

TRANSMISIE & DISTRIBUȚIE

Transformatoare



Manual

Transformatoare cu rășină turnată tip Resiglas

Manual Transformatoare cu rășină turnată tip Resiglas		Nr 10T4-094239A Work out date: 18.11.02 Modification : 2 13.06.05 Valid from: 13.06.05 p: 2 din 10
--	--	---

Conținut

1. Informații generale.
2. Conformitatea cu standardele.
3. Documente aferente.
4. Condițiile amplasamentului.
5. Dimensionare și date tehnice.
6. Construcția și echipamentele.
7. Transportul.
8. Verificarea livrării.
9. Depozitarea.
10. Amplasarea transformatorului la locul de funcționare.
11. Asamblarea și punerea în funcțiune.
12. Operarea transformatorului .
13. Reclamații

Manual Transformatoare cu rășină turnată tip Resiglas		Nr 10T4-094239A Work out date: 18.11.02 Modification : 2 13.06.05 Valid from: 13.06.05 p: 3 din 10
--	---	---

1. Informații generale.

Subiectul acestui manual îl reprezintă principiile de funcționare a transformatoarelor trifazice, cu rășină turnată tip Resiglas. Aceste transformatoare sunt destinate pentru a funcționa în stații, în interior. Ele pot funcționa în toate sectoarele economice, unde nu există cerințe speciale privind condițiile de operare. Transformatoarele resiglas au un nivel mai scăzut de pierderi la funcționare fără sarcină și un nivel scăzut de zgomot.

Principiile de funcționare și directivele prezentate în această documentație trebuie respectate cu strictețe de către utilizatorii transformatoarelor. Nerespectarea acestor principii poate conduce la deteriorarea transformatorului, crearea unor situații periculoase pentru personalul de operare și duce la pierderea garanțiilor.

2. Conformitatea cu standardele.

Transformatoarele resiglas sunt proiectate, fabricate și testate conform cerințelor EN 60076-1÷60076-5, IEC 726 - "Transformatoare de tip uscat" și cerințelor standardului german VDE-0532.

La cererea clientului, transformatoarele pot fi fabricate și în conformitate cu alte standarde și cerințe.

3. Documente aferente.

Instalarea, punerea în funcțiune și operarea transformatoarelor trebuie efectuate în conformitate cu reglementările privind construcția și operarea echipamentelor electrice în vigoare în țara de instalare. Pentru transformatoarele instalate în Polonia au o relevanță deosebită următoarele reglementări și standarde:

- Decretul Ministerului Economiei din 17.09.1999 privind sănătatea și siguranța în funcționarea echipamentelor și instalațiilor energetice (Dziennik Ustaw 1999, nr 80, poz. 912).
- Legea energiei din 10.04.1997 (Dziennik Ustaw 1997, nr 54, poz. 348 inclusiv modificările ulterioare).
- Decretul Ministerului Economiei din 25.09.2000 privind condițiile detaliate de conectare a entităților la rețelele de energie electrică, vânzarea energiei electrice, prevederi privind serviciile de transmisie, operarea și exploatarea rețelilor, precum și standardele de calitate în asigurarea serviciilor pentru utilizatori. (Dziennik Ustaw 2000, nr 85, poz. 957).
- Protejarea rețelilor de energie electrică de supratensiuni. Instrucțiuni pentru reglementările privind construcția echipamentelor electrice. I.En. Warszawa 1999.
- Standardul PN-E-04700 "Echipamente și circuite electrice. Directive privind efectuarea testelor de recepție după instalare."

- raportul de teste al transformatorului împreună cu certificatul de garanție,
- prezentul manual,
- desenul de ansamblu al transformatorului, cu dimensiuni, dacă transformatorul diferă de tipurile din catalog,
- alte documente convenite în contract.

4. Condițiile de amplasare.

Transformatoarele resiglas sunt destinate a fi instalate în încăperi închise și ventilate, fără substanțe care distrug izolația și fără depuneri de praf excesive.

