

**POST DE TRANSFORMARE PREFABRICAT
IN ANVELOPA DE BETON SAU METALICA, CU
EXPLOATARE DIN EXTERIOR SAU DIN INTERIOR**

ProStrong

CARTEA TEHNICA

REVIZIA 03 / 2007

BACAU
Str. Republicii 166; cod: 600303
Telefon 0234 / 574344
Fax 0234 / 573548
e-mail : office@ perom.ro

1. PREZENTARE GENERALA

1.1 Obiect

Posturile de transformare prefabricate, in anvelopa termoizolanta din panouri sandwich (metalica) PTPA sau din beton PTPB, sunt posturi de distributie publica sau industriale, folosite in retelele de medie tensiune in bucla sau radiale fiind echipate cu transformatoare de putere cuprinse intre 40 si 2500kVA, cu tensiuni de 6; 10; 20kV.



Post de transformare ProStrong,
tip PTPA



Post de transformare ProStrong,
tip PTPB

1.2 Domeniul de utilizare

Posturile de transformare compacte in anvelopa de beton sau metalica, sunt utilizate in retelele electrice de distributie in cablu, urbane si rurale, publice sau industriale, santiere de constructii, exploatari miniere, irigatii in agricultura, etc.

1.3 Documente de referinta

Posturile de transformare in anvelopa de beton sau metalica satisfac cerintele urmatoarelor standarde si norme:

- | | |
|-------------------------|---|
| - SR EN 61330 / 2003 | Posturi de transformare prefabricate de MT/JT |
| - SF 115 / 1999 | Standardul de firma pentru PTP |
| - SR EN ISO 9001 / 2000 | Sisteme de management al calitatii |
| - IEC 76 / 93 | Transformatoare de putere, cap. 1; cap. 2 si cap. 5 |
| - STAS 1703 / 80 | Transformatoare de putere. Conditii tehnice generale de calitate. |
| - STAS 10381 / 76 | Transformatoare. Marimi caracteristice. Terminologie. |
| - STAS 440 / 90 | Transformatoare de putere in ulei. |

POST DE TRANSFORMARE PREFABRICAT IN ANVELOPA

- IEC 50(151) / 78 Dictionar International de Electrotehnica, cap. 151. Aparate electrice si magnetice.
- IEC 50(441) / 84 Dictionar International de Electrotehnica, cap. 441. Instalatii de comutatie, comanda si sigurante.
- IEC 60-1 / 89 Reglementari pentru incercari de inalta tensiune
- IEC 24B-1 / 88 Metode de verificare a rigiditatii dielectrice. Incercari la frecventa industriala.
- IEC 298 / 90 Intreruptoare in carcasa metalica, cu tensiuni nominale peste 1 kV si cel mult 52 kV c.a.
- IEC 265 / 1 - 83 Separatoare de sarcina pentru tensiuni mai mari de 1 kV si cel mult 52 kV.
- IEC 420 / 80 Combinatii separatoare-fuzibile si intreruptoare-fuzibile la inalta tensiune pentru c.a.
- SREN 60.439 / 1 Echipamente de comutatie si comanda de JT.
- IEC 466 / 87 Intreruptoare in carcasa izolanta cu tensiunea peste 1 kV si cel mult 38 kV c.a.
- IEC 694 / 80 Parti comune ale standardelor referitoare la intreruptoare de inalta tensiune si comanda lor.
- IEC 726 / 82 Transformatoare de putere uscate.
- IEC 1180-1 Metode de incercare de IT pentru instalatii de JT, cap.1.
- STAS 7222 / 90 Acoperiri metalice. Acoperiri de zinc si cadmiu.
- STAS 12604-4 / 89 Protectia impotriva electrocutarii. Instalatii electrice fixe. Proiectare, executie si verificare.
- IEC 529 / 89 Grade de protectie (IP) asigurate de carcasa.

1.4 Simbolizare

PTPA	PTPB	n	x	P	E	I	Actionare echipament din interior
							Actionare echipament din exterior
							Puterea transformatorului / oarelor
							Numarul transformatoarelor de putere
							Anvelopa din beton
Anvelopa termoizolanta din panouri sandwich (metalica)							

Mod de simbolizare, la comanda, unui post de transformare in anvelopa din metal:
ProStrong PTPA n x P – E / I (ProStrong PTPA 1 x 630 kVA - E)

1.5 Tipuri de amplasare a echipamentelor in postul de transformare

1.5.1 Tipuri de amplasare a echipamentelor in postul de transformare PTPA

Forma de amplasare	Nr. Compartimente	Nr. TRAFO	Tip acces la MT; JT	Descriere amplasare
Forma 1a	1	0	interior	punct de conexiune

Forma de amplasare	Nr. Compartimente	Nr. TRAFO	Tip acces la MT; JT	Descriere amplasare
Forma 2 a	2	1	interior	compartiment comun MT JT usa acces fata
Forma 3 a	2	1	interior	compartiment comun MT JT usa acces laterala
Forma 4 a	3	1	exterior	capat stinga MT - boxa trafo central - JT capat dreapta, usi duble acces pe capete
Forma 5 a	3	1	interior	capat stinga MT - boxa trafo central - JT capat dreapta, usi acces pe fata
Forma 6 a	3	1	exterior	MT si JT pe aceiasi laterala a boxei trafo
Forma 7 a	3	1	exterior	MT si JT spate in spate pe aceiasi laterala a boxei trafo
Forma 8 a	3	1	exterior	MT si JT amplasate in forma de L in jurul boxei trafo
Forma 9 a	3	2	interior	compartiment comun MT JT amplasat central, boxele trafo pe capete
Forma 10 a	4	2	exterior	compartimente MT JT spate in spate, central, boxele trafo pe capete

NOTE:

- ♦ Alegerea formei de amplasare se face tinind cont de cerintele aplicatiei si de numarul, tipul, si dimensiunea echipamentelor ce se vor monta;
- ♦ Dimensiunile cabinelor rezulta dupa alegerea echipamentelor tinind cont de normele de amplasare cf. cerinte furnizor echipamente si standard IEC 1330;
- ♦ Dimensiuni maxime pentru o cabina H x L x A mm = 2800 x 8580 x 2580 mm.
- ♦ Fundatia de beton prefabricat este sub forma de cuva compartimentata similar cu cabina, cu dimensiunile L si A mai mici cu 80 mm decit cabina, H standard 500 mm.
- ♦ Pentru vizualizarea formelor de amplasare accesati folderul:
- ProStrong - Desene amplasari in cabine aluminiu

1.5.2 Tipuri de amplasare a echipamentelor in postul de transformare PTPB

Forma de amplasare	Nr. Compartimente	Nr. TRAFO	Tip acces la MT; JT	Descriere amplasare
Forma 1b	2	1	exterior	compartiment comun MT JT usa acces laterala
Forma 2 b	3	1	exterior	capat stinga MT - boxa trafo

