării, transformării și distribuției energiei electrice, constituită din instalații de distribuție, dispozitive de comandă și control, construcții auxiliare și tehnologice, transformatoare de putere și alte dispozitive de transformare a energiei electrice;

6.134. sub-grup PV − subansamblu electric al unui grup PV format din lanțuri PV conectate în paralel;

6.135. sursă autonomă de alimentare − sursă de alimentare separată de rețeaua electrică, destinată alimentării cu energie electrică consumatorului final în mod continuu sau temporar, în special în caz de avarie sau întrerupere a alimentării normale. Sursele autonome de alimentare pot fi:

6.135.1. fixe − surse de alimentare fixate pe un suport sau într-un alt mod într-un loc precizat;

6.135.2. mobile − surse de alimentare care pot fi ușor deplasate până la locul funcționării și care permit alimentarea consumatorilor finali independent de sursele fixe de alimentare cu energie electrică;

6.136. sursă independentă de alimentare − sursă de alimentare care menține tensiunea în regim de post-avarie, în limitele reglementate, atunci când tensiunea lipsește la alte surse de alimentare. Sunt considerate surse independente de alimentare două secții sau sisteme de bare ale uneia sau a două centrale electrice și stații electrice, cu condiția îndeplinirii simultane a următoarelor condiții:

6.136.1. fiecare dintre secțiile sau sistemele de bare este alimentată la rândul său de la o sursă independentă de alimentare;

6.136.2. secțiile sau sistemele de bare nu sunt interconectate sau au o conexiune care se deconectează automat în cazul unei funcționări defectuoase a uneia dintre secțiile sau sistemele de bare.

6.137. supracurent − curent electric a cărui valoare depășește valoarea curentului electric nominal. Pentru conductoare, se consideră curentul nominal egal cu curentul admisibil;

6.138. tablou de distribuție − ansamblu care conține diferite tipuri de aparataj de comutație și de control, conectate la unul sau mai multe circuite electrice de ieșire, alimentate de unul sau mai multe circuite de intrare, în comun cu borne pentru conectarea conductoarelor de linie, neutru, de punct median și de protecție;

6.139. tablou de putere − tablou de distribuție destinat pentru alimentarea cu energie electrice a receptoarelor de putere;

6.140. tablou terminal (tablou de grup) − tablou electric în care sunt instalate dispozitivele de protecție și de comutație pentru grupuri separate de iluminat, prize și echipamente fixe și staționare;

6.141. temperatura maximă a conductorului în regim normal − valoarea maximă a temperaturii în conductor rezultată prin însumarea temperaturii mediului ambiant și a supratemperaturii datorată curentului de sarcină;

6.142. temperatura maximă a conductorului la scurtcircuit − temperatura cea mai ridicată a conductorului, ce se poate admite la un scurtcircuit cu o durată mai mică de 5 secunde;

6.143. tensiune a unui circuit deschis în condiții de încercare standardizate (U_{OCSTC}) − tensiunea în condiții standardizate de încercare la bornele fără sarcină a unui modul PV, lanț PV, grup PV sau sub-grup PV;

6.144. tensiune de curent alternativ − tensiune electrică care este o funcție periodică de timp, cu componentă continuă nulă sau, prin extensie, cu componentă continuă neglijabilă;

6.145. tensiune de curent continuu − tensiune electrică care este constantă în timp sau tensiune periodică a cărei componentă continuă este de importanță primară;

6.146. tensiune de atingere − tensiunea dintre părțile conductoare atinse simultan de o persoană sau de un animal;

6.147. tensiune de încercare de frecvență industrială (50 Hz) − valoarea efectivă a tensiunii de curent alternativ cu frecvența de 50 Hz, la care trebuie să reziste, pe o perioadă de timp prestabilită, izolația internă și externă a echipamentului electric în anumite condiții;

6.148. tensiune foarte joasă − tensiune care nu depășește valoarea maximă a tensiunii de atingere prezumate, considerată admisibilă de menținut pe termen nelimitat în condițiile influențelor externe specificate;

6.149. tensiune pe instalația de legare la pământ − tensiunea care apare la parcurgerea curentului prin priza de pământ între punctul de intrare a curentului în priza de pământ și zona cu potențial zero (pământ de referință);

6.150. tensiune de pas − tensiune între două puncte de pe suprafața pământului situate la distanța de 1 m, considerată a fi lungimea pasului unei persoane;

6.151. transformator de separare − transformator, a cărui înfășurare primară este separată de înfășurarea secundară prin separarea electrică de protecție a circuitelor;

6.152. transformator de separare de securitate − transformator de separare destinat pentru alimentarea circuitelor cu tensiune foarte joasă;

6.153. tratarea punctului neutru − modul de conectare electrică a punctului neutru al sursei de alimentare la pământul local;

6.154. valoarea nominală a parametrului − valoare a parametrului specificată de producătorul instalației electrice;

6.155. zona de curent alternativ − parte a centralei electrice fotovoltaice situată între bornele de curent alternativ ale unui invertor și punctul de conectare al cablului de alimentare PV la instalația electrică;

6.156. zona de curent continuu − parte a centralei electrice fotovoltaice situată între celulele PV și bornele de curent continuu ale unui invertor;

6.157. zonă de accesibilitate la atingere − spațiu cuprins între orice punct al unei suprafețe unde stau sau circulă în mod obișnuit persoane și limita pe care o persoană o poate atinge cu mâna, în toate direcțiile, fără mijloace auxiliare.

7. Echipamentele electrice se aleg respectând clasele de protecție minime necesare în funcție de categoria încăperilor. Din punct de vedere al condițiilor de mediu, încăperile se clasifică în următoarele categorii:

7.1. încăperi uscate sunt încăperi în care umiditatea relativă a aerului nu este mai mare de 60%. Dacă în astfel de încăperi nu sunt prezente condițiile specificate pentru încăperi cu temperatură ridicată, cu conținut sporit de praf sau cu mediu chimic activ sau organic, acestea se numesc încăperi cu mediu normal;

7.2. încăperi cu umiditate scăzută sunt încăperi în care umiditatea relativă a aerului este mai mare de 60%, dar nu mai mare de 75%;

7.3. încăperi cu umiditate medie sunt încăperi în care umiditatea relativă a aerului este mai mare de 75%, dar nu mai mare de 97%;

7.4. încăperi cu umiditate ridicată sunt încăperi în care umiditatea relativă a aerului este aproape de 100%. Tavanul, pereții, podeaua și obiectele ce se află în încăpere sunt acoperite cu umezeală;

7.5. încăperi cu temperatura ridicată a aerului sunt încăperi în care sub acțiunea diverselor radiații termice în mod constant sau periodic, pentru o durată mai mare de 24 ore, temperatura aerului este mai mare de +35°C;

7.6. încăperi cu conținut sporit de praf sunt încăperi în care, în cadrul procesului de producere se elimină praf, care se poate depune pe părțile active și pătrunde în interiorul echipamentelor și aparatelor. Încăperile cu conținut sporit de praf se clasifică în încăperi cu praf conductor și încăperi cu praf neconductor;

7.7. încăperi cu mediu chimic activ sau organic sunt încăperi în care în mod constant sau pentru o perioadă îndelungată, sunt prezenți vapori, gaze și lichide agresive, se formează depuneri sau mucegai, care deteriorează izolația și părțile active ale echipamentelor electrice.

8. Conform gradului de pericol de șoc electric, încăperile se clasifică astfel:

8.1. încăperi fără pericol sporit în care lipsesc condițiile ce cauzează pericol sporit sau pericol deosebit;

8.2. încăperi cu pericol sporit ce se caracterizează prin prezența uneia din următoarele condiții ce cauzează pericolul sporit:

8.2.1. umiditate medie sau conținut sporit de praf;

8.2.2. podele conductoare (din metal, din pământ, din beton armat sau din cărămidă);

8.2.3. temperatură ridicată a aerului;

8.2.4. posibilitatea atingerii simultane de către persoane a construcțiilor metalice ale clădirilor în contact cu pământul, aparatelor tehnologice, mecanismelor, pe de o parte, și a carcaselor metalice ale echipamentelor electrice sau a părților conductoare accesibile ale acestora, pe de altă parte;

8.3. încăperi deosebit de periculoase ce se caracterizează prin prezența uneia dintre următoarele condiții ce cauzează pericolul deosebit:

8.3.1. umiditate ridicată;

8.3.2. mediu chimic activ sau organic;

8.3.3. prezența simultană a două sau mai multe condiții specificate pentru încăperile cu pericol sporit, în conformitate cu sbp. 8.2;

8.4. Teritoriul instalațiilor electrice deschise, în raport cu pericolul de șoc electric pentru persoane, se echivalează cu condițiile pentru încăperile deosebit de periculoase.

Secțiunea 2
Reguli generale de amenajare a instalațiilor electrice

9. Echipamentele electrice, dispozitivele și materialele electrotehnice utilizate în instalațiile electrice trebuie să corespundă cerințelor standardelor moldovenești sau specificațiilor tehnice aprobate în conformitate cu legislația Republicii Moldova.

10. Proiectarea, construcția, modul de amenajare, clasa și caracteristicile izolației mașinilor, aparatelor, dispozitivelor și a altor echipamente electrice utilizate, precum și a cablurilor și conductoarelor, trebuie să corespundă parametrilor rețelei sau ai instalației electrice, regimurilor de funcționare, condițiilor mediului ambiant și cerințelor Normativului.

11. Instalațiile electrice și construcțiile conexe trebuie să fie rezistente la influența mediului ambiant sau protejate de acțiunea acestuia.

12. Partea constructivă și părțile tehnico-sanitare ale clădirilor instalațiilor electrice cum este structura clădirii și elementele acesteia, încălzirea, ventilația și alimentarea cu apă, trebuie să fie realizate în conformitate cu documentele normative în construcții, Codul urbanismului și construcțiilor nr. 434/2023, inclusiv cu îndeplinirea obligatorie a cerințelor stabilite în Normativ.

13. Instalațiile electrice, în ceea ce privește nivelurile admise de zgomot, vibrații, intensitate a câmpurilor electrice și magnetice și compatibilitatea electromagnetică trebuie să corespundă cerințelor Hotărârii Guvernului nr. 362/2014 cu privire la aprobarea „Cerințelor minime privind protecția lucrătorilor împotriva riscurilor pentru sănătatea şi securitatea lor generate sau care pot fi generate de expunerea la zgomot, în special împotriva riscurilor pentru auz”, Hotărârii Guvernului nr. 589/2016 privind „Cerințele minime de securitate şi sănătate în muncă referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri generate de vibrațiile mecanice”, Hotărârii Guvernului nr. 697/2018 privind aprobarea „Cerințelor minime de securitate şi sănătate în muncă referitoare la expunerea lucrătorilor la riscuri generate de câmpuri electromagnetice” și Hotărârii Guvernului nr. 807/2015 pentru aprobarea Reglementării tehnice „Compatibilitatea electromagnetică a echipamentelor”.

14. În instalațiile electrice trebuie asigurate colectarea și evacuarea deșeurilor chimice, uleiului, gunoiului și apei tehnice. Gestionarea deșeurilor în instalațiile electrice se realizează în conformitate cu cerințele Legii nr. 209/2016 privind deșeurile.

Protecția mediului ambiant şi a sănătății persoanelor în procesul exploatării instalațiilor electrice se realizează prin metode şi procedee ce nu poluează mediul ambiant şi nu pun în pericol

sănătatea populației prin evitarea pătrunderii deșeurilor în apă, aer, sol, floră şi faună, nu produc poluare fonică sau miros neplăcut, nu afectează peisajele sau zonele protejate.

15. Proiectarea și selectarea părților constructive, a schemelor și a configurațiilor instalațiilor electrice trebuie efectuate în baza unor comparații tehnico-economice ale mai multor opțiuni, cu asigurarea cerințelor de securitate în procesul de deservire, a fiabilității schemelor, a utilizării echipamentelor noi, a aplicării tehnologiilor de eficiență energetică, precum și a valorificării experienței de exploatare.

16. În cazul riscului de apariție a coroziunii electrice sau coroziunii în sol, trebuie să fie prevăzute măsuri corespunzătoare pentru a proteja construcțiile, echipamentele, conductele și alte comunicații subterane.

17. În instalațiile electrice trebuie să fie asigurată posibilitatea identificării ușoare a părților ce se referă la elemente separate ale instalației electrice, precum și simplitatea și claritatea schemelor, amplasarea corectă a echipamentelor electrice, prezența inscripțiilor, notației și marcării.

18. Pentru notația alfanumerică și marcarea prin culori a conductoarelor separate izolate sau neizolate, trebuie utilizate literele, cifrele și culorile în conformitate cu SM EN IEC 60445 „Principii fundamentale și de securitate pentru interfața om-mașină, marcare și identificare. Identificarea bornelor echipamentelor, a extremităților conductoarelor și a conductoarelor".

19. Conductoarele de legare la pământ de protecție în toate instalațiile electrice, precum și conductoarele de protecție PE în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, inclusiv barele, trebuie să aibă notația alfanumerică „PE" și marcarea prin culorile verde și galben.

Conductoarele neizolate și barele utilizate în calitate de conductoare de protecție PE trebuie să aibă marcarea cu benzi longitudinale sau transversale alternante de aceeași lățime cuprinsă între 15 și 100 mm de culoare verde și galbenă. Dacă pentru marcare prin culori se utilizează bandă adezivă, trebuie aplicată numai bandă bicoloră verde-galbenă.

Pentru conductoarele izolate, combinația de culori verde-galben trebuie să fie astfel încât, pe orice porțiune de 15 mm din lungimea conductorului unde se utilizează marcarea prin culori, una din aceste culori să acopere nu mai puțin de 30% și nu mai mult de 70% din suprafața conductorului, iar cealaltă culoare să acopere restul acestei suprafețe.

Combinația de culori verde și galben este destinată exclusiv pentru marcarea conductorului de protecție PE.

20. Conductoarele neutre trebuie să aibă notația alfanumerică „N" și marcarea cu culoarea bleu pe toată lungimea. Conductoarele de punct median trebuie să aibă notația alfanumerică „M" și marcarea cu culoarea bleu pe toată lungimea.

21. Conductoarele combinate de protecție PE și neutre N trebuie să aibă notația alfanumerică „PEN" și marcarea cu culoarea bleu pe toată lungimea, cu benzi de culoare verde-galben la capete, sau cu culoarea verde-galben pe toată lungimea și cu marcaje de culoare bleu la capete. Conductoarele PEM și PEL trebuie să aibă marcarea cu culoarea verde-galben pe toată lungimea și marcaje de culoare bleu la capete.

22. Marcarea conductoarelor de linie din cablurile multiconductoare se efectuează după cum urmează:

22.1. culorile recomandate sunt maro, negru și gri. Se mai admit și alte culori: roșu, galben, albastru, portocaliu, violet, alb, roz și turcoaz;

22.2. din motive de securitate se recomandă să nu se utilizeze culoarea verde sau galben dacă există confuzia cu combinația bicoloră verde-galben;

22.3. notația alfanumerică se utilizează pentru cabluri care au mai mult de cinci conductoare. Conductorul de protecție PE trebuie marcat prin combinația bicoloră verde-galben la fiecare capăt. Conductorul neutru N trebuie marcat prin culoarea bleu la fiecare capăt.

23. Se permite utilizarea unei singure culori pentru toate conductoarele de linie ale unui circuit, cu marcarea corespunzătoare la cele două capete.

24. Cablurile cu un singur conductor cu manta și conductoarele izolate care nu au nici o izolație bicoloră verde-galben sau bleu, în cazul unei secțiuni mai mari de 16 mm^2, pot fi utilizate pentru:

24.1. conductor de protecție PE dacă marcarea verde-galben este prevăzută la fiecare capăt pe o lungime de cel puțin 15 mm și până la 100 mm;

24.2. conductor PEN, dacă marcarea verde-galben și o marcare bleu este prevăzută la fiecare capăt pe o lungime de cel puțin 15 mm și până la 100 mm;

24.3. conductor neutru N, dacă marcarea bleu este prevăzută la fiecare capăt pe o lungime de cel puțin 15 mm până la 100 mm.

25. Notația alfanumerică sau marcarea prin culori nu este necesară pentru:

25.1. conductoarele concentrice ale cablurilor;

25.2. mantalele metalice ale cablurilor armate utilizate drept conductoare de protecție.

26. Marcarea prin culori nu este necesară pentru cablurile care au o izolație ce nu permite această metodă de marcare. Pentru aceste tipuri de cabluri, conductoarele utilizate ca conductoare de protecție PE, conductoare PEN sau conductoare neutre N trebuie marcate prin culoarea corespunzătoare la fiecare capăt, în conformitate cu pct. 19-21.

27. Notația alfanumerică și marcarea prin culori a barelor omonime, trebuie să fie identice pentru fiecare instalație electrică.

28. Barele trebuie să aibă marcarea în modul următor:

28.1. pentru curent alternativ trifazat − barele fazei „L_1” − cu culoare galbenă, fazei „L_2” − cu culoare verde, fazei „L_3” − cu culoare roșie;

28.2. pentru curent alternativ monofazat, bara „L_2” conectată la sfârșitul înfășurării sursei de alimentare − cu culoare roșie, bara „L_1” conectată la începutul înfășurării sursei de alimentare − cu culoare galbenă. Barele de curent monofazat, în cazul în care sunt derivate de la barele sistemului trifazat, trebuie să aibă marcarea ca barele corespunzătoare de curent trifazat;

28.3. pentru curent continuu, bara pozitivă „L+” − cu culoare roșie, bara negativă „L−” − cu culoare albastră și bara de punct median „M” − cu culoare bleu.

29. Marcarea prin culori trebuie să fie realizată pe toată lungimea barelor, în cazul în care aceasta este prevăzută pentru o răcire mai intensă sau protecție anticorozivă.

30. Se permite realizarea marcării prin culori a barelor nu pe toată lungimea, ci doar parțial în locurile de conexiune. Totodată, marcarea prin culori a barelor poate fi substituită prin notația alfanumerică sau combinația dintre marcarea prin culori și notația alfanumerică.

În cazul în care barele neizolate nu sunt accesibile pentru inspectare vizuală în perioada în care acestea se află sub tensiune, se admite ca acestea să nu fie notate. În acest caz nu trebuie să fie diminuat nivelul de securitate și vizibilitate în procesul deservirii instalației electrice.

31. La instalarea barelor în poziție „plat” sau „pe nervură” în ID cu excepția celulelor prefabricate complete cu deservire unilaterală, IDP 6-10 kV, precum și panourile cu tensiunea de 0,4-0,69 kV de fabricație industrială, trebuie respectate următoarele condiții:

31.1. În ID cu tensiunea de 6-330 kV de curent alternativ, barele colectoare, barele de ocolire și toate tipurile de bare de secționare, trebuie să fie amplasate:

31.1.1. în cazul poziționării orizontale:

31.1.1.1. una sub alta: de sus în jos „L_1-L_2-L_3”;

31.1.1.2. una după alta, sub unghi sau în triunghi: cea mai îndepărtată − bara „L_1”, cea din mijloc − bara „L_2”, cea mai apropiată de coridorul de deservire − bara „L_3”;

31.1.2. în cazul poziționării verticale (într-un plan sau în triunghi):

31.1.2.1. de la stânga la dreapta „L_1-L_2-L_3” sau cea mai îndepărtată − bara „L_1”, cea din mijloc − bara „L_2”, cea mai apropiată de coridorul de deservire − bara „L_3”;

31.1.3. derivatele de la barele colectoare, dacă se privește la bare din coridorul de deservire (în cazul prezenței a trei coridoare − din cel din mijloc):

31.1.3.1. în cazul poziționării orizontale: de la stânga la dreapta „L_1-L_2-L_3”;

31.1.3.2. în cazul poziționării verticale (într-un plan sau în triunghi): de sus în jos „L_1-L_2-L_3”.

31.2. În circuitele de curent alternativ trifazat cu patru și cinci conductoare ale instalațiilor electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, poziționarea barelor trebuie să fie următoarea:

31.2.1. în cazul poziționării orizontale:

31.2.1.1. una sub alta: de sus în jos „L_1-L_2-L_3-N-PE/PEN”;

31.2.1.2. una după alta: cea mai îndepărtată − bara „L_1”, în continuare barele fazelor „L_2-L_3” și bara „N”, cea mai apropiată de coridorul de deservire − bara „PE/PEN”;

31.2.2. în cazul poziționării verticale:

31.2.2.1. de la stânga la dreapta „L_1-L_2-L_3-N-PE/PEN” sau cea mai îndepărtată − bara „L_1”, în continuare barele fazelor „L_2-L_3” și bara „N”, cea mai apropiată de coridorul de deservire − bara „PE/PEN”;

31.2.3. derivatele de la barele colectoare, dacă se privește la bare din coridorul de deservire:

31.2.3.1. în cazul poziționării orizontale: de la stânga la dreapta „L_1-L_2-L_3-N-PE/PEN”;

31.2.3.2. în cazul poziționării verticale: „L_1-L_2-L_3-N-PE/PEN” de sus în jos.

31.3. În cazul curentului continuu, barele trebuie să fie poziționate:

31.3.1. barele colectoare poziționate vertical: cea de sus „M”, cea de mijloc „L−”, cea de jos „L+”;

31.3.2. barele colectoare poziționate orizontal:

31.3.2.1. cea mai îndepărtată bara „M”, cea de mijloc bara „L−” și cea mai apropiată bara „L+”, dacă se privește la bare din coridorul de deservire;

31.3.2.2. derivatele de la barele colectoare: bara din stânga „M”, cea de mijloc „L−”, cea din dreapta „L+”, dacă se privește la bare din coridorul de deservire.

32. Se permit abateri de la cerințele specificate în sbp. 31.1-31.3, dacă realizarea acestora este asociată cu o complicare semnificativă a instalațiilor electrice, cum ar fi necesitatea instalării unor suporturi speciale în apropierea stației electrice pentru transpoziția conductoarelor LEA sau dacă la stația electrică se utilizează două sau mai multe trepte de transformare.

33. În funcție de condițiile de securitate electrică, instalațiile electrice se clasifică în instalații electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V și instalații electrice cu tensiunea peste 1000 V conform valorii efective a tensiunii.

34. Securitatea personalului de deservire și a persoanelor obișnuite, trebuie să fie asigurată prin îndeplinirea măsurilor de securitate prevăzute în Capitolul II din Titlul IV, precum și prin îndeplinirea următoarelor măsuri:

34.1. respectarea distanțelor corespunzătoare în raport cu părțile active;

34.2. închiderea părților active sau protejarea prin bariere;

34.3. utilizarea blocajului dispozitivelor și barierelor pentru prevenirea operațiunilor eronate și a accesului la părțile active;

34.4. utilizarea semnalizării de avertizare, inscripțiilor și indicatoarelor de securitate;

34.5. utilizarea dispozitivelor pentru reducerea intensității câmpurilor electrice și magnetice până la valori admisibile;

34.6. utilizarea mijloacelor de protecție și dispozitivelor, inclusiv pentru protecția împotriva acțiunii câmpurilor electrice și magnetice în instalațiile electrice în cazul în care intensitatea acestora depășește valorile admisibile.

35. În încăperile electrice cu instalații cu tensiunea mai mică de 1000 V, se admite utilizarea părților active neizolate și izolate fără protecție la atingere, dacă, conform condițiilor locale, o astfel de protecție nu este necesară în alte scopuri, cum ar fi asigurarea protecției împotriva acțiunilor mecanice. În acest caz, părțile accesibile pentru atingere trebuie să fie amplasate în așa mod încât deservirea normală a acestora să nu fie asociată pericolului de atingere cu acestea.

36. În încăperile de locuit, publice și de alte tipuri, barierele și dispozitivele de închidere a părților active trebuie să fie continue. În încăperile accesibile numai pentru personalul calificat, aceste dispozitive pot fi continue, cu plasă sau perforate.

Barierele și dispozitivele de închidere trebuie să fie realizate astfel încât demontarea sau deschiderea acestora să fie posibilă doar prin intermediul cheilor sau sculelor.

37. Toate barierele și dispozitivele de închidere trebuie să fie rezistente mecanic. În cazul tensiunii mai mari de 1000 V, grosimea barierelor metalice și dispozitivelor de închidere trebuie să fie nu mai mică de 1 mm.

38. Pentru protecția personalului de deservire împotriva șocurilor electrice și acțiunii arcului electric toate instalațiile electrice trebuie să fie dotate cu mijloace de protecție, în conformitate cu cerințele de utilizare și încercare a mijloacelor de protecție utilizate în instalațiile electrice.

39. Securitatea la incendiu și explozii a instalațiilor electrice trebuie asigurată prin realizarea cerințelor stabilite în Normativ și Regulile generale de apărare împotriva incendiilor în Republica Moldova, aprobate prin Hotărârea Guvernului nr. 847/2022.

40. Instalațiile electrice nou construite, precum și echipamentele electrice amenajate în acestea, trebuie să fie supuse măsurărilor și încercărilor de punere în funcțiune.

41. La proiectarea și amenajarea instalațiilor electrice, repartizarea echipamentelor electrice pe faze şi respectiv, pe circuitele de alimentare trebuie realizată pentru a asigura o încărcare cât mai simetrică a fazelor.

CAPITOLUL II
ALIMENTAREA CU ENERGIE ELECTRICĂ. INSTALAȚII ȘI REȚELE ELECTRICE

Secțiunea 1
Domeniul de aplicare

42. Prezentul Capitol se aplică tuturor sistemelor de alimentare cu energie electrică.

43. Sistemele de alimentare cu energie electrică destinate instalațiilor subterane, de tracțiune și altor instalații speciale, pe lângă cerințele prezentului Capitol, trebuie să respecte și cerințele speciale ale normativelor în construcții.

Secțiunea 2
Cerințe generale

44. La proiectarea sistemelor de alimentare cu energie electrică și la reconstrucția instalațiilor electrice trebuie asigurate următoarele cerințe:

44.1. perspectiva de dezvoltare a sistemului electroenergetic și a sistemelor de alimentare cu energie electrică, cu asigurarea combinării raționale a rețelelor și instalațiilor electrice nou construite cu rețelele și instalațiile electrice existente și nou construite de alte clase de tensiune;

44.2. alimentarea centralizată integrată cu energie electrică a consumatorilor finali situați în zona de operare a rețelelor electrice, indiferent de apartenența acestora;

44.3. limitarea curenților de scurtcircuit la nivelurile limită stabilite pentru viitor;

44.4. reducerea pierderilor de energie electrică;

44.5. corespunderea deciziilor adoptate cu condițiile de protecție a mediului ambiant.

45. Sistemele de alimentare cu energie electrică externă și internă trebuie realizate în mod complex, în funcție de posibilitățile tehnice și fezabilitatea asigurării rezervei tehnologice.

Rezerva tehnologică trebuie asigurată cu luarea în calcul a capacității de suprasarcină a elementelor instalațiilor electrice, precum și a disponibilității rezervei de echipamente tehnologice.

46. Dezvoltarea sistemelor de alimentare cu energie electrică trebuie asigurată în funcție de regimurile de reparație, de avarie și post-avarie.

47. La alegerea surselor independente de alimentare reciproc rezervabile, care constituie obiecte ale sistemului electroenergetic, trebuie să se ia în calcul:

47.1. probabilitatea reducerii simultane dependente, de scurtă durată, a tensiunii sau a dispariției complete a acesteia pe durata acționării protecției prin relee și a automatizărilor, în cazul apariției defectelor în sistemul electroenergetic;

47.2. probabilitatea dispariției simultane, de lungă durată, a tensiunii la sursele independente de alimentare, în cazul avariilor grave de sistem.

48. Cerințele stabilite în pct. 44-47 trebuie asigurate la toate etapele de dezvoltare a sistemului electroenergetic și a sistemelor de alimentare cu energie electrică.

49. Proiectarea rețelelor și instalațiilor electrice trebuie realizată în funcție de modul de exploatare a acestora.

50. Funcționarea rețelelor și instalațiilor electrice cu tensiunea de 2-35 kV poate fi asigurată atât cu neutrul sursei de alimentare izolat, cât și cu neutrul legat la pământ prin intermediul unei bobine de reactanță, a unui rezistor sau neutrul mixt.

51. Compensarea curentului capacitiv de punere la pământ trebuie efectuată în regim normal de funcționare pentru valori:

51.1. în rețelele sau instalațiile electrice cu tensiunea de 3-20 kV, amenajate prin utilizarea LEA cu stâlpi din beton armat și metalici și în toate rețelele sau instalațiile electrice cu tensiunea de 35 kV − mai mari de 10 A;

51.2. în rețelele sau instalațiile electrice cu LEA fără stâlpi din beton armat și metalici:

51.2.1. cu tensiunea de 3-6 kV − mai mari de 30 A;

51.2.2. cu tensiunea de 10 kV − mai mari de 20 A;

51.2.3. cu tensiunea de 15-20 kV − mai mari de 15 A.

51.3. în schemele tensiunii de generare de 6-20 kV ale blocurilor generator-transformator − mai mari de 5 A.

52. Pentru curenți de punere la pământ mai mari de 50 A trebuie utilizate cel puțin două bobine de reactanță.

53. Funcționarea rețelelor sau instalațiilor electrice cu tensiunea de 110 kV poate fi asigurată atât cu neutrul sursei de alimentare legat la pământ, cât și cu neutrul efectiv legat la pământ. Rețelele electrice cu tensiunea mai mare de 330 kV trebuie să funcționeze numai cu neutrul sursei de alimentare legat direct la pământ.

Secțiunea 3
Categoriile de receptoare electrice. Asigurarea fiabilității alimentării cu energie electrică

54. Categoriile de receptoare electrice conform fiabilității alimentării cu energie electrică, se determină în procesul de proiectare a sistemului de alimentare cu energie electrică în baza documentației normativ-tehnice, precum și a necesităților tehnologice.

55. În ceea ce privește fiabilitatea alimentării cu energie electrică, receptoarele electrice se clasifică în următoarele trei categorii:

55.1. receptoare electrice de categoria I − receptoare electrice a căror întrerupere a alimentării cu energie electrică poate cauza pericol pentru viața persoanelor, pericol pentru securitatea statului, daune materiale considerabile, perturbarea unui proces tehnologic complex, perturbarea funcționării unor elemente deosebit de importante ale serviciilor publice, obiectelor de comunicații electronice şi televiziune.

55.2. receptoare electrice de categoria II − receptoare electrice a căror întrerupere a alimentării cu energie electrică cauzează subproducții în masă, oprirea activității în masă a lucrătorilor, utilajelor și transportului industrial, precum și la întreruperea activităților normale ale unui număr semnificativ de locuitori.

55.3. receptoare electrice de categoria III − toate celelalte receptoare electrice care nu se încadrează în receptoarele electrice de categoriile I și II.

56. Receptoarele electrice de categoria I includ un grup special de receptoare electrice a căror funcționare trebuie să fie asigurată fără întreruperi, necesară pentru oprirea fără avarii în producere, cu scopul prevenirii pericolului pentru viața persoanelor, precum și a riscului de explozii și incendii.

57. Receptoarele electrice de categoria I, în regimuri normale de funcționare, trebuie alimentate cu energie electrică de la două surse independente de alimentare reciproc rezervabile. Întreruperea alimentării cu energie electrică a receptoarelor electrice de categoria I se permite numai pe durata restabilirii automate a alimentării.

58. Pentru alimentarea cu energie electrică a grupului special de receptoare electrice de categoria I trebuie prevăzută alimentarea de la o a treia sursă independentă de alimentare, reciproc rezervabilă.

59. În calitate de a treia sursă independentă de alimentare a receptoarelor electrice din grupul special și în calitate de a doua sursă independentă de alimentare pentru celelalte receptoare electrice de categoria I pot fi utilizate: centralele electrice ale sistemelor electroenergetice, în special barele de tensiune ale generatoarelor; centralele electrice locale; centralele electrice diesel; instalațiile cu turbine cu gaz; agregatele cu motoare pe gaz; microturbinele; surse de alimentare neîntreruptibilă, concepute în acest scop; bateriile de acumulatoare.

60. Dacă prin rezervarea alimentării cu energie electrică nu se poate asigura continuitatea procesului tehnologic sau dacă rezervarea alimentării cu energie electrică nu este economic fezabilă, trebuie să fie realizată rezervarea tehnologică prin instalarea unităților tehnologice reciproc rezervabile sau a dispozitivelor speciale pentru oprirea fără accidente a procesului tehnologic, care funcționează în caz de întrerupere a alimentării cu energie electrică.

61. Alimentarea cu energie electrică a receptoarelor electrice de categoria I cu un proces tehnologic continuu deosebit de complex, care necesită un timp îndelungat pentru restabilirea funcționării normale, în cazul în care există argumentări tehnico-economice, trebuie efectuată de la două surse independente de alimentare reciproc rezervabile, cu cerințe suplimentare determinate de specificul procesului tehnologic.

62. Receptoarele electrice de categoria II, în condiții normale de funcționare, trebuie să fie alimentate cu energie electrică de la două surse independente de alimentare reciproc rezervabile.

63. Pentru receptoarele electrice de categoria II se permit întreruperi ale alimentării cu energie electrică pe durata necesară pentru conectarea alimentării de rezervă, prin intervenția personalului operativ permanent sau a formației de intervenție operativă.

64. Pentru receptoarele electrice de categoria III, alimentarea cu energie electrică poate fi realizată de la o singură sursă de alimentare, cu condiția ca întreruperile alimentării cu energie electrică necesare pentru reparația sau înlocuirea unui element deteriorat al sistemului de alimentare cu energie electrică să nu depășească 24 ore.

65. În cazuri speciale, pentru unele receptoare electrice poate să fie prevăzută alimentarea de securitate cu comutare automată, a cărei durată de comutare poate fi:

65.1. fără întrerupere, alimentare automată care poate asigura o alimentare neîntreruptă, în condiții specificate, pe durata perioadei de tranziție;

65.2. cu o întrerupere foarte scurtă, durata de comutare fiind mai mică de 0,15 secunde;

65.3. cu o întrerupere scurtă, durata de comutare fiind mai mică de 0,5 secunde;

65.4. cu o întrerupere medie, durata de comutare fiind mai mică de 15 secunde;

65.5. cu o întrerupere lungă, durata de comutare fiind mai mare de 15 secunde.

66. Durata comutării se stabilește în funcție de importanța receptoarelor electrice.

Secțiunea 4
Nivelurile și reglarea de tensiune. Compensarea puterii reactive

67. Pentru rețelele electrice trebuie prevăzute măsuri tehnice pentru asigurarea calității energiei electrice în conformitate cu SM EN 50160 „Caracteristici ale tensiunii furnizate de rețele publice de energie electrică”.

68. Alegerea și amplasarea dispozitivelor de compensare a puterii reactive în rețelele sau instalațiile electrice se realizează în funcție de necesitatea asigurării capacității de transfer necesare a rețelei sau instalației electrice în regimuri de funcționare normale și de post-avarie, cu menținerea nivelurilor de tensiune și a rezervelor de stabilitate necesare.

TITLUL II
ALEGEREA CONDUCTOARELOR ȘI APARATELOR ELECTRICE

CAPITOLUL I
ALEGEREA CONDUCTOARELOR CONFORM ÎNCĂLZIRII ADMISIBILE, DENSITĂȚII ECONOMICE DE CURENT ȘI DESCĂRCĂRII CORONA

Secțiunea 1
Domeniul de aplicare

69. Cerințele prezentului Capitol se aplică la alegerea secțiunilor conductoarelor electrice conform încălzirii admisibile, descărcării Corona și densității economice de curent. Dacă secțiunea conductorului stabilită conform acestor condiții este mai mică decât secțiunea determinată prin alte condiții, cum ar fi stabilitatea termică și electrodinamică la curenții de scurtcircuit, pierderile și abaterile de tensiune, rezistența mecanică, protecția împotriva suprasarcinii, atunci se alege secțiunea cea mai mare determinată de aceste condiții. Cerințe suplimentare cu privire la alegerea și utilizarea conductoarelor electrice sunt stabilite în conformitate cu Capitolul II din Titlul II.

70. Curenții admisibili pentru conductoare și cabluri care nu sunt prevăzuți în acest Capitol se determină în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 2
Alegerea conductoarelor conform încălzirii admisibile

71. Prevederile prezentei Secțiuni sunt destinate determinării curenților admisibili pentru conductoare şi alegerea izolațiilor acestora, care sunt supuse efectelor termice ale curenților admisibili pe perioade îndelungate în regim normal de funcționare.

72. Conductoarele de orice destinație trebuie să îndeplinească condițiile cu privire la încălzirea maximă admisibilă, cu luarea în calcul a regimurilor normale de funcționare, a regimurilor de post-avarie, precum și a celor pe perioada reparației. Totodată trebuie luate în calcul posibilele neuniformități de repartizare a curenților între linii și secțiile de bare.

73. Temperatura maximă admisibilă a cablurilor, conductoarelor și barelor trebuie să fie nu mai mare decât valorile stabilite în tabelele 1-3.

74. Pentru realizarea încercărilor la încălzire se ia valoarea maximă a curentului de jumătate de oră, a celui mai mare dintre curenții medii de jumătate de oră ai elementului de rețea sau circuit.

75. Curenții admisibili ai cablurilor se determină în funcție de temperatura maximă admisibilă a conductoarelor în conformitate cu SM IEC 60287-1-1 „Cabluri electrice. Calculul intensității admisibile a curentului. Partea 1-1: Ecuațiile intensității admisibile a curentului (factor de încărcare 100%) şi calculul pierderilor. Generalități.” sau în conformitate cu prezentul Normativ. Valorile temperaturii maxime admisibile a cablurilor cu izolație din hârtie impregnată se determină în conformitate cu SM HD 621 S1 „Cabluri de distribuție de medie tensiune cu izolație de hârtie impregnată”.

Tabelul 1. Valorile temperaturii maxime admisibile a cablurilor cu izolație din hârtie impregnată

Tensiunea nominală, kV	Temperatura maximă admisibilă în regim normal de funcționare a conductoarelor, °C		Temperatura maximă admisibilă a conductoarelor, °C	
	Monofilare (în manta separată pentru fiecare conductor izolat)	Cu izolația mantalei comună[1)]	În caz de suprasarcină[1)]	În caz de scurtcircuit
1	80	80	105	250
6	-	80/65	105/90	200
10	-	70/60	90/80	200

20 și 35	65	-	-	130

[1)]La numărător sunt indicate valorile temperaturii pentru cablurile cu izolație din hârtie impregnată cu colofoniu uleios și cu mase nemigratoare, la numitor − pentru cabluri cu izolație impregnată cu amestec de viscoză care conține ceară de polietilenă − agent de îngroșare.

Tabelul 2. Valorile temperaturii maxime admisibile a cablurilor cu izolație din masă plastică și cauciuc în conformitate cu SM IEC 60502-1 „Cabluri de energie cu izolație extrudată şi accesoriile lor pentru tensiuni nominale de la 1 kV (U_m=1,2 kV) până la 30 kV (U_m=36 kV). Partea 1: Cabluri pentru tensiuni nominale de 1 kV (U_m=1,2 kV) și 3 kV (U_m=3,6 kV)”

Materialul izolației cablului	Temperatura maximă admisibilă a conductoarelor, °C			
	În regim normal de funcționare	De scurtă durată în caz de suprasarcină	În cazul curentului de scurtcircuit	În cazul lipsei aprinderii ca urmare a scurtcircuitului
Policlorură de vinil (în continuare − PVC)	70	90	160/140[1)]	350
PVC cu pericol redus la incendiu				
Material polimeric care nu conține halogeni				
Polietilenă reticulată[2)]	90	130	250[4)]	400
Cauciuc din etilen-propilen[3)]	90	130	160	350

[1)]La numărător − pentru cabluri cu conductoare cu secțiunea mai mare de 300 mm^2;
[2)]Cerințele se aplică pentru cabluri cu tensiunea mai mică de 330 kV;
[3)]Pentru cabluri cu izolație din cauciuc temperatura maximă admisibilă constituie +65°C; de scurtă durată în caz de suprasarcină − +110°C; în caz de scurtcircuit − +150°C; în cazul lipsei aprinderii ca urmare al scurtcircuitului − +350°C;
[4)]Temperatura maximă admisibilă a ecranelor de cablu în cazul scurtcircuitelor constituie +350°C.

Tabelul 3. Valorile temperaturii maxime admisibile a conductoarelor neizolate și barelor colectoare vopsite

Particularități constructive, materialul	Temperatura maximă admisibilă a conductoarelor, °C		
	În regim normal de funcționare[1)]	De scurtă durată în caz de suprasarcină	În cazul curentului de scurtcircuit
Bare colectoare:			
- din aluminiu	70	90	200
- din cupru	70	90	300
- din oțel, care sunt în contact direct cu dispozitivele	70	90	300
- din oțel, care nu sunt în contact direct cu dispozitivele	70	90	400
Conductoare neizolate din cupru la întindere, N/mm^2:			
- până la 20	70/90	90	250
- mai mare de 20	70/90	90	200
Conductoare neizolate din aluminiu la întindere, N/mm^2:			
- până la 10	70/90	90	200

- mai mare de 10	70/90	90	160
Partea de aluminiu a conductoarelor oțel-aluminiu	70/90	90	200
Conductoare cu temperatură ridicată	150	180	260
[1)]La numărător − în conformitate cu SM HD 603 S1 „Cabluri de distribuție de tensiune nominală 0,6/1 kV”.			

76. În cazul regimurilor de funcționare de scurtă durată și a celor intermitente de scurtă durată a receptoarelor electrice, cu o durată totală a ciclului mai mică de 10 minute și a duratei perioadei de funcționare nu mai mare de 4 minute, în calitate de curent de calcul pentru verificarea secțiunii conductoarelor conform încălzirii admisibile trebuie selectat curentul raportat la regimul normal de funcționare. Totodată:

76.1. pentru conductoare din cupru cu secțiunea mai mică de 6 mm^2, precum și pentru conductoare din aluminiu cu secțiunea mai mică de 10 mm^2, curentul trebuie ales la fel ca pentru instalații cu regim normal de funcționare;

76.2. pentru conductoare din cupru cu secțiunea mai mare de 6 mm^2, precum și pentru conductoare din aluminiu cu secțiunea mai mare de 10 mm^2, curentul se determină prin înmulțirea curentului admisibil cu coeficientul $0,875/\sqrt{T_{D.C.}}$, unde $T_{D.C.}$ este durata perioadei de lucru, exprimată în unități relative, reprezentând durata de funcționare în raport cu durata ciclului.

77. Pentru regimul de funcționare de scurtă durată la care durata de conectare este mai mică de 4 minute și pauze între conectări suficiente pentru răcirea conductoarelor până la temperatura mediului ambiant, curenții admisibili trebuie determinați conform regimului intermitent de scurtă durată, precum și în conformitate cu pct. 76. Pentru o durată de conectare mai mare de 4 minute, precum și în cazul pauzelor de durate insuficiente între conectări, curenții admisibili trebuie determinați la fel ca pentru instalațiile în regim normal de funcționare.

78. În cazul pozării cablului în diferite condiții de răcire, curenții admisibili trebuie selectați în conformitate cu pct. 79 și 80.

Cerințele către sarcinile normale și suprasarcinile post-avarie se aplică cablurilor și manșoanelor de conexiune și terminale.

79. Pentru LEC pozate pe trasee ce trec prin diferite tipuri de sol, alegerea construcțiilor și secțiunilor cablurilor trebuie realizată conform sectorului cu cele mai dificile condiții. În cazul unei lungimi considerabile a sectoarelor de traseu cu condiții diferite de pozare, pentru fiecare dintre ele trebuie alese construcțiile și secțiunile corespunzătoare ale cablurilor.

80. Pentru LEC pozate pe trasee cu diferite condiții de răcire, secțiunile cablurilor trebuie selectate conform sectorului de traseu cu cele mai dificile condiții de răcire, dacă lungimea acestora este mai mare de 10 m. Pentru LEC cu tensiunea mai mică de 10 kV, cu excepția celor subacvatice, se permite utilizarea cablurilor cu secțiuni diferite, dar nu mai mult de trei, cu condiția că lungimea sectorului nu este mai mică de 20 m.

81. La determinarea curenților admisibili pentru cabluri, conductoare și bare izolate și neizolate, precum și pentru conductoare-bară rigide și flexibile, amplasate într-un mediu temperatura căruia diferă de cea stabilită în pct. 82, 83, 93, 98, 110, 115, 117 și 120, trebuie aplicați coeficienți de corecție.

Secțiunea 3
Curenții admisibili pentru conductoare, șnururi și cabluri cu izolație din cauciuc sau masă plastică cu tensiunea mai mică de 690 V

82. Temperatura maximă admisibilă de încălzire a cablurilor trebuie să fie nu mai mare decât valorile stabilite în tabelul 2, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

83. Curenții admisibili la sarcina de 100% pentru conductoare cu izolație din cauciuc sau PVC, șnururi cu izolație din cauciuc și cabluri cu izolație din cauciuc sau masă plastică în manta din

plumb, PVC și cauciuc trebuie să fie nu mai mari decât valorile stabilite în tabelele 4-8, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

84. Curenții admisibili sunt stabiliți pentru pozare în următoarele condiții:

84.1. temperatura mediului ambiant în cazul pozării cablurilor în aer liber constituie +25°C, în cazul pozării în sol +15°C;

84.2. adâncimea pozării cablurilor în sol constituie 0,7 m;

84.3. rezistența termică specifică a solului constituie 1,2 m·K/W.

85. În cazul determinării numărului de conductoare care se pozează într-o singură țeavă, conductorul neutru N în sistemele de curent trifazat cu patru conductoare, conductoarele de protecție PE și conductoarele PEN nu se iau în considerație.

86. Valorile stabilite în tabelele 4 și 5 trebuie utilizate indiferent de numărul de țevi și de locul unde sunt pozate.

87. Curenții admisibili pentru conductoare și cabluri, pozate în jgheab, precum și în mănunchi pe paturi de cablu, trebuie aleși astfel: pentru conductoare − în conformitate cu tabelele 4 și 5, la fel ca pentru conductoarele pozate în țevi; pentru cabluri − în conformitate cu tabelele 6-8, la fel ca pentru cabluri suspendate în aer liber. Pentru conductoare încărcate simultan în număr mai mare de 4, pozate în țevi, în jgheaburi sau în mănunchi pe paturi de cablu, curenții admisibili trebuie aleși în conformitate cu tabelele 4 și 5, la fel ca pentru conductoarele pozate în aer liber, cu aplicarea coeficienților de reducere: 0,68 − pentru 5 și 6 conductoare, 0,63 – pentru 7-9 conductoare și 0,6 − pentru 10-12 conductoare. Pentru conductoarele circuitelor secundare coeficienții de reducere nu se utilizează.

88. Curenții admisibili pentru conductoare, pozate pe paturi de cabluri într-un singur rând, trebuie selectați la fel ca pentru conductoarele pozate în aer liber.

89. Curenții admisibili pentru conductoare și cabluri, pozate în jgheaburi, trebuie selectați în conformitate cu tabelele 4-7, ca și pentru conductoare și cabluri singulare, pozate în aer liber, cu aplicarea coeficienților de reducere stabiliți în tabelul 9.

90. La determinarea curenților admisibili pentru cabluri și conductoare izolate, pozate într-un mediu cu temperatură diferită de cea stabilită în pct. 83, trebuie aplicați coeficienții de corecție stabiliți în tabelul 10. În cazul alegerii conductoarelor și cablurilor de control și de rezervă, coeficienții de reducere nu se aplică.

91. În perioada de lichidare a regimului de post-avarie, pentru cabluri cu izolație din polietilenă se permite o suprasarcină nu mai mare de 10%, iar pentru cablurile cu izolație din PVC − nu mai mare de 15% din cea nominală, pentru perioada sarcinilor maxime cu durata nu mai mare de 6 ore pe zi în decursul a 5 zile, dacă sarcina în celelalte perioade ale acestor zile nu depășește sarcina nominală.

Tabelul 4. Curenții admisibili pentru conductoare și șnururi din cupru cu izolație din cauciuc și PVC

Secțiunea conductorului, mm^2	Curentul pentru conductoare pozate, A,					
	deschis	într-o țeavă				
		două unipolare	trei unipolare	patru unipolare	unul bipolar	unul tripolar
0,5	11	-	-	-	-	-
0,75	15	-	-	-	-	-
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
4	41	38	35	30	32	27
5	46	42	39	34	37	31
6	50	46	42	40	40	34

8	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175
95	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250
150	440	360	330	-	-	-
185	510	-	-	-	-	-
240	605	-	-	-	-	-
300	695	-	-	-	-	-
400	830	-	-	-	-	-

Tabelul 5. Curenții admisibili pentru conductoare din aluminiu cu izolație din cauciuc și PVC

Secțiunea conductorului, mm^2	Curentul pentru conductoare, pozate, A,					
	deschis	într-o țeavă				
		două unipolare	trei unipolare	patru unipolare	unul bipolar	unul tripolar
2	21	19	18	15	17	14
2,5	24	20	19	19	19	16
3	27	24	22	21	22	18
4	32	28	28	23	25	21
5	36	32	30	27	28	24
6	39	36	32	30	31	26
8	46	43	40	37	38	32
10	60	50	47	39	42	38
16	75	60	60	55	60	55
25	105	85	80	70	75	65
35	130	100	95	85	95	75
50	165	140	130	120	125	105
70	210	175	165	140	150	135
95	255	215	200	175	190	165
120	295	245	220	200	230	190
150	340	275	255	-	-	-
185	390	-	-	-	-	-
240	465	-	-	-	-	-
300	535	-	-	-	-	-
400	645	-	-	-	-	-

Tabelul 6. Curenții admisibili pentru conductoare din cupru cu izolație din cauciuc în mantale metalice de protecție și cabluri cu conductoare din cupru cu izolație din cauciuc în mantale din plumb, PVC, cloropren sau cauciuc, armate și nearmate

Secțiunea conductorului, mm^2	Curentul pentru conductoare și cabluri[1)], A,				
	monoconductoare	cu două conductoare		cu trei conductoare	
	pozate				
	în aer	în aer	în sol	în aer	în sol
1,5	23	19	33	19	27
2,5	30	27	44	25	38
4	41	38	55	35	49
6	50	50	70	42	60

10	80	70	105	55	90
16	100	90	135	75	115
25	140	115	175	95	150
35	170	140	210	120	180
50	215	175	265	145	225
70	270	215	320	180	275
95	325	260	385	220	330
120	385	300	445	260	385
150	440	350	505	305	435
185	510	405	570	350	500
240	605	-	-	-	-
[1)] Curenții sunt indicați pentru conductoare și cabluri cu conductor PEN/N sau fără el.					

Tabelul 7. Curenții admisibili pentru cabluri din aluminiu cu izolație din cauciuc sau masă plastică în mantale din plumb, PVC sau cauciuc, armate și nearmate

Secțiunea conductorului, mm^2	Curentul pentru conductoare și cabluri[1)], A,				
	monoconductoare	cu două conductoare		cu trei conductoare	
	pozate				
	în aer	în aer	în sol	în aer	în sol
2,5	23	21	34	19	29
4	31	29	42	27	38
6	38	38	55	32	46
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
35	130	105	160	90	140
50	165	135	205	110	175
70	210	165	245	140	210
95	250	200	295	170	255
120	295	230	340	200	295
150	340	270	390	235	335
185	390	310	440	270	385
240	465	-	-	-	-
[1)] Curenții admisibili pentru cabluri cu patru conductoare cu izolație din masă plastică la tensiunea mai mică de 1000 V se selectează în conformitate cu tabelul 7, la fel ca pentru cabluri cu trei conductoare cu aplicarea coeficientului 0,92.					

Tabelul 8. Curenții admisibili pentru șnururi de tip furtun portabile ușoare și medii, cabluri de tip furtun portabile grele, cabluri de tip furtun flexibile de mină, cabluri pentru reflectoare și conductoare portabile din cupru

Secțiunea conductorului, mm^2	Curentul pentru șnururi, conductoare și cabluri[1)], A,		
	monoconductoare	cu două conductoare	cu trei conductoare
0,5	-	12	-
0,75	-	16	14
1,0	-	18	16
1,5	-	23	20
2,5	40	33	28
4	50	43	36
6	65	55	45
10	90	75	60
16	120	95	80
25	160	125	105
35	190	150	130

50	235	185	160
70	290	235	200
[1)] Curenții sunt specificați pentru șnururi, conductoare și cabluri cu conductor PEN/N sau fără el.			

Tabelul 9. Coeficienții de reducere pentru conductoare și cabluri pozate în jgheaburi

Modul de pozare	Cantitatea de conductoare și cabluri pozate		Coeficientul de reducere pentru conductoare, care alimentează	
	monoconductoare	multiconductoare	receptoare electrice separate cu coeficientul de utilizare până la 0,7	grupuri de receptoare electrice și receptoare electrice separate cu coeficientul de utilizare mai mare de 0,7
Multistrat și în mănunchi	-	Până la 4	1,0	-
	2	5-6	0,85	-
	3-9	7-9	0,75	-
	10-11	10-11	0,7	-
	12-14	12-14	0,65	-
	15-18	15-18	0,6	-
Un singur strat	2-4	2-4	-	0,67
	5	5	-	0,6

Tabelul 10. Coeficienții de corecție ai curentului pentru cabluri și conductoare în funcție de temperatura solului și aerului

Modul de poza-re	Tempe-ratura normată a con-ductoa-relor, °C	Coeficienți de corecție ai curenților pentru temperatura de calcul a mediului, °C											
		Mai mică de -5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
În aer	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
În sol	65	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
În aer	65	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
În sol	60	1,20	1,15	1,12	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,57	0,47
În aer	60	1,36	1,31	1,25	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,66	0,54
În sol	55	1,22	1,17	1,12	1,07	1,00	0,93	0,86	0,79	0,71	0,61	0,50	0,36
În aer	55	1,41	1,35	1,29	1,23	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41
În sol	50	1,25	1,20	1,14	1,07	1,00	0,93	0,84	0,76	0,66	0,54	0,37	-
În aer	50	1,48	1,41	1,34	1,26	1,18	1,09	1,00	0,89	0,78	0,63	0,45	-

Secțiunea 4
Curenții admisibili pentru cabluri cu izolație din cauciuc sau masă plastică cu tensiunea peste 690 V și mai mică de 3-6 kV

92. Temperatura maximă admisibilă de încălzire a cablurilor trebuie să fie nu mai mare decât valorile stabilite în tabelul 2, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

93. Curenții admisibili la sarcină de 100% pentru cablurile cu izolație din masă plastică, cu tensiunea nominală mai mică de 3(6) kV, trebuie să fie nu mai mari decât valorile stabilite în tabelele 11-15, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

94. Curenții admisibili sunt stabiliți pentru pozarea unui singur cablu în următoarele condiții:

94.1. temperatura mediului ambiant, în cazul pozării cablurilor în aer liber, constituie +25°C, în cazul pozării în sol este de +15°C;

94.2. adâncimea de pozare a cablurilor în sol constituie 0,7 m;

94.3. rezistența termică specifică a solului constituie 1,2 m·K/W.

95. Curenții admisibili în regim de suprasarcină pentru cablurile cu izolație din PVC sau materiale polimerice fără halogeni se determină prin produsul dintre curentul admisibil și coeficientul 1,13 în cazul pozării cablurilor în sol și coeficientul 1,16 − în cazul pozării cablurilor în aer liber.

96. Curenții admisibili în regim de suprasarcină pentru cablurile cu izolație din polietilenă reticulată se determină prin produsul dintre curentul admisibil și coeficientul 1,17 în cazul pozării cablurilor în sol și coeficientul 1,20 − în cazul pozării cablurilor în aer liber.

Tabelul 11. Curenții admisibili pentru cabluri din cupru cu izolație din PVC și materiale polimerice care nu conțin halogeni

Secțiunea conductorului, mm^2	Curentul admisibil al cablurilor, A					
	monoconductoare				multiconductoare[2)]	
	de curent continuu		de curent alternativ[1)]		de curent alternativ	
	în aer	în sol	în aer	în sol	în aer	în sol
1,5	29	41	22	30	21	27
2,5	37	55	30	39	27	36
4	50	71	39	50	36	47
6	63	90	50	62	46	59
10	86	124	68	83	63	79
16	113	159	89	107	84	102
25	153	207	121	137	112	133
35	187	249	147	163	137	158
50	227	295	179	194	167	187
70	286	364	226	237	211	231
95	354	436	280	285	261	279
120	413	499	326	324	302	317
150	473	561	373	364	346	358
185	547	637	431	412	397	405
240	655	743	512	477	472	471
300	760	845	591	539	542	533
400	894	971	685	612	633	611
500	1054	1121	792	690	-	-
625/630	1252	1299	910	774	-	-
800	1481	1502	1030	856	-	-
1000	1718	1709	1143	933	-	-

[1)]Pozarea în conformitate cu schema „în triunghi” apropiat;

[2)]Pentru determinarea curenților admisibili ai cablurilor cu patru conductoare cu aceeași secțiune a conductoarelor la încărcarea tuturor conductoarelor în regim echilibrat, precum și pentru cablurile cu cinci conductoare, aceste valori trebuie înmulțite cu coeficientul 0,93.

Tabelul 12. Curenții admisibili pentru cabluri din aluminiu cu izolație din PVC și materiale polimerice care nu conțin halogeni

Secțiunea conductorului, mm^2	Curentul admisibil al cablurilor, A					
	monoconductoare				multiconductoare[2)]	
	de curent continuu		de curent alternativ[1)]		de curent alternativ	
	în aer	în sol	în aer	în sol	în aer	în sol
2,5	30	32	22	30	21	28

4	40	41	30	39	29	37
6	51	52	37	48	37	44
10	69	68	50	63	50	59
16	93	83	68	82	67	77
25	117	159	92	106	87	102
35	143	192	113	127	106	123
50	176	229	139	150	126	143
70	223	282	176	184	161	178
95	275	339	217	221	197	214
120	320	388	253	252	229	244
150	366	434	290	283	261	274
185	425	494	336	321	302	312
240	508	576	401	374	359	363
300	589	654	464	423	424	417
400	693	753	544	485	501	482
500	819	870	636	556	-	-
625/630	971	1007	744	633	-	-
800	1146	1162	858	713	-	-
1000	1334	1327	972	793	-	-

[1)]Pozarea în conformitate cu schema „în triunghi” apropiat;
[2)]Pentru determinarea curenților admisibili ai cablurilor cu patru conductoare cu aceeași secțiune a conductoarelor la încărcarea tuturor conductoarelor în regim echilibrat, precum și pentru cablurile cu cinci conductoare aceste valori trebuie înmulțite cu coeficientul 0,93.

Tabelul 13. Curenții admisibili pentru cabluri cu izolație din PVC cu tensiunea de 6 kV

Secțiunea conductorului, mm^2	Curentul admisibil al cablurilor, A			
	cu conductoare din aluminiu		cu conductoare din cupru	
	în aer	în sol	în aer	în sol
10	50	55	65	70
16	65	70	85	92
25	85	90	110	122
35	105	110	135	147
50	125	130	165	175
70	155	160	210	215
95	190	195	255	260
120	220	220	300	295
150	250	250	335	335
185	290	285	385	380
240	345	335	460	445

Tabelul 14. Curenții admisibili pentru cabluri cu conductoare din cupru și izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mică de 3 kV

Secțiunea conductorului, mm^2	Curentul admisibil al cablurilor, A					
	monoconductoare				multiconductoare[2)]	
	de curent continuu		de curent alternativ[1)]		de curent alternativ	
	în aer	în sol	în aer	în sol	în aer	în sol
2,5	35	48	28	33	25	31
4	46	63	36	42	34	40
6	60	82	47	54	45	52
10	76	102	59	67	56	64
16	105	136	82	89	78	86
25	139	175	108	115	104	112

35	188	228	146	147	141	144
50	230	274	180	176	172	173
70	281	325	220	208	209	205
95	356	399	279	255	265	253
120	440	478	345	306	327	304
150	514	546	403	348	381	347
185	591	614	464	392	437	391
240	685	695	538	443	504	442
300	821	812	641	515	598	515
400	956	924	739	501	688	583
500	1124	1060	860	661	-	-
625/630	1328	1223	997	746	-	-
800	1576	1416	1149	840	-	-
1000	1857	1632	1302	932	-	-

[1)]Pozarea în conformitate cu schema „în triunghi” apropiat;
[2)]Pentru determinarea curenților admisibili ai cablurilor cu patru conductoare cu aceeași secțiune a conductoarelor la încărcarea tuturor conductoarelor în regim echilibrat, precum și pentru cablurile cu cinci conductoare aceste valori trebuie înmulțite cu coeficientul 0,93.

Tabelul 15. Curenții admisibili pentru cabluri cu conductoare din aluminiu și izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mică de 3 kV

Secțiunea conductorului, mm^2	Curentul admisibil al cablurilor, A					
	monoconductoare				multiconductoare[2)]	
	de curent continuu		de curent alternativ[1)]		de curent alternativ	
	în aer	în sol	în aer	în sol	în aer	în sol
2,5	35	36	26	34	24	32
4	46	46	35	44	34	42
6	59	59	43	54	43	50
10	80	77	58	71	58	67
16	108	94	79	93	78	87
25	144	176	112	114	108	112
35	176	211	138	136	134	135
50	217	251	171	161	158	157
70	276	309	216	198	203	195
95	340	371	267	237	248	233
120	399	423	313	271	290	267
150	457	474	360	304	330	299
185	531	539	419	346	382	341
240	636	629	501	403	453	397
300	738	713	580	455	538	455
400	871	822	682	523	636	527
500	1030	949	800	599	-	-
625/630	1221	1098	936	685	-	-
800	1437	1262	1081	773	-	-
1000	1676	1443	1227	862	-	-

[1)]Pozarea în conformitate cu schema „în triunghi” apropiat;
[2)]Pentru determinarea curenților admisibili ai cablurilor cu patru conductoare cu aceeași secțiune a conductoarelor la încărcarea tuturor conductoarelor în regim echilibrat, precum și pentru cablurile cu cinci conductoare aceste valori trebuie înmulțite cu coeficientul 0,93.

Secțiunea 5
Curenții admisibili pentru cabluri cu izolație din hârtie impregnată

97. Temperatura maximă admisibilă a cablurilor trebuie să fie nu mai mare decât valorile stabilite în tabelul 1, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

98. Curenții admisibili la sarcină de 100% pentru cablurile cu izolație din hârtie impregnată trebuie să fie nu mai mari decât valorile stabilite în tabelele 16-22, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

99. Curenții admisibili sunt stabiliți pentru pozarea unui singur cablu, în următoarele condiții:

99.1. temperatura mediului ambiant în cazul pozării cablurilor în aer liber constituie +25°C, în cazul pozării în sol este de +15°C;

99.2. adâncimea de pozare a cablurilor în sol constituie 0,7 m;

99.3. rezistența termică specifică a solului constituie 1,2 m·K/W.

Tabelul 16. Curenții admisibili pentru cabluri monoconductoare cu izolație din hârtie impregnată cu tensiunea de 1000 V în cazul pozării în sol, aer și apă

Secțiunea conductorului, mm^2	Curenții admisibili pentru cabluri, A			
	cu conductoare din cupru		cu conductoare din aluminiu	
	în sol	în aer	în sol	în aer
10	106	108	81	82
16	138	143	105	109
25	179	191	135	142
35	213	234	163	174
50	261	295	199	216
70	323	363	246	276
95	384	438	292	334
120	438	507	333	387
150	498	586	379	446
185	559	667	426	508
240	651	793	496	604
300	738	912	562	695
400	870	1100	663	838
500	987	1268	752	966
625	1124	1472	856	1122
800	1295	1729	987	1318

1) Curenții admisibili sunt specificați pentru curent continuu;
2) Cablurile sunt pozate în plan orizontal la distanța 35-125 mm;
3) La pozarea în apă a cablurilor cu manta de protecție, valoarea curenților admisibili trebuie înmulțită cu coeficientul K=1,3.

Tabelul 17. Curenții admisibili pentru cabluri cu trei și patru conductoare cu izolație din hârtie impregnată cu tensiunea de 1000 V în cazul pozării în sol, aer și apă

Secțiunea conductorului, mm^2	Curenții admisibili pentru cabluri, A			
	cu conductoare din cupru		cu conductoare din aluminiu	
	în sol	în aer	în sol	în aer
6	58	53	45	40
10	78	73	60	55
16	102	97	79	72
25	134	127	102	95
35	163	157	126	118
50	200	195	153	146
70	241	247	184	180

95	287	301	219	218
120	325	348	248	261
150	365	400	281	300
185	404	451	314	342
240	455	522	359	402

1) Curenții admisibili sunt specificați pentru curent alternativ;
2) La pozarea în apă a cablurilor cu manta de protecție, valoarea curenților admisibili trebuie înmulțită cu coeficientul K=1,3;
3) Pentru cablurile cu patru conductoare cu conductorul PEN/N de o secțiune mai mică, curenții admisibili nu se modifică. Curenții admisibili pentru cablurile cu patru conductoare de aceeași secțiune, în rețelele sau circuitele cu patru conductoare aflate sub sarcină echilibrată, trebuie înmulțiți cu coeficientul K=0,93.

Tabelul 18. Curenții admisibili pentru cabluri cu trei conductoare cu tensiunea de 6 kV și 10 kV cu izolație din hârtie impregnată, în cazul pozării în sol, aer și apă

Secțiunea conductorului, mm^2	Curenții admisibili pentru cabluri, A							
	cu conductoare din cupru				cu conductoare din aluminiu			
	în sol		în aer		în sol		în aer	
	6 kV	10 kV	6 kV	10 kV	6 kV	10 kV	6 kV	10 kV
10	77	-	74	-	59	-	55	-
16	101	92	98	89	77	74	73	67
25	132	119	130	115	100	91	95	87
35	160	144	160	142	121	110	117	106
50	197	176	200	175	149	134	146	132
70	236	212	244	219	180	162	178	161
95	280	251	296	265	213	192	214	194
120	318	284	342	305	243	218	248	234
150	358	318	392	349	275	246	285	264
185	396	352	442	393	307	275	333	298
240	448	396	512	455	351	314	389	347

1) Curenții admisibili sunt specificați pentru curent alternativ;
2) La pozarea în apă a cablurilor cu manta de protecție, valoarea curenților admisibili trebuie înmulțită cu coeficientul K=1,3;
3) Curenții de sarcină sunt specificați pentru sol cu o rezistență termică specifică de 1,2 m·K/W (adâncimea de pozare − 0,7 m).

Tabelul 19. Curenții admisibili pentru cabluri monoconductoare cu tensiunea de 20 kV cu izolație din hârtie impregnată amenajate în aer liber

Secțiunea conductorului, mm^2	Curenții admisibili pentru cabluri[1)], A			
	cu conductoare din cupru pozate		cu conductoare din aluminiu pozate	
	în plan orizontal la distanța de 35-125 mm	compact în triunghi	în plan orizontal la distanța de 35-125 mm	compact în triunghi
25	135	125	100	95
35	165	155	120	115
50	200	185	150	140
70	250	240	190	180
95	300	285	230	220
120	350	330	270	255
150	400	380	310	295
185	455	435	350	335
240	530	510	410	395
300	600	580	470	455
400	700	690	560	540

[1)]Curenții admisibili sunt specificați pentru curent alternativ.

Tabelul 20. Curenții admisibili pentru cabluri cu trei conductoare cu tensiunea de 20 kV cu izolație din hârtie impregnată, în cazul pozării în sol, aer și apă

Secțiunea conductorului, mm^2	Curenții admisibili pentru cabluri, A			
	cu conductoare din cupru		cu conductoare din aluminiu	
	în sol	în aer	în sol	în aer
25	125	120	100	95
35	150	145	115	110
50	180	175	140	135
70	220	220	170	170
95	265	265	205	205
120	300	310	235	240
150	340	350	265	270
185	380	400	300	315

1) Curenții admisibili sunt specificați pentru curent alternativ;
2) La pozarea în apă a cablurilor cu manta de protecție, valoarea curenților admisibili trebuie înmulțită cu coeficientul K=1,1.

Tabelul 21. Curenții admisibili pentru cabluri monoconductoare cu tensiunea de 35 kV cu izolație din hârtie impregnată în cazul pozării în sol sau în aer

Secțiunea conductorului, mm^2	Curenții admisibili pentru cabluri[1)], A					
	cu conductoare din cupru		cu conductoare din aluminiu			
	în aer		în sol		în aer	
	în plan orizontal la distanța 35-125 mm	compact în triunghi	în plan orizontal la distanța de 35-125 mm	compact în triunghi	în plan orizontal la distanța de 35-125 mm	compact în triunghi
120	360	335	245	235	280	260
150	410	380	275	265	320	300
185	470	440	310	300	370	340
240	560	520	360	345	440	405
300	630	590	405	390	500	465
400	720	690	455	445	580	540

[1)]Curenții admisibili sunt specificați pentru curent alternativ.

Tabelul 22. Curenții admisibili pentru cablurile cu trei conductoare cu tensiunea de 35 kV cu izolație din hârtie impregnată în cazul pozării în sol sau în aer

Secțiunea conductorului, mm^2	Curenții admisibili pentru cabluri, A			
	cu conductoare din cupru		cu conductoare din aluminiu	
	în sol	în aer	în sol	în aer
120	300	310	235	240
150	340	350	265	270

1) Curenții admisibili sunt specificați pentru curent alternativ.
2) La pozarea cablurilor cu manta de protecție în apă, valoarea curenților admisibili trebuie înmulțită cu coeficientul K=1,1.

100. Pentru o rezistență termică specifică a solului care diferă de 1,2 m·K/W, la valorile curenților admisibili stabilite în tabelele 16-22 și 28 trebuie aplicați coeficienții de corecție, stabiliți în tabelul 23.

Tabelul 23. Coeficienții de corecție a curentului admisibil pentru cabluri cu izolație din hârtie impregnată pozate în sol, în funcție de rezistența termică specifică a solului

Caracteristica solului	Rezistența termică specifică a solului, m·K/W	Coeficientul de corecție

Nisip cu umiditatea mai mare de 9%, sol nisipos-argilos cu umiditatea mai mare de 1%	0,80	1,05
Sol normal și nisip cu umiditatea de 7-9%, sol nisipos-argilos cu umiditatea de 12-14%	1,20	1,00
Nisip cu umiditatea de 4-7%, sol nisipos-argilos cu umiditatea de 8-12%	2,00	0,87
Nisip cu umiditatea mai mică de 4%, sol stâncos	3,00	0,75

101. În cazul pozării cablurilor într-un mediu cu o temperatură diferită de cea stabilită în pct. 98, valorile curenților admisibili pentru cablurile cu izolație din hârtie impregnată trebuie înmulțite cu coeficienții de corecție stabiliți în tabelul 24.

Tabelul 24. Coeficienții de corecție care asigură valoarea reală a curentului admisibil al cablurilor cu izolație din hârtie impregnată în funcție de temperatura mediului ambiant

Tensiunea nominală a cablului, kV	Valoarea coeficientul de corecție în funcție de temperatura mediului ambiant, °C										
	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
Pozate în aer											
1-6	1,2	1,17	1,13	1,09	1,04	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,74
10	1,24	1,2	1,15	1,11	1,05	1	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
20-35	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
Pozate în sol											
1-6	1,11	1,08	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,73	0,73	0,68
10	1,13	1,09	1,04	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,74	0,67	0,6
20-35	1,14	1,1	1,05	1	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55

102. Curenții admisibili pentru cablurile singulare, pozate în țevi în sol, trebuie selectați la fel ca pentru cablurile pozate în aer liber, la temperatura egală cu temperatura solului.

103. În cazul pozării mai multor cabluri cu izolație din hârtie impregnată, inclusiv pozarea în țevi, curenții admisibili trebuie micșorați prin aplicarea coeficienților stabiliți în tabelul 25. Coeficienții de corecție stabiliți în tabelul 25 se utilizează pentru determinarea curenților admisibili, cu condiția ca sarcina pentru 6, 5, 4, 3 și 2 cabluri, pozate alăturat într-o tranșee, să fie mai mare de 53%, 56%, 62%, 67% și 82% din sarcina admisibilă a unui singur cablu. În acest caz, cablurile de rezervă nu se iau în considerare. Nu se permite pozarea mai multor cabluri în sol la o distanță între acestea mai mică de 100 mm.

Tabelul 25. Coeficienții de corecție pentru numărul de cabluri în funcțiune, pozate alăturat în sol, în țevi sau fără țevi

Distanța între cabluri D, mm	Coeficient pentru numărul de cabluri					
	1	2	3	4	5	6
100	1,00	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1,00	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

104. Curenții admisibili pentru cablurile pozate în blocuri trebuie determinați conform relației empirice:

$$I=a\cdot b\cdot c\cdot I_0,$$

unde I_0 este curentul admisibil pentru cabluri cu trei conductoare cu tensiunea de 10 kV din cupru sau aluminiu și care se stabilește în conformitate cu tabelul 28;

a − coeficient, selectat în conformitate cu tabelul 29, în funcție de secțiune și modul de pozare a cablului în bloc;

b − coeficient, selectat în funcție de tensiunea cablului în conformitate cu tabelul 26;

c − coeficient, selectat în funcție de sarcina medie zilnică a întregului bloc în conformitate cu tabelul 27.

105. Se permite pozarea cablurilor de rezervă în canalele blocului care nu sunt numerotate, dacă ele sunt utilizate în momentul când cablurile de lucru sunt deconectate.

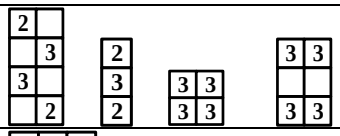
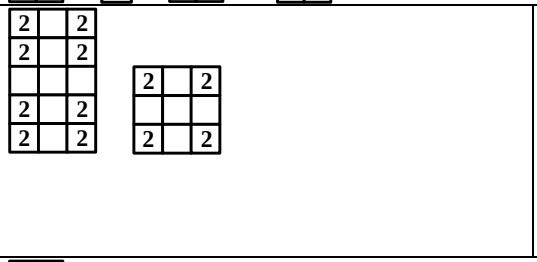
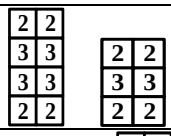
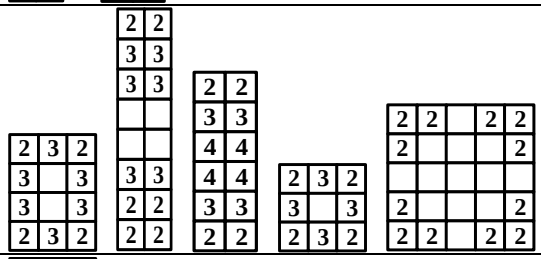
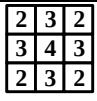
Tabelul 26. Coeficient, selectat în funcție de tensiunea cablului

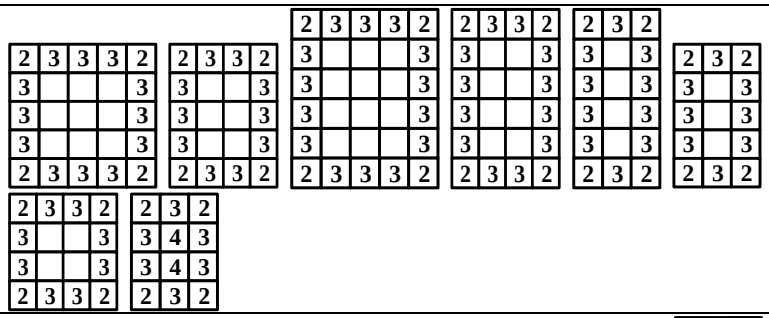
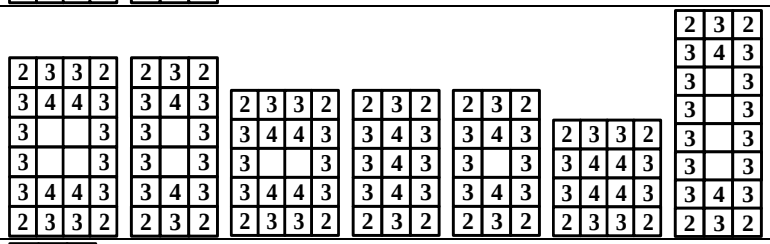
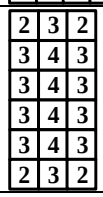
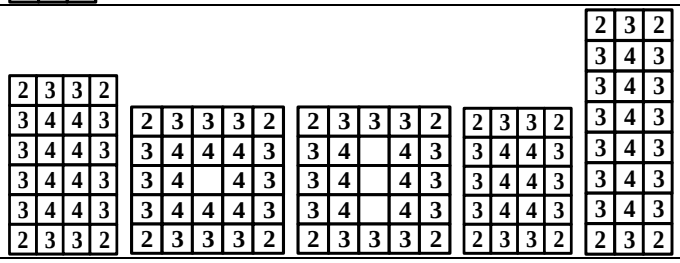
Tensiunea nominală a cablului, kV	până la 3	6	10
Coeficient *b*	1,09	1,05	1,0

Tabelul 27. Coeficient, selectat în funcție de sarcina medie zilnică a întregului bloc

Sarcina medie zilnică $S_{med.zi}/S_{nom}$	1	0,85	0,7
Coeficient *c*	1	1,07	1,16

Tabelul 28. Curenții admisibili pentru cabluri cu tensiunea de 10 kV, cu conductoare din cupru sau aluminiu cu secțiunea 95 mm^2 cu izolație din hârtie impregnată, pozate în blocuri

Grupul	Configurația blocurilor	Nr. canalului	Curentul pentru cablurile din, A	
			cupru	aluminiu
I		1	191	147
II		2	173	133
		3	167	129
III		2	154	119
IV		2	147	113
		3	138	106
V		2	143	110
		3	135	104
		4	131	101
VI		2	140	103
		3	132	102
		4	118	91
VII		2	136	105
		3	132	102

		4	119	92
VIII		2	135	104
		3	124	96
		4	104	80
IX		2	135	104
		3	118	91
		4	100	77
X		2	133	102
		3	116	90
		4	81	62
XI		2	129	99
		3	114	88
		4	79	55

Tabelul 29. Coeficientul de corecție *a* pentru secțiunea cablului

Secțiunea conductorului, mm^2	Coeficient de corecție pentru numărul canalului în bloc			
	1	2	3	4
25	0,44	0,46	0,47	0,51
35	0,54	0,57	0,57	0,60
50	0,67	0,69	0,69	0,71
70	0,81	0,84	0,84	0,85
95	1,00	1,00	1,00	1,00
120	1,14	1,13	1,13	1,12
150	1,33	1,30	1,29	1,26
185	1,50	1,46	1,45	1,38
240	1,78	1,70	1,68	1,55

106. Curenții admisibili pentru cablurile pozate în două blocuri paralele de aceeași configurație trebuie micșorați prin înmulțirea cu coeficienții de corecție stabiliți în funcție de distanța dintre blocuri, conform tabelului 30.

Tabelul 30. Coeficienți de corecție ai curentului admisibil în funcție de distanța dintre blocuri

Distanța dintre blocuri, mm	500	1000	1500	2000	2500	3000
Coeficient	0,85	0,89	0,91	0,93	0,95	0,96

107. Pentru cablurile cu tensiunea mai mică de 10 kV, cu izolație din hârtie impregnată, care sunt în funcțiune la o sarcină mai mică de sarcina nominală, se admite o suprasarcină de scurtă durată, în conformitate cu tabelul 31.

108. Pentru perioada de lichidare a regimului de post-avarie pentru cablurile cu tensiunea mai mică de 10 kV cu izolație din hârtie impregnată, se admit suprasarcini în decursul a 5 zile, în limitele stabilite în tabelul 32.

Tabelul 31. Suprasarcină admisibilă de scurtă durată pentru cabluri cu tensiunea mai mică de 10 kV cu izolație din hârtie impregnată

Coeficientul de sarcină preliminară	Modul de pozare	Suprasarcina admisibilă raportată la cea nominală, în funcție pe durata, ore		
		0,5	1,0	3,0
0,6	În sol	1,35	1,30	1,15
	În aer	1,25	1,15	1,10
	În țevi (în sol)	1,20	1,0	1,0
0,8	În sol	1,20	1,15	1,10
	În aer	1,15	1,10	1,05
	În țevi (în sol)	1,10	1,05	1,00

Tabelul 32. Suprasarcina admisibilă pentru perioada de lichidare a regimului de post-avarie pentru cabluri cu tensiunea mai mică de 10 kV cu izolație din hârtie impregnată

Coeficientul de sarcină preliminară	Modul de pozare	Suprasarcina admisibilă raportată la valoarea nominală, pentru durata maximului, ore		
		1	3	6
0,6	În sol	1,5	1,35	1,25
	În aer	1,35	1,25	1,25
	În țevi (în sol)	1,30	1,20	1,15
0,8	În sol	1,35	1,25	1,20
	În aer	1,30	1,25	1,25
	În țevi (în sol)	1,20	1,15	1,10

Secțiunea 6
Curenții admisibili pentru cabluri cu izolație din polietilenă reticulată (XLPE) cu tensiunea nominală mai mare de 6 kV și mai mică de 330 kV

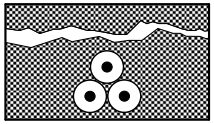
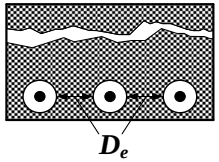
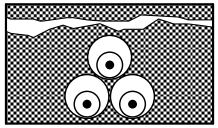
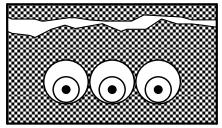
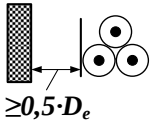
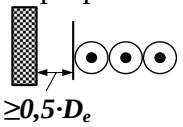
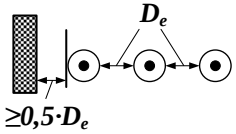
109. Temperatura maximă admisibilă a cablurilor trebuie să fie nu mai mare decât valorile stabilite în tabelul 2, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

110. Condițiile standard de pozare a cablurilor cu izolație din polietilenă reticulată la tensiunea nominală mai mică de 35 kV și mai mare de 110 kV sunt stabilite în tabelul 33. Curenții admisibili pentru cablurile cu izolație din polietilenă reticulată nu trebuie să fie mai mari decât valorile stabilite în tabelele 34-39, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

Tabelul 33. Condițiile standard de pozare a cablurilor cu izolație din polietilenă reticulată

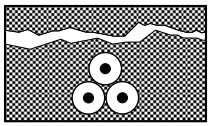
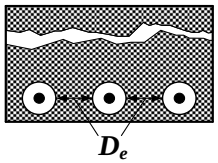
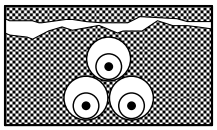
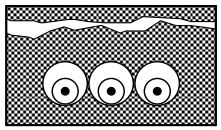
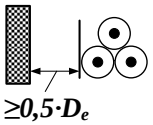
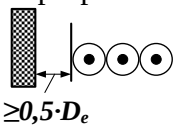
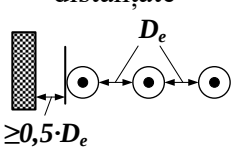
Indice	Tensiunea nominală, kV	
	mai mică de 35 kV	mai mare de 110 kV
Temperatura aerului, °C	30	30
Temperatura solului, °C	20	20
Adâncimea de pozare în sol, m	0,8	1,5
Rezistența specifică a solului, m·K/W	1,5	1,0
Coeficientul de încărcare	1,0	1,0
Prezența cablurilor pozate în apropiere	Lipsesc	Lipsesc
Prezența sectoarelor în țevi	Țevi din ceramică	Lipsesc
Metoda de conectare a ecranului	La ambele capete ale LEC	

Tabelul 34. Curenții admisibili pentru cabluri monoconductoare din cupru cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mică de 35 kV

Secțiunea conductorului, mm²	Curentul admisibil, A						
	Cabluri pozate nemijlocit în sol		Cabluri pozate în țevi separate în sol		Cabluri pozate în aer		
	în triunghi	în plan orizontal	în triunghi	în plan orizontal	în triunghi	în plan orizontal apropiate	în plan orizontal distanțate
							
35	166	172	157	159	198	203	238
50	196	203	186	188	238	243	286
70	239	246	227	229	296	303	356
95	285	293	271	274	361	369	434
120	323	332	308	311	417	426	500
150	361	366	343	347	473	481	559
185	406	410	387	391	543	550	637
240	469	470	447	453	641	647	745
300	526	524	504	510	735	739	846
400	590	572	564	571	845	837	938
500	651	630	631	617	980	957	1056
630	724	694	702	680	1113	1077	1182
800	795	756	771	741	1255	1203	1312

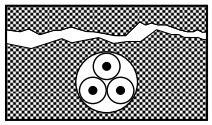
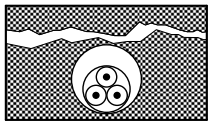
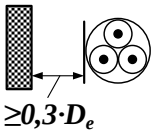
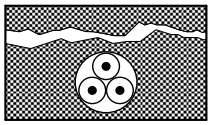
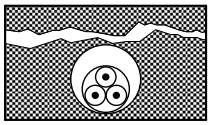
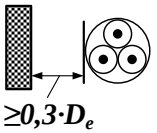
1) D_e − diametrul exterior al cablului.

Tabelul 35. Curenții admisibili pentru cabluri monoconductoare din aluminiu cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mică de 35 kV

Secțiunea conductorului, mm²	Curentul admisibil, A						
	Cabluri pozate nemijlocit în sol		Cabluri pozate în țevi separate în sol		Cabluri pozate în aer		
	în triunghi	în plan orizontal	în triunghi	în plan orizontal	în triunghi	în plan orizontal apropiate	în plan orizontal distanțate
							
35	129	134	122	123	154	157	185
50	152	157	144	146	184	189	222
70	186	192	176	178	230	236	278
95	221	229	210	213	280	287	338
120	252	260	240	242	324	332	391
150	281	288	267	271	368	376	440
185	317	324	303	307	424	432	504
240	367	373	351	356	502	511	593
300	414	419	397	402	577	586	677
400	470	466	451	457	673	676	769
500	526	522	505	512	786	785	881
630	593	584	569	572	907	899	1001
800	664	647	637	634	1041	1024	1132

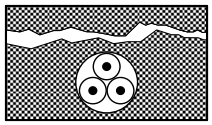
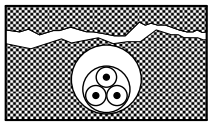
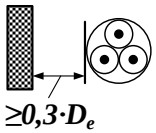
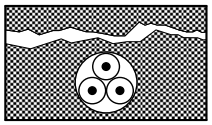
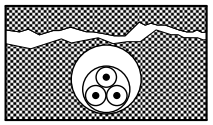
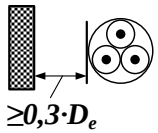
1) D_e − diametrul exterior al cablului.

Tabelul 36. Curenții admisibili pentru cabluri monoconductoare din aluminiu cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mică de 35 kV

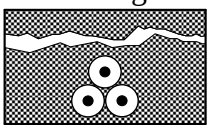
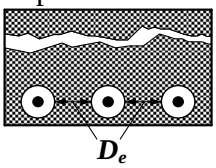
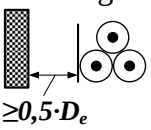
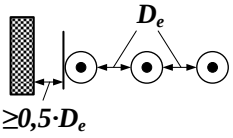
Secțiunea conductorului, mm²	Curentul admisibil, A					
	Cabluri nearmate pozate			Cabluri armate pozate		
	Nemijlocit în sol	În țeavă pozată în sol	În aer	Nemijlocit în sol	În țeavă pozată în sol	În aer
						
35	153	133	170	154	134	172
50	181	158	204	181	158	205
70	221	193	253	220	194	253
95	262	231	304	263	232	307
120	298	264	351	298	264	352
150	334	297	398	332	296	397
185	377	336	455	374	335	453
240	434	390	531	431	387	529
300	489	441	606	482	435	599

1) D_e − diametrul exterior al cablului.

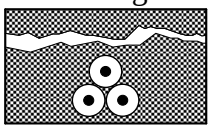
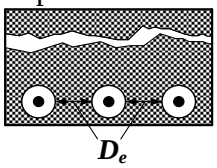
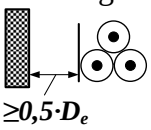
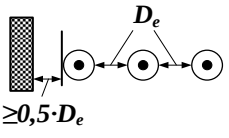
Tabelul 37. Curenții admisibili pentru cabluri cu trei conductoare din aluminiu cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mică de 35 kV

Secțiunea conductorului, mm^2	Curentul admisibil, A					
	Cabluri nearmate pozate			Cabluri armate pozate		
	Nemijlocit în sol	În țeavă pozată în sol	În aer	Nemijlocit în sol	În țeavă pozată în sol	În aer
			 $\geq 0{,}3 \cdot D_e$			 $\geq 0{,}3 \cdot D_e$
35	119	103	132	119	104	133
50	140	122	158	140	123	159
70	171	150	196	171	150	196
95	203	179	236	204	180	238
120	232	205	273	232	206	274
150	260	231	309	259	231	309
185	294	262	355	293	262	354
240	340	305	415	338	304	415
300	384	346	475	380	343	472
1) D_e − diametrul exterior al cablului.						

Tabelul 38. Curenții admisibili pentru cabluri monoconductoare din cupru cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mare de 110 kV

Secțiunea conductorului, mm^2	Curentul admisibil, A			
	Cabluri, pozate nemijlocit în sol		Cabluri, pozate în aer	
	în triunghi	în plan orizontal	în triunghi	în plan orizontal
				
cu tensiunea de 110 kV și 150 kV				
240	498	475	619	658
300	554	519	695	722
350	581	540	733	753
400	619	567	784	792
500	687	615	881	860
630	761	664	989	934
800	827	705	1086	987
1000	887	741	1180	1036
1200	1012	824	1476	1358
1400	1057	847	1546	1366
1600	1092	865	1602	1379
2000	1149	892	1690	1387
1) D_e − diametrul exterior al cablului.				

Tabelul 39. Curenții admisibili pentru cabluri monoconductoare din aluminiu cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mare de 110 kV

Secțiunea conductorului, mm^2	Curentul admisibil, A			
	Cabluri, pozate nemijlocit în sol		Cabluri, pozate în aer	
	în triunghi	în plan orizontal	în triunghi	în plan orizontal
				
cu tensiunea de 110 kV și 150 kV				
240	394	388	487	533
300	440	428	549	591
400	466	450	585	624
500	497	475	626	660
630	559	524	711	730
800	627	576	810	809
1000	694	623	905	873
1200	760	668	1005	936
1400	866	746	1245	1216
1600	914	775	1319	1240
1800	955	797	1382	1265
2000	1024	834	1488	1295
1) D_e − diametrul exterior al cablului.				

111. În cazul abaterii condițiilor de pozare a cablului de la condițiile standard, curenții admisibili ai cablurilor se determină prin înmulțirea valorilor stabilite în tabelele 34-39 cu coeficienții de corecție care iau în calcul:

111.1. posibila majorare a sarcinii în funcție de coeficientul de încărcare *m* (fig. 1 și 2);

111.2. schema de conectare a ecranului (fig. 3 și 4);

111.3. abaterile de la condițiile standard de pozare stabilite în tabelul 33.

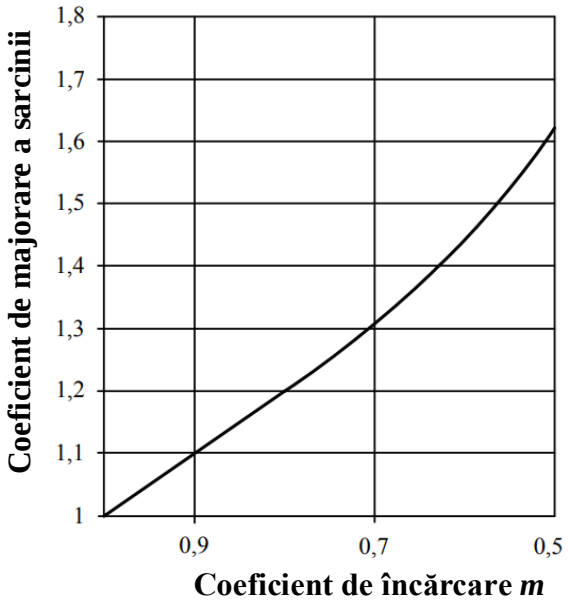


Figura 1. Coeficientul de corecție pentru coeficientul de încărcare *m* a cablurilor cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mică de 35 kV

112. Coeficientul de încărcare *m*, care ia în considerare inerția termică a solului în cazul pozării subterane a cablurilor, se calculează cu relația:

$$m = \frac{\sum_i S_i}{24 \cdot S_{max}},$$

unde S_{max} este puterea maximă a celei mai încărcate zile, kVA;

S_i – puterea absorbită în ora – *i* din ziua cea mai încărcată, kVA.