Aceste încăperi trebuie să îndeplinească următorii parametri:

- temperatura ambiantă maximă 40°C,
- temperatura ambiantă medie anuală 20°C,
- temperatura ambiantă minimă minus 25°C (clasa C),
- umiditatea relativă a aerului până la 90% (pentru 20°C),

Manual Transformatoare cu rășină turnată tip Resiglas		Nr 10T4-094239A Work out date: 18.11.02 Modification : 2 13.06.05 Valid from: 13.06.05 p: 4 din 10
--	--	---

- altitudinea amplasării

până la 1000 m peste nivelul mării.

Dacă transformatorul este echipat cu un capotaj pentru a fi instalat în exterior, el trebuie amplasat lângă perețele de nord sau de est al unui clădiri.

5. Dimensionare și date tehnice.

Transformatoarele resiglas sunt proiectate pentru gama de putere de la 63 kVA la 4000 kVA pentru ÎT 6.3 - 21 kV (tensiunea maximă a sistemului $U_m = 7.2 - 24$ kV).

Transformatoarele resiglas sunt proiectate fără carcasă (nivelul de protecție IP-00) sau cu carcasă (nivelul de protecție IP-23). În funcție de solicitările clientului, transformatoarele resiglas pot fi proiectate și cu următoarele niveluri de protecție :

- IP-20,
- IP-23 pentru utilizare în aer liber.

6. Construcția și echipamentele.

Miezul

Miezul transformatorului este fabricat din oțel de transformatoare laminat la rece, cu izolație ceramică. Jugurile miezului sunt presate de grinzi strânse cu șuruburi și piulițe.

Înfășurările

Înfășurările de înaltă tensiune sunt de tip stratificat și sunt realizate prin metoda bobinării umede. Ele constau din sârmă emailată clasa H și fâșii de rășini epoxidice așezate unele peste altele.

Înfășurările pentru tensiunea secundară sunt formate din benzi de aluminiu izolate cu material termodur. Bobinele de joasă tensiune pot fi realizate și din cupru, la cererea clientului.

Pe fiecare bobină de ÎT se află derivații din cupru, pentru reglarea tensiunii.

Reglarea tensiunii

Reglarea tensiunii se poate face numai când transformatorul nu se află sub tensiune. Reglarea tensiunii se face prin modificarea raportului de transformare, prin conectarea sau deconectarea de spire din înfășurarea de înaltă tensiune. Reglarea se realizează prin modificarea conexiunilor dintre trepte. Modul de legare este prezentat în diagrama transformatorului. Pentru transformatoarele cu carcasă plăcile cu terminale și treptele de derivație pot fi accesate numai după îndepărtarea capacului pe partea de înaltă tensiune.

Terminale și conexiuni

Barele de conexiune pentru tensiunea secundară sunt conduse spre partea superioară a transformatorului. Partea din bară care rămâne în afară, deasupra barei de nul, împreună cu orificiul (orificiile) formează terminalul pentru tensiunea secundară. Imaginea terminalului este prezentată în desenul de ansamblu, cu dimensiuni, al transformatorului. Terminalele pentru tensiunea secundară pot fi echipate cu conexiuni AL-CU permițând conectarea barelor sau cablurilor de AL sau CU.

Conexiunile de ÎT sunt legate la bare de cupru fixate cu izolatoare-bară. Partea din bară aflată deasupra izolatorului împreună cu un orificiu formează un terminal de ÎT. Desenul de ansamblu și dimensiuni prezintă dimensiunile acestor terminale.

Cadrul cu roțile

Transformatoarele sunt echipate cu un cadru cu roțile ajustabile. Acest lucru permite deplasarea transformatorului în două direcții perpendiculare. Terminalele de împământare sunt amplasate pe grinzile cadrului.

Dispozitive de ridicare

Fiecare transformator fără carcasă este echipat cu patru ochiuri destinate ridicării transformatorului cu o macara. La transformatoarele resiglas aceste ochiuri se prezintă sub forma unor orificii aflate în grinzile superioare.

Manual Transformatoare cu rășină turnată tip Resiglas		Nr 10T4-094239A Work out date: 18.11.02 Modification : 2 13.06.05 Valid from: 13.06.05 p: 5 din 10
--	--	---

Fiecare transformator cu carcasă standard IP-20 sau IP-23 este echipat cu două ochiuri de ridicare amplasate pe capacul carcasei.