Forma de amplasare	Nr. Compartimente	Nr. TRAFO	Tip acces la MT; JT	Descriere amplasare
				central - JT capat dreapta, usi duble acces pe capete
Forma 3 b	3	1	exterior	MT si JT pe aceiasi laterala a boxei trafo
Forma 4 b	3	1	exterior	MT si JT amplasate in forma de L in jurul boxei trafo
Forma 5 b	3	2	interior	compartiment comun MT JT amplasat central, boxele trafo pe capete

NOTE :

- ◆ Alegerea formei de amplasare se face tinind cont de cerintele aplicatiei si de numarul, tipul, si dimensiunea echipamentelor ce se vor monta;
- ◆ Dimensiunile cabinelor rezulta dupa alegerea echipamentelor tinind cont de normele de amplasare cf. cerinte furnizor echipamente si standard IEC 1330;
- ◆ Dimensiuni maximale pentru o cabina H x L x A mm = 2600 x 6500 x 2350 mm.
- ◆ Pentru aplicatii speciale se pot realiza pe santier imbinari de cabine transportate separat
- ◆ Cabinele sint monobloc cu fundatia si acoperisul corp comun cu cabina, nedemontabile
- ◆ Pentru vizualizarea formelor de amplasare accesati folderul:
- ProStrong - Desene amplasari in cabine beton TRACI

1.6 Durata de viata

Durata normata de functionare (utilizare) este **de 30 de ani**.

2. CONDITII DE FUNCTIONARE

2.1 Conditii de functionare normale

2.1.1 Postul de transformare compact in anvelopa termoizolata functioneaza in urmatoarele conditii de mediu inconjurator:

a) Zona macroclimatica	N (I-III)
b) Categoria de exploatare	1
c) Conditii meteorologice in exterior	
Conform CEI 694:	
- temperatura maxima	+40°C
- temperatura minima	- 35°C
- viteza vantului (fara gheata) la h ≤ 10 m	34 m / s
- presiunea vantului	750 N / m²
- umiditatea relativa (la 20°C)	100%
- incarcare maxima pe acoperis	2500 N / mm²

d) Altitudinea maxima	1000 m
e) Conditii seismice	
- acceleratia la nivelul solului	0,5g
f) Categoria de incendiu	A
g) Gradul de rezistenta la foc	II
h) Conditii de izolatie	
- linia de fuga specifica – zona cu gr. II de poluare	≥ 25 mm / kV
- gradul de protectie al postului	IP 45

2.1.2. Anvelopa postului de transformare prefabricat a fost proiectata pentru functionare normala in exterior, conform IEC 694. Temperatura din interiorul anvelopei difera de temperatura mediului ambiant.

2.1.3. Echipamentul de comutatie si comanda de medie tensiune functioneaza in conditii normale de interior conform IEC 694.

2.1.4. Echipamentul de comutatie si comanda de joasa tensiune functioneaza in conditii normale de interior conform SREN 60.439 / 1.

2.1.5. Conditile normale de functionare ale transformatorului din interiorul anvelopei sunt determinate de conditiile locale ale mediului exterior si clasa anvelopei.

2.2 Conditii speciale de functionare

Daca postul de transformare compact este prevazut sa functioneze in alte conditii decat cele prevazute la punctul 2.1, sunt valabile urmatoarele:

2.2.1 Altitudine:

Pentru utilizarea echipamentelor de comutatie si comanda de medie tensiune la altitudini mai mari de 1000 m se va tine cont de IEC 694.

Pentru folosirea echipamentelor de comutatie si comanda de joasa tensiune la altitudini mai mari de 2000 m se va tine cont de SREN 60.439 / 1.

Pentru folosirea transformatorului la altitudini mai mari de 1000 m, se va tine cont de IEC 76-2 sau IEC 726.

2.2.2 Poluare:

La folosirea in mediu ambiant poluant, gradul de poluare pentru echipamente se stabileste dupa urmatoarele standarde:

-echipamente de comutatie si comanda de MT: IEC 694

-echipamente de comutatie si comanda de JT: IEC 664-1

-transformator: nu exista standard.

2.2.3 Temperatura:

In cazul posturilor de transformare compacte amplasate in locuri unde temperatura ambianta depaseste limitele de la punctul 2.1 se recomanda functionarea in urmatoarele conditii:

-temperaturi intre -50°C si -40°C : postul de transformare trebuie sa functioneze la o incarcare de cel putin 30%.

-temperaturi între +40°C și +50°C: încărcarea postului de transformare să nu depășească 80%.

3. DESCRIEREA PARTILOR COMPONENTE

Elementele componente ale unui post de transformare prefabricat ProStrong sunt:

- ◆ Anvelopa: fundație, cuva de reținere a uleiului, cabina;
- ◆ Echipamentul de medie tensiune;
- ◆ Transformatorul;
- ◆ Echipamentul de joasă tensiune.

Fiecare componentă corespunde propriului standard:

- Transformatorul conform IEC 76-1 sau IEC 726.
- Echipamentul de comutație și comanda de MT conform IEC 298 și IEC 466.
- Echipamentul de comutație și comanda de JT conform IEC 947-1 și SREN 60.439 / 1.

3.1 Echipamentul de medie tensiune (M. T.)

Partea de medie tensiune a posturilor de transformare compacte se realizează cu ajutorul următoarelor categorii de echipamente:

- echipamente de comutație capsulate, cu izolație în SF₆, în construcție compactă sau cu module extensibile;
- celule electrice de medie tensiune cu bare izolate în aer și echipamente de comutație cu izolație în SF₆ sau aer;
- echipamente de medie tensiune cu izolație în aer (cadru de siguranțe, separator de sarcină cu siguranță fuzibilă, etc.) montate direct în compartimentul de MT al postului compact;
- celule electrice de măsură cu gabarit redus cu izolație în aer;

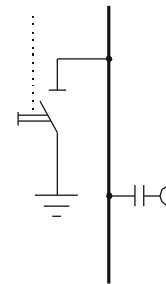
Echipamentul de medie tensiune poate fi format din mai multe unități funcționale (celule) în funcție de schema electrică solicitată de beneficiar:

Astfel se pot realiza scheme electrice cu următoarele unități funcționale:

- unitatea funcțională „sosiție directă“
- unitate funcțională „sosiție separator“
- unitate funcțională „separator – siguranțe fuzibile“
- unitate funcțională „întreruptor“
- unitate funcțională „măsură energiei electrice pe medie tensiune“
- echipamentele de comutație de MT utilizate pot fi de fabricație ABB, SCHNEIDER, F & G Moeller, Siemens