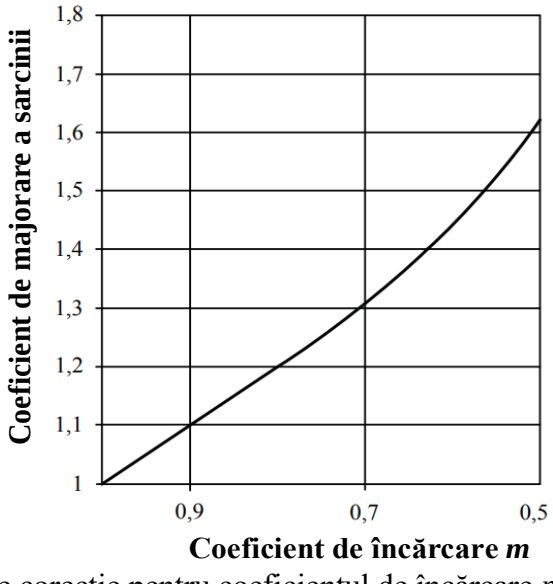
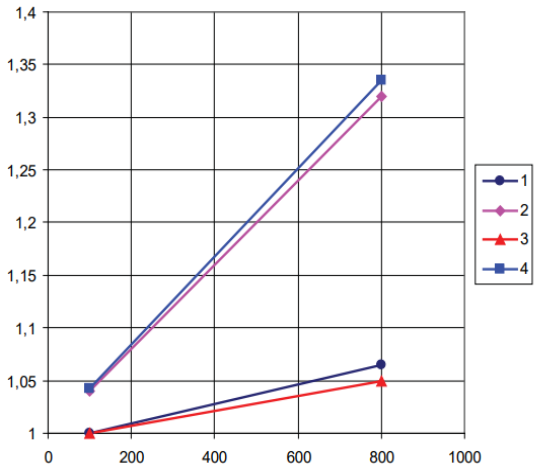
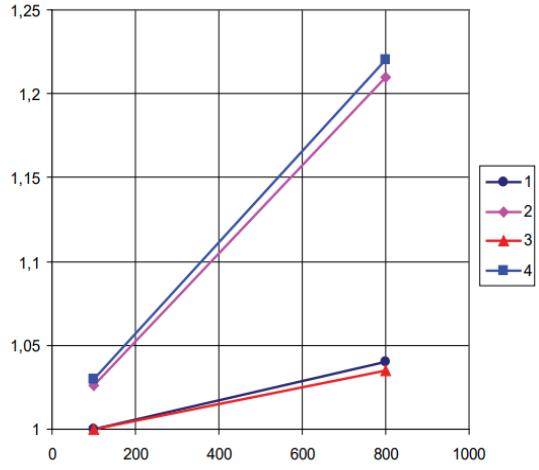


Figura 2. Coeficientul de corecție pentru coeficientul de încărcare *m* a cablurilor cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mare de 110 kV



Secțiunea nominală a conductorului, mm^2

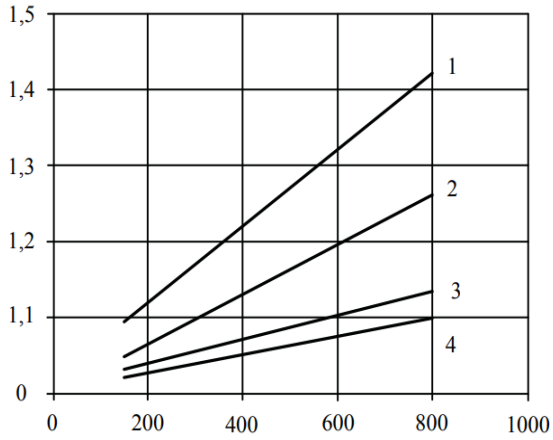
a)



Secțiunea nominală a conductorului, mm^2

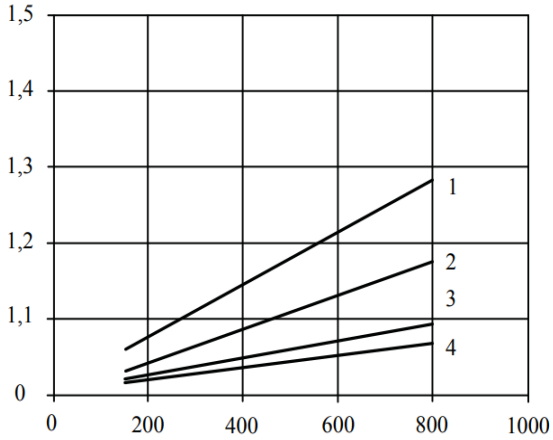
b)

Figura 3. Coeficientul de corecție pentru schema de conectare a ecranelor cablurilor cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiune mai mică de 35 kV:
a − pentru cabluri cu conductoare din cupru; *b* − pentru cabluri cu conductoare din aluminiu;
1 − cabluri pozate în sol în triunghi; *2* − cabluri pozate în aer în triunghi; *3* − cabluri pozate în sol în plan orizontal; *4* − cabluri pozate în aer în plan orizontal



Secțiunea nominală a conductorului, mm^2

a)



Secțiunea nominală a conductorului, mm^2

b)

Figura 4. Coeficientul de corecție pentru schema de conectare a ecranelor cablurilor cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiune mai mare de 110 kV:
a − pentru cabluri cu conductoare din cupru; *b* − pentru cabluri cu conductoare din aluminiu;
1 − cabluri pozate în sol în triunghi; *2* − cabluri pozate în aer în triunghi; *3* − cabluri pozate în sol în plan orizontal; *4* − cabluri pozate în aer în plan orizontal

113. Cablurile cu izolație din polietilenă reticulată pozate în sol pot fi supuse la suprasarcini de scurtă durată, datorită capacității și conductivității termice a solului. Dependențele duratei admisibile de suprasarcină $t_{suprasarcină}$ pentru cablurile care nu sunt încălzite preliminar cu curent electric de suprasarcină I/I_{nom}, sunt prezentate în figurile 5-7.

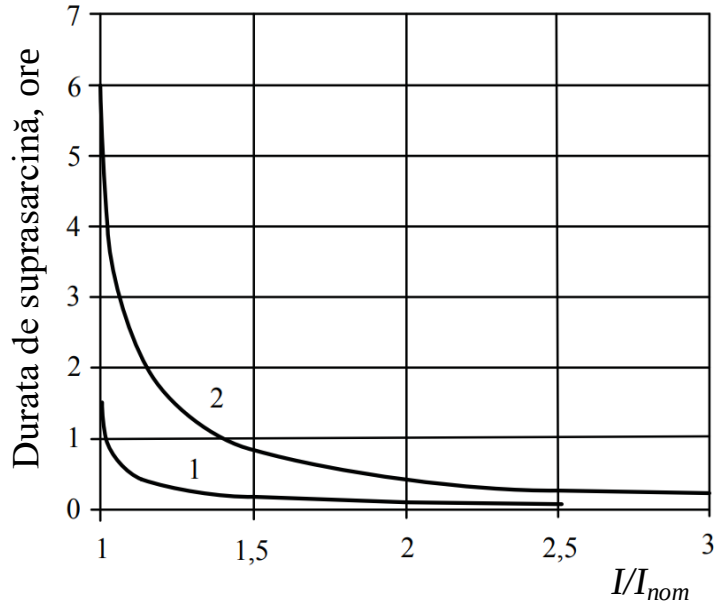


Figura 5. Durata admisibilă de suprasarcină a cablurilor monoconductoare cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mică de 35 kV, în cazul conectării fără supraîncălzirea conductorului:
1 − pentru conductoare cu secțiunea de 35 mm^2; *2* − pentru conductoare cu secțiunea de 800 mm^2

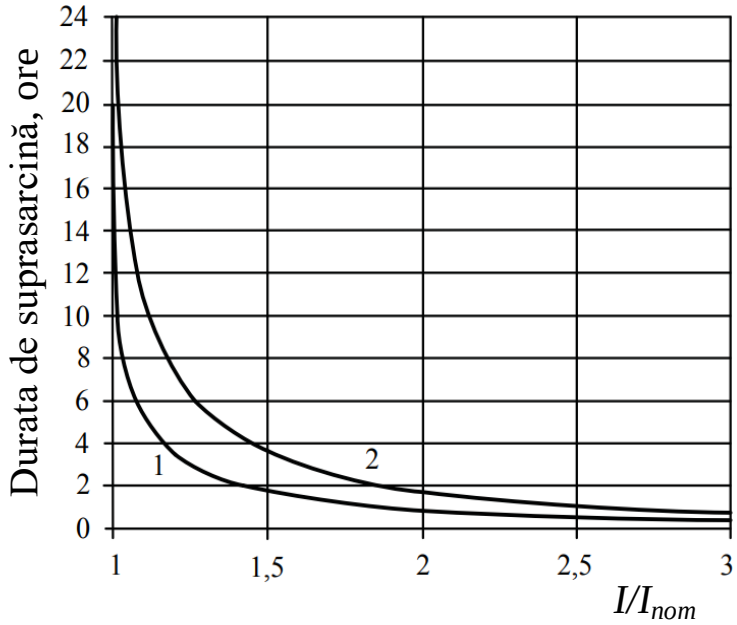


Figura 6. Durata admisibilă de suprasarcină a cablurilor cu trei conductoare cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mică de 35 kV, în cazul conectării fără supraîncălzirea conductorului:
1 − pentru conductoare cu secțiunea de 35 mm^2; *2* − pentru conductoare cu secțiunea de 800 mm^2

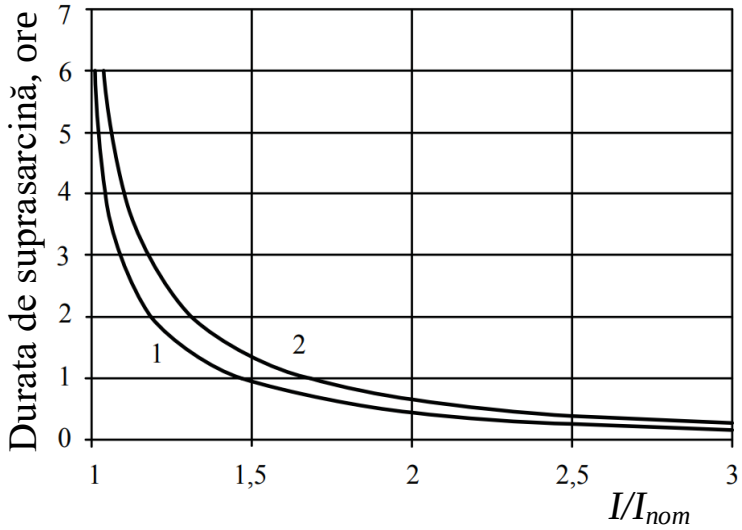


Figura 7. Durata admisibilă de suprasarcină a cablurilor monoconductoare cu izolație din polietilenă reticulată cu tensiunea mai mare de 110 kV, în cazul conectării fără supraîncălzirea conductorului:
1 − pentru conductoare cu secțiunea de 240 mm^2; *2* − pentru conductoare cu secțiunea de 800 mm^2

Secțiunea 7
Curenții admisibili pentru conductoare izolate portante și conductoare protejate

114. Temperatura maximă admisibilă a conductoarelor izolate portante și conductoarelor protejate trebuie să fie nu mai mare decât valorile stabilite în tabelul 2, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

115. Curenții admisibili la sarcină de 100% pentru conductoare izolate portante și conductoare protejate, trebuie să fie nu mai mari decât valorile stabilite în tabelul 40, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

116. Curenții admisibili sunt stabiliți pentru pozarea conductoarelor în următoarele condiții:

116.1. temperatura aerului constituie +25°C;

116.2. viteza vântului constituie 0,6 m/s;

116.3. intensitatea radiației solare constituie 1000 W/m^2.

117. În cazul suspendării conductoarelor izolate portante și conductoarelor protejate într-un mediu cu o temperatură diferită de cea stabilită în pct. 115, valorile curenților admisibili trebuie înmulțite cu coeficienții de corecție stabiliți în tabelul 41.

Tabelul 40. Curenții admisibili pentru conductoare izolate portante și conductoare protejate din aluminiu

Secțiunea conductorului, mm^2	Curentul admisibil, A			
	conductoare izolate portante cu tensiunea mai mică de 1000 V cu izolație din		conductoare protejate cu izolație din polietilenă reticulată cu silanol în rețelele sau circuitele cu tensiunea	
	polietilenă termoplastică	polietilenă reticulată cu silanol	20 kV	35 kV
10	65	90	-	-
16	75	100	-	-
25	95	130	-	-
35	115	160	200	220
50	140	195	245	270
70	180	240	310	340
95	220	300	370	400

120	250	340	430	460
150	-	380	485	520
185	-	436	560	600
240	-	515	600	670

Tabelul 41. Coeficienții de corecție ai curenților admisibili pentru conductoare izolate portante și conductoare protejate

Temperatura normată a conductoarelor, °C	Coeficienți de corecție ai curenților pentru temperatura mediului, °C											
	Mai mică de -5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
90	1,21	1,18	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67

Secțiunea 8
Curenții admisibili pentru conductoare neizolate și bare

118. Temperaturile maxime admisibile de încălzire pentru conductoare neizolate și bare trebuie să fie nu mai mari decât valorile stabilite în tabelul 3, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare.

119. Curenții admisibili pentru conductoare neizolate și bare trebuie să fie nu mai mari decât valorile stabilite în tabelele 42-48, dacă nu sunt stabilite alte valori în documentația uzinei producătoare. Curenții admisibili sunt determinați pentru o temperatură a aerului de +25°C, fără vânt.

Tabelul 42. Curenții admisibili pentru conductoare neizolate

Secțiunea nominală, mm^2	Secțiunea (aluminiu/oțel), mm^2	Curentul pentru conductoare de marca, A					
		AC, ACKC, ACK, ACKП		M	A și AKП	M	A și AKП
		în exterior	în interior	în exterior		în interior	
10	10/1,8	84	53	95	-	60	-
16	16/2,7	111	79	133	105	102	75
25	25/4,2	142	109	183	136	137	106
35	35/6,2	175	135	223	170	173	130
50	50/8	210	165	275	215	219	165
70	70/11	265	210	337	265	268	210
95	95/16	330	260	422	320	341	255
120	120/19	390	313	485	375	395	300
	120/27	375	-	-	-	-	-
150	150/19	450	365	570	440	465	355
	150/24	450	365	-	-	-	-
	150/34	450	-	-	-	-	-
185	185/24	520	430	650	500	540	410
	185/29	510	425	-	-	-	-
	185/43	515	-	-	-	-	-
240	240/32	605	505	760	590	685	490
	240/39	610	505	-	-	-	-
	240/56	610	-	-	-	-	-
300	300/39	710	600	880	680	740	570
	300/48	690	585	-	-	-	-
	300/66	680	-	-	-	-	-
330	330/27	730	-	-	-	-	-

400	400/22 400/51 400/64	830 825 860	713 705 -	1050 - -	815 - -	895 - -	690 - -
500	500/27 500/64	960 945	830 815	- -	980 -	- -	820 -
600	600/72	1050	920	-	1100	-	955
700	700/86	1180	1040	-	-	-	-

Tabelul 43. Curenții admisibili pentru conductoare neizolate din bronz și oțel-bronz

Conductor	Marca conductorului	Curentul[1)], A	Conductor	Marca conductorului	Curentul[1)], A
Bronz	Б-50	215	Bronz	Б-240	600
Idem	Б-70	265	Idem	Б-300	700
Idem	Б-95	330	Oțel-bronz	БС-185	515
Idem	Б-120	380	Idem	БС-240	640
Idem	Б-150	430	Idem	БС-300	750
Idem	Б-185	500	Idem	БС-400	890
-	-	-	Idem	БС-500	980
[1)]Curenții sunt specificați pentru bronz cu rezistența specifică ρ_{20}=0,03 Ω·mm^2/m.					

Tabelul 44. Curenții admisibili pentru conductoare neizolate din oțel

Marca conductorului	Curentul, A	Marca conductorului	Curentul, A
ПСО-3	23	ПС-25	60
ПСО-3,5	26	ПС-35	75
ПСО-4	30	ПС-50	90
ПСО-5	35	ПС-70	125
-	-	ПС-95	135

Tabelul 45. Curenții admisibili pentru bare cu secțiuni de profil rotund și tubular

Diametrul, mm	Bare rotunde		Țevi de cupru		Țevi de aluminiu		Țevi de oțel				
	Curentul[1)], A		Diametrul interior/ exterior, mm	Curentul, A	Diametrul interior/ exterior, mm	Curentul, A	Diametrul nominal, mm	Grosimea peretelui, mm	Diametrul exterior, mm	Curent alternativ, A	
	cupru	aluminiu								fără tăietură	cu tăietură longitudinală
6	155/155	120/120	12/15	340	13/16	295	8	2,8	13,5	75	-
7	195/195	150/150	14/18	460	17/20	345	10	2,8	17,0	90	-
8	235/235	180/180	16/20	505	18/22	425	15	3,2	21.3	118	-
10	320/320	245/245	18/22	555	27/30	500	20	3,2	26,8	145	-
12	415/415	320/320	20/24	600	26/30	575	25	4,0	33,5	180	-
14	505/505	390/390	22/26	650	25/30	640	32	4,0	42,3	220	-
15	565/565	435/435	25/30	830	36/40	765	40	4,0	48,0	255	-
16	610/615	475/475	29/34	925	35/40	850	50	4,5	60,0	320	-
18	720/725	560/560	35/40	1100	40/45	935	65	4,5	75,5	390	-
19	780/785	605/610	40/45	1200	45/50	1040	80	4,5	88,5	455	-
20	835/840	650/655	45/50	1330	50/55	1150	100	5,0	114	670	770
21	900/905	695/700	49/55	1580	54/60	1340	125	5,5	140	800	890
22	955/965	740/745	53/60	1860	64/70	1545	150	5,5	165	900	1000
25	1140/1165	885/900	62/70	2295	74/80	1770	-	-	-	-	-
27	1270/1290	980/1000	72/80	2610	72/80	2035	-	-	-	-	-
28	1325/1360	1025/1050	75/85	3070	75/85	2400	-	-	-	-	-
30	1450/1490	1120/1155	90/95	2460	90/95	1925	-	-	-	-	-
35	1770/1865	1370/1450	95/100	3060	90/100	2840	-	-	-	-	-
38	1960/2100	1510/1620	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	2080/2260	1610/1750	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42	2200/2430	1700/1870	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45	2380/2670	1850/2060	-	-	-	-	-	-	-	-	-

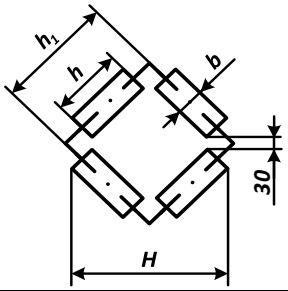
[1)]La numărător sunt indicate sarcinile pentru curent alternativ, la numitor − pentru curent continuu.

Tabelul 46. Curenții admisibili pentru bare cu secțiunea de profil dreptunghiular

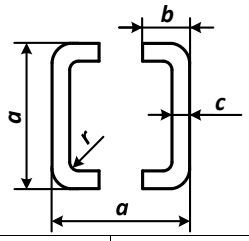
Dimensiuni, mm	Bare din cupru				Bare din aluminiu				Bare din oțel	
	Curentul[1)] pentru numărul de benzi pe pol sau fază, A								Dimensiuni, mm	Curentul[1)], A
	1	2	3	4	1	2	3	4		
15 × 3	210	-	-	-	165	-	-	-	16x2,5	55/70
20 × 3	275	-	-	-	215	-	-	-	20x2,5	60/90
25 × 3	340	-	-	-	265	-	-	-	25x2,5	75/110
30 × 4	475	-	-	-	365/370	-	-	-	20x3	65/100
40 × 4	625	-/1090	-	-	480	-/855	-	-	25x3	80/120
40 × 5	700/705	-/1250	-	-	540/545	-/965	-	-	30x3	95/140
50 × 5	860/870	-/1525	-/1895	-	665/670	-/1180	-/1470	-	40x3	125/190
100 × 5	1550/1600	2075/2705	2650/3285	-	1190/1220	1615/2100	2085/2553	-	50x3	155/230
50 × 6	955/960	-/1700	-/2145	-	740/745	-/1315	-/1655	-	60x3	185/280
60 × 6	1125/1145	1740/1990	2240/2495	-	870/880	1350/1555	1720/1940	-	70x3	215/320
80 × 6	1480/1510	2110/2630	2720/3220	-	1150/1170	1630/2055	2100/2460	-	75x3	230/345
100 × 6	1810/1875	2470/3245	3170/3940	-	1425/1455	1935/2515	2500/3040	-	80x3	245/365
60 × 8	1320/1345	2160/2485	2790/3020	-	1025/1040	1680/1840	2180/2330	-	90x3	275/410
80 × 8	1690/1755	2620/3095	3370/3850	-	1320/1355	2040/2400	2620/2975	-	100x3	305/460
100 × 8	2080/2180	3060/3810	3930/4690	-	1625/1690	2390/2945	3050/3620	-	20x4	70/115
120 × 8	2400/2600	3400/4400	4340/5600	-	1900/2040	2650/3350	3380/4250	-	22x4	75/125
40 × 10	1000/1085	1415/1850	1805/2350	-	795/850	1105/1395	1405/1770	-	25x4	85/140
50 × 10	1225/1270	2135/2270	2750/2950	-	965/985	1675/1755	2205/2265	-	30x4	100/165
60 × 10	1475/1525	2560/2725	3300/3530	-	1155/1180	2010/2110	2650/2720	-	40x4	130/220
80 × 10	1900/1990	3100/3510	3990/4450	-	1480/1540	2410/2735	3100/3440	-	50x4	165/270
100 × 10	2310/2470	3610/4325	4650/5385	5300/6060	1820/1910	2860/3350	3650/4160	4150/4400	60x4	195/325
120 × 10	2650/2950	4100/5000	5200/6250	5900/6800	2070/2300	3200/3900	4100/4860	4650/5200	70x4	225/375
60 × 12,5	1845/1905	3195/3405	-	-	-	-	-	-	80x4	260/430
80 × 12,5	2375/2490	3875/4390	-	-	-	-	-	-	90x4	290/480
100 × 12,5	2890/3090	4515/5410	-	-	-	-	-	-	100x4	325/535

[1)]La numărător sunt indicate sarcinile pentru curent alternativ, la numitor − pentru curent continuu.

Tabelul 47. Curenții admisibili pentru bare cu patru benzi la pozarea benzilor pe laturile pătratului („pachet cav”)

Dimensiuni, mm				Secțiunea barei cu patru benzi, mm^2	Curentul pentru pachetul de bare, A	
						
h	b	h1	H		din cupru	din aluminiu
80	8	140	157	2560	5750	4550
80	10	144	160	3200	6400	5100
100	8	160	185	3200	7000	5550
100	10	164	188	4000	7700	6200
120	10	184	216	4800	9050	7300

Tabelul 48. Curenții admisibili pentru bare cu secțiune de profil „U”

Dimensiuni, mm				Secțiunea unei bare, mm^2	Curentul pentru două bare, A	
						
a	b	c	r		din cupru	din aluminiu
75	35	4	6	520	2730	-
75	35	5,5	6	695	3250	2670
100	45	4,5	8	775	3620	2820
100	45	6	8	1010	4300	3500
125	55	6,5	10	1370	5500	4640
150	65	7	10	1785	7000	5650
175	80	8	12	2440	8550	6430
200	90	10	14	3435	9900	7550
200	90	12	16	4040	10500	8830
225	105	12,5	16	4880	12500	10300
250	115	12,5	16	5450	-	10800

120. În cazul pozării conductoarelor neizolate și barelor într-un mediu cu o temperatură diferită de cea specificată în pct. 119, valorile curenților admisibili trebuie înmulțite cu coeficienții de corecție stabiliți în tabelul 49.

Tabelul 49. Coeficienții de corecție ai curenților admisibili pentru conductoare neizolate și bare în funcție de temperatura aerului

Modul de pozare	Temperatura normată a conductoarelor, °C	Coeficienți de corecție ai curenților pentru temperatura de calcul a mediului, °C											
		Mai mică de -5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
În aer	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67

121. În cazul pozării barelor cu secțiune de profil dreptunghiular pe latura plată, valorile curenților specificate în tabelul 46 trebuie să fie reduse cu 5% pentru bare cu lățimea benzii mai mică de 60 mm și cu 8% pentru bare cu lățimea benzii mai mare de 60 mm.

122. La alegerea barelor cu secțiuni mari trebuie selectate soluțiile constructive cele mai economicoase din punct de vedere al capacității de transport, care asigură cele mai mici pierderi suplimentare cauzate de efectul pelicular și efectul de proximitate, precum și cele mai bune condiții de răcire.

123. La LEA trebuie utilizate conductoare multifilare și/sau funii din oțel. Secțiunea minimă a conductoarelor LEA cu tensiunea de 35-400 kV nou amenajate sau reconstruite se alege în conformitate cu caracteristicile de rezistență mecanică prezentate în tabelul 50.

124. Secțiunea părții active a conductoarelor din aluminiu și aliaje din aluminiu pentru LEA cu tensiunea mai mică de 10 kV se determină prin calcul. Numărul de conductoare pe fază, pentru LEA cu tensiune mai mare de 35 kV, precum și secțiunea părții active a acestora, fabricate din aluminiu și aliaje din aluminiu, se determină în conformitate cu tabelul 51.

125. Utilizarea conductoarelor ale căror secțiuni diferă de cele specificate în tabelul 51, se permite numai în cazul unei argumentări tehnico-economice, inclusiv cu luarea în calcul a condițiilor de utilizare în continuare a construcțiilor portante existente ale LEA aflate în reconstrucție.

126. La LEA noi sau care se reconstruiesc, în cazul unei argumentări tehnico-economice corespunzătoare, pot fi utilizate conductoare fabricate prin tehnologii sau materiale noi, ale căror caracteristici fizice și mecanice sunt confirmate prin certificate de corespundere ale parametrilor de calitate și garantate de furnizori, inclusiv conductoare compacte cu miez armat, cu nucleu compozit și conductoare profilate.

127. Conductoarele compacte pot fi utilizate în următoarele cazuri:

127.1. la traversări ale LEA peste râuri, porțiuni navigabile ale râurilor, rezervoare, defileuri, râpe și alte obstacole, precum și în zonele stâncoase;

127.2. în cazul reconstrucției LEA pentru majorarea capacității de transport, în lipsa suprafețelor suplimentare de teren pentru stâlpi;

127.3. la LEA cu valori ale grosimii chiciurii caracteristice zonei 4;

127.4. la LEA cu valori ale presiunii vântului caracteristice zonelor 4-6, în care presiunea vântului pe timp de chiciură este mai mare de 250 Pa indiferent de zona cu gheață.

Tabelul 50. Secțiunile minime ale conductoarelor conform condițiilor de rezistență mecanică

Caracteristica LEA	Secțiunea conductoarelor, mm^2			
	din aluminiu și aliaj de aluminiu netratat termic	din aliaj de aluminiu tratat termic	din oțel-aluminiu	din oțel
LEA fără încrucișări prin zone cu depuneri de chiciură:				
- mai mică de 2	70	50	35/6,2	35
- 3 − 4	95	50	50/8	35
- mai mare de 5	-	70	70/11	35
Traversări ale LEA peste râuri navigabile și structuri inginerești în zone cu depuneri de chiciură:				
- mai mică de 2	70	50	50/8	35
- 3 − 4	95	70	50/8	50
- mai mare de 5	-	70	70/11	50
LEA, cu tensiunea mai mică de 10 kV, amenajate pe stâlpi cu dublu sau mai multe circuite	-	70	70/11	-

1) În deschiderile LEA la traversări peste drumuri, linii de troleibuz, căi ferate pentru uz necomunitar se permite utilizarea conductoarelor cu aceeași secțiune la fel ca pentru LEA fără traversări;
2) În zonele în care este necesară utilizarea conductoarelor cu protecție anticorozivă, secțiunile minime ale conductoarelor trebuie alese la fel ca pentru conductoarele LEA fără protecție anticorozivă.

Tabelul 51. Numărul și secțiunea conductoarelor pentru liniile cu tensiune mai mare de 35 kV

Tensiunea liniei, kV	Secțiunea nominală a conductorului din aluminiu, mm^2	Numărul minim de conductoare pe fază
35[1)]	70 − 95	1
35	120	1
110[2)]	120	1
110	240	1
330	400	2
400[3)]	400	2

[1)]Se aplică pentru LEA cu tensiunea de 35 kV care sunt derivate ale liniilor magistrale existente, cu o secțiune a conductoarelor de 70-95 mm^2 sau care sunt prelungire a unor astfel de linii magistrale.
[2)]Se aplică pentru LEA cu tensiunea de 110 kV pentru alimentarea cu energie electrică a consumatorilor finali cu o putere mai mică de 20 MW sau pentru injectarea energiei electrice de către centrale electrice cu un număr de ore de utilizare a puterii instalate de până la 2500 (centrale electrice de vârf, eoliene sau cu turbine cu gaz).
[3)]Pentru cazurile când nu este prevăzută sau planificată nici o dezvoltare a liniilor electrice cu tensiunea de 400 kV.

128. În cazul în care este necesară transmiterea energiei prin conductoare supraîncălzite, valoarea maximă a curentului trebuie să fie determinată pe baza temperaturii maxime admisibile a conductoarelor și cu verificarea suplimentară a gabaritelor până la sol și până la structurile peste care trece LEA.

Secțiunea 9
Alegerea secțiunii conductoarelor conform densității economice de curent

129. Secțiunea conductoarelor trebuie verificată conform densității economice de curent. Secțiunea economică fezabilă a conductoarelor *S,* mm^2, se determină cu relația:

$$S = \frac{I}{J_{ec}},$$

unde *I* este curentul de calcul în ora de sarcină maximă, A;

J_{ec} − valoarea normată a densității economice de curent, A/mm^2, pentru condițiile de funcționare selectate în conformitate cu tabelul 52.

130. Secțiunea determinată în conformitate cu pct. 129, se aproximează până la valoarea standardizată. Curentul de calcul trebuie ales pentru regimul normal de funcționare, fără a se lua în considerare majorarea curentului rețelei sau circuitului în regimuri de post-avarie și de reparație.

131. În regimurile normale de funcționare, densitățile de curent pentru conductoarele neizolate ale LEA 6-330 kV, trebuie să fie nu mai mari decât valorile stabilite în tabelul 52.

132. Alegerea secțiunii conductoarelor liniilor electrice cu tensiunea mai mare de 330 kV de curent alternativ sau continuu, precum și liniilor de interconexiune dintre sistemele electroenergetice și conductoarelor-bară rigide și flexibile, care funcționează cu un număr mare de ore de utilizare a sarcinii maxime, se efectuează în baza calculelor tehnico-economice.

133. Majorarea numărului de linii peste necesarul impus de condițiile de fiabilitate a alimentării cu energie electrică, în scopul îndeplinirii condiției densității economice de curent, se efectuează în baza calculelor tehnico-economice. În același timp, pentru a evita o majorare a numărului de linii, se permite dublarea valorilor normate stabilite în tabelul 52.

Tabelul 52. Densitatea economică de curent

Conductoare	Densitatea economică de curent, A/mm^2, pentru numărul de ore de utilizare a sarcinii maxime pe an

	mai mare de 1000 și până la 3000	mai mare de 3000 și până la 5000	mai mare de 5000
Conductoare și bare neizolate:			
- din cupru	2,5	2,1	1,8
- din aluminiu	1,3	1,1	1,0
Cabluri cu izolație din hârtie și conductoare cu izolație din cauciuc și PVC:			
- din cupru	3,0	2,5	2,0
- din aluminiu	1,6	1,4	1,2
Cabluri cu izolație din cauciuc și masă plastică:			
- din cupru	3,5	3,1	2,7
- din aluminiu	1,9	1,7	1,6

134. Calculele tehnico-economice trebuie să includă toate investițiile într-o linie electrică suplimentară, inclusiv echipamentul și ID la ambele capete ale liniei. Totodată, trebuie determinată fezabilitatea majorării nivelului de tensiune a liniei. Calculele tehnico-economice trebuie efectuate și în cazul înlocuirii conductoarelor existente cu conductoare cu secțiuni mai mari sau la amenajarea liniilor suplimentare pentru asigurarea densității economice de curent la creșterea sarcinii. La determinarea investițiilor pentru realizarea soluției selectate, se ia în calcul și costul total al lucrărilor de instalare și demontare a echipamentului liniei, inclusiv costul aparatelor și materialelor.

135. Nu sunt supuse verificărilor conform densității economice de curent:

135.1. circuitele de alimentare ale întreprinderilor, inclusiv celor industriale, cu tensiunea mai mică de 1000 V și cu numărul de ore de utilizare a sarcinii maxime mai mic de 5000;

135.2. derivatele spre receptoare electrice separate cu tensiunea mai mică de 1000 V, precum și rețelele de iluminat ale întreprinderilor industriale, clădirilor rezidențiale și publice;

135.3. barele colectoare ale instalațiilor electrice și barele din incinta IDÎ și IDD pentru toate tensiunile;

135.4. conductoarele care fac legătura cu rezistoare și reostate de pornire;

135.5. rețelele sau circuitele de distribuție ale construcțiilor provizorii, precum și dispozitivele cu durata de exploatare de 3-5 ani.

136. La utilizarea valorilor stabilite în tabelului 52, inclusiv în conformitate cu pct. 133, trebuie luate în calcul următoarele indicații:

136.1. la sarcina maximă pe timp de noapte, densitatea economică de curent se majorează cu 40%;

136.2. pentru conductoare izolate cu secțiunea mai mică de 16 mm^2 densitatea economică de curent se majorează cu 40%;

136.3. pentru liniile cu conductoare de aceeași secțiune cu n sarcini derivate, densitatea economică de curent la începutul liniei poate fi majorată de k_m ori, în acest caz k_m se determină cu relația:

$$k_m = \sqrt{\frac{J_1^2 L}{I_1^2 l_1 + I_2^2 l_2 + \ldots + I_n^2 l_n}},$$

unde $I_1, I_2, \ldots, I_n$ sunt sarcinile sectoarelor separate de linie;

$l_1, l_2, \ldots, l_n$ − lungimile sectoarelor separate de linie;

L − lungimea totală a liniei.

136.4. la alegerea secțiunii conductoarelor pentru alimentarea a n receptoare electrice de același tip și reciproc rezervabile, dintre care m sunt în funcțiune simultan, densitatea economică de curent poate fi majorată în raport cu valorile stabilite în tabelul 52 cu k_n ori, unde k_n este egal cu:

$$k_n = \sqrt{\frac{n}{m}}.$$

137. Secțiunea conductoarelor LEA 35 kV în localități, care alimentează stațiile electrice de coborâre 35/(6)10 kV cu transformatoare de putere cu reglare a tensiunii sub sarcină, trebuie calculată conform densității economice de curent. Puterea de calcul la alegerea secțiunii conductoarelor trebuie selectată pentru o perspectivă de 5 ani, calculând perioada începând cu anul punerii LEA în funcțiune. Pentru LEA cu tensiunea de 35 kV destinate rezervării în rețelele electrice cu tensiunea de 35 kV din localități, trebuie utilizate secțiunile minime ale conductoarelor selectate conform curentului admisibil, în funcție de asigurarea alimentării cu energie electrică a consumatorilor finali în regimuri de reparație și post-avarie.

138. Alegerea secțiunilor economice ale conductoarelor LEA și LEC, care au preluări intermediare de puterii, trebuie efectuată pentru fiecare tronson, în funcție de curenții de calcul corespunzători sectoarelor. Totodată, pentru sectoarele învecinate se permite a utiliza aceeași secțiune a conductorului ce corespunde economic pentru sectorul cel mai lung, dacă diferența dintre secțiunile economice ale acestor sectoare este în limitele unei trepte conform listei de secțiuni standardizate. Secțiunea conductoarelor pentru derivatele cu lungimea mai mică de 1 km trebuie selectate la fel ca pentru LEA de la care are loc derivația. Pentru lungimi ale derivatei mai mari de 1 km, secțiunea economică se determină conform sarcinii admisibile a acestei derivate.

139. Pentru liniile electrice cu tensiunea de 6-10 kV, valorile densității economice de curent stabilite în tabelul 52 se permit de a fi utilizate numai dacă acestea nu cauzează abateri de tensiune mai mari decât cele admisibile la receptoarele electrice, cu luarea în calcul a mijloacelor utilizate pentru reglarea tensiunii și compensarea puterii reactive.

Secțiunea 10
Verificarea conductoarelor conform descărcărilor Corona și interferențe radio

140. La tensiuni mai mari de 35 kV, conductoarele trebuie verificate la condițiile de apariție a descărcării Corona, cu luarea în calcul a valorilor medii anuale ale densității și temperaturii aerului la altitudinea de amplasare a instalației electrice deasupra nivelului mării, a razei echivalente a conductorului, precum și a coeficientului de rugozitate a conductoarelor.

141. Intensitatea cea mai mare a câmpului electric la suprafața oricărui conductor, determinată la tensiunea medie de funcționare, trebuie să fie nu mai mare de 0,9 din intensitatea inițială a câmpului electric corespunzătoare apariției descărcării Corona.

142. Conductoarele trebuie verificate pentru condițiile nivelului admisibil de interferențe radio rezultate în urma descărcării Corona.

CAPITOLUL II
ALEGEREA APARATELOR ELECTRICE ȘI A CONDUCTOARELOR CONFORM CONDIȚIILOR DE SCURTCIRCUIT

Secțiunea 1
Domeniul de aplicare

143. Prevederile prezentului Capitol se aplică la alegerea și utilizarea aparatelor electrice și conductoarelor în instalațiile electrice cu tensiunea de curent alternativ cu frecvența de 50 Hz conform condițiilor de scurtcircuit.

144. La alegerea aparatelor electrice și conductoarelor, trebuie asigurată compatibilitatea acestora cu regimul de scurtcircuit specific al instalației electrice, astfel încât să fie respectate cerințele de protecție a echipamentelor și a personalului, precum și să fie prevenite eventualele daune materiale.

Secțiunea 2
Cerințe generale

145. Conform regimului de scurtcircuit, cu excepția pct. 148, trebuie verificate:

145.1. în instalațiile electrice cu tensiunea peste 1000 V:

145.1.1. aparatele electrice, conductoarele-bară, cablurile și alte conductoare, precum și construcțiile portante și de susținere;

145.1.2. LEA pentru un curent de șoc mai mare de 50 kA, pentru prevenirea atingerii conductoarelor în timpul acțiunii dinamice a curenților de scurtcircuit. Totodată, pentru liniile cu conductoare jumelate trebuie verificate distanțele dintre distanțierele conductoarelor jumelate pentru prevenirea deteriorării distanțierelor și a conductoarelor la atingere. Conductoarele LEA dotate cu echipamente de reanclanșare automată rapidă (în continuare − RAR), trebuie să fie verificate și la rezistența termică;

145.2. în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V − numai tablourile de distribuție, conductoarele-bară și dulapurile de putere. Transformatoarele de curent conform regimului de scurtcircuit nu se verifică.

146. Aparatele care sunt destinate pentru deconectarea curenților de scurtcircuit sau care pot, prin condițiile lor de funcționare, să conecteze un circuit scurtcircuitat, trebuie să aibă capacitatea să efectueze operațiunile pentru toate tipurile de curenți de scurtcircuit posibili.

147. Aparatele și conductoarele trebuie să fie rezistente la curenții de scurtcircuit, inclusiv în condițiile de calcul, fără deteriorări și deformări electrice, mecanice sau de altă natură care să împiedice funcționarea lor normală în continuare.

148. Pentru regimul de scurtcircuit la tensiune mai mare de 1000 V nu se verifică:

148.1. aparatele și conductoarele protejate cu siguranțe fuzibile cu elementul fuzibil cu curentul nominal mai mic de 60 A − conform stabilității electrodinamice;

148.2. aparatele și conductoarele protejate cu siguranțe fuzibile indiferent de tipul lor și curentul nominal − conform stabilității termice. Se consideră că circuitul este protejat de o siguranță fuzibilă dacă puterea de rupere a acesteia este selectată în conformitate cu cerințele Normativului și este capabilă să deconecteze cel mai mic curent de avarie posibil din circuitul respectiv;

148.3. conductoarele din circuitele receptoarelor electrice separate, inclusiv din circuitele transformatoarelor de secție cu o putere totală mai mică de 2,5 MVA și o tensiune pe partea înaltă mai mică de 10 kV, dacă sunt îndeplinite simultan următoarele condiții:

148.3.1. în partea electrică sau tehnologică este prevăzut gradul necesar de rezervare realizat astfel încât deconectarea receptoarelor electrice specificate să nu provoace întreruperea procesului tehnologic;

148.3.2. defectarea conductorului în cazul apariției unui scurtcircuit nu poate provoca explozie sau incendiu;

148.3.3. înlocuirea conductorului este posibilă fără dificultăți semnificative.

148.4. conductoarele pentru receptoarele electrice separate, menționate în sbp. 148.3, precum și pentru punctele de distribuție separate, dacă receptoarele electrice și punctele de distribuție nu sunt importante în funcție de destinație și dacă pentru acestea este îndeplinită cel puțin condiția din sbp. 148.3.2;

148.5. transformatoarele de curent în circuitele cu tensiunea mai mică de 10 kV ce alimentează transformatoarele sau liniile reactive, în cazurile în care alegerea transformatoarelor de curent conform condițiilor de scurtcircuit necesită o mărire a coeficienților de transformare, pentru care nu poate fi asigurată clasa de precizie necesară a dispozitivelor de măsurare conectate. Totodată, pe partea de înaltă tensiune în circuitele transformatoarelor de putere nu se permite utilizarea transformatoarelor de curent care nu sunt rezistente la curentul de scurtcircuit, iar echipamentul de evidență se recomandă a fi conectat la transformatoarele de curent pe partea de joasă tensiune;

148.6. conductoarele LEA, cu respectarea prevederilor stabilite în sbp. 145.1.2;

148.7. aparatele și barele circuitelor transformatoarelor de tensiune, în cazul amplasării acestora într-o încăpere separată sau după rezistorul suplimentar, încorporat în siguranța fuzibilă sau instalat separat.

149. La selectarea schemei de calcul pentru determinarea curenților de scurtcircuit, trebuie să se ia în considerare condițiile de funcționare de lungă durată prevăzute pentru instalația electrică. Modificările de scurtă durată ale schemei instalației electrice, care nu sunt prevăzute pentru exploatare de lungă durată, nu se iau în calcul. Regimurile de funcționare de post-avarie și de reparație a instalației electrice nu se consideră modificări de scurtă durată ale schemei.

150. Schema de calcul trebuie să ia în calcul perspectivele de dezvoltare a rețelelor electrice și a surselor de generare, la care este conectată electric instalația în cauză, pentru cel puțin 5 ani de la data planificată a punerii în funcțiune a acesteia. În acest caz, se permite calculul curenților de scurtcircuit pentru momentul apropiat de cel inițial al scurtcircuitului.

151. Drept tip de curent de scurtcircuit de calcul trebuie considerat:

151.1. curentul de scurtcircuit trifazat, în cazul determinării stabilității electrodinamice a aparatelor și barelor rigide cu construcțiile portante și de susținere;

151.2. curentul de scurtcircuit trifazat, în cazul determinării stabilității termice a aparatelor și a conductoarelor. La tensiunea de generare a centralei electrice − curentul de scurtcircuit trifazat sau bifazat, în funcție de încălzirea cea mai mare;

151.3. curentul de scurtcircuit trifazat și monofazat la pământ, în funcție de valoarea maximă stabilită − în cazul alegerii aparatelor conform capacității de comutație (în rețele sau circuite electrice cu curenți mari de punere la pământ). Dacă întrerupătorul este caracterizat de două valori ale capacității de comutație − curentul de scurtcircuit trifazat și monofazat, respectiv pentru ambele valori.

152. Curentul de scurtcircuit de calcul trebuie determinat în funcție de condițiile de deteriorare din punctul circuitului analizat, în care, în cazul unui scurtcircuit, aparatele și conductoarele acestui circuit se află în cele mai grele condiții, cu excepția prevederilor din pct. 153 și sbp. 168.3. Se permite să nu se ia în calcul cazurile de punere la pământ simultană a fazelor distincte în două puncte diferite ale schemei.

153. Pentru liniile reactive din IDÎ, conductoarele și aparatele situate până la bobina de reactanță și separate de barele colectoare de alimentare prin alte elemente de separare, se aleg conform curentului de scurtcircuit după bobina de reactanță, dacă aceasta este situată în aceeași clădire și conexiunea este realizată prin bare.

154. Derivațiile de bare de la barele colectoare până la elementele de separare și izolatoarele de trecere din acestea trebuie selectate în funcție de curentul de scurtcircuit până la bobina de reactanță.

155. La calculul stabilității termice, în calitate de valoare de calcul a timpului trebuie luată suma duratelor de timp obținută prin sumarea timpului de funcționare a protecției principale, cu luare în calcul a timpului de acționare a RAR instalate la întrerupătorul cel mai apropiat de punctul de scurtcircuit și a timpului total de deconectare a acestui întrerupător, inclusiv timpul de ardere a arcului electric. În cazul în care există o zonă de insensibilitate a protecției principale, stabilitatea termică trebuie verificată suplimentar în funcție de timpul de acționare a protecției care reacționează la defect în această zonă, plus timpul total de deconectare a întrerupătorului. În acest caz, în calitate de curent de scurtcircuit de calcul trebuie luată valoarea ce corespunde locației defectului.

156. Echipamentul și conductoarele-bară utilizate în circuitele generatoarelor cu puterea mai mare de 60 MW, precum și în circuitele blocurilor generator-transformator de aceeași putere, trebuie verificate la stabilitate termică în funcție de timpul de trecere a curentului de scurtcircuit de 4 secunde.

Secțiunea 3
Determinarea curenților de scurtcircuit pentru alegerea aparatelor și conductoarelor

157. În instalațiile electrice cu tensiunea mai mică și peste 1000 V, la determinarea curenților de scurtcircuit pentru alegerea aparatelor și conductoarelor, precum și pentru stabilirea acțiunii asupra construcțiilor portante trebuie să se țină cont de următoarele:

157.1. toate sursele implicate la alimentarea punctului de scurtcircuit în cauză funcționează simultan cu sarcina nominală;

157.2. toate mașinile sincrone au reglatoare automate de tensiune și dispozitive de forțare a excitației;

157.3. scurtcircuitul se produce în momentul de timp în care curentul de scurtcircuit are valoarea cea mai mare;

157.4. forțele electromotoare ale tuturor surselor de alimentare coincid după fază;

157.5. tensiunea de calcul a fiecărei trepte se ia cu 5% mai mare decât tensiunea nominală a rețelei sau circuitului;

157.6. curenții de scurtcircuit sunt influențați de compensatoarele sincrone, motoarele electrice sincrone și asincrone conectate la rețeaua sau circuitul respectiv. Influența motoarelor asincrone asupra curenților de scurtcircuit nu se ia în considerare pentru puteri ale motoarelor mai mici de 100 kW per unitate, dacă motoarele electrice sunt separate de locul scurtcircuitului printr-o singură treaptă de transformare, precum și pentru orice putere, dacă sunt separate de locul de scurtcircuit prin două sau mai multe trepte de transformare sau dacă curentul de la acestea poate circula spre locul de scurtcircuit numai prin acele elementele prin care trece curentul principal de scurtcircuit din rețea sau circuit și care au o rezistență semnificativă (linii sau transformatoare).

158. În instalațiile electrice cu tensiunea peste 1000 V, în calitate de rezistențe de calcul trebuie considerate reactanțele inductive ale mașinilor electrice, ale transformatoarelor de putere și autotransformatoarelor, ale bobinelor de reactanță, ale LEA și LEC, precum și ale conductoarelor-bară. Rezistența activă trebuie luată în considerare numai pentru LEA cu conductoare din oțel, precum și pentru rețelele sau circuitele lungi de cabluri cu secțiuni mici.

159. În instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, în calitate de rezistențe de calcul trebuie considerate reactanțele inductive și rezistențele active ale tuturor elementelor circuitului, inclusiv rezistențele active ale contactelor de trecere ale circuitului. Se permite omiterea rezistențelor de un tip (active sau inductive), dacă în acest caz rezistența totală a circuitului se micșorează nu mai mult de 10%.

160. În cazul alimentării rețelelor sau circuitelor electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V de la transformatoare de coborâre, la calculul curenților de scurtcircuit trebuie să se țină cont de condiția că tensiunea la transformator este constantă și egală cu tensiunea sa nominală.

161. Elementele circuitului protejat cu siguranțe fuzibile cu acțiune de limitare a curentului, trebuie verificate la stabilitate electrodinamică pentru cea mai mare valoare instantanee a curentului de scurtcircuit care trece prin siguranța fuzibilă.

Secțiunea 4
Alegerea conductoarelor și izolatoarelor. Verificarea construcțiilor portante pentru condiții de acțiune dinamică a curenților de scurtcircuit

162. Forțele care acționează asupra barelor rigide și care sunt transmise de către acestea izolatoarelor și construcțiilor de susținere trebuie calculate pentru cea mai mare valoare instantanee a curentului de scurtcircuit trifazat i_y cu luarea în calcul a defazajului între curenții fazelor și fără a lua în considerare oscilațiile mecanice ale construcțiilor de bare. În cazuri particulare, la tensiuni mecanice limită de calcul, pot fi luate în calcul oscilațiile mecanice ale barelor și construcțiilor de bare.

163. Impulsurile de putere ce acționează asupra conductoarelor flexibile și izolatoarelor de susținere ale acestora, ieșirilor și construcțiilor, se calculează conform curentului bifazat mediu

pătratic de scurtcircuit între conductoarele de linie învecinate. În cazul conductoarelor jumelate și a conductoarelor-bară flexibile, interacțiunea curenților de scurtcircuit în conductoarele aceleiași faze, se determină conform valorii efective a curentului de scurtcircuit trifazat.

164. Conductoarele-bară flexibile trebuie verificate la posibilitatea de atingere în cazul pendulării asincrone.

165. Forțele mecanice stabilite prin calcul în conformitate cu pct. 162 și 163, care la scurtcircuit sunt transmise de barele rigide izolatoarelor singulare de suport și de trecere, trebuie să fie nu mai mari de 60% din valorile de garanție corespunzătoare celei mai mici forțe distructive. În cazul izolatoarelor de susținere duble, aceste forțe trebuie să fie nu mai mari de 100% din forța distructivă a unui singur izolator.

166. În cazul utilizării barelor cu profiluri complexe, tensiunile mecanice se determină ca suma aritmetică a tensiunilor care rezultă din interacțiunea fazelor și din interacțiunea elementelor fiecărei bare între ele. Cele mai mari tensiuni mecanice în materialul barelor rigide trebuie să fie nu mai mari de 0,7 din rezistența temporară la rupere.

Secțiunea 5
Alegerea conductoarelor în funcție de condițiile de încălzire la scurtcircuit

167. Temperatura de încălzire a conductoarelor în timpul scurtcircuitului trebuie să fie nu mai mare de valorile maxim admisibile stabilite în tabelul 53.

Tabelul 53. Valorile maxime admisibile ale temperaturii de încălzire a conductoarelor în timpul scurtcircuitului, °C

Tipul conductoarelor	Caracteristicile conductoarelor	Temperatura, °C
Bare:	cupru	300
	aluminiu	200
	oțel, nu au conexiune directă cu aparatele	400
	oțel, cu conexiune nemijlocită la aparate	300
Cabluri cu izolație din hârtie impregnată pentru tensiunea, kV:	mai mică de 10	200
	20-220	125
Cabluri și conductoare izolate din cupru și aluminiu și izolație:	PVC și cauciuc	150
	polietilenă	120
Conductoare neizolate din cupru la întindere, N/mm^2:	până la 20	250
	mai mare de 20	200
Conductoare neizolate din aluminiu la întindere, N/mm^2:	până la 10	200
	mai mare de 10	160
	partea din aluminiu a conductoarelor de oțel-aluminiu	200

168. Verificarea cablurilor la încălzire prin curenții de scurtcircuit, în cazurile stabilite în pct. 145 și 148, trebuie efectuată pentru:

168.1. cabluri singulare de aceeași lungime de fabricație, în funcție de scurtcircuitul de la începutul cablului;

168.2. cabluri singulare cu secțiuni în trepte pe lungime, în funcție de scurtcircuitul de la începutul fiecărui tronson al noii secțiuni;

168.3. fascicule din două sau mai multe cabluri paralele, în funcție de scurtcircuitul nemijlocit după fascicul, conform curentului de scurtcircuit de trecere.

169. La verificarea stabilității termice a aparatelor și conductoarelor liniilor echipate cu dispozitive RAR, trebuie să se ia în calcul creșterea încălzirii cauzată de majorarea duratei sumare de trecere a curentului de scurtcircuit prin aceste linii.

170. Conductoarele jumelate ale LEA, la verificarea la încălzire în condiții de scurtcircuit, sunt considerate ca un singur conductor cu secțiune sumară.

Secțiunea 6
Alegerea aparatelor conform proprietății de comutație

171. Întrerupătoarele cu tensiunea peste 1000 V trebuie alese:

171.1. conform capacității de deconectare, cu luarea în calcul a parametrilor tensiunii de restabilire;

171.2. conform capacității de conectare. În cazul întrerupătoarelor din circuitele generatoarelor, instalate pe partea tensiunii de generare, se verifică numai pentru conexiunea asincronă în condiții de contra-fază.

172. Siguranțele fuzibile trebuie alese în funcție de capacitatea nominală de rupere. În acest caz, în calitate de curent de calcul trebuie luată valoarea efectivă a componentei periodice a curentului inițial de scurtcircuit, fără a lua în calcul proprietatea siguranțelor de limitare a curentului.

173. Separatoarele de sarcină și scurtcircuitoarele trebuie alese în funcție de curenții admisibili care rezultă la conectarea în scurtcircuit.

174. Separatoarele nu trebuie verificate la proprietatea de comutare la scurtcircuit. În cazul utilizării separatoarelor pentru conectarea-deconectarea liniilor neîncărcate, transformatoarelor neîncărcate sau curenților de egalizare ai circuitelor paralele, acestea trebuie verificate pentru un astfel de regim de conectare-deconectare.

TITLUL III
MĂSURAREA CANTITĂȚII DE ENERGIE ELECTRICĂ ȘI MĂRIMILOR ELECTRICE

CAPITOLUL I
MĂSURAREA CANTITĂȚII DE ENERGIE ELECTRICĂ

Secțiunea 1
Amenajarea contoarelor de energie electrică și conductoarelor electrice de conectare a acestora

175. Contoarele de energie electrică trebuie instalate conform indicațiilor uzinei producătoare, în locuri ușor accesibile pentru întreținere și protejate de acțiunea factorilor periculoși, cum sunt fluctuațiile temperaturii aerului, umiditatea sporită, praful, mediul chimic agresiv, vibrațiile, acțiunile mecanice și câmpul electromagnetic.

176. La instalarea contoarelor de energie electrică pentru măsurare în scopuri comerciale trebuie respectate prevederile Regulamentului privind măsurarea energiei electrice în scopuri comerciale, aprobat prin Hotărârea Consiliului de administrație al ANRE nr. 74/2022.

177. Se admite instalarea contoarelor de energie electrică în coridoarele ID ale centralelor electrice și stațiilor electrice, precum și în tablouri de distribuție. La instalarea contoarelor de energie electrică , trebuie asigurat regimul de temperatură, în conformitate cu indicațiile uzinei producătoare.

178. Pentru conexiunile de toate clasele de tensiune conectate la barele tuturor claselor de tensiune ale centralelor electrice și stațiilor electrice, punctelor de distribuție și PT, se instalează contoare pentru măsurarea energiei electrice livrate și primite. Contoarele de energie electrică ale conexiunilor de toate clasele de tensiune trebuie instalate în tablouri, dulapuri sau compartimente de joasă tensiune separate, securizate împotriva accesului persoanelor obișnuite.

179. În cazul integrării contoarelor sau dispozitivelor de măsurare în sistemele automatizate de monitorizare și control al conexiunilor cu tensiunea mai mare de 6 kV sau de măsurare a energiei electrice, proprietarul contoarelor sau al dispozitivelor de măsurare trebuie să instaleze mijloace tehnice pentru transmiterea datelor și să asigure transmiterea continuă a acestor date către sistemele respective.

180. Echipamentele de transmitere a datelor și de integrare în sistemele de monitorizare și control al conexiunilor pot fi amenajate în tablouri separate, protejate împotriva accesului persoanelor obișnuite.

181. Contoarele de energie electrică trebuie să fie amenajate în tablouri, dulapuri, celule ale ID, nișe sau pe pereți cu construcții rigide.

182. Înălțimea de la podea sau suprafața solului până la cutia cu cleme a contorului de energie electrică pentru măsurare în scopuri comerciale trebuie să fie cuprinsă între 1,3-1,7 m. Pentru contoarele de energie electrică de control, înălțimea de la podea până la cutia cu cleme se admite de a fi cuprinsă între 0,8-1,7 m.

183. În locurile în care există pericol de deteriorare mecanică a contoarelor de energie electrică sau de expunere a acestora la alți factori periculoși, precum și în locurile accesibile pentru persoane obișnuite, contoarele trebuie să fie amenajate în tablouri dotate cu mecanisme de încuiere și cu fereastră pentru vizualizarea ecranului de afișare. Tablouri similare trebuie să fie instalate și la amenajarea comună a contoarelor de energie electrică și transformatoarelor de curent sau echipamentelor de transmitere a datelor, în cazul amenajării echipamentului de măsurare pe partea de joasă tensiune.

184. Construcția și dimensiunile tablourilor, dulapurilor sau nișelor trebuie să asigure accesul comod la clemele contoarelor de energie electrică și la transformatoarele de curent. Construcția elementelor de fixare a contorului de energie electrică trebuie să asigure posibilitatea montării și demontării acestuia din partea frontală.

185. Transformatoarele de curent cu tensiunea mai mică de 1000 V, destinate pentru conectarea contoarelor de energie electrică pentru măsurare în scopuri comerciale, trebuie să fie amenajate pe bare astfel încât distanța de la capacul clemelor de conexiune, care se sigilează, până la elementele constructive ale tabloului să nu fie mai mică de 150 mm.

186. Circuitele de conectare a contoarelor de energie electrică și a transformatoarelor de măsurare trebuie să corespundă cerințelor stabilite pentru sistemele de pozare și conductoarele circuitelor secundare.

187. La amenajarea conductoarelor electrice ale contoarelor de energie electrică pentru măsurare în scopuri comerciale și ale transformatoarelor de măsurare ale acestora, nu se admite realizarea conexiunilor intermediare.

188. Secțiunea conductoarelor electrice conectate la contoarele de energie electrică trebuie să fie stabilită în conformitate cu următoarele cerințe:

188.1. conductoarele cablurilor de control, pentru conectarea sub bulon la clemele panourilor și aparatelor trebuie să aibă secțiunea nu mai mică de 1,5 mm^2, iar în cazul utilizării clemelor speciale − nu mai mică de 1 mm^2 pentru conductoare din cupru și nu mai mică de 2,5 mm^2 pentru conductoare din aluminiu. În circuitele de curent − 2,5 mm^2 pentru conductoare din cupru și 4 mm^2 pentru conductoare din aluminiu. Pentru circuitele secundare și circuitele de control și semnalizare se permite conexiunea conductoarelor din cupru cu secțiunea nu mai mică de 1 mm^2;

188.2. în circuitele cu tensiunea de lucru mai mare de 100 V, secțiunea conductoarelor din cupru conectate prin lipire trebuie să fie nu mai mică de 0,5 mm^2;

188.3. în circuitele cu tensiunea de lucru mai mică de 60 V, diametrul conductoarelor din cupru conectate prin lipire trebuie să fie nu mai mic de 0,5 mm. În instalațiile de comunicații electronice și de telemecanică și altele similare, circuitele de linie trebuie conectate la borne cu bulon;

188.4. secțiunea și lungimea conductoarelor și cablurilor din circuitele de tensiune ale contoarelor de energie electrică pentru măsurare în scopuri comerciale trebuie alese astfel încât pierderile de tensiune în aceste circuite să fie nu mai mari de 0,25%;

188.5. conductoarele și cablurile din circuitele secundare ale transformatoarelor de tensiune cu tensiune mai mare de 110 kV, pozate de la transformatorul de tensiune la contoarele de energie electrică, trebuie să aibă o manta metalică legată la pământ pe ambele părți. Cablurile din circuitele înfășurărilor de bază și suplimentare ale unui transformator de tensiune cu tensiune mai mare de 110 kV, trebuie să fie pozate alăturat pe întreaga lungime a traseului. Cablurile cu ecran comun sau cablurile cu conductoare ecranate trebuie utilizate pentru circuitele dispozitivelor și aparatelor sensibile la inducții electromagnetice care apar de la alte dispozitive sau circuite poziționate alăturat.

189. Conexiunea conductoarelor monofilare, cu buloane sau prin lipire, se permite de a realiza numai la elementele fixe ale echipamentului. Conexiunea conductoarelor la elementele mobile sau detașabile ale echipamentului, precum și la panourile și aparatele supuse vibrațiilor, trebuie realizată cu conductoare flexibile multifilare.

190. Conform condițiilor de rezistență mecanică, secțiunea conductoarelor din cupru care se conectează prin bulon la clemele contoarelor de energie electrică pentru măsurare în scopuri comerciale, ale transformatoarelor de măsură și ale ansamblurilor de conexiuni, trebuie să fie nu mai mică de 2,5 mm^2.

191. La amenajarea sistemelor de pozare pentru conexiunea contoarelor de energie electrică cu conectare directă sau prin intermediul transformatoarelor de măsurare, în nemijlocita apropiere a contoarelor, trebuie prevăzute porțiuni de rezervă ale conductoarelor, cu o lungime nu mai mică de 120 mm. Conductorul neutru N, pe o porțiune cu lungimea de 100 mm până la contorul de energie electrică, trebuie să aibă marcare prin culoare sau notația alfanumerică distinctivă.

192. La amenajarea, înlocuirea și verificarea în condiții de securitate a contoarelor de energie electrică pentru măsurare în scopuri comerciale, cu conectare directă, trebuie asigurată posibilitatea deconectării contorului prin intermediul unui dispozitiv de comutație sau al siguranțelor fuzibile, instalate până la acesta, la o distanță nu mai mare de 10 m. Scoaterea de sub tensiune trebuie prevăzută concomitent de pe toate conductoarele conectate la contor.

193. La amenajarea, înlocuirea și verificarea în condiții de securitate a contoarelor de energie electrică pentru măsurare în scopuri comerciale, cu conectare prin intermediul transformatoarelor de măsură, trebuie să fie prevăzută posibilitatea deconectării contorului prin intermediul unui ansamblu de conexiuni instalat sub contor la o distanță nu mai mare de 0,5 m, care să asigure scurtcircuitarea înfășurărilor secundare ale transformatoarelor de curent și deconectarea circuitelor secundare de curent și de tensiune conectate la contor.

194. Legarea la pământ (legarea la neutrul sursei de alimentare) a contoarelor de energie electrică și a transformatoarelor de curent trebuie efectuată în conformitate cu cerințele Titlului IV. Conductoarele de legare la pământ și conductoarele de protecție, de la contoarele de energie electrică și de la transformatoarele de curent cu tensiunea mai mică de 1000 V până la cel mai apropiat ansamblu de conexiuni, trebuie să fie din cupru.

195. În cazul prezenței mai multor conexiuni dotate cu echipamente de măsurare a energiei electrice, pe tablourile contoarelor de energie electrică trebuie să fie aplicate inscripții care indică denumirea conexiunilor.

Secțiunea 2
Măsurarea de control a energiei electrice

196. La centralele electrice, contoarele de energie electrică de control trebuie să fie instalate în sistemele serviciilor proprii (în continuare − SP), pentru a asigura posibilitatea determinării indicatorilor tehnico-economici.

197. Contoarele de energie electrică activă de control trebuie instalate pe conexiunile motoarelor electrice alimentate de la barele ID, la tensiunea de bază peste 1000 V, ale sistemului SP, precum și în circuitele tuturor transformatoarelor de putere alimentate de la aceste bare.

198. La centralele electrice, pe partea tensiunii de generare a transformatoarelor de ridicare, trebuie să fie prevăzută posibilitatea tehnică de instalare a contoarelor de energie electrică de

control, care servesc pentru verificarea corectitudinii înregistrărilor contorului de energie electrică pentru măsurare în scopuri comerciale la generatoare.

199. La stațiile electrice cu tensiunea nominală primară mai mare de 35 kV, contoarele de energie electrică activă trebuie instalate:

199.1. la fiecare linie electrică de ieșire cu tensiunea mai mare de 6 kV;

199.2. la transformatoarele SP;

199.3. pentru fiecare întrerupător utilizat ca întrerupător de ocolire pentru liniile electrice cu tensiunea mai mare de 6 kV.

200. La stațiile electrice cu tensiunea nominală primară mai mare de 35 kV, contoarele de energie electrică reactivă trebuie instalate:

200.1. la fiecare linie electrică de ieșire cu tensiunea mai mare de 6 kV;

200.2. la transformatoarele SP;

200.3. pentru fiecare întrerupător utilizat ca întrerupător de ocolire pentru liniile electrice cu tensiunea mai mare de 6 kV.

201. La întreprinderi, pentru monitorizarea consumului de energie electrică separat pentru secții, linii tehnologice, receptoare electrice energofage, precum și pentru determinarea consumului specific de energie electrică per unitate de produs, contoare de energie electrică de control pot fi instalate:

201.1. pe fiderele de alimentare, dacă contorul de energie electrică pentru măsurare în scopuri comerciale este instalat la centrala electrică sau la stația electrică a operatorului de sistem;

201.2. pe liniile electrice care alimentează PT din posesia întreprinderii și pe liniile ce alimentează receptoarele electrice cu tensiunea peste 1000 V;

201.3. pe partea de joasă tensiune a PT din posesia întreprinderii și pe liniile de ieșire cu tensiunea mai mică de 1000 V.

202. Clasa de precizie admisibilă a contoarelor de energie electrică activă și reactivă de control, precum și a transformatoarelor de măsură se stabilește în conformitate cu prevederile Regulamentului privind măsurarea energiei electrice în scopuri comerciale, aprobat prin Hotărârea Consiliului de administrație al ANRE nr. 74/2022.

CAPITOLUL II
MĂSURAREA MĂRIMILOR ELECTRICE

Secțiunea 1
Domeniul de aplicare

203. Prezentul Capitol se aplică măsurărilor de mărimi electrice efectuate cu mijloace staționare de indicare, înregistrare și fixare.

204. Prezentul Capitol nu se aplică măsurărilor realizate de laboratoarele electrotehnice și măsurărilor efectuate cu aparate portabile.

205. Măsurarea mărimilor neelectrice, precum și măsurările altor mărimi electrice nereglementate de Normativ, necesare în legătură cu particularitățile procesului tehnologic sau ale echipamentului de bază, se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 2
Cerințe generale

206. Mijloacele de măsurare a mărimilor electrice trebuie să corespundă următoarelor cerințe de bază:

206.1. clasa de precizie a aparatelor de măsurare trebuie să fie nu mai mică de 0,5. Pentru aparate de măsurare de tablou utilizate la măsurarea continuă, clasa de precizie trebuie să fie nu mai mică de 1,5. Se permite utilizarea aparatelor de măsurare de tablou cu clasa de precizie de 2,5, dacă

acestea nu sunt utilizate pentru controlul continuu al regimului tehnologic de funcționare a echipamentului;

206.2. clasele de precizie ale șunturilor de măsurare, rezistențelor suplimentare, transformatoarelor și convertoarelor de măsurare trebuie să fie nu mai mici de cele stabilite în tabelul 54;

206.3. limitele de măsurare ale aparatelor trebuie selectate cu luarea în calcul a celor mai mari abateri posibile ale mărimilor măsurate de la valorile nominale;

206.4. aparatele de măsurare, care se alimentează cu energie electrică numai de la o sursă independentă de alimentare, trebuie să fie echipate cu un sistem de semnalizare a întreruperii acestei alimentări.

207. Instalarea aparatelor de măsurare trebuie efectuată în punctele din care se efectuează controlul și comanda.

Tabelul 54. Clasele de precizie ale mijloacelor de măsurare

Clasele de precizie				
Nr. d/o	Aparatului	Șuntului, rezistorului suplimentar	Convertorului de măsurare	Transformatorului de măsurare
1.	0,5	0,2	0,2	0,2[1)]
2.	1,0	0,5	0,5	0,5
3.	1,5	0,5	0,5[2)]	0,5
4.	2,5	0,5	1,0	1,0
[1)]Se admite 0,5; [2)]Se admite 1,0.				

208. La stațiile electrice și centralele hidroelectrice fără personal operativ permanent, se permite să nu se instaleze aparate indicatoare staționare. În acest caz, trebuie prevăzute locuri pentru conectarea aparatelor portabile de către personal special instruit.

209. Măsurările pe liniile electrice cu tensiunea mai mare de 330 kV, precum și la generatoare și transformatoare, trebuie efectuate în continuu.

210. La generatoarele și transformatoarele centralelor hidroelectrice se permite efectuarea periodică a măsurărilor folosind mijloace de control centralizate.

211. Se permite efectuarea măsurărilor „la cerere” la un set de aparate indicatoare comun pentru mai multe conexiuni, cu excepția celor stabilite în conformitate cu pct. 210, precum și utilizarea altor mijloace de control centralizat.

212. La instalarea aparatelor de înregistrare în bucla operațională a punctului de dirijare, nu este obligatorie instalarea aparatelor indicatoare pentru măsurarea neîntreruptă a acelorași valori.

Secțiunea 3
Măsurarea curentului electric

213. Măsurarea curentului electric trebuie efectuată în circuitele tuturor nivelurilor de tensiuni, acolo unde aceasta este necesară pentru controlul sistematic al procesului tehnologic sau al echipamentului.

214. Măsurarea curentului continuu trebuie efectuată în circuitele:

214.1. generatoarelor de curent continuu și convertizoarelor de putere;

214.2. bateriilor de acumulatoare și dispozitivelor de încărcare, reîncărcare și descărcare;

214.3. de excitație a generatoarelor sincrone, compensatoarelor, precum și a motoarelor electrice cu excitație reglabilă.

215. Ampermetrele de curent continuu trebuie să aibă scara în două direcții, dacă este posibilă inversarea curentului.

216. În circuitele de curent alternativ trifazat trebuie măsurat curentul unei singure faze. Măsurarea curentului fiecărei faze trebuie efectuată:

216.1. pentru turbogeneratoare sincrone cu o putere mai mare de 12 MW;

216.2. pentru liniile electrice cu dirijare pe fiecare fază, pentru liniile cu compensare longitudinală, precum și pentru liniile la care este prevăzută posibilitatea de funcționare pe termen lung în regim de fază incompletă. Pentru liniile electrice cu tensiunea mai mare de 330 kV cu dirijare trifazată, poate fi prevăzută măsurarea curentului fiecărei faze;

216.3. pentru cuptoarele cu arc electric.

Secțiunea 4
Măsurarea tensiunii electrice

217. Măsurarea tensiunii electrice trebuie efectuată:

217.1. pe secțiile barelor colectoare de curent continuu și alternativ, care pot funcționa separat. Se permite instalarea unui singur aparat cu comutare la mai multe puncte de măsurare;

217.2. în circuitele generatoarelor de curent continuu și de curent alternativ, compensatoarelor sincrone, precum și în circuitele echipamentului cu destinație specială;

217.3. în circuitele de excitație ale mașinilor sincrone cu o putere mai mare de 1 MW. În circuitele de excitație ale hidrogeneratoarelor, măsurarea nu este obligatorie;

217.4. în circuitele convertizoarelor de putere, bateriilor de acumulatoare și dispozitivelor de încărcare și reîncărcare;

217.5. în circuitele bobinelor de reactanță;

217.6. în circuitele de tensiune primară ale transformatoarelor de putere cu tensiunea mai mare de 6 kV, la care sunt conectate unități generatoare a energiei electrice.

218. La stațiile electrice, se permite măsurarea tensiunii electrice numai pe partea de joasă tensiune, dacă instalarea transformatoarelor de tensiune pe partea de tensiune superioară nu este necesară în alte scopuri.

219. În cazul pornirii automatizate a generatoarelor sau a altor agregate, nu este necesară instalarea obligatorie a aparatelor de măsurare continuă a tensiunii electrice.

220. În rețelele sau circuitele electrice trifazate poate fi efectuată măsurarea unei tensiuni între faze. În rețelele sau circuitele cu tensiunea peste 1000 V, cu neutrul sursei de alimentare efectiv legat la pământ, se permite măsurarea a trei tensiuni între faze pentru controlul funcționalității circuitelor de tensiune, cu un singur aparat cu comutare.

221. La barele colectoare cu tensiunea mai mare de 110 kV a centralelor și stațiilor electrice trebuie efectuată înregistrarea valorilor tensiunii între două faze sau a abaterilor de tensiune față de valoarea stabilită, în funcție de tensiunea la care se menține regimul sistemului electroenergetic.

Secțiunea 5
Controlul izolației

222. În rețelele sau circuitele electrice de curent alternativ cu tensiunea peste 1000 V, cu neutrul sursei de alimentare izolat sau legat la pământ prin bobină de reactanță, în rețelele sau circuitele de curent alternativ cu tensiunea mai mică de 1000 V, cu neutrul sursei de alimentare izolat și în rețelele sau circuitele de curent continuu, cu poli izolați sau cu punctul median izolat, trebuie efectuat controlul automat al izolației, care acționează la semnal în cazul micșorării rezistenței izolației uneia dintre faze sau poli la o valoare mai mică de cea stabilită, urmat de controlul asimetriei tensiunii cu ajutorul aparatului indicator cu comutare.

223. Se permite controlul izolației prin măsurători periodice de tensiune, pentru a verifica vizual asimetria tensiunii.

Secțiunea 6
Măsurarea puterii electrice

224. Măsurarea puterii electrice trebuie efectuată în circuitele:

224.1. generatoarelor − puterea electrică activă și reactivă.

224.1.1. În cazul instalării, la generatoarele cu puterea mai mare de 100 MW, a aparatelor de măsurare de tablouri, clasa de precizie a acestora trebuie să fie nu mai mică de 1,0.

224.1.2. La centralele electrice cu puterea mai mare de 200 MW, trebuie măsurată puterea electrică activă sumară.

224.1.3. Măsurarea puterii electrice active sumare a centralelor electrice cu puterea mai mică de 200 MW se efectuează la necesitatea transmiterii automate a acestui parametru către un nivel superior de dirijare operativă;

224.2. bateriilor de condensatoare cu o putere mai mare de 25 MVAr și compensatoarelor sincrone − puterea electrică reactivă;

224.3. transformatoarelor și liniilor electrice care alimentează SP cu tensiunea mai mare de 6 kV a centralelor termoelectrice (în continuare − CTE) − puterea electrică activă;

224.4. transformatoarelor de ridicare cu două înfășurări ale centralelor electrice − puterea electrică activă și reactivă.

224.4.1. În circuitele transformatoarelor de ridicare cu trei înfășurări sau autotransformatoarelor, prin utilizarea înfășurării de joasă tensiune, măsurarea puterii electrice active și reactive trebuie efectuată din partea de medie și joasă tensiune.

224.4.2. Pentru transformatorul de putere care funcționează în bloc cu generatorul electric, măsurarea puterii electrice pe partea de joasă tensiune trebuie efectuată în circuitul generatorului;

224.5. transformatoarelor de coborâre cu tensiunea mai mare de 220 kV − puterea electrică activă și reactivă, cu tensiune de 110 kV − puterea electrică activă.

224.5.1. În circuitele transformatoarelor de coborâre cu două înfășurări, măsurarea puterii trebuie efectuată din partea de joasă tensiune.

224.5.2. În circuitele transformatoarelor de coborâre cu trei înfășurări, măsurarea puterii trebuie efectuată din partea de medie şi joasă tensiune;

224.6. liniilor electrice cu tensiunea mai mare de 110 kV, cu alimentare din două părți, precum și întrerupătoarelor de ocolire − puterea electrică activă și reactivă;

224.7. altor elemente ale stațiilor electrice, unde, pentru controlul periodic al regimurilor de rețea, sunt necesare măsurări ale fluxurilor de putere activă și reactivă, trebuie prevăzută posibilitatea conectării aparatelor portabile de control.

225. La instalarea aparatelor de măsurare de indicare în circuitele în care direcția puterii electrice se poate modifica, acestea trebuie să aibă o scară bidirecțională.

226. Trebuie efectuată înregistrarea:

226.1. puterii electrice active a turbogeneratoarelor cu puterea mai mare de 60 MW;

226.2. puterii electrice sumare a centralelor electrice cu puterea mai mare de 200 MW.

Secțiunea 7
Măsurarea frecvenței

227. Măsurarea frecvenței trebuie efectuată:

227.1. pe fiecare secție de bare a tensiunii de generare;

227.2. la fiecare generator al CTE/CET în bloc;

227.3. pe fiecare sistem sau secție de bare de înaltă tensiune a centralei electrice;

227.4. în nodurile unde este posibilă divizarea sistemului electroenergetic în insule cu funcționare nesincronă.

228. Înregistrarea frecvenței sau abaterilor acesteia de la valoarea setată trebuie efectuată:

228.1. la centralele electrice cu puterea mai mare de 200 MW;

228.2. la centralele electrice cu puterea mai mare de 6 MW care funcționează izolat.

229. Eroarea absolută de înregistrare a frecvențmetrelor la centralele electrice incluse în reglarea puterii trebuie să fie nu mai mare de ±0,1 Hz.

Secțiunea 8
Măsurători la sincronizare

230. Pentru măsurări la sincronizare fină manuală sau semi-automată, trebuie prevăzute următoarele aparate: două voltmetre sau un voltmetru dublu, două frecvențmetre sau un frecvențmetru dublu, precum și un sincronoscop.

231. Pentru a asigura o măsurare corectă și sigură, toate aparatele de măsură utilizate trebuie verificate periodic și calibrate, pentru a preveni erorile de sincronizare și a asigura funcționarea optimă a echipamentului electric.

Secțiunea 9
Înregistrarea valorilor electrice în regimuri de avarie

232. Pentru înregistrarea automată a proceselor de avarie și a anomaliilor în sistemul electroenergetic, la toate obiectele energetice noi sau reconstruite trebuie prevăzute înregistratoare digitale multicanal ale semnalelor de avarie (în continuare − ÎSA), cu intrări discrete și analogice, pentru înregistrarea regimului de pre-avarie și cu posibilitatea de transmitere automată a datelor prin canale de telecomunicații, inclusiv prin canale separate sau integrate în dispozitivele de protecție cu microprocesoare.

233. Amplasarea ÎSA la obiectele energetice, precum și alegerea parametrilor electrici care urmează a fi înregistrați de acestea, trebuie realizată în coordonare cu operatorul sistemului electroenergetic, precum și în conformitate cu tabelele 55 și 56, care trebuie ajustate pentru a ține cont de capacitățile echipamentelor digitale.

234. Numărul de semnale înregistrate de către ÎSA se selectează în funcție de schema obiectului energetic. Alegerea numărului de ÎSA se realizează în funcție de necesitatea rezervării înregistrării anumitor parametri în cazul ieșirii din funcțiune a unuia dintre înregistratoarele de bază.

235. Prin coordonare dintre operatorul sistemului de transport, operatorii sistemelor de distribuție și centralele electrice pot fi prevăzute sisteme suplimentare de înregistrare, cu înregistrare accelerată a semnalelor de avarie, fiind stabilită și înregistrarea altor parametri adiționali care nu se înregistrează de echipamentele de bază ale sistemului electroenergetic.

Tabelul 55. Recomandări privind instalarea ÎSA la obiectele energetice

Tensiunea instalației de distribuție, kV	Schema instalației de distribuție	Numărul de linii conectate la secțiile sau sistemele de bare ale instalațiilor de distribuție	Numărul de înregistratoare ale semnalelor de avarie instalate
400	Oricare	Una sau două	Unul pentru fiecare linie.
400	Idem	Trei sau mai multe	Unul pentru fiecare linie (pe cel puțin una dintre linii cu înregistrarea regimului de pre-avarie).
330	Idem	Una	Nu se instalează.
330	Idem	Două sau mai multe	Unul pentru fiecare linie.
330	Cu secții sau sisteme de bare	Una sau două la fiecare secție sau sistem de bare de lucru	Unul pentru două secții sau sisteme de bare de lucru.
330	Idem	Trei sau patru la fiecare secție sau sistem de bare de lucru	Unul pentru fiecare secție sau sistem de bare de lucru.
330	Idem	Cinci sau mai multe pentru fiecare secție sau sistem de bare de lucru	Unul sau două pentru fiecare secție sau sistem de bare de lucru cu un singur dispozitiv de pornire.

330	Unu și jumătate sau poligon	Trei și mai multe	Unul pentru trei-patru linii sau pentru fiecare sistem de bare.
330	Fără întreruptoare de 330 kV sau cu un singur întrerupător	Una sau două	Nu se instalează.
330	Triunghi, patrulater, punte	Idem	Se permite instalarea unui înregistrator al semnalelor de avarie, dacă la capetele opuse ale liniilor cu tensiunea de 330 kV lipsesc aceste dispozitive sau stațiile electrice aparțin altor proprietari.
110	Cu secții sau sisteme de bare	Unu - trei pe fiecare secție sau sistem de bare	Unul pentru două secții sau sisteme de bare de lucru.
110	Idem	Patru-șase pe fiecare secție sau sistem de bare de lucru	Unul pentru fiecare secție sau sistem de bare de lucru.
110	Idem	Șapte sau mai multe pe fiecare secție sau sistem de bare de lucru	Unul pentru fiecare secție sau sistem de bare de lucru. Se permite instalarea a două înregistratoare ale semnalelor de avarie pentru fiecare secție sau sistem de bare de lucru.
110	Fără întreruptoare pe partea de 110 kV, punte, triunghi, patrulater	Una sau două	Nu se instalează.

Tabelul 56. Recomandări cu privire la alegerea parametrilor electrici ai înregistratoarelor semnalelor de avarie

Tensiunea instalației de distribuție, kV	Parametrii recomandați pentru înregistratoarele semnalelor de avarie
400, 330	Tensiunea de fază a celor trei faze ale liniilor electrice. Tensiunea și curentul de secvență zero al liniilor. Curenții a două sau trei faze ale liniilor. Curentul amplificatorului de putere, curentul de recepție al transceiverului de înaltă frecvență și poziția contactelor releului intermediar de ieșire al protecției de înaltă frecvență.
110	Tensiunile de fază și tensiunea de secvență zero a secției sau a sistemului de bare de lucru. Curenții de secvență zero ai liniilor conectate la secțiile sau sistemul barelor de lucru. Curenții de fază (a două sau trei faze) ai celor mai importante linii. Curenții de recepție ai transceiverelor de înaltă frecvență ale protecțiilor diferențiale de fază ale liniilor de transport între sistemele electroenergetice.

236. La centralele electrice ce aparțin consumatorilor finali și care sunt racordate la sistemul electroenergetic prin LEA cu tensiunea de 110 kV, pe fiecare sistem de secții de bare 110 kV trebuie prevăzute ÎSA.

236.1. ÎSA trebuie utilizate pentru:

236.1.1. analiza funcționării protecției prin relee, a automatizărilor și a sistemelor de telemecanică;

236.1.2. identificarea locurilor de defect pe liniile electrice.

236.2. ÎSA trebuie să înregistreze următorii parametri:

236.2.1. tensiunile de fază și tensiunea de secvența zero ale sistemului corespunzător de bare;

236.2.2. curenții generatoarelor sau blocurilor generator-transformator cu puterea mai mare de 100 MW;

236.2.3. curenții de fază și curenții de secvența zero ai LEA care fac legătura dintre centrala electrică și sistemul electroenergetic.

237. Lista completă a parametrilor care trebuie înregistrați se aprobă de către operatorul de sistem.

238. La obiectele energetice cu tensiunea mai mare de 110 kV trebuie înregistrată tensiunea de la toate transformatoarele de măsură de tensiune, și anume:

238.1. tensiunile de fază U_{L1}, U_{L2} și U_{L3} de la înfășurarea conectată în schema „stea”;

238.2. tensiunile de secvență zero de la înfășurarea conectată în schema „triunghi deschis”.

239. La obiectele energetice cu tensiunea mai mare de 330 kV trebuie înregistrați curenții de fază I_{L1}, I_{L2} și I_{L3}, precum și curentul de secvență zero $3 \cdot I_0$ pentru toate racordurile cu tensiunea mai mare de 110 kV.

240. Pentru racordurile care au două întrerupătoare, trebuie înregistrate valorile curenților pentru fiecare întrerupător în parte.

241. În cazul prezenței pe LEA a bobinelor de reactanță, trebuie înregistrați curenții acestora.

242. Dacă pe LEA sunt prezente transformatoare de curent de linie, trebuie înregistrați curenții LEA.

243. Pentru asigurarea alimentării neîntrerupte cu energie electrică, toate ÎSA trebuie să fie prevăzute cu alimentare de la două surse de alimentare separate galvanic:

243.1. din rețeaua monofazată de curent alternativ cu frecvența de 50 Hz, precum și din rețeaua de curent continuu cu tensiunea de 230 V − pentru obiecte energetice cu o singură baterie de acumulatoare;

243.2. de la două baterii de acumulatoare − pentru obiectele energetice la care sunt instalate două baterii de acumulatoare.

244. Pentru înregistrarea operaționalității dispozitivelor de automatizare anti-avarie de sistem, protecției prin relee, precum și funcționării telemecanicii, la toate obiectele energetice nou construite și reconstruite, trebuie prevăzute suplimentar ÎSA. Amplasarea înregistratoarelor și selectarea parametrilor ce se înregistrează trebuie să fie stabilite în proiectele automatizărilor anti-avarie de sistem.

245. Pentru determinarea locului de defect la LEA cu tensiunea mai mare de 110 kV și lungimea mai mare de 20 km, trebuie prevăzute aparate pentru determinarea locului de defect. Înregistratoarele trebuie conectate la înfășurările transformatoarelor de curent cu clasa de precizie 10P (5P).

TITLUL IV
PROTECȚII PENTRU ASIGURAREA SECURITĂȚII ELECTRICE

CAPITOLUL I
SISTEME DE LEGARE LA PĂMÂNT

Secțiunea 1
Domeniul de aplicare

246. Cerințele prezentului Titlu se aplică pentru toate instalațiile electrice de curent alternativ și de curent continuu, destinate producerii, convertirii, transformării, transportului, distribuției și utilizării energiei electrice. Totodată, sunt incluse cerințele generale pentru legarea la pământ și protecția împotriva șocurilor electrice pentru persoane și animale, atât în regim normal de funcționare a instalațiilor electrice, cât și în cazul deteriorării izolației.

247. Instalațiile electrice, în funcție de măsurile de protecție împotriva șocurilor electrice, se clasifică în:

247.1. instalații electrice cu tensiunea peste 1000 V cu neutrul sursei de alimentare legat direct sau efectiv la pământ;

247.2. instalații electrice cu tensiunea peste 1000 V cu neutrul sursei de alimentare izolat sau legat la pământ prin bobină de reactanță sau rezistoare;

247.3. instalații electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V cu neutrul sursei de alimentare legat direct la pământ;

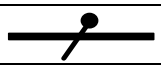
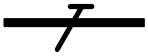
247.4. instalații electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V cu neutrul sursei de alimentare izolat.

Secțiunea 2
Sisteme de legare la pământ. Prevederi generale

248. Sistemele de legare la pământ în rețelele și circuitele electrice de curent alternativ și de curent continuu se clasifică în următoarele tipuri: TN, TT și IT.

249. Simbolurile grafice care se utilizează în schemele sistemelor de legare la pământ sunt stabilite în tabelul 57.

Tabelul 57. Simbolurile grafice utilizate în schemele sistemelor de legare la pământ

Nr. d/o	Simbolul	Funcțiile conductorului
1.		Conductor neutru N, conductor de punct median M
2.		Conductor de protecție PE (conductor de legare la pământ, conductor de echipotențializare)
3.		Conductor PEN, PEM, PEL

250. Simbolurile literare utilizate în Normativ pentru notarea sistemelor de legare la pământ au următoarele semnificații:

250.1. prima literă indică prezența sau lipsa legării la pământ a părților active ale sursei de alimentare:

250.1.1. T − una din părțile active ale sursei de alimentare este legată la pământ. În rețelele sau circuitele electrice trifazate, partea activă a sursei de alimentare care trebuie legată direct la pământ este punctul neutru (neutrul) al sursei de alimentare. Dacă punctul neutru nu este accesibil, atunci se leagă direct la pământ un conductor de linie. În rețelele sau circuitele electrice cu trei conductoare de curent monofazat și de curent continuu se leagă la pământ punctul median, iar în rețelele sau circuitele electrice cu două conductoare − una dintre ieșirile sursei de curent monofazat sau unul dintre polii sursei de curent continuu;

250.1.2. I − toate părțile active ale sursei de alimentare sunt izolate față de pământ sau una din părțile active este legată la pământ printr-o impedanță de valoare mare.

250.2. a doua literă indică starea părților conductoare accesibile ale instalației electrice în raport cu pământul sau prezența unei conexiuni electrice între aceste părți și partea activă legată la pământ a sursei de alimentare:

250.2.1. T − părțile conductoare accesibile sunt legate la pământ, independent de prezența sau lipsa legării la pământ a unei părți active a sursei de alimentare;

250.2.2. N − părțile conductoare accesibile sunt conectate direct cu o parte activă legată la pământ a sursei de alimentare. Această conexiune se realizează prin intermediul conductoarelor PEN, PEM, PEL sau a conductorului de protecție PE.

250.3. alte litere după N, indică modul de realizare a funcțiilor conductorului de protecție PE și al conductorului neutru N, al conductorului de punct median M sau al conductorului de linie L legat la pământ, precum și modul de realizare a conexiunii dintre partea activă legată la pământ a sursei de alimentare și părțile conductoare accesibile ale instalației electrice.

250.3.1. C − indică faptul că funcțiile conductorului de protecție PE şi ale conductorului neutru N, ale conductorului de punct median M sau ale conductorului de linie L legat la pământ sunt combinate pentru întregul sistem printr-un conductor PEN, PEM sau PEL. Conexiunea dintre partea activă legată la pământ a sursei de alimentare și părțile conductoare accesibile ale instalației electrice este realizată prin intermediul conductoarelor PEN, PEM sau PEL;

250.3.2. S − indică faptul că funcțiile conductorului de protecție PE şi ale conductorului neutru N, ale conductorului de punct median M sau ale conductorului de linie L legat la pământ sunt asigurate pentru întregul sistem prin conductoare distincte. Conexiunea dintre partea activă legată la pământ a sursei de alimentare și părțile conductoare accesibile ale instalației electrice este realizată prin intermediul conductoarelor de protecție PE;

250.3.3. C-S − pentru o porțiune a sistemului, începând de la sursa de alimentare, funcțiile conductorului de protecție PE și ale conductorului neutru N, ale conductorului de punct median M sau ale conductorului de linie L legat la pământ, sunt asigurate prin conductorul PEN, PEM sau PEL, iar pentru porțiunea rămasă a sistemului sunt asigurate prin conductoare distincte: conductor de protecție PE și conductor neutru N, conductor de punct median M sau conductor de linie L legat la pământ. Pentru prima porțiune a sistemului conexiunea dintre partea activă legată la pământ a sursei de alimentare și părțile conductoare accesibile ale instalației electrice este realizată prin intermediul conductoarelor PEN, PEM sau PEL, iar pentru porțiunea rămasă a sistemului − prin intermediul conductoarelor de protecție PE;

Subsecțiunea 1
Sisteme de legare la pământ de curent alternativ

251. În sistemul TN o parte activă a sursei de alimentare trebuie legată direct la pământ, iar părțile conductoare accesibile ale instalației electrice trebuie conectate la această parte prin intermediul conductoarelor de protecție. Se disting trei tipuri de sisteme TN în raport cu modul de realizare a funcțiilor conductorului de protecție PE şi a conductorului neutru N sau a conductorului de liniei L legat la pământ: TN-S, TN-C și TN-C-S.

252. În sistemul TN-S funcțiile conductorului de protecție PE şi ale conductorului neutru N sau ale conductorului de linie L legat la pământ trebuie asigurate prin conductoare distincte pentru întregul sistem. (fig. 8 și 9). Sistemul TN-S este utilizat atunci când trebuie separate funcțiile conductorului de protecție PE şi conductorului neutru N pentru asigurarea funcționării protecției.

