

**METODE DE TESTAREA ÎN C.C. A
ECHIPAMENTELOR ELECTRICE**

**FACTORUL DE PUTERE ȘI
FACTORUL DE DISIPARE**

Introducere

Determină dacă echipamentele noi pot fi puse în funcțiune sau dacă cele instalate necesită mentenanță sau înlocuire

Determină nivelul de deteriorare al echipamentului comparativ cu testarea anterioară

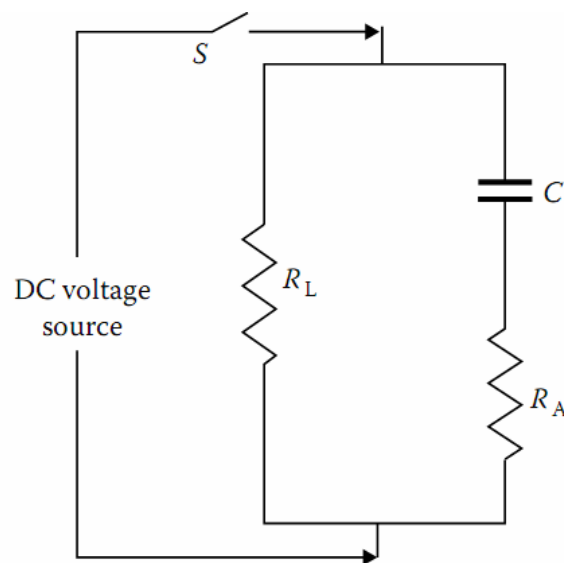
Metodele de testare în c.c. se aplică pentru transformatoare, lichide de izolație, cablu, echipamente de conectare și protecție, motoare și generatoare

Echipamentul de testare trebuie păstrat în condiții bune și calibrat la intervale regulate de timp



Testarea izolațiilor

La aplicarea unei tensiuni continue pe o izolație apare un curent de valoare mare pentru o durată scurtă de timp



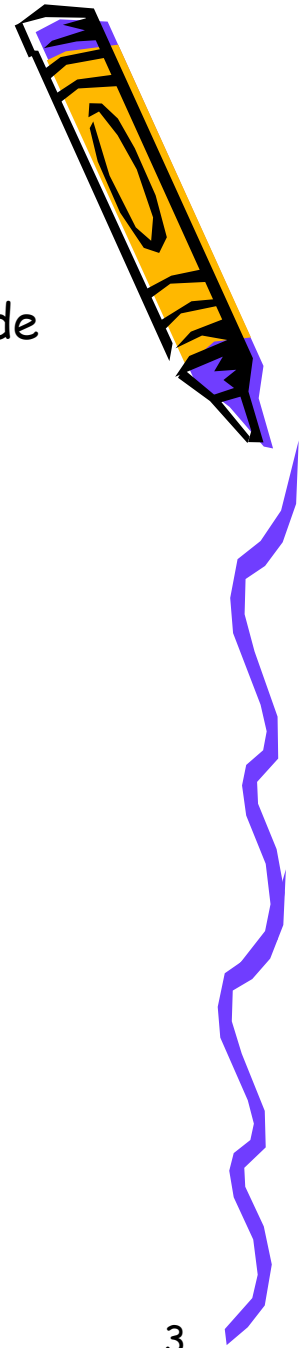
- ✓ Curent de încărcare capacitivă
- ✓ Curentul absorbit de dielectric
- ✓ Scăpări de suprafață
- ✓ Curent de descărcare parțială (coronă)
- ✓ Curent de scăpări în volumul izolației



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 6

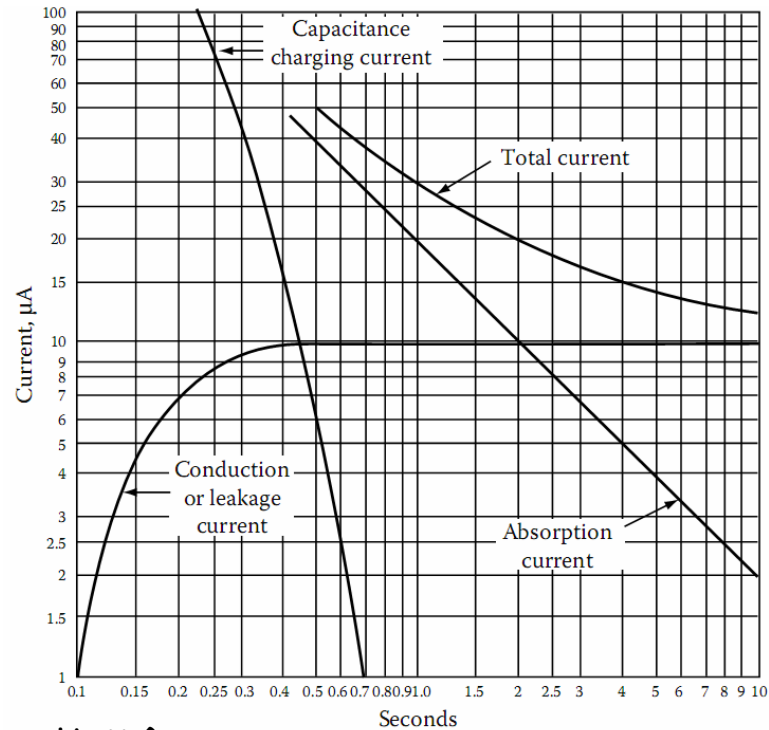
3



Testarea izolațiilor

Avantaje ale testării în c.c.