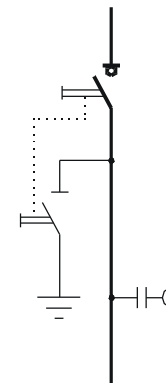
3.1.1 Descrierea functiei „**sosire directa**“ (celula de linie cu CLP sau cadre cu sigurante MT):

- legatura directa a retelei cu barele MT sau legatura directa, prin sigurante fuzibile, a retelei cu transformatorul de putere
- punerea la pamant si in scurtcircuit a extremitatilor cablului de sosire prin separator de punere la pamant
- alimentarea cu tensiune a barelor
- controlul starii tensiunii pe cablul de sosire (semnalizari defecte cablu)
- controlul concordantei fazelor
- controlul supratensiunii cu posibilitatea montarii la extremitatile cablului a descarcatoarelor cu oxid de zinc
- posibilitatea incercarii cu tensiune marita continua a cablurilor de energie



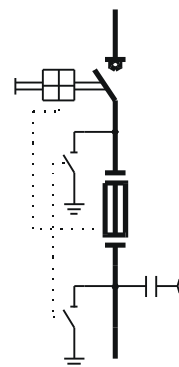
3.1.2 Descrierea functiei „**sosire separator**“ (celula de linie cu separator de sarcina sau separator de sarcina montat direct in compartimentul de MT):

- legatura printr-un separator de sarcina a retelei cu sistemul de bare, sau cu transformatorul, in cazul retelelor radiale
- manevre de inchidere si deschidere in gol sau sarcina
- punerea la pamant si scurtcircuit a extremitatilor cablului de sosire prin separator de punere la pamant
- alimentarea cu tensiune a barelor
- controlul prezentei tensiunii pe cablul de sosire si controlul concordantei fazelor
- detectarea si semnalizarea scurtcircuitelor mono si polifazate
- dispozitive de racord cablu la celula
- posibilitatea actionarii prin telecomanda
- posibilitatea de integrare in sistemul DMS/SCADA (semnalizari inchidere, deschidere, legat la pamant, actionare cu motor)



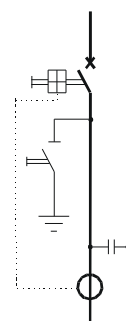
3.1.3 Descrierea functiei „separator-sigurante fuzibile“ (celula de transformator cu separator de sarcina echipata cu sigurante fuzibile sau separator de sarcina cu sigurante fuzibile montat direct in compartimentul de MT):

- realizeaza legatura dintre sistemul de bare si transformator sau intre retea si transformator in cazul echiparii cu separator de sarcina cu sigurante fuzibile montat direct in compartimentul de MT(rețele radiale)
- manevre de deschidere si inchidere in gol sau sarcina
- sigurantele fuzibile asociate asigura protectia rețelei de MT din aval impotriva scurtcircuitelor ce pot afecta circuitul derivat
- punerea la pamant si in scurtcircuit in aval si in amonte a fuzibilelor prin separator de punere la pamant
- controlul tensiunii in aval de fuzibil
- dispozitive de racord cablu in T la celule
- posibilitatea de integrare in sistemul DMS/SCADA



3.1.4 Descrierea functiei „intreruptor“ (celula de linie sau transformator cu intreruptor):

- manevre de inchidere si deschidere in gol sau in sarcina
- asigura ruperea curentilor de scurtcircuit si asigura protectia rețelei de MT din aval impotriva scurtcircuitelor ce pot afecta circuitul derivat
- punerea la pamant si in scurtcircuit a intreruptorului prin separator de punere la pamant
- controlul starii tensiunii
- dispozitive de racord cablu la celula
- posibilitatea de integrare in sistemul DMS/SCADA

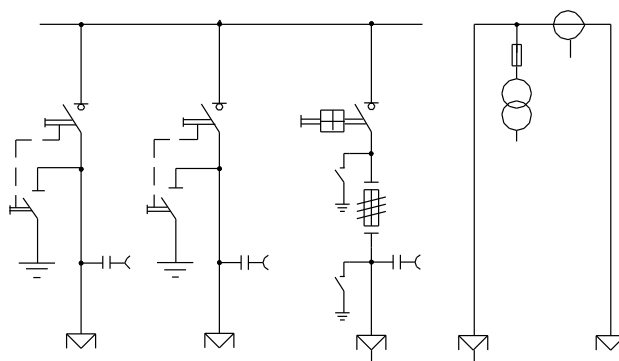


3.1.5 Descrierea functiei „masura energiei electrice pe MT“

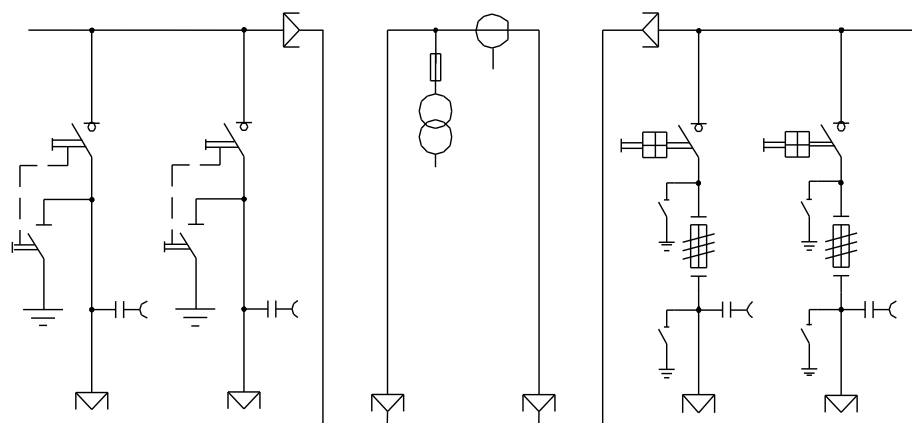
- asigura masura energiei electrice pe medie tensiune

Este realizata cu ajutorul unei celule electrice de masura cu izolatie in aer sau modul de masura (TT si TC) in configuratia celulei de transformator sau a celulei de cupla.

In cazul posturilor de transformare compacte cu un singur transformator celula de masura este conectata intre celula de transformator si transformatorul de putere. S-a adoptat aceasta solutie deoarece echipamentul de comutatie de medie tensiune este in constructie compacta, de tip RMU (fabr. SCHNEIDER, ABB, Moeller, AEG Alstom, Siemens etc.), neexistind posibilitatea conectarii intre celulele de linie si celula transformator, iar utilizarea celulelor extensibile este o solutie mai scumpa.



In cazul posturilor de transformare compacte cu doua transformatoare, celula de masura este conectata intre celulele de linie si cele doua celule trafo, prin celule de racord. Se pot utiliza celule compacte extensibile de tip SafePlus (ABB), GE....(F&G-Moeller), etc.