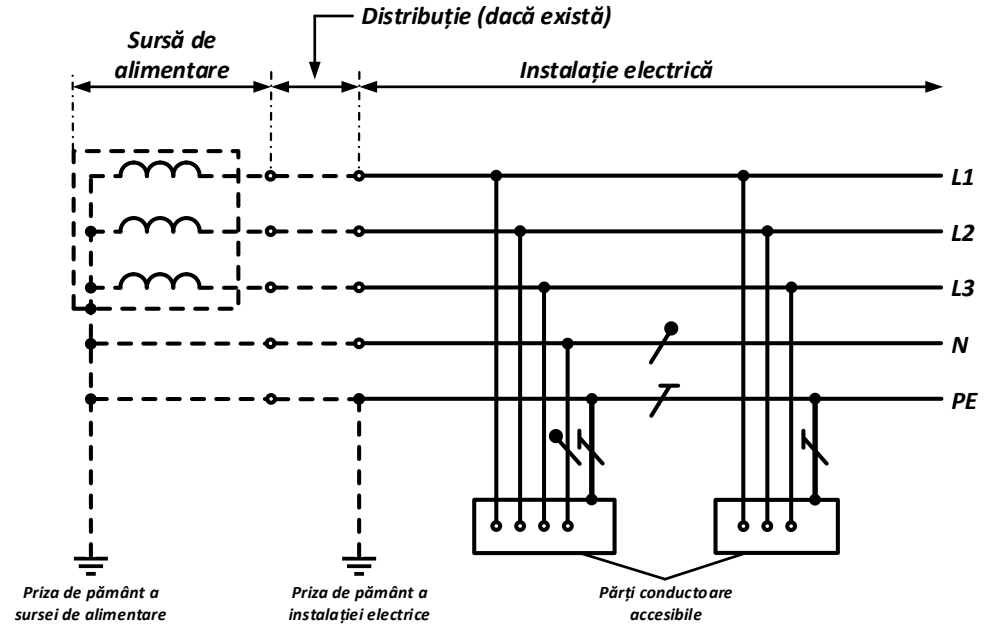


Figura 8. Schema sistemului TN-S cu conductor neutru N și conductor de protecție PE distincte pentru întregul sistem

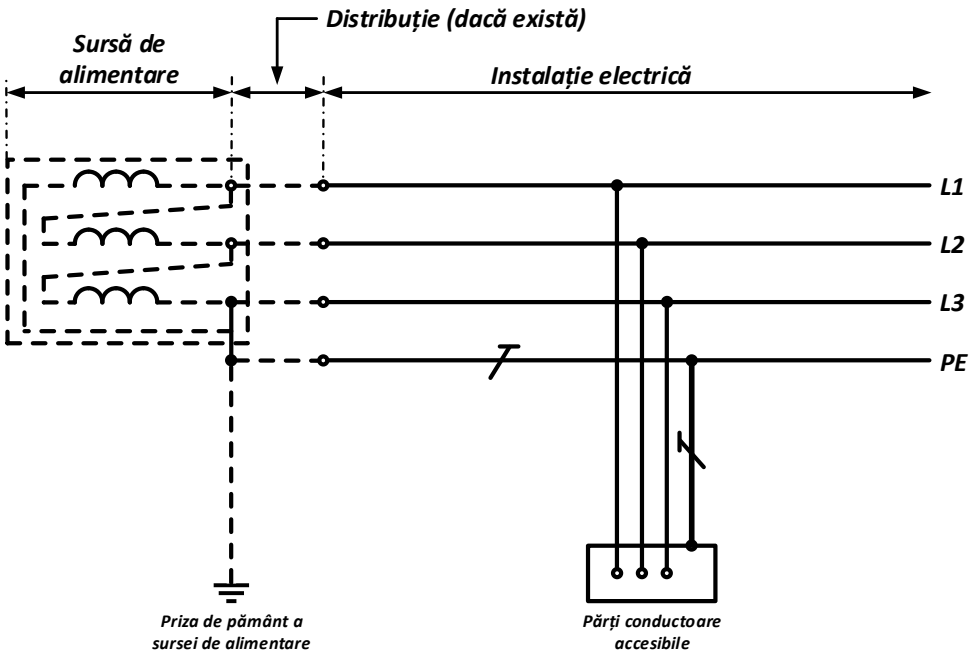


Figura 9. Schema sistemului TN-S cu conductor de linie L legat la pământ și conductor de protecție PE distincte pentru întregul sistem

253. În sistemul TN-S poate fi asigurată legarea la pământ suplimentară a conductorului de protecție PE în rețeaua sau circuitul de distribuție, precum și în instalația electrică.

254. În sistemul TN-C funcțiile conductorului neutru N şi ale conductorului de protecție PE sunt combinate într-un singur conductor pentru întregul sistem (fig. 10).

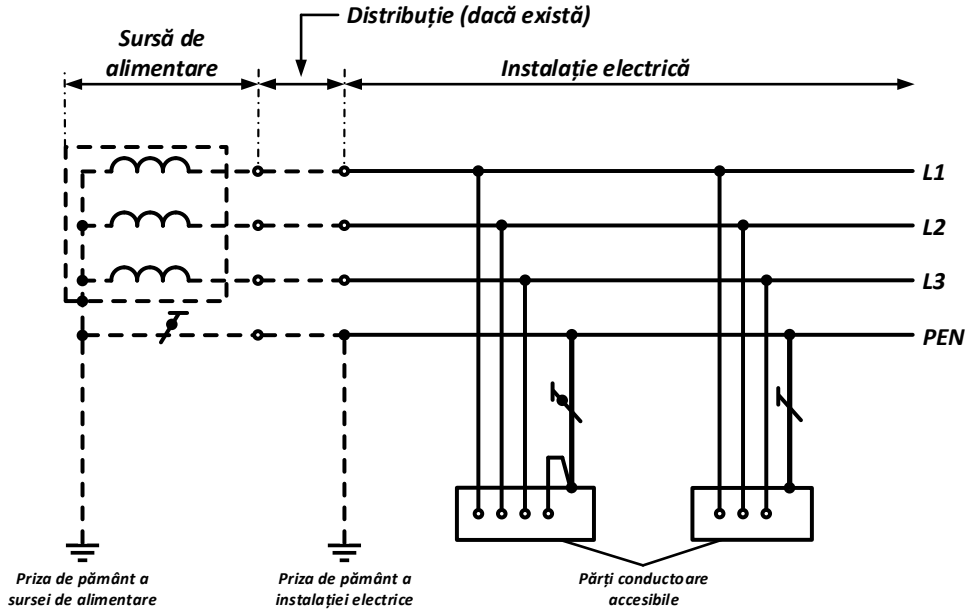


Figura 10. Schema sistemului TN-C cu funcțiile conductorului neutru N și ale conductorului de protecție PE combinate într-un singur conductor pentru întregul sistem

255. În sistemul TN-C poate fi asigurată legarea la pământ suplimentară a conductorului PEN în rețeaua sau circuitul de distribuție, precum și în instalația electrică.

256. În sistemul TN-C-S funcțiile conductorului neutru N şi ale conductorului de protecție PE trebuie combinate într-un singur conductor PEN pentru o porțiune a sistemului, începând de la sursa de alimentare (fig. 11). Partea de sistem care este TN-C este întotdeauna înaintea părții de sistem TN-S. Este interzisă, în aceeași rețea sau circuit electric, combinarea funcțiilor conductorului

neutru N și ale conductorului de protecție PE într-un conductor PEN (TN-C) după ce acestea au fost separate în PE şi N (TN-S).

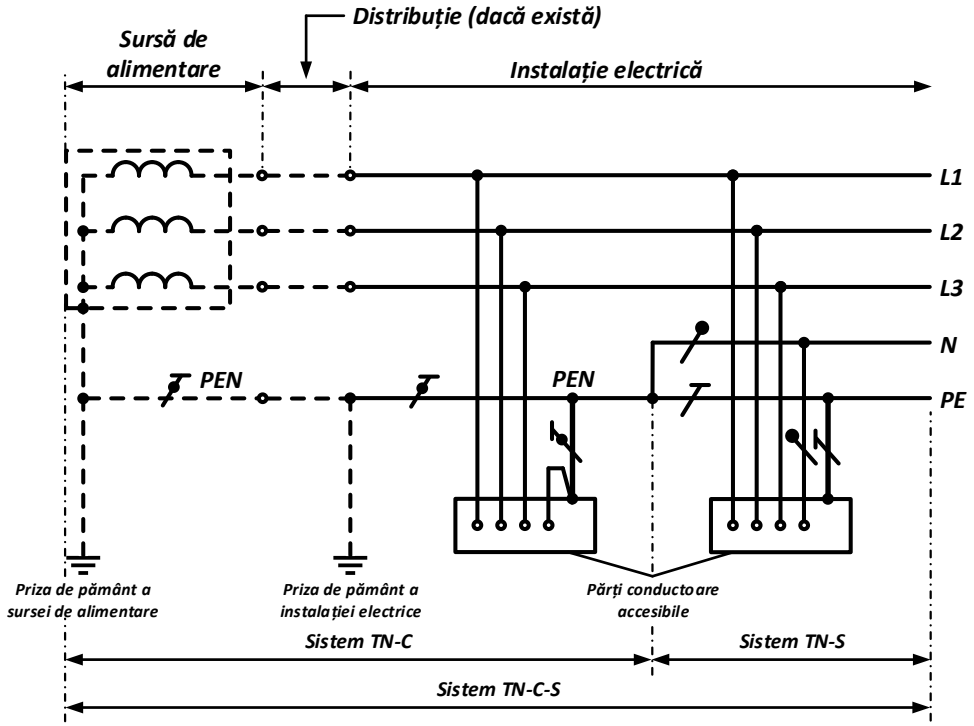


Figura 11. Schema sistemului TN-C-S cu funcțiile conductorului neutru N şi ale conductorului de protecție PE combinate într-un singur conductor PEN pe o porțiune a sistemului, începând de la sursa de alimentare

257. În sistemul TN-C-S poate fi asigurată legarea la pământ suplimentară a conductorului PEN în rețeaua sau circuitul de distribuție, iar în instalația electrică − a conductorului PEN sau a conductorului de protecție PE.

258. În sistemul TT o parte activă a sursei de alimentare trebuie legată direct la pământ, iar părțile conductoare accesibile ale instalației electrice trebuie legate la prize de pământ independente electric de priza de pământ a sursei de alimentare. Sistemul TT poate fi cu conductorul neutru N distribuit sau nedistribuit (fig. 12 și 13). În acest sistem, curentul de defect între conductorul de linie L și părțile conductoare accesibile ale instalației electrice poate fi suficient de mare pentru a provoca apariția unei tensiuni de atingere periculoasă, chiar și la curenți mai mici decât curenții de scurtcircuit.

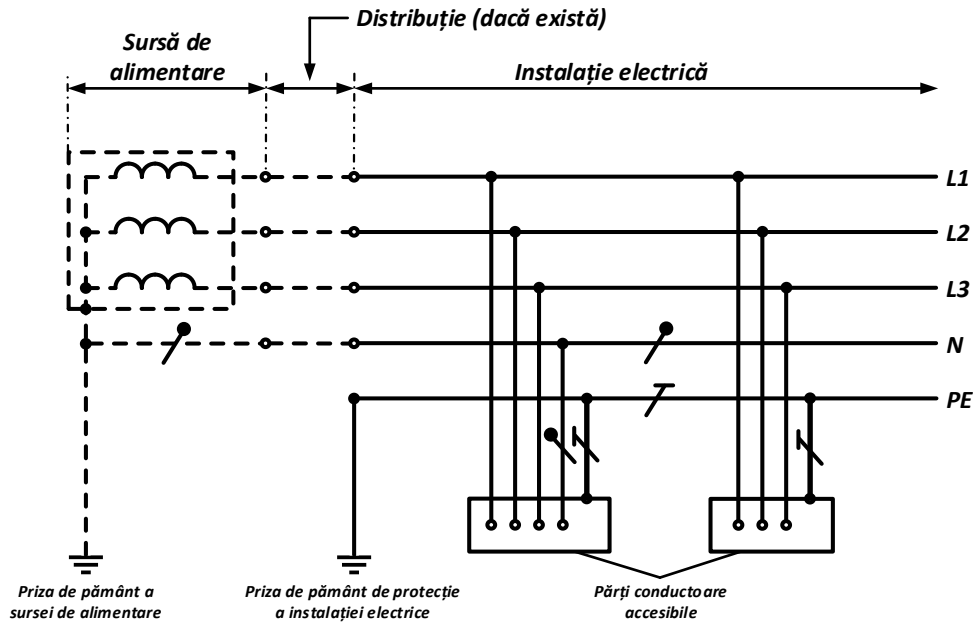


Figura 12. Schema sistemului TT cu părțile conductoare accesibile ale instalației electrice legate la prize de pământ independente electric de priza de pământ a sursei de alimentare. Conductorul neutru N este distribuit pentru întregul sistem

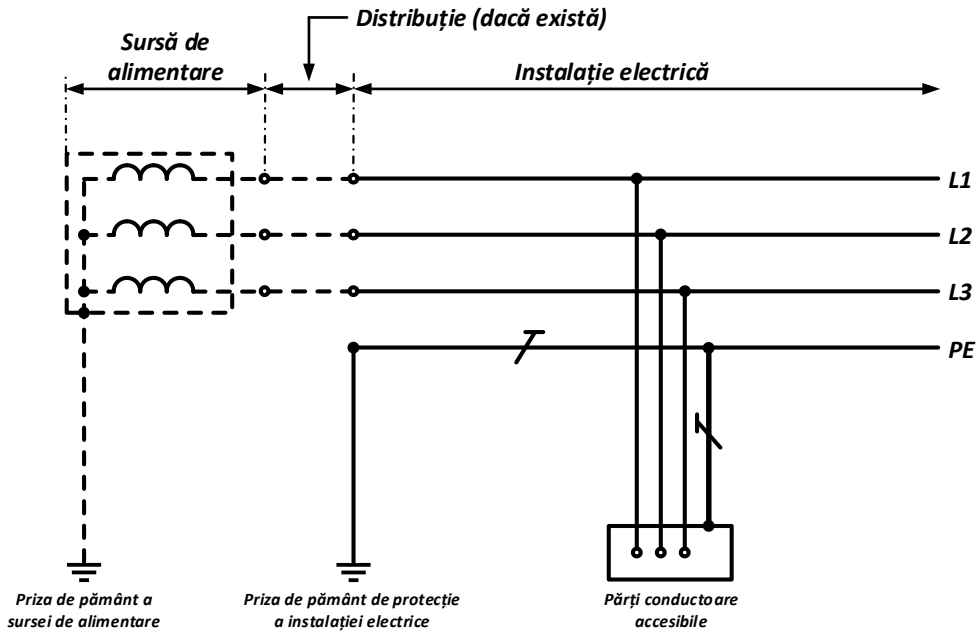


Figura 13. Schema sistemului TT cu conductorul neutru N nedistribuit pentru întregul sistem

259. În sistemul TT poate fi asigurată legarea la pământ suplimentară a conductorului de protecție PE în instalația electrică.

260. În sistemul IT, toate părțile active ale sursei de alimentare trebuie izolate față de pământ sau o parte activă (punctul neutru) legată la pământ prin intermediul unei impedanțe de valoare mare. Părțile conductoare accesibile ale instalației electrice trebuie legate la pământ. În sistemul IT părțile conductoare accesibile ale instalației electrice pot fi legate la pământ individual sau în grup. Sistemul IT de curent alternativ poate fi cu conductorul neutru N distribuit și nedistribuit (fig. 14).

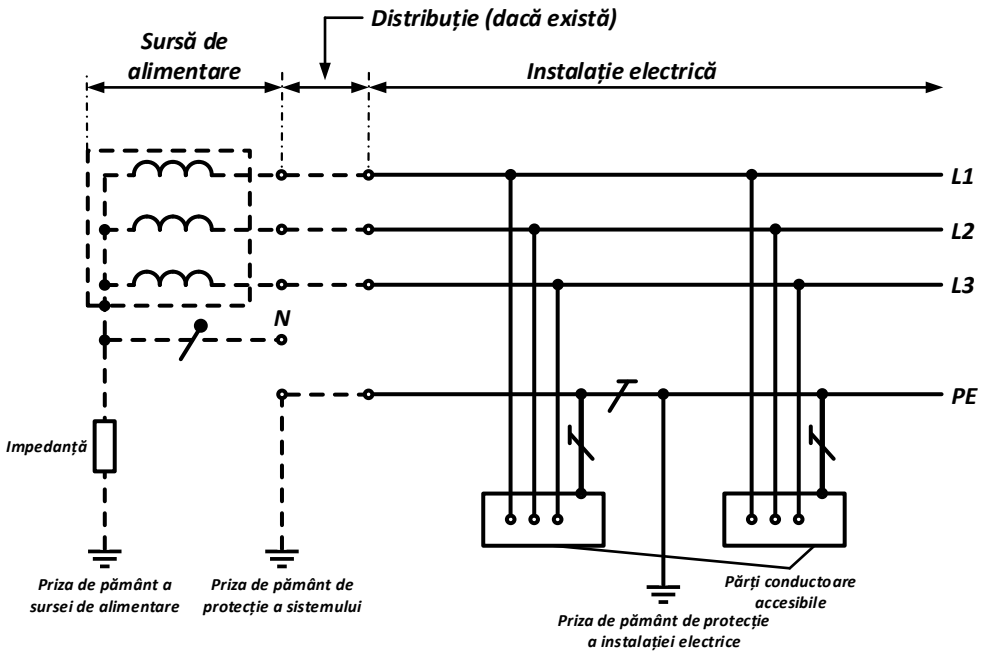


Figura 14. Schema sistemului IT cu toate părțile active ale sursei de alimentare izolate față de pământ sau o parte activă (punctul neutru) legată la pământ prin intermediul unei impedanțe de valoare mare. Părțile conductoare accesibile ale instalației electrice sunt legate la pământ

261. În sistemul IT poate fi asigurată legarea la pământ suplimentară a conductorului de protecție PE în instalația electrică.

Subsecțiunea 2
Sisteme de legare la pământ de curent continuu

262. În sistemul TN de curent continuu se aplică aceleași prevederi generale ca și în cazul sistemului TN de curent alternativ. Se disting trei tipuri de sisteme TN pentru rețelele sau circuitele de curent continuu: TN-S, TN-C și TN-C-S.

263. În sistemul TN-S un conductor de linie, de regulă L−, sau conductorul de punct median M legat la pământ este separat de conductorul de protecție PE pentru întregul sistem (fig. 15 și 16).

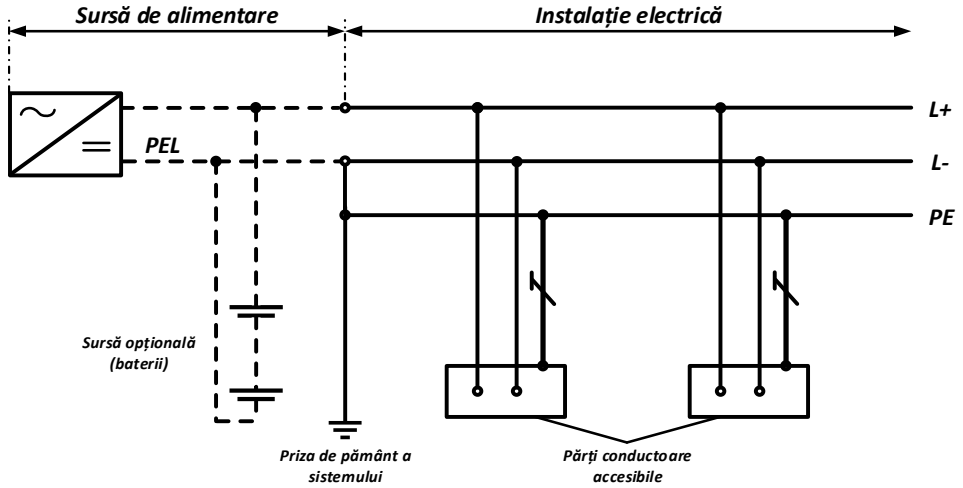


Figura 15. Schema sistemului TN-S cu conductorul de linie L− legat la pământ și separat de conductorul de protecție PE pentru întregul sistem

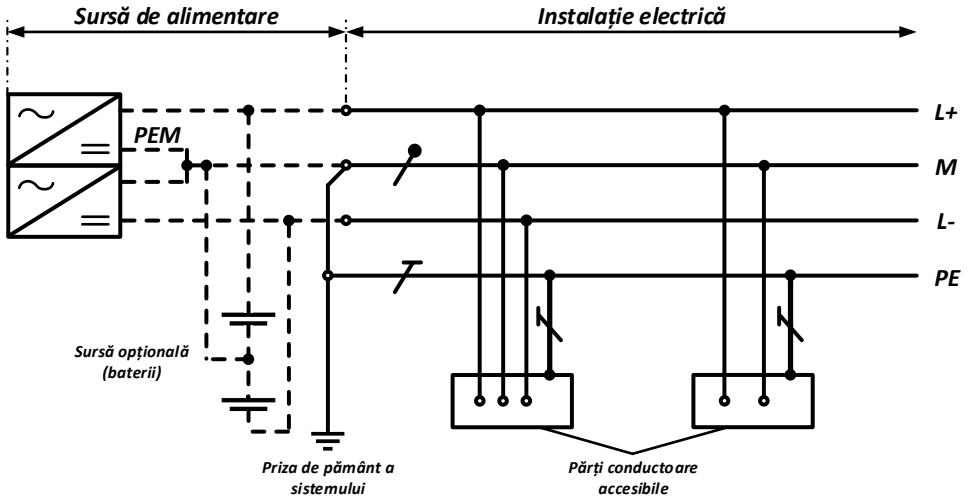


Figura 16. Schema sistemului TN-S cu conductorul de punct median M legat la pământ și separat de conductorul de protecție PE pentru întregul sistem

264. În sistemul TN-C funcțiile conductorului de linie legat la pământ, de regulă L−, şi ale conductorului de protecție PE sunt combinate într-un singur conductor PEL pentru întregul sistem, sau funcțiile conductorului de punct median M legat la pământ și ale conductorului de protecție PE sunt combinate într-un singur conductor PEM pentru întregul sistem (fig. 17 și 18).

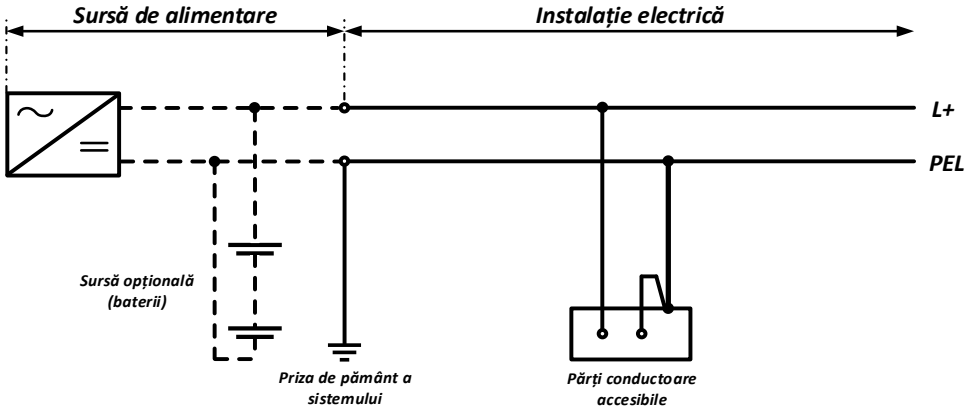


Figura 17. Schema sistemului TN-C cu funcțiile conductorului de linie L− legat la pământ și ale conductorului de protecție PE combinate într-un singur conductor PEL pentru întregul sistem

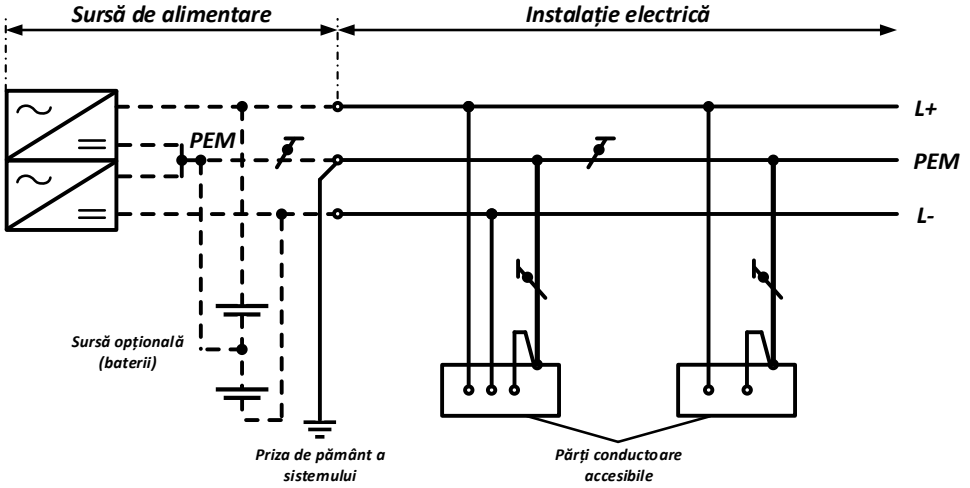


Figura 18. Schema sistemului TN-C cu funcțiile conductorului de punct median M legat la pământ și ale conductorului de protecție PE combinate într-un singur conductor PEM pentru întregul sistem

265. În sistemul TN-C-S funcțiile conductorului de linie legat la pământ, de regulă L−, şi ale conductorului de protecție PE sunt combinate într-un singur conductor PEL pentru o porțiune a sistemului, începând de la sursa de alimentare, sau funcțiile conductorului de punct median M legat la pământ și ale conductorului de protecție PE sunt combinate într-un singur conductor PEM pentru o porțiune a sistemului, începând de la sursa de alimentare (fig. 19 și 20).

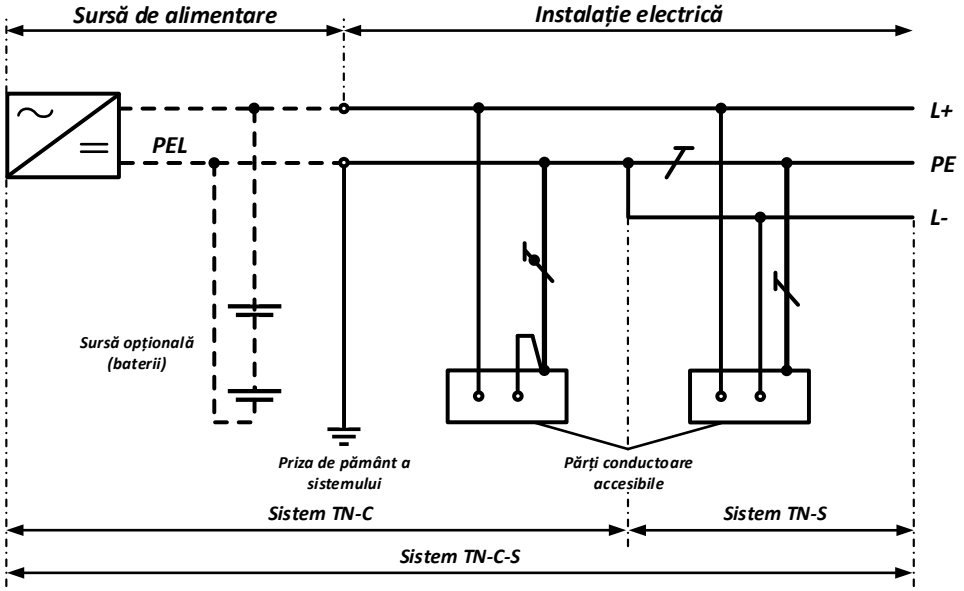


Figura 19. Schema sistemului TN-C-S cu funcțiile conductorului de linie legat la pământ L− și ale conductorului de protecție PE combinate într-un singur conductor PEL pentru o parte a sistemului, începând de la sursa de alimentare

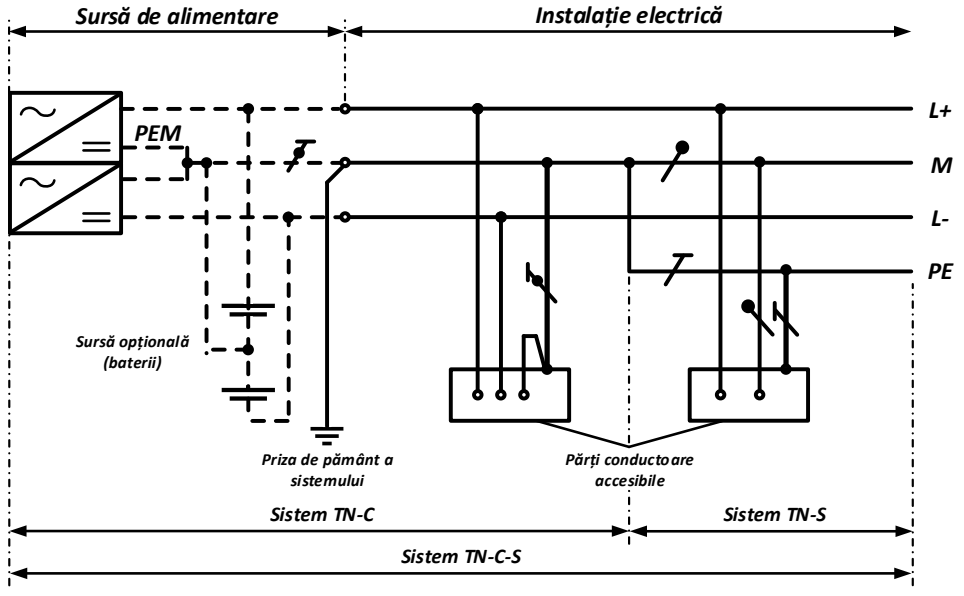


Figura 20. Schema sistemului TN-C-S cu funcțiile conductorului de punct median M legat la pământ și ale conductorului de protecție PE combinate într-un singur conductor PEM pentru o parte a sistemului, începând de la sursa de alimentare

266. În sistemul TT o parte activă a sursei de alimentare trebuie legată direct la pământ, iar părțile conductoare accesibile ale instalației electrice trebuie legate la prize de pământ independente electric de priza de pământ a sursei de alimentare (fig. 21 și 22).

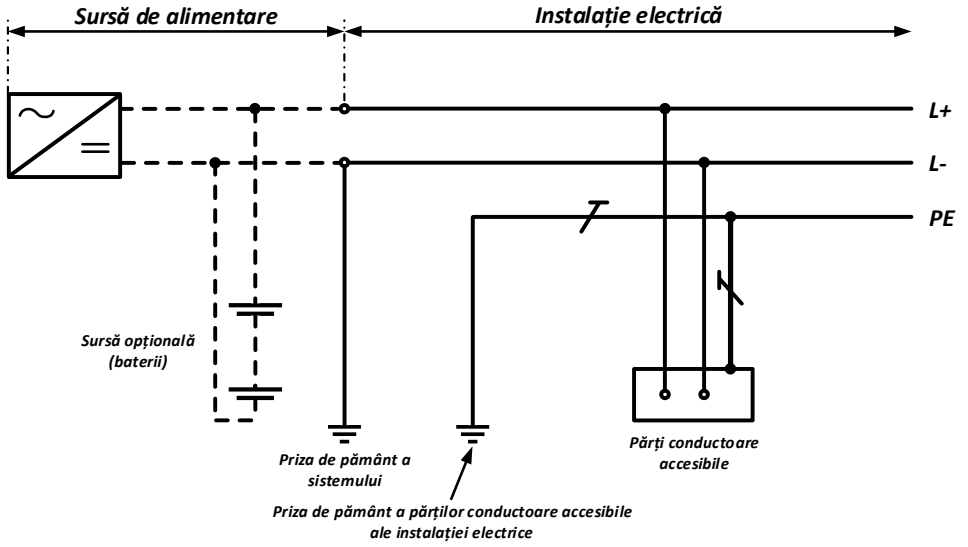


Figura 21. Schema sistemului TT cu conductorul de linie L− conectat la priza de pământ independentă electric de priza de pământ a părților conductoare accesibile ale instalației electrice

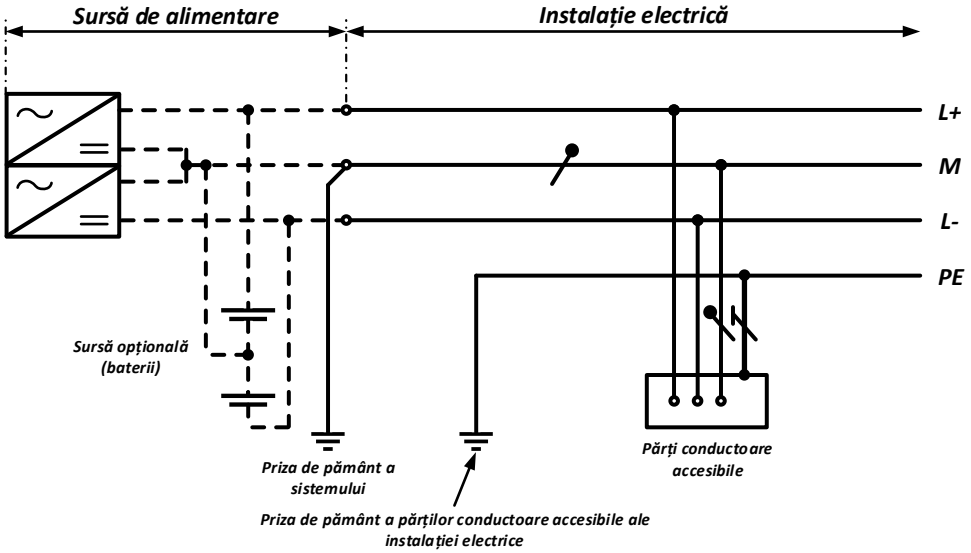


Figura 22. Schema sistemului TT cu conductorul de punct median M conectat la priza de pământ independentă electric de priza de pământ a părților conductoare accesibile ale instalației electrice

267. În sistemul IT toate părțile active ale sursei de alimentare trebuie izolate față de pământ sau o parte activă legată la pământ prin intermediul unei impedanțe de valoare mare. Părțile conductoare accesibile ale instalației electrice trebuie legate la pământ (fig. 23 și 24).

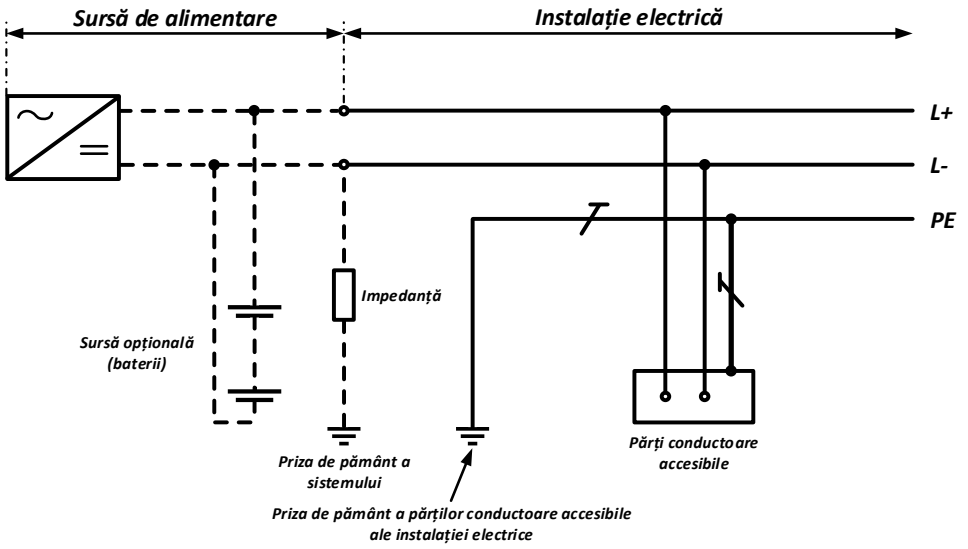


Figura 23. Schema sistemului IT cu conductorul de linie L− izolat sau legat la pământ printr-o impedanță de valoare mare. Părțile conductoare accesibile ale instalației electrice sunt legate la pământ

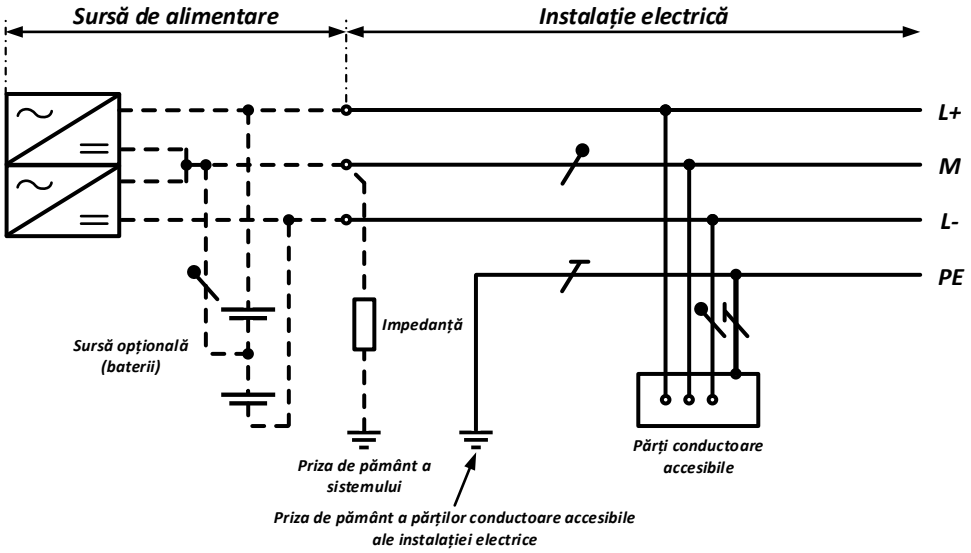


Figura 24. Schema sistemului IT cu conductorul de punct median M izolat sau legat la pământ printr-o impedanță de valoare mare. Părțile conductoare accesibile ale instalației electrice sunt legate la pământ

268. În sistemele TN-S, TN-C-S, TT și IT poate fi asigurată legarea la pământ suplimentară a conductorului de protecție PE în instalația electrică.

269. În sistemul TN-C poate fi asigurată legarea la pământ suplimentară a conductorului PEL sau PEM în instalația electrică.

CAPITOLUL II
MĂSURI DE PROTECȚIE ÎN INSTALAȚIILE ELECTRICE

Secțiunea 1
Prevederi generale

270. Regula fundamentală a protecției împotriva șocurilor electrice, în conformitate cu SM EN 61140 „Protecție împotriva șocurilor electrice. Aspecte comune în instalații şi echipamente

electrice”, prevede că părțile active periculoase nu trebuie să fie accesibile în condiții normale de funcționare. Totodată, părțile conductoare accesibile și părțile conductoare terțe nu trebuie să devină părți periculoase, nici în condiții normale de funcționare, nici în condiții de defect simplu. Această cerință se asigură prin protecția de bază și prin protecția în caz de defect.

271. În instalațiile electrice, în condiții normale de funcționare, pentru protecția împotriva șocurilor electrice trebuie utilizate, în mod separat sau combinat, următoarele măsuri de protecție de bază:

271.1. izolația de bază a părților active;

271.2. bariere și carcase de protecție;

271.3. obstacole de protecție;

271.4. amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere;

271.5. utilizarea tensiunii foarte joase (TFJP și TFJS).

272. În cazurile prevăzute de Normativ, ca măsură de protecție de bază suplimentară, în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V trebuie utilizată protecția cu DDR, cu curentul nominal diferențial rezidual de funcționare nu mai mare de 30 mA.

273. Pentru protecția împotriva defectelor cu arc electric și pentru reducerea riscului de producere a incendiului în circuitele de distribuție și terminale cu tensiunea mai mică de 1000 V, trebuie utilizată protecția împotriva defectelor cu arc electric cu dispozitive AFDD, în conformitate cu SM EN 62606 „Cerințe generale pentru dispozitive de detectare a defectelor arcului” și SM HD 60364-4-42 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 4-42: Protecție pentru asigurarea securității. Protecție împotriva efectelor termice”.

274. Pentru protecția împotriva șocurilor electrice în cazul defectării izolației, trebuie utilizate, separat sau în combinație, următoarele măsuri de protecție în caz de defect:

274.1. legarea la pământ de protecție;

274.2. întreruperea automată a alimentării;

274.3. legătura de echipotențializare;

274.4. dirijarea distribuției potențialelor;

274.5. izolația dublă sau întărită;

274.6. utilizarea tensiunii foarte joase;

274.7. separarea electrică de protecție a circuitelor;

274.8. mediu neconductor.

275. Măsurile de protecție împotriva șocurilor electrice trebuie prevăzute în instalația electrică sau o parte a acesteia. Totodată, aceste măsuri se aplică și receptoarelor electrice individuale, inclusiv cu implementare la fabricarea echipamentelor electrice și/sau în procesul amenajării instalației electrice.

276. Măsurile de protecție trebuie să fie permanente şi să nu poată deveni inactive. Acestea trebuie să fie sigure şi în cazul utilizării unui echipament mobil sau portabil.

277. Utilizarea a două sau mai multe măsuri de protecție într-o instalație electrică nu trebuie să reducă eficacitatea niciuneia dintre aceste măsuri.

278. Protecția în caz de defect trebuie realizată în toate cazurile în care, tensiunea în instalația electrică este mai mare de 50 V pentru curent alternativ sau mai mare de 120 V pentru curent continuu.

279. În încăperile cu pericol sporit de șoc electric, deosebit de periculoase și în instalațiile electrice exterioare, realizarea protecției în caz de defect poate fi necesară la valori mai mici ale tensiunii, și anume la 25 V pentru curent alternativ și la 60 V pentru curent continuu, precum și la 12 V pentru curent alternativ și 30 V pentru curent continuu în cazurile specifice stabilite în Normativ.

280. Protecția de bază nu este necesară dacă echipamentul electric este amplasat în zona sistemului de echipotențializare, iar valoarea maximă a tensiunii de lucru, în încăperile fără pericol sporit de șoc electric, nu este mai mare de 25 V pentru curent alternativ sau 60 V pentru curent continuu ori 6 V pentru curent alternativ și 15 V pentru curent continuu − în toate cazurile.

281. Tensiunea de curent alternativ prevăzută în Normativ este stabilită ca valoare medie pătratică a tensiunii de curent alternativ, iar tensiunea de curent continuu este stabilită ca tensiune de curent continuu sau redresată, cu un conținut de pulsații nu mai mare de 10% din valoarea medie pătratică.

282. Pentru legarea la pământ a instalațiilor electrice trebuie să fie prevăzute prize de pământ artificiale și naturale. Dacă la utilizarea prizelor de pământ naturale, rezistența ILP sau tensiunea de atingere are valoare admisibilă și se asigură valorile normate ale tensiunii pe ILP, precum și densitatea admisibilă de curent în prizele de pământ naturale, amenajarea prizelor de pământ artificiale în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V nu este obligatorie. Prizele de pământ naturale utilizate în calitate de elemente ale ILP nu trebuie să se deterioreze atunci când sunt parcurse de curenții de scurtcircuit sau să perturbeze funcționarea instalațiilor electrice conectate la acestea.

283. Pentru legarea la pământ a instalațiilor electrice apropiate teritorial, de destinații și tensiuni diferite, trebuie utilizată o singură ILP. ILP utilizată pentru legarea la pământ a instalațiilor electrice cu destinații și tensiuni comune sau diferite trebuie să îndeplinească toate cerințele impuse pentru legarea la pământ a acestor instalații electrice, și anume:

283.1. protecția persoanelor împotriva șocurilor electrice cauzate de deteriorarea izolației;

283.2. condițiile regimurilor de funcționare a rețelelor sau circuitelor electrice;

283.3. protecția echipamentelor electrice împotriva supratensiunilor pe toată perioada de exploatare.

284. ILP de protecție a instalațiilor electrice ale clădirilor și construcțiilor, precum și protecția la trăsnet a acestor clădiri trebuie să fie comune.

285. La realizarea unei prize de pământ separate pentru legarea la pământ funcțională, conform condițiilor de funcționare a echipamentului informațional sau a altuia similar, care este sensibil la interferențe, trebuie realizate măsuri speciale de protecție împotriva șocurilor electrice, pentru a exclude atingerea simultană a părților care se află sub o diferență de potențial periculos în cazul deteriorării izolației.

286. Pentru combinarea mai multor ILP diferite într-o ILP comună, trebuie utilizate conductoare de legare la pământ, naturale și artificiale. Numărul acestora trebuie să fie nu mai mic de două.

287. Valorile necesare ale tensiunii de atingere și rezistența ILP la parcurgerea prin acestea a curenților de punere la pământ și curenților de scurgere trebuie să fie asigurate pentru condițiile cele mai nefavorabile în orice perioadă a anului.

288. La determinarea rezistenței ILP trebuie luate în calcul prizele de pământ naturale și artificiale.

289. La determinarea rezistenței specifice a solului, în calitate de valoare de calcul, trebuie considerată valoarea sezonieră corespunzătoare celor mai nefavorabile condiții.

290. ILP trebuie să fie rezistente mecanic, termic și dinamic la acțiunea curenților de punere la pământ. Materialul și secțiunea electrozilor prizelor de pământ trebuie să asigure rezistența acestora la coroziune pe toată durata de exploatare.

291. Instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V ale clădirilor și construcțiilor, precum și instalațiile electrice exterioare, trebuie să fie alimentate de la o sursă de alimentare cu neutrul legat direct la pământ în sistemul TN. Pentru protecția împotriva șocurilor electrice în caz de defect în astfel de instalații electrice, trebuie realizată întreruperea automată a alimentării, în conformitate cu pct. 347-351.

292. Alimentarea instalațiilor electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V de curent alternativ de la o sursă cu neutrul izolat, prin utilizarea sistemului IT, trebuie realizată în cazul în care nu se admite o întrerupere a alimentării la primul defect la pământ sau la părțile conductoare accesibile legate la sistemul de echipotențializare. În astfel de instalații electrice, protecția în caz de defect la primul defect la pământ trebuie realizată prin legarea la pământ de protecție, în combinare cu controlul izolației rețelei sau circuitului sau prin utilizarea DDR cu curentul nominal diferențial

rezidual de funcționare nu mai mare de 30 mA. În cazul unui defect dublu la pământ trebuie realizată întreruperea automată a alimentării, în conformitate cu pct. 367.

293. În cazul utilizării sistemului TN, trebuie realizată legătura repetată la pământ a conductoarelor de protecție PE și a conductoarelor PEN, la intrare în instalațiile electrice ale clădirilor și construcțiilor, precum și în alte locuri disponibile.

294. În interiorul clădirilor, sistemul de echipotențializare trebuie conectat la BPLP prin intermediul conductorului de protecție.

295. Legarea la pământ repetată a instalațiilor electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, care sunt alimentate prin intermediul LEA, trebuie realizată în conformitate cu pct. 448-451.

296. Sistemul IT cu tensiunea mai mică de 1000 V, conectat la rețeaua sau circuitul electric cu tensiunea peste 1000 V prin transformator de putere, trebuie să fie protejat cu siguranțe fuzibile de străpungere împotriva pericolului care apare la deteriorarea izolației între înfășurările de înaltă și joasă tensiune ale transformatorului. Siguranța fuzibilă de străpungere trebuie instalată în neutrul sau faza fiecărui transformator de putere, pe partea de joasă tensiune.

297. În instalațiile electrice cu tensiunea peste 1000 V, cu neutrul sursei de alimentare izolat, pentru protecția împotriva șocurilor electrice trebuie realizată legarea la pământ de protecție a părților conductoare accesibile. În astfel de instalații electrice trebuie să fie prevăzută posibilitatea detectării rapide a punerilor la pământ. Protecția împotriva punerilor la pământ trebuie instalată cu acționare prin deconectare pe întreaga rețea sau circuit electric conectat, în cazuri în care acest lucru este necesar din motive de securitate.

298. În instalațiile electrice cu tensiunea peste 1000 V, cu neutrul sursei de alimentare efectiv legat la pământ, pentru protecția împotriva șocurilor electrice trebuie efectuată legarea la pământ de protecție a părților conductoare accesibile.

299. Părțile conductoare accesibile ale echipamentului electric instalat pe stâlpii LEA trebuie conectate:

299.1. la conductorul PE sau PEN, în funcție de particularitățile tipului sistemului de legare la pământ, în instalațiile electrice cu tensiune mai mică de 1000 V. În sistemul TN, dacă echipamentele instalate sunt deservite direct de la sol, trebuie suplimentar realizată dirijarea distribuției potențialelor de protecție;

299.2. la ILP în instalațiile electrice cu tensiune peste 1000 V, cu neutrul sursei de alimentare izolat, compensat și/sau legat la pământ prin rezistor;

299.3. la ILP a stâlpilor LEA în instalațiile electrice cu tensiunea peste 1000 V cu neutrul sursei de alimentare direct legat la pământ sau efectiv legat la pământ.

300. În sistemul TT, toate părțile conductoare accesibile, protejate împreună prin același dispozitiv de protecție, trebuie conectate prin conductoarele de protecție la o priză de pământ comună tuturor acestor părți. Dacă sunt utilizate mai multe dispozitive de protecție în serie, această cerință se aplică separat tuturor părților conductoare accesibile protejate prin fiecare dispozitiv.

Secțiunea 2
Măsuri de protecție de bază

Subsecțiunea 1
Izolația de bază

301. Izolația de bază a părților active trebuie să acopere aceste părți și să reziste la toate acțiunile posibile la care poate fi supusă în procesul exploatării sale. Izolația poate fi îndepărtată numai prin distrugerea acesteia.

302. Stratul de lac electroizolant nu constituie o izolație de protecție împotriva șocurilor electrice, cu excepția cazurilor specificate în mod expres în condițiile tehnice speciale pentru anumite produse.

303. La realizarea izolației în timpul amenajării, aceasta trebuie să fie încercată în conformitate cu Titlul V.

304. În cazul în care izolația de bază în instalațiile electrice este asigurată prin spațiul de aer, protecția de bază împotriva atingerilor părților active sau apropierii de acestea la o distanță periculoasă trebuie să fie realizată prin intermediul carcaselor, barierelor, obstacolelor sau prin amplasarea părților active în afara zonei de accesibilitate la atingere.

Subsecțiunea 2
Bariere de protecție și carcase

305. Barierele și carcasele de protecție în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V trebuie să aibă un grad de protecție nu mai mic de IP 2X, cu excepția cazurilor în care sunt necesare distanțe mari pentru funcționarea normală a echipamentului electric.

306. Părțile active trebuie să fie instalate în interiorul carcaselor sau în spatele barierelor de protecție, cu excepția cazurilor în care sunt necesare deschideri mai mari pentru înlocuirea unor elemente separate ale echipamentelor electrice, precum dulii sau elemente de înlocuire ale siguranțelor fuzibile.

307. Barierele și carcasele de protecție trebuie să fie fixate ferm şi să aibă suficientă stabilitate şi durabilitate pentru menținerea gradelor de protecție prescrise, precum şi pentru a asigura separarea corespunzătoare de părțile active în condiții de funcționare normală, ținând cont de influențele externe.

308. Carcasele trebuie să corespundă următoarelor condiții:

308.1. nu trebuie să fie traversate de părți conductoare care pot conduce un potențial electric;

308.2. nu trebuie să conțină mijloace de fixare din material izolant, a căror îndepărtare la montare sau întreținere, urmată de înlocuirea cu alte mijloace de fixare metalice, ar putea reduce nivelul de izolație asigurat de această carcasă;

308.3. dacă carcasa de protecție trebuie să fie traversată de elemente metalice, acestea trebuie amplasate astfel încât protecția împotriva șocului electric să nu fie compromisă.

309. Accesul după bariere sau deschiderea carcaselor trebuie să fie posibile numai cu ajutorul cheilor speciale sau instrumentelor, sau după scoaterea de sub tensiune a părților active. În cazul imposibilității respectării acestor condiții, trebuie instalate bariere intermediare cu un grad de protecție nu mai mic de IP 2X, a cărora îndepărtarea trebuie să fie posibilă numai cu ajutorul cheilor speciale sau instrumentelor. Suprafețele orizontale ale suprafețelor barierelor și carcaselor ușor accesibile trebuie să aibă un grad de protecție nu mai mic de IP 4X.

Subsecțiunea 3
Obstacole de protecție

310. Obstacolele de protecție trebuie să asigure protecția împotriva atingerii accidentale cu părțile active ale instalației electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V sau apropierii de acestea la o distanță periculoasă în instalațiile electrice cu tensiunea peste 1000 V, dar nu exclude contactul intenționat și apropierea de părțile active în cazul ocolirii obstacolelor. Obstacolele sunt destinate protejării persoanelor calificate sau instruite și nu sunt destinate protejării persoanelor obișnuite.

311. Pentru îndepărtarea obstacolelor de protecție nu este necesară utilizarea cheilor sau a instrumentelor, însă acestea trebuie să fie fixate în așa mod încât să nu poată fi îndepărtate neintenționat.

312. Obstacolele de protecție trebuie să fie fabricate din material izolant.

Subsecțiunea 4
Amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere

313. Amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere cu părțile active în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V sau apropierea de acestea la o distanță periculoasă în instalațiile electrice cu tensiunea peste 1000 V poate fi utilizată pentru protecția de bază în cazul

imposibilității îndeplinirii măsurilor stabilite în pct. 305-312 sau dacă acestea sunt insuficiente. În acest caz, distanța dintre părțile simultan accesibile, în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, trebuie să fie nu mai mică de 2,5 m.

314. În interiorul zonei de accesibilitate la atingere nu trebuie să existe părți care au potențial diferit și sunt disponibile atingerii simultane.

315. În plan vertical, zona de accesibilitate la atingere, în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, trebuie să constituie 2,5 m de la suprafața pe care se află persoanele, în conformitate cu figura 25. Dimensiunile indicate sunt prezentate fără luarea în calcul a utilizării mijloacelor auxiliare, cum ar fi instrumente, scări și/sau obiecte lungi.

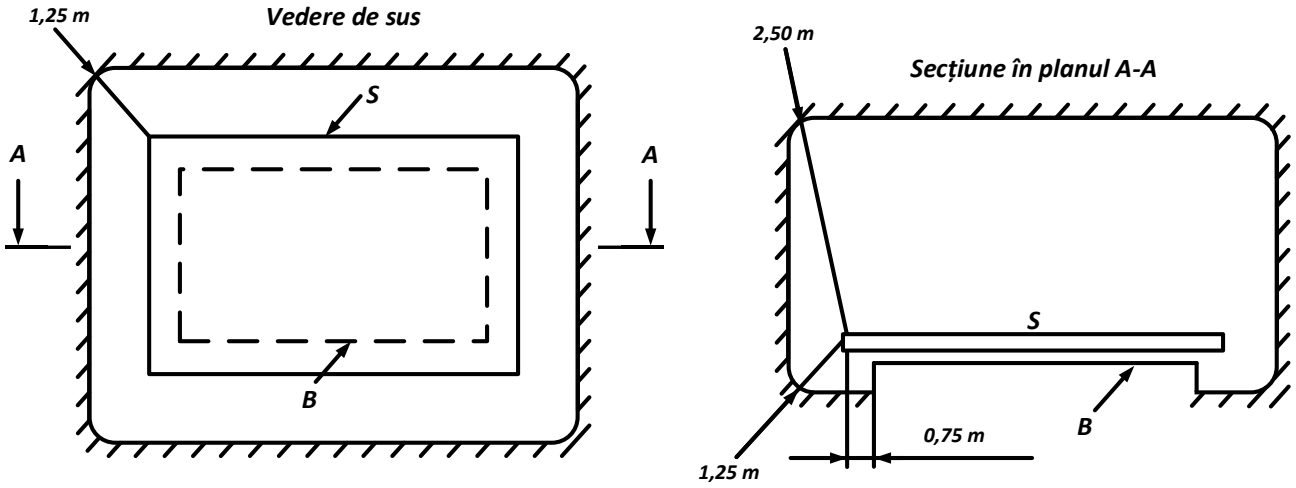


Figura 25. Zona de accesibilitate la atingere în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V:
S − suprafața pe care persoanele se pot afla; B − baza suprafeței *S*; ⁄⁄⁄⁄⁄⁄ − Limita zonei de accesibilitate la atingere a părților active cu mâna persoanei care se află pe suprafața *S*; 0,75; 1,25, 2,50 m − distanța de la limita suprafeței S până la zona de accesibilitate la atingere

316. Dacă distanța până la părțile active se reduce din cauza obiectelor care sunt transportate, utilizate sau manipulate de persoane, trebuie stabilite delimitări corespunzătoare sau distanța între părțile pe care pot apărea tensiuni periculoase trebuie mărită cu luarea în calcul a gabaritelor obiectelor de lungimi sau volum mare, care sunt transportate prin această zonă.

317. Instalarea obstacolelor de protecție și amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere este permisă numai în încăperi accesibile exclusiv pentru personal calificat.

Subsecțiunea 5
Limitarea curentului de atingere permanent și a energiei

318. Limitarea curentului de atingere permanent și a energiei este măsura de protecție prin care curenții de atingere sau energia sunt limitați la valori inofensive. Această măsură de protecție trebuie să prevină expunerea persoanelor sau a animalelor la curenți de atingere și energie, valorile cărora pot fi mai mari de valorile stabilite în SM EN 61140 „Protecția împotriva șocurilor electrice. Aspecte comune în instalațiile și echipamentele electrice”.

318.1. Pentru curentul de atingere sunt stabilite următoarele valori:

318.1.1. curentul permanent, care trece între părțile simultan accesibile, nu trebuie să depășească pragul de sensibilitate și să fie mai mare de 0,5 mA pentru curent alternativ sau de 2 mA pentru curent continuu;

318.1.2. pentru condiții anormale sau condiții de defect pot fi stabilite valori care nu depășesc pragul de durere și să nu fie mai mari de 3,5 mA pentru curent alternativ sau de 10 mA pentru curent continuu.

318.2. Pentru energia înmagazinată între părțile simultan accesibile sunt stabilite următoarele valori conform SM SR CEI/TS 60479-2 „Efectele curentului electric asupra omului şi animalelor domestice. Partea 2: Aspecte particulare”:

318.2.1. 0,5 mJ, ce corespunde pragului de durere;

318.2.2. 5 μJ, ce corespunde pragului de sensibilitate.

319. Valorile pentru alte frecvențe, pentru alte forme de curent și pentru curent alternativ cu curent continuu suprapus se calculează corect dacă sunt măsurate cu aparate multipolare pentru măsurarea curentului de atingere, conform SM EN 60990 „Metode de măsurare a curentului de contact şi a curentului din conductorul de protecție”.

320. Măsura de protecție suplimentară prevăzută în pct. 272 trebuie utilizată în cazul în care alte măsuri de protecție, stabilite în pct. 305-315, sunt insuficiente sau există probabilitatea refuzului asigurării protecției, precum și în cazul unor cerințe pentru instalații electrice speciale. Utilizarea DDR nu poate fi singura măsură de protecție de bază și nu exclude necesitatea utilizării uneia din măsurile stabilite în pct. 305-315.

321. În încăperile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V nu este necesară protecția de bază dacă sunt îndeplinite simultan următoarele condiții:

321.1. aceste încăperi sunt marcate clar, iar accesul în ele este posibil doar cu ajutorul cheii;

321.2. este asigurată posibilitatea ieșirii libere din încăpere fără cheie, chiar dacă aceasta este încuiată la cheie din exterior;

321.3. dimensiunile minime ale trecerilor de deservire trebuie să corespundă cu cerințele Titlului I.

Secțiunea 3
Măsuri de protecție de bază și protecție în caz de defect

Subsecțiunea 1
Prevederi generale

322. Protecția prin utilizarea tensiunii foarte joasă este o măsură de protecție care constă din unul dintre cele două circuite − TFJS sau TFJP. Implementarea acestei măsuri de protecție necesită:

322.1. limitarea tensiunii în circuitele TFJS sau TFJP la limita superioară a tensiunii ce nu depășește 50 V pentru curent alternativ sau 120 V pentru curent continuu în conformitate cu SM SR HD 193 S2 „Domenii de tensiuni pentru instalații electrice în construcții”;

322.2. separarea electrică de protecție a circuitelor TFJS sau TFJP de toate celelalte circuite;

322.3. utilizarea izolației de bază între circuitele TFJS sau TFJP și alte circuite TFJS sau TFJP;

322.4. utilizarea izolației de bază între circuitele TFJS şi pământ, numai pentru circuitele TFJS.

323. Utilizarea TFJS sau TFJP trebuie considerată o măsură de protecție aplicabilă în toate cazurile.

324. TFJS sau TFJP, în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, poate fi utilizată pentru protecția de bază și protecția în caz de defect în combinație cu separarea electrică de protecție a circuitelor sau în combinație cu întreruperea automată a alimentării.

Subsecțiunea 2
Cerințe pentru protecția de bază și protecția în caz de defect

325. Protecția de bază şi protecția în caz de defect se asigură dacă se îndeplinesc următoarele condiții:

325.1. tensiunea nominală limita superioară este mai mică de 50 V pentru curent alternativ sau 120 V pentru curent continuu;

325.2. alimentarea se realizează de la una dintre sursele de alimentare indicate în pct. 330 și sbp. 330.5;

325.3. sunt îndeplinite condițiile stabilite în pct. 331-343.

326. Tensiunea de curent continuu pentru circuitele tensiunii foarte joase generate de un convertor cu semiconductoare necesită un circuit intern de tensiune de curent alternativ care depășește tensiunea de curent continuu. Acest circuit intern de tensiune de curent alternativ nu este considerat un circuit cu tensiune mai mare în sensul prezentei Secțiuni. Între circuitele interne şi circuitele externe trebuie asigurată separarea electrică de protecție.

327. În circuitele de curent continuu cu baterii, tensiunea pentru încărcarea bateriei şi tensiunea în regim de mers în gol depășesc tensiunea nominală a bateriei. Acest caz nu necesită aplicarea unor măsuri de protecție suplimentare, dacă tensiunea nu este mai mare de 75 V pentru curent alternativ sau 150 V pentru curent continuu.

328. În cazul valorii tensiunii foarte joase mai mari de 25 V pentru curent alternativ sau 60 V pentru curent continuu, trebuie realizată protecția de bază prin intermediul barierelor, carcaselor sau izolației corespunzătoare unei tensiuni de încercare de 500 V pentru curent alternativ, timp de 1 minut.

329. În cazul utilizării tensiunii foarte joase în combinație cu întreruperea automată a alimentării, una dintre ieșirile sursei de tensiune foarte joasă și carcasa acesteia trebuie să fie conectate la conductorul de protecție al circuitului ce alimentează sursa.

Subsecțiunea 3
Surse pentru circuite TFJS şi TFJP

330. În calitate de surse de alimentare a circuitelor TFJS şi TFJP trebuie utilizate:

330.1. transformatoare de separare de securitate, în conformitate cu SM EN 61558 „Securitatea transformatoarelor, blocurilor de alimentare, bobinelor de reactanță şi produselor similare”, sau alte surse de tensiune foarte joasă care asigură un grad echivalent de securitate;

330.2. surse de alimentare care asigură un grad de securitate echivalent cu cel al transformatorului de separare de securitate, precum un motor-generator cu înfășurări ce asigură o separare echivalentă;

330.3. surse electrochimice de alimentare, cum sunt bateriile de acumulatoare sau alte surse de alimentare independente de circuitele electrice cu tensiune mai mare, precum un generator acționat de un motor Diesel;

330.4. dispozitive electronice pentru care au fost implementate măsuri de limitare a tensiunii la bornele de ieșire la o valoare nu mai mare decât cea stabilită în pct. 322 în cazul unui defect intern.

330.5. surse mobile de alimentare, conectate la circuite electrice de joasă tensiune, care se selectează și se montează conform cerințelor pentru protecție prin utilizarea unei izolații duble sau întărite.

Subsecțiunea 4
Prevederi pentru circuitele TFJS şi TFJP

331. Părțile active ale circuitelor TFJS și TFJP trebuie să fie separate electric de alte circuite, astfel încât să fie asigurată separarea electrică, echivalentă separării dintre înfășurările primară și secundară ale transformatorului de separare de securitate.

332. Circuitele TFJS și TFJP trebuie să includă:

332.1. izolație de bază între părțile active și alte circuite TFJS sau TFJP;

332.2. separare de protecție între părțile active ale circuitelor care nu sunt circuite TFJS sau TFJP, asigurată prin izolație dublă sau întărită, sau izolație de bază și ecrane de protecție pentru tensiunea cea mai înaltă.

333. Circuitele TFJS trebuie să aibă o izolația între părțile active și pământ echivalentă cu izolația de bază.

334. Circuitele TFJP și/sau părțile conductoare accesibile ale echipamentului alimentat prin circuite TFJP pot fi legate la pământ. Legarea la pământ a circuitelor TFJP poate fi realizată prin conectarea la pământ sau la un conductor de legare la pământ de protecție din interiorul sursei de alimentare.

335. Separarea de protecție a sistemului de pozare a circuitelor TFJS și TFJP de părțile active ale altor circuite electrice, care dispun de cel puțin izolație de bază, poate fi asigurată prin realizarea uneia din următoarele condiții:

335.1. conductoarele circuitelor TFJS și TFJP trebuie să fie închise într-o manta nemetalică sau o carcasă electroizolantă, suplimentar la izolația de bază;

335.2. conductoarele circuitelor TFJS și TFJP trebuie separate de conductoarele circuitelor electrice cu tensiunea mai mare de 50 V pentru curent alternativ sau 120 V pentru curent continuu, printr-o manta metalică legată la pământ sau printr-un ecran metalic legat la pământ;

335.3. conductoarele circuitului electric cu tensiunea mai mare de 50 V pentru curent alternativ sau 120 V pentru curent continuu pot fi incluse în cabluri multiconductoare sau alte grupări de conductoare, dacă conductoarele TFJS și TFJP sunt izolate pentru cea mai mare tensiune prezentă;

335.4. este asigurată separare fizică;

335.5. sistemul de pozare al altor circuite este cu izolație dublă sau întărită, în conformitate cu SM SR HD 60364-5-52 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 5-52: Alegerea şi montarea echipamentelor electrice. Sisteme de pozare”.

336. Prizele și fișele în circuitele TFJS și TFJP trebuie să corespundă următoarelor cerințe:

336.1. fișele nu trebuie să poată fi introduse în prize destinate altor tensiuni;

336.2. prizele nu trebuie să permită introducerea fișelor destinate altor tensiuni;

336.3. fișele și prizele în circuitele TFJS nu trebuie să aibă contacte pentru conductoarele de protecție.

337. Părțile conductoare accesibile în circuitele TFJS nu trebuie legate la pământ, la conductoarele de protecție și la părțile conductoare accesibile ale altor circuite electrice.

338. Dacă tensiunea nominală este mai mare de 25 V pentru curent alternativ sau 60 V pentru curent continuu, ori dacă echipamentul este imersat, protecția de bază pentru circuitele TFJS și TFJP trebuie asigurată prin:

338.1. izolația de bază a părților active;

338.2. bariere sau carcase.

339. Protecția de bază nu este necesară, în condiții de mediu uscat, pentru:

339.1. circuitele TFJS cu tensiunea nominală mai mică de 25 V pentru curent alternativ sau 60 V pentru curent continuu;

339.2. circuitele TFJP cu tensiunea nominală mai mică de 25 V pentru curent alternativ sau 60 V pentru curent continuu și părțile conductoare accesibile și/sau părțile active conectate prin conductor de protecție la BPLP.

340. În cazurile ce nu sunt prevăzute în pct. 339, protecția de bază nu este necesară dacă tensiunea nominală a circuitelor TFJS sau TFJP este mai mică de 12 V pentru curent alternativ sau 30 V pentru curent continuu.

341. În cazul utilizării TFJS sau TFJP în combinație cu separarea electrică de protecție a circuitelor, părțile conductoare accesibile nu trebuie conectate în mod intenționat la priza de pământ, conductoarele de protecție sau părțile conductoare accesibile ale altor circuite sau la părțile conductoare terțe, cu excepția cazului când conectarea părților conductoare terțe cu echipamentul electric este necesară, iar tensiunea pe aceste părți nu poate depăși valoarea TFJS sau TFJP.

342. TFJS sau TFJP în combinație cu separarea electrică de protecție a circuitelor trebuie utilizată în cazul în care prin intermediul TFJS sau TFJP trebuie asigurată protecția împotriva șocurilor electrice la deteriorarea izolației nu numai în circuitul TFJS sau TFJP, dar și în cazul deteriorării izolației în alte circuite, precum circuitele ce alimentează sursa.

343. În cazul în care în instalația electrică este utilizat echipament electric cu tensiunea de lucru nu mai mare de 50 V pentru curent alternativ sau 120 V pentru curent continuu, o astfel de tensiune poate fi utilizată în calitate de măsură de protecție de bază și în caz de defect, dacă sunt respectate cerințele stabilite în pct. 330-342.

Secțiunea 4
Măsuri de protecție în caz de defect

Subsecțiunea 1
Prevederi generale

344. Cerințele cu privire la protecția în caz de defect se aplică pentru:

344.1. carcasele mașinilor electrice, transformatoarelor, aparatelor și corpurilor de iluminat;

344.2. dispozitivele de acționare ale aparatelor electrice;

344.3. carcasele tablourilor și dulapurilor de distribuție, panourilor de comandă, precum și părțile detașabile sau deschizătoare, dacă pe acestea este instalat echipament electric cu tensiunea mai mare de 50 V de curent alternativ sau 120 V de curent continuu. În cazurile stabilite în Normativ, protecția în caz de defect se aplică pentru tensiunea mai mare de 25 V de curent alternativ sau 60 V de curent continuu.

344.4. construcțiile metalice ale ID, construcțiile de cabluri, manșoanele de cablu, mantalele și armatura cablurilor de control și de putere, mantalele conductoarelor, furtunurile și țevile sistemelor de pozare, mantalele și construcțiile de suport ale barelor colectoare și conductoarelor-bară, paturile de cablu, jgheaburile, funiile de oțel și benzile pe care sunt pozate cablurile și conductoarele − cu excepția funiilor de oțel și benzilor pe care sunt pozate cablurile cu manta sau armatură metalică legată la pământ, precum și alte construcții metalice pe care se instalează echipament electric;

344.5. mantalele și armaturile metalice ale cablurilor și conductoarelor de control și de putere cu tensiunea ce nu este mai mare decât valorile stabilite în pct. 278-281, pozate pe construcții metalice comune, inclusiv în țevi, jgheaburi și paturi de cablu comune, cu cabluri și conductoare la o tensiune mai mare;

344.6. carcasele metalice ale echipamentelor mobile și portabile;

344.7. echipamentul electric, instalat pe părțile mobile ale mașinilor, mașinilor-unelte și mecanismelor.

345. În cazul utilizării întreruperii automate a alimentării în calitate de măsură de protecție, părțile conductoare accesibile indicate trebuie conectate la neutrul sursei de alimentare legat direct la pământ în sistemul TN și legate la pământ în sistemele IT și TT.

346. Nu este necesară conexiunea în mod intenționat la neutrul sursei de alimentare în sistemul TN și legarea la pământ în sistemele IT și TT a următoarelor elemente:

346.1. carcasele echipamentului electric și aparatelor, instalate pe suporturi metalice: construcțiilor, ID, tablourilor și dulapurilor de distribuție, cadrelor mașinilor-unelte, mașinilor și mecanismelor, conectate la neutrul sursei de alimentare sau legate la pământ, cu asigurarea contactului electric fiabil între aceste carcase și suporturi;

346.2. construcțiile stabilite în pct. 344 și 345, dacă se asigură contactul electric fiabil dintre aceste construcții și echipamentul electric instalat pe acestea, conectat la conductorul de protecție;

346.3. părțile detașabile sau care se deschid ale carcaselor metalice ale camerelor ID, dulapurilor de distribuție și barierelor de protecție, dacă pe părțile detașabile nu sunt instalate echipamente electrice sau dacă tensiunea echipamentului instalat nu este mai mare decât valorile stabilite în pct. 278-281;

346.4. armatura izolatoarelor LEA și elementele de fixare conectate la aceasta;

346.5. părțile conductoare accesibile ale echipamentului electric cu izolație dublă;

346.6. scoabele metalice, elementele de fixare, segmentele de țeavă ale protecției mecanice a cablurilor în locurile trecerii acestora prin pereți și planșee, precum și alte piese similare ale

sistemelor de pozare, cu secțiunea mai mică de 100 cm^2, inclusiv cutiile de extindere și de derivație ale sistemelor de pozare ascunse.

Subsecțiunea 2
Întreruperea automată a alimentării

347. La realizarea întreruperii automate a alimentării în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, toate părțile conductoare accesibile trebuie conectate la neutrul sursei de alimentare legat direct la pământ, dacă este utilizat sistemul TN, și legate la pământ, dacă sunt utilizate sistemele IT și TT. Totodată, caracteristicile dispozitivelor de protecție utilizate pentru întreruperea automată a alimentării, precum și parametrii conductoarelor de protecție, trebuie corelate încât să fie asigurat timpul normat de deconectare a circuitului defectat de către dispozitivul de protecție, în conformitate cu tensiunea nominală de fază a circuitului de alimentare.

348. În instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, în care în calitate de măsură de protecție este utilizată întreruperea automată a alimentării, trebuie să fie realizat sistemul de echipotențializare de bază în conformitate cu pct. 375, iar în caz de necesitate și un sistem de echipotențializare suplimentară în conformitate cu pct. 379 și 382. Realizarea sistemelor de echipotenţializare menționate se efectuează în scopuri de securitate.

349. Pentru întreruperea automată a alimentării pot fi utilizate dispozitive de protecție care acționează la supracurenți și/sau la curent diferențial rezidual. În cazul utilizării DDR acestea pot fi alese pentru acționare la curent diferențial rezidual și la supracurenți.

350. Dispozitivele de protecție trebuie să întrerupă automat alimentarea conductorului de linie al circuitului sau al echipamentului electric în cazul unui defect cu impedanța neglijabilă între conductorul de linie și o parte conductoare accesibilă sau un conductor de protecție din circuit sau echipament în timpul maxim de întrerupere indicat în pct. 351-355.

351. În sistemul TN și TT timpul maxim de întrerupere automată a alimentării în circuitele terminale trebuie să fie nu mai mare decât valorile stabilite în tabelul 58.

Tabelul 58. Timpul maxim de întrerupere automată a alimentării pentru sistemul TN și TT

Tensiunea nominală de fază U_0, V[2)]	Timpul maxim de întrerupere[1)3)], secunde, în instalațiile electrice de			
	curent alternativ pentru sistemul		curent continuu pentru sistemul	
	TN	TT	TN	TT
$50<U_0\leq120$	0,8	0,3	-	-[1)]
$120<U_0\leq230$	0,4	0,2	5,0	0,4
$230<U_0\leq400$	0,2	0,07	0,4	0,2
$U_0>400$	0,1	0,04	0,1	0,1

[1)]Întreruperea poate fi necesară pentru alte motive decât protecția împotriva șocurilor electrice;
[2)]U_0 este tensiunea nominală de curent alternativ sau curent continuu între conductorul de linie și pământ;
[3)]Timpul maxim de întrerupere corespunde pentru o tensiune de atingere U_L=50 V.

352. Valorile timpului maxim de întrerupere automată a alimentării, stabilite în tabelul 58, se consideră suficiente pentru asigurarea securității electrice, inclusiv în circuitele terminale care alimentează echipamentele mobile și portabile, precum și sculele electrice manuale de clasa I.

353. În circuitele electrice din sistemul TN, ce alimentează tablourile de distribuție, terminale sau de etaj, timpul de întrerupere automată a alimentării trebuie să fie nu mai mare de 5 secunde.

354. În circuitele electrice din sistemul TT, ce alimentează tablourile de distribuție sau terminale, timpul de întrerupere automată a alimentării trebuie să fie nu mai mare de 1 secundă.

355. Pentru circuitele de distribuție și terminale din sistemul TN, care alimentează echipamente fixe și staționare de la tablouri de distribuție sau terminale, valorile timpului maxim de întrerupere automată a alimentării, stabilite în tabelul 58, pot fi majorate, dar nu mai mult de 5 secunde, cu îndeplinirea prevederilor stabilite în pct. 495-497 și cu condiția:

355.1. impedanța totală Z_{PE} a conductorului de protecție PE dintre BPLP și tabloul de distribuție sau terminal nu depășește valoarea:

$$Z_{PE} \leq 50 \cdot \frac{Z_{L-0}}{U_0}, \Omega$$

unde Z_{L-0} este impedanța totală a buclei de defect, Ω;

U_0 − tensiunea nominală de fază a circuitului, V;

50 − căderea de tensiune pe segmentul conductorului de protecție PE dintre BPLP și tabloul de distribuție sau terminal, V.

356. Caracteristicile dispozitivului de protecție și impedanțele circuitului în sistemul TN trebuie să îndeplinească următoarea condiție:

$$Z_{L-0} \cdot I_a \leq U_0,$$

unde Z_{L-0} este impedanța buclei de defect care include, sursa de alimentare, conductorul de linie până la punctul de defect și conductorul de protecție PE între punctul de defect și sursa de alimentare, Ω;

I_a − curentul electric care produce funcționarea automată a dispozitivului de protecție în timpul specificat în pct. 351, 353 și 355. În cazul utilizării DDR, acest curent electric este curentul diferențial rezidual de funcționare, care asigură întreruperea în timpul specificat în tabelul 58, A;

U_0 − tensiunea nominală de curent alternativ sau continuu între conductorul de linie și pământ, V.

357. DDR trebuie să asigure întreruperea automată a alimentării într-un timp a căruia valoare nu depășește valorile maxime stabilite în tabelul 58.

358. DDR poate fi instalat în circuitele terminale ale instalației electrice pentru receptoare sau echipamente electrice separate, pentru grupe de receptoare electrice, precum și la intrarea în tabloul electric.

359. Nu se permite utilizarea DDR care acționează la curent diferențial rezidual în circuitele electrice trifazate în sistemul TN-C cu patru conductoare.

360. Nu se permite utilizarea DDR în circuitele echipamentelor tehnologice, a căror deconectare poate duce la apariția situațiilor periculoase pentru personal, la deconectarea alarmelor de incendiu și poate crea pericole de securitate.

361. În cazul necesității utilizării DDR pentru protecția unor receptoare electrice separate alimentate în sistemul TN-C, conductorul de protecție PE a receptorului electric trebuie să fie conectat la conductorul PEN al circuitului de alimentare a receptorului electric până la dispozitivul de protecție.

362. În instalațiile electrice speciale cu tensiunea mai mică de 1000 V în care este utilizat sistemul TT, pentru protecția în caz de defect trebuie utilizate dispozitivele DDR. Ca alternativă, pot fi utilizate dispozitive de protecție împotriva supracurenților pentru protecția în caz de defect, doar dacă este asigurată o valoare a impedanței Z_{L-0}, în conformitate cu pct. 365.

363. În cazul utilizării DDR pentru protecția în caz de defect în sistemul TT, trebuie îndeplinite cerințele stabilite în pct. 351 și 354, precum și următoarea condiție:

$$R_a \cdot I_{\Delta n} \leq 50\ V,$$

unde R_a este suma rezistențelor ILP și a conductorului de protecție PE pentru părțile conductoare accesibile, Ω;

$I_{\Delta n}$ − curentul diferențial rezidual nominal de funcționare a DDR, A.

363.1. Protecția în caz de defect este asigurată dacă impedanța de defect nu este neglijabil de mică. În cazul în care rezistența electrică R_a nu este cunoscută poate fi înlocuită prin impedanță Z_{L-0}.

363.2. Timpul de întrerupere automată a alimentării în conformitate cu tabelul 58 se referă la curenții diferențiali reziduali de defect prezumați, semnificativ mai mari decât curentul diferențial rezidual nominal de funcționare $I_{\Delta n}$ al DDR.

364. Dacă pentru protecția în caz de defect se utilizează DDR fără protecție la supracurent integrată, circuitul trebuie protejat suplimentar printr-un dispozitiv de protecție împotriva

supracurenților în conformitate cu SM HD 60364-4-43 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 4-43: Protecție pentru asigurarea securității. Protecție împotriva supracurenților”.

365. În cazul în care este utilizat un dispozitiv de protecție împotriva supracurenților, în sistemul TT, trebuie îndeplinită următoarea condiție:

$$Z_{L-0} \cdot I_a \leq U_0,$$

unde Z_{L-0} este impedanța buclei de defect care include, sursa de alimentare, conductorul de linie până la punctul de defect, conductorul de protecție a părților conductoare accesibile, ILP a instalației electrice și ILP a sursei de alimentare, **Ω**;

I_a − curentul electric care produce funcționarea automată a dispozitivului de protecție în timpul specificat în pct. 351 și 354, A;

U_0 − tensiunea nominală de curent alternativ între conductorul de linie și pământ, V.

366. Dacă în sistemul TT întreruperea alimentării se realizează printr-un dispozitiv de protecție împotriva supracurenților, fiind asigurată o valoare a impedanței Z_{L-0} conform pct. 365 și conexiunea tuturor părților conductoare terțe în cadrul instalației electrice la sistemul de echipotențializare, pot fi utilizați timpii maximi de întrerupere aplicabili pentru sistemul TN.

367. În sistemul IT timpul maxim de întrerupere automată a alimentării în cazul unui defect dublu la părțile conductoare accesibile trebuie să fie nu mai mare decât valorile stabilite în tabelul 59.

Tabelul 59. Timpul maxim de întrerupere automată a alimentării pentru sistemul IT

Tensiunea nominală de linie U_0, V	Timpul maxim de întrerupere, secunde
230	0,8
400	0,4
690	0,2
U_0>690	0,1

368. În cazul unui defect simplu la o parte conductoare accesibilă sau la pământ, atunci când curentul de defect este mic, întreruperea automată a alimentării în conformitate cu pct. 367 nu este obligatorie dacă este îndeplinită condiția stabilită în pct. 369. Totodată, trebuie luate măsuri de înlăturare, în cel mai scurt timp posibil, a primului defect pentru a preveni posibilitatea de șoc electric la apariția celui de-al doilea defect. Pentru a reduce supratensiunile sau pentru a atenua oscilațiile de tensiune, poate fi necesară realizarea legării la pământ prin impedanțe sau prin puncte neutre artificiale.

369. Părțile conductoare accesibile trebuie legate la pământ individual, în grup sau colectiv. Pentru limitarea tensiunii de atingere în circuitele de curent alternativ trebuie îndeplinită următoarea condiție:

$$R_a \cdot I_d \leq 50\ V,$$

unde R_a este suma rezistențelor ILP și a conductorului de protecție PE a părților conductoare accesibile, **Ω**;

I_d − curentul primului defect cu impedanța neglijabilă între un conductor de linie și o parte conductoare accesibilă, A.

370. În sistemul IT pot fi utilizate următoarele dispozitive de monitorizare și protecție:

370.1. dispozitive de monitorizare a izolației;

370.2. dispozitive de monitorizare a curentului diferențial rezidual;

370.3. sisteme de localizare a defectului izolației;

370.4. dispozitive de protecție împotriva supracurenților;

370.5. DDR.

371. În cazurile când se adoptă sistemul IT din motive de continuitate a alimentării cu energie electrică, trebuie prevăzut un dispozitiv de monitorizare a izolației, pentru a identifica

apariția unui prim defect la părțile conductoare accesibile sau la pământ. Acest dispozitiv trebuie să producă un semnal acustic și/sau optic continuu, atât timp cât defectul persistă.

372. După apariția unui prim defect, condițiile pentru întreruperea automată a alimentării, în cazul apariției celui de-al doilea defect la o altă parte activă trebuie să fie următoarele:

372.1. dacă părțile conductoare accesibile sunt interconectate printr-un conductor de protecție legat colectiv la același sistem de legare la pământ, se aplică cerințele stabilite în pct. 367.

372.1.1. Dacă conductorul neutru N în circuitele de curent alternativ și conductorul de punct median M în circuitele de curent continuu nu sunt distribuite, trebuie îndeplinită următoarea condiție:

$$2I_a \cdot Z_{L-0} \leq U,$$

unde *U* este tensiunea nominală de curent alternativ sau continuu între conductoarele de linie, V;

Z_{L-0} − impedanța buclei de defect care cuprinde conductorul de linie și conductorul de protecție PE a circuitului, Ω;

I_a − curentul electric care produce funcționarea dispozitivului de protecție în timpul specificat în pct. 367 și 353, A.

372.1.2. În cazul în care conductorul neutru N sau conductorul de punct median M este distribuit, trebuie îndeplinită următoarea condiție:

$$2I_a \cdot Z'_{L-0} \leq U_0,$$

unde U_0 este tensiunea nominală de curent alternativ sau continuu între conductorul de linie și conductorul neutru N sau conductorul de punct median M, V;

Z'_{L-0} − impedanța buclei de defect care cuprinde conductorul neutru N sau conductorul de punct median M și conductorul de protecție PE al circuitului, Ω;

I_a − curentul electric care produce funcționarea dispozitivului de protecție în timpul specificat în pct. 367 și 353, A.

372.2. dacă părțile conductoare sunt legate la pământ în grup sau individual trebuie îndeplinită următoarea condiție:

$$R_a \cdot I_a \leq 50\ V,$$

unde R_a este suma rezistențelor ILP și a conductorului de protecție PE a părților conductoare accesibile, Ω;

I_a − curentul electric care produce întreruperea automată a dispozitivului de protecție în timpul stabilit în tabelul 58 sau în pct. 354.

373. Dacă timpul de întrerupere automată a alimentării nu asigură condițiile stabilite în pct. 351 și 353 pentru sistemul TN și în pct. 367 pentru sistemul IT, protecția în caz de defect pentru părți separate ale instalației electrice sau receptoare electrice individuale, poate fi realizată utilizând izolație dublă sau întărită, echipament electric de clasa II, tensiunea foarte joasă, echipament electric de clasa III, separarea electrică de protecție a circuitelor sau utilizând mediul neconductor.

Subsecțiunea 3
Sistemul de echipotențializare

374. Sistemul de echipotențializare trebuie să includă sistemul de echipotențializare de bază și, după caz, sistemul de echipotențializare suplimentară de protecție.

375. Sistemul de echipotențializare de bază, în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, trebuie să interconecteze următoarele părți conductoare (vezi figura 26):

375.1. conductorul de protecție PE sau conductorul PEN al liniei de alimentare în sistemul TN;

375.2. conductorul de legare la pământ, conectat la ILP a instalației electrice în sistemele IT și TT;

375.3. conductorul de legare la pământ, conectat la priza de pământ repetată la intrarea în clădire;

375.4. țevile metalice de comunicație care intră în clădire: de alimentare cu apă caldă și rece, canalizare, încălzire și alimentare cu gaze naturale. Dacă conducta de alimentare cu gaze naturale are o bucșă electroizolantă la intrarea în clădire, la sistemul de echipotențializare de bază se conectează numai acea parte a conductei, care se află de partea clădirii în raport cu elementul electroizolant;

375.5. părțile metalice ale carcaselor clădirilor;

375.6. părțile metalice ale sistemelor centralizate de ventilație și climatizare. În cazul prezenței sistemelor descentralizate de ventilație și climatizare, conductele de aer metalice trebuie conectate la bara PE a tablourilor de alimentare a echipamentelor de ventilație și climatizare;

375.7. ILP a instalației de protecție împotriva trăsnetului;

375.8. conductorul de legare la pământ pentru legarea la pământ funcțională, dacă este prezentă și lipsesc restricții cu privire la conectarea circuitului legării la pământ funcționale la ILP de protecție;

375.9. mantalele metalice ale cablurilor de comunicații.

376. Părțile conductoare care intră în clădire din exterior trebuie conectate la sistemul de echipotențializare de bază cât mai aproape de punctul de intrare a acestora în clădire.

377. Pentru conexiunea la sistemul de echipotențializare de bază, toate părțile indicate în pct. 375, trebuie conectate la BPLP prin intermediul conductoarelor de echipotențializare de protecție.

378. Într-o încăpere, la bara PE a tabloului de distribuție sau terminal, trebuie să fie conectate toate părțile conductoare accesibile ale instalației electrice și toate părțile conductoare terțe.

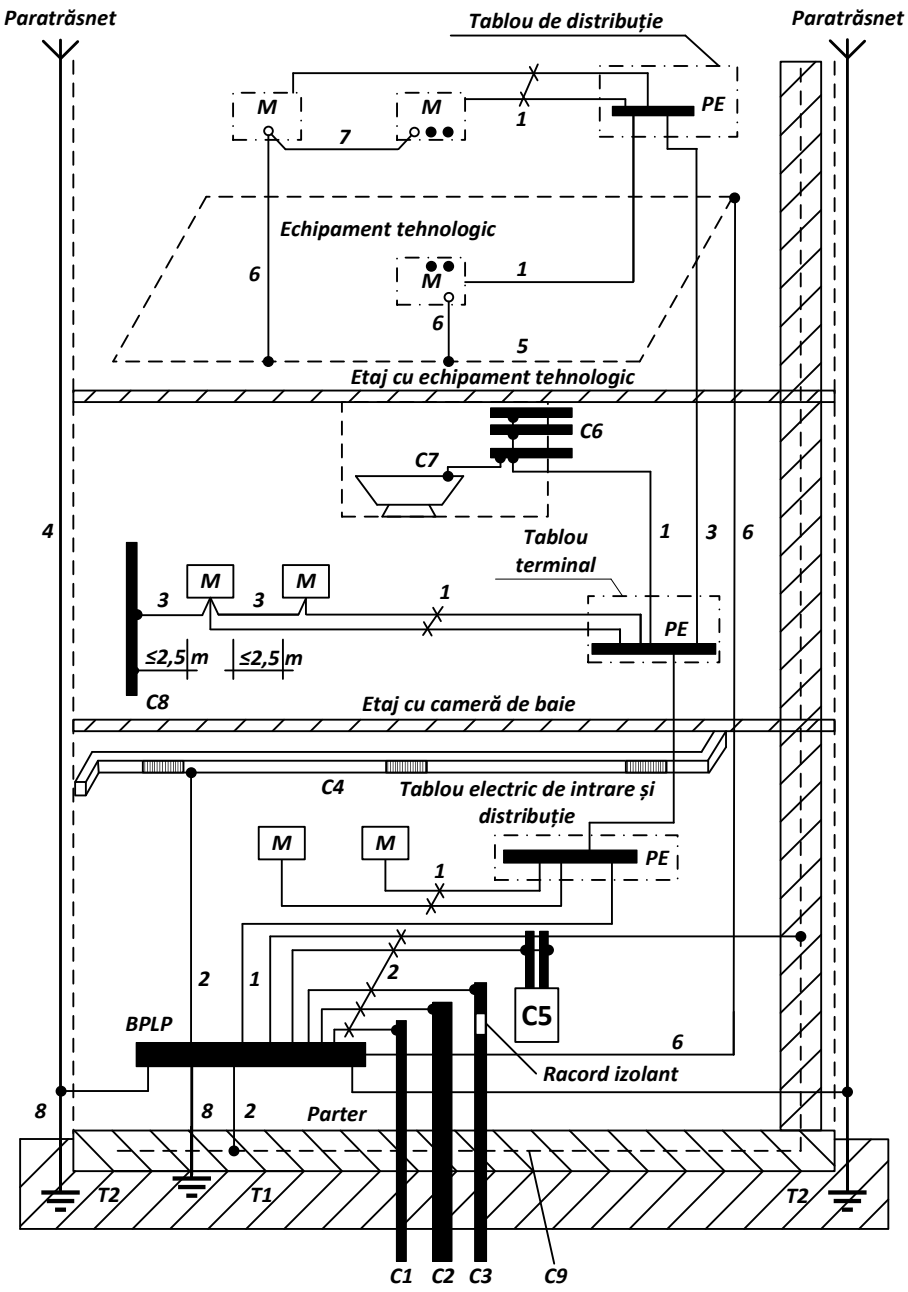


Figura 26. Sistemul de echipotențializare în clădiri:
M − părți conductoare accesibile; *C1* − conductă metalică de apă, din exterior; C2 − conductă metalică de apă uzată (canalizare), din exterior; C3 − conductă metalică de gaz natural cu racord electroizolant, din exterior; C4 − conducte de ventilație și climatizare; C5 − sistem de încălzire; C6 − conductă metalică de apă, în baie; C7 − cadă metalică; C8 − parte conductoare terță în zona de accesibilitate la atingere a părților conductoare accesibile; C9 − armatura construcțiilor de beton armat; BPLP − bara principală de legare la pământ; T1 − priză de pământ naturală; T2 − priză de pământ a instalației de protecție împotriva trăsnetului; 1 − conductor de protecție; 2 − conductor al sistemului de echipotențializare de bază; 3 − conductor al sistemului de echipotențializare suplimentară; 4 − conductor de coborâre pentru instalația de protecție împotriva trăsnetului; 5 − conturul/magistrala prizei de pământ funcționale în încăperea de echipamente; 6 − conductor de legare la pământ funcțional; 7 − conductor de echipotențializare în sistemul de legare la pământ funcțională; 8 − conductor de legare la pământ

379. Legătura de echipotenţializare suplimentară de protecţie trebuie realizată când distanța dintre părțile simultan accesibile sau părțile conductoare terțe ale instalației electrice sau ale echipamentului electric este mai mică de 2,5 m.

380. Utilizarea legăturii de echipotenţializare suplimentară de protecție nu trebuie să excludă necesitatea întreruperii alimentării din alte motive, precum protecția împotriva focului sau solicitările termice ale echipamentelor.

381. Sistemul de echipotenţializare suplimentară de protecție poate implica întreaga instalație electrică, o parte a acesteia sau oricare echipamente electrice amplasate într-o încăpere.

382. Sistemul de echipotențializare suplimentară de protecție trebuie să includă toate părțile simultan accesibile ale echipamentului fix și staționar și părțile conductoare terțe, inclusiv părțile metalice accesibile la atingere ale construcțiilor de structură ale clădirilor. La sistemul de echipotențializare trebuie conectate conductoarele de protecție ale întregului echipament electric în sistemul TN și conductoarele de legare la pământ de protecție în sistemele IT și TT, inclusiv conductoarele de protecție ale prizelor.

383. Legătura de echipotenţializare suplimentară de protecție trebuie să fie fiabilă și continuă. Eficiența legăturii de echipotenţializare de protecție suplimentară se confirmă prin îndeplinirea condiției următoare cu privire la rezistența *R* între părțile simultan accesibile şi părțile conductoare terțe:

$$R \leq \frac{50\ V}{I_a}$$, în circuite de curent alternativ;

$$R \leq \frac{120\ V}{I_a}$$, în circuite de curent continuu;

unde I_a este curentul electric de funcționare a dispozitivului de protecție, A, care este egal cu:

383.1. pentru DDR − curentul nominal diferențial rezidual de funcționare $I_{\Delta n}$;

383.2. pentru dispozitive de protecție împotriva supracurenților − curentul de funcționare la 5 secunde.