Manual Transformatoare cu răcire turnată tip Resiglas		Nr 10T4-094239A Work out date: 18.11.02 Modification : 2 13.06.05 Valid from: 13.06.05 p: 6 din 10
--	---	---

Plăcuța de identificare

Fiecare transformator are o plăcuță de identificare care conține datele de dimensionare conform EN 60076-1

Carcasa standard cu grad de protecție IP-20 sau IP-23 .

Această carcasă este o structură fixată de transformator. Pereții separați, detașabili, cu mânere ergonomice, asigură un acces rapid și ușor spre interior. Prin deschiderile practicate în planșeu și grătarele din partea superioară a pereților laterali se realizează ventilația. In carcasa IP-20 se găsesc orificii de ventilație și în capacul carcasei. Transportul trebuie efectuat numai cu transformatorul aflat în interior. Înainte de transport, trebuie verificată prezența conexiunilor mecanice dintre clemele miezului transformatorului și rama capacului.

Metoda standard de conectare a transformatorului cu carcasă la rețeaua de alimentare și de debitare este legătura prin cabluri. Aceste cabluri sunt conduse prin deschiderile din fundul carcasei. Cablurile sunt fixate de sertare speciale aflate în interiorul carcasei, iar conductorii de cablu sunt conduși individual la terminalele transformatorului. La cererea clientului, transformatorul poate fi realizat cu conexiuni prin bare de cupru, cu intrări de cablu prin capac sau pereții laterali. In aceste cazuri traseele sunt indicate în desenul de ansamblu cu dimensiuni, care este anexă a contractului.

Carcasa specială cu nivel de protecție IP-20 sau IP-23 -tip “garaj” .

Această carcasă are o structură autoportantă. Pereții separați, detașabili, cu mânere ergonomice, asigură un acces rapid și ușor spre interior. Ventilația este asigurată prin grătarele aflate la partea inferioară și superioară a pereților laterali. Transportul carcasei trebuie efectuat fără transformator. La baza carcasei se află șine pentru deplasarea transformatorului.

Pentru alimentare sunt prevăzute conexiunile de ÎT pentru cabluri care pornesc de la bază, și care sunt fixate în interiorul carcasei. Conductorii pentru bara de JT trec prin capacul carcasei.

Echipament suplimentar – măsurarea temperaturii.

Transformatoarele resiglas sunt echipate cu 2 seturi de senzori de temperatură tip posistor cu releu de acționare pentru două praguri de temperatură:

- primul, setat pentru 140°C adică temperatura de alarmă, ceea ce înseamnă că s-a depășit temperatura nominală pentru izolație,
- al doilea, setat pentru 155 °C adică temperatura dincolo de care transformatorul trebuie oprit, deoarece continuarea funcționării ar duce la deteriorarea acestuia.

Documentația tehnică pentru releele de temperatură trebuie să fie anexată la prezenta documentație. Printr-o înțelegere corespunzătoare, transformatoarele pot fi echipate și cu alte tipuri de senzori de temperatură, de ex. PT100, precum și cu releu de acționare care indică temperatura curentă a înfășurării, sau cu termometru cu cadran.

Echipament suplimentar – ventilatoarele.

Transformatoarele pot fi echipate suplimentar cu un set de ventilatoare montate la partea inferioară a acestora. Ventilatoarele permit supraîncărcarea susținută a transformatoarelor cu până la 30% sau 40%. Setul de ventilatoare este comandat de un releu de acționare; ventilatoarele sunt pornite numai pe durata cât transformatoarele sunt în suprasarcină

Transformatoarele cu ventilatoare sunt echipate cu 3 seturi de senzori de temperatură:

- set I - 120°C temperatura pentru comanda ventilatoarelor,
- set II - 140°C temperatura de alarmă, ceea ce înseamnă că s-a depășit temperatura nominală pentru izolație,
- set III - 155°C temperatura dincolo de care transformatorul trebuie oprit, deoarece continuarea funcționării ar duce la deteriorarea acestuia.

Pentru transformatoarele cu ventilatoare de răcire, o diagramă pentru comanda ventilatorului este anexată la prezentul Manual (a se vedea anexele).