In ambele cazuri conexiunile se fac cu cabluri de medie tensiune prevazute la capete cu terminale speciale de interior.

Functia de masura pe partea de MT in cazul celulelor de tip modular poate fi realizata cu modul de masura tip M (configuratii ca la aplicatiile cu celule RMU) sau cu module incluse in celulele de transformator sau cupla.

SCHEMA	Descriere scheme masura MT
Mono 1	Mv - Tqc (trafo curent cu dubla infasurare, protectie si masura)
Mono 2	Mv - Tsfc (trafo curent masura)
Mono 3	Tqcv (trafo curent cu dubla infasurare, protectie si masura, si trafo tensiune)
Mono 4	Mcv (cu sau fara sigurante fuzibile la trafo tensiune)
Mono 5	Mscv (cu sau fara sigurante fuzibile la trafo tensiune)

NOTA :

- ♦ Pentru vizualizarea schemelor masura MT accesati folderul:

- ProStrong - Monofilare MT / monofilare_masura_MT

Echipamentele de comutatie de MT utilizate pot fi de fabricatie SCHNEIDER, ABB, Siemens, F&G-Moeller, AEG-Alstom.

Ele asigura functionarea corecta in conditiile de mediu si electrice cerute.

Echipamentele functioneaza fara vibratii si cu nivel de zgomot conform normativelor in vigoare (DIN 4563-5-T 30).

Separatoarele sunt prevazute cu cutite de punere la pamant. Separatoarele de sarcina au posibilitatea de actionare manuala si/sau electrica si vor avea trei pozitii: inchis, deschis si legat la pamant. Mediul de izolare este SF6. Echipamentul de comutatie primara a fost ales pe baza caracteristicilor electrice si mecanice corelat cu valoarea plafon a curentilor de scurtcircuit si cu circulatia de putere.

Intreruptorul are ca mediu de stingere a arcului vacuum sau SF6 si poate avea trei pozitii: inchis, deschis si legat la pamant. Este prevazut cu bobina de declansare pentru realizarea protectiei la suprasarcina, supratemperatura trafo. Mecanismul de actionare este prevazut cu posibilitatea de comanda manuala si/sau electrica, cu posibilitatea actionarii prin telecomanda.

Sunt prevazute interblocaje la :

- pozitia inchis si pozitia pus la pamant a separatoarelor care nu pot exista simultan
- interblocaje aferente compartimentelor sigurantelor
- capacele metalice ale compartimentului in care se conecteaza cablurile de distributie care pot fi demontate numai daca separatoarele de punere la pamant aferente acestora sunt in pozitia pus la pamant

Pentru asigurarea unei protectii totale a personalului de exploatare si impotriva unor manevre gresite sunt prevazute blocaje impotriva posibilitatii de atingere a partilor sub tensiune de catre personalul de exploatare. Echipamentul este perfect izolat astfel ca el sa nu prezinte pericol la atingere, prezentand securitate in exploatare si va asigura aparatul impotriva modificarilor mediului exterior. In caz de defect intern celula va fi autoprotejata, in caz de scurtcircuit (pe bare sau la capetele terminale) arcul electric si gazele fierbinti sunt dirijate prin sicane spre compartimentul transformatorului unde sunt decomprimate si racite.

Din punct de vedere al mentenantei, in conditii normale de exploatare, de mediu si in limitele performantelor, ansamblul elementelor componente ale RMU nu necesita nici o intretinere (nici o revizie, nici o ungere, nici o curatire, nici o schimbare de piesa cu titlu preventiv).

Mentenanata corectiva (depanarea) se va limita la:

- schimarea fuzibilelor
- schimbarea lampilor, indicatoarelor luminoase de prezenta tensiunii
- schimbarea totala sau partiala a unei comenzi cu alta

Furnizorul va preciza operatiile necesare schimbarii elementelor si repunerea in functiune.

3.2 Transformatorul de putere

Postul de transformare **ProStrong** este echipat cu unul sau doua transformatoare de putere cu ulei, tip etans sau uscat, cu 2 sau 3 infasurari.

Tensiune nominala : 6 – 10 – 20 / 0,4 KV

Gama de puteri :16, 25, 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500 kVA

Compartimentul poate fi dimensionat astfel incat sa permita echiparea cu transformatoare de aceeasi putere cu conservator (de fabricatie veche) care pot inlocui temporar sau definitiv transformatorul initial.

Transformatoarele cu ulei in cuva etansa sunt cu racire naturala, clasa F, avand patru roti pentru deplasarea bidirectionala, patru urechi de prindere, putand fi dotate cu termometru pentru controlul temperaturii uleiului sau cu un releu de protectie la suprasarcina sau defecte interne.

Protectia termica actioneaza automat si deconecteaza unitatea functionala trafo.

Sunt prevazute cu supapa de suprapresiune pentru a proteja cuva transformatorului de eventualele deformari datorate unor suprapresiuni accidentale.

Cuva trafo este vopsita in exterior cu vopsea rezistenta la apa si intemperii iar in interior cu vopsea speciala rezistenta la uleiuri minerale.

Transformatoarele de putere sunt insotite de cartea tehnica emisa de producator, in care sunt precizate conditiile de manevrare, transport, depozitare, montaj si punere in functiune, exploatare.

3.3 Tabloul de distributie de joasa tensiune

3.3.1 Tabloul de distributie de joasa tensiune se realizeaza conform schemei electrice monofilare si variantelor de echipare solicitate de beneficiar.

Fiecare tip de post compact admite, in functie de numarul de plecari o echipare maximala, conform schemelor din *Anexa*.

3.3.2 Intrarea in tabloul de joasa tensiune se realizeaza cu separator de sarcina cu sigurante, intreruptor automat fix sau debrosabil.

3.3.2.1 Separatoarele de sarcina sunt tripolare.

Se utilizeaza gabaritele 00, 1, 2, 3 si 4a.

Caracteristici tehnice:

-curentul nominal: 160A (gabaritul 00), 250A (gabaritul 1), 400A (gabaritul 2), 630A (gabaritul 3), 1250/1600A (gabaritul 4a)

-tensiunea nominala: 400V; 440V; 690V.

-tensiunea de impuls: 8 kV(val. de varf)

-curentul de scurtcircuit: 50 kAef

Manevrarea separatoarelor este brusca si independenta de operator. Asigura o dubla separare la deschidere:

3.3.2.2 Intreruptoarele automate sunt tripolare si pot fi fixe sau debrosabile (de fabricatie ABB, SCHNEIDER, AEG, MOELLER). Cele debrosabile asigura o separare vizibila a circuitului.