384. Pentru legătura de echipotențializare pot fi utilizate conductoare special prevăzute sau părți conductoare accesibile sau terțe, dacă acestea corespund cerințelor stabilite în pct. 489 și 490 privind conductoarele de protecție, în ceea ce privește conductivitatea şi continuitatea circuitului electric.

Subsecțiunea 4
Izolația dublă sau întărită

385. Izolația dublă sau întărită este o măsură de protecție prin care:

385.1. protecția de bază este asigurată printr-o izolație de bază, iar protecția în caz de defect, printr-o izolație suplimentară;

385.2. protecția de bază și protecția în caz de defect sunt asigurate printr-o izolație întărită între părțile active și părțile conductoare accesibile.

386. Izolația dublă sau întărită trebuie să prevină apariția tensiunilor periculoase la părțile accesibile ale echipamentului electric în urma defectării izolației de bază.

387. Protecția prin intermediul izolației duble sau întărite poate fi asigurată prin utilizarea echipamentelor electrice de clasa II sau prin încorporarea echipamentului electric, care are doar izolația de bază a părților active, într-o manta izolantă.

388. Părțile conductoare ale echipamentului electric cu izolație dublă nu trebuie să fie conectate la conductorul de protecție și la sistemul de echipotențializare.

Subsecțiunea 5
Separarea electrică de protecție a circuitelor

389. Separarea electrică a circuitelor este o măsură de protecție prin care:

389.1. protecția de bază este asigurată prin izolația de bază a părților active sau prin bariere sau carcase de protecție;

389.2. protecția în caz de defect este asigurată prin separarea simplă a circuitului de alte circuite sau în raport cu pământul.

390. Separarea electrică de protecție a circuitelor trebuie utilizată pentru un singur circuit.

391. Tensiunea maximă de funcționare a circuitului separat trebuie să fie nu mai mare de 500 V.

392. Alimentarea circuitului separat trebuie realizată de la transformatorul de separare în conformitate cu SM EN 61558 „Securitatea transformatoarelor, blocurilor de alimentare, bobinelor de reactanță şi produselor similare” sau de la altă sursă care asigură cel puțin separarea simplă și un grad echivalent de securitate.

393. Părțile conductoare accesibile ale circuitelor de separare nu trebuie conectate la nici una din părțile conductoarele accesibile ale altui circuit, la conductorul de protecție sau la pământ.

394. Părțile active ale circuitului, alimentate de la transformatorul de separare nu trebuie să aibă conexiuni cu părțile legate la pământ și cu conductoarele de protecție ale altor circuite.

395. Conductoarele circuitelor care se alimentează de la transformatoare de separare trebuie să fie amenajate separat de alte circuite. Dacă această soluție nu poate fi realizată, atunci pentru astfel de circuite trebuie utilizate cabluri fără manta metalică, armatură, ecran ori conductoare izolate, pozate în țevi izolante, jgheaburi sau canale de cablu, cu condiția că tensiunea nominală a acestor cabluri și conductoare corespunde celei mai mari tensiuni a circuitelor pozate în comun, iar fiecare circuit este protejat împotriva supracurenților.

396. Dacă de la transformatorul de separare se alimentează un singur receptor electric, atunci părțile conductoare accesibile ale acestuia nu trebuie conectate la conductorul de protecție sau la părțile conductoare accesibile ale altor circuite.

397. Se permite alimentarea mai multor receptoare electrice de la un singur transformator de separare, cu îndeplinirea concomitentă a următoarelor condiții:

397.1. părțile conductoare accesibile ale circuitului separat nu trebuie să aibă legătură electrică cu carcasa metalică a sursei de alimentare;

397.2. părțile conductoare accesibile ale circuitului separat trebuie să fie interconectate cu conductoare izolate ale sistemului de echipotențializare local, neconectat la pământ și care nu are conexiuni cu conductoarele de protecție și părțile conductoare accesibile ale altor circuite;

397.3. toate prizele trebuie să aibă contact de protecție conectat la sistemul de echipotențializare local, care nu este legat la pământ;

397.4. toate cablurile flexibile, cu excepția celor care alimentează echipamente de clasa II de protecție, trebuie să aibă conductor de protecție utilizat în calitate de conductor de echipotențializare;

397.5. timpul de deconectare a dispozitivului de protecție, în cazul unui defect dublu la părțile conductoare accesibile, trebuie să fie nu mai mare decât valorile stabilite în tabelul 59.

Subsecțiunea 6
Mediu neconductor

398. Mediul neconductor poate fi utilizat în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, în cazul în care cerințele cu privire la întreruperea automată a alimentării nu pot fi îndeplinite, iar utilizarea altor măsuri de protecție este imposibilă sau nu este rațională.

399. Rezistența mediului neconductor, în orice punct, în raport cu pământul local, trebuie să fie nu mai mică de:

399.1. 50 kΩ pentru tensiunea nominală a instalației electrice mai mică de 500 V, măsurată cu megohmmetrul la tensiunea de 500 V;

399.2. 100 kΩ pentru tensiunea nominală a instalației electrice mai mare de 500 V, măsurată cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V.

400. Dacă în orice punct rezistența este mai mică decât valorile specificate, podeaua şi pereții se consideră părți conductoare terțe din punct de vedere al protecției împotriva șocurilor electrice.

401. Pentru mediul neconductor se permite utilizarea echipamentului electric de clasa 0, cu respectarea cel puțin a uneia dintre următoarele condiții:

401.1. părțile conductoare accesibile sunt îndepărtate una de alta și de părțile conductoare terțe la o distanță nu mai mică de 2,5 m. Se permite micșorarea acestei distanțe, în afara zonei de accesibilitate la atingere, până la 1,25 m;

401.2. părțile conductoare accesibile sunt separate de părțile conductoare terțe cu obstacole din material izolant. Totodată, pe o parte a obstacolelor se asigură distanțe nu mai mici decât cele stabilite în sbp. 401.1. Se interzice legarea la pământ sau la părțile conductoare accesibile a obstacolelor;

401.3. părțile conductoare terțe sunt acoperite cu izolație care rezistă la tensiunea de încercare nu mai mică de 2000 V, timp de 1 minut. În regim normal de funcționare, curentul de scurgere trebuie să fie nu mai mare de 1 mA.

402. În zone cu mediu neconductor nu trebuie prevăzute conductoare de protecție. Totodată, trebuie să fie prevăzute măsuri pentru prevenirea pătrunderii potențialului din exterior către părțile conductoare terțe ale acestor zone. Podeaua și pereții acestor zone nu trebuie să fie supuși acțiunii umidității.

Subsecțiunea 7
Corelarea echipamentelor electrice și a măsurilor de protecție în instalațiile electrice

403. În cazul realizării măsurilor de protecție în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, clasele echipamentului electric utilizat, în funcție de modul de protecție a persoanelor împotriva șocurilor electrice, trebuie să fie în conformitate cu SM EN 61140 „Protecție împotriva șocurilor electrice. Aspecte comune în instalații şi echipamente electrice” și SM SR EN 50274 „Ansambluri de aparataj de joasă tensiune. Protecția împotriva șocurilor electrice. Protecția împotriva contactului direct involuntar cu părți active periculoase”, precum și în conformitate cu tabelul 60.

Tabelul 60. Utilizarea echipamentului electric în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V

Clasa de protecție a echipamentului electric în conformitate cu SM EN 61140	Marcarea pe echipamentul electric sau conform instrucțiunii	Simbolul	Condițiile de conectare a echipamentului electric la instalația electrică
Clasa I	Marcarea clemei de echipotențializare de protecție cu simbolul grafic IEC 60417-5019:2006-08 sau literele „PE”, sau cu combinația de culori verde-galben.		Conectarea acestei cleme la sistemul de echipotențializare de protecție a instalației electrice.
Clasa II	Marcare cu simbolul grafic IEC 60417-5172:2003-02 (pătrat dublu).		Fără luarea în calcul a măsurilor de protecție utilizate în instalația electrică.
Clasa III	Marcare cu simbolul grafic IEC 60417-5180:2003-02 (cifra romană III într-un romb).		Conectarea numai la circuitele TFJS și TFJP.

404. Echipamentul electric de clasa 0 (fără marcare) este echipamentul la care izolația de bază este utilizată în calitate de măsură de protecție de bază, iar protecția în caz de defect nu este prevăzută.

404.1. Toate părțile conductoare care nu sunt separate de părțile active prin intermediul cel puțin a izolației de bază trebuie considerate ca fiind părți periculoase aflate sub tensiune.

404.2. Clasa 0 trebuie utilizată numai pentru echipamente electrice destinate conectării prin intermediul unui șnur și al unei fișe la circuitele electrice care funcționează la o tensiune nu mai mare de 150 V în raport cu pământul.

405. Echipamente electrice de clasa I sunt echipamente la care cel puțin o măsură de protecție este utilizată pentru protecția de bază, iar legătura de echipotenţializare este utilizată ca măsură de protecție în caz de defect.

405.1. Toate părțile conductoare care nu sunt separate de părțile active periculoase prin intermediul cel puțin a izolației de bază trebuie considerate ca fiind părți active periculoase. Această cerință se aplică și părților conductoare care sunt separate prin intermediul izolației de bază, dar sunt conectate la părțile active periculoase prin componente care nu sunt proiectate pentru tensiunile specificate pentru izolația de bază.

405.2. Părțile conductoare accesibile ale echipamentului electric trebuie să fie conectate la clema destinată conductorului de protecție.

405.3. Părțile conductoare care pot fi atinse nu reprezintă părți conductoare deschise dacă sunt separate de părțile active periculoase prin intermediul unei separări electrice de protecție.

405.4. Mijloacele de conexiune, cu excepția conexiunilor cu fișă și priză, trebuie să fie marcate clar prin simbolul grafic IEC 60417-5019:2006-08 sau prin combinația bicoloră de verde și galben, sau să aibă notația alfanumerică „PE”, în conformitate cu SM EN IEC 60445 „Principii fundamentale şi de securitate pentru interfața om-mașină, marcare şi identificare. Identificarea bornelor echipamentelor, a extremităților conductoarelor şi a conductoarelor”. Notațiile nu trebuie plasate pe buloane, piulițe sau alte părți care pot fi îndepărtate la conectarea conductoarelor.

405.5. Pentru echipamentele electrice, inclusiv cele fixe, conectate prin intermediul unui cablu flexibil, trebuie prevăzute astfel de măsuri de securitate încât, în cazul ieșirii din funcțiune a mecanismului de fixare, conductorul de protecție din cablul flexibil să fie întrerupt ultimul.

406. Echipamentele electrice de clasa II cuprind echipamente la care protecția de bază și protecția în caz de defect se asigură prin intermediul izolației duble sau întărite.

406.1. Părțile conductoare accesibile și suprafețele accesibile ale părților din material izolant trebuie să fie separate de părțile active periculoase prin intermediul izolației duble sau întărite, sau să aibă dispozitive constructive care asigură o protecție echivalentă.

406.2. Pentru echipamentul electric care face parte dintr-o instalație electrică fixă, cerința prevăzută în sbp. 406.1 trebuie îndeplinită în cazul în care echipamentul electric este instalat corespunzător. Aceasta înseamnă că, la necesitate, izolația de bază, suplimentară sau întărită și impedanța de protecție trebuie să fie asigurate fie de către uzina producătoare, fie în timpul instalării echipamentului electric, după cum este specificat în instrucțiunile uzinei producătoare.

406.3. Toate părțile conductoare care sunt separate de părțile active periculoase, numai prin intermediul izolației de bază sau elementelor constructive care asigură o protecție echivalentă, trebuie separate de suprafața accesibilă prin intermediul izolației suplimentare sau a elementelor constructive care asigură o protecție echivalentă.

406.4. Toate părțile conductoare care nu sunt separate de părțile active periculoase prin intermediul cel puțin a izolației de bază, trebuie considerate ca fiind părți active periculoase.

406.5. Carcasa nu trebuie să conțină buloane sau alte mijloace de fixare din material izolant în cazul în care acestea trebuie demontate sau pot fi demontate în timpul instalării sau mentenanței și dacă înlocuirea acestora cu buloane metalice sau cu alte mijloace de fixare ar putea înrăutăți izolația necesară.

406.6. Izolația echipamentelor electrice de clasa II trebuie să fie în conformitate cu SM EN IEC 60664-1 „Coordonarea izolației echipamentelor din rețelele de alimentare de joasă tensiune. Partea 1: Principii, prescripții şi încercări”.

406.7. Echipamentele electrice de clasa II trebuie marcate cu simbolul grafic IEC 60417-5172:2003-02, aplicat adiacent cu informația despre sursa de alimentare, de regulă pe plăcuța cu datele tehnice, în așa mod încât să fie clar că simbolul face parte din informațiile tehnice și nu poate fi confundat în niciun caz cu numele producătorului sau cu alte marcaje de identificare.

406.8. Dacă echipamentul electric de clasa II are o clemă de legare la pământ funcțională, această clemă trebuie marcată prin simbolul grafic IEC 60417-5018:2011-07.

407. Echipamentul electric de clasa III este echipamentul la care limitarea tensiunii până la valorile tensiunii foarte joase este utilizată în calitate de măsură de protecție de bază, iar măsuri de protecție în caz de defect nu sunt prevăzute.

407.1. Echipamentul electric trebuie să fie conceput pentru o tensiune nominală maximă nu mai mare de 50 V pentru curent alternativ sau 120 V pentru curent continuu (fără pulsații).

407.2. În conformitate cu SM HD 60364-4-41 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 4-41:Măsuri de protecție pentru asigurarea securității. Protecția împotriva șocurilor electrice”, conectarea echipamentului electric de clasa III se permite numai la circuitele TFJP și TFJS.

407.3. În cazul unei defect simplu în echipamentul electric, tensiunea de atingere permanentă care poate apărea sau poate fi generată trebuie să fie nu mai mare decât valorile stabilite în sbp. 407.1.

407.4. Echipamentul electric de clasa III nu trebuie asigurat cu mijloace de conexiune pentru conductorul de protecție. Totuși, echipamentul electric poate fi prevăzut cu mijloace de legare la pământ în scopuri funcționale (diferite de cele de protecție), în cazul când această condiție este stabilită de cerințele uzinei producătoare.

407.5. Se interzice de prevăzut pentru echipamentul electric de clasa III mijloace pentru conectarea la pământ a părților active.

407.6. Echipamentul electric de clasa III trebuie marcat cu simbolul grafic IEC 60417-5180:2003-02. Această cerință nu se aplică dacă mijloacele de conexiune la sursa de alimentare sunt concepute încât să asigure conexiunea exclusivă la o sursă de alimentare special concepută pentru circuitele TFJP și TFJS.

CAPITOLUL III
INSTALAȚII DE LEGARE LA PĂMÂNT ALE INSTALAȚIILOR ELECTRICE

Secțiunea 1
Instalații de legare la pământ ale instalațiilor electrice cu tensiunea peste 1000 V cu neutrul sursei de alimentare efectiv legat la pământ

408. ILP ale instalațiilor electrice cu tensiunea peste 1000 V, cu neutrul sursei de alimentare efectiv legat la pământ, trebuie realizate cu respectarea cerințelor cu privire la rezistența acestora în conformitate cu pct. 410-415 sau la tensiunea de atingere în conformitate cu pct. 416-419. Totodată, ILP trebuie realizate cu respectarea cerințelor cu privire la caracteristicile constructive în conformitate cu pct. 420-426, precum și cu privire la limitarea tensiunii pe ILP în conformitate cu pct. 409. Cerințele stabilite în pct. 409-426 nu se aplică la ILP ale stâlpilor LEA.

409. Tensiunea pe ILP, la trecerea prin aceasta a curentului de punere la pământ, trebuie să fie nu mai mare de 10 kV. Tensiunea mai mare de 10 kV se permite pe ILP pe care este exclus transferul potențialelor în afara clădirilor și îngrădirilor exterioare ale instalațiilor electrice. Pentru tensiunea mai mare de 5 kV pe ILP, trebuie prevăzute măsuri pentru protecția izolației cablurilor de ieșire de comunicație și telemecanică și pentru a preveni transferul potențialelor periculoase în afara instalației electrice.

410. ILP, care se realizează cu respectarea cerințelor privind rezistența sa, trebuie să aibă, în orice perioadă a anului, rezistența nu mai mare de 0,5 Ω, cu luarea în calcul a rezistenței prizelor de pământ naturale și artificiale.

411. În scopul dirijării distribuției potențialelor electrice și asigurării conexiunii echipamentului electric la priza de pământ pe teritoriul ocupat de echipament, trebuie amenajați electrozi de pământ longitudinali și transversali și interconectați într-o grilă de legare la pământ.

412. Electrozii de pământ longitudinali trebuie să fie pozați de-a lungul axelor echipamentului electric din partea de deservire, la adâncimea de 0,5-0,7 m de la suprafața solului și la distanța de 0,8-1 m de la fundații sau baza echipamentului. Se permite majorarea distanței de la fundații sau bazele echipamentului până la 1,5 m, cu pozarea unei singure prize de pământ pentru două rânduri de echipament, dacă părțile de deservire sunt față în față, iar distanța dintre bazele sau fundațiile a două rânduri nu este mai mare de 3 m.

413. Electrozii de pământ transversali trebuie pozați în locuri comode între echipamentele electrice, la o adâncime de 0,5-0,7 m de la suprafața solului. Distanța dintre electrozii de pământ poate crește de la periferie spre centrul grilei de legare la pământ. În acest caz, prima și următoarea distanță, începând de la periferie, nu trebuie să fie mai mari de 4,0; 5,0; 6,0; 7,5; 9,0; 11,0; 13,5; 16,0 și 20,0 m. Dimensiunile celulelor grilei de legare la pământ, adiacente locurilor de conexiune a neutrelor transformatoarelor de putere și scurtcircuitoarelor la ILP, trebuie să fie nu mai mari de 6x6 m.

414. Electrozii de pământ orizontali trebuie pozați pe perimetrul zonei ocupate de ILP, astfel încât aceștia, în comun, să formeze un contur închis.

415. Dacă conturul ILP este situat în limita îngrădirii exterioare a instalației electrice, atunci, la intrările și la căile de acces pe teritoriul acesteia, trebuie efectuată dirijarea distribuției potențialelor prin instalarea a doi electrozi de pământ verticali, conectați la electrodul de pământ orizontal exterior, vizavi de intrări și căile de acces. Electrozii de pământ verticali trebuie să fie de 3-5 m lungime, iar distanța între aceștia trebuie să fie egală cu lățimea intrării sau căii de acces.

416. ILP care se realizează în conformitate cu cerințele prevăzute în raport cu tensiunea de atingere, trebuie să asigure, în orice perioadă a anului, la trecerea prin aceasta a curentului de punere la pământ, valori ale tensiunii de atingere ce nu depășesc valorile normate stabilite în SM SR CEI/TS 60479-1 „Efectele curentului electric asupra omului şi animalelor domestice. Partea 1: Aspecte generale”, SM SR CEI/TS 60479-2 „Efectele curentului electric asupra omului şi animalelor domestice. Partea 2: Aspecte particulare” și SM SR CEI/TR 60479-5 „Efectele curentului electric asupra omului şi animalelor domestice. Partea 5: Valorile pragurilor de tensiune de atingere pentru efecte fiziologice”. Rezistența ILP, în acest caz, se determină conform tensiunii admisibile pe ILP și a curentului de punere la pământ.

417. La determinarea valorii tensiunii admisibile de atingere, în calitate de timp de calcul al acționării, trebuie considerată suma timpului de acționare a protecției și a timpului total de deconectare a dispozitivului de protecție. La determinarea valorilor admisibile ale tensiunii de atingere la locurile de muncă, unde, la efectuarea comutațiilor operative, pot apărea scurtcircuite pe construcțiile accesibile atingerii personalului ce efectuează aceste comutații, trebuie considerat timpul de acționare a protecției de rezervă, iar pentru restul teritoriului, timpul de acționare a protecției de bază. Locul de muncă trebuie înțeles ca loc de deservire operativă a aparatelor electrice.

418. Locul de amplasare a electrozilor de pământ orizontali longitudinali și transversali trebuie determinat în funcție de cerințele pentru limitarea tensiunilor de atingere la valori normate și de comoditatea conexiunii echipamentului legat la pământ. Distanța dintre electrozii de pământ orizontali artificiali, longitudinali și transversali, trebuie să fie nu mai mare de 30 m, iar adâncimea pozării acestora în sol trebuie să fie nu mai mică de 0,3 m. În cazuri speciale, pentru micșorarea tensiunii de atingere la locurile de muncă, poate fi realizată adăugarea pietrișului într-un strat de 0,1-0,2 m grosime.

419. În cazul combinării ILP cu tensiuni diferite într-o singură ILP comună, tensiunea de atingere trebuie să fie determinată în funcție de cel mai mare curent de scurtcircuit la pământ al IDD care se combină.

420. La realizarea ILP, cu respectarea cerințelor înaintate la rezistența acesteia sau la tensiunea de atingere, suplimentar cerințelor stabilite în pct. 410-419, trebuie îndeplinite următoarele cerințe:

420.1. conductoarele de legare la pământ, care conectează echipamentul sau construcțiile la priza de pământ, trebuie pozate în sol la adâncimea nu mai mică de 0,3 m;

420.2. electrozii de pământ orizontali longitudinali și transversali, trebuie pozați în patru direcții, în apropiere de locurile de amplasare a neutrelor legate la pământ ale transformatoarelor de putere și scurtcircuitoarelor.

421. La ieșirea ILP în afara îngrădirii instalației electrice, electrozii de pământ orizontali care sunt în afara teritoriului instalației electrice trebuie pozați la o adâncime nu mai mică de 1 m. Conturul exterior al ILP, în acest caz, trebuie realizat în formă de poligon cu colțuri obtuze sau rotunjite.

422. Îngrădirea exterioară a instalației electrice se admite să nu fie conectată la ILP.

423. Dacă de la instalația electrică pleacă LEA cu tensiunea mai mare de 110 kV, atunci îngrădirea trebuie legată la pământ prin intermediul electrozilor de pământ verticali cu lungimea cuprinsă între 2-3 m, instalați la stâlpii îngrădirii pe tot perimetrul acesteia, la o distanță cuprinsă între 20-50 m. Instalarea unor astfel de electrozi de pământ nu este necesară pentru îngrădirea cu stâlpi metalici și cu stâlpi din beton armat a căror armatură este conectată electric cu segmentele metalice ale îngrădirii.

424. Pentru a exclude legătura electrică dintre îngrădirea exterioară și ILP, distanța de la îngrădire până la elementele ILP, amplasate de-a lungul acesteia, de partea interioară, exterioară sau din ambele părți, trebuie să fie nu mai mică de 2 m. Electrozii de pământ orizontali, țevile și cablurile cu manta sau armatură metalică, precum și alte rețele edilitare metalice care se extind în afara îngrădirii, trebuie să fie amplasate la mijloc între stâlpii îngrădirii, la adâncimea nu mai mică de 0,5 m. În locurile în care îngrădirea exterioară este conexă cu clădiri și construcții, precum și în locurile în care îngrădirea metalică interioară este conexă cu îngrădirea exterioară, trebuie realizate inserții de cărămidă sau lemn cu lungimea nu mai mică de 1 m.

425. Alimentarea receptoarelor electrice instalate pe îngrădirea exterioară trebuie realizată de la transformatoare de separare. Aceste transformatoare nu trebuie să fie instalate pe îngrădiri. Linia care conectează înfășurarea secundară a transformatorului de separare cu echipamentul electric, pozat pe îngrădire, trebuie să fie izolată de pământ la valoarea de calcul a tensiunii pe ILP.

426. Dacă cel puțin una dintre măsurile stabilite în pct. 422-425 nu poate fi realizată, atunci părțile metalice ale îngrădirii trebuie conectate la ILP și realizată dirijarea distribuției potențialelor astfel încât tensiunea de atingere din partea exterioară și interioară a îngrădirii să fie nu mai mare decât valorile admisibile. La realizarea ILP, conform rezistenței admisibile, trebuie să fie pozat un electrod de pământ orizontal pe partea exterioară a îngrădirii, la o distanță de 1 m de la aceasta și la o adâncime de 1 m. Acest electrod de pământ trebuie conectat la ILP în cel puțin patru puncte.

427. Dacă ILP a instalației electrice cu tensiunea peste 1000 V, cu neutrul sursei de alimentare efectiv legat la pământ, este conectată cu ILP a altei instalații electrice prin intermediul cablului cu manta sau armatură metalică sau altor conexiuni metalice, atunci, pentru dirijarea distribuției potențialelor în jurul celeilalte instalații electrice specificate sau a clădirii în care se află, trebuie îndeplinită una dintre următoarele condiții:

427.1. pozarea prizei de pământ în sol la o adâncime de 1 m și la o distanță de 1 m de la fundația clădirii sau de la perimetrul teritoriului ocupat de echipament, precum și conectarea cu sistemul de echipotențializare a acestei clădiri sau acestui teritoriu, iar la intrările și căile de acces în clădire − pozarea conductoarelor la o distanță de 1 și 2 m de la priza de pământ și la adâncimea de 1 și 1,5 m corespunzător, precum și conexiunea acestor conductoare cu priza de pământ;

427.2. utilizarea fundațiilor din beton armat în calitate de prize de pământ, în conformitate cu pct. 460, dacă se asigură un nivel admisibil de dirijare a distribuției potențialelor. Asigurarea condițiilor dirijării distribuției potențialelor prin intermediul fundațiilor din beton armat utilizate în calitate de prize de pământ, se realizează în conformitate cu SM SR EN 61230 „Lucrări sub

tensiune. Dispozitive portabile de legare la pământ sau de legare la pământ și în scurtcircuit” și SM SR EN 61138 „Cabluri pentru echipamente portabile de legare la pământ și în scurtcircuit”.

428. Nu este necesară realizarea condițiilor stabilite în sbp. 427.1 și 427.2, dacă în jurul clădirilor există trotuare din asfalt, inclusiv la intrările și căile de acces. Dacă la una din intrări sau căi de acces trotuarul lipsește, la această intrare sau cale de acces trebuie să fie realizată dirijarea distribuției potențialelor prin pozarea a două conductoare după cum este stabilit în sbp. 427.1 sau respectată condiția din sbp. 427.2. Totodată, în toate cazurile trebuie îndeplinite cerințele stabilite în pct. 429.

429. Pentru a evita transferul potențialului, nu se permite alimentarea receptoarelor electrice situate în afara conturului ILP a instalației electrice cu tensiunea peste 1000 V, cu neutrul sursei de alimentare efectiv legat la pământ, de la înfășurările cu tensiunea mai mică de 1000 V ale transformatoarelor cu neutrul legat la pământ care se află în limita conturului ILP a instalației electrice cu tensiunea peste 1000 V.

430. Alimentarea receptoarelor electrice care se găsesc în afara conturului ILP a instalației electrice cu tensiunea mai mare de 1000 V, cu neutrul sursei de alimentare efectiv legat la pământ, poate fi efectuată de la transformatorul cu neutrul izolat pe partea tensiunii mai mică de 1000 V prin LEC cu cablu fără manta metalică și/sau armatură sau prin LEA. În acest caz, tensiunea pe ILP trebuie să fie nu mai mare decât tensiunea de acționare a siguranței de străpungere, instalată pe partea de joasă tensiune a transformatorului cu neutrul izolat.

431. Alimentarea receptoarelor electrice stabilite în pct. 429 și 430 poate fi realizată de la un transformator de separare. Transformatorul de separare și linia de la înfășurarea secundară a acestuia către un receptor electric, pentru cazul când linia trece pe teritoriul cuprins de ILP a instalației electrice cu tensiunea peste 1000 V, trebuie să fie izolate față de pământ pentru valoarea calculată a tensiunii pe ILP.

Secțiunea 2
Instalații de legare la pământ ale instalațiilor electrice cu tensiunea peste 1000 V cu neutrul sursei de alimentare izolat

432. În instalațiile electrice cu tensiunea peste 1000 V, cu neutrul sursei de alimentare izolat, rezistența ILP la trecerea curentului de calcul de punere la pământ, în orice perioadă a anului, cu luarea în calcul a rezistenței prizelor de pământ naturale, trebuie să fie:

$$R \leq \frac{250}{I},$$

dar nu mai mare de 10 Ω, unde *I* este curentul de calcul de punere la pământ, A.

433. În calitate de curent de calcul trebuie ales:

433.1. în rețelele sau circuitele electrice fără compensarea curenților capacitivi − curentul de punere la pământ;

433.2. în rețelele sau circuitele electrice cu compensarea curenților capacitivi:

433.2.1. pentru ILP, la care sunt conectate aparate de compensare − curentul egal cu 125% din curentul nominal al celui mai puternic aparat;

433.2.2. pentru ILP la care nu sunt conectate aparate de compensare − curentul de punere la pământ, care trece prin această rețea sau circuit la deconectarea celui mai puternic dintre aparatele de compensare.

433.3. în rețelele sau circuitele electrice cu neutrul sursei de alimentare legat la pământ prin rezistor sau prin bobină de reactanță și rezistor (neutrul mixt), curentul I se determină cu relația:

$$I = \sqrt{I_r^2 + \left(\frac{U_f}{R_r}\right)^2},$$

unde U_f este tensiunea de fază a rețelei sau circuitului, V;

I_r − curentul, stabilit în conformitate cu sbp. 433.1 sau 433.2, în lipsa rezistorului, A;

R_r − rezistența rezistorului, Ω.

433.4. Curentul de calcul de punere la pământ trebuie determinat pentru acea schemă a rețelei sau circuitului electric posibilă în exploatare, în care acest curent are cea mai mare valoare.

434. La utilizarea ILP concomitent pentru instalații electrice cu tensiunea mai mică și peste 1000 V cu neutrul sursei de alimentare izolat trebuie îndeplinite condițiile stabilite în pct. 419.

435. La utilizarea ILP concomitent pentru instalații electrice cu tensiunea peste 1000 V, cu neutrul sursei de alimentare izolat, precum și pentru instalații electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, cu neutrul sursei de alimentare direct legat la pământ, rezistența ILP trebuie să fie nu mai mare de cea stabilită în pct. 445 sau la ILP trebuie să fie conectate mantalele și armaturile a cel puțin două cabluri cu tensiunea mai mică sau peste 1000 V, ori cu ambele tensiuni, cu o lungime totală a acestor cabluri nu mai mică de 1 km.

436. Pentru PT (6)10/0,4 kV trebuie să fie realizată o singură ILP comună pentru ambele nivele de tensiune, la care trebuie să fie conectate:

436.1. neutrul transformatorului pe partea tensiunii mai mici de 1000 V;

436.2. carcasa transformatorului;

436.3. mantalele și armatura metalică a cablurilor cu tensiunea mai mică și peste 1000 V;

436.4. părțile conductoare accesibile ale instalațiilor electrice cu tensiunea mai mică și peste 1000 V;

436.5. părțile conductoare terțe.

437. În jurul zonei ocupate de PT, la o adâncime nu mai mică de 0,5 m și la o distanță nu mai mare de 1 m de la marginea fundației clădirii PT sau de la marginea fundațiilor echipamentului electric instalat în aer liber, trebuie să fie pozată o priză de pământ orizontală pe contur închis și conectată la ILP.

438. ILP a rețelei sau circuitului electric cu tensiunea peste 1000 V, cu neutrul sursei de alimentare izolat, combinată cu ILP a rețelei sau circuitului electric cu tensiunea peste 1000 V, cu neutrul sursei de alimentare efectiv legat la pământ, într-o singură ILP, trebuie să satisfacă condițiile stabilite la pct. 409-415.

Secțiunea 3
Instalații de legare la pământ ale instalațiilor electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V cu neutrul sursei de alimentare legat direct la pământ

439. În instalațiile electrice cu neutrul sursei de alimentare legat direct la pământ neutrul transformatorului sau generatorului de curent alternativ trifazat, punctul median al sursei de curent continuu sau una dintre ieșirile sursei de alimentare de curent monofazat trebuie să fie conectate la priza de pământ prin intermediul conductorului de legare la pământ.

440. Priza de pământ artificială destinată pentru legarea la pământ a neutrului trebuie să fie amenajată în apropierea generatorului sau transformatorului. Pentru PT amplasate în interiorul secțiilor de producere, se permite amplasarea prizei de pământ în apropiere de peretele clădirii.

441. Dacă fundația clădirii în care este amenajat PT, este utilizată în calitate de priză de pământ naturală, neutrul transformatorului trebuie legat la pământ prin conexiune la cel puțin două coloane metalice sau la părțile încorporate, sudate la armatura a cel puțin două fundații din beton armat.

442. În cazul amenajării PT încorporate pe diferite nivele ale unei clădiri, legarea la pământ a neutrului transformatoarelor în asemenea PT trebuie să fie realizată prin intermediul conductorului de legare la pământ special pozat. În acest caz, conductorul de legare la pământ trebuie să fie conectat adițional la cea mai apropiată coloană a clădirii de transformator, iar rezistența acestuia trebuie să se ia în calcul la determinarea rezistenței de dispersie a ILP la care este conectat neutrul transformatorului. În toate cazurile, trebuie să fie asigurată continuitatea circuitului de legare la pământ și protejarea conductorului de legare la pământ împotriva deteriorărilor mecanice.

443. Electrozii de pământ transversali trebuie îngropați la o adâncime nu mai mică de 0,5 m, dar nu mai mică decât adâncimea de îngheț a solului.

444. În cazul în care, în conductorul PEN, care leagă neutrul transformatorului sau generatorului cu bara PEN a ID cu tensiunea mai mică de 1000 V, este instalat un transformator de curent, conductorul de legare la pământ trebuie să fie conectat la conductorul PEN imediat după transformatorul de curent. În acest caz, divizarea conductorului PEN în conductoarele PE și N în sistemul TN-S trebuie efectuată după transformatorul de curent. Transformatorul de curent trebuie amenajat cât mai aproape de borna neutrului generatorului sau transformatorului.

445. Rezistența ILP la care se conectează neutrul generatorului sau transformatorului, sau ieșirile sursei de curent monofazat, în orice perioadă a anului, trebuie să fie nu mai mare de 2, 4 și 8 Ω, pentru tensiunile de linie de 690, 400 și 230 V ale sursei de curent trifazat, sau de 400, 230 și 127 V ale sursei de curent monofazat. Această rezistență trebuie asigurată ținând cont de utilizarea prizelor de pământ naturale, precum și a prizelor de pământ ale legăturilor la pământ repetate ale conductoarelor de protecție PE sau conductoarelor PEN ale LEA cu tensiunea mai mică de 1000 V, pentru un număr de linii electrice de ieșire nu mai mic de două. Rezistența prizei de pământ situate în nemijlocita apropiere de neutrul generatorului sau transformatorului, sau de ieșirea sursei de curent monofazat, trebuie să fie nu mai mare de 15, 30 și 60 Ω, pentru tensiunile de linie de 690, 400 și 230 V ale sursei de curent trifazat sau de 400, 230 și 127 V ale sursei de curent monofazat.

446. Pentru rezistivitatea specifică a solului $\rho>100$ Ω·m se permite majorarea normelor stabilite în pct. 445 de $0{,}01\cdot\rho$ ori, dar nu mai mult de zece ori.

447. La intrare în instalația electrică a clădirii sau construcției, în care, în calitate de măsură de protecție în caz de defect, este utilizată întreruperea automată a alimentării, trebuie realizată legătura conductorului de protecție PE sau a conductorului PEN al liniei de alimentare la priza de pământ repetată. Rezistența prizei de pământ repetate trebuie să fie nu mai mare de 30 Ω. Pentru a asigura valoarea normată a rezistenței prizei de pământ, trebuie utilizate prizele de pământ naturale și prizele de pământ ale instalației de protecție împotriva trăsnetului a clădirii. Dacă instalația de protecție împotriva trăsnetului a clădirii nu se execută și prizele de pământ naturale lipsesc, este necesară realizarea unei prize de pământ repetate artificiale.

448. La capetele LEA sau la derivatele de la acestea cu lungimea mai mare de 200 m, precum și la intrările LEA în instalații electrice în care, în calitate de măsură de protecție în caz de defect, este utilizată întreruperea automată a alimentării, trebuie să fie realizată legarea la pământ repetată a conductorului PEN. În acest caz, trebuie utilizate cu prioritate prizele de pământ naturale, cum sunt părțile subterane ale stâlpilor, precum și ILP, destinate protecției împotriva supratensiunilor atmosferice. Legările la pământ repetate specificate se execută dacă nu sunt necesare legări la pământ mai frecvente pentru asigurarea condițiilor de protecție împotriva supratensiunilor atmosferice.

449. Legăturile la pământ repetate ale conductorului PEM sau PEL în rețelele sau circuitele electrice de curent continuu trebuie realizate prin intermediul prizelor de pământ artificiale separate, care nu trebuie să aibă conexiuni metalice cu conductele subterane.

450. Conductoarele de legare la pământ pentru legarea la pământ repetată a conductorului PEN trebuie să aibă dimensiuni nu mai mici decât cele stabilite în tabelul 61.

Tabelul 61. Dimensiunile minime ale electrozilor de pământ și conductoarelor de legare la pământ, pozate în sol

Material	Suprafața electrodului	Profilul secțiunii	Dimensiune minimă				
			Diametrul, mm	Secțiunea transversală, mm^2	Grosime, mm	Grosimea stratului învelitor	
						Valoare individuală, µm	Valoare medie, µm
Oțel	Neacoperită	Dreptunghiular	-	100	4	-	-
		Profilat	-	100	4	-	-
		Țeavă	32	-	3,5	-	-
		Bară rotundă pentru electrozi de pământ verticali	16	-	-	-	-
		Bară rotundă pentru electrozi de pământ orizontali	10	-	-	-	-
	Galvanizare la cald	Dreptunghiular	-	90	3	63	70
		Profilat	-	90	3	63	70
		Țeavă	25	-	2	47	55
		Bară rotundă pentru electrozi de pământ verticali	16	-	-	63	70
		Bară rotundă pentru electrozi de pământ orizontali	10	-	-	-	50
	Manta din cupru	Bară rotundă pentru electrozi de pământ verticali	15	-	-	2000	-
	Cu depunere electrochimică de cupru	Dreptunghiular	-	90	3	70	-
		Bară rotundă pentru electrozi de pământ verticali	14	-	-	240	250
Oțel inoxidabil	Fără strat de acoperire	Dreptunghiular	-	90	3	-	-
		Profilat	-	90	3	-	-
		Țeavă	25	-	2	-	-
		Bară rotundă pentru electrozi de pământ verticali	16	-	-	-	-
		Bară rotundă pentru electrozi de pământ orizontali	10	-	-	-	-
Cupru	Neacoperită	Dreptunghiular	-	50	2	-	-

		Țeavă	20	-	2	-	-
		Conductor multifilar	1,8[1)]	50	-	-	-
		Conductor rotund pentru electrozi de pământ orizontali	-	50	-	-	-
	Acoperită prin stanare	Conductor multifilar	1,8[1)]	50	-	1	5
	Acoperită cu zinc	Dreptunghiular	-	50	2	20	40
[1)]Diametrul pentru fiecare fir.							

451. Rezistența totală de dispersie a prizelor de pământ, inclusiv a celor naturale, la care se realizează legările la pământ repetate ale conductorului PEN al fiecărei LEA, în orice perioadă a anului, trebuie să fie nu mai mare de 5, 10 și 20 Ω corespunzător tensiunilor de linie de 690, 400 și 230 V ale sursei de curent trifazat sau tensiunilor de 400, 230 și 127 V ale sursei de curent monofazat. În acest caz, rezistența de dispersie a fiecărei prize de pământ pentru legările la pământ repetate trebuie să fie nu mai mare de 15, 30 și 60 Ω corespunzător, la aceleași tensiuni.

452. Pentru rezistivitatea specifică a solului ρ>100 Ω·m, se permite majorarea normelor stabilite în pct. 451 de 0,01·ρ ori, dar nu mai mult de zece ori.

Secțiunea 4
Instalații de legare la pământ ale instalațiilor electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V cu neutrul sursei de alimentare izolat

453. Rezistența ILP, utilizată pentru legarea la pământ de protecție a părților conductoare accesibile, în sistemul IT trebuie să corespundă condiției:

$$R \leq \frac{U_{at}}{I},$$

unde R este rezistența ILP, Ω;

U_{at} − tensiunea de atingere, valoarea căreia se ia egală cu 50 V;

I − curentul total de punere la pământ, A.

454. Valoarea rezistenței ILP, stabilită în conformitate cu pct. 453 pentru instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V cu neutrul sursei de alimentare izolat, nu este obligatoriu să fie stabilită mai mică de 4 Ω.

455. Se permite ca valoarea rezistenței ILP să fie nu mai mare de 10 Ω, dacă sunt îndeplinite cerințele pct. 453, iar puterea generatoarelor sau transformatoarelor nu este mai mare de 100 kVA, inclusiv puterea sumară a generatoarelor sau transformatoarelor care funcționează în paralel.

Secțiunea 5
Instalații de legare la pământ în regiuni cu rezistivitate specifică mare a solului

456. ILP ale instalațiilor electrice cu tensiunea peste 1000 V, cu neutrul sursei de alimentare efectiv legat la pământ, în zone cu rezistivitate specifică mare a solului, se recomandă să fie realizate cu respectarea cerințelor impuse privind tensiunea de atingere.

457. În structurile stâncoase se permite pozarea prizelor de pământ orizontale la o adâncime mai mică decât cea stabilită în pct. 416-426, dar nu mai mică de 0,15 m.

458. La amenajarea prizelor de pământ artificiale în zonele cu rezistivitate specifică mare a solului, se recomandă aplicarea următoarelor măsuri:

458.1. amenajarea prizelor de pământ cu electrozi de pământ verticali cu lungime majorată, dacă rezistivitatea specifică a solului se micșorează odată cu creșterea adâncimii, iar prizele de pământ naturale adâncite lipsesc;

458.2. amenajarea prizelor de pământ la distanță, dacă în apropiere, până la 2 km de instalația electrică, există zone cu rezistivitatea specifică a solului mai mică;

458.3. pozarea în tranșee, în jurul prizelor de pământ orizontale, în structurile stâncoase a solului argilos umed, cu tasarea ulterioară și adăugarea pietrișului până la umplerea tranșeei;

458.4. utilizarea prelucrării artificiale a solului, în scopul micșorării rezistivității specifice a acestuia, dacă alte metode nu pot fi aplicate sau nu asigură efectul necesar.

459. În instalațiile electrice cu neutrul sursei de alimentare izolat, pentru sol cu rezistivitatea specifică mai mare de 500 Ω·m, în cazul în care măsurile stabilite în pct. 456-458 nu permit obținerea prizelor de pământ eficiente din punct de vedere economic, se permite majorarea valorilor rezistenței ILP de 0,002·ρ ori. În acest caz, majorarea rezistenței ILP, stabilită în prezenta Secțiune, trebuie să fie nu mai mare de zece ori.

Secțiunea 6
Prize de pământ

460. În calitate de prize de pământ naturale pot fi utilizate:

460.1. construcțiile metalice și din beton armat ale clădirilor și structurilor, care sunt în contact direct cu pământul, inclusiv fundațiile din beton armat ale clădirilor și construcțiilor, care au învelișuri de protecție hidroizolante în medii neagresive, puțin agresive și moderat agresive;

460.2. țevile metalice ale conductelor de apă, pozate în sol;

460.3. țevile de tubare de sondă;

460.4. palplanșele metalice ale construcțiilor hidrotehnice, apeductele, părțile încorporate ale stavilelor;

460.5. șinele căilor ferate magistrale neelectrificate, precum și căile de acces, în cazul existenței unor punți instalate intenționat între șine;

460.6. alte construcții și structuri metalice care se află în sol;

460.7. mantalele metalice ale cablurilor armate, pozate în sol. Mantalele cablurilor pot fi utilizate ca prize de pământ unice pentru un număr de cabluri nu mai puțin de două. Mantalele din aluminiu ale cablurilor nu pot fi utilizate în calitate de prize de pământ.

461. Nu se permite utilizarea conductelor metalice de lichide inflamabile, de gaze naturale, cu amestecuri inflamabile și explozibile, precum și a conductelor de canalizare și de încălzire centralizată în calitate de prize de pământ. Restricțiile specificate nu exclud necesitatea conectării conductelor menționate la ILP pentru echipotențializare, în conformitate cu pct. 375-378.

462. Nu se permite utilizarea, în calitate de prize de pământ, a construcțiilor din beton armat ale clădirilor și ale structurilor cu armatura tensionată mecanic. Această restricție nu se aplică pentru stâlpii LEA și construcțiile de susținere ale IDD.

463. Posibilitatea utilizării prizelor de pământ naturale, conform condiției densității curenților care trec prin ele, necesitatea sudării barelor de armare ale fundațiilor și construcțiilor din beton armat, sudura buloanelor de ancorare a coloanelor de oțel la barele de armare ale fundațiilor din beton armat, precum și posibilitatea utilizării fundațiilor în medii foarte agresive trebuie determinate prin calcul.

464. Prizele de pământ artificiale pot fi din oțel, oțel zincat sau din cupru și nu trebuie să fie acoperite cu vopsea, cu excepția zonelor de îmbinare prin sudură. Materialul și dimensiunile minime ale electrozilor de pământ trebuie să corespundă valorilor stabilite în tabelul 61.

465. Secțiunea electrozilor de pământ orizontali ai prizelor de pământ pentru instalațiile electrice cu tensiunea peste 1000 V, trebuie selectată în conformitate cu condiția de stabilitate termică, la temperatura maximă admisibilă de încălzire de +400°C, pentru un regim de încălzire de scurtă durată care corespunde timpului de acționare a protecției și deconectării dispozitivului de protecție.

466. În cazul pericolului de coroziune a ILP, trebuie realizată una din următoarele măsuri:

466.1. majorarea secțiunii electrozilor de pământ și a conductoarelor de legare la pământ cu luarea în calcul a termenului de exploatare a acestora;

466.2. utilizarea electrozilor de pământ și a conductoarelor de legare la pământ cu înveliș galvanic sau din cupru.

467. În cazul pericolului de coroziune a ILP, trebuie să se ia în calcul posibila majorare a rezistenței ILP condiționată de coroziune. Materialul pentru electrozii verticali și orizontali trebuie selectat omogen, pentru a evita coroziune electrolitică, care duce la creșterea rezistenței și întreruperea continuității electrice.

468. Tranșeele pentru electrozii de pământ orizontali trebuie umplute cu sol omogen, care nu conține pietriș și deșeuri de construcție.

469. Prizele de pământ nu trebuie amplasate în zonele în care solul se usucă din cauza căldurii emanate de conducte.

Secțiunea 7
Conductoare de legare la pământ

470. Secțiunea conductoarelor de legare la pământ, în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, trebuie să corespundă cerințelor stabilite în pct. 495-497.

471. Secțiunea minimă a conductoarelor de legare la pământ pozate în sol trebuie să corespundă cu valorile stabilite în tabelul 61.

472. Pozarea în sol a conductoarelor neizolate din aluminiu nu se permite.

473. În instalațiile electrice cu tensiunea peste 1000 V, secțiunea conductoarelor de legare la pământ trebuie să fie selectată astfel încât, la parcurgerea prin acestea a celui mai mare curent de scurtcircuit monofazat în instalațiile electrice cu neutrul sursei de alimentare efectiv legat la pământ sau a curentului de scurtcircuit bifazat în instalațiile electrice cu neutrul sursei de alimentare izolat, temperatura conductoarelor de legare la pământ să nu fie mai mare de +400°C, pentru un regim de încălzire de scurtă durată care corespunde timpului total de acționare a protecției și deconectării dispozitivului de protecție.

474. În instalațiile electrice cu tensiunea peste 1000 V, cu neutrul sursei de alimentare izolat, conductivitatea conductoarelor de legare la pământ, cu secțiunea mai mică de 25 mm^2 din cupru sau din alte materiale echivalente, trebuie să constituie nu mai puțin de 1/3 din conductivitatea conductoarelor de linie. Nu este necesară utilizarea conductoarelor de legare la pământ din cupru cu secțiunea mai mare de 25 mm^2, din aluminiu − mai mare de 35 mm^2, din oțel − mai mare de 120 mm^2. Utilizarea unor secțiuni mai mari este permisă doar în cazuri speciale stabilite de Normativ.

475. Pentru efectuarea măsurărilor rezistenței ILP, într-un loc comod trebuie prevăzută posibilitatea decuplării conductorului de legare la pământ. În instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, acest loc este BPLP. Decuplarea conductorului de legare la pământ trebuie să fie posibilă numai cu ajutorul instrumentului.

476. Conductorul de legare la pământ care conectează priza de pământ destinată legării la pământ funcționale la BPLP, în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, trebuie să aibă secțiunea nu mai mică de: 10 mm^2 − pentru conductor din cupru, 16 mm^2 − pentru conductor din aluminiu, 75 mm^2 − pentru conductor din oțel.

477. În locurile în care conductoarele de legare la pământ intră în clădiri trebuie să fie prevăzută marcarea cu simbolul grafic .

Secțiunea 8
Bara principală de legare la pământ

478. În fiecare instalație electrică cu tensiunea mai mică de 1000 V, trebuie să fie prevăzută amenajarea BPLP.

479. BPLP poate fi realizată în interiorul tabloului electric de intrare și distribuție al instalației electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V sau separat de acesta.

480. În interiorul tabloului electric de intrare și distribuție, în calitate de BPLP trebuie utilizată bara PE.

481. În cazul instalării separate, BPLP trebuie să fie amplasată într-un loc accesibil și comod pentru deservire în apropierea tabloului electric de intrare și distribuție.

482. Materialul și construcția BPLP trebuie să asigure rezistența mecanică, stabilitatea termică și rezistența la coroziune.

483. BPLP trebuie să fie din cupru sau aliaj cupru și zinc. Se permite utilizarea BPLP din oțel. Folosirea BPLP din aluminiu nu se permite.

484. Secțiunea BPLP trebuie să asigure o conductivitate care să nu fie mai mică decât cea mai mare conductivitate a conductorului de protecție PE sau a conductorului PEN conectat la BPLP.

485. Construcția BPLP trebuie să asigure comoditatea conectării conductoarelor și să prevadă posibilitatea decuplării individuale a conductoarelor conectate la aceasta. Decuplarea trebuie să fie posibilă numai cu utilizarea instrumentelor.

486. În locurile accesibile doar personalului calificat, BPLP poate fi amenajată deschis. În locurile accesibile persoanelor obișnuite, BPLP trebuie să fie prevăzută cu carcasă de protecție − dulap sau cutie cu uși care se încuie la cheie. Pe ușa sau pe peretele deasupra BPLP trebuie să fie prevăzută marcarea cu simbolul grafic .

487. Dacă clădirea are mai multe racorduri separate, BPLP trebuie amenajată pentru fiecare tablou electric de intrare și distribuție. În cazul prezenței PT încorporate, BPLP trebuie instalată lângă fiecare dintre acestea. Aceste bare trebuie conectate cu conductoare de echipotențializare, a căror secțiune trebuie să fie egală cu secțiunea celei mai mici BPLP conectate în perechi.

Secțiunea 9
Conductoare de protecție PE

488. În calitate de conductoare de protecție PE, în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V, pot fi utilizate:

488.1. conductoare special prevăzute:

488.1.1. conductoarele cablurilor multiconductoare;

488.1.2. conductoarele izolate și neizolate în manta comună cu conductoarele de linie;

488.1.3. conductoarele izolate și neizolate amenajate staționar;

488.2. părți conductoare accesibile ale instalațiilor electrice:

488.2.1. mantalele din aluminiu ale cablurilor;

488.2.2. țevile din oțel ale sistemelor de pozare;

488.2.3. mantalele metalice și construcțiile de susținere ale conductoarelor-bară și instalațiilor prefabricate. Jgheaburile și paturile de cablu metalice ale sistemelor de pozare pot fi utilizate în calitate de conductoare de protecție PE, cu condiția că construcția acestora prevede un astfel de mod de utilizare, despre care este specificat în documentația uzinei producătoare. Acest mod de utilizare a jgheaburilor și paturilor de cablu trebuie să excludă posibilitatea deteriorării mecanice a acestora;

488.3. unele părți conductoare terțe:

488.3.1. construcțiile metalice ale clădirilor și structurilor;

488.3.2. armatura construcțiilor din beton armat ale clădirilor cu condiția respectării cerințelor stabilite în pct. 489 și 490;

488.3.3. construcțiile metalice cu destinație industrială.

489. Utilizarea părților conductoare accesibile și terțe în calitate de conductoare de protecție PE se permite, dacă acestea corespund cerințelor cu privire la conductivitatea şi continuitatea circuitului electric din prezentul Titlu.

490. Părțile conductoare terțe pot fi utilizate în calitate de conductoare de protecție PE, dacă acestea corespund simultan următoarelor cerințe:

490.1. continuitatea circuitului electric se asigură fie prin construcția acestora, fie prin conexiunile corespunzătoare, protejate împotriva deteriorărilor mecanice, chimice și altor tipuri de deteriorări;

490.2. demontarea acestor părți nu trebuie să fie posibilă, dacă nu sunt prevăzute măsuri pentru păstrarea conductivității şi continuității circuitului electric.

491. Nu se permite utilizarea în calitate de conductoare de protecție PE:

491.1. mantalele metalice ale țevilor izolatoare și ale conductoarelor tubulare, funiile portante în cazul sistemelor de pozare cu funii, furtunurile metalice, precum și mantalele din plumb ale conductoarelor și cablurilor;

491.2. conductele de alimentare cu gaze naturale și alte conducte care transportă substanțe și amestecuri inflamabile și explosive, precum și țevile de canalizare și încălzire centralizată;

491.3. conductelor de alimentare cu apă, în cazul prezenței în acestea a unor racorduri electroizolante.

492. Conductoarele de protecție PE ale circuitelor prin care se alimentează un echipament electric, nu se permite de a fi utilizate în calitate de conductoare de protecție PE pentru echipamente electrice care se alimentează prin alte circuite.

493. Nu se permite utilizarea părților conductoare accesibile ale echipamentului electric în calitate de conductoare de protecție PE pentru alt echipament electric, cu excepția carcaselor și construcțiilor de susținere a conductoarelor-bară și instalațiilor prefabricate, care asigură posibilitatea conexiunii la acestea a conductoarelor de protecție PE în locul potrivit.

494. Nu se permite utilizarea conductoarelor special concepute pentru protecție în alte scopuri.

495. Secțiunile minime ale conductoarelor de protecție PE trebuie să corespundă prevederilor stabilite în tabelul 62.

Tabelul 62. Secțiunile minime ale conductoarelor de protecție PE

Nr. d/o	Secțiunea conductoarelor de linie, mm^2	Secțiunea minimă a conductoarelor de protecție PE, mm^2
1.	$S \leq 16$	S
2.	$16 < S \leq 35$	16
3.	$35 < S \leq 400$	S/2
4.	$400 < S \leq 800$	200
5.	$S > 800$	S/4

496. Secțiunile prezentate în tabelul 62 sunt stabilite pentru cazul în care conductoarele de protecție PE sunt fabricate din același material ca conductoarele de linie. Secțiunile conductoarelor de protecție PE din alte materiale trebuie să fie echivalente din punct de vedere al conductivității și se determină în conformitate cu SM SR HD 60364-5-54 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 5-54: Alegerea şi montarea echipamentelor electrice. Instalații de legare la pământ şi conductoare de protecție”.

497. Se permite, în caz de necesitate, să se ia secțiunea conductoarelor de protecție PE mai mică decât cea stabilită, numai pentru un timp de deconectare nu mai mare de 5 secunde, dacă aceasta este calculată cu relația:

$$S \geq \frac{I\sqrt{t}}{k},$$

unde *S* este secțiunea conductorului de protecție PE, mm^2;

I − curentul de scurtcircuit, care asigură timpul de deconectare a circuitului defectat de către dispozitivul de protecție în conformitate cu tabelul 58 și 59 sau în perioada de timp nu mai mare de 5 secunde în conformitate cu pct. 351, A;

t − timpul de deconectare a dispozitivului de protecție, secunde;

k − coeficient, valoarea căruia depinde de materialul conductorului de protecție PE, de izolația acestuia, precum și de temperaturile inițială și finală. Valorile coeficientului *k* pentru conductoare de protecție PE în diferite condiții sunt stabilite în tabelele 63-66.

498. Dacă prin calcule se stabilește o secțiune ce diferă de cea stabilită în tabelul 62, atunci trebuie selectată valoarea apropiată cea mai mare, iar în cazul obținerii unor secțiuni nestandard trebuie utilizate conductoare cu cea mai apropiată secțiune standard mai mare.

499. Valorile temperaturii maxime la determinarea secțiunii conductorului de protecție PE nu trebuie să fie mai mari decât temperaturile maxime admisibile de încălzire a conductoarelor la scurtcircuit în conformitate cu Capitolul II din Titlul II, iar pentru instalații electrice în zone cu pericol de explozie trebuie să fie în conformitate cu SM EN IEC 60079-0 „Atmosfere explozive. Partea 0: Echipamente. Cerințe generale”.

Tabelul 63. Valorile coeficientului *k* pentru conductoare de protecție PE izolate ce nu sunt parte componentă a cablului, și pentru conductoare neizolate ce sunt în contact cu mantaua cablurilor. Temperatura inițială a conductoarelor se consideră egală cu +30°C

Parametrul		Materialul izolației		
		PVC	PVC	Cauciuc butilic
Temperatura finală, °C		160	250	220
Coeficientul *k* pentru conductoare din:	cupru	143	176	166
	aluminiu	95	116	110
	oțel	52	64	60

Tabelul 64. Valorile coeficientului *k* pentru conductoare de protecție PE care sunt parte componentă a cablurilor multiconductoare

Parametrul		Materialul izolației		
		PVC	Polietilenă reticulată, cauciuc de etilen-propilenă	Cauciuc butilic
Temperatura inițială, °C		70	90	85
Temperatura finală, °C		160	250	220
Coeficientul *k* pentru conductoare din:	cupru	115	143	134
	aluminiu	76	94	89

Tabelul 65. Valorile coeficientului *k* la utilizarea în calitate de conductor de protecție PE a mantalei din aluminiu a cablului

Parametrul	Materialul izolației		
	PVC	Polietilenă reticulată, cauciuc de etilen-propilenă	Cauciuc butilic
Temperatura inițială, °C	60	80	75
Temperatura finală, °C	160	250	220
Coeficientul *k*	81	98	93

Tabelul 66. Valorile coeficientului *k* pentru conductoare neizolate, când temperaturile indicate nu creează pericol de deteriorare a materialelor ce se află în apropiere. Temperatura inițială a conductorului se consideră egală cu +30°C

Materialul conductorului	Condițiile	Conductoare		
		Pozate deschis și în locuri special prevăzute	Pozate în mediu normal	Pozate în mediu cu pericol de incendiu
Cupru	Temperatura maximă, °C	500[1)]	200	150
	Coeficientul *k*	228	159	138
Aluminiu	Temperatura maximă, °C	300[1)]	200	150
	Coeficientul *k*	125	105	91
Oțel	Temperatura maximă, °C	500[1)]	200	150
	Coeficientul *k*	82	58	50

[1)]Temperaturile indicate sunt permise dacă nu afectează calitatea îmbinărilor.

500. În toate cazurile, secțiunea conductoarelor de protecție PE din cupru, care nu sunt parte componentă a cablului sau care sunt pozate într-o manta comună (țeavă, jgheab sau pat de cablu) cu conductoarele de linie, trebuie să fie nu mai mică de:

500.1. 2,5 mm^2 − în cazul prezenței protecției mecanice;

500.2. 4 mm^2 − în lipsa protecției mecanice.

501. Secțiunea conductoarelor de protecție PE din aluminiu, pozate separat, trebuie să fie nu mai mică de 16 mm^2.

502. În sistemul TN, pentru asigurarea cerințelor stabilite în pct. 408, conductoarele de protecție PE, de regulă, trebuie pozate împreună sau în nemijlocita apropiere de conductoarele de linie.

503. În locurile unde este posibilă deteriorarea izolației conductoarelor de linie ca urmare a scânteilor între conductorul de protecție PE neizolat și mantaua metalică sau construcție, conductoarele de protecție PE trebuie să aibă izolația echivalentă cu izolația conductoarelor de linie.

504. Conductoarele de protecție PE neizolate trebuie să fie protejate împotriva coroziunii, deteriorărilor mecanice, precum și deteriorărilor cauzate de influențele chimice, electrochimice, de forțele electrodinamice și termodinamice. În locurile de încrucișări ale conductoarelor de protecție PE cu cabluri, conducte sau căi ferate, în locurile de intrare a acestora în clădiri, precum și în alte locuri unde este posibilă deteriorarea mecanică, conductoarele de protecție PE trebuie să fie protejate.

505. În locurile de intersecție a rosturilor de dilatare și contracție termică trebuie să fie prevăzută compensarea lungimii conductoarelor de protecție PE.

Secțiunea 10
Conductoare neutre N

506. Secțiunea conductorului neutru N trebuie să fie egală cu secțiunea conductoarelor de linie în următoarele cazuri:

506.1. în circuitele monofazate, indiferent de secțiunea conductoarelor;

506.2. în circuitele trifazate ale căror conductoare de linie au o secțiune mai mică sau egală cu 16 mm^2 pentru cupru sau 25 mm^2 pentru aluminiu;

506.3. în circuitele trifazate în care ponderea curenților cu armonici de rangul 3 și multiplu de 3 este cuprinsă între 15% și 33%.

507. În cazul în care nu este necesară introducerea coeficienților de corecție pentru curentul conductorului neutru N, în funcție de caracteristicile sarcinii conductoarelor de linie, conductorul neutru N se selectează în conformitate cu parametrii circuitului. Necesitatea introducerii coeficienților de corecție pentru curenți poate fi rezultatul prezenței unor curenți considerabili de armonice de rang superior în circuitul trifazat. Dacă componenta armonică este mai mare de 15%, conductorul neutru N se alege cu secțiunea nu mai mică decât secțiunea conductorului de linie. Coeficienții de corecție pentru alegerea secțiunii conductoarelor de linie și neutre în funcție de prezența armonicelor de rangul 3 și multiplu de 3 se stabilesc în conformitate cu SM SR HD 60364-5-52 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 5-52: Alegerea şi montarea echipamentelor electrice. Sisteme de pozare”.

508. Dacă nivelul armonicelor de curent de rangul 3 și multiplu de 3 este mai mare de 33%, este necesară alegerea unei secțiuni a conductorului neutru N mai mare decât cea a conductorului de linie, în conformitate cu SM SR HD 60364-5-52 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 5-52: Alegerea şi montarea echipamentelor electrice. Sisteme de pozare”.

509. Pentru circuitele polifazate, în care secțiunea conductoarelor de linie este mai mare de 16 mm^2 pentru cupru sau 25 mm^2 pentru aluminiu, secțiunea conductorului neutru N poate fi mai mică decât secțiunea conductoarelor de linie dacă sunt îndeplinite simultan următoarele condiții:

509.1. sarcina circuitului, în regim normal de funcționare, este distribuită echilibrat între faze şi ponderea armonicilor de curent de rangul 3 şi multiplu de 3 nu depășește 15% în curentul conductorului de linie;

509.2. conductorul neutru N este protejat împotriva supracurenților în conformitate cu SM HD 60364-4-43 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 4-43:Protecție pentru asigurarea securității. Protecție împotriva supracurenților”;

509.3. secțiunea conductorului neutru N nu este mai mică de 16 mm^2 pentru cupru sau 25 mm^2 pentru aluminiu.

510. Secțiunea conductorului neutru N nu trebuie să fie mai mică de 50% din secțiunea conductorului de linie.

511. Un conductor neutru N nu poate fi comun pentru mai multe circuite.

Secțiunea 11
Conductoare PEN, PEL și PEM

512. Conductoarele PEN, PEL și PEM trebuie să asigure simultan funcția conductorului de protecție PE și funcția conductorului N, L sau M, conform destinației fiecăruia.

513. Conductoarele PEN pot fi utilizate numai în circuite polifazate pentru instalații electrice staționare, iar pentru asigurarea rezistenței mecanice, secțiunea acestora trebuie să fie nu mai mică de 10 mm^2 pentru cupru sau 16 mm^2 pentru aluminiu.

514. Conductoarele PEL și PEM pot fi utilizate numai în instalații electrice staționare, iar pentru asigurarea rezistenței mecanice, secțiunea acestora trebuie să fie nu mai mică de 10 mm^2 pentru cupru sau 16 mm^2 pentru aluminiu.

515. Nu se permite combinarea funcțiilor conductorului de protecție PE și ale conductorului neutru N în circuitele monofazate și de curent continuu. În calitate de conductor de protecție PE, în astfel de circuite, trebuie să fie prevăzut un al treilea conductor separat. Această cerință nu se aplică pentru racordurile monofazate de la LEA cu tensiunea mai mică de 1000 V către instalațiile electrice ale consumatorilor finali.

516. Nu se permite utilizarea părților conductoare terțe în calitate de conductor PEN, PEL sau PEM unic. Această cerință nu exclude utilizarea părților conductoare accesibile și terțe în calitate de conductor PEN suplimentar, pentru conexiunea acestora la sistemul de echipotențializare.

517. Conductoarele PEN special prevăzute trebuie să corespundă cerințelor stabilite în pct. 495-497 cu privire la secțiunea conductoarelor de protecție PE, precum și cerințelor Secțiunii 10 cu privire la conductorul neutru N.

518. Izolația conductoarelor PEN, PEL și PEM trebuie să fie echivalentă cu izolația conductoarelor de linie. Nu este necesară izolarea barei PEN a barelor colectoare ale instalațiilor prefabricate de joasă tensiune.

519. În cazul în care conductorul neutru N, conductorul de punct median M sau conductorul de linie L și conductorul de protecție PE sunt separate, începând cu un punct al instalației electrice, nu se permite combinarea acestora după acest punct în direcția distribuției energiei electrice.

520. În locul de separare a conductorului PEN, PEL sau PEM în conductor neutru N, conductor de punct median M sau conductor de linie L și conductor de protecție PE trebuie prevăzute cleme separate sau bare pentru conductoarele interconectate. În acest caz, conductorul PEN, PEL sau PEM trebuie să fie conectat la clema sau bara prevăzută pentru conductorul de protecție PE, cu excepția cazului în care există o clemă sau o bară specială prevăzută pentru conectarea conductorului PEN, PEL sau PEM.

521. La alegerea conductoarelor PEN (barelor) din ID a PT, trebuie să se ia în calcul cerințele pentru asigurarea stabilității termice și electrodinamice a instalației electrice, atât în condiții normale de funcționare, cât și în cazul unui scurtcircuit.

522. Mantalele metalice ale conductoarelor electrice nu trebuie utilizate în calitate de conductoare PEN, PEL sau PEM, cu excepția barelor colectoare și conductoarelor-bară care sunt realizate în conformitate cu SM SR EN 61439-6 „Ansambluri de aparataj de joasă tensiune. Partea 6: Sisteme de bare capsulate” și SM EN 61534-21 „Sisteme de trasee conductoare prefabricate. Partea 21: Prescripții particulare pentru sistemele de trasee conductoare prefabricate destinate montării pe pereți și pe tavane”.

Secțiunea 12
Conductoare de echipotențializare

523. În calitate de conductoare de echipotențializare pot fi utilizate părțile conductoare accesibile și terțe, stabilite în pct. 488, sau conductoare special pozate, sau combinația acestora.

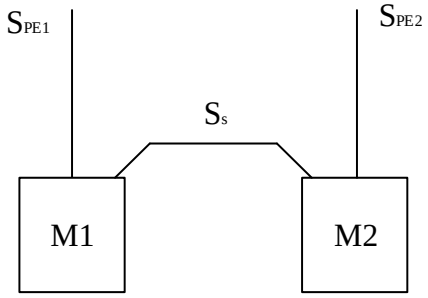
524. Secțiunea conductoarelor sistemului de echipotențializare de bază conectate la BPLP trebuie să fie nu mai mică de jumătate din secțiunea cea mai mare a conductorului de protecție PE al instalației electrice, dacă secțiunea conductorului de echipotențializare nu este mai mare de 25 mm^2 pentru cupru sau echivalentă din alte materiale. Utilizarea conductoarelor cu secțiune mai mare, de regulă, nu este necesară. Secțiunea minimă a conductoarelor sistemului de echipotențializare de bază conectate la BPLP trebuie să fie nu mai mică de:

524.1. 6 mm^2 pentru cupru;

524.2. 16 mm^2 pentru aluminiu;

524.3. 50 mm^2 pentru oțel.

525. Conductorul sistemului de echipotențializare suplimentară care conectează două părți conductoare accesibile trebuie să aibă secțiunea egală sau mai mare decât secțiunea cea mai mică a conductoarelor de protecție PE, care îndeplinesc și funcția de echipotențializare (vezi fig. 27).

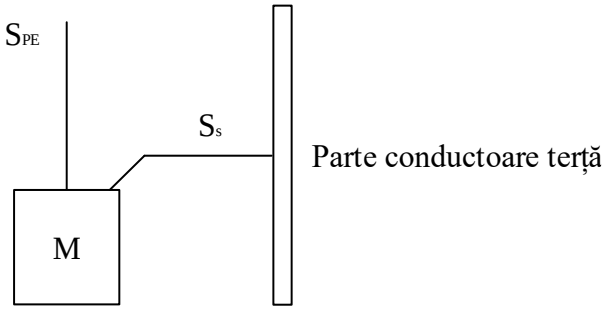


$$S_{PE1} \leq S_{PE2}$$

$$S_S \geq S_{PE1}$$

Figura 27. Conductor pentru sistemul de echipotențializare suplimentară ce conectează părți conductoare accesibile:
M1 și *M2* − părți conductoare accesibile; S_{PE1} și S_{PE2} − secțiunile conductoarelor de protecție care au și funcția de echipotențializare; S_S − secțiunea conductorului de echipotențializare suplimentară

526. Secțiunea conductoarelor sistemului de echipotențializare suplimentară ce conectează părți conductoare terțe cu părți conductoare accesibile, trebuie să fie nu mai mică de jumătate din secțiunea conductorului de protecție PE conectat la partea conductoare accesibilă (vezi fig. 28).



$$S_S \geq 0{,}5 \cdot S_{PE}$$

Figura 28. Conductor pentru sistemul de echipotențializare suplimentară ce conectează părți conductoare terțe cu părți conductoare accesibile:

M − parte conductoare accesibilă; S_{PE} − secțiunea conductorului de protecție PE care are și funcția de echipotențializare; S_S − secțiunea conductorului de echipotențializare suplimentară care conectează părți conductoare terțe

527. Secțiunea conductoarelor sistemului de echipotențializare suplimentară care nu intră în componența cablului electric trebuie să corespundă cerințelor stabilite în pct. 500 și 501.

Secțiunea 13
Legături și conexiuni ale conductoarelor de legare la pământ, de protecție și ale conductoarelor de echipotențializare și de dirijare a distribuției potențialelor

528. Legăturile și conexiunile conductoarelor de legare la pământ, de protecție și ale conductoarelor de echipotențializare și de dirijare a distribuției potențialelor trebuie să fie fiabile și să asigure continuitatea circuitului electric. Conexiunea conductoarelor de oțel se recomandă să fie efectuată prin intermediul sudurii.

529. În încăperi și în instalațiile electrice exterioare fără medii agresive se permite conectarea conductoarelor de legare la pământ și de protecție prin alte metode, dacă se asigură cerințele stabilite în SM EN IEC 61238-1-3 „Conectoare presate şi cu strângere mecanică pentru cablurile de energie. Partea 1-3: Metode de încercare şi cerinţe pentru conectoare presate şi cu strângere mecanică pentru cabluri de energie cu tensiuni nominale mai mari de 1 kV (U_m = 1,2 kV) până la 36 kV (U_m = 42 kV) testate pe conductoare neizolate”.

530. Toate conexiunile trebuie să aibă stabilitate termică și rezistență mecanică suficientă pentru a rezista la orice combinație de curent/timp care ar putea apărea pe conductorul sau în mantaua/cablul cu cea mai mare secțiune.

531. Conexiunile trebuie să fie protejate împotriva coroziunii și deteriorărilor mecanice. Pentru îmbinările prin buloane trebuie să fie prevăzute măsuri împotriva slăbirii contactului.

532. Fiecare conexiune între conductoarele de protecție sau între conductoarele de protecție și alte echipamente trebuie să asigure, pe termen lung, continuitate electrică, rezistență și protecție mecanică corespunzătoare. Buloanele care conectează conductoarele de protecție nu trebuie să fie utilizate în alte scopuri. Conexiunile nu trebuie să fie realizate prin lipire.

533. Conexiunile trebuie să fie accesibile pentru inspectări vizuale și realizarea măsurărilor și încercărilor, cu excepția conexiunilor umplute cu compound sau ermetizate, precum și a conexiunilor sudate, lipite și sertizate la elementele de încălzire din sistemele de încălzire și conexiunile acestora situate în podele, pereți, planșee și în sol.

534. În cazul utilizării dispozitivelor pentru controlul continuității circuitului de legare la pământ, nu este permite conectarea bobinelor acestora în serie cu conductoarele de protecție.

535. Conexiunile conductoarelor de legare la pământ, de protecție și de echipotențializare cu părțile conductoare accesibile trebuie să fie realizate prin intermediul îmbinărilor cu buloane sau prin sudură.

536. Conexiunile echipamentului care este demontat frecvent sau instalat pe părți mobile, sau pe părți care sunt supuse șocurilor și vibrațiilor, trebuie realizate prin intermediul conductoarelor flexibile.

537. Conexiunile conductoarelor de protecție ale sistemelor de pozare și ale LEA trebuie realizate prin aceleași metode prin care se realizează și conexiunea conductoarelor de linie.

538. La utilizarea prizelor de pământ naturale pentru legarea la pământ a instalațiilor electrice, precum și la utilizarea părților conductoare terțe în calitate de conductoare de protecție și conductoare de echipotențializare, conexiunile de contact trebuie realizate prin metodele stabilite în SM SR HD 60364-5-54 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 5-54: Alegerea şi montarea echipamentelor electrice. Instalaţii de legare la pământ şi conductoare de protecţie”.

539. Locurile și metodele de conexiune ale conductoarelor de legare la pământ la prizele de pământ naturale extinse trebuie să fie selectate astfel încât, în cazul separării prizelor de pământ pentru lucrări de reparație, tensiunile de atingere și valorile de calcul ale rezistenței ILP să nu depășească valorile inofensive.

540. Șuntarea contoarelor de apă și vanelor trebuie realizată prin intermediul unui conductor, a cărui secțiune se stabilește în funcție de utilizarea acestuia în calitate de conductor de echipotențializare de protecție, conductor de protecție sau conductor de legare la pământ de protecție.

541. Conexiunea fiecărei părți conductoare accesibile a instalației electrice la conductorul de protecție sau la conductorul de legare la pământ de protecție trebuie realizată prin intermediul unei derivate separate. Conectarea în serie la conductorul de protecție a părților conductoare accesibile nu se permite.

542. Conexiunea părților conductoare la sistemul de echipotențializare de bază trebuie realizată prin intermediul derivatelor separate.

543. Conexiunea părților conductoare la sistemul de echipotenţializare suplimentară poate fi realizată prin intermediul derivatelor separate sau prin conectarea la un conductor comun nedetașabil.

544. Conexiunile pentru sistemul de echipotențializare de bază și sistemul de echipotențializare suplimentară trebuie să fie realizate de la borne separate.

545. Nu se permite conectarea dispozitivelor de comutație în circuitul conductoarelor de protecție PE și conductoarelor PEN, cu excepția cazurilor alimentării receptoarelor electrice prin intermediul conectorilor cu fișă. În circuitele conductoarelor de protecție pot fi prevăzute conexiuni destinate realizării măsurărilor și încercărilor, care pot fi demontate cu ajutorul instrumentelor.

546. Se permite deconectarea simultană a tuturor conductoarelor la intrare în instalațiile electrice ale clădirilor rezidențiale și ale altor obiecte analogice acestora, alimentate prin derivate monofazate de la LEA. În acest caz, divizarea conductorului PEN în conductorul de protecție PE și conductorul neutru N trebuie să fie realizată până la dispozitivul de protecție de intrare.

547. Dacă conductoarele de protecție și/sau conductoarele de echipotenţializare pot fi deconectate concomitent cu conductoarele de linie prin intermediul aceluiași conector cu fișă, priza și fișa conectorului trebuie să aibă contacte speciale de protecție, pentru conexiunea la acestea a conductoarelor de protecție sau a conductoarelor de echipotenţializare. Dacă carcasa prizei este fabricată din metal, aceasta trebuie să fie conectată la contactul de protecție al acestei prize.

Secțiunea 14
Echipament portabil (Receptoare electrice portabile)

548. Alimentarea echipamentului portabil de curent alternativ trebuie realizată de la circuite cu tensiunea nu mai mare de 400/230 V.

549. În funcție de categoria încăperii privind gradul pericolului de șoc electric, pentru protecția în caz de defect în circuitele care alimentează echipamente portabile, poate fi utilizată întreruperea automată a alimentării, separarea electrică de protecție a circuitelor, tensiunea foarte joasă sau izolația dublă.

550. În cazul utilizării întreruperii automate a alimentării, carcasele metalice ale echipamentelor portabile, cu excepția echipamentelor electrice cu izolație dublă, trebuie să fie conectate la conductorul de protecție PE în sistemul TN sau legate la pământ în sistemul IT. În acest scop, trebuie prevăzut un conductor special de protecție PE, pozat în aceeași manta cu conductoarele de linie, al treilea fir al cablului sau conductorului − pentru echipamente electrice monofazate și echipamente electrice de curent continuu, al patrulea sau al cincilea fir − pentru echipamente electrice de curent trifazat, conectat la carcasa echipamentului electric și la contactul de protecție al conectorului cu fișă. Conductorul de protecție PE trebuie să fie din cupru și flexibil, iar secțiunea acestuia trebuie să fie egală cu secțiunea conductoarelor de linie. Utilizarea în acest scop a conductorului neutru N, inclusiv amplasat în manta comună cu conductoarele de linie, nu se permite.

551. Se permite utilizarea conductoarelor de protecție și conductoarelor de echipotențializare staționare și portabile separate pentru echipamentele portabile ale laboratoarelor electrotehnice și instalațiilor experimentale, deplasarea cărora în timpul funcționării nu este prevăzută. În acest caz,

conductoarele staționare trebuie să îndeplinească cerințele stabilite în pct. 488-504, iar conductoarele portabile trebuie să fie din cupru, flexibile și să aibă secțiunea nu mai mică decât secțiunea conductoarelor de linie. La pozarea unor asemenea conductoare, separat de conductoarele de linie ale cablului, secțiunea acestora trebuie să fie nu mai mică de cea stabilită în pct. 500 și 501.

552. Pentru protecție suplimentară de bază și în caz de defect, prizele cu curentul nominal mai mic de 20 A, destinate pentru amenajare în exterior, precum și cele pentru amenajare în interior, dar la care pot fi conectate echipamente portabile utilizate în afara clădirilor sau în încăperi cu pericol sporit și deosebit de periculoase, trebuie să fie protejate prin DDR cu curentul nominal diferențial rezidual de funcționare nu mai mare de 30 mA. Se permite utilizarea sculelor electrice manuale echipate cu prize prevăzute cu DDR.

553. La utilizarea separării electrice de protecție a circuitelor, în încăperi cu spațiu limitat și cu pereți, tavan și podea conductoare, precum și în alte încăperi deosebit de periculoase, fiecare priză trebuie să fie alimentată de la un transformator de separare individual sau de la înfășurarea separată a acestuia.

554. La utilizarea tensiunii foarte joase, alimentarea echipamentului portabil cu tensiunea mai mică de 50 V trebuie să fie realizată de la transformatorul de separare de securitate.

555. Pentru conectarea echipamentului portabil la circuitele de alimentare trebuie utilizați conectori cu fișă care să corespundă cerințelor stabilite în pct. 547.

556. În conectorii cu fișă ai echipamentului portabil, conductoarele și cablurile de prelungire, conductorul din partea sursei de alimentare trebuie să fie conectat la priză, iar cel din partea echipamentului − la fișă.

557. DDR utilizate pentru protecția circuitelor de prize se recomandă să fie amplasate în tablourile de distribuție sau terminale. Se permite utilizarea prizelor prevăzute cu DDR.

558. Conductoarele de protecție ale cablurilor portabile trebuie să fie marcate prin benzi cu combinația de culori galben-verde.

Secțiunea 15
Instalații electrice mobile

559. Cerințele pentru instalațiile electrice mobile nu se aplică la:

559.1. instalațiile electrice navale;

559.2. echipamentele electrice amplasate pe părțile mobile ale mașinilor, mașinilor-unelte și mecanismelor;

559.3. transportul electrificat;

559.4. autorulote.

560. Instalațiile electrice mobile pot fi alimentate de la rețeaua electrică (sistemul electroenergetic), circuitele electrice ale instalațiilor electrice sau de la surse autonome de alimentare cu neutrul legat la pământ sau izolat.

561. Alimentarea instalațiilor electrice mobile de la rețeaua electrică sau de la circuitele electrice ale instalațiilor electrice cu neutrul legat direct la pământ, trebuie efectuată prin utilizarea sistemului TN-S sau TN-C-S cu respectarea cerințelor pct. 564. Combinarea funcțiilor conductorului de protecție PE și conductorului neutru N într-un singur conductor PEN în interiorul instalației electrice mobile nu se permite. Separarea conductorului PEN al liniei de alimentare în conductor de protecție PE și conductor neutru N trebuie efectuată în punctul de conexiune a instalației electrice la sursa de alimentare.

562. În cazul alimentării receptoarelor electrice ale instalațiilor mobile de la rețeaua electrică, circuitele electrice ale instalațiilor electrice sau de la surse autonome de alimentare cu neutru izolat, pentru protecție în caz de defect trebuie asigurate prevederile pct. 569.

563. La alimentarea echipamentelor staționare de la surse autonome de alimentare, modul de tratare a neutrului sursei de alimentare și măsurile de protecție trebuie să corespundă modului de tratare a neutrului și măsurilor de protecție stabilite pentru echipamentele staționare.

564. În cazul alimentării instalației electrice mobile de la rețeaua electrică sau circuitele electrice ale instalațiilor electrice, pentru protecția în caz de defect trebuie realizată întreruperea automată a alimentării, în conformitate cu pct. 351, cu utilizarea dispozitivelor de protecție împotriva supracurenților. Timpul de deconectare a acestor dispozitive, stabilit în tabelul 58, trebuie micșorat de două ori. În cazul în care acest timp de deconectare nu se asigură, adițional dispozitivelor de protecție împotriva supracurenților trebuie utilizate DDR.

565. În instalațiile electrice speciale se permite utilizarea DDR care acționează la potențialul carcasei în raport cu pământul. În acest caz, reglajul pentru tensiunea de declanșare trebuie să fie egal cu 25 V pentru un timp de declanșare nu mai mare de 5 secunde.

566. În punctul de conexiune a instalației electrice mobile la sursa de alimentare trebuie să fie instalate dispozitive de protecție împotriva supracurenților și DDR, care acționează la curent diferențial rezidual. Curentul diferențial nominal de funcționare trebuie să fie cu 1-2 trepte mai mare decât curentul corespunzător al DDR, instalat la intrare în instalația electrică mobilă. În cazul utilizării DDR care acționează la potențialul carcasei în raport cu pământul, reglajul pentru valoarea tensiunii de deconectare trebuie să fie egal cu 25 V, cu un timp de deconectare nu mai mare de 5 secunde.

567. La intrare în instalația electrică mobilă poate fi utilizată separarea electrică de protecție a circuitelor în conformitate cu pct. 389-397. În acest caz, transformatorul de separare, precum și dispozitivul de protecție de intrare, trebuie plasate într-o manta izolatoare.

568. Dispozitivul pentru conectarea racordului de alimentare în instalația electrică mobilă trebuie să fie cu izolație dublă.

569. La utilizarea întreruperii automate a alimentării în sistemul IT pentru protecția în caz de defect, trebuie îndeplinite următoarele condiții:

569.1. legarea la pământ de protecție combinată cu controlul permanent al izolației, care acționează la semnal, precum și efectuarea legăturii între carcasele instalației electrice mobile și a sursei de alimentare;

569.2. întreruperea automată a alimentării, care asigură timpul maxim de deconectare în cazul unui defect dublu la părțile conductoare accesibile, în conformitate cu tabelul 67.

Tabelul 67. Timpul maxim de întrerupere automată a alimentării pentru sistemul IT în instalații electrice mobile alimentate de la surse autonome mobile de alimentare

Nr. d/o	Tensiunea nominală de linie U_0, V	Timpul maxim de întrerupere, secunde
1.	230	0,4
2.	400	0,2
3.	690	0,06
4.	U_0>690	0,02

570. Pentru asigurarea întreruperii automate a alimentării trebuie utilizate dispozitive de protecție împotriva supracurenților în combinație cu:

570.1. DDR care acționează la curent diferențial rezidual;

570.2. dispozitive de control permanent al izolației, care acționează la deconectare;

570.3. DDR care acționează la potențialul carcasei în raport cu pământul în conformitate cu pct. 564 și 565.

571. La intrare în instalația electrică mobilă trebuie prevăzută bara principală de echipotențializare, care trebuie să corespundă cerințelor stabilite în pct. 479-486 cu privire la BPLP, la care trebuie să fie conectate:

571.1. conductorul de protecție PE al liniei de alimentare;

571.2. conductorul de protecție PE al instalației electrice mobile, cu conductoarele de protecție PE ale părților conductoare accesibile conectate la acesta;

571.3. conductoarele de echipotenţializare a carcasei instalației electrice mobile și a altor părți conductoare terțe;

571.4. conductorul de legare la pământ, conectat la priza de pământ locală a instalației electrice mobile.

572. În caz de necesitate, părțile conductoare accesibile și terțe trebuie să fie interconectate prin intermediul conductoarelor de echipotenţializare suplimentară.

573. Legarea la pământ de protecție a instalației electrice mobile în sistemul IT trebuie realizată cu respectarea cerințelor cu privire la rezistență sau la tensiunea de atingere în cazul unui defect simplu la părțile conductoare accesibile.

574. La realizarea ILP, cu respectarea cerințelor cu privire la rezistență, valoarea rezistenței trebuie să fie nu mai mare de 25 Ω. Se permite majorarea rezistenței indicate, cu respectarea cerințelor stabilite în pct. 459.

575. La realizarea ILP cu respectarea cerințelor cu privire la tensiunea de atingere, rezistența ILP nu se normează. În acest caz, trebuie îndeplinită condiția:

$$R_{ILP} \leq \frac{25}{I_{PP}},$$

unde R_{ILP} este rezistența ILP a instalației electrice mobile, Ω;

I_{PP} − curentul total în cazul defectului simplu la părțile conductoare accesibile ale instalației electrice mobile, A.

576. Nu este obligatorie amenajarea prizei de pământ locală pentru legarea la pământ de protecție a instalației electrice mobile alimentate de la o sursă autonomă de alimentare cu neutrul izolat, în următoarele cazuri:

576.1. sursa autonomă de alimentare și receptoarele electrice sunt amplasate nemijlocit pe instalația electrică mobilă, carcasele acestora sunt conectate între ele prin intermediul conductoarelor de protecție, iar de la sursă nu se alimentează alte instalații electrice;

576.2. sursa autonomă de alimentare are ILP proprie pentru legarea la pământ de protecție. Toate părțile conductoare accesibile ale instalației electrice mobile, carcasa acesteia și alte părți conductoare terțe sunt conectate fiabil cu carcasa sursei autonome de alimentare prin intermediul conductoarelor de protecție. În cazul unui defect dublu pe diferite carcase ale echipamentului electric în instalația electrică mobilă se asigură timpul întreruperii automate a alimentării în conformitate cu tabelul 67.

577. Sursa autonomă de alimentare cu neutrul izolat trebuie să dispună de un dispozitiv de control permanent al rezistenței izolației în raport cu carcasa (pământul), cu semnal sonor și luminos. Totodată, trebuie să fie asigurată posibilitatea verificării funcționalității dispozitivului de control permanent al izolației și deconectarea lui.

578. Se permite să nu fie instalat dispozitivul de control permanent al izolației cu acțiune la semnal pe instalația electrică mobilă alimentată de la o sursă autonomă de alimentare cu neutrul izolat dacă este îndeplinită condiția sbp. 576.2.

579. Protecția de bază în instalațiile electrice mobile trebuie asigurată prin utilizarea izolației părților active, barierelor sau carcaselor de protecție cu grad de protecție nu mai mic de IP 2X. Utilizarea obstacolelor de protecție și amplasarea în afara zonei de accesibilitate la atingere nu sunt permise.

580. În circuitele ce alimentează prizele pentru conectarea echipamentului electric utilizat în afara încăperii instalației electrice mobile, trebuie să fie realizată o protecție suplimentară în conformitate cu pct. 552-554.

581. Conductoarele de protecție, conductoarele de legare la pământ, precum și conductoarele de echipotenţializare trebuie să fie din cupru, flexibile și să se afle într-o manta comună cu conductoarele de linie.

582. Secțiunea conductoarelor trebuie să corespundă cerințelor:

582.1. de protecție, stabilite în pct. 495-501;

582.2. de legare la pământ, stabilite în pct. 464;

582.3. de echipotenţializare, stabilite în pct. 523-527.

583. În cazul utilizării sistemului IT, se permite pozarea conductoarelor de protecție, de legare la pământ, precum și de echipotenţializare separat de conductoarele de linie.

584. Se permite deconectarea simultană a tuturor conductoarelor liniei de alimentare a instalației electrice mobile, inclusiv a conductorului de protecție, prin intermediul unui singur dispozitiv de comutație.

585. Dacă instalația electrică mobilă se alimentează prin utilizarea conectorilor cu fișă, fișa conectorului trebuie să fie conectată din partea instalației mobile și să aibă manta din material izolant.

Secțiunea 16
Instalații electrice din încăperi pentru întreținerea animalelor

586. Alimentarea instalațiilor electrice din încăperile pentru întreținerea animalelor trebuie realizată de la rețeaua sau circuitul cu tensiunea de 400/230 V curent alternativ.

587. Pentru protecția în caz de defect a persoanelor și animalelor trebuie efectuată întreruperea automată a alimentării prin utilizarea sistemului TN-S sau TN-C-S. Separarea conductorului PEN în conductorul de protecție PE și conductorul neutru N trebuie realizată în tabloul electric de intrare și distribuție.

588. În cazul alimentării instalațiilor electrice din încăperile pentru întreținerea animalelor de la PT încorporate și/sau anexate, trebuie utilizat sistemul TN-S. În acest caz, conductorul neutru N trebuie să aibă izolația, echivalentă cu izolația conductoarelor de linie pe toată lungimea sa.

589. Timpul maxim de întrerupere automată a alimentării în încăperile pentru întreținerea animalelor, precum și în încăperile legate cu acestea prin intermediul părților conductoare terțe, trebuie să fie în conformitate cu tabelul 68.

Tabelul 68. Timpul maxim de întrerupere automată a alimentării pentru sistemul TN în încăperile pentru întreținerea animalelor

Nr. d/o	Tensiunea nominală de fază U_0, V	Timpul maxim de întrerupere, secunde
1.	127	0,35
2.	230	0,2
3.	400	0,05

590. Dacă timpul de întrerupere specificat în tabelul 68 nu poate fi asigurat, sunt necesare măsuri de protecție suplimentare, cum ar fi legătura de echipotenţializare suplimentară.

591. Conductorul PEN la intrare în încăperile pentru întreținerea animalelor trebuie să fie legat la pământ repetat. Valoarea rezistenței prizei de pământ a legăturii la pământ repetate trebuie să corespundă prevederilor stabilite în pct. 451.

592. În încăperile destinate întreținerii animalelor trebuie prevăzută protecția atât a persoanelor, cât și a animalelor. În acest sens, trebuie realizat sistemul de echipotenţializare suplimentară, care interconectează toate părțile conductoare accesibile și terțe, disponibile atingerii simultane.

593. În podeaua zonei de amplasare a animalelor trebuie realizată dirijarea distribuției potențialelor prin intermediul unei grile metalice sau a unui dispozitiv similar, care trebuie conectat cu sistemul de echipotenţializare suplimentară.

594. Dispozitivul de dirijare a distribuției potențialelor și de echipotenţializare trebuie să asigure:

594.1. tensiunea de atingere nu mai mare de 0,2 V, în regim normal de funcționare a echipamentului electric;

594.2. tensiunea de atingere nu mai mare de 12 V, în regim de avarie, pentru un timp de întrerupere mai mare de cel stabilit în tabelul 68 pentru instalații electrice în încăperi cu pericol sporit, deosebit de periculoase și în instalații exterioare.

595. Pentru toate circuitele terminale ce alimentează prize, trebuie să fie asigurată protecție de bază suplimentară prin intermediul DDR cu curentul nominal diferențial rezidual de funcționare nu mai mare de 30 mA.