Manual Transformatoare cu răcire înă turnată tip Resiglas		Nr 10T4-094239A Work out date: 18.11.02 Modification : 2 13.06.05 Valid from: 13.06.05 p: 7 din 10
--	---	---

7. Transportul

Transformatoarele trebuie transportate complet asamblate. Transportul trebuie efectuat în mijloace de transport acoperite și trebuie să asigure protecția acestora împotriva deteriorării mecanice, murdăririi, inundării cu apă, acoperirii cu zăpadă. În timpul transportului transformatoarele trebuie asigurate împotriva alunecării, cu ajutorul grinzilor, penelor și curelelor de fixare.

În timpul transportului pe verticală - cu ajutorul unei macarale - trebuie folosite toate ochiurile de prindere ale transformatorului. Funiile și cârligele trebuie așezate în așa fel încât să nu producă daune transformatorului. Transformatoarele trebuie ridicate și coborâte lin, fără șocuri și zdruncinături.

Transformatoarele nu trebuie expuse aplecării bruște, zdruncinării, șocurilor și loviturilor.

Transformatorul se va deplasa pe propriile roți numai la locul de amplasare, pe distanțe scurte. Transformatorul trebuie tras cu ajutorul funiilor de cablu fixate de grinzile cadrului.

8. Verificarea livrării.

După livrare, clientul trebuie să efectueze o inspecție vizuală a transformatorului. Inspecția trebuie să aibă loc înainte de coborârea transformatorului de pe vehicul. Se va acorda o atenție deosebită următoarelor aspecte:

- deplasarea transformatorului din poziție în timpul transportului,
- deteriorarea înfășurărilor, conductorilor, izolatoarelor etc.,
- accesoriile trebuie să fie complete și fără deteriorări,
- suprafețele vopsite să fie intacte,

În caz de deteriorări, sau livrare incompletă, se va întocmi un raport oficial.

Transformatoarele trebuie transportate complet asamblate. Transportul trebuie efectuat în mijloace de transport acoperite și trebuie să asigure protecția acestora împotriva deteriorării mecanice, murdăririi, inundării cu apă, acoperirii cu zăpadă. În timpul transportului transformatoarele trebuie asigurate împotriva alunecării, cu ajutorul grinzilor, penelor și curelelor de fixare.

9. Depozitarea

Transformatoarele resiglas trebuie depozitate complet asamblate în încăperi uscate, asigurând protecția împotriva fenomenelor atmosferice, distrugerilor mecanice accidentale și accesului străinilor. Temperatura din deposit nu trebuie să fie mai scăzută de minus 10°C. Transformatoarele trebuie să fie protejate împotriva prafului și a murdăriei, de ex. prin acoperire cu prelate de pânză. Nu se recomandă folosirea foliei de plastic care produce condens și coroziune. Condițiile de depozitare trebuie verificate la intervale de 2 - 4 luni.

10. Amplasarea transformatoarelor la locul de funcționare

Reguli generale

Transformatoarele trebuie instalate în locuri destinate special și pregătite în acest scop, în conformitate cu reglementările actuale referitoare la construcția și exploatarea echipamentelor electrice. Transformatoarele trebuie instalate astfel încât personalul de întreținere să fie protejat împotriva șocurilor electrice, dar toate indicatoarele și comenzile să fie bine văzute de către personal.

Ventilarea încăperii

Încăperea în care se instalează transformatorul trebuie să aibă o ventilare corespunzătoare, astfel încât căldura produsă de transformator să nu încălzească încăperea până la o temperatură care să depășească condițiile specificate la punctul 4 al acestui manual. În majoritatea cazurilor grătarele de aerisire - intrare și ieșire - situate în pereții camerei transformatorului, asigură o ventilație corespunzătoare. În cazul unor dubii privind eficiența ventilației camerei, se va introduce ventilația forțată. Se va ține seama de faptul că, pentru o bună ventilare a camerei sunt necesari 180 m³/h aer pentru 1 kW de pierderi la transformator.