Caracteristici tehnice:

-curentul nominal: 125...4000 A

POST DE TRANSFORMARE PREFABRICAT IN ANVELOPA

- tensiunea nominala: 690Vc.a.
- capacitatea de rupere: intre 16kA si 100kA (in functie de gabaritul utilizat)
- protectii:
 - protectie la suprasarcina, reglaj (0,4 ... 1) x In
 - protectie la scurtcircuit, reglaj (1,5 ... 12) x In
 - echipare la cerere:
 - declansator de tensiune minima
 - unitate de protectie electronica
 - bobina de declansare
 - motor electric pentru actionare de la distanta (optional)
 - contacte auxiliare
 - conector circuite auxiliare (optional)

Dimensionarea intreruptorului automat in functie de puterea transformatorului este data de tabelul urmator:

Tabelul 3.3.2.2

Putere transformator kVA	16-63	100	160	250	400	630	800	1000	1600	2000	2500
Curent nominal intreruptor A	160	250	400	400	(800)630	1000	1250	1600	2500	2880	3600

3.3.3 Pentru plecarile de joasa tensiune se utilizeaza sigurante MPR in montaj fix sau sigurante tip separator in blocuri trifazate, constructie pe verticala montate direct pe bare de cupru. Sigurantele tip separator pot fi manevrate individual pe faze sau simultan. Patroanele utilizate sunt de tip MPR (cu valori conform schemei monofilare).

3.3.4 Tabloul de distributie de joasa tensiune poate fi echipat cu circuite de masura a energiei electrice.

Circuitele de masura se realizeaza cu:

- transformatoare de curent
- cleme pentru masura (circuitele de tensiune prevazute cu sigurante automate tripolare) montate intr-o cutie separata care poate fi sigilata.
- contor electronic sau cu inductie (optional)

3.3.5 Optional se pot instala:

- sistem de telegestiune
- sistem de teleconducere
- baterii de condensatoare pentru compensarea energiei reactive, in mai multe trepte, cu comanda manuala sau automata cu regulator automat.

3.4. Conexiuni, cabluri de legatura

Conexiunile la echipamente si aparate sunt astfel realizate incat sa suporte vibratiile de origine interna (transformator, compartiment MT, tablou JT) si cele de provenienta

externa in timpul transportului. Ele trebuie sa prezinte o buna rezistenta la solicitarile rezultate din manevrele de exploatare.

3.4.1 Racordurile de medie tensiune

Racordarea pe bornele celulelor de linie se face cu capete terminale cu adaptor izolat in T cu surub, 630A, 24 kV la celulele capsulate si cu capete terminale de interior la celulele cu izolatie in aer, montate direct in compartimentul MT.

Racordarea pe bornele celulei trafo se face cu capete terminale cu prize ambrosabile 250A, 24kV, capete terminale cu surub, 630 A (celule trafo cu intreruptor) sau capete terminale de interior 35-95 mm².

Racordarea pe bornele de medie tensiune ale transformatorului de putere se realizeaza cu:

- terminale de interior, 35-95 mm² , 24 kV cu suruburi, direct pe bornele de medie tensiune, in cazul izolatorilor inalti,
- terminale cu prize ambrosabile cu cot sau drepte 250A, 24kV, in cazul bornelor ambrosabile.

Cablul de legatura intre celula trafo si transformator este un cablu monofilar de medie tensiune, conductor de Cu sau Al ecranat, cu izolatie de polietilena reticulara, conform DIN VDE 0276.

3.4.2 Racordurile de joasa tensiune

Racordarea pe bornele de joasa tensiune ale transformatorului se realizeaza cu cleme speciale pentru trafo, de 120-300 mm² (M20, M30 sau M42).

Cablul de legatura intre transformator si tabloul de JT este realizat cu cablu monofilar de Cu cu izolatie de PVC, de 150 sau 240 mm².

Sectiunile utilizate si numarul de conductoare pe faza sunt urmatoarele:

Tabel 3.4.2

Putere trafo KVA	Sectiune conductor mm ²	Numar conductoare	
		Faza	Nul
160	150	1	1
250	240	1	1
400	150	2	1
630	240	2	1
800	240	3	2
1000	240	4	2
1600	240	6	3
2000	240	8	4
2500	240	9	5

3.4.3 Legaturile electrice in tabloul de joasa tensiune precum si sectiunile conductorilor utilizati sunt conform specificatiilor de echipament electric din proiectul de executie.

4. CARACTERISTICI TEHNICE NOMINALE

Caracteristicile nominale, conform IEC 1330, cap. 4, sunt specificate in tabelul 4.1.

POST DE TRANSFORMARE PREFABRICAT IN ANVELOPA

4.1 Caracteristicile tehnice ale posturilor de transformare compacte in anvelopa termoizolata din aluminiu tip ProStrong :

Tabel 4.1

Poz.	Caracteristici tehnice	Valori	Obs.
1.	Conditii normale de mediu: -temperatura minima a aerului -temperatura maxima a aerului -altitudinea maxima	-35°C +40°C 1000m	Vezi paragraful 2.1
2.	Tensiunea nominala a circuitelor de MT	24 kV; 12 kV; 7,2 kV	
3.	Tensiunea nominala a circuitelor de JT	400 V	
4.	Tensiunea nominala de tinere la frecventa industriala 50 Hz (1 min) a circuitelor principale de MT: Tensiunea nominala de tinere la unda de impuls de trasnet a circuitelor principala de MT:	50 kV 125 kV (val. de varf)	
5.	Tensiunea nominala de izolatie a circuitelor principale de JT	750 V	
6.	Tensiunea nominala de tinere la frecventa industriala 50 Hz (1 min.) a circuitelor principale de JT : -intre faza si pamint -intre faze	10 kV (val. de varf) 4 kV (val. de varf)	
7.	Tensiunea nominala de tinere unda de impuls a circuitelor principale de JT: -intre faza si pamint -intre faze	20 kV (val. de varf) 8 kV (val. de varf)	
8.	Tensiunea nominala de lucru a circuitelor auxiliare de JT: - circuite de iluminat local -circuite de protectie -alte echipamente	230 V 230 V 230 V si alte valori standardizate in functie de solicitari	
9.	Tensiunea nominala de izolatie a circuitelor auxiliare de JT: - circuite de iluminat local -circuite de protectie -alte echipamente	250 V 250 V 250 V	
10.	Tensiunea de tinere la frecventa industriala 50 Hz (1 min) a circuitelor auxiliare de JT:	1 kV	
11.	Frecventa nominala	50 Hz	
12.	Curentul nominal de serviciu continuu a circuitelor de MT: -pe circuitele de retea (sosire/plecare) -pe circuitul de alimentare trafo	400;630 A 200;400;630 A	
13.	Curentul nominal de serviciu continuu a circuitelor		- in