596. În încăperile pentru întreținerea animalelor în care lipsesc condițiile care necesită realizarea dirijării distribuției potențialelor, trebuie să fie realizată protecția prin intermediul DDR cu curentul nominal diferențial rezidual de funcționare nu mai mic de 100 mA, instalate în tabloul electric de intrare și distribuție.

Secțiunea 17
Centrale fotovoltaice

597. Cerințele speciale din prezenta Secțiune se aplică pentru centralele fotovoltaice, inclusiv modulele de curent alternativ, în conformitate cu SM HD 60364-7-712 „Instalații electrice de joasă tensiune. Partea 7-712: Prescripții pentru instalații speciale sau amplasamente speciale. Sisteme fotovoltaice (PV)" și SM IEC 62548 „Panouri fotovoltaice (PV). Cerințe de proiectare".

598. Echipamentul PV aflat în zona de curent continuu a centralei fotovoltaice trebuie să fie considerat ca fiind sub tensiune, chiar și atunci când centrala electrică este deconectată pe partea zonei de curent alternativ.

599. În cazul protecției prin utilizarea circuitelor TFJS și TFJP, tensiunea nominală U_n a centralei fotovoltaice se înlocuiește cu U_{OCSTC}, care nu trebuie să fie mai mare de tensiunea de 120 V pentru curent continuu.

Subsecțiunea 1
Protecția în caz de defect

600. În zona de curent alternativ a centralei fotovoltaice, cablul de alimentare PV trebuie conectat la bornele de intrare ale dispozitivului de protecție utilizat pentru întreruperea automată a circuitului.

601. Protecția în caz de defect prin întreruperea automată a alimentării instalației electrice care conține o centrală fotovoltaică, ce nu are cel puțin o separare simplă între zona de curent alternativ și zona de curent continuu, trebuie realizată prin utilizarea unui DDR de tip „B".

602. În cazul în care construcția invertorului nu permite trecerea curentului continuu de defect în instalația electrică, nu este necesară utilizarea unui DDR.

603. Pentru protecția în caz de defect în zona de curent continuu este necesară utilizarea echipamentului de clasa II sau a unui echipament cu izolație echivalentă, în conformitate cu SM EN 61140 „Protecție împotriva șocurilor electrice. Aspecte comune în instalații şi echipamente electrice".

604. Legarea la pământ a unei părți active în zona de curent continuu este permisă dacă există cel puțin separarea simplă între zona de curent continuu și zona de curent alternativ.

605. În cazurile în care este necesară realizarea legăturii de echipotențializare, structurile metalice care susțin modulele PV și structurile metalice de canalizare a cablurilor trebuie să fie interconectate între ele. Conductorul de echipotențializare trebuie să fie conectat la orice bornă terminală de legare la pământ existentă.

606. În cazul în care structurile metalice care susțin modulele PV sunt din aluminiu, trebuie utilizate dispozitive de conexiune speciale pentru a asigura o legătură de echipotențializare fiabilă și continuă a tuturor părților metalice.

607. Conductorul utilizat pentru legarea la pământ a structurilor metalice deschise ale centralei fotovoltaice trebuie să aibă secțiunea nu mai mică de 6 mm² din cupru sau altă secțiune echivalentă, în funcție de materialul conductor. Pentru anumite configurații ale sistemelor, secțiunile minime ale conductorului de legare la pământ pot fi mai mari, în funcție de cerințele instalației de protecție împotriva trăsnetului.

608. Dacă se amenajează o priză de pământ separată pentru centrala fotovoltaică, aceasta trebuie să fie conectată la BPLP a instalației electrice prin intermediul conductoarelor de echipotențializare.

609. Conductoarele de echipotențializare și conductoarele de legare la pământ ale grupului PV trebuie să fie amenajate cât mai aproape posibil de conductoarele de linie ale grupului PV și/sau sub-grupului PV pentru a reduce tensiunile induse din cauza loviturilor directe de trăsnet.

Subsecțiunea 2
Protecția cablurilor împotriva suprasarcinilor în zona de curent continuu

610. Cablurile lanțurilor și grupurilor PV nu necesită să fie protejate împotriva suprasarcinilor dacă curentul admisibil al cablului este egal sau mai mare de $1,25 \cdot I_{SCSTC}$ în orice punct.

611. Pe cablul de alimentare PV principal nu trebuie prevăzută protecția împotriva suprasarcinilor, dacă curentul admisibil al cablului este egal sau mai mare de $1,25 \cdot I_{SCSTC}$ al generatorului PV.

Subsecțiunea 3
Protecția împotriva curenților de scurtcircuit

612. Cablul de alimentare PV în zona de curent alternativ trebuie să fie protejat împotriva curenților de scurtcircuit printr-un dispozitiv de protecție.

613. Dispozitivul de protecție trebuie amplasat în circuitul cablului de alimentare PV.

Subsecțiunea 4
Protecția împotriva interferențelor electromagnetice (IEM) în clădire

614. Pentru a reduce tensiunile induse în urma loviturilor directe de trăsnet, suprafața tuturor buclelor conductoare trebuie să fie cât mai mică posibil.

615. Măsurile constructive și de amenajare trebuie să asigure limitarea efectelor câmpurilor electromagnetice asupra echipamentelor și instalațiilor sensibile din clădire.

TITLU V
NORME DE ÎNCERCĂRI ȘI MĂSURĂRI LA PUNERE ÎN FUNCȚIUNE

CAPITOLUL I
PREVEDERI GENERALE

Secțiunea 1
Domeniul de aplicare

616. Prezentul Titlu se aplică la punerea în funcțiune a instalațiilor electrice ale consumatorilor finali, rețelelor electrice și centralelor electrice, indiferent de forma de proprietate și apartenență.

617. Echipamentul electric cu tensiunea mai mică de 400 kV, la punerea în funcțiune, trebuie să fie supus măsurărilor și încercărilor în conformitate cu cerințele stabilite în prezentul Titlu. De regulă, măsurările și încercările de punere în funcțiune trebuie efectuate în condiții normale ale mediului ambiant.

Secțiunea 2
Cerințe generale

618. Cerințele uzinei producătoare de echipamente electrice cu privire la măsurările și încercările de punere în funcțiune au prioritate în raport cu cerințele instituite de Normativ. Pentru tipurile de echipamente electrice care nu sunt menționate în prezentul Titlu, pentru obținerea datelor necesare cu privire la volumul și normele de măsurări și încercări, trebuie utilizate materialele oficiale ale uzinei producătoare pentru tipurile concrete de echipamente electrice.

619. Instalațiile protecției prin relee și automatizărilor electrice din cadrul centralelor electrice și stațiilor electrice se verifică în conformitate cu prezentul Normativ și instrucțiunile uzinei producătoare.

620. Suplimentar, măsurărilor și încercărilor stabilite de prezentul Titlu, toate echipamentele electrice nemijlocit înainte de efectuarea măsurărilor și încercărilor, trebuie să fie supuse inspectărilor vizuale, verificării funcționării părții mecanice, precum și altor măsurări și încercări, în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

621. Concluzia cu privire la corespunderea echipamentului electric pentru exploatare se emite în baza rezultatelor măsurărilor și încercărilor efectuate asupra unității respective de echipament electric.

622. Toate măsurările și încercările efectuate în conformitate cu documentele normativ-tehnice, prezentul Normativ și instrucțiunile uzinei producătoare trebuie să fie înregistrate în Rapoarte tehnice de măsurări și încercări și în procese-verbale, care se păstrează împreună cu pașapoartele echipamentelor electrice.

623. Prin termenul, valori inițiale ale parametrilor măsurați, se înțeleg valorile indicate în pașapoartele și în rapoartele tehnice ale măsurărilor și încercărilor efectuate de uzina producătoare.

624. Încercările electrice ale izolației echipamentului electric trebuie efectuate la o temperatură a izolației nu mai mică de +5°C, cu excepția cazurilor specificate în prezentul Titlu, când încercările trebuie efectuate la o altă temperatură. În cazuri individuale, la decizia proprietarului instalației electrice, măsurările tangentei unghiului de pierderi dielectrice tgδ (în continuare − tgδ), a rezistenței izolației și alte măsurări la echipamentele electrice cu tensiunea mai mică de 35 kV, pot fi efectuate la o temperatură mai mică. Măsurările caracteristicilor electrice ale izolației, efectuate la temperaturi negative, trebuie să fie repetate în termeni cât mai restrânși, la o temperatură a izolației nu mai mică de +5°C.

625. Caracteristicele izolației echipamentelor electrice, de regulă, trebuie măsurate la aceeași temperatură și conform schemelor-tip.

626. Înainte de efectuarea măsurărilor și încercărilor, cu excepția cazurilor menționate în prezentul Titlu, suprafața exterioară a izolației echipamentului electric trebuie curățată de praf și murdărie.

627. În cazul măsurării rezistenței izolației, înregistrarea indicațiilor megohmmetrului se efectuează după 60 secunde de la începerea măsurărilor. Dacă, în conformitate cu prezentul Titlu, este necesară determinarea coeficientului de absorbție $R_{60''}/R_{15''}$, înregistrarea indicațiilor se efectuează de două ori, după 15 secunde și 60 secunde de la începerea măsurărilor.

628. Încercarea cu tensiune mărită cu frecvență industrială se efectuează la echipamentul electric cu tensiunea mai mică de 35 kV, în cazurile stabilite de prezentul Titlu.

629. În cazul lipsei aparatajului de încercare de curent alternativ necesar, se admite încercarea cu tensiune redresată mărită, egală cu 1,5 din valoarea tensiunii de încercare de frecvență industrială a echipamentului electric al ID cu tensiunea mai mică de 10 kV, cu excepția izolației de bază a cablurilor cu izolație din polietilenă reticulată.

630. Echipamentul electric și izolatoarele cu tensiunea nominală care este mai mare decât tensiunea nominală a instalației electrice în care acestea sunt exploatate pot fi încercate prin aplicarea tensiunii stabilite pentru clasa de izolație a acestor instalații electrice. Măsurarea rezistenței izolației, în lipsa unor indicații suplimentare, se efectuează:

630.1. pentru aparate și circuite cu tensiunea mai mică de 500 V − cu megohmmetrul la tensiunea de 500 V;

630.2. pentru aparate și circuite cu tensiunea peste 500 V și mai mică de 1000 V − cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V;

630.3. pentru aparate cu tensiunea peste 1000 V − cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

631. Încercarea cu tensiune mărită a izolatoarelor și transformatoarelor de curent, conectate cu cabluri de putere cu tensiunea de 6-10 kV, poate fi efectuată împreună cu aceste cabluri. Evaluarea stării se efectuează în baza normelor uzinei producătoare stabilite pentru cabluri de putere.

632. Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială a izolației aparatelor trebuie efectuată, împreună cu încercarea izolației barelor ID, fără demontarea barelor. În acest caz, tensiunea de încercare se admite de ales în baza normelor pentru echipamentul care are cea mai mică tensiune de încercare.

633. În cazul efectuării mai multor tipuri de încercări ale izolației echipamentului electric, până la încercarea cu tensiunea mărită trebuie să fie efectuate celelalte tipuri de încercări ale izolației.

634. Rezultatele încercărilor cu tensiune mărită sunt considerate satisfăcătoare dacă, la aplicarea tensiunii de încercare integrală, nu au fost observate descărcări alunecătoare, devieri ale curentului de scurgere sau creșterea valorii curentului stabilizat, străpungeri sau conturnări ale izolației și dacă valoarea rezistenței izolației, măsurată cu megohmmetrul până la și după încercare, a rămas aceeași.

635. Măsurarea rezistenței izolației cu megohmmetrul, de regulă, trebuie efectuată înainte și după încercarea izolației cu tensiune mărită de frecvență industrială sau cu tensiune redresată. Drept rezistență a izolației se consideră valoarea măsurată timp de 1 minut a rezistenței $R_{60''}$.

636. Încercarea izolației cu tensiune de frecvență industrială, egală cu 1000 V, poate fi înlocuită cu măsurarea rezistenței izolației cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V, timp de 1 minut. Dacă, în acest caz, valoarea obținută a rezistenței este mai mică decât cea stabilită în Normativ, atunci încercarea cu tensiunea de 1000 V de frecvență industrială este obligatorie.

CAPITOLUL II
GENERATOARE ȘI COMPENSATOARE SINCRONE

Secțiunea 1
Volumul și normele de încercări

637. În continuare, termenul generator include și compensatoarele sincrone. Puterea nominală este indicată ca activă − pentru generatoare și reactivă − pentru compensatoare.

638. Generatoarele cu puterea mai mare de 1 MW și cu tensiunea peste 1000 V se supun măsurărilor și încercărilor în volum deplin, în conformitate cu prezentul Capitol.

639. Generatoarele cu puterea până la 1 MW, inclusiv cele cu tensiunea peste 1000 V, se supun încercărilor în conformitate cu Secțiunile 2-6, 8-12, 17-20 din prezentul Capitol.

640. Generatoarele cu tensiunea mai mică de 1000 V, indiferent de putere, se supun încercărilor în conformitate cu Secțiunile 3, 5, 6, 8, 11, 17-19 din prezentul Capitol.

Secțiunea 2
Determinarea posibilității conectării în lucru fără uscare a generatoarelor cu tensiunea peste 1000 V

641. Determinarea posibilității conectării în lucru fără uscare a generatoarelor cu tensiunea peste 1000 V se realizează în conformitate cu cerințele uzinei producătoare.

642. Generatoarele puse în funcțiune se conectează fără uscare dacă rezistența izolației $R_{60''}$ și coeficientul de absorbție $R_{60''}/R_{15''}$ al înfășurărilor statorului au valori nu mai mici decât cele stabilite în tabelul 69.

643. Pentru generatoarele noi puse în funcțiune, la care răcirea înfășurărilor statorului este realizată cu gaz sau aer, adițional, trebuie luată în calcul dependența curenților de scurgere de tensiunea aplicată, în conformitate cu cerințele Secțiunii 4 din prezentul Capitol. Dacă în instrucțiunea uzinei producătoare a generatorului nou pus în funcțiune sau în instrucțiunea uzinei producătoare a înfășurărilor statorului sunt prevăzute criterii suplimentare de evaluare a lipsei umezelii izolației, atunci acestea trebuie utilizate.

644. Pentru generatorul cu izolație din hârtie impregnată cu ulei, necesitatea uscării la punere în funcțiune se stabilește în conformitate cu instrucțiunea uzinei producătoare.

645. Înfășurările rotoarelor generatoarelor răcite cu gaz, aer sau hidrogen, nu se supun uscării dacă rezistența izolației înfășurării are o valoare nu mai mică decât cea stabilită în tabelul 69. Conectarea în lucru a generatoarelor, ale căror înfășurări ale rotorului sunt răcite cu apă, se efectuează în conformitate cu instrucțiunea uzinei producătoare.

Secțiunea 3
Măsurarea rezistenței izolației

646. Rezistența izolației se măsoară cu megohmmetrul, al căruia tensiune se stabilește în conformitate cu tabelul 69.

647. Rezistența izolației înfășurărilor statorului răcite cu apă se măsoară fără prezența apei în înfășurare, după purjarea cu aer comprimat a tractului de apă, în cazul în care colectoarele de captare a apei sunt conectate la ecranul megohmmetrului și izolate de sistemul de răcire extern. Cazurile când măsurările se efectuează cu prezența apei în înfășurare sunt stabilite în tabelul 69.

648. Valorile admisibile ale rezistenței izolației și ale coeficientului de absorbție, în cazul temperaturii de 10-30°C, sunt stabilite în tabelul 69.

649. Pentru temperatura mai mare de +30°C, valoarea admisibilă a rezistenței izolației se micșorează de două ori pentru fiecare 20°C a diferenței dintre temperatura la care se efectuează măsurarea și +30°C. În toate cazurile, rezistența izolației înfășurărilor generatorului trebuie să fie nu mai mică de 0,5 MΩ.

Tabelul 69. Valorile admisibile ale rezistenței izolației și coeficientului de absorbție

Elementul încercat	Tensiunea megohm-metrului, V	Valoarea admisibilă a rezistenței izolației, MΩ	Indicații
1. Înfășurarea statorului	2500/1000/500[1)]	Nu mai mică de 10 pentru fiecare kV al tensiunii nominale de linie	Pentru fiecare fază sau ramură separată în raport cu carcasa și alte faze sau ramuri legate la pământ. Valoarea $R_{60''}/R_{15''}$ trebuie să fie nu mai mică de 1,3.
	2500	În conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare	În cazul când distilatul curge prin înfășurare.
2. Înfășurarea rotorului	1000, se admite 500	Nu mai mică de 0,5 (în cazul răcirii cu apă − cu înfășurarea uscată)	Se admite punerea în funcțiune a generatoarelor cu puterea nu mai mare de 300 MW cu rotoare cu poli înecați, în cazul răcirii indirecte sau directe cu aer și hidrogen a înfășurării, care are rezistența izolației nu mai mică de 2 kΩ la temperatura de +75°C sau de 20 kΩ la temperatura de +20°C. În cazul unei puteri mai mari, punerea în funcțiune a generatorului cu rezistența izolației înfășurării rotorului mai mică de 0,5 MΩ, la 10-30°C, se admite numai cu acordul uzinei producătoare.
	1000	În conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare	În cazul curgerii distilatului prin canalele de răcire ale înfășurării.
3. Circuitele de excitație ale generatorului și excitatorului colector cu tot aparatajul conectat (fără înfășurările rotorului și excitatorului)	1000, se admite 500	Nu mai mică de 1,0	-
4. Înfășurările excitatorului colector și excitatorului-pilot	1000	Nu mai mică de 0,5	-
5. Bandajele indusului și colectorului excitatorului colector și excitatorului-pilot	1000	Nu mai mică de 1,0	În cazul înfășurării indusului legate la pământ.
6. Buloane de strângere izolate a fierului statorului (accesibile pentru măsurare)	1000	Nu mai mică de 1,0	-

7. Rulmenții și etanșările arborelui	1000	Nu mai mică de 0,3 pentru hidrogeneratoare și 1,0 pentru turbogeneratoare și compensatoare	Pentru hidrogeneratoare măsurarea se efectuează dacă permite construcția generatorului și în instrucțiunea uzinei producătoare nu sunt indicate alte norme mai aspre.
8. Difuzoarele, tablourile ventilatoarelor și alte noduri ale statorului generatoarelor	500-1000	În conformitate cu cerințele uzinei producătoare	-
9. Senzorii termici cu conductoare de conectare, inclusiv conductoare de conectare amenajate în interiorul generatorului:			Tensiunea megohmmetrului − în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.
- cu răcire indirectă a înfășurărilor statorului	250 sau 500	Nu mai mică de 1,0	
- cu răcire directă a înfășurărilor statorului	500	Nu mai mică de 0,5	
[1)] Rezistența izolației se măsoară în cazul tensiunii nominale a înfășurării mai mici de 500 V cu megohmmetrul la tensiunea de 500 V, în cazul tensiunii nominale a înfășurării peste 500 V și mai mici de 1000 V − cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V, iar în cazul tensiunii nominale a înfășurării peste 1000 V − cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.			

Secțiunea 4
Încercarea izolației înfășurării statorului cu tensiune redresată mărită cu măsurarea curentului de scurgere

650. Încercării se supune fiecare fază sau derivată separat de celelalte faze sau derivate, conectate cu carcasa statorului. În cazul generatoarelor cu răcire cu apă a înfășurării statorului, încercarea se realizează dacă această posibilitate este prevăzută de construcția generatorului.

651. Valorile tensiunii de încercare sunt specificate în tabelul 70.

Tabelul 70. Valorile tensiunii redresate de încercare a izolației înfășurării statorului, kV

Puterea generatorului (MW), compensatorului (MV·A)	Tensiunea nominală a generatorului, kV	Tensiunea redresată de încercare, kV
Până la 1	Toate nivelele de tensiune	$1,2+2,4\cdot U_{nom}$
Mai mare de 1	Mai mică de 3,3	$2,4+1,2\cdot U_{nom}$
	Peste 3,3 și mai mică de 6,6	$1,28\cdot 2,5\cdot U_{nom}$
	Peste 6,6 și mai mică de 20	$1,28\cdot(2\cdot U_{nom}+3)$
	Peste 20 și mai mică de 24	$1,28\cdot(2\cdot U_{nom}+1)$

652. Măsurarea curenților de scurgere pentru trasarea curbelor dependenței lor de tensiune, se realizează la cel puțin 5 valori ale tensiunii redresate − de la $0,2\cdot U_{max}$ până la U_{max}, în trepte egale. La fiecare treaptă tensiunea se menține pentru 1 minut. Valorile curentului de scurgere se fixează după fiecare 15 și 60 secunde.

653. Evaluarea caracteristicilor obținute se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 5
Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială

654. Valoarea tensiunii de încercare se stabilește în conformitate cu tabelul 71.

655. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

656. Încercarea izolației înfășurării statorului mașinilor, puse în funcțiune pentru prima dată, de regulă, trebuie efectuată până la introducerea rotorului în stator.

657. Izolația înfășurării rotorului turbogeneratoarelor, puse în funcțiune pentru prima dată, se încearcă în cazul turațiilor nominale ale rotorului.

658. La generatoarele răcite cu apă, izolația înfășurării statorului se încearcă în cazul circulației în sistemul de răcire a distilatului cu rezistență specifică nu mai mică de 100 kΩ·cm și în cazul consumului nominal, dacă în instrucțiunea uzinei producătoare a generatorului nu se specifică altceva.

659. După încercarea izolației înfășurării statorului cu tensiune mărită timp de 1 minut, la generatoarele cu tensiunea nominală mai mare de 10 kV, tensiunea de încercare se micșorează până la valoarea nominală a generatorului și se menține timp de 5 minute pentru urmărirea caracterului efectului corona al părților frontale ale înfășurării statorului. În acest caz, nu trebuie să apară scânteieri de culoare galbenă sau roșietică concentrate în puncte separate, fum, fumegarea bandajelor și alte fenomene asemănătoare. Scânteiere de culoare albastră și albă se admite.

660. Înainte de conectarea generatorului în lucru, după amenajarea acestuia, este necesar de efectuat încercarea de control cu tensiune nominală de frecvență industrială sau cu tensiune redresată, egală cu $1,5\cdot U_{nom}$. Durata încercării trebuie să fie egală cu 1 minut.

661. Nu se admite combinarea încercărilor cu tensiune mărită a izolației înfășurării statorului și a altor elemente instalate în el cu verificarea etanșeității carcasei generatorului cu presiune relativă a aerului.

662. În cazul încercării cu tensiune mărită a mașinii asamblate complet trebuie să fie asigurată urmărirea minuțioasă a modificărilor curentului și tensiunii în circuitul înfășurării supuse

încercării și supravegherea carcasei mașinii cu respectarea tuturor măsurilor de securitate. În cazul depistării în timpul încercărilor a abaterilor de la regimul normal, devierilor ale acelor indicatoare ale echipamentelor de măsurare, creșterii valorilor curenților de scurgere în comparație cu valorile curenților observați anterior, zgomotelor neobișnuite în carcasa generatorului, încercările trebuie să fie stopate și repetate cu ecranele de capăt demontate.

663. În cazul încercărilor cu tensiune mărită a izolației înfășurărilor generatoarelor, este necesar respectarea măsurilor de apărare împotriva incendiilor.

Tabelul 71. Tensiunile de încercare de frecvență industrială

Elementul încercat	Caracteristica sau tipul generatorului	Tensiunea de încercare, kV	Note
1. Înfășurarea statorului generatorului	Puterea până la 1 MW, tensiunea nominală mai mare de 0,1 kV	$0,8\cdot(2\cdot U_{nom}+1)$, dar nu mai mică de 1,2	
	Puterea mai mare de 1 MW, tensiunea nominală mai mică de 3,3 kV	$0,8\cdot(2\cdot U_{nom}+1)$	
	Puterea mai mare de 1 MW, tensiunea nominală peste 3,3 și mai mică de 6,6 kV	$0,8\cdot 2,5\cdot U_{nom}$	
	Puterea mai mare de 1 MW, tensiunea nominală peste 6,6 și mai mică de 20 kV	$0,8\cdot(2\cdot U_{nom}+3)$	
	Puterea mai mare de 1 MW, tensiunea nominală peste 20 kV	$0,8\cdot(2\cdot U_{nom}+1)$	
2. Înfășurarea statorului hidrogeneratorului, asamblarea și îmbinarea părților statorului care se produce la locul amenajării, după finalizarea asamblării complete a înfășurării și izolării conexiunilor	Puterea mai mare de 1 MW, tensiunea nominală mai mică de 3,3 kV	$2\cdot U_{nom}+1$	Dacă asamblarea statorului se realizează la locul amenajării, dar nu pe fundație, atunci până la instalarea statorului pe fundație, încercările acestuia se efectuează în conformitate cu pct. 2 din prezentul Tabel, iar după instalare – în conformitate cu pct. 1 din prezentul Tabel.
	Puterea mai mare de 1 MW, tensiunea nominală peste 3,3 și mai mică de 6,6 kV	$2,5\cdot U_{nom}$	
	Puterea mai mare de 1 MW, tensiunea nominală mai mică de 20 kV	$2\cdot U_{nom}+3$	
3. Înfășurarea rotorului cu poli aparenți	Generatoare de toate puterile	$8\cdot U_{nom}$ de excitație a generatorului, dar nu mai mică de 1,2 și nu mai mare de 2,8 kV	
4. Înfășurarea rotorului cu poli înecați	Generatoare de toate puterile	1,0	Tensiunea de încercare se stabilește egală cu 1 kV atunci când nu contravine cerințelor specificațiilor tehnice ale uzinei producătoare. Dacă specificațiile tehnice prevăd norme de încercare mai aspre, tensiunea de încercare trebuie mărită.

5. Înfășurarea excitatorului al colectorului și excitatorului-pilot al colectorului	Generatoare de toate puterile	$8 \cdot U_{nom}$ de excitație a generatorului, dar nu mai mică de 1,2 și nu mai mare de 2,8 kV	În raport cu carcasa și bandaje.
6. Circuitele de excitație	Generatoare de toate puterile	1,0	
7. Reostat de excitație	Generatoare de toate puterile	1,0	
8. Rezistorul circuitului de stingere a câmpului și întreruptorului de stingere a câmpului (în continuare – ASC)	Generatoare de toate puterile	2,0	

Secțiunea 6
Măsurarea rezistenței în curent continuu

664. Măsurarea se efectuează în stare rece a generatorului.

665. În cazul comparării valorilor rezistențelor cu datele uzinei producătoare, acestea trebuie raportate la aceeași temperatură.

666. Normele abaterilor admisibile ale rezistenței sunt stabilite în tabelul 72.

Tabelul 72. Normele abaterilor valorilor rezistenței în curent continuu

Elementul încercat	Norma	Notă
1. Înfășurarea statorului	Valorile rezistențelor înfășurării nu trebuie să difere una în raport cu alta mai mult de 2%, ramurilor − mai mult de 5%. Rezultatele măsurărilor rezistențelor aceleiași ramuri și faze nu trebuie să difere de datele inițiale mai mult de 2%.	Se măsoară separat rezistența fiecărei faze sau ramuri. Rezistența ramurilor paralele se măsoară, în cazul accesibilității bornelor separate. Pentru unele tipuri de mașini (generatoare de curent alternativ, sisteme de excitație sau generatoare mici) diferența între rezistențele fazelor și ramurilor separate poate fi mai mare în conformitate cu datele uzinei producătoare.
2. Înfășurarea rotorului	Valoarea rezistenței măsurate nu trebuie să difere de la datele inițiale mai mult de 2%.	La rotoarele cu poli aparenți, adițional, se măsoară rezistențele fiecărui pol separat sau pe pereche și al contactului de trecere între bobine.
3. Înfășurările de excitație ale excitatorului colectorului	Valoarea rezistenței măsurate nu trebuie să difere de la datele inițiale mai mult de 2%.	
4. Înfășurarea indusului excitatorului (între plăcile colectorului)	Valorile rezistenței măsurate nu trebuie să difere una în raport cu alta mai mult de 10%, cu excepția cazurilor, când aceasta este condiționată de schema de conexiune.	
5. Rezistorul circuitului de stingere a câmpului, reostatele de excitare	Valoarea rezistenței măsurate nu trebuie să difere de la datele inițiale mai mult de 10%.	

Secțiunea 7
Măsurarea rezistenței înfășurării rotorului în curent alternativ

667. Măsurarea se efectuează în scopul depistării scurtcircuitelor între spirele înfășurării rotorului, precum și stării sistemului de amortizare a rotorului. La rotoarele cu poli înecați se măsoară rezistența întregii înfășurări, iar la rotoarele cu poli aparenți − la fiecare pol a înfășurării separat sau la doi poli împreună. Măsurarea trebuie efectuată cu aplicarea tensiunii de 3 V pe spiră, dar nu mai mare de 200 V.

668. Rezistența înfășurărilor la rotoarele cu poli înecați se determină la trei-patru trepte a turațiilor, inclusiv cea nominală și în stare fixă, menținând tensiunea aplicată sau curentul neschimbat. Măsurările nu se efectuează la turbogeneratoare cu sisteme de excitație fără perii, la

care nu sunt posibile aceste măsurări. Rezistența pe poli sau pe perechi de poli se măsoară numai în cazul rotorului în stare fixă.

669. Pentru compararea rezultatelor cu datele măsurărilor precedente, măsurările trebuie efectuate în stare analogică a generatorului (rotor instalat sau demontat, înfășurarea rotorului deschisă sau scurtcircuitată) și cu aceleași valori a tensiunii sau a curentului de alimentare. Abaterile rezultatelor obținute de la datele măsurărilor precedente sau de la valoarea medie a rezistențelor măsurate ale polilor mai mari de 3-5%, precum și micșorarea în salt a rezistenței la schimbarea turațiilor, pot indica despre apariția scurtcircuitelor între spire.

670. Concluzia finală despre prezența și numărul spirelor scurtcircuitate trebuie să fie efectuată în baza rezultatelor ridicării caracteristicii de scurtcircuit și comparării acesteia cu datele măsurărilor precedente. Pot fi aplicate și alte metode:

670.1. măsurarea pulsației inducției în întrefierul între rotor și stator;

670.2. evaluarea distribuției tensiunii de curent alternativ pe spirele polului respectiv;

670.3. utilizarea dispozitivelor speciale cu impuls.

Secțiunea 8
Ridicarea caracteristicelor generatorului

Subsecțiunea 1
Ridicarea caracteristicii de scurtcircuit trifazat

671. Abaterea caracteristicii de scurtcircuit, ridicate în cazul încercării, în raport cu cea inițială trebuie să se încadreze în limitele erorii admisibile de măsurare.

672. Dacă abaterea caracteristicii ridicate de către uzina producătoare depășește limitele erorii admisibile de măsurare și caracteristica este amplasată mai jos de cea inițială, acest fapt indică prezența scurtcircuitelor între spire în înfășurarea rotorului.

673. În cazul încercărilor de punere în funcțiune, caracteristica de scurtcircuit a generatorului, care funcționează în bloc cu un transformator de putere, se admite să nu fie ridicată, dacă aceasta a fost determinată de uzina producătoare și există procesul-verbal de încercare.

674. La generatorul care funcționează în bloc cu transformator de putere, după amenajare, trebuie ridicată caracteristica de scurtcircuit a întregului bloc, cu instalarea scurtcircuitorului după transformatorul de putere.

675. Pentru compararea cu caracteristica uzinei producătoare, caracteristica generatorului poate fi obținută prin recalcularea datelor caracteristicii de scurtcircuit a blocului, în conformitate cu SM EN IEC 60034-4-1 „Mașini electrice rotative. Partea 4-1: Metode pentru determinarea prin încercări a mărimilor maşinilor sincrone cu excitație electrică”.

676. La compensatoarele sincrone care nu sunt echipate cu motor de accelerare, caracteristicile de scurtcircuit trifazat se ridică la ieșirea din sincronism și numai în cazul încercărilor după amenajare, dacă caracteristica nu a fost determinată de uzina producătoare.

677. Pentru turbogeneratoare cu sistem de excitație fără perii, caracteristica de scurtcircuit trifazat se admite de măsurat prin metode indirecte în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Subsecțiunea 2
Ridicarea caracteristicii de mers în gol

678. Caracteristica de mers în gol se ridică în cazul descreșterii curentului de excitație, începând cu cel mai mare curent, care corespunde tensiunii de $1{,}3 \cdot U_{nom}$ pentru turbogeneratoare și compensatoare sincrone și $1{,}5 \cdot U_{nom}$ pentru hidrogeneratoare.

679. Se admite ridicarea caracteristicii de mers în gol a turbogeneratoarelor și hidrogeneratoarelor, începând cu curentul de excitație nominal în cazul turațiilor reduse ale generatorului, cu condiția că, tensiunea pe înfășurarea statorului nu este mai mare de $1{,}3 \cdot U_{nom}$.

680. La compensatoarele sincrone se permite ridicarea caracteristicii de mers în gol în regim de rotație liberă.

681. La generatoarele care funcționează în bloc cu transformatoare de putere se ridică caracteristica de mers în gol a blocului. În acest caz, generatorul se excită până la 1,15 din tensiunea nominală.

682. În cazul punerii în funcțiune a blocului, caracteristica de mers în gol a generatorului, deconectat de la transformatorul de putere, se admite să nu fie ridicată dacă aceasta a fost ridicată de uzina producătoare și există procesele-verbale respective. În cazul lipsei acestor procese-verbale la centralele electrice, ridicarea caracteristicii de mers în gol a generatorului este obligatorie.

683. După determinarea caracteristicii de mers în gol a generatorului și deconectarea totală a excitației, se recomandă măsurarea tensiunii remanente și verificarea simetriei tensiunilor de linie, nemijlocit la bornele înfășurării statorului.

684. Abaterile valorilor caracteristicii de mers în gol, determinate în raport cu cea inițială, precum și diferențele între valorile tensiunilor de linie trebuie să se afle în limitele preciziei măsurărilor.

685. Pentru turbogeneratoare cu sistem de excitație fără perii, caracteristica de mers în gol se admite de măsurat prin metode indirecte, în conformitate cu recomandările uzinei producătoare.

Secțiunea 9
Încercarea izolației între spirele înfășurării statorului

686. Încercarea se efectuează la punerea în funcțiune, cu excepția generatoarelor și compensatoarelor sincrone care au fost încercate de uzina producătoare, în cazul existenței proceselor-verbale respective.

687. Încercarea se efectuează în regim de mers în gol al mașinii (la compensatorul sincron în rotație liberă), prin majorarea tensiunii generate până la valoarea egală cu 130% din cea nominală pentru turbogenerator și compensator sincron, respectiv până la 150% pentru hidrogenerator.

688. Durata încercării în cazul tensiunii cele mai mari trebuie să fie egală cu 5 minute, iar la hidrogeneratoare cu înfășurare din bare − 1 minut. În cazul efectuării încercării se admite de majorat frecvența rotației mașinii până la 115% din valoarea nominală.

689. Izolația între spire, de regulă, trebuie încercată concomitent cu ridicarea caracteristicii de mers în gol.

Secțiunea 10
Determinarea caracteristicilor excitatorului colectorului

690. Caracteristica de mers în gol se determină până la valoarea maximă a tensiunii sau la valoarea stabilită de uzina producătoare.

691. Ridicarea caracteristicii de sarcină se efectuează sub sarcină aplicată pe rotorul generatorului, până la valoarea nu mai mică de curentul nominal de excitație al generatorului. Abaterile caracteristicilor față de caracteristicile uzinei producătoare, trebuie să fie în limitele erorii admisibile a măsurărilor.

Secțiunea 11
Măsurarea vibrației

692. Vibrația nodurilor generatoarelor și excitatoarelor acestora, în cazul funcționării la turația nominală, nu trebuie să fie mai mare decât valorile stabilite în tabelul 73. Recomandările cu privire la măsurarea nivelului vibrației la părțile mașinii care nu se rotesc sunt stabilite în SM ISO 20816-1 „Vibrații mecanice. Măsurarea şi evaluarea vibrațiilor mașinii. Partea 1: Linii directoare generale”.

Tabelul 73. Valorile maxim admisibile ale vibrației generatoarelor și ale excitatoarelor acestora

Nodul controlat	Vibrația, μm, la turația nominală a rotorului, rotații/minut						Note
	Mai mică de 100	Peste 100 și mai mică de 187,5	Peste 187,5 și mai mică de 375	Peste 375 și mai mică de 750	1500	3000	
1. Rulmenții turbogeneratoarelor și excitatoarelor, cruci cu rulmenți de ghidare încorporați la hidrogeneratoarele verticale	180	150	100	70	50[1)]	30[1)]	Vibrația rulmenților turbogeneratoarelor, excitatoarelor acestora și hidrogeneratoarelor orizontale se măsoară la capacul superior al rulmenților în direcție verticală și la conector − în direcția axului și în direcție perpendiculară. Pentru hidrogeneratoarele verticale, valorile vibrațiilor indicate se referă la direcțiile orizontale și verticale.
2. Inelele de contact ale rotoarelor turbogeneratoarelor	-	-	-	-	-	200	Vibrațiile se măsoară în direcția verticală și orizontală.
3. Miezul statorului turbogeneratorului	-	-	-	-	40	60	Vibrația miezului se determină în cazul punerii în funcțiune a mostrelor cap serie a tipurilor noi de turbogeneratoare. Vibrația se măsoară în direcția radială în secțiune, după posibilitate nemijlocit în apropiere mijlocul lungimii miezului.
4. Carcasa statorului turbogeneratorului							Vibrația cu frecvența de 100 Hz, raportată la regim nominal.
- cu suspensie elastică a miezului statorului	-	-	-	-	-	30	
- fără suspensie elastică	-	-	-	-	40	60	
5. Părțile frontale ale înfășurării statorului turbogeneratorului	-	-	-	-	125	125	Vibrația părților frontale ale înfășurării se determină în cazul punerii în funcțiune a mostrelor cap serie ale tipurilor noi de turbogeneratoare. Vibrațiile se măsoară în direcțiile radiale și tangențiale în apropiere de

							capetele a trei bare ale înfășurării statorului.
6. Miezul statorului hidrogeneratorului	30 (50)[2)]/80	30 (50)[2)] /80	30 (50)[2)]/80	30 (50)[2)]/80	-	-	Vibrația se măsoară pe partea din spate a sectoarelor miezului în direcția radială pe ambele părți ale articulațiilor cap la cap și la 4-6 puncte pe circumferință − în cazul unui miez inelar.
7. Părțile frontale ale înfășurărilor statorului hidrogeneratorului	(50)[3)]	(50)[3)]	(50)[3)]	(50)[3)]	-	-	Vibrația înfășurării se determină în cazul punerii în funcțiune a mostrelor cap serie ale tipurilor noi de turbogeneratoare cu puterea mai mare de 300 MW și a generatoarelor-motor cu puterea mai mare de 100 MW. Vibrația se măsoară în direcțiile radială și tangențială la părțile frontale și în apropiere de ieșire din crestătură la cel puțin 10 bare ale înfășurării.

[1)]În cazul prezenței echipamentului respectiv, valoarea eficace a vitezei de vibrații la punerea în funcțiune a turbogeneratoarelor după amenajare trebuie să fie nu mai mare de 2,8 $mm \cdot s^{-1}$ pe ax vertical și transversal și 4,5 $mm \cdot s^{-1}$ în lungul axei longitudinale.

[2)]La numărător este valoarea vibrației cu frecvența de 100 Hz în regim de sarcină, miezul este „fierbinte”, și în paranteze − în regim de mers în gol cu excitație, miezul este „rece”, la numitor − vibrațiile poliarmonice de frecvență joasă, multiple și care circulă pentru aceste frecvențe, în regim de mers în gol și sarcină.

[3)]Vibrația cu frecvența de 100 Hz, raportată la regim nominal.

693. Vibrația rulmenților compensatoarelor sincrone cu turații nominale ale rotorului de 750-1000 rotații/minut trebuie să fie nu mai mare de 80 μm pe amplitudinea deplasărilor de vibrație sau 2,2 $mm \cdot s^{-1}$ a valorii eficace a vitezei de vibrații.

694. Vibrația se măsoară în cazul punerii în funcțiune a compensatorului după amenajare. Metodele și procedurile de balansare a rotoarelor sunt stabilite în SM ISO 21940-12 „Vibrații mecanice. Echilibrarea rotorului. Partea 12: Proceduri şi toleranțe pentru rotoare cu comportament flexibil".

Secțiunea 12
Încercarea răcitoarelor de gaz cu presiune hidraulică

695. Presiunea hidraulică de încercare trebuie să fie egală cu presiunea dublă maxim posibilă de lucru, dar nu mai mică de 0,3 MPa pentru turbogeneratoare și hidrogeneratoare răcite cu aer și 0,5 MPa pentru celelalte turbogeneratoare și compensatoare sincrone răcite cu hidrogen.

696. Durata încercării trebuie să fie egală cu 30 minute.

697. În cazul încercării nu trebuie să fie depistate scăderi ale presiunii de încercare sau scurgeri de apă.

Secțiunea 13
Verificarea densității sistemului de răcire cu apă al înfășurării statorului

698. Densitatea sistemului, în comun cu colectoare și furtunurile de conexiune, se verifică prin încercări hidraulice cu condensat sau cu apă desalinizată. În prealabil, prin sistem se pompează apă fierbinte, cu temperatura de 60-80°C, timp de 12-16 ore. De regulă, încălzirea și răcirea trebuie efectuată în 2-3 cicluri.

699. Densitatea sistemului se verifică cu presiune relativă statică a apei, egală cu 0,8 MPa la mașinile cu furtunuri de conexiune din fluoroplast cu diametrul $D_{exterior}$=28 mm, $D_{interior}$=21 mm, și cu 1 MPa în cazul diametrului furtunilor $D_{exterior}$=21 mm, $D_{interior}$=15 mm, dacă în instrucțiunile uzinei producătoare nu sunt indicate cerințe mai aspre.

700. Durata încercării trebuie să fie egală cu 24 ore.

701. La încercări, în cazul temperaturii și scurgerilor de apă constante, scăderea presiunii trebuie să fie nu mai mare de 0,5%. Înainte de finalizarea încercării, este necesar de examinat minuțios înfășurarea, colectoarele, furtunurile, locurile de conexiune ale acestora și de verificat lipsa scurgerilor de apă.

702. Dacă rezultatele încercărilor hidraulice sunt negative și nu este posibil de determinat locul scurgerilor, atunci sistemul de răcire trebuie purjat cu aer uscat și, ulterior, încercat la presiune cu amestec de aer comprimat cu freon-12. Densitatea sistemului, în acest caz, se verifică cu un detector de gaze halogene.

Secțiunea 14
Inspectarea vizuală și verificarea dispozitivelor de răcire cu lichid

703. Trebuie verificată starea generală a instalației de răcire cu lichid, cu privire la curățenia și integritatea componentelor, precum și funcționarea corespunzătoare a echipamentelor auxiliare.

704. Inspectarea vizuală și verificarea se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 15
Verificarea etanșeității rotorului, statorului, sistemului gaz-ulei și carcasei generatorului asamblat

705. Etanșarea rotorului și statorului în timpul amenajării se verifică în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

706. Etanșarea turbogeneratoarelor și compensatoarelor sincrone răcite cu hidrogen, în stare asamblată, se verifică în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

707. Înainte de umplerea carcasei generatorului cu hidrogen și după pomparea uleiului în garniturile de etanșare a arborelui, se efectuează verificarea de control a etanșeității generatorului în comun cu sistemul gaz-ulei. Verificarea de control se efectuează cu aer comprimat sub presiunea, egală cu presiunea nominală de funcționare a hidrogenului.

708. Durata încercării trebuie să fie egală cu 24 ore.

709. Valoarea scurgerii de aer timp de 24 de ore, în procente, se determină după formula:

$$\Delta V = 100\left[1 - \frac{P_K\,(273 + \vartheta_H)}{P_H(273 + \vartheta_K)}\right],$$

unde P_H și P_K este presiunea absolută în sistemul de răcire cu hidrogen la începutul și la sfârșitul încercării;

ϑ_H și ϑ_K − temperatura aerului în carcasa generatorului la începutul și la sfârșitul încercării.

710. Scurgerea de aer timp de 24 de ore, calculată în conformitate cu formula din pct. 709, trebuie să fie nu mai mare de 1,5%.

Secțiunea 16
Determinarea scurgerii de hidrogen timp de 24 de ore

711. Scurgerea de hidrogen timp de 24 de ore din generator, raportată la condiții normale, determinată în conformitate cu formula stabilită în Secțiunea 15 din Capitolul II, trebuie să fie nu mai mare de valorile:

711.1. 3 m^3 − pentru generatoare cu puterea mai mică de 32 MW;

711.2. 7 m^3 − pentru generatoare cu puterea mai mică de 63 MW;

711.3. 10 m^3 − pentru generatoare cu puterea mai mică de 110 MW;

711.4. 12 m^3 − pentru generatoare cu puterea mai mică de 800 MW;

711.5. 18 m^3 − pentru generatoare cu puterea mai mare de 800 MW.

712. Consumul timp de 24 de ore, cu luarea în calcul a purjărilor pentru menținerea purității hidrogenului în conformitate cu Secțiunea 26 din Capitolul II trebuie să fie nu mai mare de 10% din cantitatea totală de gaz în mașină la presiunea de lucru.

713. Consumul de hidrogen timp de 24 de ore în compensatorul sincron trebuie să fie nu mai mare de 5% din cantitatea totală de gaz din acesta.

Secțiunea 17
Încercarea la încălzire

714. Încercarea se efectuează la punerea în funcțiune, dar nu mai târziu de 180 de zile după amenajare și conectarea generatorului la rețeaua electrică, la temperaturi ale mediilor de răcire cât mai aproape de valorile nominale și sarcini aproximativ de 60, 75, 90, 100% din cea nominală.

715. Conform rezultatelor încercărilor la punerea în funcțiune, se evaluează corespunderea încălzirilor cerințelor standardelor și specificațiilor tehnice, se stabilesc valorile maxim admisibile ale temperaturii înfășurărilor și fierului activ al generatorului, se întocmesc fișele sarcinilor admisibile în cazul devierii de la valorile nominale ale tensiunii la borne și temperaturilor mediilor de răcire.

716. Încercările și analiza materialelor obținute trebuie efectuate în corespundere cu metoda stabilită de către personalul de conducere al întreprinderii, iar pentru turbogeneratoare cu sistem de excitație fără perii (în continuare − SEFP) − în conformitate cu recomandările uzinei producătoare.

Secțiunea 18
Determinarea rezistențelor inductive și a constantelor de timp ale generatorului

717. Determinarea rezistențelor inductive și a constantelor de timp ale generatorului se efectuează o singură dată, în cazul punerii în funcțiune a mostrei cap serie a noului tip de generator, dacă acești parametri nu au putut fi obținuți pe standul uzinei producătoare.

718. Rezistențele inductive și constantele de timp al generatorului se determină o singură dată după efectuarea reparației capitale sau modernizării, dacă, în rezultatul modificărilor constructive sau materialelor utilizate pot fi modificați acești parametri.

719. Valorile obținute ale rezistențelor inductive și ale constantelor de timp se evaluează pentru corespunderea acestora cu cerințele specificațiilor tehnice ale uzinei producătoare.

Secțiunea 19
Verificarea calității distilatului

720. Sistemul de răcire cu apă al înfășurărilor generatorului trebuie să asigure calitatea distilatului în limitele normelor stabilite în tabelul 74.

721. În cazul în care uzina producătoare stabilește norme mai aspre privind calitatea distilatului, asigurarea calității se realizează în conformitate cu instrucțiunea uzinei producătoare.

Tabelul 74. Normele calității distilatului

Parametrul	Valoarea
Indicele pH la temperatura de +25°C	8,5±0,5 (7,0-9,2)
Rezistența electrică specifică la temperatura de +25°C, kΩ/cm	Nu mai mică de 200 (100)
Conținut de oxigen, µg/kg (pentru sisteme închise)	Nu mai mare de 400
Conținut de cupru, µg/kg	Nu mai mare de 100 (200)
1) În paranteze sunt indicate normele provizorii admise până la punerea în funcțiune a filtrului ionoschimbător cu funcție de amestec. Consumul distilatului pentru purjarea conturului cu distilat proaspăt trebuie să fie nu mai mic de 5 m^3/zi, iar în cazul necesității micșorării conținutului de cupru, consumul de distilat poate fi mărit, dar în toate cazurile nu mai mare de 20 m^3/zi pentru sisteme închise. 2) Se admite majorarea nu mai mare de 50% a normelor de conținut ale compușilor de cupru și oxigen pe perioada primelor 4 zile, precum și în cazul aflării în rezervă. 3) În cazul prelucrării cu amoniac a apei de răcire și funcționării filtrelor în NH_4OH − formei pentru hidrogeneratoare, conținutul de oxigen în contur se admite să fie nu mai mare de 50 µg/kg. 4) În cazul micșorării rezistenței specifice a distilatului la valoare mai mică de 100 kΩ·cm trebuie să acționeze semnalizarea.	

Secțiunea 20
Verificarea și încercarea sistemului de răcire

722. Trebuie verificate funcționarea pompelor, a schimbătoarelor de căldură și a senzorilor de temperatură pentru a asigura o răcire uniformă și eficientă.

723. Verificarea și încercarea se efectuează în conformitate cu instrucțiunea uzinei producătoare.

Secțiunea 21
Analiza de control a purității hidrogenului injectat în generator

724. Hidrogenul injectat în generator trebuie să fie de calitate superioară.

725. În hidrogenul injectat în generator, conținutul oxigenului trebuie să fie nu mai mare de 0,5%.

Secțiunea 22
Verificarea circulației aerului în canalele de ventilație a înfășurărilor rotorului turbogeneratorului

726. Verificarea se efectuează la turbogeneratoarele cu răcire directă a înfășurărilor, în conformitate cu cerințele uzinei producătoare.

727. Trebuie verificată circulația aerului în canalele de ventilație cu ajutorul echipamentelor speciale, pentru a preveni supraîncălzirea localizată a înfășurărilor rotorului.

Secțiunea 23
Analiza de control a conținutului de hidrogen și de umiditate a gazului în carcasa generatorului

728. Conținutul de hidrogen în gazul de răcire din carcasele generatoarelor cu răcire directă cu hidrogen a înfășurărilor și a compensatoarelor sincrone cu răcire directă și indirectă cu hidrogen trebuie să fie nu mai mic de 98%. În carcasele generatoarelor cu răcire indirectă cu hidrogen, în cazul presiunii relative a hidrogenului mai mare de 50 kPa, conținutul de hidrogen în gazul de răcire trebuie să fie nu mai mic de 97%, iar în cazul presiunii relative a hidrogenului sub 50 kPa − nu mai mic de 95%.

729. La punerea în funcțiune a turbogeneratoarelor răcite cu hidrogen, de toate tipurile, și compensatoarelor sincrone, pentru puritatea hidrogenului de 98% și 97%, conținutul de oxigen în gaz trebuie să fie nu mai mare de 0,8% și respectiv 1,0%, iar în vana cu flotor, rezervorul de purjare și rezervorul de separare a hidrogenului din instalația de tratare a uleiului, conținutul de oxigen în gaz trebuie să fie nu mai mare de 2%.

730. În sistemul de gaz al turbogeneratorului, în care are loc circulația permanentă a gazului, carcasa generatorului, conductele uscătorului, tuburile de impuls ale analizatorului de gaze, trebuie să fie verificată umiditatea. În acest caz, temperatura punctului de rouă al hidrogenului în carcasa turbogeneratorului, la presiunea de lucru, trebuie să fie mai mică decât temperatura apei la intrare în răcitorul de gaz, dar nu mai mare de +15°C.

731. Temperatura punctului de rouă al aerului în carcasa turbogeneratorului cu răcire completă cu apă trebuie să fie nu mai mare decât valorile stabilite în instrucțiunea uzinei producătoare.

Secțiunea 24
Analiza de control al gazului la conținut de hidrogen în carterele rulmenților, în conductele de scurgere a uleiului, în volumul de gaz din rezervorul de ulei și în conductoare-bară ecranate

732. În cazul analizei se verifică conținutul de hidrogen în nodurile indicate. În rezervorul de ulei nu trebuie să existe urme de hidrogen.

733. Conținutul de hidrogen în carterele rulmenților, în conductele de scurgere a uleiului, în conductoarele-bară ecranate, în carcasele bornelor fazelor și ale neutrului trebuie să fie nu mai mare de 1%.

Secțiunea 25
Verificarea scurgerilor de ulei în garniturile generatorului

734. Verificarea se efectuează la generatoarele răcite cu hidrogen, prin intermediul tuburilor pentru controlul uleiului, instalate pe conductele de evacuare a uleiului ale garniturilor.

735. Pentru generatoarele care nu sunt prevăzute cu astfel de tuburi, verificarea se efectuează prin măsurarea scurgerilor de ulei în supapa de plutire, într-o anumită perioadă de timp, cu ventilul de ieșire închis temporar. Scurgerile de ulei nu trebuie să fie mai mari decât valorile stabilite în instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 26
Testarea regulatorului de nivel al uleiului în supapa hidraulică pentru evacuarea uleiului din garnituri în generator

736. Testarea se efectuează la generatoarele răcite cu hidrogen, în cazul presiunii nominale de lucru a aerului sau a hidrogenului în carcasa generatorului.

737. Intervalul de schimbare a nivelurilor de ulei în supapa hidraulică trebuie să corespundă nivelurilor necesare în cazul deschiderii și închiderii supapei de plutire.

Secțiunea 27
Încercări hidraulice ale rezervorului tampon și conductelor sistemului de alimentare cu ulei a garniturilor

738. Încercarea se efectuează la generatoare răcite cu hidrogen, în cazul presiunii uleiului egale cu 1,5 din presiunea de lucru a gazului în carcasa generatorului.

739. Conductele sistemului de alimentare cu ulei al garniturilor, până la regulatorul de presiune diferențială, inclusiv ultimul, se supun încercării în cazul presiunii uleiului egale cu 1,25 din presiunea maximă admisibilă de lucru, generată de sursele de alimentare cu ulei.

740. Durata încercărilor trebuie să fie egală cu 3 minute.

Secțiunea 28
Verificarea funcționării regulatoarelor de presiune a uleiului în circuitul de alimentare cu ulei a garniturilor

741. Verificarea se efectuează la generatoarele răcite cu hidrogen.

742. Regulatoarele de presiune ale uleiului de etanșare, compensare și presare se verifică la diferite presiuni ale aerului în carcasa generatorului în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 29
Verificarea lipirilor părților frontale ale înfășurării statorului

743. Verificarea se efectuează la generatoarele ale căror părți frontale ale înfășurării statorului sunt lipite cu aliaj de staniu.

744. Verificarea nu se efectuează la generatoarelor cu răcire cu apă a înfășurării.

Secțiunea 30
Măsurarea tensiunii electrice între capetele arborelui și pe rulmenții izolați

745. Măsurarea se efectuează la generatoare aflate în lucru, care au unul sau ambele capete ale arborelui rotorului izolate în raport cu carcasa/pământul.

746. Pentru determinarea integrității izolației rulmentului turbogeneratorului, se măsoară tensiunea între corpul rulmentului și placa de fundație, în cazul șuntării peliculelor de ulei ale fusurilor arborelui rotorului, precum și tensiunea între capetele arborelui rotorului.

747. În cazul stării de bună funcționare a izolației, valorile celor două tensiuni măsurate trebuie să fie practic identice. Diferența mai mare de 10% indică un defect de izolație.

748. Rezistența izolației carcasei rulmentului trebuie să fie nu mai mică de 2 kΩ, iar rezistența izolației peliculei de ulei trebuie să fie nu mai mică de 1 kΩ.

749. Starea de bună funcționare a izolației rulmenților și lagărelor hidrogeneratoarelor trebuie verificată în funcție de construcția acestora, în conformitate cu indicațiile uzinei producătoare sau prin metoda aplicată la turbogeneratoare.

Secțiunea 31
Măsurarea descărcărilor parțiale

750. Controlul stării izolației a înfășurării statorului conform caracteristicilor descărcărilor parțiale se aplică turbogeneratoarelor răcite cu aer, cu puterea mai mare de 50 MW, precum și asupra hidrogeneratoarelor cu o puterea mai mare de 20 MW.

751. Lista generatoarelor supuse controlului descărcărilor parțiale și sistemele de măsurare utilizate în acest scop, se stabilesc prin decizia personalului de conducere al întreprinderii.

Secțiunea 32
Ulei de turbină în compensatoare sincrone

752. Se efectuează în conformitate cu cerințele documentelor uzinei producătoare a compensatoarelor sincrone, dar nu mai rar de o dată la 180 de zile după conectare.

753. Dacă în documentele uzinei producătoare nu există cerințe privind calitatea uleiului de turbină ce urmează a fi înlocuit, se recomandă utilizarea cerințelor stabilite în tabelul 75.

Tabelul 75. Indici de calitate a uleiului de turbină

Denumirea indicelui de calitate	Valoarea indicelui de calitate a uleiului	Metode de încercări
1. Indice de aciditate, mg KOH/g, nu mai mare de (din valoarea inițială)	0,3 (0,15)	SM EN 62021-1 „Lichide electroizolante. Determinarea acidității. Partea 1: Titrare potenţiometrică automată”, SM EN 62021-2 „Lichide electroizolante. Determinarea acidității. Partea 2: Titrare colorimetrică”, SM EN 62021-3 „Lichide electroizolante. Determinarea acidității. Partea 3: Metode de încercare pentru uleiuri electroizolante care nu sunt de origine minerală”, SM ISO 6619 „Produse petroliere şi lubrifianți. Indice de neutralizare. Metoda prin titrare potenţiometrică”.
2. Conținut de nămol (total), % masă, mai mic de	0,005 (absența)	Metoda stabilită de către personalul de conducere al întreprinderii.
3. Conținut de apă, % masă, mai mic de	0,03	SM EN 60814 „Lichide electroizolante. Cartoane şi hârtii impregnate cu ulei. Determinarea conținutului de apă prin titrare coulometrică automată Karl Fischer”.
4. Clasa purității industriale, nu mai mare de	13	SM ISO 4406 „Acționări hidraulice. Fluide. Metoda de codificare a nivelului de poluare cu particule solide”. SM ISO 4407 „Acționări hidraulice. Poluarea fluidelor. Determinarea poluării cu particule prin metoda de numărare cu ajutorul unui microscop optic”.
5. Modificarea vâscozității cinematice de la valoarea inițială	10	SM EN ISO 3104 „Produse petroliere. Lichide opace şi transparente. Determinarea viscozității cinematice şi calculul viscozității dinamice”.

pentru ulei înainte de umplerea echipamentului, %, nu mai mare de		
6. Modificarea temperaturii de inflamare în vas deschis în raport cu valoarea anterioară, °C, nu mai mare de	10	SM EN ISO 2592 „Petrol şi produse înrudite. Determinarea punctului de inflamare şi de aprindere. Metoda Cleveland cu vas deschis”.

CAPITOLUL III
MAŞINI DE CURENT CONTINUU

Secţiunea 1
Cerinţe generale

754. Maşinile de curent continuu cu o putere mai mică de 200 kW şi cu tensiunea mai mică de 440 V trebuie încercate în conformitate cu Secţiunile 2, 3, 5, 8 şi 9 din prezentul Capitol, iar celelalte − suplimentar, în conformitate cu Secţiunile 4 şi 6 din prezentul Capitol.

755. Pentru maşini livrate la locul amenajării în stare dezasamblată, măsurarea trebuie efectuată în conformitate cu Secţiunea 6 din prezentul Capitol.

Secţiunea 2
Determinarea posibilităţii conectării maşinilor de curent continuu fără uscare

756. Maşinile de curent continuu se conectează fără uscare în cazul respectării următoarelor condiţii:

756.1. pentru maşinile de curent continuu cu tensiunea mai mică de 500 V − dacă valoarea rezistenţei izolaţiei înfăşurărilor este nu mai mică decât cea stabilită în tabelul 76;

756.2. pentru maşinile de curent continuu cu tensiunea peste 500 V − dacă valoarea rezistenţei izolaţiei înfăşurărilor este nu mai mică decât cea stabilită în tabelul 76 şi valoarea coeficientului de absorbţie este nu mai mică de 1,2.

Secţiunea 3
Măsurarea rezistenţei izolaţiei

Subsecţiunea 1
Rezistenţa izolaţiei înfăşurărilor

757. În cazul tensiunii nominale a înfăşurării mai mici de 500 V, măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 500 V, iar în cazul tensiunii nominale a înfăşurării peste 500 V − cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V.

758. Valoarea măsurată a rezistenţei izolaţiei trebuie să fie nu mai mică decât cea stabilită în tabelul 76.

Tabelul 76. Valorile minime ale rezistenţei izolaţiei înfăşurărilor maşinilor de curent continuu

Temperatura înfăşurării, °C	Rezistenţa izolaţiei $R_{60''}$, MΩ, în cazul tensiunii nominale a maşinilor, V				
	230	460	650	750	900
10	2,7	5,3	8,0	9,3	10,8
20	1,85	3,7	5,45	6,3	7,5
30	1,3	2,6	3,8	4,4	5,2

40	0,85	1,75	2,5	2,9	3,5
50	0,6	1,2	1,75	2,0	2,35
60	0,4	0,8	1,15	1,35	1,6
70	0,3	0,5	0,8	0,9	1,0
75	0,22	0,45	0,65	0,75	0,9

Subsecțiunea 2
Rezistența izolației bandajelor

759. Măsurarea se efectuează în raport cu carcasa și înfășurările susținute de aceasta.
760. Valoarea măsurată a rezistenței izolației trebuie să fie nu mai mică de 0,5 MΩ.

Secțiunea 4
Încercarea izolației cu tensiune mărită de frecvență industrială

761. Încercarea se efectuează în conformitate cu tabelul 77.
762. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.
763. Se admite neefectuarea încercării înfășurărilor mașinilor cu puterea mai mică de 3 kW.

Tabelul 77. Tensiunea de încercare de frecvență industrială pentru izolația mașinilor de curent continuu

Elementul încercat	Tensiunea de încercare, kV	Notă
1. Înfășurări	Se stabilește în conformitate cu normele uzinei producătoare	Pentru mașini cu puterea mai mare de 3 kW.
2. Bandajele indusului	1,0	Idem
3. Reostate și rezistoare de pornire și reglaj (încercarea poate fi efectuată în comun cu circuitele de excitație)	1,0	Izolația poate fi încercată în comun cu izolația circuitelor de excitație.

Secțiunea 5
Măsurarea rezistenței în curent continuu

764. Măsurările se efectuează la generatoare, precum și la motoare electrice cu înfășurările mașinii în stare rece.
765. Normele abaterilor admisibile ale rezistenței sunt stabilite în tabelul 78.

Tabelul 78. Normele abaterilor rezistenței în curent continuu

Elementul încercat	Norma	Notă
1. Înfășurările de excitație	Valorile rezistenței înfășurărilor nu trebuie să difere de valorile uzinei producătoare mai mult de 2%.	
2. Înfășurarea indusului (între plăcile colectorului)	Valorile rezistenței măsurate ale înfășurărilor nu trebuie să difere între ele mai mult de 10%, cu excepția cazului când aceasta este condiționată de schema de conexiune a înfășurărilor.	Măsurările se efectuează la mașinile cu puterea mai mare de 3 kW.
3. Reostate și rezistoare de pornire și reglaj	Valoarea rezistenței măsurate nu trebuie să difere de datele uzinei	Măsurările se fac pentru fiecare ramură.

	producătoare mai mult de 10%.	

Secțiunea 6
Măsurarea întrefierului sub poli

766. Măsurarea se efectuează la generatoare, precum și la motoare electrice cu o putere mai mare de 3 kW, la rotirea indusului − între același punct al indusului și poli.

767. Dimensiunile întrefierurilor în punctele diametral opuse nu trebuie să difere între ele mai mult de ±10% din valoarea medie a dimensiunii întrefierului, cu excepția cazului în care în instrucțiunea uzinei producătoare sunt stabilite cerințe mai aspre.

Secțiunea 7
Ridicarea caracteristicii de mers în gol și încercarea izolației spirelor

768. Caracteristica de mers în gol se ridică la generatoarele de curent continuu. Creșterea tensiunii se efectuează până la valoarea egală cu 130% din cea nominală.

769. Abaterile valorilor caracteristicii determinate, în raport cu valorile caracteristicii uzinei producătoare, trebuie să se afle în limitele erorii de măsurare.

770. În cazul încercării izolației spirelor mașinilor cu mai mult de patru poli, tensiunea medie între plăcile colectoare adiacente trebuie să fie nu mai mare de 24 V.

771. Durata încercării izolației spirelor trebuie să fie egală cu 3 minute.

Secțiunea 8
Verificarea funcționării mașinilor în regim de mers în gol

772. Verificarea se efectuează timp de cel puțin 1 oră.

773. Se evaluează starea de funcționare a mașinii.

Secțiunea 9
Determinarea limitelor de reglare a turațiilor motoarelor electrice

774. Se efectuează în regimurile de mers în gol și sub sarcină, la motoarele electrice cu reglarea turațiilor.

775. Limitele de reglare trebuie să corespundă datelor tehnologice ale mecanismului antrenat.

CAPITOLUL IV
MOTOARE ELECTRICE DE CURENT ALTERNATIV

Secțiunea 1
Cerințe generale

776. Motoarele electrice de curent alternativ cu tensiunea mai mică de 1000 V se încearcă în conformitate cu Secțiunile 3, 6, 7 și Subsecțiunea 2 a Secțiunii 5 din prezentul Capitol.

777. Motoarele electrice de curent alternativ cu tensiunea peste 1000 V se încearcă în conformitate cu Secțiunile 2-7, 10, 12 din prezentul Capitol.

778. Motoarele electrice de curent alternativ care sunt livrate în stare dezasamblată se încearcă suplimentar în conformitate cu Secțiunile 8, 9, 11 din prezentul Capitol.

Secțiunea 2
Determinarea posibilității conectării fără uscare a motoarelor electrice

779. Motoarele electrice de curent alternativ cu tensiunea peste 1000 V sunt conectate fără uscare dacă valorile rezistenței izolației și ale coeficientului de absorbție sunt nu mai mici decât cele stabilite în tabelele 79-81.

780. La determinarea posibilității conectării fără uscare a motoarelor electrice trebuie respectate instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 3
Măsurarea rezistenței izolației

781. Se efectuează cu megohmmetrul, a cărui tensiune este stabilită în tabelul 79.

782. Valorile admisibile ale rezistenței izolației și ale coeficientului de absorbție sunt stabilite în tabelele 79-81.

783. Valorile admisibile ale rezistenței izolației motoarelor electrice cu tensiunea peste 1000 V trebuie să fie în conformitate cu tabelul 81.

Tabelul 79. Valorile admisibile ale rezistenței izolației și ale coeficientului de absorbție

Elementul încercat	Tensiunea megohmmetrului, V	Valoarea admisibilă a rezistenței izolației, MΩ, și a coeficientului de absorbție	Notă
1. Înfășurarea statorului	2500/1000/500[1)]	În conformitate cu indicațiile tabelului 80	
2. Înfășurarea rotorului	1000, se admite 500	Nu mai mică de 0,2	Măsurarea se efectuează la motoare electrice sincrone și motoare electrice cu rotorul bobinat cu tensiunea mai mare de 3 kV sau cu o putere mai mare de 1 MW.
3. Indicatoare de temperatură cu conductoare de conexiune	250	-	
4. Rulmenți	1000	-	Măsurarea se efectuează la motoarele electrice cu tensiunea mai mare de 3 kV, ale căror rulmenți sunt izolați față de carcasă. Măsurarea se efectuează în raport cu placa de fundație în cazul asamblării integrale a conductelor de ulei.

[1)]Măsurarea rezistenței izolației se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 500 V pentru înfășurări cu tensiunea nominală mai mică de 500 V, cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V pentru înfășurări cu tensiunea nominală peste 500 V și mai mică de 1000 V, și cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V pentru înfășurări cu tensiunea nominală peste 1000 V.

Tabelul 80. Valorile admisibile ale rezistenței izolației și coeficientului de absorbție pentru înfășurările statorului a motoarelor electrice

Puterea, tensiunea nominală a motorului electric, tipul izolației	Criterii de evaluare a stării izolației înfășurării statorului	
	Valoarea rezistenței	Valoarea coeficientului de

înfășurării	izolației, MΩ	absorbție
1. Puterea peste 5 MW, izolație termoreactivă și izolație cu bandă de mică cu compound	În cazul temperaturii de 10-30°C, rezistența izolației nu mai mică de 10 MΩ pentru fiecare 1 kV al tensiunii nominale de linie.	Nu mai mică de 1,3 la temperatura de 10-30°C.
2. Puterea mai mică de 5 MW, tensiunea peste 1000 V, izolație termoreactivă		
3. Motoare cu izolație cu bandă de mică cu compound, cu tensiunea peste 1000 V, puterea mai mare de 1 și mai mică de 5 MW, precum și motoare cu putere mai mică, amenajate în exterior, cu același tip de izolație, cu tensiunea peste 1000 V	Nu mai mică de valorile stabilite în tabelul 81.	Nu mai mică de 1,2.
4. Motoare cu izolație cu bandă de mică cu compound, cu tensiune mai mare de 1000 V, puterea mai mică de 1 MW, cu excepția celor stabilite în pct. 3	Nu mai mică de valorile stabilite în tabelul 81.	-
5. Tensiunea mai mică de 1000 V, toate tipurile de izolație	Nu mai mică de 1 MΩ la temperatura de 10-30°C.	-
6. Înfășurarea rotorului	Nu mai mică de 0,2.	-
7. Indicatori termici cu conductoarele de conexiune, rulmenți	În conformitate cu indicațiile uzinei producătoare.	

Tabelul 81. Valorile minime admisibile ale rezistenței izolației pentru motoare electrice din pct. 3 și 4 al tabelului 80

Temperatura înfășurării, °C	Rezistența izolației $R_{60''}$, MΩ, în cazul tensiunii nominale a înfășurării, kV		
	3-3,15	6-6,3	10-10,5
10	30	60	100
20	20	40	70
30	15	30	50
40	10	20	35
50	7	15	25
60	5	10	17
75	3	6	10

Secțiunea 4
Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială

784. Se efectuează la motorul electric complet asamblat.

785. Încercarea înfășurării statorului se efectuează pentru fiecare fază separat, în raport cu carcasa, celelalte două faze fiind conectate la carcasă. La motoarele care nu au borne terminale separate pentru fiecare fază, se admite efectuarea încercării întregii înfășurări în raport cu carcasa.

786. Valoarea tensiunii de încercare se stabilește în conformitate cu tabelul 82.

787. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

Tabelul 82. Tensiunea de încercare de frecvență industrială pentru izolația înfășurărilor motoarelor electrice de curent alternative

Elementul încercat	Puterea motorului, kW	Tensiunea nominală a motorului electric, kV	Tensiunea de încercare, kV

1. Înfășurarea statorului	Până la 1	Până la 0,1	$0,8\cdot(2\cdot U_{nom}+0,5)$
	Mai mare de 1 și până la 1000	Până la 0,1	$0,8\cdot(2\cdot U_{nom}+1)$
		Mai mare de 0,1	$0,8\cdot(2\cdot U_{nom}+1)$, dar nu mai mică de 1,2
	Mai mare de 1000	Mai mică de 3,3	$0,8\cdot(2\cdot U_{nom}+1)$
	Mai mare de 1000	Peste 3,3 și mai mică de 6,6	$0,8\cdot 2,5\cdot U_{nom}$
	Mai mare de 1000	Peste 6,6	$0,8\cdot(U_{nom}+3)$
2. Înfășurarea rotorului motoarelor electrice sincrone, destinate pentru pornire directă, cu înfășurarea de excitație scurtcircuitată la rezistor sau sursa de alimentare	-	-	$8\cdot U_{nom}$ a sistemului de excitație, dar nu mai mică de 1,2 și nu mai mare de 2,8
3. Înfășurarea rotorului motorului cu rotorul bobinat	-	-	$1,5\cdot U_{rot}$[1)], dar nu mai mică de 1
4. Rezistorul circuitului de stingere a câmpului motoarelor sincrone	-	-	2
5. Reostate și rezistoare de pornire și reglaj	-	-	$1,5\cdot U_{rot}$[1)], dar nu mai mică de 1
[1)] U_{rot} – tensiunea la inelele rotorului deconectat, nemișcat și la tensiunea nominală a statorului.			

Secțiunea 5
Măsurarea rezistenței în curent continuu

788. Măsurările se efectuează atunci când echipamentul este practic rece.

789. Înaintea măsurării, se verifică integritatea izolării și a conexiunilor, evitând astfel influența factorilor externi asupra valorilor măsurate.

Subsecțiunea 1
Înfășurările statorului și rotorului

790. Rezistența în curent continuu a înfășurării rotorului se măsoară la motoarele electrice sincrone și la motoarele electrice asincrone cu rotor bobinat.

791. Măsurarea se efectuează la motoarele electrice cu tensiunea mai mare de 3 kV.

792. Valorile măsurate ale rezistențelor înfășurărilor diferitelor faze, precum și ale înfășurărilor de excitație ale motoarelor sincrone, raportate la aceeași temperatură, nu trebuie să difere mai mult de ±2% între ele sau în raport cu valorile inițiale.

Subsecțiunea 2
Reostate și rezistoare de pornire și reglaj

793. Pentru reostatele și rezistoarele de pornire instalate pe motoarele electrice cu tensiunea mai mare de 3 kV, rezistența se măsoară pentru fiecare ramură.

794. Pentru motoarele electrice cu tensiunea mai mică de 3 kV se măsoară rezistența totală a reostatelor și rezistoarelor de pornire și reglaj și se verifică integritatea derivatelor.

795. Valorile rezistențelor nu trebuie să difere de valorile inițiale mai mult de 10%.

Secțiunea 6
Verificarea funcționării motorului electric în regim de mers în gol sau cu mecanism neîncărcat

796. Se efectuează la motoare electrice cu tensiunea mai mare de 3 kV.

797. Valoarea curentului în regim de mers în gol pentru motoarele noi puse în funcțiune nu se normează. Se evaluează starea funcțională a motorului.

798. Durata verificării motoarelor electrice trebuie să fie nu mai mică de 1 oră.

Secțiunea 7
Verificarea funcționării motorului electric sub sarcină

799. Verificarea se efectuează în cazul în care puterea consumată de motorul electric din rețeaua sau circuitul electric este constantă și este nu mai mică de 50% din valoarea nominală, precum și la o temperatură corespunzătoare stabilizată a înfășurărilor.

800. Se verifică starea termică și vibrațiile motorului electric.

Secțiunea 8
Măsurarea întrefierului între fierul rotorului și statorului

801. Măsurarea întrefierurilor trebuie efectuată dacă permite construcția motorului electric.

802. La motoarele electrice cu puterea mai mare de 100 kW, la toate motoarele mecanismelor de importanță majoră, precum și la motoarele cu rulmenți aflate constructiv în afara carcasei și la rulmenți de alunecare, mărimile întrefierurilor în punctele amplasate pe circumferința rotorului și deplasate una față de cealaltă la un unghi de 90° sau în punctele special prevăzute la producerea motorului electric, nu trebuie să difere mai mult de ±10% în raport cu mărimea medie.

Secțiunea 9
Măsurarea jocului în rulmenții de alunecare

803. Jocul maxim admisibil în rulmenții de alunecare ale motoarelor electrice este stabilit în tabelul 83.

804. Mărirea jocului în rulmenții de alunecare mai mult decât valorile stabilite în tabelul 83, indică necesitatea schimbării cuzinetului.

Tabelul 83. Jocul maxim admisibil în rulmenții de alunecare ale motoarelor electrice

Diametrul nominal al arborelui, mm	Jocul în rulmenți, mm, în cazul turației, rotații/minut		
	Până la 1000	1000-1500	Peste 1500
18-30	0,04-0,093	0,06-0,13	0,14-0,28
31-50	0,05-0,112	0,075-0,16	0,17-0,34
51-80	0,065-0,135	0,095-0,195	0,2-0,4
81-120	0,08-0,16	0,12-0,235	0,23-0,46
121-180	0,1-0,195	0,15-0,285	0,26-0,53
181-260	0,12-0,225	0,18-0,3	0,3-0,6
261-360	0,14-0,25	0,21-0,38	0,34-0,68
361-600	0,17-0,305	0,25-0,44	0,38-0,76

Secțiunea 10
Măsurarea vibrației rulmenților motorului electric

805. Măsurarea se efectuează la motoarele electrice cu tensiunea mai mare de 3 kV, precum și la toate motoarele electrice ale mecanismelor de importanță majoră.

806. Componentele verticale și transversale ale vibrației, valoarea medie a pătratului vitezei de vibrație sau intervalul de deplasare al vibrațiilor, măsurate pe rulmenții motoarelor electrice cuplate cu mecanisme, trebuie să fie nu mai mari decât valorile prevăzute în instrucțiunile uzinei producătoare.

807. În cazul lipsei indicațiilor în documentația tehnică, vibrațiile rulmenților motoarelor electrice, cuplate cu mecanisme trebuie să fie nu mai mare decât valorile stabilite în tabelul 84.

Tabelul 84. Vibrațiile rulmenților motoarelor electrice cuplate cu mecanisme

Turația sincronă, rotații/minut	3000	1500	1000	mai mică de 750
Vibrația admisibilă a rulmenților, μm	30	60	80	95

Secțiunea 11
Măsurarea luftului rotorului în direcția axei

808. Măsurarea se efectuează la motoarele electrice cu lagăre de alunecare.

809. Luftul axial al rotorului motorului electric, care nu este cuplat la mecanism, depinde de construcția motorului, este prezentat în documentația tehnică a motorului și trebuie să constituie 2-4 mm în fiecare parte, în raport cu poziția neutră, dacă în instrucțiunea uzinei producătoare nu se specifică altă normă, determinată de acțiunea câmpului magnetic în timpul rotației rotorului în regim stabilizat, și se fixează printr-un marcaj pe arbore.

Secțiunea 12
Încercarea hidraulică a răcitorului de aer

810. Încercarea se efectuează cu presiunea relativă de 0,2-0,25 MPa, în decurs de 5-10 minute, dacă lipsesc alte indicații ale uzinei producătoare.

811. În acest caz, nu trebuie să existe micșorarea presiunii sau scurgeri ale lichidului utilizat în cadrul încercării.

Secțiunea 13
Încercarea excitatoarelor

812. Încercarea excitatoarelor se efectuează la motoarele electrice sincrone, în conformitate cu Capitolul XXXV.

813. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare privind încercarea excitatoarelor, aceasta se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

CAPITOLUL V
TRANSFORMATOARE DE PUTERE, AUTOTRANSFORMATOARE ȘI BOBINE DE REACTANȚĂ CU ULEI

Secțiunea 1
Cerințe generale

814. La transformatoarele de putere cu racord de cablu, volumul încercărilor se determină de particularitățile constructive și recomandările uzinei producătoare.

815. În sensul prezentului Capitol, noțiunile de transformatoare de putere, autotransformatoare și bobine de reactanță cu ulei se definesc în continuare ca transformatoare de putere.

816. Transformatoarele cu ulei cu puterea mai mică de 0,63 MVA se încearcă în conformitate cu Secțiunile 2, 5 (numai rezistența izolației), 6, 7, 15, 16, 20 din prezentul Capitol.

817. Transformatoarele cu ulei cu puterea peste 0,63 MVA și mai mică de 1,6 MVA se încearcă în conformitate cu Secțiunile 2, 5, 6-8, 13, 15, 16, 19, 20 din prezentul Capitol.

818. Transformatoarele cu ulei cu puterea peste 1,6 MVA se încearcă în întregul volum stabilit de prezentul Capitol.

819. Transformatoarele uscate și cele umplute cu lichid electroizolant incombustibil, de toate puterile, se încearcă în conformitate cu Secțiunile 2, 5-10, 16, 20 din prezentul Capitol.

Secțiunea 2
Determinarea condițiilor de conectare a transformatorului de putere

820. Determinarea condițiilor de conectare a transformatorului de putere se efectuează în conformitate cu indicațiile uzinei producătoare.

821. Condițiile de conectare a transformatorului de putere trebuie selectate astfel încât să corespundă parametrilor rețelei sau ai instalației electrice, regimurilor de lucru, condițiilor mediului ambiant și cerințelor Normativului. Totodată, acestea trebuie să asigure integritatea echipamentului, fiabilitatea funcționării acestuia, precum și securitatea exploatării ulterioare.

Secțiunea 3
Analiza cromatografică a gazelor dizolvate în ulei

822. Controlul se efectuează:

822.1. pentru clasa de tensiune 35 kV − la transformatoarele de putere de tip bloc, transformatoarele SP și transformatoarele de putere, care au sarcina medie anuală nu mai mică de 50% din cea nominală, în cazul existenței metodicei respective de prelevare a probelor pentru analiza gazelor dizolvate în ulei;

822.2. pentru clasele de tensiune mai mari de 110 kV − la toate transformatoarele de putere.

823. În caz de necesitate, personalul de conducere al întreprinderii poate stabili o listă suplimentară a transformatoarelor de putere cu tensiunea de 35 kV care trebuie să fie supuse controlului și diagnosticării în baza rezultatelor analizei cromatografice a gazelor dizolvate în ulei.

824. Metodicele de prelevare a probelor, pregătirea și efectuarea analizei cromatografice a gazelor dizolvate în ulei se stabilesc de către personalul de conducere al întreprinderii.

825. Starea echipamentului transformatorului de putere se recomandă a fi evaluat în baza comparării datelor măsurate cu valorile limită de concentrație a gazelor în ulei, conform vitezei de creștere a concentrației gazelor în ulei, conform raporturilor concentrației gazelor de diagnostic (vapori de gaz).

826. Pentru bobinele de reactanță șunt, evaluarea stării conform rezultatelor analizei gazelor dizolvate în ulei se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

827. Analiza gazelor dizolvate în ulei trebuie efectuată în următoarele termene:

827.1. transformatoarele de putere cu tensiunea de 35 kV (transformatoarele de tip bloc, transformatoarele SP și transformatoarele de putere care au sarcina medie anuală nu mai mică de 50% din cea nominală), după conectarea acestora − în perioada primelor 72 de ore după conectare;

827.2. toate transformatoarele de putere cu tensiunea de 35 kV, indiferent de sarcină, trebuie controlate după conectare − în perioada primelor 72 de ore după conectare;

827.3. toate transformatoarele de putere cu tensiunea mai mare de 35 kV − până la conectare;

827.4. transformatoarele de putere cu tensiunea mai mare de 110 kV, după conectare − în perioada primelor 72 de ore după conectare.

Secțiunea 4
Evaluarea umidității izolației solide

828. Se efectuează la transformatoarele de putere cu tensiunea mai mare de 110 kV.

829. Valoarea admisibilă a conținutului de umiditate în izolația solidă a transformatoarelor de putere trebuie să fie nu mai mare de 1% din masă.

830. Determinarea conținutului de umiditate în izolația solidă a transformatoarelor de putere se efectuează înainte de punerea în funcțiune a acestora.

831. Prelevarea probelor de ulei pentru determinarea conținutului de umiditate se recomandă a fi efectuat în perioada valorilor maxim așteptate, la transformatorul de putere în lucru, încălzit până la temperatura de +60°C.

832. Se admite efectuarea evaluării conținutului de umiditate al izolației solide și prin alte metode instrumentale, realizate fără deschiderea cuvei transformatorului de putere.

833. În cazul încălcării condițiilor de transportare și de depozitare a transformatorului de putere, la efectuarea măsurărilor și încercărilor de punere în funcțiune, suplimentar se determină conținutul de umiditate a mostrelor izolației în conformitate cu metoda stabilită de către personalul de conducere al întreprinderii.

Secțiunea 5
Măsurarea caracteristicilor izolației

834. Pentru transformatoarele de putere și bobinele de reactanță, rezistența izolației înfășurărilor trebuie să fie nu mai mică decât valorile stabilite în tabelul 85.

Tabelul 85. Rezistența izolației înfășurărilor transformatoarelor de putere cu puterea mai mică de 10 MVA și bobinelor de reactanță

$T_{înf.}$, °C	10	20	30	40	50	60	70
$R_{60''}$, MΩ (35 kV)	450	300	200	130	90	60	40
$R_{60''}$, MΩ (110 kV)	900	600	400	260	180	120	80

835. Măsurările se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

836. Rezistența izolației se măsoară atât după schemele utilizate de uzina producătoare în conformitate cu SM EN 60076-3 „Transformatoare de putere. Partea 3: Niveluri de izolație, încercări dielectrice și distanțe de izolare în aer", cât și suplimentar − pe zonele izolației (ÎT-carcasă, JT-carcasă, ÎT-JT) cu conectarea bornei „ecran" a megohmmetrului la înfășurarea liberă sau la cuvă.

837. Rezistența izolației transformatoarelor de putere uscate la temperatura de 20-30°C trebuie să fie pentru înfășurări cu tensiunea nominală:

837.1. mai mică de 1000 V − nu mai mică de 100 MΩ;

837.2. peste 1000 V și mai mică de 6 kV − nu mai mică de 300 MΩ;

837.3. peste 6 kV − nu mai mică de 500 MΩ.

838. Rezistența izolației pentru celelalte transformatoare de putere, raportată la temperatura măsurilor efectuate la uzina producătoare, trebuie să fie nu mai puțin de 50% din valoarea inițială.

839. Valorile tgδ, raportate la temperatura măsurărilor efectuate la uzina producătoare, nu trebuie să difere în raport cu valorile inițiale în direcția înrăutățirii mai mult de 50%.

840. Valorile măsurate, la temperatura izolației mai mare de +20°C, ale tgδ izolației înfășurărilor transformatoarelor de putere noi puse în funcțiune, care nu depășesc 1%, se consideră satisfăcătoare, iar compararea acestora cu valorile inițiale nu este necesară.

841. Măsurarea tgδ se realizează atât după schemele utilizate de uzina producătoare, în conformitate cu SM EN 60076-3 „Transformatoare de putere. Partea 3: Niveluri de izolație, încercări dielectrice și distanțe de izolare în aer", cât și suplimentar − pe zonele izolației (ÎT-carcasă, JT-carcasă, ÎT-JT) cu conectarea bornei „ecran" a megohmmetrului la înfășurarea liberă sau la cuvă.

842. Nu este obligatorie măsurarea tgδ pentru transformatoarele de putere cu puterea mai mică de 1,6 MVA.

843. Măsurarea rezistenței izolației și a tgδ înfășurărilor trebuie efectuată la temperaturi ale înfășurărilor nu mai mici de:

843.1. +10°C − pentru transformatoarele de putere cu tensiunea mai mică de 150 kV;

843.2. +20°C − pentru transformatoarele de putere cu tensiunea de 220-400 kV.

844. Măsurarea rezistenței de izolație a tijelor de legătură accesibile, a bandajelor, semibandajelor jugurilor și a inelelor de presare în raport cu părțile active ale oțelului și ecranelor electrostatice în raport cu înfășurările și miezul magnetic, se efectuează în cazul inspectării vizuale a părții active. Valorile măsurate trebuie să fie nu mai mici de 2 MΩ, iar rezistența izolației grinzilor de jug − nu mai mică de 0,5 MΩ.

Secțiunea 6
Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială

Subsecțiunea 1
Încercarea izolației înfășurărilor în comun cu racorduri

845. Valorile tensiunilor de încercare sunt stabilite în tabelele 86 și 87.

Tabelul 86. Tensiunile de încercare de frecvența industrială a echipamentelor electrice cu clase de tensiune mai mici de 35 kV cu izolație normală și ușoară

Clasa de tensiune a echipamentului electric (înfășurările transformatorului), kV	Tensiunea de încercare[1),2),5)], kV		
	Transformatoare de putere, bobine de reactanță și bobine șunt	Aparate, transformatoare de curent și de tensiune, bobine de reactanță limitatoare de curent, izolatoare (cu excepția celor din ceramică), racorduri, condensatoare de cuplaj, conductoare-bară ecranate, bare colectoare, IDP și PTP	Izolatoare din ceramică
Mai mică de 0,69	4,5/4,5	-[3)]	-[3)]
3	9,0/16,2	9/18	10/20
6	18,0/22,5	18 (25,2)[4)]/25,2	20 (28)[4)]/28
10	25,2/31,5	25,2 (34,2)[4)]/34,2	28 (38)[4)]/38
15	34,2/40,5	34,2 (45)[4)]/45	38 (50)[4)]/50
20	45,0/49,5	45/58,5	50/65
35	72,0/76,5	72/85,5	80/95

[1)]Dacă uzina producătoare a efectuat încercarea echipamentelor electrice la o tensiune care diferă de cea indicată, atunci tensiunile de încercare la punerea în funcțiune trebuie să fie rectificate respectiv;

[2)]La numărător sunt indicate mărimile pentru echipamentele electrice cu izolație normală cu nivelul de izolație (a) și cu izolație ușoară cu nivelul de izolație (a) în conformitate cu SM EN IEC 60071-1 „Coordonarea izolației. Partea 1: Definiții, principii și reguli”, la numitor − pentru echipamentele electrice cu izolație normală cu nivelul de izolație (b) în conformitate cu SM EN IEC 60071-1 „Coordonarea izolației. Partea 1: Definiții, principii și reguli”;

[3)]Mărimile tensiunilor de încercare nu sunt normate în SM EN IEC 60071-1 „Coordonarea izolației. Partea 1: Definiții, principii și reguli”. A se vedea documentele normativ-tehnice pentru fiecare tip de echipament separat;

[4)]Pentru izolatoarele de suport cu categoria de amplasare 2, 3 și 4;

[5)]Durata aplicării tensiunii de încercare pentru izolație din materiale organice tari trebuie să fie egală cu 5 minute, pentru izolație din ceramică − 1 minut.

Tabelul 87. Tensiunea de încercare de frecvență industrială a transformatoarelor de putere ermetice

Clasa de tensiune a transformatorului, kV	Tensiunea de încercare
3	9
6	18
10	25,2
15	34,2
20	45

846. Durata aplicării tensiunii normate de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

847. Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială a izolației înfășurărilor transformatoarelor de putere cu ulei nu este obligatorie.

848. Dacă la amenajare, izolatoarele de trecere/racordurile cu tensiunea de 6-35 kV sunt instalate la transformator fără efectuarea unor încercări preliminare cu înaltă tensiune, atunci încercarea izolației înfășurărilor împreună cu izolatoarele de trecere/racorduri este obligatorie.

849. Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială a izolației înfășurărilor transformatoarelor de putere uscate este obligatorie și se efectuează în conformitate cu tabelul 86, pentru transformatoarele de putere cu izolație ușoară.

850. Transformatoarele de putere pot fi încercate cu tensiunile stabilite în tabelul 86, doar în cazul în care acestea nu sunt mai mari decât valorile tensiunilor cu care au fost efectuate încercările transformatorului dat la uzina producătoare.

851. Tensiunea de încercare a bobinelor de reactanță cu tensiunea mai mică de 35 kV, este similară cu cea stabilită în tabelul 86, pentru transformatoarele din clasa de tensiune respectivă.

Subsecțiunea 2
Încercarea izolației circuitelor de protecție și circuitelor aparatelor de măsură și control, instalate la transformatorul de putere

852. Încercarea se efectuează la transformatoarele de putere complet asamblate.

853. Se încearcă izolația, în raport cu părțile legate la pământ și construcții, circuitelor ce includ transformatoarele de curent, releele de gaz și protecție, indicatoarele de ulei, supapa de secționare și traductoarele de temperatură cu fișele termometrelor manometrice deconectate, circuitele cărora circuite se încearcă separat.

854. Valoarea tensiunii de încercare constituie 1000 V. Durata încercării trebuie să fie egală cu 1 minut.

855. Valoarea tensiunii de încercare a termometrelor manometrice constituie 750 V. Durata încercării trebuie să fie egală cu 1 minut.

Secțiunea 7
Măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu

856. Măsurarea rezistenței înfășurărilor transformatoarelor de putere în curent continuu se efectuează în conformitate cu SM EN 60076-1 „Transformatoare de putere. Partea 1: Generalităţi”. Măsurarea se efectuează pentru toate ramurile, cu excepția dacă în pașaportul transformatorului de putere nu sunt alte indicații.

857. Rezistențele înfășurărilor transformatoarelor de putere trifazate, măsurate pe ramuri similare la faze diferite, la aceeași temperatură, nu trebuie să difere mai mult de 2%. Dacă, din cauza construcției specifice a transformatorului de putere, această diferență poate fi mai mare și acest fapt este prevăzut în documentația tehnică a uzinei producătoare, trebuie de ținut cont de valoarea normativă a diferenței admisibile, prezentată în pașaportul transformatorului de putere.

858. Valorile rezistenței înfășurărilor transformatoarelor de putere monofazate, recalculate în funcție de temperatură, nu trebuie să difere mai mult de 5% în raport cu valorile inițiale.

859. La transformatoarele de putere echipate cu dispozitive pentru reglare a tensiunii sub sarcină (în continuare − RSS) sau pentru comutări fără excitație (în continuare − CFE), înainte de măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu, trebuie efectuate nu mai puțin de 3 cicluri complete de comutare.

Secțiunea 8
Verificarea coeficientului de transformare

860. Verificarea coeficientului de transformare se efectuează în conformitate cu SM EN 60076-1 „Transformatoare de putere. Partea 1: Generalităţi”, pentru toate pozițiile comutatoarelor ramurilor.

861. Coeficientul de transformare nu trebuie să difere mai mult de 2% în raport cu valorile măsurate pe ramuri similare la alte faze sau în raport cu datele uzinei producătoare.