Manual Transformatoare cu rășină turnată tip Resiglas		Nr 10T4-094239A Work out date: 18.11.02 Modification : 2 13.06.05 Valid from: 13.06.05 p: 8 din 10
--	--	---

Grătarele de aerisire trebuie amplasate pe laturi opuse ale camerei. Grătarul de intrare trebuie amplasat la baza camerei, iar cel de ieșire la o înălțime cât mai maree. Suprafețele grătarelor pot fi calculate cu următoarele formule:

$$S1 = 0.18 \times \frac{P}{\sqrt{H}} \quad S2 = 1.1 \times S1$$

unde:

S1 suprafața grătarului de intrare [m2]

S2 suprafața grătarului de ieșire [m2]

P pierderile totale ale transformatorului (suma pierderilor de sarcină la 120°C și a pierderilor fără sarcină) [kW]

H diferența de înălțime între axele grătarelor (intrare și ieșire) [m]

se recomandă folosirea unor specialiști pentru rezolvarea problemelor de ventilație.

Amplasarea transformatorului (distanțe)

Transformatoarele trebuie amplasate la o distanță corespunzătoare față de pereții încăperii pentru a se asigura o bună izolație, o bună ventilație și spațiu liber pentru personal.

Pentru transformatoarele fără carcasă (IP-00) amplasate în camere electrice speciale distanța minimă între bobine, fire și alte părți “calde” și pereți sau elementele de împănțare trebuie să fie după cum urmează:

Nivelul izolației [kV]	Perete solid [mm]	Perete subțire [mm]
7.2	100	300
12.0	150	300
17.5	200	300
24.0	250	300

Aceste distanțe asigură și o bună ventilare. În plus, amplasarea transformatoarelor trebuie să faciliteze accesul personalului la terminalele transformatorului.

Înfășurările cu rășină turnată, în ciuda izolației capsulate și groase, nu trebuie să fie atinse când transformatorul este sub tensiune. Atingerea poate cauza șocuri electrice.

Transformatoarele aflate în carcase trebuie amplasate la o distanță corespunzătoare față de pereții încăperii pentru a se asigura o bună izolație, o bună ventilație și spațiu liber pentru personal.

. Pentru a se asigura o bună ventilație, distanța dintre pereții încăperii și carcasa cu grătare de ventilare va fi de minim 200 mm.

11. Asamblarea și punerea în funcțiune.

Teste înainte de punerea în funcțiune.

pentru a se verifica dacă transformatorul nu a fost deteriorat sau nu s-a umezit în timpul transportului și al depozitării, înainte de conectarea la bornele principale se vor efectua următoarele măsurători:

- măsurarea rezistenței izolației,
- măsurarea rezistenței înfășurărilor.

Măsurarea rezistenței izolației se va face pentru înfășurarea de ÎT și pentru cea de JT, folosindu-se o tensiune de inducție de până la 2500 V. Rezistența izolației măsurată la o temperatură de 20±5°C nu trebuie să fie mai mică de:

- 300 Mohm pentru izolația de înfășurării de ÎT,
- 20 Mohm pentru izolația de înfășurării de JT.

dacă cerințele de mai sus nu sunt respectate clientul trebuie să contacteze pe producător și împreună vor conveni procedurile ulterioare.

Măsurarea rezistenței înfășurărilor trebuie să verifice continuitatea circuitelor transformatorului, în special contactele conexiunilor diferitelor trepte. Măsurătorile se vor efectua cu un aparat pentru rezistențe de valoare mică, la toate treptele transformatorului.

Valorile măsurate ale rezistenței fiecărei faze a înfășurărilor transformatorului nu trebuie să difere una față de cealaltă și față de testul efectuat de fabricant cu mai mult de 5%.

Manual Transformatoare cu rășină turnată tip Resiglas		Nr 10T4-094239A Work out date: 18.11.02 Modification : 2 13.06.05 Valid from: 13.06.05 p: 9 din 10
--	--	---

Asamblarea transformatorului.

După așezarea la locul de instalare, transformatorul trebuie împământat, folosind pentru aceasta terminalul de împământare situat pe grinda transformatorului (transformatorul cu carcasă este echipat cu un terminal de împământare amplasat pe peretele lateral al carcasei). Conexiunea de împământare trebuie să fie sigură și protejată împotriva coroziunii, cu funcționare automată.