Poz.	Caracteristici tehnice	Valori	Obs.
	de JT: -circuitule de alimentare -circuitule de consumator pana la 2500 A -alte echipamente	pana la 4000 A 16 A	functie de puterea transformatorului
14.	Curentul limita termic nominal (de scurta durata 1s): -circuitule de MT -circuitule principale de JT -circuitule de legare la pamant	16 kA 40 kA 16 kA	
15.	Curent de stabilitate dinamica: -circuitule de MT	40kA	
16.	Arc electric liber :	16kA / 0,4s	
17.	Puterea aparenta nominala maxima a postului compact Puterea aparenta nominala a transformatorului:	2500 kVA 16, 25, 40, 50, 63, 100, 160, 250, 400, 630, 800, 1000, 1600, 2000, 2500 kVA	
18.	Clasa nominala a anvelopei	10 20	Sn ≤ 630 kVA Sn > 630 kVA
19.	Durata de viata utila	30 ani	
20.	Gradul de protectia al anvelopei	IP 45	
21.	Solicitari mecanice: -incarcarea acoperisului -presiunea vantului pe o placa perpendiculara pe directia vantului -nivelul seismic	2500 N/m ² 750 N/m ² 0,5 g	
22.	Nivel de zgomot admis	45,6 dB	

5. CARACTERISTICI CONSTRUCTIVE

Postul de transformare compact este proiectat in asa fel incat functionarea normala, supravegherea si intretinerea sa se faca in conditii de siguranta.

5.1 Legarea la pamant

5.1.1 Postul de transformare compact este prevazut cu o instalatie pentru legare la pamant ca mijloc principal de protectie impotriva tensiunilor de atingere si de pas. Valoarea prizei de pamant nu va depasi 4 Ω.

Postul de transformare are realizata centura interioara de impamantare din platbanda OLZn 40 x 5, la care sunt racordate urmatoarele elemente:

- partile metalice ale celulelor si elementelor de MT;
- cuva transformatorului de putere de MT/JT;
- nului transformatorului de putere de MT/JT;
- nului transformatoarelor de curent din circuitul de masura;
- ecranele metalice si armaturile cablurilor de MT;
- partile metalice ale tabloului de JT;
- anvelopa termoizolata cu pereti din aluminiu a postului de transformare prefabricat;
- alte elemente conductoare care nu fac parte din circuitele de lucru (ingradiri de protectie, usi de acces, suportii de fixare, etc)
- mantalele cablurilor de MT

Legarea partilor metalice ale celorlalte echipamente la centura de impamantare se face cu conductor de Cu, avand sectiunea de 50 mm². Densitatea de curent nu depaseste 200A/mm² la o durata de scurtcircuit de 1s.

Legarea partilor metalice ale celorlalte echipamente la centura de impamantare se face cu conductor de Cu cu sectiunea de 16 mm².

Legaturile interioare in postul trafo se executa prin suruburi.

Racordarea PTP la centura de impamantare exterioara se face prin intermediul a doua cutii montate pe peretii exteriori ai carcasei si care contin eclise pentru masurarea prizei de pamant.

5.2 Instalatii auxiliare

5.2.1 Iluminatul intern al postului de transformare este asigurat in toate compartimentele. Iluminatul se porneste prin limitatori de cursa, actionati in momentul deschiderii usilor de acces in compartimentul respectiv, sau manual.

5.2.2 Priza de 16A cu nul de protectie este instalata in compartimentul de joasa tensiune. Alimentarea celor doua circuite este asigurata printr-o siguranta automata monopolara de 16A.

5.2.3 Circuitele de comanda (tensiune auxiliara) sunt alimentate printr-o siguranta automata monopolara de 4A.

5.3 Placuta de date

Fiecare post de transformare compact este prevazut cu o placuta de date rezistenta mecanic si la intemperii, usor descifrabila pe care se trec urmatoarele (conform IEC 1330):

- denumirea fabricantului
- tipul si codul produsului
- seria si anul fabricatiei
- puterea si tensiunea nominala
- standardul de referinta

5.4 Gradul de protectie si protectia la scurtcircuit intern

5.4.1 Gradul de protectie

Se asigura protectia personalului impotriva atingerilor directe, impotriva patrunderii corpurilor straine si a apei.

Gradul de protectie al compartimentului trafo este IP 44 iar al compartimentelor de MT si JT este IP 54

5.4.2 Protectia impotriva scurtcircuitului intern

- Prin respectarea prevederilor standardului de produs sunt reduse la maximum posibilitatile de aparitie a unui defect (scurtcircuit) intern. Acestea pot aparea din cauza unor defecte de material, montaj necorespunzator pe santier, motive constructive, conditii de functionare speciale, manevre gresite.
- In cazul unui scurtcircuit in celula de medie tensiune sau la capetele terminale ale cablurilor, gazele fierbinti sunt dirijate prin sicane speciale spre compartimentul transformatorului unde sunt racite si decomprimate. Astfel gazele parasesc postul de transformare prin jaluzelele usilor si nu mai prezinta pericol pentru personalul de exploatare si nici pentru mediul inconjurator.
- Defectele interne ale transformatorului sunt eliminate de unitatea functionala separator-sigurantele fuzibile sau intrerupator (celula trafo).
- Defectele interne ale tabloului de joasa tensiune sunt eliminate de protectiile aparatului de JT.
- Pentru micșorarea probabilitatii de aparitie a scurtcircuitului intern sunt respectate masurile cuprinse in IEC 1330 (Anexa A tab. A1 si A2).

5.4.3 Protectia mediului inconjurator

Postul de transformare compact asigura protectia mediului:

- componentele sunt re folosibile si biodegradabile
- cuva transformatorului este rezistenta la ulei si umiditate
- poate fi amplasat chiar in zonele de colectare a apei potabile

Pentru protejarea ecosistemelor acvatice si terestre, s-au prevazut pardoseli rezistente la ulei, astfel incat sa se evite poluarea mediului la eventualele scurgeri de ulei din cuva trafo.

5.5 Anvelopa

5.5.1 Caracteristici generale

5.5.1.1 Forme constructive

Anvelopa postului de transformare compact este alcatuita din doua elemente prefabricate:

- fundatia;
- cabina propriu-zisa.

In conditii standard :

- a)Anvelopa din beton a postului de transformare este monobloc (fundatia si cabina propriu-zisa formeaza un corp solidar), iar transportul, postului de transformare la beneficiar, se efectueaza intr-o singura incarcatura;
- b)- Anvelopa metalica a postului de transformare este alcatuita din doua module: fundatia si cabina propriu-zisa, iar transportul, postului de

transformare, la beneficiar se efectueaza in 3 componente: fundatie, transformator, cabina cu tabloul de MT si JT.