862. Pentru transformatoarele de putere cu dispozitive RSS, diferența între coeficienții de transformare nu trebuie să fie mai mare decât valorile treptei de reglare.

863. În cazul în care măsurarea coeficientului fazic este imposibilă, se admite măsurarea coeficientului liniar.

Secțiunea 9
Verificarea grupei de conexiune a transformatoarelor de putere trifazate și polarității bornelor transformatoarelor de putere monofazate

864. Verificarea grupei de conexiune a înfășurărilor transformatoarelor de putere se efectuează în conformitate cu SM EN 60076-1 „Transformatoare de putere. Partea 1: Generalități".

865. Verificarea se efectuează dacă lipsesc datele uzinei producătoare sau dacă sunt dubii privind veridicitatea acestor date.

866. Grupa de conexiune trebuie să corespundă celei indicate în pașaportul transformatorului de putere, iar polaritatea bornelor trebuie să corespundă inscripțiilor de pe capacul transformatorului de putere.

Secțiunea 10
Măsurarea pierderilor de mers în gol ale transformatorului

867. Măsurarea pierderilor de mers în gol ale transformatorului se efectuează în conformitate cu SM EN 60076-1 „Transformatoare de putere. Partea 1: Generalități".

868. Măsurarea se efectuează la transformatoare cu puterea mai mare de 1000 kVA, la tensiunea, aplicată la înfășurarea de joasă tensiune, egală cu cea indicată în procesul-verbal de încercări efectuate de uzina producătoare sau în pașaport.

869. La transformatoarele de putere trifazate, pierderile de mers în gol se măsoară la excitația monofazată, în conformitate cu schemele utilizate de uzina producătoare.

870. La transformatoarele de putere trifazate, în cazul punerii în funcțiune, raportul pierderilor pe faze diferite nu trebuie să difere mai mult de 5% de raporturile prezentate în procesul-verbal de încercări, efectuate de uzina producătoare sau în pașaport.

871. La transformatoarele de putere monofazate, în cazul punerii în funcțiune, pierderile măsurate trebuie să fie nu mai mari de 10% în raport cu valorile din pașaport.

872. Dacă raportul pierderilor nu diferă mai mult de 5% în raport cu datele uzinei producătoare, demagnetizarea înfășurărilor nu este obligatorie, în caz contrar demagnetizarea înfășurărilor este obligatorie.

873. Valorile măsurate ale pierderilor nu trebuie să fie mai mari de 30% în raport cu valorile din pașaport.

Secțiunea 11
Măsurarea rezistenței la scurtcircuit a transformatorului de putere

874. Măsurarea rezistenței la scurtcircuit se efectuează la transformatoarele cu puterea mai mare de 125 MVA.

875. Pentru transformatoarele de putere echipate cu dispozitiv RSS, Z_k se măsoară la ramura principală și la ambele ramuri extreme.

876. Valoarea Z_k a transformatorului de putere nu trebuie să depășească decât valoarea determinată conform tensiunii de scurtcircuit (U_k) la ramura principală cu mai mult de 5%.

Secțiunea 12
Evaluarea stării dispozitivului de comutare

877. Evaluarea stării dispozitivelor de comutare la punerea în funcțiune a transformatoarelor de putere se efectuează în conformitate cu cerințele instrucțiunilor uzinei producătoare.

878. Înainte de evaluarea funcționării dispozitivelor de comutare, trebuie efectuate inspectări vizuale pentru a preveni eventualele defecte în timpul funcționării. Orice defect identificat trebuie remediat înainte de punerea în funcțiune.

Secțiunea 13
Încercarea cuvei la etanșeitate

879. Încercărilor se supun toate transformatoarele de putere, cu excepția celor ermetice și a celor fără conservator.

880. Încercarea se efectuează:

880.1. la transformatoarele de putere cu tensiunea mai mică de 35 kV − cu presiune hidraulică a coloanei de ulei, înălțimea căreia deasupra nivelului conservatorului umplut este de 0,6 m, cu excepția transformatoarelor de putere cu cuve ondulate și radiatoare cu plăci, pentru care înălțimea coloanei de ulei se stabilește egală cu 0,3 m;

880.2. la transformatoarele de putere cu peliculă de protecție a uleiului − prin crearea în interiorul învelișului flexibil a unei presiunii relative a aerului de 10 kPa;

880.3. la celelalte transformatoare de putere − prin crearea presiunii relative a azotului sau a aerului uscat de 10 kPa în spațiul superior uleiului al conservatorului.

881. Durata încercării în toate cazurile trebuie să fie nu mai mică de 3 ore.

882. Temperatura uleiului în cuvă la efectuarea încercărilor trebuie să fie:

882.1. nu mai mică de +10°C pentru transformatoarele de putere cu tensiunea mai mică de 110 kV;

882.2. nu mai mică de +20°C pentru celelalte transformatoare de putere.

883. Cuva transformatorului de putere se consideră că a suportat încercarea la etanșeitate dacă, în perioada de timp normată, pe partea exterioară a cuvei nu au fost depistate scurgeri de ulei sau dacă nu a scăzut valoarea presiunii relative normate.

Secțiunea 14
Verificarea dispozitivelor de răcire

884. Regimul de pornire și de funcționare al dispozitivelor de răcire ale transformatoarelor de putere trebuie să corespundă instrucțiunilor uzinei producătoare.

885. Verificarea dispozitivelor de răcire se efectuează în conformitate cu documentația tehnică privind exploatarea sistemului de răcire, care face parte din setul documentației tehnice a uzinei producătoare a transformatorului de putere.

Secțiunea 15
Verificarea mijloacelor de protecție al uleiului

886. Verificarea uscătorului de aer, instalațiilor de protecție cu azot și cu peliculă de suprafață a uleiului, filtrelor cu termosifon și de adsorbție se efectuează în conformitate cu cerințele documentației uzinei producătoare.

887. Conținutul de umiditate în silicagelul pregătit pentru filtrele cu termosifon și filtrele de adsorbție trebuie să fie nu mai mare de 0,5% din masă. Compartimentele mijloacelor de protecție a uleiului, prevăzute pentru verificarea vizuală a conținutului de umiditate în silicagel, trebuie să fie umplute cu silicagel de tip indicator. Conținutul de umiditate în silicagelul de tip indicator se stabilește în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 16
Fazarea transformatoarelor de putere

888. Înainte de prima punere în funcțiune a echipamentului nou, este necesar de efectuat fazarea acestuia.

889. Orice neconcordanță în fazare trebuie corectată înainte de punerea în funcțiune, pentru a evita deteriorarea echipamentului.

Secțiunea 17
Verificarea dispozitivelor de siguranță

890. Verificarea supapelor de siguranță și de secționare, precum și a țevii de siguranță/eșapament, se efectuează în conformitate cu cerințele documentației tehnice ale uzinei producătoare.

891. Orice defecțiune identificată trebuie remediată în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 18
Verificarea și încercarea releului de gaze, releului de presiune și releului cu jet

892. Verificarea și încercarea se efectuează în conformitate cu documentația tehnică de exploatare a releelor respective.

893. Se interzice verificarea funcționalității releului de gaze, instalat la transformatoarele de putere cu protecție cu peliculă de suprafață, prin intermediul refulării aerului în acesta.

Secțiunea 19
Încercarea uleiului de transformator

Subsecțiunea 1
Încercarea uleiului înainte de punerea în funcțiune a transformatoarelor de putere

894. La punerea în funcțiune a transformatoarelor de putere, uleiul trebuie încercat în conformitate cu Capitolul XXVII.

895. La transformatoarele de putere cu tensiunea mai mică de 35 kV, încercarea uleiului, de regulă, trebuie efectuată în conformitate cu pct. 1-7 din tabelul 104. Se admite de a nu efectua încercările în conformitate cu pct. 3, 6 și 7 din tabelul 104.

896. La transformatoarele de putere cu tensiunea mai mare de 110 kV uleiul se încearcă în conformitate cu pct. 1-7 din tabelul 104. Încercările prevăzute în pct. 9 din tabelul 104 se efectuează numai pentru transformatoarele de putere cu protecția uleiului cu peliculă de suprafață.

897. La transformatoarele de putere cu dispozitive RSS, uleiul din cuva RSS se încearcă în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

898. La transformatoarele de putere ermetice, proba uleiului nu se prelevă.

899. La transformatoarele de putere cu tensiunea mai mare de 110 kV, precum și la transformatoarele bloc ale SP, de regulă, trebuie efectuată analiza cromatografică a gazelor dizolvate în ulei.

900. Uleiul din transformatoarele de putere, livrate pentru amenajare cu ulei, în cazul prezenței indicilor încercărilor la uzina producătoare, ce satisfac normele și efectuate nu mai mult de 180 de zile până la conectarea transformatorului de putere în lucru, se permite de încercat doar în conformitate cu pct. 1 și 2 din tabelul 104.

901. La transformatoarele cu puterea mai mică de 630 kVA se admite efectuarea verificării uleiului doar în conformitate cu pct. 1 și 2 (vizual) din tabelul 104.

Subsecțiunea 2
Încercarea reziduurilor de ulei din cuva transformatoarelor de putere, livrate fără ulei

902. În cazul încercării se verifică tensiunea de străpungere și conținutul de umiditate a uleiului rezidual.

903. Tensiunea de străpungere trebuie să fie nu mai mică de 50 kV, iar conținutul de umiditate nu mai mare de 0,002% (20 g/t).

904. Rezultatele încercărilor se iau în considerare la evaluarea complexă a stării transformatorului de putere după transportare.

Secțiunea 20
Încercarea transformatoarelor de putere prin conectarea la tensiunea nominală

905. Conectarea transformatoarelor de putere se efectuează pe o perioadă nu mai mică de 30 minute. În acest interval de timp se efectuează monitorizarea stării transformatorului de putere.

906. În procesul încercărilor, nu trebuie să apară semne care să indice starea nesatisfăcătoare a transformatorului de putere.

907. Transformatoarele de putere, amenajate conform schemei bloc cu generator, de regulă, trebuie conectate la rețea prin ridicarea tensiunii de la zero.

Secțiunea 21
Încercarea racordurilor

908. Încercările racordurilor se efectuează în conformitate cu Capitolul XXV.

909. Pentru racordurile de 35-400 kV cu izolație RIP, RBP, RIN ale transformatoarele de putere, încercările se efectuează în conformitate cu pașaportul uzinei producătoare.

Secțiunea 22
Încercarea transformatoarelor de curent încorporate

910. Încercarea se efectuează în conformitate cu Subsecțiunea 8 a Secțiunii 1 din Capitolul VI.

911. În cazul în care uzina producătoare stabilește norme mai aspre privind încercarea transformatoarelor de curent încorporate, aceasta trebuie efectuată în conformitate cu instrucțiunea uzinei producătoare.

Secțiunea 23
Încercarea transformatoarelor de putere uscate

912. Încercările transformatoarelor de putere uscate, precum și ale transformatoarelor de putere uscate cu izolația din rășină turnată, se efectuează în conformitate cu SM EN IEC 60076-11 „Transformatoare de putere. Partea 11: Transformatoare uscate”, dacă în documentația tehnică a uzinei producătoare nu sunt prevăzute alte condiții ale încercărilor.

913. Condițiile de conectare a transformatoarelor de putere uscate fără uscare se determină în conformitate cu indicațiile uzinei producătoare.

914. Valorile rezistenței izolației transformatoarelor de putere uscate, la temperatura înfășurărilor de 20-30°C, trebuie să fie în conformitate cu pct. 837.

915. Rezistența izolației se măsoară cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V.

CAPITOLUL VI
TRANSFORMATOARE DE CURENT

Secțiunea 1
Transformatoare de curent electromagnetice cu ulei

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației

916. Măsurarea rezistenței izolației de bază a transformatoarelor de curent, a izolației condensatorului de măsurare și bornei ultimei plăci a izolației din hârtie impregnată de tip condensator se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

917. Măsurarea rezistenței înfășurărilor secundare și intermediare ale transformatoarelor de curent în cascadă, în raport cu soclul, se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V.

918. Valorile măsurate ale rezistenței izolației, în cazul punerii în funcțiune, trebuie să fie nu mai mici decât valorile stabilite în tabelul 88.

919. La transformatoarele de curent în cascadă, rezistența izolației se măsoară pentru transformatorul de curent în întregime. În cazul rezultatelor nesatisfăcătoare, rezistența izolației se măsoară suplimentar pe trepte.

Tabelul 88. Rezistențele admisibile ale izolației transformatoarelor de curent electromagnetice umplute cu ulei

Clasa de tensiune, kV	Rezistențele admisibile ale izolației, MΩ, nu mai mici de				
	Izolația de bază	Borna de măsurare	Straturi exterioare	Înfășurări secundare[1)]	Înfășurări intermediare
3-35	1000	-	-	50 (1)	-
110-220	3000	-	-	50 (1)	-
330-400	5000	3000	1000	50 (1)	1

[1)]Rezistențele izolației înfășurărilor secundare sunt prezentate: fără paranteze − în cazul circuitelor secundare deconectate, în paranteze − cu circuite secundare conectate.

Subsecțiunea 2
Măsurarea tgδ a izolației

920. Măsurarea tgδ a transformatoarelor de curent cu izolația de bază din hârtie impregnată cu ulei se efectuează cu tensiunea de 10 kV.

921. Valorile măsurate, raportate la temperatura de +20°C, trebuie să fie nu mai mari decât cele stabilite în tabelul 89.

Tabelul 89. Valorile limită ale tgδ a izolației de bază ale transformatoarelor de curent

Tipul izolației	Valorile limită ale tgδ, %, a izolației de bază a transformatoarelor de curent cu tensiunea nominală, kV, raportate la temperatura de +20°C				
	3-15	20-35	110	220	330-400
Hârtie bachelită	3,0	2,5	2,0	-	-
Izolația de bază din hârtie impregnată cu ulei și de tip condensator	-	2,5	2,0	1,0	Nu mai mare de 150% din valoarea măsurată de uzina producătoare, dar nu mai mare de 0,8.

922. La transformatoarele de curent în cascadă, tgδ a izolației de bază se măsoară pentru transformatoarele de curent în întregime. În cazul rezultatelor nesatisfăcătoare ale acestor măsurări, tgδ este verificată suplimentar pe trepte.

923. Măsurarea tgδ nu se efectuează la transformatoarele de curent cu izolație internă cu bariere.

Subsecțiunea 3
Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială

924. Încercarea izolației de bază cu tensiune mărită de frecvență industrială se efectuează la transformatoare de curent cu tensiunea mai mică de 35 kV.

925. Valoarea tensiunii de încercare a izolației de bază se stabilește în conformitate cu tabelul 86.

926. Durata încercării transformatoarelor de curent cu izolație exterioară din porțelan trebuie să fie egală cu 1 minut, iar pentru transformatoarele cu izolație din materiale organice − 5 minute.

927. Se admite efectuarea încercărilor transformatoarelor de curent împreună cu sistemele de bare.

928. Valoarea tensiunii de încercare pentru izolația înfășurărilor secundare, împreună cu circuitele conectate la acestea, se stabilește egală cu 1000 V.

929. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

Subsecțiunea 4
Ridicarea caracteristicilor de magnetizare

930. Caracteristica de magnetizare se ridică prin creșterea tensiunii pe una dintre înfășurările secundare până la începerea saturației, dar nu mai mare de 1800 V.

931. În cazul prezenței la înfășurări a ramificațiilor, caracteristica se ridică pe ramificația de lucru. Puterea sursei de încercare trebuie să asigure sinusoidalitatea tensiunii aplicate pe înfășurare, inclusiv până la momentul începerii saturației miezului.

932. Caracteristica ridicată se compară cu caracteristica tip de magnetizare sau cu caracteristicile de magnetizare ale transformatoarelor de curent funcționale, de același tip cu cele verificate.

933. Diferențele în raport cu valorile măsurate de uzina producătoare sau de cele măsurate la un transformator de curent funcțional, de același tip cu cel verificat, trebuie să fie nu mai mari de 10%.

Subsecțiunea 5
Măsurarea coeficientului de transformare

934. Abaterea coeficientului de transformare măsurat, în raport cu cel indicat în pașaport sau în raport cu cel măsurat la un transformator de curent funcțional, trebuie să fie nu mai mare de 2%.

935. Valoarea abaterii coeficientului de transformare al transformatorului verificat trebuie comparată cu cea a coeficientul de transformare al transformatoarelor de același tip.

Subsecțiunea 6
Măsurarea rezistenței înfășurărilor secundare în curent continuu

936. Abaterea rezistenței măsurate a înfășurării în curent continuu, în raport cu valoarea din pașaport sau măsurată pe alte faze trebuie să fie nu mai mare de 2%.

937. La compararea valorii măsurate cu datele din pașaport, valoarea rezistenței măsurate trebuie raportată la temperatura la care au fost efectuate măsurările la uzina producătoare. În cazul comparației cu alte faze, măsurările trebuie efectuate la aceeași temperatură pentru toate fazele.

Subsecțiunea 7
Încercarea uleiului de transformator

938. La punerea în funcțiune a transformatoarelor de curent, uleiul de transformator trebuie să fie încercat în conformitate cu pct. 1-6 din tabelul 104, iar pentru transformatoarele de curent ermetice, în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

939. Pentru transformatoarele de curent în cascadă umplute cu ulei, evaluarea stării uleiului de transformator în fiecare treaptă se efectuează în conformitate cu Normativul corespunzător tensiunii de lucru a transformatorului de curent.

Subsecțiunea 8
Încercarea transformatoarelor de curent încorporate

940. Încercarea transformatoarelor de curent încorporate se efectuează în conformitate cu Subsecțiunile 1, 3-6 ale Secțiunii 1 din prezentul Capitol.

941. Măsurarea rezistenței izolației transformatoarelor de curent încorporate se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V.

942. Rezistența izolației măsurată fără circuitele secundare, trebuie să fie nu mai mică de 10 MΩ.

943. Se admite măsurarea rezistenței izolației transformatoarelor de curent încorporate împreună cu circuitele secundare. În acest caz, rezistența izolației măsurată trebuie să fie nu mai mică de 1 MΩ.

Secțiunea 2
Transformatoare de curent electromagnetice cu SF_6

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației

944. Măsurarea rezistenței izolației de bază a transformatoarelor de curent se efectuează, dacă permite construcţia transformatorului de curent, cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V, iar măsurările rezistenței circuitelor secundare − cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V.

945. În cazul punerii în funcțiune, măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor secundare ale transformatoarelor de curent în raport cu soclul se efectuează atât separat, cât și împreună cu circuitele de curent.

946. Valorile măsurate ale rezistenței izolației ale transformatorului de curent separat trebuie să fie nu mai mici decât cele stabilite în documentația uzinei producătoare.

Subsecțiunea 2
Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială

947. Încercarea cu tensiune mărită a izolației de bază trebuie efectuată la transformatoare de curent cu tensiunea de 35 kV.

948. Valoarea tensiunii de încercare a izolației de bază se stabilește în conformitate cu tabelul 86. Durata încercării transformatoarelor de curent trebuie să fie egală cu 1 minut.

949. Se admite efectuarea încercărilor transformatoarelor de curent împreună cu sistemul de bare.

950. Valoarea tensiunii de încercare a izolației înfășurărilor secundare, împreună cu circuitele conectate la acestea, se stabilește egală cu 1000 V. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

Subsecțiunea 3
Ridicarea caracteristicilor de magnetizare

951. Caracteristica de magnetizare se ridică prin creșterea tensiunii pe una din înfășurările secundare până la începerea saturației, dar nu mai mare de 1800 V.

952. În cazul prezenței la înfășurări a ramificațiilor, caracteristica se ridică de pe ramificația de lucru.

953. Caracteristica ridicată se compară cu caracteristica tip de magnetizare sau cu caracteristicile de magnetizare ale transformatoarelor de curent funcționale, de același tip cu cele verificate.

954. Diferențele în raport cu valorile măsurate de uzina producătoare sau de cele măsurate la un transformator de curent funcțional, de același tip cu cel verificat, trebuie să fie nu mai mari de 10%.

Subsecțiunea 4
Măsurarea coeficientului de transformare

955. Încercările se efectuează în conformitate cu Subsecțiunea 5 a Secțiunii 1 din prezentul Capitol.

956. Înainte de măsurarea coeficientului de transformare, trebuie realizată demagnetizarea transformatorului de măsurare.

Subsecțiunea 5
Măsurarea rezistenței înfășurărilor secundare în curent continuu

957. Abaterea rezistenței măsurate a înfășurării în curent continuu, în raport cu valoarea din pașaport sau măsurată pe alte faze, trebuie să fie nu mai mare de 2%.

958. La compararea valorii măsurate cu datele din pașaport, valoarea rezistenței măsurate trebuie raportată la temperatura la care au fost efectuate măsurările la uzina producătoare. În cazul comparării cu alte faze, măsurările trebuie efectuate la aceeași temperatură pentru toate fazele.

Subsecțiunea 6
Încercările SF_6 sau amestecului de gaze cu care este umplut transformatorul de curent

959. Verificării cu privire la conținutul de umiditate se supune SF_6, în cazul lipsei certificatului uzinei producătoare, destinat umplerii sau completării compartimentelor etanșe ale transformatorului de curent. Conținutul de umiditate trebuie să fie nu mai mare de 0,0015%, ceea ce corespunde punctului de rouă la temperatura de -40°C la presiunea atmosferică, pentru SF_6 fabricat în corespundere cu metoda stabilită de către personalul de conducere al întreprinderii. În cazul stabilirii de către uzina producătoare a unor cerințe mai aspre privind calitatea SF_6, în comparație cu cerințele indicate în specificațiile tehnice, conținutul de umiditate a SF_6 trebuie să corespundă acestor cerințe.

960. Conținutul de umiditate a SF_6 din compartimentul etanș al transformatorului de curent se supune măsurării înainte de punerea în funcțiune, după efectuarea, în cazuri necesare, a umplerii inițiale sau completării cu SF_6 sau cu amestec de gaze. Conținutul maxim admisibil de umiditate în interiorul compartimentului etanș trebuie să fie astfel încât punctul de rouă să fie nu mai mare de temperatura de -5°C, pentru măsurări la temperatura de +20°C și presiunea nominală a SF_6. Corecția respectivă trebuie realizată pentru măsurarea conținutului de umiditate efectuată la alte temperaturi, dacă altă valoare a conținutului de umiditate nu este prevăzută de uzina producătoare.

961. În cazul depășirii valorii normate de umiditate în SF_6, ce se află în compartimentul etanș al transformatorului de curent, este necesar de efectuat pomparea SF_6, uscarea compartimentului și umplerea cu SF_6. SF_6 pompat din compartiment poate fi recondiționat și utilizat în conformitate cu

indicațiile uzinei producătoare și în conformitate cu SM EN IEC 60480 „Specificație pentru reutilizarea hexafluorurii de sulf (SF_6) și a amestecurilor sale în echipamentul electric”.

962. Verificarea acționării dispozitivului de contact electric al aparatelor de control al densității SF_6 sau amestecului de gaze, se efectuează pentru fiecare dintre grupurile de contacte ale dispozitivului, în cazul reducerii artificiale a presiunii, controlată de dispozitiv, până la valorile acționării semnalizării de avertizare și de avarie. Valorile mărimilor specificate trebuie determinate în baza indicațiilor manometrului de control și raportate la temperatura de +20°C. Valorile obținute în acest mod trebuie să corespundă normativului indicat în instrucțiunea de exploatare a transformatorului de curent.

963. Verificarea presiunii de umplere cu SF_6 sau cu amestec de gaze a compartimentelor etanșe ale transformatorului de curent trebuie efectuată cu manometrul de control cu clasă de precizie nu mai mică de 0,6.

964. Valoarea măsurată a presiunii, raportată la temperatura de +20°C, trebuie să se afle în limitele specificate de uzina producătoare.

Secțiunea 3
Transformatoare de curent optice

965. Verificarea blocului de tensiune înaltă se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

966. Verificarea blocului electronic se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 4
Transformatoare de curent electromagnetice cu izolație din rășină turnată (solidă)

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației

967. Măsurarea rezistenței izolației de bază a transformatoarelor de curent se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

968. Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor secundare ale transformatoarelor de curent, una față de cealaltă, se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V.

969. Valorile măsurate ale rezistenței izolației trebuie să fie nu mai mici decât cele prezentate în documentația uzinei producătoare.

Subsecțiunea 2
Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială

970. Încercarea cu tensiune mărită a izolației de bază trebuie efectuată la transformatoare de curent cu tensiunea mai mică de 35 kV.

971. Valoarea tensiunii de încercare a izolației de bază se stabilește în conformitate cu tabelul 86. Durata încercării transformatoarelor de curent trebuie să fie egală cu 1 minut.

972. Se admite efectuarea încercărilor transformatoarelor de curent împreună cu sistemul de bare.

973. Valoarea tensiunii de încercare pentru izolația înfășurărilor secundare, împreună cu circuitele conectate la acestea, se stabilește egală cu 1000 V. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

Subsecțiunea 3
Ridicarea caracteristicilor de magnetizare

974. Caracteristica de magnetizare se ridică prin majorarea tensiunii sinusoidale pe toate înfășurările secundare, amplasate pe miezuri separate. Caracteristica se determină până la începerea saturației miezurilor, dar nu mai mare de 1800 V.

975. În cazul prezenței la înfășurări a ramificațiilor, caracteristica se determină pe ramificația de lucru.

976. Caracteristica ridicată se compară cu caracteristica tip de magnetizare sau cu caracteristicile de magnetizare ale transformatoarelor de curent funcționale, de același tip cu cele verificate.

977. Diferențele în raport cu valorile măsurate de uzina producătoare sau de cele măsurate la un transformator de curent funcțional, de același tip cu cel verificat, trebuie să fie nu mai mari de 10%.

Subsecțiunea 4
Măsurarea coeficientului de transformare

978. Încercările se efectuează în conformitate cu Subsecțiunea 5 a Secțiunii 1 din prezentul Capitol.

979. Înainte de măsurarea coeficientului de transformare, trebuie realizată demagnetizarea transformatorului de măsurare.

Subsecțiunea 5
Măsurarea rezistenței înfășurărilor secundare în curent continuu

980. Abaterea rezistenței măsurate a înfășurării în curent continuu, în raport cu valoarea din pașaport sau măsurată pe alte faze, trebuie să fie nu mai mare de 2%.

981. La compararea valorii măsurate cu datele din pașaport, valoarea rezistenței măsurate trebuie raportată la temperatura la care au fost efectuate măsurările la uzina producătoare. În cazul comparării cu alte faze, măsurările trebuie efectuate la aceeași temperatură pentru toate fazele.

CAPITOLUL VII
TRANSFORMATOARE DE TENSIUNE

Secțiunea 1
Transformatoare electromagnetice de tensiune cu ulei

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor

982. Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor de înaltă tensiune ale transformatoarelor de tensiune se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

983. Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor secundare, precum și a înfășurărilor de legătură ale transformatoarelor de tensiune în cascadă, se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V. Rezistența izolației înfășurărilor de înaltă tensiune ale transformatoarelor cu tensiunea mai mare de 35 kV, cu izolația bornei neutrului la tensiunea mai mică de 1000 V, se admite de măsurat cu megohmmetrul la tensiunea de 500 V.

984. Valorile măsurate ale rezistenței izolației în cazul punerii în funcțiune trebuie să fie nu mai mici decât valorile stabilite în tabelul 90.

Tabelul 90. Rezistențele admisibile ale izolației transformatoarelor de tensiune

Clasa de tensiune,	Rezistențele admisibile ale izolației, MΩ, nu mai mici de

kV	Izolația de bază	Înfășurări secundare[1)]	Înfășurări de legătură
3-35	100	50 (1)	1
110-400	300	50 (1)	1
[1)]Rezistența izolației înfășurărilor secundare sunt prezentate: fără paranteze − în cazul circuitelor secundare deconectate, în paranteze − cu circuite secundare conectate.			

Subsecțiunea 2
Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială

985. Încercarea se efectuează la transformatoare cu tensiunea mai mică de 35 kV.

986. Încercarea izolației înfășurării de înaltă tensiune, cu tensiune mărită de frecvență industrială, se efectuează pentru transformatoarele de tensiune, cu izolarea la tensiunea nominală, a tuturor bornelor înfășurării de înaltă tensiune a acestor transformatoare.

987. Valorile tensiunii de încercare a izolației de bază sunt stabilite în tabelul 86.

988. Durata încercării transformatoarelor de tensiune cu izolație exterioară din porțelan trebuie să fie egală cu 1 minut, iar celor cu izolație din materiale organice − 5 minute.

989. Valoarea tensiunii de încercare pentru izolația înfășurărilor secundare, împreună cu circuitele conectate la acestea, se stabilește egală cu 1000 V. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

Subsecțiunea 3
Măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu

990. Măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu se efectuează la înfășurările primare, secundare și de legătură ale transformatoarelor de tensiune.

991. Abaterea rezistenței măsurate în curent continuu a înfășurării, în raport cu valoarea din pașaport sau cu cea măsurată pe alte faze, trebuie să fie nu mai mare de 2%. La compararea valorii măsurate cu datele din pașaport, valoarea măsurată a rezistenței trebuie raportată la temperatura de încercare a uzinei producătoare. În cazul comparării cu alte faze, măsurările pe toate fazele trebuie efectuate la aceeași temperatură.

Subsecțiunea 4
Încercarea uleiului de transformator

992. La punerea în funcțiune a transformatoarelor de tensiune, uleiul trebuie încercat în conformitate cu pct. 1-6 din tabelul 104.

993. Pentru transformatoarele de tensiune în cascadă umplute cu ulei, evaluarea stării uleiului în fiecare treaptă se efectuează în conformitate cu Normativul, care corespund tensiunii de lucru a treptei.

Secțiunea 2
Transformatoare de tensiune capacitative cu ulei

Subsecțiunea 1
Încercările condensatoarelor divizoare de tensiune

994. Încercările condensatoarelor divizoare de tensiune se efectuează în conformitate cu Capitolul XXII.

995. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la încercările condensatoarelor divizoare de tensiune, acestea se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Subsecțiunea 2
Măsurarea rezistenței izolației dispozitivului electromagnetic

996. Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

997. Rezistența izolației nu trebuie să difere de cea specificată în pașaport mai mult de 30% în direcția înrăutățirii, dar trebuie să fie nu mai mică de 300 MΩ.

Subsecțiunea 3
Încercarea dispozitivului electromagnetic cu tensiune mărită de frecvență industrială

998. Încercărilor se supune izolația înfășurărilor secundare ale dispozitivului electromagnetic.

999. Tensiunea de încercare se stabilește egală cu 1800 V.

1000. Durata aplicării tensiunii trebuie să fie egală cu 1 minut.

Subsecțiunea 4
Măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu

1001. La punerea în funcțiune, măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu se efectuează la toate bornele înfășurărilor secundare.

1002. Valorile măsurate, raportate la temperatura în timpul încercărilor uzinei producătoare, nu trebuie să difere de cele indicate în pașaport mai mult de 5%.

Subsecțiunea 5
Măsurarea curentului și pierderilor de mers în gol

1003. Măsurările curentului și pierderilor de mers în gol se efectuează la tensiunile stabilite în documentația uzinei producătoare.

1004. Valorile măsurate nu trebuie să difere mai mult de 10% de cele indicate în pașaport.

Subsecțiunea 6
Încercarea uleiului de transformator din dispozitivul electromagnetic

1005. Valoarea tensiunii de străpungere a uleiului trebuie să fie nu mai mică de 30 kV.

1006. La punerea în funcțiune, uleiul de transformator pentru umplerea/completarea dispozitivului electromagnetic trebuie încercat în conformitate cu pct. 1-6 din tabelul 104.

Subsecțiunea 7
Încercările descărcătoarelor cu rezistență variabilă și limitatoarelor de supratensiune

1007. Încercările descărcătoarelor cu rezistență variabilă și a limitatoarelor de supratensiune se efectuează în conformitate cu Capitolul XXIII.

1008. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la încercările descărcătoarelor cu rezistență variabilă și limitatoarelor de supratensiune, acestea se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 3
Transformatoare de tensiune cu SF_6

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor

1009. Măsurarea se efectuează în conformitate cu Subsecțiunea 1 a Secțiunii 1 din prezentul Capitol.

1010. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor, aceasta se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Subsecțiunea 2
Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială

1011. Încercarea se efectuează în conformitate cu Subsecțiunea 2 a Secțiunii 1 din prezentul Capitol.

1012. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială, aceasta se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Subsecțiunea 3
Măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu

1013. Măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu se efectuează la înfășurările primare și secundare ale transformatoarelor de tensiune.

1014. Abaterea rezistenței măsurate în curent continuu a înfășurării, în raport cu valoarea din pașaport sau cu cea măsurată pe alte faze, trebuie să fie nu mai mare de 2%. La compararea valorii măsurate cu datele din pașaport, valoarea măsurată a rezistenței trebuie raportată la temperatura de încercare a uzinei producătoare. În cazul comparării cu alte faze, măsurările pe toate fazele trebuie efectuate la aceeași temperatură.

Subsecțiunea 4
Încercările SF_6 sau amestecului de gaze din transformatorul de tensiune

1015. Verificării cu privire la conținutul de umiditate se supune SF_6, în cazul lipsei certificatului uzinei producătoare, destinat umplerii sau completării compartimentelor etanșe ale transformatorului de tensiune. Conținutul de umiditate trebuie să fie nu mai mare de 0,0015%, ceea ce corespunde punctului de rouă la temperatura de -40°C la presiunea atmosferică, pentru SF_6 fabricat în corespundere cu metoda stabilită de către personalul de conducere al întreprinderii. În cazul stabilirii de către uzina producătoare a unor cerințe mai aspre privind calitatea SF_6, în comparație cu cerințele indicate în specificațiile tehnice, conținutul de umiditate a SF_6 trebuie să corespundă acestor cerințe.

1016. Conținutul de umiditate a SF_6 din compartimentul etanș al transformatorului de tensiune se supune măsurării înainte de punerea în funcțiune, după efectuarea, în cazuri necesare, a umplerii inițiale sau completării cu SF_6 sau cu amestec de gaze. Conținutul maxim admisibil de umiditate în interiorul compartimentului etanș trebuie să fie astfel încât punctul de rouă să fie nu mai mare de temperatura de -5°C, pentru măsurări la temperatura de +20°C și presiunea nominală a SF_6. Corecția respectivă trebuie realizată pentru măsurarea conținutului de umiditate efectuată la alte temperaturi, dacă altă valoare a conținutului de umiditate nu este prevăzută de uzina producătoare.

1017. În cazul depășirii valorii normate de umiditate în SF_6, ce se află în compartimentul etanș al transformatorului de tensiune, este necesar de efectuat pomparea SF_6, uscarea compartimentului și umplerea cu SF_6. SF_6 pompat din compartiment poate fi recondiționat și utilizat în conformitate cu indicațiile uzinei producătoare și în conformitate cu SM EN IEC 60480 „Specificație pentru reutilizarea hexafluorurii de sulf (SF_6) şi a amestecurilor sale în echipamentul electric”.

1018. Verificarea acționării dispozitivului de contact electric al aparatelor de control al densității SF_6 sau amestecului de gaze, se efectuează pentru fiecare dintre grupurile de contacte ale dispozitivului, în cazul reducerii artificiale a presiunii, controlată de dispozitiv, până la valorile acționării semnalizării de avertizare și de avarie. Valorile mărimilor specificate trebuie determinate în baza indicațiilor manometrului de control și raportate la temperatura de +20°C. Valorile obținute în acest mod trebuie să corespundă normativului indicat în instrucțiunea de exploatare a transformatorului de tensiune.

1019. Verificarea presiunii de umplere cu SF_6 sau cu amestec de gaze a compartimentelor etanșe ale transformatorului de tensiune trebuie efectuată cu manometrul de control cu clasă de precizie nu mai mică de 0,6.

1020. Valoarea măsurată a presiunii, raportată la temperatura de +20°C, trebuie să se afle în limitele specificate de uzina producătoare.

Secțiunea 4
Transformatoare de tensiune optice

1021. Verificarea blocului de înaltă tensiune se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

1022. Verificarea blocului electronic se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 5
Transformatoare de tensiune cu izolație din rășină turnată (solidă)

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor

1023. Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor de înaltă tensiune ale transformatoarelor de tensiune se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

1024. Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor secundare ale transformatoarelor de tensiune se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V.

1025. Rezistența izolației înfășurărilor de înaltă tensiune ale transformatoarelor de tensiune, cu tensiunea mai mare de 35 kV și cu izolația bornei neutrului la tensiunea mai mică de 1000 V, se admite de măsurat cu megohmmetrul la tensiunea de 500 V.

1026. Valorile măsurate ale rezistenței izolației, în cazul punerii în funcțiune, trebuie să fie nu mai mici decât valorile stabilite în tabelul 90.

Subsecțiunea 2
Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială

1027. Încercarea se efectuează la transformatoare cu tensiunea mai mică de 35 kV.

1028. Încercarea izolației înfășurării de înaltă tensiune cu tensiune mărită de frecvență industrială se efectuează pentru transformatoarele de tensiune, cu izolarea la tensiunea nominală, a tuturor bornelor înfășurării de înaltă tensiune a acestor transformatoare.

1029. Valorile tensiunii de încercare a izolației de bază sunt stabilite în tabelul 86.

1030. Durata încercării transformatoarelor de tensiune trebuie să fie egală cu 1 minut.

1031. Valoarea tensiunii de încercare pentru izolația înfășurărilor secundare împreună cu circuitele conectate la acestea, se stabilește egală cu 1000 V. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

Subsecțiunea 3
Măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu

1032. Măsurarea rezistenței înfășurărilor în curent continuu se efectuează la înfășurările primare și secundare ale transformatoarelor de tensiune.

1033. Abaterea rezistenței măsurate în curent continuu a înfășurării, în raport cu valoarea din pașaport sau de la cea măsurată pe alte faze, trebuie să fie nu mai mare de 2%. La compararea valorii măsurate cu datele din pașaport, valoarea măsurată a rezistenței trebuie raportată la temperatura de încercare a uzinei producătoare. În cazul comparării cu alte faze, măsurările pe toate fazele trebuie efectuate la aceeași temperatură.

CAPITOLUL VIII
ÎNTRERUPĂTOARE CU ULEI ȘI ÎNTRERUPĂTOARE ELECTROMAGNETICE

Secțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației părților mobile și de direcționare confecționate din materiale organice

1034. Măsurarea rezistenței izolației trebuie efectuată cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

1035. Rezistența izolației trebuie să fie nu mai mică decât valorile stabilite în tabelul 91.

Tabelul 91. Valorile minim admisibile ale rezistenței izolației părților mobile și de direcționare confecționate din materiale organice

Tensiunea nominală a întrerupătorului, kV	3-10	15-150	mai mare de 220
Rezistența izolației, MΩ	1000	3000	5000

Subsecțiunea 2
Măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare și a electromagneților de comandă

1036. Măsurarea trebuie efectuată în conformitate cu tabelul 105.

1037. În cazul stabilirii de către uzina producătoare a unor cerințe diferite privind măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare și a electromagneților de comandă, valorile măsurate trebuie să corespundă acestor cerințe.

Secțiunea 2
Încercarea racordurilor

1038. Încercarea trebuie efectuată în conformitate cu Capitolul XXV.

1039. În cazul stabilirii de către uzina producătoare a unor cerințe diferite privind încercarea racordurilor, aceasta trebuie efectuată în conformitate cu aceste cerințe.

Secțiunea 3
Evaluarea stării izolației din interiorul cuvei și dispozitivelor de stingere a arcului electric ale întrerupătoarelor cu ulei cu tensiunea de 35 kV

1040. Evaluarea se efectuează la cuvele întrerupătoarelor cu ulei, la tensiunea de 35 kV, în cazul în care, la măsurarea tgδ a racordurilor întrerupătorului complet asamblat, sunt obținute valori majorate în raport cu normele stabilite în tabelul 104.

1041. Izolația din interiorul cuvei și izolația dispozitivelor de stingere a arcului electric se supun uscării dacă excluderea influenței acestei izolații micșorează valoarea măsurată a tgδ mai mult de 4% (valoare absolută).

Secțiunea 4
Încercarea izolației cu tensiune mărită de frecvență industrială

Subsecțiunea 1
Încercarea izolației de suport și izolației întreruptoarelor în raport cu carcasa

1042. Încercarea se efectuează la echipamentele electrice cu tensiunea mai mică de 35 kV.

1043. Valoarea tensiunii de încercare pentru întrerupătoare, se stabilește în conformitate cu tabelul 86.

1044. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

1045. Încercării similare trebuie să fie supusă izolația interstițiului între contactele întrerupătoarelor cu ulei puțin cu tensiunea de 6-10 kV.

Subsecțiunea 2
Încercarea izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă

1046. Valoarea tensiunii de încercare se stabilește egală cu 1000 V.

1047. Durata aplicării tensiunii normate de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

1048. În cazul amenajării întrerupătoarelor cu ulei puțin din seria „BMT” trebuie efectuată măsurarea rezistenței izolației fiecărui element de încălzire (în stare rece). Rezistența izolației trebuie să fie nu mai mică de 1 MΩ.

Secțiunea 5
Măsurarea rezistenței în curent continuu

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței conturului de curent al sistemului de contacte

1049. Măsurarea rezistenței în curent continuu trebuie efectuată la fiecare fază separat.

1050. Valoarea rezistenței trebuie să fie nu mai mare decât valorile stabilite în documentația tehnică a uzinei producătoare.

1051. Valorile normate ale rezistenței tronsoanelor separate trebuie să fie nu mai mari decât valorile stabilite în documentația tehnică a uzinei producătoare.

Subsecțiunea 2
Măsurarea rezistenței rezistoarelor de șuntare a dispozitivelor de stingere a arcului electric

1052. Valoarea măsurată a rezistenței nu trebuie să difere mai mult de 3% în raport cu datele uzinei producătoare.

1053. Valorile măsurate ale rezistențelor trebuie să corespundă datelor uzinei producătoare, cu respectarea toleranțelor indicate în acestea.

Subsecțiunea 3
Măsurarea rezistenței înfășurărilor electromagneților de comandă

1054. Valorile măsurate ale rezistențelor înfășurărilor electromagneților trebuie să corespundă indicațiilor uzinei producătoare.

1055. În cazul în care se constată abateri semnificative ale valorii rezistenței față de valorile de referință, trebuie verificate starea conexiunilor, integritatea înfășurărilor și posibilele degradări ale izolației, înainte de punerea în funcțiune a echipamentului.

Secțiunea 6
Măsurarea caracteristicilor de viteză și de timp ale întrerupătoarelor

1056. Măsurarea vitezelor de mișcare a contactelor mobile, precum și a timpului de conectare și deconectare a acestora, se efectuează în cazul întrerupătorului umplut complet cu ulei și tensiunii nominale a curentului operativ aplicată la bornele electromagneților de comandă.

1057. Caracteristicile de viteză și de timp ale întrerupătorului trebuie să corespundă datelor din documentația tehnică a uzinei producătoare.

Secțiunea 7
Măsurarea cursei părților mobile (consolelor) ale întreruptorului, strângerii contactelor la cuplare, simultaneității deschiderii și închiderii contactelor

1058. Valorile obținute în cadrul măsurărilor trebuie să corespundă datelor din documentația tehnică a uzinei producătoare.

1059. Valorile obținute în cadrul măsurărilor trebuie înregistrate și arhivate.

Secțiunea 8
Verificarea caracteristicilor de reglare și ajustare a mecanismelor dispozitivelor de acționare și întrerupătoarelor

1060. Verificarea se efectuează în conformitate cu volumul și normele stabilite de instrucțiunile uzinei producătoare și pașapoartele pentru fiecare tip de dispozitiv de acționare și întrerupător.

1061. Verificarea se efectuează în conformitate cu volumul și normele stabilite de instrucțiunile uzinei producătoare și pașapoartele pentru fiecare întrerupător.

Secțiunea 9
Verificarea acționării mecanismului de declanșare liberă

1062. Mecanismul de declanșare liberă al dispozitivului de acționare trebuie să permită efectuarea operației de deconectare pe toată cursa contactelor, adică în orice moment de la începutul operației de conectare.

1063. Mecanismul de declanșare liberă se verifică în funcțiune în cazul poziției conectate complet a dispozitivului de acționare, în momentul închiderii circuitului primar, și în 2 sau 3 poziții intermediare ale acestuia.

Secțiunea 10
Verificarea tensiunii/presiunii minime de acționare a întrerupătoarelor

1064. Verificarea tensiunii minime de acționare se efectuează la fiecare pol la întrerupătoarele cu dispozitive de acționare separate pentru fiecare pol.

1065. Tensiunea minimă de acționare a electromagneților trebuie să corespundă normelor stabilite de uzina producătoare a întrerupătorului. Tensiunea minimă de acționare a electromagneților de comandă ai întrerupătoarelor cu dispozitive de acționare cu resort trebuie determinată în cazul tensionării de lucru a resorturilor de lucru, în conformitate cu documentația tehnică a uzinei producătoare.

1066. Valoarea presiunii de acționare a dispozitivului de acționare pneumatic trebuie să fie cu 20-30% mai mică decât limita inferioară a presiunii de lucru.

Secțiunea 11
Încercarea întrerupătoarelor prin testări multiple

1067. Testările multiple ale întreruptoarelor trebuie realizate prin efectuarea operațiilor de conectare și deconectare, precum și a ciclurilor complexe (conectări-deconectări fără temporizare sunt obligatorii pentru toate întreruptoarele; deconectări-conectări și deconectări-conectări-deconectări sunt obligatorii pentru întrerupătoarele, destinate pentru funcționarea în regim RAR). Testările multiple trebuie efectuate la tensiunea nominală aplicată la bornele electromagneților.

1068. Numărul operațiilor și ciclurilor complexe care urmează a fi efectuate la întreruptor trebuie să constituie:

1068.1. 3-5 operații de conectare și deconectare;

1068.2. 2-3 cicluri de fiecare tip.

Secțiunea 12
Încercarea uleiului de transformator din întrerupătoare

1069. La întrerupătoarele cu cuvă de toate clasele de tensiune și la întrerupătoarele cu ulei puțin cu tensiunea mai mare de 110 kV, încercarea uleiului trebuie efectuată până la și după umplerea uleiului în întrerupătoare.

1070. La întrerupătoarele cu ulei puțin, cu tensiunea mai mică de 35 kV, uleiul se încearcă până la umplerea camerelor de stingere a arcului electric. Încercarea uleiului trebuie efectuată în conformitate cu pct. 1, 3-5 din tabelul 104.

Secțiunea 13
Încercarea transformatoarelor de curent încorporate

1071. Încercarea trebuie efectuată în conformitate cu Capitolul VI.

1072. În cazul stabilirii, de către uzina producătoare, a unor cerințe diferite privind încercarea transformatoarelor de curent încorporate, aceasta trebuie efectuată în conformitate cu cerințele uzinei producătoare.

CAPITOLUL IX
ÎNTRERUPĂTOARE CU AER COMPRIMAT

Secțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației confecționate din materiale organice a conductelor de aer, părților mobile și de suport

1073. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

1074. În caz de necesitate, măsurarea rezistenței izolației izolatoarelor de suport, izolatoarelor camerelor de stingere a arcului electric și separatoarelor automate trebuie efectuată cu instalarea inelelor de protecție pe suprafața exterioară.

1075. Rezistența izolației elementului izolator de suport, conductei de aer și tijei, fiecare separate, fabricate din porțelan, trebuie să fie nu mai mică decât valorile stabilite în tabelul 91.

Subsecțiunea 2
Măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de conectare și deconectare

1076. Măsurarea se efectuează în conformitate cu Capitolul XXVIII.

1077. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare și a înfășurărilor electromagneților de conectare și deconectare, aceasta se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Subsecțiunea 3
Măsurarea rezistenței izolației izolatoarelor cu mai multe elemente

1078. Măsurarea trebuie efectuată în conformitate cu Capitolul XIX.

1079. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la măsurarea rezistenței izolației izolatoarelor cu mai multe elemente, aceasta se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 2
Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială

Subsecțiunea 1
Încercarea izolației de suport

1080. Încercarea se efectuează la echipamentele electrice cu tensiunea mai mică de 35 kV.

1081. Izolația de suport din porțelan a întrerupătoarelor trebuie încercată cu tensiune mărită de frecvență industrială, în conformitate cu tabelul 86.

1082. Durata aplicării tensiunii normate de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

Subsecțiunea 2
Încercarea izolației circuitelor secundare și a înfășurărilor electromagneților de comandă

1083. Încercarea se efectuează în conformitate cu Secțiunea 3 din Capitolul XXVIII.

1084. Durata încercării trebuie să fie egală cu 1 minut.

Secțiunea 3
Măsurarea rezistenței în curent continuu

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței conturului de curent (circuitului principal)

1085. Rezistența conturului de curent trebuie măsurată pe părți, adică pentru fiecare dispozitiv/modul de stingere a arcului electric, element al camerei de stingere și al separatorului automat, barelor din interiorul polilor separat.

1086. Valorile limită admisibile ale rezistenței contactelor întrerupătoarelor cu aer comprimat trebuie să corespundă datelor din documentația tehnică a uzinei producătoare.

Subsecțiunea 2
Măsurarea rezistenței înfășurărilor electromagneților și circuitelor de comandă

1087. Valorile măsurate ale rezistenței înfășurărilor electromagneților și circuitelor de comandă ale întrerupătoarelor cu aer comprimat trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare.

1088. În cazul în care se constată abateri semnificative ale valorii rezistenței față de valorile de referință, trebuie verificate starea conexiunilor, integritatea înfășurărilor și posibilele degradări ale izolației, înainte de punerea în funcțiune a echipamentului.

Subsecțiunea 3
Măsurarea rezistenței în curent continuu a divizorilor de tensiune și rezistoarelor de șuntare

1089. Rezultatele măsurărilor rezistenței elementelor divizorilor de tensiune trebuie să corespundă valorilor stabilite în documentația tehnică a uzinei producătoare.

1090. Rezultatele măsurărilor rezistenței rezistoarelor de șuntare trebuie să corespundă valorilor stabilite în documentația tehnică a uzinei producătoare.

Secțiunea 4
Încercările condensatoarelor divizoare de tensiune

1091. Încercările trebuie efectuate în conformitate cu Capitolul XXII.

1092. Diferența dintre valorile capacității condensatoarelor în limita polului întrerupătorului trebuie să fie nu mai mare decât valorile stabilite în documentația uzinei producătoare.

Secțiunea 5
Verificarea caracteristicilor întrerupătorului

1093. Caracteristicile întrerupătorului trebuie determinate la presiunea nominală, minimă și maximă de lucru la operațiile simple și cicluri complexe.

1094. Caracteristicile întrerupătorului trebuie să corespundă datelor uzinei producătoare.

Secțiunea 6
Verificarea tensiunii minime de acționare a întreruptorului

1095. Electromagneții de comandă ai întrerupătoarelor cu aer comprimat trebuie să acționeze la tensiunea nu mai mare de $0,7 \cdot U_{nom}$ în cazul alimentării mecanismului de acționare de la sursă de curent continuu și la tensiune nu mai mare de $0,65 \cdot U_{nom}$ în cazul alimentării de la sursă de curent alternativ prin dispozitiv de redresare, precum și la presiunea de lucru cea mai mare a aerului comprimat în rezervoarele întreruptorului.

1096. Tensiunea pe electromagneți trebuie aplicată prin impuls.

Secțiunea 7
Încercarea întrerupătorului prin testări multiple

1097. Numărul operațiilor și ciclurilor complexe, efectuate de fiecare întrerupător, se stabilește în conformitate cu tabelul 92.

Tabelul 92. Condițiile și numărul de testări ale întrerupătoarelor în cazul ajustării

Operația sau ciclul	Presiunea în procesul testării	Tensiunea la bornele electromagneților	Numărul de operații sau cicluri

1. Conectare	Minimă de acționare	Nominală	3
2. Deconectare	Idem	Idem	3
3. Conectare-deconectare	Idem	Idem	2
4. Conectare	Minimă de lucru	Idem	3
5. Deconectare	Idem	Idem	3
6. Conectare-deconectare	Idem	Idem	2
7. Conectare	Nominală	Idem	3
8. Deconectare	Idem	Idem	3
9. Deconectare-conectare	Idem	Idem	2
10. Conectare	Maximă de lucru	0,7 din nominală	2
11. Deconectare	Idem	Idem	2
12. Conectare-deconectare	Idem	Nominală	2
13. Deconectare-conectare-deconectare	Idem	Idem	2
14. Deconectare-conectare-deconectare	Minimă pentru RAR	Idem	2

1098. În cazul efectuării operațiilor și ciclurilor complexe (pct. 4-9, 12-14) în conformitate cu tabelul 92, trebuie să fie ridicate oscilograme.

Secțiunea 8
Verificarea caracteristicilor de reglare și setare

1099. Verificarea caracteristicilor de reglare și setare se efectuează prin controlul dimensiunilor, interstițiilor și cursului dispozitivelor de stingere a arcului electric, precum și al nodurilor panourilor de comandă.

1100. Verificarea caracteristicilor de reglare și setare se efectuează în volumul stabilit de uzina producătoare și pașapoartele întrerupătoarelor.

CAPITOLUL X
ÎNTRERUPĂTOARE CU SF_6

Secțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă

1101. Măsurarea trebuie efectuată în conformitate cu Capitolul XXVIII.

1102. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare și a înfășurărilor electromagneților de comandă, aceasta se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 2
Încercarea izolației

Subsecțiunea 1
Încercarea izolației întrerupătorului

1103. Încercarea izolației trebuie efectuată cu tensiune de frecvență industrială, în conformitate cu tabelul 86.

1104. Se admite de a nu efectua încercarea întrerupătoarelor umplute cu SF_6 de către uzina producătoare și care nu sunt prevăzute a fi dezasamblate pe toată durata de funcționare.

1105. Întrerupătoarele cu SF_6, cu tensiunea nominală mai mare de 35 kV, nu se supun încercării cu tensiune mărită de frecvență industrială.

Subsecțiunea 2
Încercarea izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă

1106. Încercarea trebuie efectuată în conformitate cu Capitolul XXVIII.

1107. Valoarea tensiunii de încercare pentru circuitele secundare și pentru electromagneții de comandă trebuie să fie de 1000 V.

Secțiunea 3
Măsurarea rezistenței în curent continuu

1108. Rezistența circuitului primar trebuie măsurată atât pentru întregul circuit de curent al polului, cât și separat pentru fiecare ruptură a dispozitivului de stingere a arcului electric, dacă există posibilitatea din punct de vedere constructiv.

1109. Valorile măsurate ale rezistenței circuitului primar trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare.

1110. Măsurările rezistenței circuitului primar nu se efectuează la întrerupătoarele umplute cu SF_6 de către uzina producătoare și care nu sunt prevăzute a fi dezasamblate pe toată durata de funcționare.

1111. Valorile măsurate ale rezistenței elementelor în circuitele mecanismelor de acționare trebuie să corespundă cerințelor uzinei producătoare.

Secțiunea 4
Verificarea tensiunii minime de acționare al întreruptorului

1112. Întrerupătoarele trebuie să acționeze la tensiunea nu mai mare de $0,7 \cdot U_{nom}$, în cazul alimentării mecanismului de acționare de la sursă de curent continuu și la o tensiune nu mai mare de $0,65 \cdot U_{nom}$ în cazul alimentării de la rețea sau circuit de curent alternativ la presiunea nominală de lucru a SF_6 în cavitățile întrerupătorului și la presiune de lucru cea mai mare în rezervoarele mecanismului de acționare.

1113. Tensiunea pe electromagneți trebuie aplicată prin impuls.

Secțiunea 5
Încercările condensatoarelor divizoare de tensiune

1114. Încercările trebuie efectuate în conformitate cu Capitolul XXII.

1115. Valoarea măsurată a capacității trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare.

Secțiunea 6
Verificarea caracteristicilor întrerupătorului

1116. La verificarea funcționării întreruptoarelor cu SF_6 trebuie determinate caracteristicile prescrise de instrucțiunile uzinei producătoare.

1117. Rezultatele verificărilor și măsurărilor trebuie să corespundă datelor de pașaport.

Secțiunea 7
Încercarea întrerupătoarelor cu testări multiple

1118. Testările multiple ale întreruptoarelor trebuie efectuate prin operații de conectare și deconectare, precum și prin cicluri complexe de conectare-deconectare (conectări-deconectări fără

temporizare între operații − pentru toate întreruptoarele; deconectări-conectări și deconectări-conectări-deconectări − pentru întrerupătoarele, destinate pentru funcționarea în regim RAR). Testările multiple trebuie efectuate la diferite valori ale presiunii aerului comprimat în mecanismul de acționare și ale tensiunii pe bornele electromagneților de comandă, în scopul verificării funcționalității acționării întrerupătoarelor în conformitate cu tabelul 92.

1119. Încercarea trebuie efectuată în cazul tensiunii nominale pe bornele electromagneților mecanismului de acționare sau la presiune nominală a aerului comprimat al mecanismului de acționare.

1120. Numărul operațiilor și ciclurilor complexe care urmează a fi efectuate la întreruptor trebuie să constituie:

1120.1. 3-5 operații de conectare și deconectare;

1120.2. 2-3 cicluri de fiecare tip.

Secțiunea 8
Controlul prezenței pierderilor de gaz

1121. Verificarea etanșeității se efectuează cu ajutorul detectorului de gaze.

1122. În cazul controlului prezenței pierderilor cu tija detectorului de gaze se examinează locurile etanșărilor îmbinărilor cap la cap și cusăturile de sudură ale întrerupătorului.

1123. Rezultatul controlului prezenței pierderilor se consideră satisfăcător dacă detectorul de gaze nu indică scurgeri.

1124. Controlul se efectuează la presiunea nominală a SF_6.

Secțiunea 9
Verificarea conținutului de umiditate în SF_6

1125. Verificării cu privire la conținutul de umiditate se supune SF_6, în cazul lipsei certificatului uzinei producătoare, destinat umplerii sau completării compartimentelor etanșe ale întrerupătorului. Conținutul de umiditate trebuie să fie nu mai mare de 0,0015%, ceea ce corespunde punctului de rouă la temperatura de -40°C la presiunea atmosferică, pentru SF_6 fabricat în corespundere cu metoda stabilită de către personalul de conducere al întreprinderii. În cazul stabilirii de către uzina producătoare a unor cerințe mai aspre privind calitatea SF_6, în comparație cu cerințele indicate în specificațiile tehnice, conținutul de umiditate a SF_6 trebuie să corespundă acestor cerințe.

1126. Conținutul de umiditate a SF_6 din compartimentul etanș al întrerupătorului se supune măsurării înainte de punerea în funcțiune, după efectuarea, în cazuri necesare, a umplerii inițiale sau completării cu SF_6 sau cu amestec de gaze. Conținutul maxim admisibil de umiditate în interiorul compartimentului etanș trebuie să fie astfel încât punctul de rouă să fie nu mai mare de temperatura de -5°C, pentru măsurări la temperatura de +20°C și presiunea nominală a SF_6. Corecția respectivă trebuie realizată pentru măsurarea conținutului de umiditate efectuată la alte temperaturi, dacă altă valoare a conținutului de umiditate nu este prevăzută de uzina producătoare.

1127. În cazul depășirii valorii normate de umiditate în SF_6, ce se află în compartimentul etanș întrerupătorului, este necesar de efectuat pomparea SF_6, uscarea compartimentului și umplerea cu SF_6. SF_6 pompat din compartiment poate fi recondiționat și utilizat în conformitate cu indicațiile uzinei producătoare și în conformitate cu SM EN IEC 60480 „Specificație pentru reutilizarea hexafluorurii de sulf (SF_6) și a amestecurilor sale în echipamentul electric”.

Secțiunea 10
Verificarea acționării dispozitivului de contact electric al aparatelor de control al densității SF_6 sau amestecului de gaze

1128. Verificarea acționării dispozitivului de contact electric al aparatelor de control al densității SF_6 sau amestecului de gaze, se efectuează pentru fiecare dintre grupurile de contacte ale dispozitivului, în cazul reducerii artificiale a presiunii, controlată de dispozitiv, până la valorile acționării semnalizării de avertizare și de avarie.

1129. Valorile mărimilor specificate trebuie determinate în baza indicațiilor manometrului de control și raportate la temperatura de +20°C. Valorile obținute în acest mod trebuie să corespundă normativului indicat în instrucțiunea uzinei producătoare a întrerupătorului.

Secțiunea 11
Verificarea cu manometrul de control a presiunii de umplere cu SF_6 sau cu amestec de gaze al compartimentelor etanșe ale întrerupătorului cu SF_6

1130. Verificarea presiunii de umplere cu SF_6 sau cu amestec de gaze a compartimentelor etanșe ale întrerupătorului trebuie efectuată cu manometrul de control cu clasă de precizie nu mai mică de 0,6.

1131. Valoarea măsurată a presiunii, raportată la temperatura de +20°C, trebuie să se afle în limitele specificate de uzina producătoare.

Secțiunea 12
Verificarea stării sistemului de încălzire a elementelor întrerupătorului cu SF_6

Subsecțiunea 1
Verificarea stării elementelor de încălzire ale sistemelor de încălzire pentru protecția împotriva formării condensatului și temperaturilor scăzute ale elementelor întrerupătorului cu SF_6

1132. Verificarea stării elementelor de încălzire ale sistemelor de încălzire pentru protecția împotriva formării condensatului și temperaturilor scăzute ale elementelor întrerupătorului cu SF_6 se efectuează la elementele de încălzire ale dulapului mecanismului de acționare și ale dulapului cu aparate cu luarea în calcul a particularităților constructive ale întrerupătorului.

1133. Rezistența electrică a elementelor de încălzire și valoarea reglajului dispozitivului de comandă al sistemului de încălzire, care controlează funcționarea acestuia, trebuie să corespundă valorilor stabilite de uzina producătoare al întrerupătorului cu SF_6.

Subsecțiunea 2
Verificarea stării elementelor de încălzire ale sistemelor de încălzire a rezervoarelor întrerupătorului cu SF_6 cu cuvă

1134. Verificarea stării elementelor de încălzire ale sistemelor de încălzire a rezervoarelor întreruptoarelor cu SF_6 se efectuează la toate elementele de încălzire instalate pe întrerupătorul cu SF_6.

1135. Rezistența electrică a elementelor de încălzire și valoarea reglajului dispozitivului de comandă al sistemului de încălzire, care controlează funcționarea acestuia, trebuie să corespundă valorilor indicate de uzina producătoare a întrerupătorului cu SF_6.

Secțiunea 13
Verificarea caracteristicilor de reglare și montare ale mecanismelor de acționare și ale întrerupătoarelor

1136. Verificarea caracteristicilor de reglare și montare ale mecanismelor de acționare și ale întrerupătoarelor se efectuează prin controlul interstițiilor din nodurile mecanismelor de acționare, curselor tijelor elementelor de execuție, gradului de comprimare a arcurilor și cursei tijei mecanismului de acționare.

1137. Verificarea caracteristicilor trebuie efectuată în conformitate cu normele indicate în documentația uzinei producătoare a întrerupătorului cu SF_6.

Secțiunea 14
Încercările transformatoarelor de curent încorporate

1138. Încercările trebuie efectuate în conformitate cu Capitolul VI.

1139. În cazul stabilirii, de către uzina producătoare, a unor cerințe diferite privind încercările transformatoarelor de curent încorporate, acestea trebuie efectuate în conformitate cu cerințele uzinei producătoare.

CAPITOLUL XI
ÎNTRERUPĂTOARE CU VID

Secțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă

1140. Măsurarea trebuie efectuată în conformitate cu Capitolul XXVIII.

1141. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă, aceasta se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 2
Încercarea izolației cu tensiune mărită de frecvență industrială

Subsecțiunea 1
Încercarea izolației întrerupătorului

1142. Încercarea trebuie efectuată la echipamentul cu tensiunea mai mică de 35 kV.

1143. Se încearcă izolația întrerupătorului și izolația de rupere a contactelor.

1144. Valoarea tensiunii de încercare pentru întrerupătoarele din fiecare clasă de tensiune se stabilește în conformitate cu tabelul 86.

1145. Durata încercării trebuie să fie egală cu 1 minut.

1146. Dacă întrerupătorul cu vid este șuntat printr-un limitator de supratensiune, acesta trebuie deconectat înainte de încercare.

Subsecțiunea 2
Încercarea izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă

1147. Încercarea se efectuează în conformitate cu Capitolul XXVIII.

1148. Valoarea tensiunii de încercare se stabilește egală cu 1000 V.

1149. Durata încercării trebuie să fie egală cu 1 minut.

Secțiunea 3
Măsurarea rezistenței în curent continuu

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței circuitului primar

1150. Valorile rezistenței circuitului primar trebuie să corespundă cerințelor uzinei producătoare.

1151. Măsurările trebuie efectuate în conformitate cu schema de măsurare stabilită de uzina producătoare.

Subsecțiunea 2
Măsurarea rezistenței elementelor în circuitele mecanismului de acționare

1152. Valorile măsurate ale rezistenței trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare sau valorilor rezistențelor elementelor similare ale întrerupătoarelor de același tip.

1153. Valorile măsurate ale rezistenței trebuie să corespundă cerințelor stabilite în pct. 1152, dar nu mai mici de 1 MΩ.

Secțiunea 4
Verificarea tensiunii minime de acționare a electromagneților de comandă a întrerupătorului

1154. Electromagneții de comandă ai întreruptoarelor cu vid trebuie să acționeze la următoarele nivele de tensiune:

1154.1. electromagneții de conectare în cazul tensiunii nu mai mici de $0,85 \cdot U_{nom}$;

1154.2. electromagneții de deconectare în cazul tensiunii nu mai mici de $0,7 \cdot U_{nom}$.

Secțiunea 5
Încercarea întrerupătoarelor cu testări multiple

1155. Numărul operațiilor și al ciclurilor complexe care trebuie efectuate de întrerupător, la tensiunea nominală aplicată pe bornele electromagneților trebuie să constituie:

1155.1. 3-5 operații de conectare și deconectare;

1155.2. 2-3 cicluri de conectare-deconectare, fără temporizare între operații.

Secțiunea 6
Măsurarea rezistenței în curent continuu, măsurarea caracteristicilor de timp ale întrerupătoarelor, măsurarea cursei părților mobile și simultaneității închiderii/deschiderii contactelor

1156. Măsurările se efectuează în cazul, dacă sunt obligatorii în conformitate cu instrucțiunea uzinei producătoare.

1157. Valorile măsurate ale cursei părților mobile și simultaneității închiderii/deschiderii contactelor trebuie înregistrate și arhivate.

Secțiunea 7
Reglarea simultaneității închiderii/deschiderii contactelor

1158. Întrerupătoarele, a căror construcție permite reglarea simultaneității închiderii sau deschiderii contactelor, trebuie să fie reglate în conformitate cu instrucțiunea uzinei producătoare.

1159. Limitele de reglare trebuie să corespundă datelor tehnologice ale mecanismului.

CAPITOLUL XII
SEPARATOARE DE SARCINĂ, CU EXCEPȚIA ÎNTRERUPTOARELOR GENERATOARELOR

Secțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă

1160. Măsurarea se efectuează în conformitate cu Capitolul XXVIII.

1161. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă, aceasta se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 2
Încercarea izolației cu tensiune mărită de frecvență industrială

Subsecțiunea 1
Încercarea izolației separatorului de sarcină

1162. Încercarea se efectuează la echipamente electrice cu tensiunea mai mică de 35 kV.

1163. Valoarea tensiunii de încercare se stabilește în conformitate cu tabelul 86.

1164. Durata încercării trebuie să fie egală cu 1 minut.

Subsecțiunea 2
Încercarea izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă

1165. Încercarea se efectuează în conformitate cu Capitolul XXVIII.

1166. Valoarea tensiunii de încercare se stabilește egală cu 1000 V.

1167. Durata încercării trebuie să fie egală cu 1 minut.

Secțiunea 3
Măsurarea rezistenței în curent continuu

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței în curent continuu al conturului de curent al sistemului de contacte al întrerupătorului

1168. Se efectuează măsurarea rezistenței conturului de curent al polului și al fiecărei perechi de contacte de lucru.

1169. Valoarea rezistenței trebuie să corespundă datelor uzinei producătoare.

Subsecțiunea 2
Măsurarea rezistenței în curent continuu a înfășurărilor electromagneților de comandă

1170. Valoarea rezistenței trebuie să corespundă datelor uzinei producătoare.

1171. În cazul în care se constată abateri semnificative ale valorii rezistenței față de valorile de referință, trebuie verificate starea conexiunilor, integritatea înfășurărilor și posibilele degradări ale izolației, înainte de punerea în funcțiune a echipamentului.

Secțiunea 4
Verificarea funcționării mecanismului de declanșare liberă

1172. Mecanismul de declanșare liberă al dispozitivului de acționare trebuie să permită efectuarea operației de deconectare pe toată cursa contactelor, adică în orice moment de la începutul operației de conectare.

1173. Mecanismul de declanșare liberă se verifică în funcțiune în cazul poziției conectate complet a dispozitivului de acționare, în momentul închiderii circuitului primar, și în 2 sau 3 poziții intermediare ale acestuia.

Secțiunea 5
Verificarea acționării mecanismului de acționare în cazul reducerii tensiunii

1174. Verificarea tensiunii minime de acționare trebuie efectuată la fiecare pol la întrerupătoarele cu dispozitive de acționare separate pentru fiecare pol.

1175. Tensiunea minimă de acționare a electromagneților trebuie să corespundă normelor stabilite de uzina producătoare a întrerupătorului. Tensiunea minimă de acționare a electromagneților de comandă ai întrerupătoarelor cu dispozitive de acționare cu resort trebuie determinată în cazul tensionării de lucru a resorturilor de lucru, în conformitate cu documentația tehnică a uzinei producătoare.

1176. Valoarea presiunii de acționare a dispozitivului de acționare pneumatic trebuie să fie cu 20-30% mai mică decât limita inferioară a presiunii de lucru.

Secțiunea 6
Încercarea întrerupătorului de sarcină cu testări multiple

1177. Testările multiple ale întrerupătoarelor trebuie efectuate la tensiunea nominală aplicată la bornele electromagneților.

1178. Numărul operațiilor care trebuie efectuate la întrerupător trebuie să fie de 3 conectări și 3 deconectări.

CAPITOLUL XIII
SEPARATOARE, SEPARATOARE AUTOMATE ȘI SCURTCIRCUITOARE

Secțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației bridelor și tijelor din materiale organice

1179. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

1180. Rezistența izolației trebuie să fie nu mai mică decât valorile stabilite în Subsecțiunea 1 a Secțiunii 1 din Capitolul VIII.

Subsecțiunea 2
Măsurarea rezistenței izolației izolatoarelor cu mai multe elemente

1181. Măsurarea se efectuează în conformitate cu Capitolul XIX.

1182. Măsurarea se efectuează în cazul în care temperatura aerului este nu mai mică de +5°C.

Subsecțiunea 3
Măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare şi electromagneților de comandă

1183. Măsurarea se efectuează în conformitate cu Capitolul XXVIII.

1184. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la măsurarea rezistenței izolației circuitelor secundare și a electromagneților de comandă, aceasta se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 2
Încercarea izolației cu tensiune mărită de frecvență industrială

Subsecțiunea 1
Încercarea izolației de bază a separatoarelor, separatoarelor automate și scurtcircuitoarelor

1185. Încercarea se efectuează la echipamente cu tensiunea mai mică de 35 kV.

1186. Valoarea tensiunii de încercare a izolației de bază pentru izolatoarele de suport cu un singur element se stabilește în conformitate cu tabelul 86.

1187. Izolația, compusă din izolatoare cu mai multe elemente, trebuie supusă încercărilor în conformitate cu Capitolul XIX.

1188. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

Subsecțiunea 2
Încercarea izolației circuitelor secundare și înfășurărilor electromagneților de comandă

1189. Încercarea se efectuează în conformitate cu Secțiunea 3 din Capitolul XXVIII.

1190. Valoarea tensiunii de încercare se stabilește egală cu 1000 V.

1191. Durata încercării trebuie să fie egală cu 1 minut.

Secțiunea 3
Măsurarea rezistenței în curent continuu

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței sistemului de contacte al separatoarelor și separatoarelor automate

1192. Măsurarea trebuie efectuată între punctele „borna de contact-borna de contact”.

1193. Rezultatele măsurărilor rezistențelor trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare, iar în lipsa acestora trebuie să fie în conformitate cu tabelul 93.

Tabelul 93. Valorile admisibile ale rezistențelor sistemelor de contacte ale separatoarelor și separatoarelor automate

Curentul nominal, A	Valoarea admisibilă a rezistenței, μΩ
600	175
1000	120
1500-2000	50

Subsecțiunea 2
Măsurarea rezistenței înfășurărilor electromagneților de comandă ale separatoarelor automate şi scurtcircuitoarelor

1194. Rezultatele măsurărilor rezistenței înfășurărilor trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare.

1195. În cazul în care se constată abateri semnificative ale valorii rezistenței față de valorile de referință, trebuie verificate starea conexiunilor, integritatea înfășurărilor și posibilele degradări ale izolației, înainte de punerea în funcțiune a echipamentului.

Secțiunea 4
Măsurarea presiunii de contact în contactele detașabile

1196. Rezultatele măsurării trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare.

1197. Valorile măsurate ale presiunii de contact în contactele detașabile trebuie înregistrate și arhivate.

Secțiunea 5
Verificarea funcționării separatorului, separatorului automat și scurtcircuitorului

1198. Aparatele cu acționare manuală trebuie verificate prin efectuarea a 5 operații de conectare şi 5 operații de deconectare.

1199. Aparatele cu comandă de la distanță trebuie verificate prin efectuarea a 5 operații de conectare şi 5 operații de deconectare, la tensiunea nominală la bornele electromagneților şi ale motoarelor electrice de comandă.

Secțiunea 6
Determinarea caracteristicilor de timp

1200. Determinarea caracteristicilor de timp este obligatorie pentru separatoarele automate și scurtcircuitoare. Se realizează pentru scurtcircuitoare la conectare și pentru separatoarele automate la deconectare.

1201. Rezultatele măsurărilor trebuie să corespundă datelor uzinei producătoare.

Secțiunea 7
Verificarea funcționării blocajelor mecanice

1202. Verificarea constă în permiterea comenzii cu un aparat separat atunci când sunt îndeplinite condițiile de blocaj sau interzicerii comenzii dacă condițiile nu sunt îndeplinite.

1203. Blocajul nu trebuie să permită operarea cu cuțitele principale în cazul poziției conectate a cuțitelor de legare la pământ şi invers.

CAPITOLUL XIV
INSTALAȚII DE DISTRIBUȚIE PREFABRICATE DE TIP INTERIOR ȘI EXTERIOR, COMPARTIMENTE DE ÎNALTĂ TENSIUNE ALE POSTURILOR DE TRANSFORMARE

Secțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației elementelor din materiale organice

1204. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

1205. Rezistența izolației trebuie să fie nu mai mică decât valorile stabilite în tabelul 91.

Subsecțiunea 2
Măsurarea izolației circuitelor primare

1206. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

1207. Rezistența izolației circuitelor primare complet asamblate ale IDP, cu echipamentele și ansamblurile instalate în acestea, trebuie să fie nu mai mică de 100 MΩ.

1208. În cazul rezultatelor nesatisfăcătoare ale încercărilor, măsurarea rezistenței se efectuează pe fiecare element în parte, iar rezistența de izolație a fiecărui element trebuie să fie de nu mai mică de 1000 MΩ.

Subsecțiunea 3
Încercarea izolației circuitelor secundare

1209. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 500-1000 V.

1210. Rezistența izolației fiecărei conexiuni a circuitelor secundare, cu toate aparatele conectate, trebuie să fie nu mai mică de 1 MΩ, iar pentru circuitele de iluminat − nu mai mică de 0,5 MΩ.

Secțiunea 2
Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială

Subsecțiunea 1
Încercarea izolației circuitelor primare ale celulelor

1211. Încercarea se efectuează la echipamente cu tensiunea mai mică de 35 kV.

1212. Valoarea tensiunii de încercare se stabilește în conformitate cu tabelul 86.

1213. Durata aplicării tensiunii normate de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

1214. Dacă izolația celulelor conține elemente din materiale organice solide, atunci durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 5 minute.

1215. Toate elementele mobile ale întreruptoarelor se instalează în poziția de lucru, se conectează întreruptoarele, iar elementele mobile cu descărcătoare, transformatoare de putere și de măsură se deplasează în poziție de control.

1216. Încercarea cu tensiune mărită se efectuează până la conectarea cablurilor de putere.

Subsecțiunea 2
Încercarea izolației circuitelor secundare

1217. Încercarea se efectuează în conformitate cu Capitolul XXVIII.

1218. Încercarea se efectuează la tensiunea de 1000 V.

1219. Durata aplicării tensiunii normate de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

1220. Încercarea cu tensiune mărită a IDP nou amenajate trebuie efectuată până la conectarea LEA sau LEC prin intermediul întrerupătoarelor.

Secțiunea 3
Măsurarea rezistenței în curent continuu

1221. Rezistența în curent continuu a contactelor detașabile și prin buloane trebuie să fie nu mai mare decât valorile stabilite în tabelul 94.

Tabelul 94. Valorile admisibile ale rezistenței în curent continuu a elementelor IDP

Elementul măsurat	Valorile admisibile ale rezistenței
1. Contacte plug-in alecircuitului primar	Valorile admisibile ale rezistenței contactelor sunt prezentate în instrucțiunile uzinei producătoare.

	În cazul când valorile rezistenței contactelor nu sunt prezentate în instrucțiunile uzinei producătoare, acestea trebuie să fie nu mai mari de: 75 μΩ pentru contacte la 400 A; 60 μΩ pentru contacte la 630 A; 50 μΩ pentru contacte la 1000 A; 40 μΩ pentru contacte la 1600 A; 33 μΩ pentru contacte la 2000 A și mai mare.
2. Contacte detașabile	Rezistența în curent continuu a contactelor detașabile trebuie să fie nu mai mare decât valorile stabilite în pct. 1 din prezentul tabel
3. Legătura la pământ a elementului mobil cu carcasa	Nu mai mare de 0,1 Ω

1222. Măsurarea se efectuează dacă permite construcția IDP.

Secțiunea 4
Verificarea coaxialității și nivelul intrării contactelor mobile în contactele fixe

Subsecțiunea 1
Verificarea coaxialității contactelor

1223. Devierile coaxialității contactelor trebuie să fie nu mai mari de 4-5 mm.

1224. Luftul vertical al lamelelor contactelor de deconectare ale căruciorului debroșabil trebuie să fie în limitele 8-14 mm.

Subsecțiunea 2
Intrarea contactelor mobile în contactele fixe

1225. Intrarea contactelor mobile în contactele fixe trebuie să fie nu mai mică de 15 mm.

1226. Distanța de rezervă trebuie să fie nu mai mică de 2 mm.

Secțiunea 5
Controlul barelor colectoare

1227. Controlul legăturilor de contact ale barelor colectoare trebuie efectuat în conformitate cu Capitolul XIX.

1228. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la controlul barelor colectoare, controlul se realizează în conformitate cu cerințele uzinei producătoare.

Secțiunea 6
Încercări mecanice

1229. Încercările mecanice trebuie efectuate în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

1230. Încercările mecanice includ:

1230.1. 5 cicluri de broșare și debroșare a elementelor retractabile, cu verificarea coaxialității contactelor de deconectare și a funcționării mecanismului ușițelor, blocajelor și fixatoarelor;

1230.2. verificarea funcționalității și stării contactelor separatorului de legare la pământ.

CAPITOLUL XV
INSTALAȚII DE DISTRUBUȚIE PREFABRICATE ÎN CARCASĂ METALICĂ CU IZOLAȚIE CU SF_6

Secțiunea 1
Cerințe generale

1231. Nu se efectuează încercările IDP umplute cu SF_6 (în continuare − IDPH) de către uzina producătoare și care nu sunt prevăzute a fi dezasamblate pe toată durata de funcționare.

1232. Încercările IDPH se efectuează doar în cazul în care acestea sunt prevăzute de către uzina producătoare.

Secțiunea 2
Măsurarea rezistenței circuitului primar de curent

1233. Măsurările trebuie efectuate în conformitate cu schema de măsurare a rezistenței sectoarelor circuitului primar de curent, prezentată de uzina producătoare în documentația de exploatare a IDPH.

1234. Rezistența măsurată trebuie să fie nu mai mare de valorile stabilite în documentația uzinei producătoare.

Secțiunea 3
Măsurarea rezistenței izolației a circuitului primar de curent

1235. Măsurările se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

1236. Rezistența izolației trebuie să fie nu mai mică decât valorile stabilite în tabelul 91.

Secțiunea 4
Încercarea rigidității dielectrice a izolației circuitelor primare

1237. Izolația circuitelor primare ale IDPH trebuie să fie supusă încercărilor cu tensiune înaltă de curent alternativ după amenajare.

1238. Încercările se efectuează la presiunea nominală a SF_6 sau amestecului de gaze.

1239. Încercărilor se supun toate celulele după amenajare.

1240. Încercările se efectuează prin utilizarea instalațiilor de încercări cu tensiune de curent alternativ de frecvență industrială sau a instalațiilor de încercări rezonant-serie.

1241. Se admite efectuarea încercărilor cu tensiune de curent alternativ cu o frecvență mai mică de 400 Hz.

1242. Valoarea și ordinea aplicării tensiunii de încercare, etapele și consecutivitatea încercării celulelor se determină de programul tehnic de încercări, elaborat în conformitate cu SM SR EN 50289-1-3 „Cabluri de comunicații. Specificații pentru metodele de încercare. Partea 1-3: Metode de încercări electrice. Rigiditate dielectrică” și SM EN IEC 60480 „Specificație pentru reutilizarea hexafluorurii de sulf (SF_6) și a amestecurilor sale în echipamentul electric”, precum și cerințelor uzinei producătoare a IDPH. Secțiile care, în aceste cazuri, nu se supun încercărilor, separate de partea încercată printr-un întrerupător sau separator, trebuie să fie legate la pământ.

Secțiunea 5
Încercare la etanșeitate

1243. Încercările trebuie efectuate la IDPH umplută până la presiunea nominală cu același gaz și în aceleași condiții care se utilizează în procesul de exploatare.

1244. Încercarea etanșeității se efectuează pentru confirmarea faptului că consumul de gaz pentru scurgeri *F* nu este mai mare decât valoarea stabilită de uzina producătoare a consumului admis al gazului pentru scurgerile F_p.

Tabelul 95. Consum admis de SF_6 pentru scurgeri

Temperatura mediului ambiant, °C	Consum admisibil pentru scurgeri, F_p
+40 şi +50	3 F_p
20±2	F_p
-5 /-10 /-15 /-25 /-30/-40	3 F_p
-50	6 F_p
-60	10 F_p

1245. În cazul controlului prezenței scurgerii, cu sonda detectorului de gaze, se examinează locurile de etanșare ale îmbinărilor detașabile și cusăturilor de sudură și etanșările părților mobile ale separatoarelor, întreruptoarelor și dispozitivelor de legare la pământ și în scurtcircuit.

1246. Controlul se efectuează prin utilizarea detectorului de gaze cu o sensibilitate nu mai mică de 10^2 Pa·cm^3/s.

1247. Rezultatul controlului se consideră satisfăcător dacă detectorul de gaze nu indică prezența unor scurgeri.

1248. Controlul poate fi efectuat prin utilizarea sistemelor staționare de control continuu/traductoarelor sau instalațiilor de termoviziune speciale.

Secțiunea 6
Verificarea conținutului de umiditate în SF_6

1249. Verificării cu privire la conținutul de umiditate se supune SF_6, în cazul lipsei certificatului uzinei producătoare, destinat umplerii sau completării compartimentelor etanșe ale IDPH. Conținutul de umiditate trebuie să fie nu mai mare de 0,0015%, ceea ce corespunde punctului de rouă la temperatura de -40°C la presiunea atmosferică, pentru SF_6 fabricat în corespundere cu metoda stabilită de către personalul de conducere al întreprinderii. În cazul stabilirii de către uzina producătoare a unor cerințe mai aspre privind calitatea SF_6, în comparație cu cerințele indicate în specificațiile tehnice, conținutul de umiditate a SF_6 trebuie să corespundă acestor cerințe.

1250. Conținutul de umiditate a SF_6 din compartimentul etanș al IDPH se supune măsurării înainte de punerea în funcțiune, după efectuarea, în cazuri necesare, a umplerii inițiale sau completării cu SF_6 sau cu amestec de gaze. Conținutul maxim admisibil de umiditate în interiorul compartimentului etanș trebuie să fie astfel încât punctul de rouă să fie nu mai mare de temperatura de -5°C, pentru măsurări la temperatura de +20°C și presiunea nominală a SF_6. Corecția respectivă trebuie realizată pentru măsurarea conținutului de umiditate efectuată la alte temperaturi, dacă altă valoare a conținutului de umiditate nu este prevăzută de uzina producătoare.

1251. În cazul depășirii valorii normate de umiditate în SF_6, ce se află în compartimentul etanș al IDPH, este necesar de efectuat pomparea SF_6, uscarea compartimentului și umplerea cu SF_6. SF_6 pompat din compartiment poate fi recondiționat și utilizat în conformitate cu indicațiile uzinei producătoare și în conformitate cu SM EN IEC 60480 „Specificație pentru reutilizarea hexafluorurii de sulf (SF_6) şi a amestecurilor sale în echipamentul electric”.

Secțiunea 7
Verificarea acționării dispozitivului de contact electric al aparatelor de control al densității SF_6 sau amestecului de gaze

1252. Verificarea acționării dispozitivului de contact electric al aparatelor de control al densității SF_6 sau amestecului de gaze, se efectuează pentru fiecare dintre grupurile de contacte ale

dispozitivului, în cazul reducerii artificiale a presiunii controlate de dispozitiv până la valorile de acționare a semnalizării de avertizare și de avarie.

1253. Valorile mărimilor specificate trebuie determinate în baza indicațiilor manometrului de control și raportate la temperatura de +20°C. Valorile obținute în acest mod trebuie să corespundă valorilor normative indicate în instrucțiunea de exploatare a IDPH.

Secțiunea 8
Verificarea cu manometrul de control a presiunii de umplere cu SF_6 sau cu amestec de gaze a compartimentelor etanșe IDPH

1254. Verificarea presiunii de umplere cu SF_6 sau cu amestec de gaze a compartimentelor etanșe ale IDPH trebuie efectuată cu manometrul de control cu clasă de precizie nu mai mică de 0,6.

1255. Valoarea măsurată a presiunii, raportată la temperatura de +20°C, trebuie să se afle în limitele specificate de uzina producătoare.

Secțiunea 9
Verificarea funcționării blocajului electromagnetic

1256. Blocajul electromagnetic include:

1256.1. blocajul între aparatele de înaltă tensiune în limitele celulei IDPH;

1256.2. blocajul de la dispozitivele de legare la pământ a barelor;

1256.3. blocajul de la comanda manuală cu aparatele de înaltă tensiune.

1257. Circuitele blocajului se asamblează la contactele secundare ale dispozitivelor de înaltă tensiune, în conformitate cu schemele prezentate de uzina producătoare a IDPH.

1258. Verificarea constă în permiterea comenzii cu un aparat separat atunci când sunt îndeplinite condițiile de blocaj sau interzicerii comenzii dacă condițiile nu sunt îndeplinite.

1259. Verificarea se efectuează pentru toate aparatele IDPH.

Secțiunea 10
Controlul și încercările funcționalității mecanice

1260. Controlul se efectuează dacă există posibilitatea din punct de vedere tehnic.

1261. Verificarea caracteristicilor interstițiilor din nodurile mecanismelor de acționare, curselor tijelor elementelor de execuție, gradului de comprimare a arcurilor și cursei tijei mecanismului de acționare, se efectuează în conformitate cu normele indicate în documentația de exploatare a IDPH.

CAPITOLUL XVI
CONDUCTOARE-BARĂ ECRANATE PREFABRICATE CU TENSIUNEA MAI MARE DE 6 kV

Secțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației

1262. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

1263. Măsurarea rezistenței izolației conductoarelor-bară se efectuează pentru fiecare fază, în cazul în care celelalte faze sunt legate la pământ.

1264. În cazul diferenței semnificative (de 2-3 ori) a rezistenței diferitelor faze, se recomandă, după posibilitate, de efectuat inspectarea vizuală a fazei cu rezistența izolației cea mai mică, pentru depistarea cauzei acestei diferențe a rezistențelor izolației și de înlăturat aceste cauze.

Secțiunea 2
Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială

1265. Încercarea se efectuează la echipamente electrice cu tensiunea mai mică de 35 kV.

1266. Valoarea tensiunii de încercare, în cazul înfășurărilor debranșate ale generatoarelor și transformatoarelor de putere, se stabilește în conformitate cu tabelul 86.

1267. Pentru conductoarele-bară cu ecran comun pentru toate trei faze, tensiunea de încercare se aplică pe rând la fiecare fază a conductorului-bară, când celelalte faze sunt conectate la mantaua legată la pământ.

1268. Durata aplicării tensiunii normate de încercare pentru izolație din porțelan trebuie să fie egală cu 1 minut.

1269. Dacă izolația conductorului-bară conține elemente din materiale organice solide, atunci durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 5 minute.

Secțiunea 3
Verificarea calității realizării conexiunilor barelor și ecranelor

1270. Verificarea calității realizării conexiunilor barelor conductoarelor-bară trebuie efectuată în conformitate cu cerințele instrucțiunii uzinei producătoare.

1271. Verificarea calității conexiunilor prin sudură, în cazul amenajării conductoarelor-bară, trebuie efectuată în conformitate cu instrucțiunea cu privire la sudura aluminiului sau, în cazul existenței instalației respective, prin metoda cu raze X sau gamascopică, sau prin metoda recomandată de uzina producătoare.

1272. Cusăturile îmbinărilor de sudură ale barelor și ecranelor trebuie să corespundă următoarelor cerințe:

1272.1. nu se admit fisuri, arsuri, cavități și lipsa sudurii care constituie mai mult de 10% din lungimea cusăturii, cu o adâncime mai mare de 15% din grosimea metalului sudat;

1272.2. valoarea sumară a sudării incomplete, tăieturilor, porilor de gaze, compușilor de oxizi și de wolfram a barelor și ecranelor din aluminiu sudate și aliajele acestuia, pentru fiecare secțiune examinată, trebuie să fie nu mai mare de 15% din grosimea metalului sudat.

1273. Dispozitivele de conexiune cu buloane trebuie să corespundă cerințelor stabilite în SM SR EN 60998-2-1 „Dispozitive de conexiune pentru circuite de joasă tensiune pentru uz casnic şi similar. Partea 2-1: Prescripții particulare pentru dispozitive de conexiune, ca părți separate, cu organe de strângere cu șurub”.

1274. Dispozitivele de conexiune fără buloane trebuie să corespundă cerințelor stabilite în SM SR EN 60998-2-2 „Dispozitive de conexiune pentru circuite de joasă tensiune pentru uz casnic şi similar. Partea 2-2: Prescripții particulare pentru dispozitive de conexiune, ca părți separate, cu organe de strângere fără șurub”.

Secțiunea 4
Verificarea stării garniturilor de izolare

1275. Verificarea se efectuează la conductoarele-bară, ale cărora carcase sunt izolate în raport cu construcțiile metalice de susținere.

1276. Verificarea integrității garniturilor de izolare se efectuează prin măsurări comparative ale căderii de tensiune pe garniturile de izolare ale secției fazei sau prin măsurarea curentului care circulă în construcțiile metalice dintre carcasele secțiilor.

1277. Criteriile lipsei contururilor scurtcircuitate în conductoarele-bară sunt stabilite în tabelul 96.

Tabelul 96. Criteriile lipsei contururilor scurtcircuitate în conductoare-bară

Construcția conductorului-bară	Nodul verificat	Criteriile de evaluare a stării	Notă
Cu ecrane neîntrerupte	Izolația ecranelor sau jgheaburilor conductorului-bară de la carcasa transformatorului de putere și generatorului în cazul:		
	interstițiului neîntrerupt între ecranele conductorului-bară și carcasa generatorului;	Lipsa scurtcircuitului metalic între ecrane și carcasa generatorului.	În cazul inspectării vizuale
	izolației unilaterale de etanșare a ecranelor și jgheaburilor conductorului-bară de la carcasa transformatorului de putere și generatorului;	Integritatea manșoanelor izolatoare, lipsa contactului suprafețelor ecranelor sau jgheaburilor (în locurile de izolație) cu carcasele transformatorului de putere și generatorului.	În cazul inspectării vizuale
	izolației de etanșare bilaterale a ecranelor și jgheaburilor detașabile ale conductorului-bară, conectate la carcasa transformatorului de putere și generatorului.	Rezistența izolației ecranului detașabil sau jgheabului în raport cu carcasa transformatorului de putere și generatorului, în cazul prizoanelor de strângere și conductoarelor de legare la pământ demontate, trebuie să fie nu mai mică de 10 kΩ.	Se măsoară cu megohmmetrul la tensiunea de 500-1000 V
Secționate	Izolația compensatoarelor de cauciuc ale ecranelor conductoarelor-bară de la carcasa transformatorului de putere și generatorului.	Distanța între buloanele inelelor de presiune adiacente ale compensatoarelor de cauciuc, trebuie să fie nu mai mică de 5 mm.	În cazul inspectării vizuale
	Izolația etanșărilor de cauciuc ale ecranelor detașabile și mobile.	Rezistența izolației ecranului în raport cu structurile metalice cu prizoanele demontate, trebuie să fie nu mai mică de 10 kΩ.	Se măsoară cu megohmmetrul la tensiunea de 500-1000 V
Toate tipurile cu garnituri cu două straturi ale suporturilor ecranelor	Garniturile de izolare ale suporturilor ecranelor.	Rezistența izolației garniturilor în raport cu structurile metalice, trebuie să fie nu mai mică de 10 kΩ.	1. Se măsoară cu megohmmetrul la tensiunea de 500-1000 V. 2. Starea manșoanelor izolatoare ale buloanelor de fixare a suporturilor se verifică

			vizual.
Toate tipurile	Tijele între fazele separatoarelor și de legare la pământ.	Tijele trebuie să aibă garnituri izolate sau alte elemente care să excludă formarea conturului scurtcircuitat.	În cazul inspectării vizuale

Secțiunea 5
Inspectarea și verificarea dispozitivului de ventilare artificială a conductorului-bară

1278. Până la efectuarea verificării trebuie realizată inspectarea dispozitivului de ventilare artificială a conductorului-bară.