Apoi trebuie executate conexiunile de ÎT și JT. Acestea trebuie să fie , pe cât posibil, scurte și realizate în așa fel încât să nu exercite forțe de rupere asupra izolatoarelor-bară. Toate suprafețele conexiunilor trebuie curățate și lustruite înainte de înșurubare. Dacă se folosesc bare de AL , se vor monta plăci speciale de AL-CU între bare și terminalele transformatorului. Conexiunile trebuie strânse bine și protejate împotriva zgurificării. Cablurile de alimentare ale transformatoarelor resiglas trebuie fixate în sertare speciale de cablu aflate în carcasă. Terminalele și sertarele de cablu pot fi accesate după îndepărtarea capacului carcasei.

Transformatoarele trebuie protejate împotriva efectelor scurtcircuitelor și a suprasarcinii.

Conectarea transformatorului la rețea.

Înainte de conectarea transformatorului trebuie efectuate următoarele operații:

- a) se va verifica dacă transformatorul a fost asamblat corect, în conformitate cu documentația și în conformitate cu cerințele regulilor și regulamentelor menționate în prezentul manual, dacă accesoriile din circuitele exterioare au fost montate corespunzător și funcționează corect, dacă relele de protecție sunt corespunzătoare și funcționează corect,
- b) se vor efectua măsurători post-asamblare conform cerințelor PN-E-04700 = Az1 "Echipamente și circuite electrice. Directive privind efectuarea testelor de recepție post-asamblare",
- c) pentru un număr de transformatoare desemnate pentru funcționare în paralel, se va verifica dacă respectă condițiile pentru o astfel de funcționare,
- d) se va verifica dacă treptele transformatorului sunt fixate corespunzător.

După ce se verifică respectarea condițiilor de mai sus transformatorul poate fi racordat la rețea conform procedurilor aplicabile.

12. Operarea transformatorului

Transformatoarele resiglas pot fi operate în stații fără personal de deservire.

În timpul funcționării transformatoarele necesită inspecții vizuale, verificări și teste ale căror rezultate trebuie înregistrate conform unor proceduri stabilite e conducerea instalației care exploatează transformatorul. Inspecția vizuală a transformatorului trebuie efectuată cel puțin o dată la șase luni, iar o verificare periodică se va face cel puțin o dată pe an.

Inspecțiile vizuale nu necesită scoaterea de sub tensiune. În timpul inspecțiilor vizuale se vor verifica următoarele:

- indicațiile aparatelor de măsură,
- starea auxiliarelor,
- nivelul de zgomot în timpul funcționării,
- temperatura înfășurărilor, dacă transformatorul este echipat cu un termometru,
- starea izolatoarelor și a conexiunilor terminalelor.

Verificările periodice se efectuează după scoaterea transformatorului de sub tensiune. În timpul verificării se vor efectua următoarele operații:

- o inspecție vizuală atentă a înfășurărilor, a instalațiilor electrice și a auxiliarelor,
- îndepărtarea prafului. Înfășurările pot fi curățate cu un aspirator sau cu aer comprimat. Elementele de conexiune, derivațiile pentru trepte, terminalele, izolatoarele trebuie curățate cu o perie sau șterse cu o cârpă uscată,
- măsurarea rezistenței izolației înfășurărilor,
- verificarea funcționării releelor de protecție,
- verificarea funcționării echipamentelor auxiliare,
- verificarea strângerii corespunzătoare a șuruburilor tuturor terminalelor și conexiunilor.

Manual Transformatoare cu rășină turnată tip Resiglas		Nr 10T4-094239A Work out date: 18.11.02 Modification : 2 13.06.05 Valid from: 13.06.05 p: 10 din 10
--	---	--

Transformatoare cu capotaj special pentru folosire în exterior.

Transformatoarele cu capotaj special pentru folosire în exterior trebuie supuse tuturor inspecțiilor, verificărilor și testelor descrise mai sus și, în plus, următoarele:

În timpul iernii, înainte de pornirea transformatorului, se va verifica dacă este zăpadă în interiorul capotajului. În caz afirmativ, se va îndepărta.

13. Reclamații

În caz că transformatorul prezintă defecțiuni în timpul perioadei de garanție producătorul trebuie avizat imediat și trebuie prezentate următoarele documente:

- protocolul de teste și măsurători efectuate înainte de racordarea transformatorului la rețea,
- certificatul de garanție al transformatorului,
- o descriere a defecțiunii.

Nu se va efectua nici o reparație până la sosirea reprezentantului fabricantului sau până când fabricantul nu a autorizat pe client să efectueze reparații minore.