- Optional fundatia poate fi turnata direct la locul de montaj, pe baza documentatiei primite de la executantul postului de transformare sau imputernicitul acestuia.

Accesul la echipamente se face prin intermediul usilor de acces care sunt dispuse in functie de compartimentarea anvelopei.

Anvelopa are trei compartimente distincte: compartimentul de medie tensiune, compartimentul transformatorului si compartimentul de joasa tensiune sau doua compartimente, in cazul posturilor cu exploatare din interior, caz in care aparatura de medie tensiune si de joasa tensiune se gasesc in acelasi compartiment.

Structura postului de transformare este calculata si realizata pentru a raspunde caracteristicilor nominale si constructive si pentru a preveni orice fel de deformare la transport si intretinere.

5.5.1.2 Etanseitatea

5.5.1.2.1 Fundatia este realizata din beton armat rezistent la apa, eliminandu-se infiltratiile din sol.

Eventualele scurgeri de lichid dielectric din transformator sunt retinute de cuva de retinere a fundatiei din beton care este acoperita cu vopsea rezistenta la produse petroliere.

Fundatia este prevazuta cu presetupe fixate in beton, cu mansoane termocontractabile pentru intrarea cablurilor de medie tensiune in post.

Etanseitatea iesirilor pe partea de joasa tensiune se asigura cu spuma poliuretana.

5.5.1.2.2. Etansarea peretilor fata de fundatie se realizeaza cu spuma poliuretana. Este asigurata etanseitatea acoperisului cu cauciuc siliconic. Acoperisul are o panta de cel putin 2% pentru a permite scurgerea apelor pluviale si nu permite acumularea de apa.

5.5.1.2.3 Prin masurile enumerate mai sus, se asigura:

- evitarea tuturor acumularilor de apa pe planseul inferior al cabinei
- evitarea tuturor infiltrarilor de apa prin peretii verticali
- evitare infiltrarii dielectricului lichid.

5.5.1.3 Designul exterior

Pentru a se incadra armonios in mediul inconjurator se pot realiza diferite vopsiri exterioare la culori cerute de beneficiar.

5.5.1.4 Caracteristicile betoanelor

Betonul utilizat pentru fundatie este beton armat rezistent la apa, calitatea BC35. Este dimensionat pentru un teren conventional cu presiunea admisibila de 20N/cm².

5.5.1.5 Caracteristicile metalelor

Componentele metalice utilizate la constructia anvelopei sunt : otel zincat, panouri termoizolante prefabricate OLTPAN, tabla de otel vopsita, tabla zincata sau aluminiu.

5.5.1.6 Caracteristicile altor materiale

Toate celelalte materiale folosite la constructia anvelopei corespund standardelor de fabricatie prescrise in documentatia de executie.

5.5.2. Comportarea la foc

Materialele folosite in structura anvelopei postului de transformare compact, indeplinesc conditiile minime de combustibilitate si rezistenta la foc, atat in interior cat si in exterior.

Materialele utilizate sunt:

- materiale neinflamabile: elemente prefabricate din beton, metal
- materiale sintetice, care au un comportament corespunzator materialelor de clasa M0 sau M1 (acestea au structuri de rezistenta din clasa de combustibilitate CO cu limita de rezistenta la foc minim 15 min.)
- materiale fara halogeni

Materialele electroizolante au clasa de ardere cel putin 3 (STAS 7137/88) si punct de inmuiere VICAT peste 130°C.

5.5.3. Conditii privind acoperirile de protectie

Acoperirile de protectie satisfac exploatarea in conditiile de mediu specificate la punctul 2.1.

Suprafetele exterioare, care se vopsesc, sunt conform normativelor STAS 8009-80, SR ISO 2409-94, SR ISO 2808-93 privind aspectul, aderenta si grosimea stratului.

Partile metalice supuse coroziunii sunt acoperite prin zincare la cald si vopsire satisfacand normativile STAS 7222-90, SR EN ISO 2819-96 si STAS 6854-90 privind aspectul, aderenta, grosimea si rezistenta la coroziune.

5.5.4. Conditii constructive pentru anvelopa

5.5.4.1 Fundatia este un element prefabricat si are trei compartimente distincte: medie tensiune, cuva transformatorului si joasa tensiune.

- Fundatia este din beton armat si contine cuva de retinere a uleiului si orificiile pentru trecerea cablurilor de M.T. si J.T.
- In locul fundatiei de beton se poate realiza o rama metalica si cuva de retinere a uleiului de transformator pentru posturile de transformare destinate organizariilor de santier sau pentru alimentari provizorii ale unor obiective. In aceste cazuri posturile de transformare pot fi transportate si montate in diverse locatii.

5.5.4.2 Cabina propriu-zisa cuprinde spatii distincte pentru echipamentul de medie tensiune, transformator si pentru tabloul de joasa tensiune. In cazul posturilor cu exploatare din interior, compartimentul de medie si de joasa tensiune este comun, permitand accesul la ambele categorii de echipamente. Intre echipamentul de medie si joasa tensiune exista un culoar de acces.

5.5.4.2.1 Cabina termoizolanta din panouri sandwich:

Pe fundatie este asezata o constructie metalica zincata la cald si vopsita care sustine peretii, usile si acoperisul;

Peretii sint construiti din panouri sandwich termoizolante, realizate din doua table metalice (din otel zincat la cald sau din Al) intre care exista o izolatia de spuma poliuretana rigida.

Acoperisul este din doua placi profilate din aluminiu care au intre ele izolatia de poliuretan.

5.5.4.2.2 Cabina din beton armat:

a) Cabina din beton armat in constructie monolitica:

Peretii sint construiti din beton de mare rezistenta aditivat cu substante fluidificante si impermeabilizante, pentru a elimina complet orice fel de infiltratii de apa.

Cabina este realizata din ciment Portland 525 cu materia inerta astfel selectionata incit sa se obtina o granulometrie optima atit din punct de vedere al rezistentei mecanice cit si din punct de vedere al gradului de finisare, materialul obtinut fiind perfect neted si fara goluri interne. Armatura este constituita dintr-o retea electrosudata cu sarcina de epuizare mai mare de 4400kg / cmp, la care se adauga o armatura suplimentara astfel incit sa garanteze sarcini de, 400kg / mp pentru acoperis si 500kg / mp pentru podea.

Acoperisul, nedemontabil, face corp comun cu cabina, este realizat dintr-o singura placa de beton armat vibrat cu o grosime egala cu 80 / 100mm. In vederea completarii si protejarii placii acoperisului, se realizeaza si o impermeabilizare a acestuia, cu ajutorul unui strat protector bituminos aplicat la cald, din poliester armat cu fibre de sticla intretesute.

b) Cabina din beton armat in constructie modulara:

Este realizata dintr-o constructie metalica zincata la cald care sustine peretii, usile si acoperisul;

Peretii sint din placi de beton prinse cu suruburi de confectia (rama) metalica. Designul peretilor poate fi: beton spalat, caramida aparenta sau o anumita culoare cu vopsea lavabila.