1279. Verificarea se efectuează în conformitate cu instrucțiunea uzinei producătoare.

Secțiunea 6
Analiza de control a gazului la conținutul de hidrogen în conductorul-bară

1280. În cazul analizei se verifică conținutul de hidrogen în nodurile indicate. În rezervorul de ulei nu trebuie să fie urme de hidrogen.

1281. Conținutul de hidrogen în conductoarele-bară ecranate trebuie să fie nu mai mare de 1%.

CAPITOLUL XVII
CONDUCTOARE-BARĂ CU SF_6 LA TENSIUNEA DE 110-400 kV

Secțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației circuitului primar

1282. Măsurările se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

1283. Rezistența izolației trebuie să fie nu mai mică decât valorile stabilite în tabelul 91.

Secțiunea 2
Măsurările rezistenței circuitului primar

1284. Măsurările trebuie efectuate în conformitate cu schema de măsurare a rezistenței circuitului primar de curent, prezentată de uzina producătoare în documentația de exploatare a conductoarelor-bară cu SF_6.

1285. Rezistența măsurată trebuie să fie nu mai mare decât valorile maxime admisibile în cazul măsurărilor de punere în funcțiune.

Secțiunea 3
Încercările rigidității dielectrice a izolației la tensiune de frecvență industrială

1286. Izolația circuitelor primare ale conductoarelor-bară cu SF_6 trebuie supusă încercărilor cu tensiune înaltă de curent alternativ, efectuate după lucrările de amenajare care implică izolația circuitelor primare.

1287. Încercările se efectuează la presiunea nominală a SF_6 sau amestecului de gaze.

1288. Încercărilor sunt supuse toate celulele după amenajare.

1289. Încercările se efectuează cu ajutorul instalațiilor de încercare cu tensiune de curent alternativ de frecvență industrială sau de tip rezonant-serie.

1290. Se admite efectuarea încercărilor cu tensiune de curent alternativ cu frecvență mai mică de 400 Hz.

1291. Valoarea și ordinea aplicării tensiunii de încercare, etapele și consecutivitatea încercării celulelor se determină de programul tehnic de încercări, elaborat în conformitate cu SM SR EN 50289-1-3 „Cabluri de comunicații. Specificații pentru metodele de încercare. Partea 1-3: Metode de încercări electrice. Rigiditate dielectrică”, precum și de cerințele uzinei producătoare a conductoarelor-bară cu SF_6. Secțiile, care în aceste cazuri, nu sunt supuse încercărilor, separate de partea supusă încercării printr-un întrerupător sau separator, trebuie să fie legate la pământ.

Secțiunea 4
Controlul etanșării mantalelor

1292. Încercările trebuie efectuate la conductoarele-bară cu SF_6, umplute până la presiunea nominală cu același gaz și în aceleași condiții care se utilizează în procesul exploatării.

1293. Controlul se efectuează cu utilizarea detectorului de gaze cu o sensibilitate nu mai mică de 10^2 Pa·cm^3/s.

1294. Cu sonda detectorului de gaze se examinează locurile etanșărilor conexiunilor cap la cap și cusăturilor de sudură ale mantalelor.

1295. Rezultatul controlului se consideră satisfăcător dacă detectorul de gaze nu indică prezența unor scurgeri.

1296. Controlul poate fi efectuat cu utilizarea sistemelor staționare de control continuu/senzorilor sau instalațiilor de termoviziune speciale.

Secțiunea 5
Verificarea conținutului de umiditate în SF_6

1297. Verificării cu privire la conținutul de umiditate se supune SF_6, în cazul lipsei certificatului uzinei producătoare, destinat umplerii sau completării compartimentelor etanșe ale conductorului-bară. Conținutul de umiditate trebuie să fie nu mai mare de 0,0015%, ceea ce corespunde punctului de rouă la temperatura de -40°C la presiunea atmosferică, pentru SF_6 fabricat în corespundere cu metoda stabilită de către personalul de conducere al întreprinderii. În cazul stabilirii de către uzina producătoare a unor cerințe mai aspre privind calitatea SF_6, în comparație cu cerințele indicate în specificațiile tehnice, conținutul de umiditate a SF_6 trebuie să corespundă acestor cerințe.

1298. Conținutul de umiditate a SF_6 din compartimentul etanș al conductorului-bară se supune măsurării înainte de punerea în funcțiune, după efectuarea, în cazuri necesare, a umplerii inițiale sau completării cu SF_6 sau cu amestec de gaze. Conținutul maxim admisibil de umiditate în interiorul compartimentului etanș trebuie să fie astfel încât punctul de rouă să fie nu mai mare de temperatura de -5°C, pentru măsurări la temperatura de +20°C și presiunea nominală a SF_6. Corecția respectivă trebuie realizată pentru măsurarea conținutului de umiditate efectuată la alte temperaturi, dacă altă valoare a conținutului de umiditate nu este prevăzută de uzina producătoare.

1299. În cazul depășirii valorii normate de umiditate în SF_6, ce se află în compartimentul etanș al conductorului-bară, este necesar de efectuat pomparea SF_6, uscarea compartimentului și umplerea cu SF_6. SF_6 pompat din compartiment poate fi recondiționat și utilizat în conformitate cu indicațiile uzinei producătoare și în conformitate cu SM EN IEC 60480 „Specificație pentru reutilizarea hexafluorurii de sulf (SF_6) și a amestecurilor sale în echipamentul electric”.

Secțiunea 6
Verificarea cu manometre de control a presiunii de umplere cu SF_6 sau cu amestec de gaze a compartimentelor etanșe ale conductorului-bară cu SF_6

1300. Verificarea presiunii de umplere cu SF_6 sau cu amestec de gaze a compartimentelor etanșe ale conductorului-bară trebuie efectuată cu manometrul de control cu clasă de precizie nu mai mică de 0,6.

1301. Valoarea măsurată a presiunii, raportată la temperatura de +20°C, trebuie să se afle în limitele specificate de uzina producătoare.

CAPITOLUL XVIII
CONDUCTOARE-BARĂ CU IZOLAȚIE DIN RĂȘINĂ TURNATĂ (SOLIDĂ) LA TENSIUNEA DE 6-35 kV

Secțiunea 1
Încercările conductoarelor-bară cu izolația din rășină turnată (solidă)

1302. Încercările trebuie efectuate în conformitate cu Secțiunile 1-3 din Capitolul XVI.

1303. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la încercările conductoarelor-bară cu izolație din rășină turnată (solidă) la tensiunea de 6-35 kV, încercările se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

CAPITOLUL XIX
BARE COLECTOARE, BARE DE CONEXIUNE ȘI BARE RIGIDE

Secțiunea 1
Cerințe generale

1304. Barele se încearcă în următorul volum:

1304.1. cu tensiunea mai mică de 1000 V − în conformitate cu Secțiunile 2, 4-6 din prezentul Capitol;

1304.2. cu tensiunea peste 1000 V − în conformitate cu Secțiunile 3-7 din prezentul Capitol.

1305. Dispozitivele de conexiune cu buloane trebuie să corespundă cerințelor stabilite în SM SR EN 60998-2-1 „Dispozitive de conexiune pentru circuite de joasă tensiune pentru uz casnic şi similar. Partea 2-1: Prescripții particulare pentru dispozitive de conexiune, ca părți separate, cu organe de strângere cu șurub”.

1306. Dispozitivele de conexiune fără buloane trebuie să corespundă cerințelor stabilite în SM SR EN 60998-2-2 „Dispozitive de conexiune pentru circuite de joasă tensiune pentru uz casnic şi similar. Partea 2-2: Prescripții particulare pentru dispozitive de conexiune, ca părți separate, cu organe de strângere fără șurub”.

Secțiunea 2
Măsurarea rezistenței izolației a izolatoarelor din porțelan de suspensie și de suport

1307. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V, numai în cazul temperaturii pozitive a aerului înconjurător.

1308. Rezistența izolației se măsoară nemijlocit înainte de instalarea izolatoarelor.

1309. Rezistența fiecărui izolator sau fiecărui element al izolatorului cu mai multe elemente trebuie să fie nu mai mică de 300 MΩ.

Secțiunea 3
Încercarea izolației cu tensiune mărită de frecvență industrială

1310. Încercarea se efectuează la echipamente cu tensiunea mai mică de 35 kV.

1311. Valoarea tensiunii de încercare se selectează în conformitate cu tabelul 86.

1312. Izolatoarele cu mai multe elemente sau de suspensie nou amenajate trebuie încercate cu tensiune mărită de 50 kV cu frecvență de 50 Hz, aplicată fiecărui element al izolatorului.

1313. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

Secțiunea 4
Verificarea calității realizării legăturilor de contact prin bulon

1314. Selectiv se efectuează verificarea calității strângerii contactelor și deschiderea a 2-3% din legături.

1315. Măsurarea rezistenței legăturilor de contact trebuie efectuată selectiv la 2-3% dintre conexiuni.

1316. Măsurarea rezistenței de trecere a legăturilor de contact pentru un curent peste 1000 A, de regulă, trebuie efectuate în volum complet.

1317. Căderea de tensiune sau rezistența unui tronson de bară (0,7-0,8 m), în locul legăturii de contact, nu trebuie să depășească căderea de tensiune sau rezistența tronsonului de bară de aceeași lungime de 1,2 ori.

Secțiunea 5
Verificarea calității realizării legăturilor de contact presate

1318. Legăturile de contact presate se rebutează dacă:

1318.1. dimensiunile geometrice, lungimea și diametrul părții presate nu corespund cerințelor instrucțiunilor de amenajare ale clemelor de conexiune de acest tip;

1318.2. pe suprafața conectorului sau clemei sunt prezente fisuri, urme de coroziune și deteriorări mecanice;

1318.3. curbura conectorului presat este mai mare de 3% din lungimea acestuia;

1318.4. miezul de oțel al conectorului presat este deplasat în raport cu poziția simetrică mai mult de 15% din lungimea tronsonului presat al conductorului.

1319. Este necesar de efectuat selectiv măsurarea rezistenței a 3-5% dintre legăturile de contact presate. Căderea de tensiune sau rezistența pe tronsonul de conexiune trebuie să fie nu mai mare de 1,2 ori decât căderea de tensiune sau rezistența pe tronsonul conductorului de aceeași lungime.

Secțiunea 6
Controlul legăturilor de contact sudate

1320. Legăturile de contact sudate se rebutează dacă nemijlocit după efectuarea sudării sunt depistate:

1320.1. arsuri ale firelor stratului exterior sau defecte ale sudurii, în cazul îndoirii conductoarelor legate;

1320.2. cavități de contracție în locul sudării cu o adâncime mai mare de 1/3 din diametrul conductorului.

Secțiunea 7
Încercarea izolatoarelor de trecere

1321. Încercarea izolatoarelor de trecere se efectuează în conformitate cu Capitolul XXV.

1322. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la încercarea izolatoarelor de trecere, încercarea trebuie efectuată în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

CAPITOLUL XX
BOBINE DE REACTANȚĂ USCATE LIMITATOARE DE CURENT

Secțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor în raport cu buloanele de fixare

1323. Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor în raport cu buloanele de fixare se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 1000-2500 V.

1324. Rezistența izolației trebuie să fie nu mai mică de 0,5 MΩ.

Secțiunea 2
Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială a izolației de suport a bobinei de reactanță

1325. Încercarea izolației de suport a bobinelor de reactanță uscate se efectuează la echipamentele cu tensiunea mai mică de 35 kV.

1326. Tensiunea de încercare a izolației de suport a bobinei de reactanță complet asamblate se stabilește în conformitate cu tabelul 86.

1327. Durata aplicării tensiunii normate de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

1328. Încercarea izolației de suport a bobinelor de reactanță uscate, cu tensiune mărită de frecvență industrială, poate fi efectuată în comun cu izolatoarele barelor celulei.

CAPITOLUL XXI
FILTRE ELECTRICE

Secțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor transformatorului al agregatului de alimentare

1329. Măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor transformatorului al agregatului de alimentare al filtrelor electrice se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 1000-2500 V.

1330. Rezistența izolației înfășurărilor cu tensiunea de 400/230 V, împreună cu circuitele conectate la acestea, trebuie să fie nu mai mică de 1 MΩ.

1331. Rezistența izolației înfășurărilor de înaltă tensiune trebuie să fie nu mai mică de 50 MΩ la temperatura de +25℃ sau nu mai mică de 70% din valoarea indicată în pașaportul agregatului.

Secțiunea 2
Încercarea izolației circuitelor cu tensiunea de 400/230 V ale agregatului de alimentare

1332. Încercarea izolației circuitelor cu tensiunea de 400/230 V ale agregatului de alimentare a filtrelor electrice se efectuează la tensiunea de 2000 V de frecvență industrială timp de 1 minut.

1333. Elementele care funcționează la tensiunea mai mică de 60 V, trebuie să fie deconectate.

Secțiunea 3
Măsurarea rezistenței izolației cablului de înaltă tensiune

1334. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

1335. Rezistența izolației trebuie să fie nu mai mică de 10 MΩ.

Secțiunea 4
Încercarea izolației cablului de înaltă tensiune

1336. Încercarea se efectuează cu tensiunea de 75 kV de curent continuu timp de 30 minute.

1337. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la încercarea izolației cablului de înaltă tensiune, încercarea trebuie efectuată în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 5
Încercarea uleiului de transformator

1338. Valorile limită admisibile ale tensiunii de străpungere a uleiului sunt:

1338.1. înainte de umplere − nu mai mică de 40 kV;

1338.2. după umplere − nu mai mică de 35 kV.

1339. În ulei nu trebuie să se conțină urme de apă.

Secțiunea 6
Verificarea stării de bună funcționare a legăturii la pământ a elementelor echipamentului

1340. Se efectuează verificarea fiabilității fixării barelor de legare la pământ cu prizele de pământ și cu următoarele elemente ale echipamentului:

1340.1. electrozii de sedimentare;

1340.2. polul pozitiv al agregatului de alimentare;

1340.3. carcasa filtrului electric;

1340.4. carcasele transformatoarelor şi motoarelor electrice;

1340.5. baza comutatoarelor;

1340.6. carcasele panourilor şi tablourilor de comandă;

1340.7. învelișurile metalice ale cablurilor de înaltă tensiune;

1340.8. trapele de urcare;

1340.9. ușile cutiilor de izolatoare;

1340.10. cutiile manșoanelor de cablu;

1340.11. flanșele izolatoarelor;

1340.12. alte construcții metalice, conform proiectului.

Secțiunea 7
Verificarea rezistenței instalațiilor de legare la pământ

1341. Rezistența prizei de pământ trebuie să fie nu mai mare de 4 Ω.

1342. Rezistența conductoarelor de legare la pământ, între conturul de legare la pământ şi piesa echipamentului care trebuie să fie legată la pământ, trebuie să fie nu mai mare de 0,05 Ω.

Secțiunea 8
Ridicarea caracteristicilor volt-amperice

1343. La filtrele electrice trebuie ridicate caracteristicile volt-amperice.

1344. Caracteristicile volt-amperice ale filtrului electric se ridică la aer și la gazele de ardere în conformitate cu tabelul 97.

Tabelul 97. Indicații cu privire la ridicarea caracteristicilor filtrelor electrice

Obiectul încercat	Ordinea ridicării caracteristicilor volt-amperice	Cerințele față de rezultatele încercărilor
1. Fiecare	Caracteristica volt-amperică se ridică la mărirea lentă	Tensiunea de străpungere pe

câmp-aer	a tensiunii până la valoarea maximă cu intervale de modificare a sarcinii de curent de 5-10% de la valoarea nominală până la valoarea de pre-străpungere cu o viteză nu mai mare de 1 kV/s. Caracteristica se ridică cu toate mecanismele de scuturare ale electrozilor și exhaustoarele de fum conectate în lucru neîntrerupt.	electrozi trebuie să fie nu mai mică de 40 kV la curentul nominal al coroanei timp de 15 minute.
2. Toate câmpurile filtrului electric-aer	Idem	Caracteristicile ridicate la începutul și la sfârșitul încercării de 24 ore nu trebuie să difere una de alta mai mult de 10%.
3. Toate câmpurile filtrului electric-gaze de ardere	Caracteristica volt-ampercă se ridică la mărirea lentă a tensiunii până la nivelul de pre-străpungere (ramura ascendentă) cu intervale de modificare a sarcinii de curent de 5-10% de la valoarea nominală (dar nu mai mare de 1 kV/s) și cu o micșorare lentă a tensiunii (ramura descendentă) cu aceleași intervale a sarcinii de curent. Caracteristica se ridică la sarcină nominală de abur a cazanului și cu mecanismele de scuturare a electrozilor conectate în lucru neîntrerupt.	Caracteristicile ridicate la începutul și la sfârșitul încercării de 72 de ore nu trebuie să difere una de alta mai mult de 10%.

CAPITOLUL XXII
CONDENSATOARE

Secțiunea 1
Cerințe generale

1345. Condensatoarele pentru majorarea factorului de putere cu tensiunea mai mică de 1000 V se încearcă în conformitate cu Secțiunile 2-6, 8 din prezentul Capitol. Condensatoarele pentru majorarea factorului de putere cu tensiunea peste 1000 V se încearcă în conformitate cu Secțiunile 2-6, 8 din prezentul Capitol. Condensatoarele de legătură, condensatoarele de preluare a puterii și condensatoarele divizoare de tensiune se încearcă în conformitate cu Secțiunile 2-7 din prezentul Capitol. Condensatoarele pentru protecția împotriva supratensiunilor și condensatoarele de compensare longitudinală se încearcă în conformitate cu Secțiunile 2-6, 8 din prezentul Capitol.

1346. Încercările și măsurările condensatoarelor, cu excepția cazurilor pentru care sunt indicate alte cerințe, trebuie efectuate în următoarele condiții climaterice normale:

1346.1. temperatura mediului ambiant nu mai mică de +25°C±10°C;

1346.2. presiunea atmosferică de 84-106,7 kPa;

1346.3. umiditatea relativă a aerului mai mică de 80%.

Secțiunea 2
Măsurarea rezistenței izolației

1347. Măsurarea se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V. Rezistența izolației se măsoară între bornele de ieșire și în raport cu carcasa condensatorului.

1348. Rezistența izolației trebuie să fie nu mai mică de valorile stabilite în documentația uzinei producătoare.

Secțiunea 3
Verificarea stării condensatorului

1349. Se efectuează prin control vizual.

1350. În cazul depistării scurgerilor prin picurare sau altă formă al dielectricului lichid, condensatorul se rebutează indiferent de rezultatele altor încercări.

Secțiunea 4
Măsurarea rezistenței rezistorului de descărcare al condensatorului

1351. Rezistența rezistorului de descărcare trebuie să fie nu mai mare de 100 MΩ.

1352. Măsurarea rezistenței izolației trebuie efectuată la temperatura mediului ambiant nu mai mică de +5℃.

Secțiunea 5
Încercarea cu tensiune mărită

1353. Izolația se încearcă în raport cu carcasa, cu bornele condensatorului scurtcircuitate.

1354. Valoarea tensiunii de încercare și durata aplicării se stabilesc în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

1355. Tensiunile de încercare de frecvență industrială pentru diferite condensatoare sunt stabilite în tabelul 98.

Tabelul 98. Tensiunile de încercare pentru diferite condensatoare

Condensatoare pentru mărirea factorului de putere cu tensiunea nominală, kV	Tensiunea de încercare, kV
0,22	2,1
0,38	2,1
0,5	2,1
1,05	4,3
3,15	15,8
6,3	22,3
10,5	30,0
Condensatoare pentru protecția împotriva supratensiunilor de tipul:	
„CMM-20/3-0,107”	22,5
„KM2-10,5-24”	22,5-25,0

1356. Încercările cu tensiune de frecvență industrială pot fi înlocuite cu încercarea cu durata de 1 minut la tensiune redresată dublă în raport cu tensiunile de încercare indicate.

Secțiunea 6
Măsurarea capacității condensatorului

1357. Măsurarea capacității condensatorului este obligatorie după încercarea acestuia cu tensiune mărită și trebuie efectuată pentru toate condensatoarele.

1358. Capacitatea măsurată a condensatorului trebuie să corespundă datelor de pașaport cu luarea în calcul a erorilor de măsurare stabilite în tabelul 99.

Tabelul 99. Modificarea admisibilă a capacității condensatorului

Denumirea	Modificarea admisibilă a capacității măsurate a condensatorului în raport cu

	valoarea din pașaport, %
Condensatoare de legătură, condensatoare de preluare a puterii, condensatoare de divizare	±5
Condensatoare pentru majorarea factorului de putere și condensatoare utilizate pentru protecția împotriva supratensiunii	±5
Condensatoare de compensare longitudinală	+5 -10

Secțiunea 7
Măsurarea tgδ

1359. Măsurarea se efectuează la condensatoarele de legătură, condensatoarele de preluare a puterii și condensatoarele divizoare de tensiune.

1360. Valoarea măsurată a tgδ trebuie să fie nu mai mare de 0,3%, la temperatura de 20°C.

Secțiunea 8
Încercarea bateriilor condensatoarelor prin conectare triplă

1361. Încercarea se efectuează prin conectare triplă a bateriei de condensatoare la tensiunea nominală cu controlul valorilor curenților în faze.

1362. Curenții în faze diferite nu trebuie să difere mai mult de 5%.

CAPITOLUL XXIII
DESCĂRCĂTOARE CU REZISTENȚĂ VARIABILĂ ŞI LIMITATOARE DE SUPRATENSIUNE

Secțiunea 1
Măsurarea rezistenței descărcătoarelor și limitatoarelor de supratensiune

1363. Măsurarea se efectuează:

1363.1. la descărcătoarele și limitatoarele de supratensiune cu tensiunea nominală mai mică de 3 kV − cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V;

1363.2. la descărcătoarele și limitatoarele de supratensiune cu tensiunea nominală peste 3 kV − cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

1364. Rezistența descărcătoarelor de tipul „РВН”, „РВП”, „РВО” și „GZ” trebuie să fie nu mai mică de 1000 MΩ.

1365. Rezistența elementelor descărcătoarelor de tipul „РВС” trebuie să corespundă cerințelor uzinei producătoare.

1366. Rezistența elementelor descărcătoarelor de tipul „РВМ”, „РВРД”, „РВМГ” și „РВМК” trebuie să corespundă valorilor stabilite în tabelul 100.

Tabelul 100. Valoarea rezistențelor descărcătoarelor cu rezistență variabilă

Tipul descărcătorului sau al elementului	Rezistența, MΩ	
	nu mai mică de	nu mai mare de
„РВМ-3”	15	40
„РВМ-6”	100	250
„РВМ-10”	170	450
„РВМ-15”	600	2000
„РВМ-20”	1000	10000
„РВМ-35” (cu două elemente)	600	2000
„РВРД-3”	95	200
„РВРД-6”	210	940

„РВРД-10”	770	5000
Elementul descărcătorului de tipul „РВМГ”		
110М	400	2500
150М	400	2500
220М	400	2500
330М	400	2500
400	400	2500
Elementul principal al descărcătorului „РВМК-330”	150	500
Elementul cu rezistență variabilă al descărcătorului „РВМК-330”	0,010	0,035
Elementul eclator al descărcătorului „РВМК-330”	600	1000

1367. Rezistența imitatorului capacității de transfer se măsoară cu megohmmetrul la tensiunea de 1000 V. Valoarea rezistenței măsurate nu trebuie să difere mai mult de 50% de rezultatele măsurărilor uzinei producătoare.

1368. Rezistența izolației bazelor izolate ale descărcătoarelor cu registratoare de declanșare se măsoară cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V. Valoarea rezistenței măsurate a izolației trebuie să fie nu mai mică de 1 MΩ.

1369. Pentru limitatoare de supratensiune de 0,4-0,69 kV rezistența normată este cuprinsă între 0,8 și 30 MΩ.

1370. Rezistența limitatoarelor de supratensiune cu tensiunea nominală mai mică de 3 kV trebuie să fie nu mai mică de 1000 MΩ, dacă nu este stabilită o altă valoare de către uzina producătoare.

1371. Rezistența limitatoarelor de supratensiune cu tensiunea nominală de 3-35 kV trebuie să corespundă instrucțiunilor uzinei producătoare.

1372. Rezistența limitatoarelor de supratensiune cu tensiunea nominală mai mare de 110 kV trebuie să fie nu mai mică de 3000 MΩ și să nu difere mai mult de ±30% în raport cu valorile din pașaport.

Secțiunea 2
Măsurarea curentului de conducție a descărcătoarelor cu rezistență variabilă în cazul tensiunii redresate

1373. Măsurarea se efectuează la descărcătoarele cu rezistențe de șuntare.

1374. În cazul lipsei indicațiilor uzinei producătoare, curenții de conducție trebuie să corespundă valorilor stabilite în tabelul 101.

Tabelul 101. Curenții de conducție admisibili ai descărcătoarelor cu rezistență variabilă în cazul tensiunii redresate

Tipul descărcătorului sau elementului	Tensiunea redresată de încercare, kV	Curentul de conducție la temperatura descărcătorului[1)] de 20°C, μA	
		nu mai mic de	nu mai mare de
„РВП”, „РВО-10”	10	-	10
„РВС-15”	16	450	620
„РВС-15”[2)]	16	200	340
„РВС-20”	20	450	620
„РВС-20”[2)]	20	200	340
„РВС-33”	32	450	620
„РВС-35”	32	450	620
„РВС-35”[2)]	32	200	340
„РВМ-3”	4	380	450
„РВМ-6”	6	120	220

„PBM-10”	10	200	280
„PBM-15”	18	500	700
„PBM-20”	28	500	700
„PBЭ-25M”	28	400	650
„PBMЭ-25”	32	450	600
„PBPД-3”	3	30	85
„PBPД-6”	6	30	85
„PBPД-10”	10	30	85
Elementul descărcătorului „PBMГ-110M”, „PBMГ-150M”, „PBMГ-220M”, „PBMГ-330M”, „PBMГ-400”	30	1000	1350
Elementul principal al descărcătorului „PBMK-330”	18	1000	1350
Elementul eclator al descărcătorului „PBMK-330”	28	900	1300
[1)]Pentru raportarea curenților de conducție ale descărcătoarelor la temperatura de +20°C trebuie efectuată o corecție egală cu 3% pentru fiecare 10°C de abatere, în cazul temperaturii mai mari de +20°C corecția este negativă. [2)]Descărcătoare pentru rețelele sau circuitele electrice cu neutrul sursei de alimentare izolat cu compensarea curentului capacitativ de punere la pământ.			

Secțiunea 3
Măsurarea curentului de conducție al limitatoarelor de supratensiune

1375. În cazul limitatoarelor de supratensiune cu tensiunea nominală de 6-10 kV, la aplicarea celei mai mari tensiuni de lucru, curentul de conducție trebuie să fie nu mai mare de 1 mA.

1376. Măsurarea curentului de conducție al limitatoarelor de supratensiune se efectuează:

1376.1. pentru limitatoarele cu clasa de tensiune de 3-110 kV la aplicarea valorii maxime admisibile a tensiunii de fază, pe durata cea mai lungă;

1376.2. pentru limitatoarele cu clasa de tensiune de 150, 220, 330 și 400 kV la tensiunea de 100 kV cu frecvență de 50 Hz. Pentru limitatoarele de supratensiune cu tensiunea de 220 kV se admite măsurarea curentului de conducție la tensiunea de 75 kV cu frecvența de 50 Hz.

1377. Valorile admisibile ale curenților de conducție ale limitatoarelor de supratensiune trebuie să corespundă instrucțiunii uzinei producătoare.

Secțiunea 4
Verificarea elementelor ce fac parte din completul dispozitivului pentru măsurarea curentului de conducție al limitatorului de supratensiune aflate sub tensiunea de lucru

1378. Verificarea rigidității dielectrice a bornei izolate se efectuează pentru limitatoare de supratensiuni de tipul „OПH-330” înainte de punere în funcțiune.

1379. Verificarea se efectuează prin ridicarea lină a tensiunii de frecvența industrială până la valoarea de 10 kV fără temporizare.

1380. Verificarea rigidității dielectrice a izolatorului de tipul „OФP-10-750” se efectuează cu tensiunea de 24 kV de frecvența industrială timp de 1 minut.

1381. Măsurarea curentului de conducție al rezistorului de protecție se efectuează la tensiunea de 0,75 kV de frecvența industrială. Valoarea curentului trebuie să se afle în limitele de 1,8-4 mA.

CAPITOLUL XXIV
SIGURANȚE FUZIBILE, SEPARATOARE CU SIGURANȚE FUZIBILE CU TENSIUNEA PESTE 1000 V

Secțiunea 1
Încercarea izolației de suport cu tensiune mărită de frecvență industrială

1382. Încercarea se efectuează la echipamente cu tensiunea mai mică de 35 kV.
1383. Valoarea tensiunii de încercare se stabilește în conformitate cu tabelul 86.
1384. Durata aplicării tensiunii normate de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

Secțiunea 2
Verificarea integrității elementului fuzibil

1385. Verificarea integrității elementului fuzibil se realizează cu ohmmetrul.
1386. Prezența marcajului pe bușon și corespunderea curentului datelor din proiect se verifică vizual.

Secțiunea 3
Măsurarea rezistenței în curent continuu a părții active a bușonului separatorului cu siguranțe fuzibile

1387. Valoarea măsurată a rezistenței trebuie să corespundă valorii indicate de uzina producătoare.
1388. Măsurările rezistențelor se efectuează la temperatura stabilită, apropiată de temperatura mediului ambiant. Rezistența măsurată se raportează la temperatura respectivă pentru compararea acesteia cu datele uzinei producătoare sau cu datele măsurărilor precedente.

Secțiunea 4
Măsurarea forței de acționare în contactele detașabile ale separatorului cu siguranțe fuzibile

1389. Valoarea măsurată a forței de acționare trebuie să corespundă valorilor indicate de uzina producătoare.
1390. Valorile măsurate ale presiunii de contact în contactele detașabile trebuie înregistrate și arhivate.

Secțiunea 5
Verificarea stării părții de stingere a arcului electric a bușonului separatorului cu siguranțe fuzibile

1391. Se măsoară diametrul interior al părții de stingere a arcului electric a bușonului separatorului cu siguranțe fuzibile.
1392. Valoarea măsurată a diametrului interior al părții de stingere a arcului electric a bușonului trebuie să corespundă datelor uzinei producătoare.

Secțiunea 6
Verificarea funcționării separatorului cu siguranțe fuzibile

1393. Se efectuează 5 cicluri de operațiuni de conectare și deconectare a separatorului cu siguranțe fuzibile.
1394. Fiecare operațiune trebuie să fie efectuată cu succes dintr-o singură încercare.

CAPITOLUL XXV
RACORDURI ȘI IZOLATOARE DE TRECERE

Secțiunea 1
Cerințe generale

1395. Încercarea racordurilor de 35-400 kV cu izolație RIP, RBP și RIN se efectuează în conformitate cu pașaportului uzinei producătoare.

1396. Parametrii normați se stabilesc în conformitate cu pașapoartele și instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 2
Măsurarea rezistenței izolației

1397. Măsurarea rezistenței izolației condensatorului de măsurare „ПИН” (C_2) se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V, iar ale ultimelor straturi de izolație (C_3) cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V, dacă nu sunt prevăzute alte indicații de către uzina producătoare.

1398. Valorile rezistenței izolației, la punerea în funcțiune, trebuie să fie nu mai mică de 1000 MΩ.

1399. Pentru racordurile cu izolație solidă, măsurările rezistenței izolației se efectuează în conformitate cu recomandările instrucțiunii uzinei producătoare.

1400. Măsurarea rezistenței izolației racordurilor transformatoarelor de putere trebuie efectuată în conformitate cu Subsecțiunea 1 a Secțiunii 6 din Capitolul V.

Secțiunea 3
Măsurarea tgδ și capacității izolației

1401. Se efectuează măsurarea tgδ și a capacității:

1401.1. izolației de bază a racordurilor, la tensiunea de 10 kV;

1401.2. izolației condensatorului de măsurare „ПИН” (C_2) și/sau a ultimelor straturi de izolație (C_3) la o tensiune de 5 kV (3 kV pentru racorduri fabricate în conformitate cu SM SR EN 61071 „Condensatoare pentru electronica de putere”), dacă uzina producătoare nu interzice măsurarea C_3;

1401.3. măsurarea C_3 și $tg\delta_3$ pentru izolația RIP nu se efectuează pentru a evita deteriorarea racordului.

1402. Valorile limită ale tgδ pentru racorduri sunt stabilite în tabelul 102.

Tabelul 102. Valorile limită ale tgδ pentru racorduri

Tipul și zona izolației racordului	Valorile limită tgδ, %, pentru racorduri cu tensiunea nominală, kV			
	35	110-150	220	330-400
Izolație din hârtie impregnată cu ulei al racordului:				
- izolația de bază (C_1) și izolația condensatorului „ПИН” (C_2);	-	0,7	0,6	0,6
- ultimele straturi ale izolației (C_3).	-	1,2	1,0	0,8
Izolație solidă a racordului umplut cu ulei[1)]: - izolație de bază (C_1).	1,0	1,0	-	-
Izolația din hârtie-bachelită a racordului cu umplutură de mastică: - izolație de bază (C_1).	3,0	-	-	-

RIP − izolația racordurilor[1)]: - izolație de bază (C_1).	1	0,7
[1)]Conform documentației uzinei producătoare.		

1403. Creșterea maxim admisibilă a capacității izolației de bază trebuie să constituie 5% din valoarea măsurată la uzina producătoare.

1404. Se normează valorile tgδ, raportate la temperatura de +20°C.

1405. Raportarea se efectuează în conformitate cu instrucțiunea de exploatare a racordului.

Secțiunea 4
Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială

1406. Încercarea este obligatorie pentru racorduri și izolatoare de trecere cu tensiunea mai mică de 35 kV.

1407. Tensiunea de încercare pentru izolatoarele de trecere și racorduri, care se încearcă separat sau după instalare în ID, se stabilește în conformitate cu tabelul 86.

1408. Încercarea racordurilor instalate la transformatoarele de putere se efectuează în comun cu încercarea înfășurărilor acestor transformatoare. Valoarea tensiunii de încercare se stabilește în conformitate cu tabelul 86.

1409. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

Secțiunea 5
Încercarea cu presiune relativă

1410. Încercarea se efectuează la racorduri neermetice umplute cu ulei cu tensiunea mai mare de 110 kV prin crearea în acestea a presiunii relative a uleiului de 0,1 MPa.

1411. Durata încercării trebuie să fie egală cu 30 minute.

1412. În cazul încercării nu trebuie să fie prezente semne de scurgeri ale uleiului.

1413. Micșorarea admisibilă a presiunii în timpul încercării trebuie să fie nu mai mare de 5 kPa.

Secțiunea 6
Încercarea uleiului din racorduri

1414. Se efectuează încercarea uleiului turnat în conformitate cu pct. 1-6 din tabelul 104.

1415. Nu se efectuează încercarea uleiului la racorduri ermetice.

CAPITOLUL XXVI
IZOLATOARE DE SUSPENSIE ȘI DE SUPORT

Secțiunea 1
Cerințe generale

1416. Condițiile climatice la efectuarea încercărilor trebuie să fie următoarele:

1416.1. temperatura aerului: între +10°C și +40°C;

1416.2. umiditatea relativă a aerului: între 45% și 80%;

1416.3. presiunea atmosferică: între 84 kPa și 106 kPa.

1417. Încercarea izolatoarelor de suport cu tijă cu tensiune mărită de frecvență industrială nu este obligatorie.

1418. Încercările electrice ale izolatoarelor de suspensie din sticlă nu se efectuează. Controlul stării acestora se efectuează prin inspectare vizuală exterioară.

Secțiunea 2
Măsurarea rezistenței izolației izolatoarelor de suspensie și izolatoarelor cu mai multe elemente

1419. Măsurarea rezistenței izolației izolatoarelor de suspensie și izolatoarelor cu mai multe elemente se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

1420. Verificarea izolatoarelor trebuie efectuată nemijlocit înainte de instalare în ID și la LEA.

1421. Rezistența izolației fiecărui izolator de suspensie din porțelan sau al fiecărui element al izolatorului cu tijă trebuie să fie nu mai mică de 300 MΩ.

Secțiunea 3
Încercarea cu tensiune mărită de frecvență industrială

Subsecțiunea 1
Încercarea izolatoarelor de suport cu un singur element

1422. Pentru izolatoare instalate în încăperi și în exteriorul acestora valoarea tensiunii de încercare este stabilită în tabelul 103.

1423. Durata aplicării tensiunii normate de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

Tabelul 103. Tensiunea de încercare a izolatoarelor suport cu un singur element

Izolatoarele supuse încercării	Tensiunea de încercare, kV, pentru tensiunea nominală a instalației electrice, kV					
	3	6	10	15	20	35
Izolatoarele încercate separat	25	32	42	57	68	100
Izolatoarele instalate în circuitele barelor și aparatelor	24	32	42	55	65	95

Subsecțiunea 2
Încercarea izolatoarelor de suport cu mai multe elemente și izolatoarelor de suspensie

1424. Izolatoarele de suport cu tijă și de suspensie nou instalate trebuie încercate cu tensiunea de 50 kV, aplicată la fiecare element al izolatorului.

1425. Se admite de a nu efectua încercarea izolatoarelor de suspensie.

1426. Durata aplicării tensiunii normate de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

CAPITOLUL XXVII
ULEI DE TRANSFORMATOR

Secțiunea 1
Analiza uleiului înainte de turnare în echipament

1427. Fiecare lot de ulei de transformator proaspăt, livrat de uzina producătoare, trebuie să fie însoțit de documentație tehnică ce include pașaport de securitate și de calitate, iar înainte de turnare în echipamentul electric trebuie supus încercărilor în conformitate cu indicii stabiliți în tabelul 104.

1428. Valorile primite ale indicilor în cadrul încercărilor trebuie să fie nu mai mari decât cele stabilite în tabelul 104.

Secțiunea 2
Analiza uleiului înainte de conectarea echipamentului

1429. Uleiul preluat din echipament înainte de conectarea acestuia sub tensiune după amenajare, se supune analizei în volum redus, în conformitate cu Capitolele corespunzătoare ale prezentului Titlu.

1430. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la analiza uleiului înainte de conectarea echipamentului, analiza se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Tabelul 104. Cerințe față de calitatea uleiurilor noi, pregătite pentru umplerea echipamentelor electrice noi

Nr. d/o	Indicele de calitate a uleiului și numărul standardului pentru metoda de încercare	Categoria echipamentelor electrice	Valoarea maximă admisibilă a indicelui de calitate a uleiului		Notă
			Destinat umplerii în echipamente electrice	După umplerea echipamentelor electrice	
1	Tensiunea de străpungere în conformitate cu SM EN IEC 60664-1 „Coordonarea izolației echipamentelor din rețelele de alimentare de joasă tensiune. Partea 1: Principii, prescripții și încercări”, kV, nu mai mică de	Echipament electric:			Se admite terminarea în conformitate cu SM SR EN 60156 „Lichide electroizolante. Determinarea tensiunii de străpungere la frecvență industrială. Metodă de încercare”. Dacă coeficientul de variație calculat în conformitate cu SM EN IEC 60664-1 „Coordonarea izolației echipamentelor din rețelele de alimentare de joasă tensiune. Partea 1: Principii, prescripții și încercări” este mai mare cu 20%, atunci rezultatul încercării este nesatisfăcător.
		cu tensiunea mai mică de 15 kV	30	25	
		cu tensiunea peste 15 kV și mai mică de 35 kV	35	30	
		cu tensiunea peste 35 kV și mai mică de 150 kV	60	55	
		cu tensiunea peste 150 kV și mai mică de 400 kV	65	60	
2	Indice de aciditate în conformitate cu SM EN 62021-1 „Lichide electroizolante. Determinarea acidității. Partea 1: Titrare potenţiometrică automată”, mg KOH/g ulei, nu mai mare de[1)]	Echipament electric:			Se admite determinarea în conformitate cu SM EN 62021-1 „Lichide electroizolante. Determinarea acidității. Partea 1: Titrare potenţiometrică automată”.
		cu tensiunea mai mică de 35 kV	0,02	0,02	
		cu tensiunea peste 35 kV	0,01	0,01	
3	Punctul de inflamabilitate într-un creuzet închis în	Echipamente electrice de toate tipurile și clasele de tensiune	135	135	În cazul utilizării uleiului special pentru întrerupătoare, valoarea

	conformitate cu SM SR EN ISO 2719 „Determinarea punctului de inflamabilitate. Metoda Pensky-Martens cu vas închis”, °C, nu mai mică de				acestui indice se determină de standardul pentru marca de ulei. Se admite determinarea în conformitate cu SM SR EN ISO 2719 „Determinarea punctului de inflamabilitate. Metoda Pensky-Martens cu vas închis”.
4	Conținut de umiditate în conformitate cu SM EN 60814 „Lichide electroizolante. Cartoane și hârtii impregnate cu ulei. Determinarea conținutului de apă prin titrare coulometrică automată Karl Fischer”, % masă (mg/kg, g/t), nu mai mare de[1)]	Transformatoare cu protecție folie sau azot, racorduri ermetice umplute cu ulei, transformatoare de măsurare ermetice	0,001 (10)	0,001 (10)	Se admite determinarea în conformitate cu metoda cromatografică sau cu metoda stabilită de către personalul de conducere al întreprinderii.
		Transformatoare de putere și măsurare fără protecție specială a uleiului, racorduri neermetice umplute cu ulei	0,0015 (15)	0,0015 (15)	
5	Conținutul de impurități mecanice în conformitate cu SM EN 12662, %, (clasa de puritate industrială în conformitate cu SM ISO 4406 „Acționări hidraulice. Fluide. Metoda de codificare a nivelului de poluare cu particule solide”, nu mai mare)	Echipamente electrice cu tensiunea mai mică de 35 kV	Absență (10)	Absență (11)	Se admite determinarea acestui indice în conformitate cu SM ISO 4407 „Acționări hidraulice. Poluarea fluidelor. Determinarea poluării cu particule prin metoda de numărare cu ajutorul unui microscop optic” și SM ISO 4406 „Acționări hidraulice. Fluide. Metoda de codificare a nivelului de poluare cu particule solide”.
		Întrerupătoare ulei indiferent de clasa de tensiune	Absență (12)	Absență (12)	
	Clasa de puritate industrială în conformitate cu SM ISO 4406 „Acționări hidraulice.	Echipamente electrice cu tensiunea peste 35 kV și mai mică de 400 kV	8	9	Clasa de puritate industrială în conformitate cu SM ISO 4407 „Acționări hidraulice. Poluarea fluidelor. Determinarea poluării

	Fluide. Metoda de codificare a nivelului de poluare cu particule solide", nu mai mare de				cu particule prin metoda de numărare cu ajutorul unui microscop optic" se determină conform valorii clasei fracției cu cea mai mare valoare.
6	Valoarea tgδ la 90°C în conformitate cu SM EN IEC 60664-1 „Coordonarea izolației echipamentelor din rețelele de alimentare de joasă tensiune. Partea 1: Principii, prescripții şi încercări", %, nu mai mare de[2)]	Transformatoare de putere și de măsurare cu tensiunea de 35 kV	1,7	2,0	Proba de ulei nu se supune unei prelucrări suplimentare. Se admite terminarea în conformitate cu EN 60247 „Lichide electroizolante. Măsurarea permitivității relative, a factorului de pierderi dielectrice (tgδ) şi a rezistivității în curent continuu".
		Transformatoare de putere și de măsurare cu tensiunea peste 35 kV și mai mică de 400 kV, racorduri umplute cu ulei cu tensiunea mai mare de 35 kV	0,5	0,7	
7	Conținutul de acizi și baze solubile în apă în conformitate cu SM ISO 6618 „Produse petroliere şi lubrifianți. Determinarea indicelui de acid sau bază. Metoda titrării cu indicator de culoare", pH-ul extractului apos, nu mai mic de[3)]	Echipamente electrice de toate tipurile și clasele de tensiune	6,0	6,0	Este posibilă determinarea calitativă cu indicator.
8	Conținutul aditivului antioxidant „АГИДОЛ-1" (2,6-di-terț-butil-4-metilfenol sau ionol) în conformitate cu SM EN 60666 „Detectarea şi dozarea aditivilor antioxidanți specifici prezenți în uleiuri	Transformatoare de putere și de măsurare cu tensiunea mai mare de 35 kV, racorduri umplute cu ulei cu tensiunea mai mare de 110 kV	0,20	Reducere nu mai mare de 10% de la valoarea inițială până la umplere	Se admite determinarea conform metodei stabilite de către personalul de conducere al întreprinderii.

	electroizolante", % masă, nu mai mic de				
9	Conținut de gaz, % din volum, nu mai mare de	Transformatoare protejate cu folie, racorduri ermetice umplute cu ulei	0,5	1,0	Se admite determinarea conform metodei stabilite de către personalul de conducere al întreprinderii. Norma până la umplerea echipamentului nu este rebut, determinarea este obligatorie.
10	Stabilitate la oxidare în conformitate cu SM EN ISO 4263-1 „Petrol şi produse înrudite. Determinarea comportării la îmbătrânire a fluidelor şi uleiurilor aditivate. Încercare TOST. Partea 1: Procedura pentru uleiuri minerale": indicele de aciditate a uleiului oxidat, mg KOH/g ulei, nu mai mare de; conținut de sedimente, % masă, nu mai mare de	Transformatoare de putere și măsurare, racorduri umplute cu ulei cu tensiunea mai mare de 110 kV	În conformitate cu cerințele standardului pentru o anumită marcă de ulei, permis pentru utilizare în acest echipament	-	Pentru uleiul nou, se admite determinarea în conformitate cu SM EN IEC 61125 „Lichide electroizolante. Metode de încercare pentru stabilitatea la oxidare. Metodă de încercare pentru evaluarea stabilității la oxidare a lichidelor electroizolante în stare de livrare".

[1)]Conținutul de umiditate din transformatoarele de putere și măsurare fără protecții speciale ale uleiului, racorduri neermetice umplute cu ulei, la decizia personalului de conducere al întreprinderii, poate fi stabilit nu mai mare de 0,002 (20) pentru uleiurile de mărcile „T-750", „T-1500", „ТКп" și „ТСп"/„ТСО", iar pentru întrerupătoarele cu ulei − lipsa acesteia.

[2)]Se admite utilizarea, pentru umplerea transformatoarelor de putere cu tensiunea mai mică de 35 kV, a uleiului de transformator „ТКп" în conformitate cu TU 38.101.980-81 și „ТКп" în conformitate cu TU 38.401.5849-92, precum și amestecurile acestora cu alte uleiuri proaspete, dacă valoarea tgδ la 90°C nu este mai mare de 2,2% până la umplere și 2,6% după umplere, iar al indicelui de aciditate − 0,02 mg KOH/g, și numai în cazul corespunderii totale a celorlalți indici de calitate cu cerințele stabilite în prezentul tabel.

[3)]Pentru uleiul cu aditiv dezactivant, pH-ul poate fi mai mare de 8,0 și nu reprezintă un motiv de rebutare.

CAPITOLUL XXVIII
APARATE ELECTRICE, CIRCUITE SECUNDARE ȘI SISTEME DE POZARE CU TENSIUNEA MAI MICĂ DE 1000 V

Secțiunea 1
Cerințe generale

1431. Aparatele electrice și circuitele secundare ale schemelor de protecție, de comandă, de semnalizare și de măsurare trebuie încercate în volumul stabilit de prezentul Capitol.

1432. Sistemele de pozare cu tensiunea mai mică de 1000 V, de la punctele de distribuție până la receptoarele electrice, trebuie încercate în conformitate cu Secțiunea 2 din prezentul Capitol.

Secțiunea 2
Măsurarea rezistenței izolației

1433. Valorile admisibile ale rezistenței izolației trebuie să fie nu mai mici decât cele stabilite în tabelul 105.

Tabelul 105. Valorile admisibile ale rezistenței izolației

Elementul încercat	Tensiunea megohmmetrului, V	Valoare minimă admisibilă a rezistenței izolației, MΩ
1. Bare de curent continu pe panourile de comandă și în ID în cazul circuitelor deconectate	1000-2500	10
2. Circuite secundare ale fiecărei conexiuni și circuit de alimentare a mecanismelor de acționare a întrerupătoarelor și separatoarelor[1)]	1000-2500	1
3. Circuite de comandă, de protecție, de automatizare și de măsurare, precum și circuite de excitație ale mașinilor de curent continu conectate la circuitele de putere	1000-2500	1
4. Circuite secundare și elemente în cazul alimentării de la o sursă separată sau printr-un transformator de separare, dimensionate la tensiunea de lucru mai mică de 60 V[2)]	500	0,5
5. Rețele de iluminat, circuitele de putere și sisteme de pozare[3)]	1000	0,5
6. ID[4)], tablouri de distribuție și conductoare-bară	1000-2500	0,5

[1)]Măsurarea se efectuează cu toate aparatele conectate: bobinele mecanismelor de acționare, contactoare, demaroare, întrerupătoare automate, relee, dispozitive, înfășurările secundare ale transformatoarelor de curent și de tensiune.
[2)]Trebuie să fie luate măsuri pentru prevenirea deteriorării dispozitivelor, în special a elementelor microprocesoare, microelectronice și semiconductoare.
[3)]Rezistența izolației se măsoară între fiecare conductor și pământ, precum și între fiecare două conductoare.
[4)]Rezistența izolației se măsoară pentru fiecare secție a ID.

1434. În cazul stabilirii de către uzina producătoare a unor cerințe diferite privind măsurarea rezistenței izolației aparatelor electrice, circuitelor secundare și a sistemelor de pozare cu tensiunea mai mică de 1000 V, aceasta trebuie efectuată conform cerințelor uzinei producătoare.

Secțiunea 3
Încercare cu tensiune mărită de frecvență industrială

1435. Tensiunea de încercare pentru circuitele secundare ale schemelor de protecție, comandă, semnalizare și măsurare cu toate aparatele conectate (întrerupătoare automate, demaroare magnetice, contactoare, relee și dispozitive), este egală cu 1000 V.

1436. Durata aplicării tensiunii normate de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

1437. Nu se încearcă cu tensiunea de 1000 V de frecvență industrială:

1437.1. circuitele secundare dimensionate pentru tensiunea de lucru mai mică de 60 V;

1437.2. circuitele cu dispozitive microelectronice și cu microprocesoare.

Secțiunea 4
Verificarea buclei de defect a rețelelor sau circuitelor de putere, sistemelor de pozare și rețelelor de iluminat

1438. Verificarea se efectuează în conformitate cu Secțiunea 4 din Capitolul XXX.

1439. În cazul stabilirii de către uzina producătoare a unor cerințe diferite privind verificarea buclei de defect a rețelelor sau circuitelor de putere, sistemelor de pozare și rețelelor de iluminat, aceasta trebuie efectuată conform cerințelor uzinei producătoare.

Secțiunea 5
Verificarea acționării întrerupătoarelor automate

Subsecțiunea 1
Verificarea rezistenței izolației

1440. Verificarea se efectuează la întrerupătoare automate cu curentul nominal mai mare de 400 A.

1441. Valoarea rezistenței izolației trebuie să fie nu mai mică de 1 MΩ.

Subsecțiunea 2
Verificarea acționării disjunctoarelor

1442. Se verifică funcționarea declanșatorului cu acționare instantanee.

1443. Întrerupătorul trebuie să acționeze în cazul unui curent nu mai mare de 1,1 ori al valorii superioare a curentului de acționare a întrerupătorului indicat de uzina producătoare.

1444. În instalații electrice realizate în conformitate cu Titlul VI, se verifică toate întrerupătoarele de intrare și de secționare, întrerupătoarele circuitelor iluminatului de avarie, semnalizării de incendiu și sistemului automat de stingere a incendiului, precum și cel puțin de 2% din întrerupătoarele circuitelor de distribuție și terminale.

1445. În alte instalații electrice se încearcă toate întrerupătoarele de intrare și de secționare, întrerupătoarele circuitelor iluminatului de avarie, semnalizării de incendiu și sistemului automat de stingere al incendiului, precum și nu mai puțin de 1% din celelalte întrerupătoare.

1446. Verificarea se efectuează în conformitate cu indicațiile uzinei producătoare.

1447. În cazul depistării întrerupătoarelor, care nu corespund cerințelor stabilite, suplimentar se verifică un număr dublu de întrerupătoare.

Secțiunea 6
Verificarea funcționării întreruptoarelor automate și contactoarelor în cazul tensiunii reduse și nominale a curentului operativ

1448. Verificarea funcționării întreruptoarelor automate și contactoarelor în cazul tensiunii reduse și nominale a curentului operativ trebuie realizată prin conectări și deconectări multiple.

1449. Valoarea tensiunii de funcționare și numărul operațiilor în cazul încercărilor întrerupătoarelor automate și contactoarelor sunt stabilite în tabelul 106.

Tabelul 106. Încercarea contactoarelor și întrerupătoarelor automate prin conectări și deconectări multiple

Operația	Tensiunea pe barele de curent operativ	Numărul operațiilor
Conectare	$0,9 \cdot U_{nom}$	5
Deconectare	$0,8 \cdot U_{nom}$	5

Secțiunea 7
Verificarea siguranțelor fuzibile și separatoarelor cu siguranțe fuzibile

1450. Elementul fuzibil al siguranței trebuie să fie corect calibrat.

1451. Forța de apăsarea a contactului în contactele separatorului cu siguranță fuzibilă trebuie să fie în conformitate cu datele uzinei producătoare și cu cea măsurată în cazul recepției.

1452. Verificarea funcționării separatorului cu siguranță fuzibilă se efectuează prin realizarea a 5 cicluri de conectare-deconectare.

Secțiunea 8
Verificarea dispozitivelor de protecție la curent diferențial rezidual

1453. Dispozitivele de protecție la curent diferențial rezidual se verifică în conformitate cu indicațiile uzinei producătoare.

1454. În cazul în care dispozitivul nu deconectează circuitul, acesta trebuie înlocuit imediat.

Secțiunea 9
Verificarea aparatajului de relee

1455. Verificarea releelor de protecție, de comandă, de automatizări și de semnalizare și altor dispozitive se efectuează în conformitate cu indicațiile uzinei producătoare.

1456. Limitele acționării releelor conform reglajelor de lucru trebuie să corespundă datelor de calcul.

Secțiunea 10
Verificarea corectitudinii funcționării schemelor complet asamblate în cazul diferitor valori ale curentului operativ

1457. Toate elementele schemelor complet asamblate trebuie să funcționeze în mod fiabil, indiferent de variațiile valorilor curentului operativ.

1458. Elementele schemelor trebuie să fie operaționale la valorile curentului operativ stabilite în tabelul 107.

Tabelul 107. Tensiunea curentului operativ la care trebuie să fie asigurată funcționarea în mod fiabil a schemelor

Obiectul încercat	Tensiunea curentului operativ, % din curentul	Notă

	operativ	
Scheme de protecție și de semnalizare în instalații cu tensiunea peste 1000 V	80, 100	-
Scheme de comandă în instalații cu tensiunea peste 1000 V: - încercare la conectare - încercare la deconectare	 90, 100 80, 100	 - -
Scheme cu relee și contactoare în instalații cu tensiunea mai mică de 1000 V	90, 100	Pentru scheme simple cu buton − contactor magnetic, verificarea funcționării la tensiune redusă nu se efectuează.
Scheme fără contact, pe elemente logice	85, 100, 110	Modificarea tensiunii se realizează la intrarea în sursa de alimentare

CAPITOLUL XXIX
BATERII DE ACUMULATOARE

Secțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației bateriei de acumulatoare

1459. Măsurarea rezistenței izolației bateriei de acumulatoare se efectuează cu un voltmetru. Rezistența internă a voltmetrului trebuie să fie cunoscută cu exactitate, iar clasa de precizie trebuie să fie nu mai mică de 1.

1460. În cazul sarcinii scoase complet trebuie să fie măsurată tensiunea bateriei la borne și între fiecare bornă și pământ.

1461. Rezistența izolației bateriei de acumulatoare R_x se calculează în conformitate cu formula:

$$R_x = R_q \left(\frac{U}{U_1 + U_2} - 1 \right),$$

unde R_q este rezistența internă a voltmetrului;

U − tensiunea la bornele bateriei;

U_1 și U_2 − tensiunea între borna pozitivă și pământ și între borna negativă și pământ.

1462. Rezistența izolației bateriei trebuie să fie nu mai mică decât valorile stabilite în tabelul 108.

Tabelul 108. Rezistența izolației bateriei

Tensiunea nominală, V	24	48	110	220
Rezistența, kΩ	60	60	60	150

Secțiunea 2
Verificarea capacității bateriei de acumulatoare

1463. Acumulatoarele încărcate complet se descarcă cu curentul regimului de 3 sau 10 ore.

1464. Capacitatea bateriei de acumulatoare, raportată la temperatura de +25°C, trebuie să corespundă datelor uzinei producătoare.

Secțiunea 3
Verificarea densității electrolitului

1465. Densitatea electrolitului din fiecare element, la sfârșitul încărcării și descărcării bateriei, trebuie să corespundă datelor uzinei producătoare.

1466. Temperatura electrolitului în timpul încărcării, trebuie să fie nu mai mare de +40°C.

1467. Densitatea electrolitului cu temperatura care diferă de +20°C se raportează la densitatea pentru temperatura de +20°C cu luarea în calcul al gradientului de temperatură al densității electrolitului de 0,0007 g/cm^3. În cazul în care de către uzina producătoare nu este indicată o altă valoare, densitatea electrolitului se determină în conformitate cu formula:

$$\rho_{20} = \rho_{tm} + 0{,}0007 \cdot (t_m - 20°C),$$

unde ρ_{20} este densitatea electrolitului în cazul temperaturii acestuia de +20°C, g/cm^3;

ρ_{tm} − densitatea electrolitului în cazul temperaturii la momentul măsurării, t_m g/cm^3;

t_m − temperatura la momentul măsurării, °C.

Secțiunea 4
Analiza chimică a electrolitului

1468. Acidul sulfuric destinat pentru pregătirea electrolitului trebuie să fie de calitate superioară.

1469. Cerințele pentru acidul sulfuric și electrolitul pentru bateriile de acumulatoare sunt stabilite în tabelul 109.

Tabelul 109. Norme privind caracteristicile acidului sulfuric și electrolitului pentru bateriile de acumulatoare

Indice	Norme pentru acidul sulfuric de calitate superioară	Norme pentru electrolit (acid proaspăt diluat pentru turnarea în baterii de acumulatoare)
1. Aspectul exterior	Transparent	Transparent
2. Intensitatea culorii (se determină prin metoda colorimetrică), ml	0,6	0,6
3. Densitatea la temperatura de +20°C, g/cm^3	1,83-1,84	1,18±0,005
4. Conținutul de fier, %, nu mai mare de	0,005	0,006
5. Conținutul de reziduuri non-volatile după încălzirea la roșu, %, nu mai mare de	0,02	0,03
6. Conținutul oxizilor de azot, %, nu mai mare de	0,00003	0,00005
7. Conținutul arsenicului, %, nu mai mare de	0,00005	0,00005
8. Conținutul de compuși clorurați, %, nu mai mare de	0,0002	0,0003
9. Conținutul manganului, %, nu mai mare de	0,00005	0,00005
10. Conținutul cuprului, %, nu mai mare de	0,0005	0,0005
11. Conținutul de substanțe care restabilesc permanganatul de potasiu, ml 0,01 N soluției KMnO4, nu mai mare de	4,5	-
12. Conținutul sumei metalelor grele în raport cu plumbul, %, nu mai mare de	0,01	-

Secțiunea 5
Măsurarea tensiunii la elemente

1470. Tensiunea elementelor rămase la sfârșitul descărcării de control nu trebuie să difere mai mult de 1-1,5% din tensiunea medie a celorlalte elemente, iar numărul elementelor rămase trebuie să fie nu mai mare de 5% din totalul elementelor.

1471. Valoarea tensiunii la sfârșitul descărcării trebuie să corespundă cerințelor instrucțiunii uzinei producătoare.

CAPITOLUL XXX
INSTALAȚII DE LEGARE LA PĂMÂNT

Secțiunea 1
Verificarea realizării elementelor instalației de legare la pământ

1472. Verificarea trebuie realizată prin inspectare vizuală a elementelor ILP în limitele disponibile inspectării.

1473. Verificarea executării constructive a ILP la IDD ale centralelor electrice și ale stațiilor electrice se efectuează după amenajare, înainte de acoperire cu pământ și conectarea prizelor de pământ naturale și elementelor legate la pământ.

1474. Secțiunile și conductibilitatea elementelor ILP trebuie să corespundă cerințelor Normativului.

Secțiunea 2
Verificarea conexiunii între prizele de pământ și elementele legate la pământ, precum și între prizele de pământ naturale și instalația de legare la pământ

1475. Verificarea stării circuitelor și legăturilor de contact între prizele de pământ și elementele legate la pământ, precum și a conexiunilor prizelor de pământ naturale cu ILP se efectuează prin inspectare vizuală pentru identificarea rupturilor și altor defecte.

1476. Se efectuează măsurarea rezistența legăturilor de contact. În cazul stării satisfăcătoare a legăturii de contact, rezistența contactelor trebuie să fie nu mai mare de 0,05 Ω.

1477. Verificarea stării îmbinărilor prin sudură se efectuează prin ciocănirea locurilor conexiunilor cu un ciocan.

Secțiunea 3
Verificarea stării siguranțelor de străpungere în instalațiile electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V

1478. Siguranțele de străpungere trebuie să fie în stare bună de funcționare, fără deteriorări sau semne de uzură.

1479. Siguranțele de străpungere trebuie să corespundă tensiunii nominale a instalației electrice în care sunt utilizate.

1480. Prezența marcajului pe siguranțele de străpungere și corespunderea curentului datelor din proiect se verifică vizual.

Secțiunea 4
Verificarea buclei de defect în instalații electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V cu sistemul TN

Subsecțiunea 1
Cerințe generale

1481. Se efectuează după verificarea conexiunii între prizele de pământ și elementele legate la pământ, precum și între prizele de pământ naturale și ILP.

1482. Verificarea se efectuează în conformitate cu una dintre următoarele metode:

1482.1. măsurarea directă a curentului de scurtcircuit monofazat la carcasă sau la conductorul de protecție PE;

1482.2. măsurarea impedanței buclei de defect, cu calculul ulterior al curentului de scurtcircuit monofazat.

1483. În cazul instalațiilor electrice, care nu sunt racordate la rețeaua electrică, se utilizează metoda de calcul.

1484. Curentul de scurtcircuit monofazat la carcasă sau conductorul de protecție PE trebuie să asigure acționarea protecției, în conformitate cu Capitolul II din Titlul IV.

Subsecțiunea 2
Verificarea acționării protecției în sistemul TN

1485. Verificarea acționării protecției în sistemul TN se efectuează la toate instalațiile legate la pământ nemijlocit prin măsurarea curentului de scurtcircuit monofazat la părțile conductoare accesibile cu mijloace tehnice speciale sau prin măsurarea impedanței buclei de defect și cu calcularea ulterioară a curentului de scurtcircuit monofazat.

1486. Pentru instalațiile electrice nou amenajate, precum și pentru cele reconstruite și modernizate timpul de acționare al protecției se determină utilizând valoarea curentului de scurtcircuit monofazat și caracteristicile timp-curent ale aparatelor de protecție, indicate în pașapoartele de uzină. Timpul determinat se compară cu valorile stabilite în Capitolul II din Titlul IV.

1487. Pentru instalațiile electrice (părți ale instalației) conectate la același circuit terminal și care se află în aceeași încăpere este permisă efectuarea măsurărilor cu verificarea ulterioară a acționării protecției la cea mai îndepărtată instalație/echipament electric de la punctul de alimentare. În acest caz, verificarea acționării protecției la celelalte instalații (părți ale instalației) trebuie efectuată prin măsurarea rezistenței de trecere a circuitului dintre instalația verificată și instalația (parte a instalației) supusă verificării în conformitate cu Subsecțiunea 3 din prezenta Secțiune.

1488. La corpurile de iluminat exterior se verifică acționarea protecției doar pentru cele mai îndepărtate corpuri de iluminat ale liniei. Verificarea acționării protecției la scurtcircuit la carcasă, a altor corpuri de iluminat trebuie efectuată prin măsurarea rezistenței de trecere a circuitului dintre conductorul PE sau PEN și carcasa fiecărui corp de iluminat.

1489. În cazul utilizării temporare a diferitor receptoare electrice, verificarea acționării protecției în circuitele terminale se permite de efectuat la prizele cu fișă (ștecher) cu contact de protecție.

1490. Verificarea acționării protecției în sistemul TN la alimentarea echipamentului electric trifazat de la un circuit terminal trifazat, se efectuează prin măsurarea curentului de scurtcircuit monofazat la părțile conductoare accesibile cu mijloace tehnice speciale sau măsurarea impedanței buclei de defect și cu calcularea ulterioară a curentului de scurtcircuit monofazat. În acest caz, pentru asigurarea acționării protecției se ia valoarea cea mai mică a curentului de scurtcircuit monofazat măsurată sau valoarea cea mai mare a impedanței buclei de defect.

1491. Dacă instalația electrică nu este pusă sub tensiune, atunci verificarea acționării protecției în sistemul TN se efectuează prin calcularea curentului de scurtcircuit monofazat.

Subsecțiunea 3
Verificarea continuității electrice dintre instalațiile legate la pământ și elementele instalației

1492. Verificarea continuității electrice dintre instalațiile legate la pământ și elementele instalației se efectuează:

1492.1. la instalațiile la care a fost verificată acționarea protecției, însă, în scopul securității electrice, este necesar de asigurat un contact calitativ dintre partea legată la pământ și celelalte elemente ale instalației;

1492.2. între instalația la care a fost verificată acționarea protecției și alte instalații din același circuit terminal aflate în aceeași încăpere, precum și între corpul de iluminat și conductorul PE sau PEN, în cazurile stabilite în Subsecțiunea 2 din prezenta Secțiune. În cazul în care rezistența este mai mare de 0,1 Ω, trebuie efectuată verificarea acționării protecției în conformitate cu Subsecțiunea 2 din prezenta Secțiune.

Secțiunea 5
Măsurarea rezistenței instalațiilor de legare la pământ

1493. Valorile admisibile ale rezistenței ILP cu prizele de pământ naturale conectate trebuie să fie în conformitate cu valorile prezentate în Normativ și tabelul 110.

Tabelul 110. Valorile maxim admisibile ale rezistenței ILP

Tipul instalației electrice	Caracteristica obiectului legate la pământ	Rezistența, Ω
1. Stații electrice și puncte de distribuție cu tensiunea peste 1000 V	Instalații electrice cu neutrul sursei de alimentare legat la pământ și efectiv legat la pământ	0,5
	Instalații electrice cu neutrul sursei de alimentare izolat, legat la pământ prin bobină de reactanță sau prin rezistor	$\frac{250}{I_c^{1)}}$, dar nu mai mare de 10
2. LEA cu tensiunea peste 1000 V	ILP ale stâlpilor LEA în cazul rezistivității specifice ale solului, ρ, Ω·m:	
	mai mici de 100	10
	peste 100 și mai mici de 500	15
	peste 500 și mai mici de 1000	20
	peste 1000 și mai mici de 5000	30
	peste 5000	$\rho \cdot 6 \cdot 10^{-3}$
	ILP ale stâlpilor LEA pe care sunt amenajate descărcătoare PB de gr. IV sau limitatoare de supratensiune echivalente, în apropiere de ID cu mașini rotative:	
	- la stâlpi din beton armat sau metal ai LEA;	3
	- la stâlpi de conexiune dintre LEA și LEC, unde LEC≤0,5 km;	5
	- la stâlpi de conexiune dintre LEA și LEC conectată la ID prin bobină de reactanță, unde LEC≤50 m.	3
	Stâlpii LEA 3-35 kV, pe care sunt instalate transformatoare de putere sau de măsurare, separatoare, siguranțe și alte aparate.	30
	Stâlpii din beton armat și din metal ai LEA 3-10 kV în afara localităților în cazul rezistivității specifice a solului ρ, Ω·m:	
	- mai mici de 100	30[2)]

	- peste 100	$0,3\rho$[2)]
3. Instalații electrice cu tensiunea mai mică de 1000 V	Instalații electrice cu neutrul sursei de alimentare legat la pământ (sistem TN): - în nemijlocita apropiere de neutru - cu luarea în calcul a prizelor de pământ naturale și prizelor de pământ repetate ale liniilor de ieșire	15/30/60[3)] 2/4/8[3)]
	Instalații electrice cu neutrul sursei de alimentare izolat (sistem IT)	$\frac{50}{I}$[4)], mai mare de 4 Ω nu este necesară
4. LEA cu tensiunea mai mică de 1000 V	ILP ale stâlpilor LEA cu prize de pământ repetate ale conductorului PEN/PE	30

[1)]curent de calcul de punere la pământ;
[2)]pentru stâlpii cu o înălțime mai mare de 50 m pe sectoarele LEA, protejate cu conductoare de gardă, rezistența prizelor de pământ trebuie să fie de 2 ori mai mică decât valorile stabilite în prezentul tabel;
[3)]corespunzător tensiunilor de linie de 690, 400, 230 V;
[4)]curent complet de punere la pământ.

1494. În cazul în care se constată abateri ale valorii admisibile ale rezistenței ILP cu prizele de pământ naturale conectate față de valorile de referință, trebuie verificate starea conexiunilor, continuitatea circuitului, rezistivitatea specifică a solului și realizate măsurările repetate.

Secțiunea 6
Măsurarea tensiunii de atingere în instalațiile electrice realizate conform normelor pentru tensiunea de atingere

1495. Măsurarea tensiunii de atingere în instalațiile electrice realizate conform normelor pentru tensiunea de atingere, care sunt stabilite în tabelul 111, se efectuează cu prizele de pământ naturale conectate.

Tabelul 111. Valorile admisibile ale tensiunii de atingere, V

Tensiunea de atingere pentru instalații electrice	Durata expunerii la tensiune, secunde											
	0,01	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	mai mare de 1,0
110-400 kV		500	400			200		130		100		65
1-35 kV cu neutrul sursei de alimentare izolat și mai mică de 1 kV cu orice sistem de legare la pământ	550	340	160	135	120	105	95	85	75	70	60	20

1496. Tensiunea de atingere se măsoară în puncte de control, în care aceste valori sunt determinate prin calcul la proiectare. Durata expunerii la tensiune semnifică timpul sumar de acționare a protecției prin relee (PRA) și timpul propriu de deconectare a întrerupătorului.

Secțiunea 7
Verificarea tensiunii pe instalația de legare la pământ a instalațiilor de distribuție ale centralelor electrice și stațiilor electrice în cazul când aceasta este parcursă de curentul de punere la pământ

1497. Verificarea se efectuează prin calcul după punerea în funcțiune, pentru rețelele sau circuitele electrice cu tensiunea peste 1000 V cu neutrul sursei de alimentare efectiv legat la pământ.

1498. Tensiunea pe ILP:

1498.1. nu se limitează pentru instalațiile electrice la care este exclusă răspândirea potențialelor în afara clădirilor și îngrădirilor exterioare ale instalațiilor electrice;

1498.2. nu mai mare de 10 kV, dacă sunt prevăzute măsuri de protecție a izolației cablurilor de ieșire de comunicații și de telemecanică, precum și de prevenire a răspândirii potențialelor;

1498.3. nu mai mare de 5 kV în toate celelalte cazuri.

CAPITOLUL XXXI
LINII ELECTRICE ÎN CABLU

Secțiunea 1
Cerințe generale

1499. LEC cu tensiunea mai mică de 1000 V se încearcă în conformitate cu Secțiunile 2, 3, 8, 13 din prezentul Capitol, cu tensiunea peste 1000 V și mai mică de 35 kV − în conformitate cu Secțiunile 2-4, 7, 8, 12, 13 din prezentul Capitol, cu tensiunea mai mare de 110 kV − în volumul complet stabilit de prezentul Capitol.

1500. În cazul încercărilor LEC cu izolație extrudată trebuie să fie respectate cerințele stabilite în SM IEC 60502-1 „Cabluri de energie cu izolație extrudată şi accesoriile lor pentru tensiuni nominale de la 1 kV (U_m = 1,2 kV) până la 30 kV (U_m = 36 kV). Partea 1: Cabluri pentru tensiuni nominale de 1 kV (U_m = 1,2 kV) și 3 kV (U_m = 3,6 kV)”, SM CEI 60502-2 „Cabluri de energie cu izolație extrudată şi accesoriile lor pentru tensiuni nominale de la 1 kV (U_m = 1,2 kV) pînă la 30 kV (U_m = 36 kV). Partea 2: Cabluri pentru tensiuni nominale de la 6 kV (U_m = 7,2 kV) pînă la 30 kV (U_m = 36 kV)”, SM CEI 60840 „Cabluri de energie cu izolație extrudată şi accesoriile lor pentru tensiuni nominale mai mari de 30 kV (U_m = 36 kV) pînă la 150 kV (U_m = 170 kV). Metode de încercare şi cerințe” și SM IEC 62067 „Cabluri de energie cu izolație extrudată şi accesoriile lor pentru tensiuni nominale peste 150 kV (U_m = 170 kV) până la 500 kV (U_m = 550 kV). Metode de încercare şi cerințe”. Materialele izolației cablurilor, asupra cărora se extind standardele SM IEC 60502-1, SM CEI 60502-2, SM CEI 60840, SM IEC 62067 sunt stabilite în tabelul 112.

Tabelul 112. Materialele din polimeri utilizate pentru cabluri cu izolație extrudată

Denumirea materialului izolației cablurilor	Abrevierea
1) Materiale termoplastice:	
- compus din PVC destinat pentru cabluri la tensiunea nominală $U_0/U \leq 3,6/6$ kV	PVC/A[1)]
2) Materiale din polimer reticulat:	
- cauciuc de etilen-propilenă sau material similar (EPM sau EPDM)	EPR
- cauciuc de etilen-propilenă solidă	HEPR
- polietilenă reticulată	XPLE
[1)]Materialul pentru izolație, în care componentul principal este PVC destinat pentru cabluri cu tensiunea nominală $U_0/U \leq 1,8/3$ kV, în conformitate cu SM CEI 60502-2 „Cabluri de energie cu izolație extrudată şi accesoriile lor pentru tensiuni nominale de la 1 kV (U_m = 1,2 kV) pînă la 30 kV (U_m = 36 kV). Partea 2: Cabluri pentru tensiuni nominale de la 6 kV (U_m = 7,2 kV) pînă la 30 kV (U_m = 36 kV)”, se marchează prin abrevierea PVC/B.	

Secțiunea 2
Verificarea integrității și fazarea conductoarelor cablurilor

1501. Verificarea integrității și fazarea conductoarelor cablurilor se efectuează după amenajarea acestora.

1502. Se verifică integritatea și corespunderea marcării prin culori a fazelor conductoarelor conectate ale cablurilor.

Secțiunea 3
Măsurarea rezistenței izolației

1503. Măsurarea rezistenței izolației se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

1504. La cablurile de putere cu tensiunea mai mică de 1000 V valoarea rezistenței izolației trebuie să fie nu mai mică de 0,5 MΩ.

1505. Pentru cabluri de putere cu tensiunea peste 1000 V rezistența izolației nu se normează.

1506. Măsurarea rezistenței izolației cablurilor electrice nearmate cu secțiunea mai mică de 16 mm^2 și izolație din cauciuc sau masă plastică, în manta metalică, din cauciuc sau masă plastică se efectuează între oricare două conductoare: conductoarele de linie, conductoarele de linie și conductorul PEN, conductoarele de linie și conductorul neutru N, precum și între conductoarele de linie și conductorul de protecție PE.

Pentru cablurile electrice armate și cele nearmate cu secțiunea peste 16 mm^2, măsurarea rezistenței izolației se efectuează între fiecare conductor al cablului și celelalte conductoare scurtcircuitate între ele, precum și cu ILP, inclusiv armatura cablului după caz.

1507. Măsurarea trebuie efectuată înainte și după încercarea cablului cu tensiune mărită.

1508. Măsurarea rezistenței izolației cablurilor cu izolație din polietilenă reticulată nu este necesară, dar se admite cu scopul verificării lipsei pe cablu a dispozitivelor de legare la pământ și în scurtcircuit sau scurtcircuitărilor, înainte de aplicarea tensiunii de lucru.

Secțiunea 4
Încercarea izolației cablurilor cu izolație din hârtie impregnată, cu izolație din cauciuc și cablurilor cu izolație din PVC cu tensiune redresată mărită

1509. În cazul imposibilității efectuării încercărilor cu tensiune mărită de frecvență ultra joasă (în continuare − FUJ) de 0,1 Hz sau cu tensiune de lucru cu frecvența de 50 Hz a LEC cu tensiunea de 6-35 kV cu izolație din hârtie impregnată și izolație din PVC, se admite încercarea acestora cu tensiune redresată mărită.

1510. Nivelul tensiunii de încercare pentru cablurile cu izolație din PVC cu tensiunea de 6-35 kV trebuie să fie $4 \cdot U_0$, unde U_0 este tensiunea nominală de frecvență industrială între conductor și pământ sau ecranul metalic utilizat în construcția cablului. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 15 minute.

1511. Nivelul și durata aplicării tensiunii redresate de încercare pentru încercarea cablurilor cu izolație din hârtie impregnată și izolație din cauciuc se stabilește în conformitate cu tabelul 113.

1512. În cazul LEC, ce conține tronsoane cu diferite tipuri de cabluri, în calitate de tensiune de încercare pentru toată LEC se stabilește cea mai mică valoare din tensiunile de încercare.

1513. Valoarea curenților de scurgere este stabilită în tabelul 114.

Tabelul 113. Valoarea și durata tensiunii redresate de încercare, aplicate conductoarelor și LEC cu izolație din hârtie impregnată și izolație din cauciuc

Tensiunea nominală, kV	Valoarea tensiunii de încercare, kV/durata, minute
LEC 6-400 kV cu izolație din hârtie impregnată	
6	36 kV/5 minute

10	60 kV/5 minute
15	75 kV/5 minute
20	100 kV/5 minute
35	175 kV/5 minute
110	285 kV/15 minute
150	347 kV/15 minute
220	510 kV/15 minute
330	670 kV/15 minute
400	865 kV/15 minute
LEC 3-10 kV cu izolație din cauciuc	
3	6 kV/5 minute
6	12 kV/5 minute
10	20 kV/5 minute

Tabelul 114. Curenții de scurgere și coeficienții de asimetrie pentru cablurile de putere cu izolație din hârtie impregnată

Cabluri cu tensiunea, kV	Tensiunea de încercare, kV	Valorile admisibile ale curenților de scurgere, mA	Valorile admisibile ale coeficientului de asimetrie, (I_{max}/I_{min})
6	36	0,2	8
10	60	0,5	8
15	60	0,5	8
20	100	1,5	10
35	175	2,5	10
110	285	Nu se normează	Nu se normează
150	347	Idem	Idem
220	510	Idem	Idem
330	670	Idem	Idem
400	865	Idem	Idem

1514. Se consideră că izolația a suportat încercarea electrică cu tensiune mărită în cazul în care nu a avut loc străpungerea izolației și/sau conturnarea izolației pe suprafață. În cazul nerespectării a unuia dintre acești factori se consideră că izolația nu a suportat încercarea electrică.

Secțiunea 5
Încercarea cu tensiune mărită de curent alternativ

Subsecțiunea 1
Încercări ale cablurilor cu tensiune mărită

1515. După amenajare cablurile cu izolație din hârtie impregnată cu tensiunea mai mică de 35 kV trebuie să suporte încercarea cu tensiunea mărită de curent continuu în conformitate cu Secțiunea 4 din prezentul Capitol. Încercarea cu tensiune mărită de curent alternativ nu se efectuează.

1516. Încercarea cablurilor cu izolație extrudată se efectuează pentru:

1516.1. cabluri cu tensiunea de 0,69-3 kV − în conformitate cu SM IEC 60502-1 „Cabluri de energie cu izolație extrudată şi accesoriile lor pentru tensiuni nominale de la 1 kV (U_m = 1,2 kV) până la 30 kV (U_m = 36 kV). Partea 1: Cabluri pentru tensiuni nominale de 1 kV (U_m = 1,2 kV) și 3 kV (U_m = 3,6 kV)”. Valoarea tensiunii mărite de încercare cu frecvența de 50 Hz trebuie să fie $2,5 \cdot U_0$+2 kV. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 5 minute;

1516.2. cabluri cu tensiunea de 6-35 kV − în conformitate cu SM CEI 60502-2 „Cabluri de energie cu izolație extrudată şi accesoriile lor pentru tensiuni nominale de la 1 kV (U_m = 1,2 kV)

pînă la 30 kV (U_m = 36 kV). Partea 2: Cabluri pentru tensiuni nominale de la 6 kV (U_m = 7,2 kV) pînă la 30 kV (U_m = 36 kV)". Valoarea tensiunii mărite de încercare cu frecvența 50 Hz trebuie să fie 3,5·U_0 kV. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 5 minute sau în conformitate cu tabelul 116;

1516.3. cabluri cu tensiunea de 110 kV − în conformitate cu SM CEI 60840 „Cabluri de energie cu izolație extrudată și accesoriile lor pentru tensiuni nominale mai mari de 30 kV (U_m = 36 kV) pînă la 150 kV (U_m = 170 kV). Metode de încercare și cerințe", cabluri cu tensiunea 220-400 kV − în conformitate cu SM IEC 62067 „Cabluri de energie cu izolație extrudată și accesoriile lor pentru tensiuni nominale peste 150 kV (U_m = 170 kV) până la 500 kV (U_m = 550 kV). Metode de încercare și cerințe". Încercările trebuie efectuate cu tensiune mărită de curent alternativ cu frecvența de 20-300 Hz și forma sinusoidală a undei. Valorile tensiunii de încercare sunt stabilite în tabelul 115. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 60 minute. În cazul absenței instalației de încercare cu frecvența de 20-300 Hz, se admite încercarea LEC amenajate, cu tensiunea de lucru fără sarcină timp de 24 de ore sau printr-o altă metodă coordonată cu uzina producătoare.

Tabelul 115. Valoarea tensiunii de curent alternativ de încercare pentru LEC cu tensiunea de 110-400 kV cu izolație din polietilenă reticulată

Clasa de tensiune, kV	110	220	330	400
Tensiunea de încercare, kV	128	180	250	320

Subsecțiunea 2
Încercarea izolației cablurilor cu izolație din masă plastică și hârtie impregnată cu tensiunea de 6-35 kV cu tensiune mărită de frecvență ultra joasă de 0,1 Hz

1517. Încercările cablurilor cu utilizarea frecvenței ultra joase se efectuează cu tensiune mărită de curent alternativ cu frecvența de 0,1 Hz. În acest sens se recomandă monitorizarea valorii tgδ și/sau nivelului descărcărilor parțiale.

1518. În cazul lipsei instalațiilor FUJ de 0,1 Hz sau al imposibilității antrenării agenților economici care dispun de instalații FUJ, se admite efectuarea încercărilor izolației de bază a LEC cu tensiune mărită de frecvență industrială în conformitate cu Subsecțiunea 1 din prezenta Secțiune și cu documentația uzinei producătoare.

1519. Utilizarea pentru încercări a instalațiilor FUJ ce generează tensiune cu frecvență diferită de 0,1 Hz, se admite cu condiția coordonării utilizării acestora și metodicei încercărilor cu uzina producătoare a cablului.

1520. Valoarea și durata aplicării tensiunii de încercare FUJ de 0,1 Hz se stabilesc în conformitate cu tabelul 116.

Tabelul 116. Valoarea și durata tensiunii de încercare aplicate conductoarelor cablurilor cu izolație din hârtie impregnată și izolația din masă plastică

Cabluri cu tensiunea, kV	Tensiunea de încercare cu frecvența de 0,1 Hz, kV, pentru durata aplicării		
	15 minute	30 minute	60 minute
6	18	15	11
10	30	25	18
15	45	37	27
20	60	50	36
35	105	85	60

Secțiunea 6
Determinarea rezistenței conductoarelor cablului

1521. Se efectuează pentru LEC cu tensiunea mai mare de 35 kV.

1522. Rezistența în curent continuu a conductoarelor cablurilor, raportată la valoarea specifică (la 1 mm^2 de secțiune transversală, 1 m lungime, în cazul temperaturii de 20°C), trebuie să fie nu mai mare de 0,01793 Ω pentru conductoarele din cupru și 0,0294 Ω pentru conductoarele din aluminiu. Rezistența măsurată, raportată la valoarea specifică, poate să difere de valorile specificate nu mai mult de 5%.

Secțiunea 7
Determinarea capacității electrice de lucru a cablurilor

1523. Determinarea se efectuează pentru LEC cu tensiunea mai mare de 35 kV. Determinarea nu se efectuează la cablurile cu izolația din polietilenă reticulată.

1524. Capacitatea măsurată, raportată la valoarea specifică (pentru 1 m lungime), trebuie să difere nu mai mult de 5% de valorile încercărilor uzinei producătoare.

Secțiunea 8
Verificarea protecției împotriva curenților vagabonzi

1525. Se efectuează verificarea acționării protecțiilor catodice instalate.

1526. Trebuie măsurate potențialele și curenții pe mantalele cablurilor în punctele de control, precum și parametrii instalațiilor de protecție electrică.

Secțiunea 9
Determinarea volumului de gaz nedizolvat

1527. Încercarea se efectuează pentru LEC cu tensiunea de 110-400 kV cu izolația umplută cu ulei.

1528. Conținutul aerului nedizolvat în ulei trebuie să fie nu mai mare de 0,1%.

Secțiunea 10
Încercarea agregatelor de alimentare și de încălzire automată a manșoanelor terminale

1529. Încercarea se efectuează la LEC cu tensiunea de 110-400 kV cu izolația umplută cu ulei.

1530. Încercarea agregatelor de alimentare și de încălzire automată a manșoanelor terminale se efectuează în conformitate cu cerințele uzinei producătoare.

Secțiunea 11
Verificarea protecției împotriva coroziunii

1531. În cazul punerii în funcțiune a LEC se verifică funcționarea protecției împotriva coroziunii pentru:

1531.1. cabluri cu manta metalică, pozate în soluri cu nivel mediu sau scăzut de agresivitate (rezistivitatea specifică a solului mai mare de 20 Ω·m), dacă densitatea medie diurnă a curentului de scurgere în pământ este mai mare de 0,15 mA/dm^2;

1531.2. cabluri cu manta metalică, pozate în soluri cu nivel ridicat de agresivitate (rezistivitatea specifică a solului mai mică de 20 Ω·m), indiferent de densitatea medie diurnă a curentului de scurgere în pământ;

1531.3. cabluri cu manta neprotejată, cu armătura și învelișul protector deteriorate;

1531.4. conductele din oțel ale cablurilor cu presiune înaltă, indiferent de agresivitatea solului și tipurile de izolație ale acestora.

1532. La verificare se măsoară potențialele și curenții în mantalele cablurilor, precum și parametrii instalațiilor de protecție electrică în conformitate cu instrucțiunile interne de protecție electrochimică a structurilor subterane împotriva coroziunii.

Secțiunea 12
Determinarea caracteristicilor uleiului și fluidului izolant

1533. Determinarea trebuie efectuată pentru toate elementele LEC cu ulei la tensiunea de 110-400 kV și pentru manșoanele terminale (racordurile transformatoarelor și IDPH) ale cablurilor cu izolația din masă plastică cu tensiunea mai mare de 110 kV, dacă prelevarea probelor fluidului izolant este prevăzută de construcția armăturii cablului.

1534. Încercarea uleiurilor și fluidului izolant se efectuează în conformitate cu cerințele uzinei producătoare.

Secțiunea 13
Măsurarea rezistenței instalației de legare la pământ

1535. Măsurarea rezistenței ILP se efectuează la manșoanele terminale ale LEC de toate nivelele de tensiune.

1536. Măsurarea rezistenței ILP pentru LEC cu tensiunea de 110-400 kV se efectuează suplimentar la construcțiile metalice ale fântânilor de cablu, precum și la punctele agregatelor de alimentare.

Secțiunea 14
Măsurarea distribuirii curentului pe cablurile monoconductoare

1537. Neuniformitatea distribuirii curenților în conductoare și în mantalele/ecranele cablurilor trebuie să fie nu mai mare de 10%.

1538. Controlul se efectuează în cazul conectării în paralel a două sau mai multe cabluri la o singură fază.

1539. Pentru instalațiile electrice ce urmează a fi racordate la rețeaua electrică, măsurarea se efectuează după punerea sub tensiune a instalației electrice.

Secțiunea 15
Încercarea cu tensiune redresată mărită a mantalei de protecție din masă plastică a cablurilor

1540. Încercarea se efectuează pentru LEC cu tensiunea mai mare de 6 kV înainte de punerea în funcțiune.

1541. Între ecran și pământ se aplică tensiunea de 4 kV de curent continuu pe fiecare milimetru de izolație cu o valoare maximă de 10 kV. Tensiunea trebuie să crească progresiv până la atingerea valorilor maxime pentru încercarea indicată. Tensiunea se aplică timp de 1 minut la valoarea maxim admisibilă și ulterior se reduce lent până la zero.

Secțiunea 16
Încercare cu tensiune de curent alternativ cu frecvența industrială

1542. Încercarea se admite pentru LEC cu tensiunea de 110-400 kV, în locul încercării cu tensiune redresată.

1543. Încercarea se efectuează cu tensiunea de (1-1,73)$\cdot U_{nom}$.

1544. În cazul lipsei instalației de încercare de putere necesară, se admite de efectuat încercările LEC amenajate cu izolație extrudată în conformitate cu următoarelor metode:

1544.1. în conformitate cu Secțiunea 5 din prezentul Capitol;

1544.2. încercarea timp de 24 ore cu tensiune nominală (de lucru) a sistemului U_0.

CAPITOLUL XXXII
LINII ELECTRICE AERIENE

Secțiunea 1
Măsurări la traseul liniilor electrice aeriene care traversează masivele păduroase şi zonele spațiilor verzi

1545. Lățimea fâșiilor curățate trebuie determinată în funcție de înălțimea plantațiilor, cu luarea în calcul a creșterii lor în perspectivă, precum și pentru a asigura distanțele minime orizontale dintre conductoarele LEA și coroanele copacilor din momentul punerii în funcțiune a LEA.

1546. Dacă lățimea fâșiilor nu asigură distanțele admisibile între conductoarele LEA și coroanele copacilor, pe toată lățimea zonei traseului LEA trebuie realizate lucrări de curățare a copacilor și arbuștilor, precum și de restabilire a terenului.

Secțiunea 2
Controlul amplasării și stării fundațiilor și bazelor stâlpilor

Subsecțiunea 1
Controlul amplasării elementelor stâlpilor

1547. Se efectuează măsurări selective ale adâncimii de plantare a stâlpilor din beton armat în sol, ale amplasării în plan a fundațiilor stâlpilor metalici și ai stâlpilor din beton armat ancorați, precum și poziționarea grinzilor și ancorelor tiranților.

1548. Valorile măsurate la LEA 35-400 kV nu trebuie să fie mai mari decât toleranțele stabilite în tabelul 117 și în proiectele LEA. Măsurările se efectuează la 3% din numărul total din stâlpi montați.

1549. Adâncimea de plantare în sol a stâlpilor din beton armat trebuie să fie nu mai mică decât valorile stabilite în proiect, dar nu mai mică de 1,5 m pentru stâlpii LEA 0,4 kV și 1,7 m pentru stâlpii LEA 6-10 kV. Pentru stâlpii LEA cu tensiunea mai mare de 35 kV, adâncimea de plantare în sol se determină de proiect.

1550. Verificarea adâncimii de plantare în sol a stâlpilor din beton armat se efectuează la stâlpii de ancorare și stâlpii de ancorare de colț și la 20% din stâlpii intermediari.

Tabelul 117. Toleranțe la amplasarea fundațiilor și a elementelor prefabricate ale stâlpilor LEA cu tensiunea de 35-400 kV, mm

Denumirea	Stâlpi neancorați	Stâlpi ancorați
Distanța dintre axele fundațiilor în plan	±20	±50
Cota partea superioară a fundațiilor	20	20
Deplasare a centrului fundației în plan	-	50
Interstițiul dintre talpa stâlpului și fundația acestuia	Nu se admite	-
1) Numărul de garnituri pentru compensarea diferențelor de cote trebuie să fie nu mai mare de patru, cu grosimea totală nu mai mare de 40 mm. Suprafața și configurația garniturilor trebuie să corespundă construcției părților de suport a stâlpului.		

Subsecțiunea 2
Controlul stării fundațiilor

1551. Se determină dimensiunile fisurilor și crăpăturilor fundațiilor, abaterile în amplasarea buloanelor de ancorare, precum și dimensiunile acestora.

1552. Valorile măsurate trebuie să fie nu mai mari decât valorile din proiectele LEA.

1553. Interstiții dintre talpa de sprijin a stâlpului și fundație nu se admit.

1554. Gradul de coroziune al buloanelor de ancorare ale fundațiilor trebuie să fie nu mai mare de 20% din secțiunea proiectată.

Secțiunea 3
Controlul poziției stâlpilor

1555. Se măsoară devierea stâlpilor de-a lungul și de-a latul axei LEA, precum și poziția consolelor pe stâlpi.

1556. Valorile admisibile ale devierilor și deplasărilor stâlpilor, precum și ale devierilor consolelor sunt stabilite în tabelul 118.

Tabelul 118. Devierile admisibile ale poziției stâlpilor și elementelor acestora la LEA 35-400 kV

Denumirea	Valorile admisibile ale devierilor pentru stâlpi, mm	
	Din beton armat și material compozit	Din metal (cu zăbrele și poligonale)
1. Devierea părții de sus a stâlpului de la axa verticală, în lungul și latul liniei (H − înălțimea stâlpului):	H/100 − pentru stâlpi de tip − portal H/150 − pentru stâlpi monopicior	H/200
2. Deplasarea stâlpului perpendicular axei LEA (ieșirea din aliniament): - pentru stâlpi monopicior în cazul lungimii deschiderii, m:		
mai mici de 200	100 mm	100 mm
peste 200	200 mm	-
peste 200 și mai mici de 300	-	200 mm
peste 300	-	300 mm
- pentru stâlpi metalici de tip portal ancorați în cazul lungimii deschiderii, m:		
mai mici de 250	-	200 mm
peste 250	-	300 mm
- pentru stâlpi din beton armat de tip portal	200 mm	-
3. Devierea pe verticală a capătului consolei (lungimea consolei L, mm)	L/100 − pentru stâlpi monopicior	-
4. Devierea capătului consolei stâlpului de susținere de-a lungul LEA. Pentru stâlpi de colț − în raport cu bisectoarea unghiului de curbură a LEA (lungimea consolei L, mm)	L/100 − pentru stâlpi monopicior	100 mm
5. Devierea de la distanța de proiect dintre picioarele stâlpilor de tip portal	100 mm	-
Devierea axei consolei stâlpilor de tip portal ancorați în raport cu axa orizontală (lungimea consolei L):		
mai mici de 15 m	L/150	L/150
peste 15 m	L/250	L/250

Secțiunea 4
Controlul stării stâlpilor

Subsecțiunea 1
Măsurarea încovoierii elementelor metalice ale stâlpilor

1557. Măsurarea încovoierii elementelor stâlpilor din metal și a elementelor metalice ale stâlpilor din beton armat se efectuează în cazul depistării deformării acestor elemente în timpul inspectărilor vizuale.

1558. Valorile admisibile ale toleranțelor săgeții de încovoiere (curbura) a elementelor stâlpilor din metal și a pieselor metalice ale stâlpilor din beton armat ale LEA cu tensiunea de 35-400 kV sunt stabilite în tabelul 119.

Tabelul 119. Valorile admisibile ale toleranțelor săgeții de încovoiere (curbura) a elementelor stâlpilor din metal și a pieselor metalice ale stâlpilor din beton armat ale LEA cu tensiunea de 35-400 kV

Consola stâlpilor	1:300 din lungimea consolei
Piciorul sau propteaua stâlpului din metal	1:750 din lungimea piciorului (proptelei), dar nu mai mare de 20 mm
Montanții stâlpilor din metal din cadrul panoului și elementelor zăbrelelor în orice plan	1:750 din lungimea elementului

Subsecțiunea 2
Controlul ancorelor stâlpilor

1559. Tensiunea de întindere în cablurile de ancorare ale stâlpilor trebuie măsurată cu dispozitive mecanice sau electronice de măsurare a întinderii.

1560. Valoarea măsurată a tensiunii de întindere în cazul vitezei vântului nu mai mare de 8 m/s și a unei devieri a poziției stâlpilor în limitele stabilite în tabelul 118, nu trebuie să difere mai mult de 20% în raport cu valoarea prevăzută în proiect.

Subsecțiunea 3
Măsurarea defectelor la stâlpii și popii din beton armat

1561. Se determină dimensiunile fisurilor, încovoierilor, deteriorările betonului la stâlpii și popii din beton armat.

1562. Elementele stâlpilor sunt rebutate în cazul valorilor încovoierilor picioarelor stâlpilor, dimensiunilor fisurilor și a găurilor mai mari decât valorile stabilite în tabelul 120.

Tabelul 120. Valorile limită ale încovoierilor și dimensiunilor defectelor picioarelor stâlpilor, stâlpilor și popilor din beton armat

Caracterul defectului	Valoare limită
1. Stâlpii centrifugați și popii LEA 35-400 kV:	
1.1. Curbura piciorului stâlpului monopicior neancorat;	Nu se admite
1.2. Mărimea fisurilor longitudinale și transversale din betonul piciorului;	Nu se admite
1.3. Idem la picioarele cu armătura pretensionată din cablu de oțel în conformitate cu SM SR EN 12385-1 „Cabluri de oţel. Securitate. Partea 1: Condiții generale”;	Nu se admite
1.4. Aria găurii în betonul piciorului sau a știrbiturii betonului cu expunerea armăturii longitudinale.	Nu se admite
2. Picioarele și popii din beton vibrat ai LEA 0,4-35 kV:	

2.1. Devierea vârfului piciorului de la axa verticală cu luarea în calcul a răsucirii în sol în cazul lipsei vântului și a chiciurii;	15 cm
2.2. Măsurarea distanței dintre picior și baza proptelei stâlpului de ancorare de colț în raport cu cea indicată în proiect;	15%
2.3. Mărimea fisurilor longitudinale și transversale;	Nu se admite
2.4. Aria știrbiturii betonului cu expunerea armăturii longitudinale.	Nu se admite

1563. Se efectuează controlul nedistructiv al betonului picioarelor din beton armat cu sclerometrul și dispozitive cu ultrasunet.

1564. Rezistența mecanică a betonului picioarelor centrifugate trebuie să fie nu mai mică de 49 MPa (500 kgf/cm^2) sau să corespundă cu valoarea prevăzută în proiectul LEA.

1565. Rezistența mecanică a betonului picioarelor din beton vibrat trebuie să fie nu mai mică de 39 MPa (400 kgf/cm^2) sau să corespundă cu valoarea prevăzută în proiectul LEA.

Secțiunea 5
Controlul conductoarelor

Subsecțiunea 1
Măsurarea distanțelor până la conductoare

1566. Se efectuează măsurarea distanțelor de la conductoare până la suprafața solului, până la diferite obiecte și construcții în locurile de apropiere și traversări, precum și între conductoarele diferitor linii, în cazul suspendării în comun a conductoarelor.

1567. Valorile măsurate trebuie să satisfacă cerințele Normativului, în conformitate cu care a fost construită LEA.

Subsecțiunea 2
Controlul săgeților conductoarelor, distanțelor până la elementele LEA

1568. Se efectuează măsurarea săgeților conductoarelor și ale conductoarelor de gardă, a distanțelor de la acestea până la elementele stâlpilor și între conductoare.

1569. Săgeata reală nu trebuie să difere de valoarea prevăzută în proiect mai mult de 5%, în cazul respectării valorilor normative ale distanțelor până la sol și până la obiectele traversate.

1570. Distanța aeriană între conductor și corpul stâlpului, între conductoarele stâlpului de transpoziție și la derivații trebuie să fie nu mai mare de 10% de cele prevăzute în proiect. Diferența săgeților între conductoarele diferitor faze și dintre conductoarele diferitor LEA cu suspendare în comun, trebuie să fie nu mai mare de 10% din valoarea de proiect a săgeții.

1571. În cazul determinării dereglării conductoarelor fazelor jumelate, unghiul de răsucire al fazei trebuie să fie nu mai mare de 10° în raport cu poziția prevăzută de proiectul LEA sau diferența dintre săgețile conductoarelor fazei trebuie să fie nu mai mare de 20% din distanța dintre conductoarele fazei pentru LEA 330-400 kV.

Subsecțiunea 3
Controlul conexiunilor conductoarelor și a conductoarelor de gardă

1572. Controlul se efectuează în conformitate cu Capitolul XXXIII.

1573. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la controlul conexiunilor conductoarelor și a conductoarelor de gardă, controlul trebuie efectuat în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 6
Controlul izolatoarelor și a lanțurilor de izolatoare. Măsurarea rezistenței izolatoarelor din porțelan

1574. Controlul izolatoarelor și a lanțurilor de izolatoare se efectuează prin inspectarea vizuală exterioară.

1575. Măsurarea rezistenței se efectuează în conformitate cu cerințele uzinei producătoare.

1576. Măsurarea rezistenței izolației izolatoarelor din porțelan se efectuează până la montarea acestora.

Secțiunea 7
Controlul armaturii de linie

1577. Controlul armăturii de linie se efectuează prin inspectarea vizuală exterioară.

1578. Armătura de linie trebuie rebutată și înlocuită dacă:

1578.1. suprafața armăturii este acoperită în totalitate cu coroziune;

1578.2. în piesele armăturii există fisuri, cavități, topituri sau încovoieri;

1578.3. formele și dimensiunile pieselor nu corespund desenelor de execuție;

1578.4. axele și alte părți ale articulațiilor au un grad de uzură mai mare de 10%.

1579. Distanța dintre axa amortizorului de vibrații și punctul de ieșire a conductorului sau conductorului de gardă din clema de susținere sau de întindere, punctul de plecare de la ruloul de suspendare cu mai multe role sau de la marginea manșonului de protecție, nu trebuie să difere de valoarea indicată în proiect mai mult de ±25 mm.

1580. Distanțele dintre grupele de contrafișe nu trebuie să difere de valorile indicate în proiect mai mult de ±10%.

1581. Distanțele dintre electrozii intervalelor de protecție pe conductoarele de gardă nu trebuie să difere de valorile indicate în proiect mai mult de ±10%.

Secțiunea 8
Verificarea instalației de legare la pământ

1582. Verificarea ILP se efectuează în conformitate cu Capitolul XXX din Titlu IV.

1583. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la verificarea instalației de legare la pământ, aceasta trebuie efectuată în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 9
Linii electrice aeriene cu tensiunea de 0,4 kV cu conductoare izolate

Subsecțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației

1584. Rezistența izolației conductoarelor, a legăturilor acestora și a derivatelor trebuie să fie nu mai mică de 0,5 MΩ în cazul tensiunii megohmmetrului de 1000 V.

1585. Rezistența izolației se măsoară:

1585.1. între conductoarele de linie;

1585.2. între conductoarele de linie și conductorul PEN;

1585.3. între conductoarele de linie și conductorul neutru N;

1585.4. între conductoarele de linie și conductorul de protecție PE;

1585.5. între conductoarele de linie și conductoarele iluminatului public (în cazul LEA cu conductoare izolate portante cu 5 fire, dintre care unu este destinat iluminatului public).

Subsecțiunea 2
Încercarea cu tensiune mărită

1586. Încercarea cu tensiune mărită se efectuează cu megohmmetrul la tensiunea de 2500 V.

1587. Măsurarea rezistenței izolației în acest caz nu se efectuează.

Subsecțiunea 3
Verificarea legăturilor conductoarelor

1588. Verificarea se efectuează prin inspectarea vizuală și măsurarea căderii de tensiune sau a rezistenței electrice.

1589. Legăturile conductoarelor de linie, ale iluminatului public și ale conductoarelor portante PE sau PEN se rebutează dacă:

1589.1. încovoierea clemei presate este mai mare de 3% din lungimea acesteia;

1589.2. pe suprafața clemei de legătură sunt fisuri sau urme de defecte mecanice;

1589.3. căderea de tensiune sau rezistența electrică pe tronsonul legăturii sau derivatei este mai mare de 1,2 ori decât căderea de tensiune sau rezistența electrică pe tronsonul de aceeași lungime.

1590. Verificarea se efectuează selectiv la 2-5% din numărul total de legături sau derivate.

CAPITOLUL XXXIII
LEGĂTURI DE CONTACT ALE CONDUCTOARELOR, CONDUCTOARELOR DE GARDĂ, BARELOR COLECTOARE ȘI DE LEGĂTURĂ

Secțiunea 1
Controlul legăturilor de contact presate

1591. Se controlează dimensiunile geometrice și starea legăturilor de contact ale conductoarelor și conductoarelor de gardă ale LEA și ale barelor ID.

1592. Dimensiunile geometrice, lungimea și diametrul părții presate a clemei, nu trebuie să difere de cerințele tehnologice de montaj al legăturilor de contact.

1593. Miezul de oțel al clemei de contact presate nu trebuie să fie deplasat în raport cu poziția simetrică mai mult de 15% din lungimea părții presate a conductorului.

1594. Pe suprafața clemei nu trebuie să fie fisuri, coroziune sau defecte mecanice.

1595. În cazul punerii în funcțiune se controlează selectiv nu mai puțin de 3% din numărul clemelor amenajate de fiecare dimensiune/marcă.

Secțiunea 2
Controlul legăturilor de contact realizate prin utilizarea clemelor de legătură ovale

1596. Se verifică dimensiunile geometrice și starea legăturilor de contact ale conductoarelor și conductoarelor de gardă.

1597. Dimensiunile geometrice ale clemelor de legătură după amenajare nu trebuie să difere de prevederile indicațiilor tehnologice de amenajare a clemelor.

1598. Pe cleme nu trebuie să fie fisuri și defecte mecanice. Clemele de legătură din oțel nu trebuie să prezinte urme de coroziune.

1599. Numărul de spire ale torsiunii clemelor supuse torsionării la conductoare din oțel-aluminiu, aluminiu și cupru, trebuie să fie nu mai mic de 4 și nu mai mare de 4,5, iar pentru clemele de tipul „COAC-95-3” în cazul legăturii conductoarelor de tip „АЖС 70/39” − mai mic de 5 și nu mai mare de 5,5 spire.

1600. În cazul punerii în funcțiune a LEA se controlează selectiv nu mai puțin de 2% din numărul de cleme amenajate de fiecare dimensiune.

Secțiunea 3
Controlul legăturilor de contact prin bulon

1601. Se măsoară gradul de strângere a buloanelor legăturilor de contact, realizate prin utilizarea clemelor de legătură, de trecere în buclă, de legătură de trecere, de derivație și de aparataj.

1602. Controlul legăturilor de contact cu buloane se efectuează în conformitate cu instrucțiunea de amenajare a acestora.

Secțiunea 4
Controlul legăturilor de contact sudate

Subsecțiunea 1
Controlul legăturilor de contact ale conductoarelor, realizate prin utilizarea cartușelor termice

1603. Se controlează legăturile de contact ale conductoarelor LEA și barelor colectoare de legătură a ID, realizate prin utilizarea cartușelor termice.

1604. Legătura de sudură nu trebuie să prezinte următoarele defecte:

1604.1. arderea spirelor exterioare ale conductorului sau defectarea sudării la îndoirea capetelor conductorului sudat;

1604.2. cavități de sudură în locul sudării, cu o adâncime:

1604.2.1. mai mare de 1/3 din diametrul conductorului − pentru conductoare din aluminiu, din aliaje sau cupru;

1604.2.2. mai mare de 6 mm − pentru conductoare din oțel-aluminiu cu secțiuni de 150-600 mm^2.

Subsecțiunea 2
Controlul legăturilor de contact realizate prin sudură ale barelor colectoare rigide și barelor de legătură ale instalațiilor de distribuție

1605. Se verifică starea sudurii legăturilor de contact.

1606. Legătura de sudură nu trebuie să prezinte următoarele defecte:

1606.1. fisuri, arsuri, cratere sau zone nepătrunse ale cordonului de sudură mai mari de 10% din lungimea totală a cusăturii, dacă adâncimea acestora este mai mare de 15% din grosimea metalului sudat;

1606.2. retezături, pori de gaz, incluziuni de wolfram și zone nepătrunse în cusăturile de sudură ale barelor din aluminiu mai mari de 15% din grosimea metalului sudat, în fiecare secțiune examinată.

CAPITOLUL XXXIV
INSTALAŢII STATICE PENTRU CONSUMUL ŞI LIVRAREA PUTERII REACTIVE

Secțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației

1607. Măsurarea rezistenței izolației trebuie efectuată la temperatură de 10-30°C.

1608. Normele pentru valorile rezistenței izolației măsurate sunt stabilite în tabelul 121.

Secțiunea 2
Încercări cu tensiune mărită de frecvență industrială

1609. Valoarea tensiunii de încercare se stabilește în conformitate cu tabelul 121.

1610. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

Secțiunea 3
Măsurarea rezistenței în curent continuu a înfășurărilor transformatoarelor, bobinelor de reactanță în instalațiile statice pentru consumul și livrarea puterii reactive

1611. Măsurarea rezistenței se efectuează la temperatură constantă, cât mai aproape de temperatura mediului ambiant. Rezistența măsurată, pentru compararea rezultatelor acesteia cu datele uzinei producătoare sau cu rezultatele măsurărilor precedente, se raportează la aceeași temperatură.

1612. Rezistența înfășurărilor trebuie să difere nu mai mult de 5% de datele uzinei producătoare sau datele măsurărilor anterioare.

Tabelul 121. Rezistența izolației și tensiunea de încercare

Elementul încercat	Măsurarea rezistenței izolației		Încercarea cu tensiunea mărită	Notă
	Tensiunea megohmmetrului, V	Valoarea minimă a rezistenței izolației, MΩ	Valoarea tensiunii de încercare	
1. Convertizorul cu tiristoare (în continuare − CT), circuitele de putere ale convertizoarelor, circuitele de protecție legate cu tiristoare, înfășurările secundare ale transformatoarelor de ieșire ale sistemului de comandă, separatoarele deconectate adiacente convertizoarelor, înfășurările primare ale transformatoarelor SP.	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a CT, dar nu mai mică de 0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare pentru înfășurarea rotorului	În raport cu carcasa şi circuitele secundare ale CT conectate la acesta (înfășurările primare ale transformatoarelor cu impuls ale sistemelor de comandă ale tiristoarelor (în continuare − SCT), contactele-bloc ale siguranțelor fuzibile de putere, înfășurările secundare ale transformatoarelor divizoare de curent), elementele circuitelor de putere adiacente CT (înfășurările secundare ale transformatoarelor SP). Tiristoarele (anozii, catozii și electrozii de comandă) în cazul încercărilor trebuie să fie șuntate, iar blocurile SCT trebuie să fie decuplate din conectoare.
2. Conductoare-bară ce leagă sursa de alimentare cu CT, cablurile de putere:				
- fără aparataj conectat	2500	10	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a conductoarelor-bară	În raport cu „pământul” şi între faze.
- cu aparataj conectat	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurării rotorului	Idem

Secțiunea 4
Verificarea transformatoarelor de putere, bobinelor de reactanță, transformatoarelor de măsură de tensiune și de curent

1613. Verificarea se efectuează în conformitate cu normele și volumele stabilite în Capitolele V-VII și XX din Titlul V.

1614. Verificările se efectuează cu respectarea particularităților specifice fiecărui tip de aparat, în conformitate cu documentația tehnică a uzinei producătoare.

Secțiunea 5
Verificarea convertizoarelor cu tiristoare ale instalațiilor statice pentru consumul și livrarea puterii reactive

1615. Măsurarea rezistenței și încercarea cu tensiune mărită a izolației se efectuează în conformitate cu tabelul 121.

1616. Se efectuează încercările hidraulice cu presiune mărită a apei a CT cu sistem de răcire cu apă. Valoarea presiunii și timpul de acțiune ale acesteia trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare pentru fiecare tip de convertizor. Se efectuează verificarea repetată a izolației CT după umplere cu distilat.

1617. Se verifică lipsa tiristoarelor străpunse și a circuitelor RC deteriorate. Verificarea se efectuează prin utilizarea ohmmetrului.

1618. Se verifică integritatea ramurilor paralele ale elementului fuzibil al fiecărei siguranțe de putere, prin măsurarea rezistenței în curent continuu.

1619. Se verifică starea izolației sistemului de comandă a tiristoarelor, diapazonul de reglare a tensiunii redresate în cazul acțiunii la sistemul de comandă a tiristoarelor.

1620. CT se verifică în cazul funcționării sub sarcină. Verificarea se efectuează în următorul volum:

1620.1. distribuția curenților între ramurile paralele ale brațelor convertizoarelor. Abaterea valorilor curenților în ramuri în raport cu valoarea medie aritmetică a curentului ramurii trebuie să fie nu mai mare de 10%;

1620.2. distribuția tensiunilor inverse între tiristoarele conectate în serie, cu luarea în calcul a supratensiunilor de comutare. Abaterea valorii instantanee a tensiunii inverse în raport cu valoarea medie pe tiristorul ramurii trebuie să fie nu mai mare de ±20%;

1620.3. distribuția curentului între convertizoarele conectate în paralel. Curenții nu trebuie să difere mai mult de ±10% în raport cu valoarea nominală medie a curentului prin convertizor;

1620.4. distribuția curentului în ramurile brațelor omonime în CT conectate în paralel. Abaterea de la valoarea medie calculată a curentului ramurii aceluiași braț trebuie să fie nu mai mare de ±20%.

Secțiunea 6
Verificarea aparatajului de comutație, aparatajului serviciilor proprii ale instalațiilor statice pentru consumul și livrarea puterii reactive

1621. Verificarea se efectuează în conformitate cu Capitolele VIII-XIII, XXIV și XXIX.

1622. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la verificarea aparatajului de comutație și aparatajului SP ale instalațiilor statice, aceasta se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

CAPITOLUL XXXV
ECHIPAMENT ELECTRIC AL SISTEMELOR DE EXCITAȚIE ALE GENERATOARELOR ȘI COMPENSATOARELOR SINCRONE

Secțiunea 1
Măsurarea rezistenței izolației

1623. Normele pentru valorile rezistenței izolației sunt stabilite în tabelul 122.
1624. Măsurarea rezistenței izolației trebuie efectuată la temperatura de 10-30°C.

Secțiunea 2
Încercări cu tensiune mărită de frecvență industrială

1625. Valoarea tensiunii de încercare se stabilește în conformitate cu tabelul 122.
1626. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

Secțiunea 3
Măsurarea rezistenței în curent continuu a înfășurărilor transformatoarelor și a mașinilor electrice în sistemele de excitație

1627. Măsurările rezistențelor se efectuează la temperatura stabilită, apropiată de temperatura mediului ambiant. Rezistența măsurată se raportează la temperatura respectivă pentru compararea acesteia cu datele uzinei producătoare.

1628. Rezistența înfășurărilor mașinilor electrice (generator auxiliar în sistemul de excitație independentă cu tiristoare (în continuare − SEIT), generator de inducție în sistemul de excitație de înaltă frecvență cu semiconductoare (în continuare − SEÎFS), generator sincron inversat din sistemul SEFP) nu trebuie să difere mai mult de 2% în raport cu datele uzinei producătoare. Rezistența înfășurărilor transformatoarelor (de redresare în sistemele de autoexcitație cu tiristoare (în continuare − SAT), SEIT, SEFP, conectate în serie − în unele SAT) nu trebuie să difere mai mult de 5%. Rezistențele ramurilor paralele ale înfășurărilor de lucru ale generatoarelor de inducție nu trebuie să difere una de alta mai mult de 15%, iar rezistențele fazelor subexcitatoarelor rotative − nu mai mult de 10%.

Secțiunea 4
Verificarea transformatoarelor de redresare, în serie, serviciilor proprii, de excitație primară, transformatoarelor de măsurare de tensiune și de curent

1629. Verificarea se efectuează în conformitate cu volumul și normele stabilite în Capitolele VI-VIII.

1630. Pentru transformatoare în serie se determină dependența dintre tensiunile înfășurărilor secundare deschise și curentul statorului generatorului $U_{2ts}=f(I_{st})$.

1631. Caracteristica $U_{2ts}=f(I_{st})$ se stabilește la ridicarea caracteristicilor de scurtcircuit trifazat al blocului/generatorului până la $I_{st.nom}$. Caracteristicile fazelor separate, în cazul transformatoarelor monofazate în serie, nu trebuie să difere între ele mai mult de 5%.

Secțiunea 5
Determinarea caracteristicilor generatorului sincron auxiliar de frecvență industrială în sistemele de excitație independente cu tiristoare

1632. Generatorul auxiliar (în continuare − GA) în SEIT se verifică în conformitate cu cerințele Capitolului II.

1633. În cazul încercărilor caracteristica de scurtcircuit a GA se determină până la $I_{st.nom}$, iar caracteristica de mers în gol până la $1{,}3 \cdot U_{st.nom}$ cu verificarea izolației spirelor timp de 5 minute.

Secțiunea 6
Determinarea caracteristicilor generatorului de inducție, în comun cu instalația de redresare din sistemele de excitație de înaltă frecvență cu semiconductoare în cazul înfășurării de excitație în serie deconectate

1634. Caracteristica de mers în gol a generatorului de inducție în comun cu instalația de redresare din SEÎFS (U_{st}, $U_{i.r}=f(I_{e.i})$), unde ($I_{e.i}$) − curentul din înfășurarea de excitație independentă, determinată până la valoarea $U_{i.r}$, care corespunde valorii duble a tensiunii nominale a rotorului, nu trebuie să difere mai mult de 5% de caracteristica uzinei producătoare. Devierile de tensiune între diodele conectate în serie ale instalației de redresare trebuie să fie nu mai mari de 10% din valoarea medie.

1635. Caracteristica de scurtcircuit a generatorului de inducție în comun cu instalația de redresare nu trebuie să difere mai mult de 5% de caracteristica uzinei producătoare. În cazul curentului redresat, ce corespunde curentului nominal al rotorului, devierea curenților din ramurile paralele în brațele instalației de redresare trebuie să fie nu mai mare de ±20% din valoarea medie. Totodată se determină caracteristica de sarcină la funcționarea pe rotor până la $I_{pXX}\left[I_p = f(I_{B.B})\right]$.

Secțiunea 7
Determinarea caracteristicii exterioare a subexcitatorului rotativ din sistemele de excitație de înaltă frecvență cu semiconductoare

1636. În cazul modificării sarcinii pe subexcitator (sarcina este dispozitivul de reglare automată a excitației), modificarea tensiunii subexcitatorului trebuie să fie nu mai mare decât valorile stabilite în documentația uzinei producătoare.

1637. Diferența de tensiuni pe faze trebuie să fie nu mai mare de 10%.

Tabelul 122. Rezistența izolației și tensiunea de încercare

Obiectul încercat	Măsurări ale rezistenței izolației		Încercarea cu tensiunea mărită	Notă
	Tensiunea megohmmetrului, V	Valoarea minimă a rezistenței izolației, MΩ	Valoarea tensiunii de încercare	
1. CT al circuitului rotorului generatorului principal în sistemele de excitație SAT și SEIT: - circuitele de putere ale convertizoarelor, circuitele de protecție legate cu tiristoare, înfășurările secundare ale transformatoarelor sistemului de comandă; - separatoarele deconectate (SAT) adiacente convertizoarelor, înfășurările primare ale transformatoarelor SP (SAT). În sistemele cu răcire cu apă ale CT, în cazul încercărilor, apa lipsește.	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare CT, dar nu mai mică de 0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare pentru înfășurarea rotorului	În raport cu carcasa și circuitele secundare ale CT conectate la aceasta (înfășurările primare ale transformatoarelor de impuls ale SCT, contactelor-bloc ale siguranțelor de putere, înfășurărilor secundare ale transformatoarelor divizoare de curent), elementele circuitului de putere adiacente CT (înfășurările secundare ale transformatoarelor SP din SAT, părții opuse a separatoarelor în SAT de unele tipuri). Tiristoarele (anozii, catozii, electrozii de comandă) în cazul încercărilor trebuie să fie șuntate, iar blocurile SCT trebuie să fie decuplate din conectoare.
2. CT în circuitul de excitație al excitatorului SEFP: părțile active de putere, tiristoarele și circuitele legate cu acestea (vezi pct. 1). CT în circuitul de excitație al GA al SEIT.	1000	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a CT, dar nu mai mică de 0,8 din tensiunea de încercare a înfășurării de excitație a generatorului inversat sau GA	În raport cu carcasa și circuitele secundare ale CT conectate la aceasta, care nu sunt conectate cu circuite de putere, vezi pct. 1. În cazul încercărilor CT are intrările și ieșirile deconectate de la circuitul de putere; tiristoarele (anozii, catozii, electrozii de comandă) trebuie să fie șuntate, iar blocurile SCT trebuie să fie decuplate din conectoare.

3. Instalația de redresare în SEÎFS.	1000	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a instalației de redresare, dar nu mai mică de 0,8 din tensiunea de încercare a înfășurării rotorului	În raport cu carcasa. În cazul încercărilor instalația de redresare este deconectată de la sursa de alimentare și înfășurările rotorului, barele de alimentare și barele de ieșire (L_1, L_2, L_3, L+, L−) sunt unite.
4. Generator sincron auxiliar GA în SEIT:				
- înfășurările statorului;	2500	În conformitate cu Secțiunea 3 din Capitolul II	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurării statorului GA, dar nu mai mică de 0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare pentru înfășurarea rotorului generatorului principal	În raport cu carcasa și între înfășurări/faze.
- înfășurările de excitație.	1000	În conformitate cu Secțiunea 3 din Capitolul II	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurării de excitație a GA	În raport cu carcasa.
5. Generator de inducție în SEÎFS:				
- înfășurările de lucru (trei faze) și înfășurarea de excitație în serie;	1000	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurărilor, dar nu mai mică de 0,8 din tensiunea de încercare a înfășurării rotorului generatorului	În raport cu carcasa și înfășurările de excitație independentă conectate cu aceasta, între înfășurări.
- înfășurările excitației independente.	1,0	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei	În raport cu carcasa și între înfășurările excitației independente.

			producătoare a înfășurărilor	
6. Subexcitator în SEÎFS.	1000	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare	Fiecare fază în raport cu altele, legate la carcasă.
7. Generator inversat în comun cu convertizorul rotativ în SEFP:				
- înfășurările indusului în comun cu convertizorul rotativ;	1000	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurării indusului	În raport cu carcasa. Excitatorul este deconectat de la rotorul generatorului. Ventilele, circuitele RC sau varistoarele sunt șuntate (sunt legate bornele L+, L−, curentului alternativ), iar periile inelelor de contact de măsurare sunt ridicate.
- înfășurările de excitație ale generatorului inversat.	500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurării de excitație, dar nu mai mică de 1,2 kV	În raport cu carcasa. Înfășurările de excitație sunt deconectate din schemă.
8. Transformatorul de redresare în SAT.	2500	În conformitate cu Secțiunea 5 din Capitolul V	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurărilor transformatorului de redresare; înfășurările secundare pentru SEFP și GA − nu mai mică de 1,2 kV	În raport cu carcasa și între înfășurări.
9. Transformatoarele de redresare în sistemele de excitație ale GA (SEIT) și SEFP.	2500 − înfășurarea primară, 1000 − înfășurarea secundară	Idem	Idem	

10. Transformatoarele în serie ale SAT.	2500	Idem	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurărilor	Idem
11. Conductoare-bară, ce leagă sursele de alimentare (GA în SEIT, transformatoarele de redresare și CT în SAT, generator de inducție în SEÎFS) cu CT sau convertizoare cu diode, conductoare-bară de curent continuu:				
- fără aparataj conectat;	2500	10	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a conductoarelor-bară	În raport cu „pământ” și între faze.
- cu aparataj conectat.	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurării rotorului	Idem
12. Elementele de putere ale SAT, SEIT și SEÎFS (surse de alimentare și convertizoare) cu toate aparatele conectate inclusiv până la întrerupătoarele de intrare ale excitației, sau până la separatoarele de ieșire ale convertizoarelor (schemele sistemelor de excitație fără excitatoare de rezervă):				
- sistemului de răcire fără apă al convertizoarelor și sistemului de răcire cu apă în cazul sistemului de răcire neumplut cu apă;	1000	1	1 kV	În raport cu carcasa.
- în cazul umplerii cu apă (cu rezistența specifică nu mai mică de 75 kΩ·cm) a sistemului de răcire a CT.	1000	1	1 kV	Blocurile sistemului de comandă a tiristoarelor sunt decuplate.
13. Circuitele de putere ale excitației	1000	1	0,8 din tensiunea de	În raport cu „pământ”.

generatorului fără înfășurarea rotorului (în aval de întrerupătorul de intrare a excitației sau separatoarele de curent continuu, vezi pct. 12): dispozitivul ASC, descărcător, rezistor de putere, conductoare-bară. Circuitele conectate la inelele de măsurare în SEFP (înfășurarea rotorului este deconectată).			încercare a uzinei producătoare a rotorului	

Secțiunea 8
Verificarea elementelor generatorului sincron inversat, a convertizorului rotativ din sistemele de excitație fără perii

1638. Se măsoară rezistențele în curent continuu ale legăturilor de contact de trecere a redresorului rotativ:

1638.1. rezistența conductorului-bară, ce constă din bornele înfășurărilor și a prizoanelor de trecere, ce conectează înfășurarea indusului cu siguranțe în cazul existenței acestora;

1638.2. conexiunile diodelor cu siguranțe;

1638.3. rezistența siguranțelor convertizorului rotativ.

1639. Rezultatele măsurărilor rezistențelor în curent continuu ale legăturilor de contact de trecere a redresorului rotativ se compară cu normele uzinei producătoare.

1640. Se verifică efortul de strângere al diodelor, siguranțelor, circuitelor RC și varistoarelor, în conformitate cu normele uzinei producătoare.

1641. Se măsoară curenții inverși ai diodelor convertizorului rotativ din schema completă cu circuitele RC sau varistoare, în cazul tensiunii egale cu tensiunea remanentă pentru această clasă. Curenții trebuie să fie nu mai mari decât valorile admisibile stabilite în instrucțiunile uzinei producătoare a sistemelor de excitație.

Secțiunea 9
Determinarea caracteristicilor generatorului inversat și a redresorului rotativ în regimuri de scurtcircuit trifazat a generatorului/blocului, verificarea preciziei de măsurare a curentului rotorului

1642. Se măsoară curentul statorului I_{st}, curentul de excitație a excitatorului $I_{e.e}$, tensiunea rotorului U_r și se determină corespunderea caracteristicilor uzinei producătoare a excitatorului $U_p=f(I_{e.e})$. Conform curenților măsurați ai statorului și a caracteristicii de scurtcircuit a uzinei producătoare a generatorului $I_{st}=f(I_r)$, se determină corectitudinea reglării traductoarelor de curent ale rotorului sau ale dispozitivelor speciale pentru măsurarea curentului rotorului.

1643. Devierea curentului rotorului (curentului de ieșire SEFP), măsurată cu traductor de tip „ДТР-П”, trebuie să fie nu mai mare de 10% din valoarea calculată a curentului rotorului.

Secțiunea 10
Verificarea convertizoarelor cu tiristoare din sistemele de autoexcitație cu tiristoare, de excitație independentă cu tiristoare, de excitație fără perii

1644. Măsurarea rezistenței izolației și încercarea cu tensiunea mărită se efectuează în conformitate cu tabelul 123.

1645. Se efectuează încercări hidraulice cu presiune mărită a apei la CT cu sistem de răcire cu apă. Valoarea presiunii și timpul de acțiune a acesteia trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare pentru fiecare tip de convertizor. Se efectuează verificarea repetată a izolației CT după umplerea cu distilat în conformitate cu tabelul 123.

1646. Se verifică lipsa tiristoarelor străpunse și circuitelor RC defectate. Verificarea se efectuează cu ajutorul ohmmetrului.

1647. Se verifică integritatea ramurilor paralele ale elementelor fuzibile ale fiecărei siguranțe de putere prin intermediul măsurării rezistenței în curent continuu.

1648. Se verifică starea izolației sistemului de comandă a tiristoarelor, intervalul de reglare a tensiunii redresate în cazul acțiunii asupra sistemului de comandă a tiristoarelor.

1649. Se verifică CT în cazul funcționării generatorului în regim nominal cu curentul nominal al rotorului. Verificarea se efectuează în volumul următor:

1649.1. distribuția curenților între ramurile paralele ale brațelor convertizoarelor. Abaterile valorilor curenților în ramuri de la valoarea medie aritmetică a curentului ramurii trebuie să fie nu mai mare de 10%;

1649.2. distribuția tensiunilor inverse între tiristoarele conectate în serie cu luarea în calcul a supratensiunilor de comutație. Abaterea valorii instantanee a tensiunii inverse de la cea medie pe tiristorul ramurii trebuie să fie nu mai mare de ±20%;

1649.3. distribuția curentului între convertizoarele conectate în paralel. Curenții nu trebuie să difere mai mult de ±10% de valoarea medie de calcul a curentului prin convertizor;

1649.4. distribuția curentului în ramurile brațelor omonime ale CT conectate în paralel. Abaterea de la valoarea medie calculată a curentului în ramura brațelor omonime trebuie să fie nu mai mare de ±20%.

Secțiunea 11
Verificarea instalației de redresare cu diode în sistemul de excitație de frecvență înaltă în cazul funcționării generatorului în regim nominal cu curentul nominal al rotorului

1650. Se determină repartizarea curentului dintre ramuri paralele ale brațelor. Abaterea de la valoarea medie trebuie să fie nu mai mare de ±20%.

1651. Se determină repartizarea tensiunilor remanente pe diodele conectate în serie. Abaterea de la valoarea medie trebuie să fie nu mai mare de 20%.

Secțiunea 12
Verificarea aparatajului de comutație, rezistoarelor de putere, aparatajului serviciilor proprii ale sistemelor de excitație

1652. Verificarea se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare și Capitolul XXVIII.

1653. În cazul utilizării, în structura schemei sistemului de excitație, în calitate de sursă independentă de alimentare a sistemului SP al obiectului energetic, se efectuează încercări privind menținerea funcționării normale a sistemului de excitație la funcționarea generatorului în gol și la sarcina normală, în timpul trecerii la surse de alimentare de rezervă.

Secțiunea 13
Măsurarea temperaturii tiristoarelor de putere, diodelor de putere, siguranțelor de putere, barelor de putere și altor elemente ale convertizoarelor și a tablourilor în care acestea sunt amplasate

1654. Măsurările se efectuează după conectarea sistemelor de excitație sub sarcină.

1655. Temperaturile elementelor trebuie să fie nu mai mari decât cele admisibile, în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

1656. În cazul verificării se recomandă utilizarea instalațiilor cu termoviziune.

1657. Se admite utilizarea pirometrelor.

CAPITOLUL XXXVI
DISPOZITIVE DE PORNIRE CU TIRISTOARE

Secțiunea 1
Informații generale despre dispozitivele de pornire cu tiristoare

1658. În prezentul Capitol se indică volumul şi normele de încercări ale echipamentului electric de putere al dispozitivelor de pornire cu tiristoare (în continuare − DPT) utilizate pentru pornirea compensatoarelor sincrone instalate la stațiile electrice.

1659. Indicațiile sunt stabilite pentru următoarele structuri de putere generale ale DPT. Tensiunea de alimentare pe intrările de putere ale DPT se aplică de la secția SP, ieșirea DPT, prin aparatele de comutație, se conectează prin întreruptor la circuitele statorului turbogeneratorului. Pentru efectuarea inversării rotorului generatorului în timpul pornirii, în înfășurarea rotorului se aplică curentul de excitație a generatorului conform algoritmilor speciali.

1660. În componența setului principal de livrare a DPT fac parte următoarele echipamente:

1660.1. două bobine de reactanță trifazate limitatoare de curent la intrarea și ieșirea DPT;

1660.2. convertizor de frecvență cu tiristoare, ce include:

1660.2.1. dulap de putere al redresorului;

1660.2.2. dulap de putere al invertorului;

1660.2.3. dulap de comandă;

1660.2.4. bobine de reactanță de nivelare.

1661. Echipamentul suplimentar DPT, ce nu face parte din setul de livrare:

1661.1. întrerupătoarele de tensiune înaltă destinate pentru conectarea DPT la secțiile IDP-6 kV ale SP ale blocului;

1661.2. întrerupătoarele de tensiune înaltă destinate pentru conectarea IDP la generator;

1661.3. conductoarele-bară destinate pentru conectarea bobinelor de reactanță limitatoare de curent la celulele IDP-6 kV a secției SP și la dulapurile de putere ale convertizoarelor;

1661.4. cablurile de tensiune înaltă destinate pentru conectarea bobinei de reactanță la dulapurile de putere ale convertizoarelor și cablul, care alimentează cu tensiunea de 6 kV de la secția SP;

1661.5. transformatoarele de tensiune instalate în celula secției 6 kV a SP ale blocului și la bornele statorului generatorului, destinate pentru sincronizarea convertizorului cu circuitul de alimentare și pentru asigurarea protecției împotriva creșterii tensiunii la ieșirea din DPT;

1661.6. transformatoarele de curent instalate pe cablul de alimentare în celula secției 6 kV, destinate pentru protecția maximală la curent a DPT.

1662. În cazul abaterii componenței echipamentului electric și aparatajului de cele indicate în pct. 1660 și 1661, se efectuează ajustarea respectivă a volumului încercărilor.

1663. Indicațiile privind verificarea și controlul sistemelor de comandă, regulatoarelor automate, dispozitivelor de protecție, automatizărilor, diagnosticării tehnice, legăturilor cu sistemele teleinformaționale cu care sunt echipate DPT, sunt prezentate în materialele uzinei producătoare pentru fiecare tip de DPT, indicațiile metodice speciale de reglare.

1664. Efectuarea încercărilor și verificărilor la obiectul energetic al întregului complex de echipamente și aparataj, ce face parte din componența DPT, se efectuează conform programelor speciale, elaborate cu participarea uzinei producătoare a DPT sau a agentului economic − furnizor a DPT.

Secțiunea 2
Măsurarea rezistenței izolației

1665. Normele pentru valorile rezistenței izolației sunt stabilite în tabelul 123.

1666. Măsurarea rezistenței izolației trebuie efectuată la temperatura de 10-30°C.

Secțiunea 3
Încercări cu tensiune mărită de frecvență industrială

1667. Valoarea tensiunii de încercare se stabilește în conformitate cu tabelul 123.

1668. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

Secțiunea 4
Măsurarea rezistenței în curent continuu a înfășurărilor transformatoarelor, bobinelor de reactanță și dispozitivelor de nivelare în dispozitivele de pornire cu tiristoare

1669. Măsurările rezistențelor se efectuează la temperatură stabilită, apropiată de temperatura mediului ambiant. Rezistența măsurată, pentru compararea rezultatelor acesteia cu datele uzinei producătoare, se raportează la temperatura corespunzătoare.

1670. Rezistența înfășurărilor nu trebuie să difere mai mult de 5% de datele uzinei producătoare.

Secțiunea 5
Verificarea transformatoarelor, bobinelor de reactanță și dispozitivelor de nivelare, transformatoarelor de măsurare de tensiune și curent

1671. Verificarea se efectuează în conformitate cu volumul și normele stabilite în Capitolele V-VII.

1672. La realizarea verificărilor trebuie respectat specificul acestora pentru fiecare tip concret de aparataj, în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Tabelul 123. Rezistența izolației și tensiunea de încercare

Obiectul încercat	Măsurarea rezistenței izolației		Încercarea cu tensiunea mărită	Notă
	Tensiunea megohmmetrului, V	Valoarea minimă a rezistenței izolației, MΩ	Valoarea tensiunii de încercare	
1. CT, circuitele spre statorul și rotorul generatorului: circuitele de putere ale convertizoarelor, circuitele de protecție legate cu tiristoare, înfășurările secundare ale transformatoarelor de ieșire ale sistemului de dirijare, separatoarele deconectate adiacente convertizoarelor, înfășurările primare ale transformatoarelor SP. În cazul încercărilor, în sistemele de răcire cu apă ale CT, apa lipsește.	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a CT, dar nu mai mică de 0,8 tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurării rotorului	În raport cu carcasa şi circuitele secundare ale CT conectate la aceasta (înfășurările primare ale transformatoarelor cu impuls ale SCT, contactele-bloc ale siguranțelor de putere, înfășurărilor secundare ale transformatoarelor divizoare de curent), a elementelor circuitului de putere adiacente CT (înfășurările secundare ale transformatoarelor SP). Tiristoarele (anozi, catozi, electrozi de dirijare) în cazul încercărilor trebuie să fie șuntate, iar blocurile SCT decuplate din contacte.
2. Transformatorul de redresare în sistemele DPT.	2500	În conformitate cu Secțiunea 5 din Capitolul V	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurărilor transformatorului de redresare	În raport cu carcasa și între înfășurări.
3. Conductoare-bară ce leagă sursele de alimentare cu CT, cabluri de putere:				
- fără aparataj conectat;	2500	10	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a conductoarelor-bară	În raport cu „pământul” şi între faze.

- cu aparataj conectat.	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurării rotorului	Idem
4. Elementele de putere ale sistemelor DPT (sursele de alimentare, convertizoare) cu toate aparatele conectate până la întrerupătoarele de intrare sau până la separatoarele de ieșire ale convertizoarelor:				
- sistemului de răcire fără apă a convertizoarelor și sistemului de răcire cu apă în cazul sistemului de răcire neumplut cu apă;	1000	1	1 kV	În raport cu carcasa.
- în cazul umplerii cu apă (cu rezistența specifică nu mai mică de 75 kΩ·cm) a sistemului de răcire al CT.	1000	1	1 kV	Blocurile sistemului de dirijare a tiristoarelor sunt decuplate de la fișă.
5. Circuitele de putere de excitare ale generatorului fără înfășurarea rotorului (după întrerupătorul de intrare a excitației sau separatoarele de curent continuu, vezi pct. 4): instalația ASC, descărcător, rezistor de putere, conductoare-bară.	1000	1	0,8 din tensiunea de încercarea a uzinei producătoare a rotorului	În raport cu „pământul”.

Secțiunea 6
Verificarea convertizoarelor cu tiristoare ale dispozitivelor de pornire cu tiristoare

1673. Măsurarea rezistenței și încercarea cu tensiune mărită a izolației se efectuează în conformitate cu tabelul 123.

1674. Se efectuează încercări hidraulice cu apă la presiune mărită a CT dotate cu sistem de răcire cu apă. Valoarea presiunii și durata aplicării trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare pentru fiecare tip de convertizor. Verificarea repetată a rezistenței CT, se efectuează după umplerea cu distilat în conformitate cu tabelul 123.

1675. Se efectuează verificarea lipsei tiristoarelor străpunse și a circuitelor RC deteriorate.

1676. Verificarea se efectuează cu ohmmetrul.

1677. Se verifică integritatea ramurilor paralele ale elementelor fuzibile ale fiecărei siguranțe de putere, prin măsurarea rezistenței în curent continuu.

1678. Se verifică starea izolației sistemului de comandă a tiristoarelor, intervalul de reglare a tensiunii redresate la acțiunea sistemului de comandă a tiristoarelor.

1679. Se verifică CT în timpul lucrului la rotorul generatorului. Verificarea se efectuează în următorul volum:

1679.1. distribuția curenților între ramurile paralele ale brațelor convertizoarelor. Abaterile valorilor curenților în ramuri de la media aritmetică a valorilor curenților ramurii trebuie să fie nu mai mare de 10%;

1679.2. distribuția tensiunii inverse între tiristoarele conectate în serie cu luarea în calcul a supratensiunilor de comutare. Abaterea instantanee a valorilor tensiunii inverse în raport cu valoarea medie pe tiristorul unei ramuri trebuie să fie nu mai mare de ±20%;

1679.3. distribuția curentului între convertizoarele conectate în paralel. Curenții nu trebuie să difere mai mult de ±10% în raport cu valoarea medie calculată a curentului parcurs de convertizor;

1679.4. distribuția curentului în ramurile brațelor omonime ale CT conectate în paralel. Abaterile de la valoarea medie de calcul a curenților ramurilor omonime trebuie să fie nu mai mare de ±20%.

Secțiunea 7
Verificarea aparatelor de comutație și a echipamentului auxiliar al dispozitivelor de pornire prin tiristor

1680. Verificarea se efectuează în conformitate cu Capitolul XXVIII.

1681. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la verificarea aparatelor de comutație și a echipamentului auxiliar al dispozitivelor de pornire prin tiristor, verificarea se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 8
Măsurarea temperaturii tiristoarelor de putere, siguranțelor, barelor și altor elemente ale convertizoarelor și tablourilor în care acestea sunt instalate

1682. Măsurarea se efectuează nemijlocit după finalizarea ciclului de lucru al DPT pentru pornirea turboagregatului pe gaz.

1683. Temperatura elementelor trebuie să fie nu mai mari decât valorile indicate de instrucțiunile uzinei producătoare.

1684. La verificare se recomandă utilizarea instalațiilor de termoviziune.

1685. Se admite utilizarea pirometrelor.

CAPITOLUL XXXVII
ECHIPAMENTELE ELECTRICE ALE AGREGATELOR DE SCHIMBARE A VITEZEI MECANISMELOR SERVICIILOR PROPRII

Secțiunea 1
Cerințe generale

1686. Agregatele de schimbare a vitezei sunt agregatele dispozitivelor de acționare cu reglare a frecvenței (în continuare − ARF) și dispozitivele de pornire lentă (în continuare − DPL), utilizate pentru SP sau pentru a asigura inversarea lină de la zero, sau pentru inversarea precum și pentru controlul și comanda ulterioară a vitezei de lucru. În funcție de puterea mecanismului SP, agregatele de schimbare a vitezei pot avea tensiune nominală mai mică sau peste 1000 V.

1687. În componența setului de livrare a ARF și DPL, de obicei, sunt incluse următoarele echipamente electrice de putere:

1687.1. redresor cu tiristoare sau diode;

1687.2. regulator de putere cu miez feromagnetic;

1687.3. invertor de putere cu chei de control.

1688. Indicațiile cu privire la verificarea și controlul sistemelor de control și comandă a ARF și DPL sunt specificate în materialele uzinei producătoare a acestor agregate complexe.

Secțiunea 2
Măsurarea rezistenței izolației

1689. Normele pentru valorile rezistenței izolației sunt stabilite în tabelul 124.

1690. Măsurarea rezistenței izolației trebuie efectuată la temperatura de 10-30°C.

Secțiunea 3
Încercări cu tensiune mărită de frecvență industrială

1691. Valoarea tensiunii de încercare se stabilește în conformitate cu tabelul 124.

1692. Durata aplicării tensiunii de încercare trebuie să fie egală cu 1 minut.

Secțiunea 4
Măsurarea rezistenței în curent continuu a înfășurărilor bobinelor de reactanță de filtrare și dispozitivelor de nivelare ale agregatelor

1693. Măsurările rezistențelor se efectuează la temperatură stabilită, apropiată de temperatura mediului ambiant.

1694. Rezistența măsurată pentru compararea acesteia cu datele uzinei producătoare sau cu datele măsurărilor precedente se raportează la temperatura corespunzătoare.

1695. Rezistența înfășurărilor nu trebuie să difere mai mult de 5% de datele uzinei producătoare.

Secțiunea 5
Verificarea aparatajului de comutație și aparatajului serviciilor proprii ale agregatului

1696. Verificarea se efectuează în conformitate cu Capitolul XXVIII.

1697. În cazul în care uzina producătoare prevede cerințe suplimentare cu privire la verificarea aparatajului de comutație și aparatajului SP ale agregatului, aceasta se efectuează în conformitate cu instrucțiunile uzinei producătoare.

Secțiunea 6
Verificarea convertizoarelor cu tiristoare și diode

1698. Măsurarea rezistenței și încercarea cu tensiune mărită a izolației se efectuează în conformitate cu tabelul 124.

1699. Se efectuează încercările hidraulice cu presiune mărită a apei ale CT și convertizoarelor cu diode prevăzute cu sistem de răcire cu apă. Valoarea presiunii și timpul de acțiune a acesteia trebuie să corespundă normelor uzinei producătoare pentru fiecare tip de convertizor. Se efectuează verificarea repetată a izolației convertizoarelor după umplerea cu distilat în conformitate cu tabelul 124.

1700. Se verifică lipsa dispozitivelor cu semiconductoare străpunse și/sau rupte și a circuitelor RC deteriorate, cu ajutorul ohmmetrului cu o sursă de alimentare cu tensiunea nu mai mică de 3 V.

1701. Se verifică integritatea ramurilor paralele ale elementului fuzibil al fiecărei siguranțe fuzibile de putere, prin măsurarea rezistenței în curent continuu.

1702. Se verifică:

1702.1. starea izolației sistemului de comandă a tiristoarelor sau a diodelor;

1702.2. intervalul unghiului de reglare în cazul acțiunii sistemului de comandă a tiristoarelor redresorului și invertorului.

1703. Se verifică agregatul în timpul lucrului la motor. În acest sens se verifică valoarea tensiunilor inverse pe tiristoare, cu luarea în calcul a supratensiunilor de comutație.

Secțiunea 7
Măsurarea temperaturii dispozitivelor de putere cu semiconductoare, barelor și altor elemente constructive ale convertizoarelor

1704. Măsurările se efectuează pentru agregatele ARF după stabilirea regimului termic la sarcina nominală, iar pentru DPL imediat după inversare.

1705. Temperatura elementelor nu trebuie să fie mai mare decât valorile admisibile stabilite de instrucțiunile uzinei producătoare și Normativ.

Tabelul 124. Rezistența izolației și tensiunea de încercare

Elementul încercat	Măsurarea rezistenței izolației		Încercări cu tensiunea mărită	Notă
	Tensiunea megohmmetrului, V	Valoarea minimă a rezistenței izolației, MΩ	Valoarea tensiunii de încercare	
1. Redresor cu tiristoare sau diode cu tensiunea de 6 kV.	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare	În raport cu carcasa și circuitele secundare de comandă conectate la aceasta (înfășurările primare ale transformatoarelor cu impuls ale SCT).
2. Redresor cu tiristoare sau diode cu tensiunea de 0,4 kV.	500	10	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare	În raport cu carcasa și circuitele secundare de comandă conectate la aceasta (înfășurările primare ale transformatoarelor cu impuls ale SCT).
3. Filtru de putere de frecvență joasă din regulator cu miez feromagnetic și capacități cu tensiunea de 6 kV.	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurărilor regulatorului	În raport cu carcasa.
4. Filtru de putere de frecvență joasă din regulator cu miez feromagnetic și capacități cu tensiunea de 0,4 kV.	1000	10	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare a înfășurărilor regulatorului	În raport cu carcasa.
5. Invertor de putere din cheile dirijate cu tensiunea de 6 kV.	2500	5	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare	În raport cu carcasa și circuitele secundare de comandă conectate la aceasta (înfășurările primare ale transformatoarelor cu impuls ale SCT).
6. Invertor de putere din cheile dirijate cu tensiunea de 0,4 kV.	500	10	0,8 din tensiunea de încercare a uzinei producătoare	În raport cu carcasele și circuitele secundare de comandă conectate la aceasta (înfășurările primare ale transformatoarelor cu impuls ale SCT).
1) Cablurile de putere se supun încercărilor în conformitate cu normativele de încercare a acestora, concomitent cu echipamentul de bază.				

CAPITOLUL XXXVIII
AGREGATE ȘI SURSE DE ALIMENTARE NEÎNTRERUPTIBILE

Secțiunea 1
Cerințe generale

1706. Volumul și normele încercărilor ale agregatelor și surselor de alimentare neîntreruptibile (în continuare − ASAN) trebuie efectuate în conformitate cu Capitolele I, VI, VII, XIV, XV, XXIII, XXV, XXIX, XXX.

1707. Rezultatele diagnosticării tehnice a ASAN trebuie să includă procesele-verbale corespunzătoare ale măsurărilor și calculelor, precum și concluzia cu privire la starea ASAN în conformitate cu metoda stabilită de către uzina producătoare.

CAPITOLUL XXXIX
TURBINE EOLIENE

Secțiunea 1
Cerințe generale

1708. Generatoarele, motoarele, transformatoarele, cablurile și alte părți componente ale turbinelor eoliene trebuie să fie supuse măsurărilor și încercărilor în conformitate cu Capitolele respective din prezentul Titlu.

1709. Măsurările și încercările ale căror rezultate sunt influențate de temperatura mediului ambiant trebuie realizate la temperatura stabilită de uzina producătoare sau raportată la această temperatură.

CAPITOLUL XXXX
CENTRALE FOTOVOLTAICE

Secțiunea 1
Cerințe generale

1710. La efectuarea măsurărilor și încercărilor centralelor fotovoltaice trebuie respectate cerințele stabilite în SM EN 62446-1 „Sisteme fotovoltaice (PV). Cerințe pentru încercări, documentație și mentenanță. Partea 1: Sisteme conectate la rețea. Documentație, încercări de punere în funcțiune și inspecție”.

1711. Echipamentele electrice de curent alternativ, care fac parte din centralele fotovoltaice, trebuie să fie supuse măsurărilor și încercărilor în conformitate cu Capitolele respective din prezentul Titlu.

1712. Echipamentele electrice de curent continuu trebuie să fie supuse măsurărilor și încercărilor în conformitate cu Secțiunile 2-8 din prezentul Capitol.

Secțiunea 2
Verificarea continuității electrice a legăturii la pământ și a conductoarelor de echipotențializare

1713. În locurile de realizare a conexiunii echipamentului în zona de curent continuu cu conductoarele de legare la pământ și/sau conductoarele de echipotențializare este necesar de efectuat verificarea continuității electrice.

1714. Este necesar de verificat conexiunea cu BPLP.

Secțiunea 3
Verificarea polarității

1715. Verificarea polarității se efectuează pentru toate cablurile de curent continuu.

1716. După confirmarea polarității trebuie de verificat marcarea prin culori și corectitudinea conectării la elementele centralei fotovoltaice.

1717. Pentru asigurarea securității și prevenirea defectării echipamentului conectat, trebuie efectuată verificarea polarității până la realizarea altor măsurări și încercări, precum și până la conectarea aparatelor de comutație și aparatelor de protecție.

Secțiunea 4
Verificarea cutiei de joncțiune a lanțului PV

1718. Verificarea cutiei de joncțiune se efectuează pentru a confirma că toate lanțurile PV conectate la cutia de joncțiune sunt conectate corect.

1719. Polaritatea lanțurilor PV poate fi testată cu ajutorul multimetrului digital între polii pozitiv și negativ sau între unul dintre poli și pământ. Este necesar de verificat ca toate valorile măsurate sunt consecvent pozitive sau negative.

Secțiunea 5
Măsurarea tensiunii de mers în gol a lanțului PV

1720. Măsurarea tensiunii de mers în gol a fiecărui lanț PV se efectuează până la conectarea aparatelor de comutare sau instalarea aparatelor de protecție.

1721. Valoarea tensiunii măsurate de mers în gol a lanțului PV trebuie să fie evaluată pentru a se asigura că aceasta corespunde valorii de referință, în limitele de ±5%.

1722. Dacă valoarea măsurată a tensiunii este mai mică decât valoarea de referință a tensiunii, trebuie verificată polaritatea de conexiune a modulelor PV, verificate diodele de bypass pentru a confirma lipsa scurtcircuitului sau verificată izolația pentru identificarea defecțiunilor.

Secțiunea 6
Măsurarea curentului lanțului PV

1723. Măsurarea curentului lanțului PV trebuie efectuată pentru a asigura caracteristicile operaționale corecte ale sistemului și pentru a verifica lipsa defectelor în lanțul PV. Aceste măsurări nu trebuie considerate o metodă de evaluare a performanței modulului PV sau a lanțului PV.

1724. Măsurarea curentului lanțului PV poate fi efectuată prin două metode:

1724.1. măsurarea curentului de scurtcircuit;

1724.2. încercarea operațională.

1725. Măsurarea curentului lanțului PV trebuie efectuată prioritar, utilizând metoda curentului de scurtcircuit, deoarece aceasta elimină influența invertoarelor asupra rezultatelor măsurate.

Subsecțiunea 1
Măsurarea curentului de scurtcircuit al lanțului PV

1726. Măsurarea curentului de scurtcircuit se efectuează pentru fiecare lanț PV sau pentru cablajul sub-grupurilor PV (în continuare − HSA).

1727. Valoarea măsurată se compară cu valoarea lanțului PV adiacent, similar, sau cu valoarea de referință calculată.

1728. Diferența dintre valoarea măsurată și valoarea de referință calculată trebuie să fie nu mai mare de ±10%.

1729. Valoarea de referință poate fi obținută din diagramele de putere ale modulelor, furnizate de uzina producătoare, sau calculată din documentația tehnică a uzinei producătoare.

1730. Pentru sistemele cu mai multe lanțuri PV identice, cu același număr și tip de module PV, rezultatele măsurărilor curenților de scurtcircuit în lanțuri PV individuale pot fi comparate între ele.

1731. În cazul condițiilor stabile de iradiere, curenții în lanțurile PV identice trebuie să fie aceiași și nu mai mari de 10% din curentul mediu al lanțurilor.

1732. În cazul iradierii instabile, în care nivelul iradierii se schimbă rapid, este posibil ca variațiile între nivelele de referință și între lanțurile PV să fie mai mari de 10%. În aceste condiții, pot fi utilizate următoarele metode:

1732.1. măsurarea se amână până la apariția iradierii stabile;

1732.2. măsurarea poate fi efectuată utilizând mai multe dispozitive de măsurare, dintre care unul instalat la lanțul PV de referință. Două citiri ale datelor trebuie să fie efectuate simultan și nu trebuie să difere mai mult de ±10%.

Subsecțiunea 2
Încercarea operațională

1733. În cazul centralei fotovoltaice care este în regim normal de funcționare, în punctul puterii maxime al invertorului, trebuie să fie măsurat curentul pe fiecare lanț PV sau HSA. Curentul în cablul lanțului PV se măsoară cu ajutorul unui clește ampermetric, ampermetrului sau a transformatorului de curent încorporat de uzina producătoare în invertor sau în cutia de joncțiune a lanțului PV.

1734. Valorile măsurate trebuie comparate cu valorile lanțului PV adiacent, similar, sau cu valorile calculate de referință, în conformitate cu Subsecțiunea 1 din prezenta Secțiune.

1735. În cazul iradierii instabile, pot fi utilizate următoarele metode:

1735.1. măsurarea se amână până la apariția iradierii stabile;

1735.2. măsurarea poate fi efectuată utilizând mai multe dispozitive de măsurare, dintre care unul instalat la lanțul PV de referință;

1735.3. poate fi utilizat un dispozitive de măsurare a iradierii pentru ajustarea datelor curente;

1735.4. poate fi utilizat un dispozitiv specializat de încercări fotovoltaice (de măsurare a iradierii);

1735.5. poate fi determinată caracteristica tensiune-curent.

Secțiunea 7
Încercări funcționale

1736. Trebuie să fie efectuate următoarele încercări funcționale:

1736.1. aparatele de comutație și celelalte aparate de control trebuie să fie încercate pentru asigurarea funcționării normale, corectitudinea amenajării și conectării;

1736.2. invertoarele care fac parte din centrala fotovoltaică trebuie încercate pentru asigurarea funcționării normale. Metodele de încercare se realizează în conformitate cu documentația tehnică a uzinei producătoare.

1737. Încercările funcționale care necesită conectarea la instalația de curent alternativ se efectuează numai după amenajarea și încercarea părții de curent alternativ a centralei fotovoltaice.

Secțiunea 8
Măsurarea rezistenței izolației grupului PV

1738. La efectuarea măsurării rezistenței izolației grupurilor PV trebuie să fie respectate cerințele de securitate stabilite în SM IEC 62446-1 „Sisteme fotovoltaice (PV). Cerințe pentru

încercări, documentație şi mentenanță. Partea 1: Sisteme conectate la rețea. Documentație, încercări de punere în funcțiune și inspecție”.

1739. Măsurarea trebuie realizată pentru fiecare grup PV sau sub-grup PV. În caz de necesitate este posibilă măsurarea separată a lanțurilor PV.

1740. Măsurarea poate fi efectuată prin următoarele metode:

1740.1. măsurarea rezistenței între polul „negativ” al grupului PV și pământ și ulterior măsurarea între polul „pozitiv” al grupului PV și pământ.

1740.2. măsurarea între pământ și polii „pozitiv” și „negativ” scurtcircuitați ai grupului PV.

1741. În cazurile în care construcția/carcasa trebuie legată la pământ, legarea la pământ poate fi efectuată la oricare bornă de legare la pământ sau la construcția/carcasa grupului PV. Dacă este utilizată carcasa grupului, trebuie asigurată calitatea contactului și continuitatea electrică pe toată carcasa metalică a grupului PV.

1742. În cazurile în care carcasa grupului PV nu este legată la pământ, se efectuează măsurarea rezistenței izolației:

1742.1. între cablurile grupului PV și pământ;

1742.2. între cablurile grupului PV și carcasă.

1743. Pentru grupurile PV care nu au părți conductoare accesibile, măsurarea trebuie efectuată între cablurile grupului PV și ILP.

1744. Tensiunea maximă de încercare trebuie să fie nu mai mare decât tensiunea de încercare a modulelor PV, aparatelor de comutație, protecțiilor împotriva supratensiunilor sau a altor părți componente ale centralei fotovoltaice.

1745. Aparatul de măsurare a rezistenței trebuie să fie conectat între pământ și cablul/cablurile sau barele colectoare, în conformitate cu metoda de măsurare selectată.

1746. Pentru grupurile PV cu puterea maximă (de vârf) de 10 kW, rezistența izolației trebuie să fie măsurată cu tensiunea de încercare stabilită în conformitate cu tabelul 125. Valorile minime ale rezistenței izolației grupurilor PV sunt stabilite în tabelul 125.

Tabelul 125. Valorile minime ale rezistenței izolației grupurilor PV cu puterea maximă (de vârf) de 10 kW

Tensiunea sistemului (U_{OCSTC}·1,25)	Tensiunea de încercare, V	Rezistența, MΩ
Până la 120	250	0,5
Mai mare de 120 și mai mică de 500	500	1
Peste 500 și mai mică de 1000	1000	1
Peste1000	1500	1

1747. Pentru grupurile PV cu puterea (de vârf) mai mare de 10 kW, măsurarea rezistenței izolației trebuie efectuată în conformitate cu una dintre următoarele metode:

1747.1. efectuarea măsurării rezistenței izolației la lanțuri PV separate sau la lanțuri PV combinate. Măsurarea rezistenței izolației trebuie efectuată cu tensiunile stabilite în tabelul 125. Se consideră că rezultatul este satisfăcător dacă rezistența izolației este nu mai mică decât valorile stabilite în tabelul 125;

1747.2. efectuarea măsurării rezistenței izolației a întregului grup PV/sub-grup PV. Rezistența izolației trebuie măsurată conform tensiunilor de încercare stabilite în tabelul 125. Se consideră că rezultatul este satisfăcător dacă rezistența izolației este nu mai mică decât valorile stabilite în tabelul 125. Dacă valorile măsurate conform acestei metode nu corespund valorilor stabilite în tabelul 125, atunci măsurarea trebuie realizată utilizând metoda stabilită în sbp. 1747.1.

1748. Dacă valorile rezistenței izolației măsurate sunt mai mici decât valorile stabilite în tabelul 125, atunci sistemul trebuie să fie încercat din nou prin utilizarea unui număr mai mic de lanțuri PV în circuitul măsurat.

Secțiunea 9
Măsurări și încercări recomandate

1749. Măsurările și încercările din prezenta Secțiune au caracter de recomandare și pot fi efectuate după ce centrala fotovoltaică a fost supusă măsurărilor și încercărilor în conformitate cu Secțiunile 2-8 din prezentul Capitol.

1750. Din aceste măsurări și încercări fac parte:

1750.1. determinarea caracteristicii tensiune-curent a lanțului PV;

1750.2. inspectarea grupului PV cu utilizarea instalațiilor de termoviziune;

1750.3. măsurarea tensiunii de punere la pământ;

1750.4. încercarea diodei de blocare;

1750.5. încercarea rezistenței izolației umede a grupului PV;

1750.6. măsurarea nivelului de umbrire.

1751. Măsurările și încercările se efectuează în conformitate cu SM EN 62446-1 „Sisteme fotovoltaice (PV). Cerințe pentru încercări, documentație și mentenanță. Partea 1: Sisteme conectate la rețea. Documentație, încercări de punere în funcțiune și inspecție”.

TITLU VI
IZOLAȚIA INSTALAȚIILOR ELECTRICE

CAPITOLUL I
IZOLAȚIA LINIILOR ELECTRICE ȘI IDD

Secțiunea 1
Cerințe generale

1752. Cerințele prezentului Capitol se aplică la alegerea izolației echipamentelor electrice de curent alternativ, cu tensiunea nominală de 6-400 kV.

1753. Alegerea izolatoarelor sau construcțiilor izolante din sticlă sau porțelan trebuie efectuată conform lungimii efective specifice a căii de scurgere, în funcție de GP în locul amplasării echipamentului electric și tensiunea nominală a acestuia. Alegerea izolatoarelor sau structurilor izolante din sticlă sau porțelan poate fi efectuată și conform caracteristicilor de descărcare în stare poluată și cu umiditate sporită.

1754. Alegerea izolatoarelor sau a construcțiilor izolante din polimeri în funcție de GP și tensiunea nominală trebuie efectuată conform caracteristicilor de descărcare în stare poluată și cu umiditate sporită.

1755. Determinarea GP trebuie efectuată în funcție de caracteristicile surselor de poluare și de distanța dintre acestea și echipamentele electrice, prin utilizarea valorilor stabilite în tabelele 128-131. În cazurile în care utilizarea valorilor stabilite în tabelele 128-131 nu este posibilă, determinarea GP trebuie efectuată prin intermediul hărții GP.

1756. În apropierea întreprinderilor industriale, CTE, centralelor electrice cu termoficare (în continuare − CET) și a surselor de umiditate cu conductivitate electrică ridicată, determinarea GP, de regulă, trebuie efectuată conform hărții GP.

1757. Lungimea căii de scurgere L (cm) a izolatoarelor și construcțiilor izolante din sticlă sau porțelan trebuie determinată în conformitate cu formula:

$$L = \lambda_e \cdot U \cdot k,$$

unde λ_e este lungimea efectivă specifică a căii de scurgere, care se stabilește în conformitate cu tabelul 126;

U − tensiunea maximă de lucru între faze, kV;

k − coeficientul de utilizare a lungimii căii de scurgere, care se stabilește în conformitate cu tabelele 137-140.

Secțiunea 2
Izolația liniilor electrice aeriene

1758. Lungimea efectivă specifică a căii de scurgere a lanțurilor de izolatoare de susținere și a izolatoarelor de tip tijă ale LEA, cu stâlpi metalici și din beton armat, în funcție de GP și tensiunea nominală trebuie stabilită în conformitate cu tabelul 126.

Tabelul 126. Lungimea efectivă specifică a căii de scurgere a lanțurilor de izolatoare de susținere și a izolatoarelor de tip tijă ale LEA, cu stâlpi metalici și din beton armat, izolației exterioare a echipamentelor electrice și izolatoarelor din IDD

GP	λ_e, cm/kV (nu mai puțin), la tensiunea nominală, kV	
	mai mică de 35	110-400
1	1,90	1,60
2	2,35	2,00
3	3,00	2,50
4	3,50	3,10

1759. Distanțele de izolare prin aer de la părțile active ale echipamentelor electrice până la părțile stâlpilor legate la pământ trebuie să corespundă cerințelor Capitolului XXXII din Titlul V.

1760. Numărul izolatoarelor de suspensie de tip capă-tijă în lanțurile de izolatoare de susținere și în lanțurile de construcție specială (de tip V, Λ, ⅄, Y, constituite din izolatoare de același tip) ale LEA cu stâlpi metalici și din beton armat trebuie determinat în conformitate cu formula:

$$m = \frac{L}{L_i},$$

unde L_i este lungimea căii de scurgere a unui izolator conform datelor uzinei producătoare a izolatorului de tipul dat, cm.

Dacă valoarea calculată a lui m nu este un număr întreg, se selectează următorul număr întreg.

1761. La LEA cu tensiunea de 6-20 kV, cu stâlpi metalici și/sau din beton armat, numărul izolatoarelor de suspensie de tip capă-tijă în lanțurile de izolatoare de susținere și de întindere trebuie determinat în conformitate cu pct. 1760 și indiferent de materialul stâlpilor trebuie să fie nu mai mic de două.

1762. La LEA cu tensiunea de 35-110 kV cu stâlpi metalici și/sau din beton armat numărul izolatoarelor de tip capă-tijă în lanțurile de izolatoare de întindere de orice tip, în zonele cu GP 1 și 2, trebuie să fie majorat cu un izolator în fiecare lanț în comparație cu numărul de izolatoare stabilit în conformitate cu pct. 1760.

1763. La LEA cu tensiunea de 330-400 kV cu stâlpi metalici și/sau din beton armat numărul izolatoarelor de tip capă-tijă în lanțurile de izolatoare de întindere trebuie determinat în conformitate cu pct. 1760.

1764. În lanțurile de izolatoare ale stâlpilor LEA pentru traversări mari, trebuie să fie prevăzut câte un izolator suplimentar de tip capă-tijă, din sticlă sau porțelan, pentru fiecare 10 m de depășire a înălțimii stâlpului mai mare de 50 m în raport cu numărul de izolatoare de execuție normală, determinat pentru lanțurile de izolatoare simple pentru λ_e=1,9 cm/kV în cazul LEA cu tensiunea de 6-35 kV și λ_e=1,4 cm/kV în cazul LEA cu tensiunea de 110-400 kV. Totodată, numărul de izolatoare în lanțurile acestor stâlpi trebuie să fie nu mai mic decât cel necesar în conformitate cu condițiile de poluare în zona traversării.

1765. În lanțurile cu izolatoare de tip capă-tijă din sticlă sau porțelan, suspendate la înălțimea mai mare de 100 m, trebuie să fie prevăzute două izolatoare suplimentare la numărul determinat în conformitate cu pct. 1760 și 1764.

1766. Alegerea izolației LEA cu conductoare izolate trebuie efectuată în conformitate cu pct. 1758-1765.

Secțiunea 3
Izolația exterioară din sticlă și porțelan a echipamentelor electrice și IDD

1767. Lungimea efectivă specifică a căii de scurgere a izolației exterioare din porțelan a echipamentelor electrice și izolatoarelor IDD cu tensiunea de 6-400 kV, precum și a părții exterioare a racordurilor IDÎ, în funcție de GP și tensiunea nominală, trebuie să fie stabilită în conformitate cu tabelul 126.

1768. La alegerea izolației IDD distanțele de izolare prin aer dintre părțile active ale IDD și construcțiile legate la pământ trebuie să corespundă cerințelor prezentului Titlu.

1769. Numărul izolatoarelor de tip capă-tijă din lanțurile de izolatoare de întindere și de susținere ale IDD trebuie determinat în conformitate cu pct. 1760-1763, cu adăugarea, în fiecare circuit al lanțului de izolatoare, a:

1769.1. unui izolator, pentru tensiunea de 110 kV;

1769.2. două izolatoare, pentru tensiunea de 220-330 kV;

1769.3. trei izolatoare, pentru tensiunea de 400 kV.

1770. În cazul lipsei echipamentelor electrice care să corespundă cerințelor stabilite în tabelul 126, pentru zonele cu GP 3 și 4, trebuie utilizate echipamente, izolatoare și racorduri pentru tensiuni nominale mai mari, cu izolație în conformitate cu tabelul 126.

1771. În zone cu condiții de poluare ce depășesc GP 4, de regulă, trebuie prevăzută amenajarea IDÎ.

1772. IDD cu tensiunea de 400 kV și, de regulă, IDD cu tensiunea de 110-330 kV cu un număr mare de conexiuni nu trebuie amplasate în zone cu GP 3 și 4.

1773. Lungimea efectivă specifică a căii de scurgere a izolației exterioare a echipamentelor electrice și izolatoarelor în IDÎ cu tensiunea mai mare de 110 kV, trebuie să fie nu mai mică de:

1773.1. 1,2 cm/kV în zone cu GP 1;

1773.2. 1,5 cm/kV în zone cu GP 2-4.

1774. În zone cu GP 1-3 trebuie utilizate IDPE și PTP cu izolație în conformitate cu tabelul 126. În zone cu GP 4 se admite utilizarea doar a IDPE și PTP cu izolatoare de construcție specială.

1775. Izolatoarele conductoarelor-bară deschise, rigide sau flexibile, amenajate în aer liber, trebuie selectate cu lungimea efectivă specifică a căii de scurgere, în conformitate cu tabelul 126, după cum urmează:

1775.1. λ_e=1,9 cm/kV − la tensiunea nominală de 20 kV, pentru conductoarele-bară de 10 kV, în zone cu GP 1-3;

1775.2. λ_e=3,0 cm/kV − la tensiunea nominală de 20 kV, pentru conductoarele-bară de 10 kV, în zone cu GP 4;

1775.3. λ_e=2,0 cm/kV − la tensiunea nominală de 35 kV, pentru conductoarele-bară de 13,8-24 kV, în zone cu GP 1-4.

CAPITOLUL II
ALEGEREA IZOLAȚIEI

Secțiunea 1
Alegerea izolației conform caracteristicilor de descărcare

1776. Lanțurile de izolatoare ale LEA cu tensiunea de 6-400 kV, izolația exterioară a echipamentului electric, precum și izolatoarele IDD cu tensiunea de 6-400 kV trebuie să aibă valorile tensiunii de descărcare de 50% la frecvență industrială, în condiții de poluare și umiditate sporită, nu mai mici decât valorile stabilite în tabelul 127.

Tabelul 127. Tensiunile de descărcare de 50% a lanțurilor de izolatoare ale LEA 6-400 kV, izolației exterioare a echipamentelor electrice și izolatoarelor IDD cu tensiunea de 6-400 kV în condiții de poluare și umiditate sporită

Tensiunea nominală a instalației electrice, kV	Tensiunea de descărcare de 50%, kV
6	8
10	13
35	42
110	110
220	220
330, 400	315

1777. Conductanța specifică a stratului de poluant trebuie să fie nu mai mică de:
1777.1. 5 μS − pentru GP 1;
1777.2. 10 μS − pentru GP 2;
1777.3. 20 μS − pentru GP 3;
1777.4. 30 μS − pentru GP 4.

Secțiunea 2
Determinarea gradului de poluare

1778. În regiunile care nu se încadrează în zona de influență a surselor de poluare industrială poate fi utilizată izolație cu lungimea efectivă specifică a căii de scurgere mai mică decât cea stabilită în tabelul 126 pentru GP 1.

1779. Zonele cu GP 1 includ teritorii care nu se încadrează în zona de influență a surselor de poluare industrială și naturală.

1780. În zonele industriale, în cazul existenței datelor argumentate, poate fi utilizată izolație cu lungimea efectivă specifică a căii de scurgere mai mare decât cea stabilită în tabelul 126 pentru GP 4.

1781. GP în apropierea întreprinderilor industriale se stabilește în conformitate cu tabelele 128-130 în funcție de tipul și volumele estimate ale produselor fabricate, precum și de distanța până la sursa de poluare.

1782. Volumul estimat de produse fabricate de întreprinderea industrială se determină prin însumarea tuturor tipurilor de produse. GP în zona de dispersie a poluanților unei întreprinderi existente sau nou construite se stabilește în funcție de volumul maxim anual al produselor fabricate, ținând cont de planul de dezvoltare al întreprinderii, pentru o perioadă maximă de 10 ani.

Tabelul 128. GP în apropierea întreprinderilor de producere a celulozei și hârtiei

Producerea	Volumul estimat al produselor fabricate, mii tone/an	GP la distanța de la sursa de poluare, m			
		Până la 500	500-1000	1000-1500	Peste 1500
Celulozei	Până la 75	1	1	1	1
	75-150	2	1	1	1
	150-500	3	2	1	1
	500-1000	4	3	2	1
Hârtiei	Nu se normează	1	1	1	1

Tabelul 129. GP în apropierea întreprinderilor de producere a materialelor de construcții

Producerea	Volumul estimat al produselor fabricate, mii tone/an	GP la distanța de la sursa de poluare, m						
		Până la 250	250-500	500-1000	1000-1500	1500-2000	2000-3000	Peste 3000
Cimentului	Până la 100	1	1	1	1	1	1	1
	100-500	2	2	1	1	1	1	1

	500-1500	3	3	2	1	1	1	1
	1500-2500	3	3	3	2	1	1	1
	2500-3500	4	4	3	3	2	1	1
Azbestului	Nu se normează	3	2	1	1	1	1	1
Elementelor din beton	Nu se normează	2	1	1	1	1	1	1

Tabelul 130. GP în apropierea întreprinderilor industriei ușoare

Producerea	Volumul estimat al produselor fabricate	GP la distanța de la sursa de poluare, m		
		Până la 250	250-500	Peste 500
Prelucrarea țesăturilor	Nu se normează	3	2	1
Pielii artificiale și materialelor polimerice	Nu se normează	2	1	1

1783. GP în apropierea CET, CTE și centralelor termice se stabilește în conformitate cu tabelul 131 în funcție de tipul combustibilului, puterea centralei și înălțimea coșurilor de fum.

Tabelul 131. GP în apropierea CET/CTE/centralelor termice

Tipul combustibilului utilizat	Puterea instalată, MW	Înălțimea coșului de fum, m	GP la distanța de la sursa de poluare, m					
			Până la 250	250-500	500-1000	1000-1500	1500-3000	Peste 3000
CET/CTE/centrale termice pe cărbune cu fracția de cenușă mai mică de 30%, păcură, gaz natural	Nu se normează	Nu se normează	1	1	1	1	1	1
CET/CTE/centrale termice pe cărbune cu fracția de cenușă mai mare de 30%	Până la 1000	Nu se normează	1	1	1	1	1	1
	1000-4000	Până la 180	2	2	2	1	1	1
		Mai mare de 180	2	2	1	1	1	1
CET/CTE/centrale termice pe cărbune de șist	Până la 500	Nu se normează	3	2	2	2	1	1
	500-2000	Până la 180	4	3	2	2	2	1
		Mai mare de 180	3	3	2	2	2	1

1784. La măsurarea distanțelor specificate în tabelele 128-131, hotarul sursei de poluare se consideră curba care cuprinde toate locurile unde au loc emisii în atmosferă la întreprinderea respectivă.

1785. În cazul depășirii volumului estimat al produselor fabricate sau puterii CET/CTE/centralelor termice în raport cu valorile stabilite în tabelele 128-131, GP trebuie majorat cu cel puțin o treaptă.

1786. În cazul prezenței la întreprindere a mai multor surse de poluare, volumul produselor fabricate trebuie determinat prin însumarea volumelor tuturor secțiilor de producere.

1787. În cazul în care sursa de poluare a unei secții de producere separate este situată la o distanță mai mare de 1000 m față de alte surse de poluare ale întreprinderii, volumul anual de produse al acestei secții trebuie determinat separat. În acest caz, GP de calcul trebuie determinat în conformitate cu pct. 1793.

1788. Dacă la o întreprindere industrială sunt fabricate produse din diferite ramuri ale industriei indicate în tabelele 128-131, atunci GP trebuie determinat în conformitate cu pct. 1793.

1789. Hotarele unei zone cu un GP determinat trebuie corectate ținând cont de roza vânturilor, în conformitate cu formula:

$$S = S_0 \frac{W}{W_0},$$

unde *S* este distanța de la hotarul sursei de poluare până la hotarul zonei cu GP determinat, corectată cu luarea în calcul a rozei vânturilor, m;

S_0 − distanța normativă de la hotarul sursei de poluare până la hotarul zonei cu GP determinat, în cazul rozei circulare a vânturilor, m;

W − valoarea medie anuală a frecvenței de repetare a vânturilor în cadranul examinat, %;

W_0 − frecvența de repetare a vânturilor unui cadran cu roza circulară a vânturilor, %.

Valorile $\frac{S}{S_0}$ trebuie să fie limitate între $0{,}5 \leq \frac{S}{S_0} \leq 2$.

1790. GP în apropierea depozitelor de materiale ce produc prafuri, al clădirilor și structurilor de depozitare, precum și al stațiilor de epurare, trebuie determinate în conformitate cu tabelul 132.

Tabelul 132. GP în apropierea depozitelor de materiale ce produc prafuri, al clădirilor și structurilor de depozitare, precum și al stațiilor de epurare

GP la distanța de la sursa de poluare, m		
Până la 200	200-600	Peste 600
3	2	1

1791. GP în apropierea drumurilor prin utilizarea intensivă a reagenților chimici anti-îngheț în timpul iernii trebuie determinat în conformitate cu tabelul 133.

Tabelul 133. GP în apropierea drumurilor prin utilizarea intensivă a reagenților chimici anti-îngheț în timpul iernii

GP la distanța față de drumuri, m		
Până la 25	25-100	Peste 100
3	2	1

1792. GP în apropierea turnurilor de răcire trebuie determinat în conformitate cu:

1792.1. tabelul 134, în cazul valorilor conductivității specifice a apei de recirculare mai mici de 1000 µS/cm;

1792.2. tabelul 135, în cazul valorilor conductivității specifice cuprinse între 1000-3000 µS/cm.

Tabelul 134. GP în apropierea turnurilor de răcire în cazul valorilor conductivității specifice a apei de recirculare mai mici de 1000 µS/cm

GP al zonei	Distanța de la turnurile de răcire, m	
	Mai mică de 150	Peste 150
1	2	1
2	3	2
3	4	3
4	4	4

Tabelul 135. GP în apropierea turnurilor de răcire în cazul valorilor conductivității specifice a apei de recirculare cuprinse între 1000-3000 µS/cm

GP al zonei	Distanța de la turnurile de răcire, m

	Până la 150	150-600	Peste 600
1	3	2	1
2	4	3	2
3	4	4	3
4	4	4	4

1793. GP în cazul suprapunerii poluanților de la două surse independente, determinat în conformitate cu pct. 1789, cu luarea în calcul a rozei vânturilor, se stabilește în conformitate cu tabelul 136, indiferent de tipul de poluare − industrială sau naturală.

Tabelul 136. GP în cazul suprapunerii poluanților de la două surse independente

GP a sursei I	GP calculat pentru gradul de poluare al sursei II		
	2	3	4
2	2	3	4
3	3	4	4
4	4	4	4

Secțiunea 3
Coeficienți de utilizare a tipurilor principale de izolatoare și construcțiilor izolante (de sticlă și ceramică)

1794. Coeficienții de utilizare *k* ai construcțiilor izolante, constituite din izolatoare de același tip, trebuie determinați în conformitate cu formula:

$$k = k_i \cdot k_c,$$

unde k_i este coeficientul de utilizare a izolatorului;

k_c − coeficient de utilizare a construcției compuse cu ramuri paralele sau serie-paralele.

1795. Coeficienții de utilizare k_i ai izolatoarelor de suspensie de tip capă-tijă, cu suprafața inferioară puțin dezvoltată a elementului izolant, trebuie determinați în conformitate cu tabelul 137, în funcție de raportul dintre lungimea căii de scurgere a izolatorului L_i și diametrul *D* al capei izolatorului.

Tabelul 137. Coeficienți de utilizare k_i ai izolatoarelor de suspensie de tip capă-tijă, cu suprafața inferioară puțin dezvoltată a elementului izolant

L_i/D	k_i
0,90-1,05	1,00
1,05-1,10	1,05
1,10-1,20	1,10
1,20-1,30	1,15
1,30-1,40	1,20

1796. Coeficienții de utilizare k_i ai izolatoarelor de suspensie de tip capă-tijă de construcție specială, cu suprafața inferioară puternic dezvoltată a elementului izolant, trebuie determinați în conformitate cu tabelul 138.

Tabelul 138. Coeficienți de utilizare k_i a izolatoarelor de suspensie de tip capă-tijă de construcție specială

Configurația izolatorului	k_i
Două aripi	1,20
Cu nervură majorată pe partea inferioară	1,25
Profil aerodinamic (conic, semisferică)	1,0
În formă de clopot cu suprafața interioară netedă și suprafața exterioară cu nervuri	1,15

1797. Coeficienții de utilizare k_i ai izolatoarelor de tip tijă (de linie, de suport) cu suprafața inferioară puțin dezvoltată a elementului izolant trebuie stabiliți egali cu 1,0, iar cele cu suprafața inferioară puternic dezvoltată a elementului izolant − 1,1.

1798. Coeficienții de utilizare k_i ai izolației exterioare a echipamentelor electrice pentru amenajare în exterior, realizată în formă de construcții izolante simple, inclusiv izolatoare de suport pentru amenajare în exterior cu tensiunea nominală mai mică de 110 kV, precum și izolatoare de suspensie de tip tijă cu tensiunea nominală de 110 kV, trebuie determinați în conformitate cu tabelul 139, în funcție de raportul dintre lungimea căii de scurgere a izolatorului sau a construcției izolante L_i și lungimea h a părții izolante a acestora.

Tabelul 139. Coeficienți de utilizare a coloanelor izolante singulare, izolatoarelor de suport și de suspensie de tip tijă

L_i/h	Până la 2,5	2,5-3,00	3,01-3,30	3,31-3,50	3,51-3,70	3,71-4,00
k_k	1,0	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30

1799. Coeficienții de utilizare k_k ai lanțurilor de izolatoare simple și coloanelor de suport singulare, constituite din izolatoare de același tip, trebuie stabiliți egali cu 1,0.

1800. Coeficienții de utilizare k_k ai construcțiilor compuse cu ramuri paralele, constituite din elemente de același tip (lanțuri de izolatoare duble și multiple de susținere și de întindere, coloane izolante duble și multiple), trebuie determinați în conformitate cu tabelul 140.

Tabelul 140. Coeficienți de utilizare k_k a construcțiilor compuse cu ramuri electrice paralele

Numărul ramurilor paralele	1	2	3-5
k_k	1,0	1,05	1,10

1801. Coeficienții de utilizare k_k ai lanțurilor de izolatoare de tip Λ și V cu ramuri într-un circuit trebuie stabiliți egali cu 1,0.

1802. Coeficienții de utilizare k_k ai construcțiilor compuse cu ramuri serie-paralele, constituite din izolatoare de același tip (lanțuri de izolatoare de tip $\curlyvee$ sau $\curlywedge$, coloane de suport cu mai multe ramuri paralele pe înălțime, precum și aparate cu întinderi ale stațiilor electrice), trebuie stabiliți egali cu 1,1.

1803. Coeficienții de utilizare k_i ai lanțurilor de izolatoare simple și ai coloanelor de suport singulare, constituite din izolatoare de diferite tipuri cu coeficienți de utilizare k_{i1} și k_{i2}, trebuie determinați în conformitate cu formula:

$$k = \frac{L_1 + L_2}{\frac{L_1}{k_{i1}} + \frac{L_2}{k_{i2}}},$$

unde L_1 și L_2 este lungimea căii de scurgere a segmentelor construcției din izolatoare de tipul corespunzător.

În mod similar, trebuie determinată valoarea k_i pentru construcțiile de tipul indicat, în cazul în care numărul de izolatoare de diferite tipuri este mai mare de două.

1804. Configurația izolatoarelor de suspensie pentru zonele cu diferite tipuri de poluanți trebuie selectată în conformitate cu tabelul 141.

Tabelul 141. Zonele recomandate de utilizare a izolatoarelor de suspensie de diferite configurații

Configurația izolatorului	Caracteristica zonelor de poluare
De tip capă-tijă cu suprafața inferioară cu nervuri ($L_i/D \leq 1,4$)	Zone cu GP 1 și 2 cu orice tip de poluanți
De tip capă-tijă cu suprafața netedă în semisferă sau con	Zone cu GP 1 și 2 cu orice tip de poluanți și zone cu poluanți industriali cu GP nu mai mare de 3
De tip capă-tijă de ceramică	Zone cu GP 4 în apropierea întreprinderilor de producere a cimentului

De tip tijă de ceramică ($L_i/h \leq 2,5$)	Zone cu GP 1, inclusiv cu trasee greu accesibile ale LEA
De tip capă-tijă cu două nervuri	Zone cu poluanți industriali (GP 2-4)
De tip tijă de ceramică de construcție specială ($L_i/h > 2,5$)	Zone cu GP 2-4 cu orice tip de poluanți. Zone cu trasee greu accesibile ale LEA (GP 2-3)
De tip tijă din polimeri	Zone cu GP 1-2 cu orice tip de poluanți, inclusiv cu trasee greu accesibile ale LEA
De tip tijă din polimeri de construcție specială	Zone cu GP 2-3 cu orice tip de poluanți, inclusiv cu trasee greu accesibile ale LEA
1) D − diametrul izolatorului de tip capă-tijă, cm; h − înălțimea părții izolante a izolatorului de tip tijă, cm; L_i − lungimea căii de scurgere, cm.	