Acoperisul, este realizat dintr-o singura placa de beton armat vibrat cu o grosime egala cu 80 / 100mm. In vederea completarii si protejarii placii acoperisului, se realizeaza si o impermeabilizare a acestuia, cu ajutorul unui strat protector bituminos aplicat la cald, din poliester armat cu fibre de sticla intretesute.

Spatiul capetelor terminale de cablu comunica cu compartimentul trafo printr-un perete cu sicane asigurand astfel protectia personalului la eventualele scurtcircuite la celule sau la capetele terminale.

Cabina este prevazuta cu: usi de acces, usi cu elemente de ventilatie, intrari pentru cabluri, instalatie de legare la pamant.

Compartimentele trafo pot ingloba cate un transformator de tip etans in ulei sau uscat cu o putere de pana la 2 500 kVA.

Usile fac parte din cabina. In pozitie inchisa ele asigura gradul de protectie prescris pentru anvelopa. Usile se deschid catre exterior si sunt prevazute cu un dispozitiv de blocare (la 90° sau 180°) a pozitiei DESCHIS. Usile sunt izolate termic (pereti din panouri termoizolante prefabricate OLTPAN). Ele sunt echipate cu incuietoare utilizabile numai de beneficiar; acestea nu pot fi demontate din exterior. In cazul posturilor cu exploatare din exterior, usile compartimentului trafo(usile de aerisire) se pot deschide numai din compartimentul MT. In cazul posturilor cu exploatare din interior, usa compartimentului trafo este la fel ca si usa de acces in compartimentul MT-JT, cu incuietoare din exterior. Pe usi se monteaza placute cu inscriptii pentru atentionarea personalului.

5.5.5. Conditii pentru aerisire

Postul de transformare are ventilatie naturala care asigura racirea interiorului postului, astfel incat incalzirea unui transformator montat in interiorul postului trebuie sa nu depaseasca cu mai mult de 10°C valoarea incalzirii aceluiasi transformator montat in interiorul postului la transformatoare cu puteri pana la 630kVA si 20°C la transformatoare cu puteri mai mari (clasa de temperatura 10K, respectiv 20K).

Usile sunt prevazute cu elemente de ventilatie care asigura o ventilatie eficienta a spatiilor interioare si un grad de protectie global pe post de IP45.

Jaluzelele (aluminiu vopsit) de la usile compartimentului trafo asigura ventilatia naturala; ele nu permit patrunderea insectelor, a obiectelor mai mari de 1mm, precum si patrunderea zapezii. O plasa de sarma din inox acopera din interior jaluzelele.

La posturile cu exploatare din interior usa de acces este prevazuta in partea inferioara cu elemente de ventilatie(jaluzele). De asemenea peretii compartimentului transformatorului au ferestre de ventilatie cu jaluzele.

5.5.6. Conditii de accesibilitate pentru echipamente

Prin constructie, anvelopa postului de transformare compact asigura pentru operatiile curente de exploatare:

- accesul in compartimentul de cablu si la punctele de masura pe cablu, in vederea verificarii izolatiei.
- manevrarea aparatajului de MT si citirea schemei sinoptice
- manevrarea aparatajului de JT si citirea simbolurilor si a diferitelor informatii
- accesul pentru operatii de verificare si control
- accesul la operatiile de masurare a rezistentei prizei de pamant si la racordul la dispozitivele de punere la pamant
- accesul la detectoarele de defect

5.6 Conditii privind nivelul de zgomot

Postul de transformare nu polueaza fonic, nivelul acustic al vibratiilor trafo fiind sub 45,6 dBA.

5.7 Conditii privind fiabilitatea si mentenabilitatea

5.7.1 Postul de transformare compact are un grad de fiabilitate ridicat prezentand siguranta in exploatare. Indicatorii de fiabilitate se determina pe baza urmaririi in exploatare la beneficiar.

POST DE TRANSFORMARE PREFABRICAT IN ANVELOPA

5.7.2 Din punct de vedere al mentenantei, in conditii normale de exploatare, operatiile sunt limitate la verificarea starii racordurilor cablurilor de MT si JT, eventuala extensie a celulelor de MT si schimbarea unor elemente. Ansamblul elementelor componente ale RMU nu necesita nici o intretinere. Mentenata corectiva se va limita la: schimbarea fuzibilelor, schimbarea indicatoarelor, schimbarea totala sau partiala a unei comenzi cu alta.

5.7.3 Transformatorul de MT/JT, unitatea RMU, tabloul de distributie de JT, detectoarele de defect, sunt elemente interschimbabile standardizate si pot fi inlocuite cu alte echipamente echivalente.

6. INCERCARI DE TIP SI INDIVIDUALE

Tabelul 6.1

Nr. Crt.	Denumirea verificării	Condiția tehnică pct.	Metoda de verificare pct.	Felul verificării	
				de tip	De serie individuală
1	Verificarea rezistenței anvelopei postului de transformare la solicitările mecanice	2.1	4.1	X	-
2	Verificarea materialelor din care este confecționată anvelopa postului de transformare și acoperirile exterioare	2.2	4.2	X	X
3	Verificarea gradului de protecție	2.3	4.3	X	-
4	Verificări funcționale	2.4	4.4	X	X
5	Verificarea exactității legăturilor	2.5	4.5	X	X
6	Verificarea rezistenței de izolație pe circuitele de JT	2.6	4.6	X	X
7	Încercarea nivelului de izolație al circuitelor principale de MT și JT	2.7	4.7	X	-
8	Încercarea la rigiditatea dielectrică a circuitelor din echipamentul de JT	2.8	4.8	X	X
9	Încercarea încălzirii principalelor echipamente ale postului de transformare și stabilirea clasei anvelopei	2.9	4.9	X	-
10	Încercarea la curentul de stabilitate termică 1 sec și la curentul de stabilitate dinamică a circuitelor de punere la pământ	2.10	4.10	X	-
11	Încercarea la arc electric	2.11	4.11	X	-

NOTĂ: - "X" simbolizează faptul că verificarea (încercarea) se efectuează.

7. GARANTII

Termenul de garantie al postului de transformare este de 18 luni de la punerea in functiune, dar nu mai mult de 24 luni de la livrare.

8. DOCUMENTE DE LIVRARE

Produsul este insotit la livrare de urmatoarele documente:

- certificat de calitate si garantie
- declaratie de conformitate
- inventar de livrare
- carte tehnica
- cartile tehnice ale aparatajului primar si secundar