- ✓ Echipamente cu capacitate mare
- ✓ Efect negativ mai mic față de c.a.
- ✓ Testul poate fi oprit oricând
- ✓ Datele pot fi stocate
- ✓ Echipamentul e mai ușor



Dezavantaje ale testării în c.c.

- ✓ Distribuția forțelor e diferită
- ✓ Timpul necesar pentru teste e mai mare
- ✓ Unele defecte pot fi observate doar în c.a.
- ✓ Echipamentul trebuie descărcat după testare
- ✓ Testarea izolației nu este uniformă



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 6

Metode de testare în c.c.

Testarea rezistenței izolației

Valorile măsurate depind de temperatură, umiditate sau alți factori

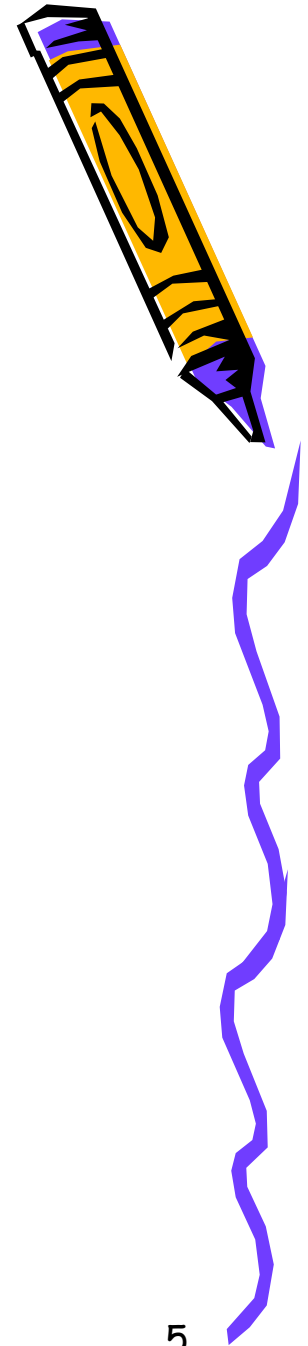
Pot fi utilizate 4 tipuri de testare

- ✓ Măsurători de scurtă durată
- ✓ Variația în timp a rezistenței, la intervale scurte de timp

Rezistența la 60 sec

Rezistența la 30 sec

- ✓ Indicele de polarizare
- ✓ Creșterea în trepte a tensiunii



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 6

5

Metode de testare în c.c.

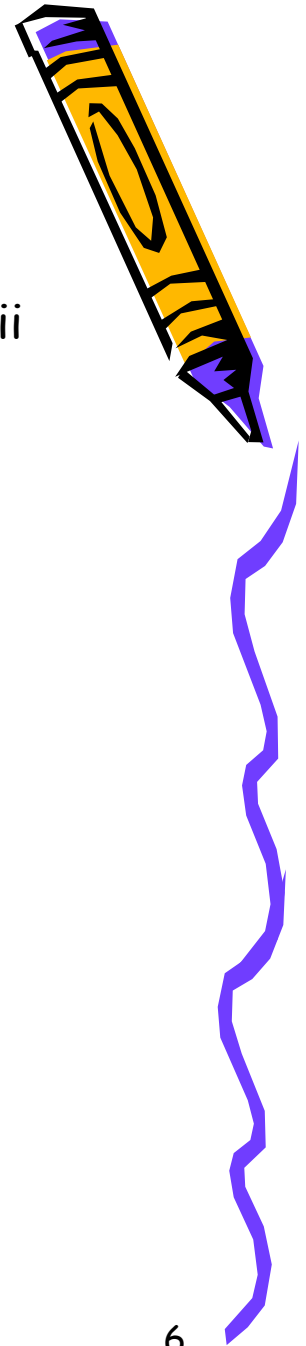
Testarea la înaltă tensiune

Pe izolație se aplică o tensiune mai mare decât vârful tensiunii alternative

Tensiunea se aplică în trepte la 60-90 secunde, iar tensiunea maximă e păstrată pentru 5 minute

Testele de mentenanță se fac la 75% din tensiunea maximă sau la 60% din tensiunea de testare în fabrică

Testul de absorbție al dielectricului se face la tensiuni mai mari decât cele normale de testare, pe durate extinse de timp cu măsurători periodice



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 6

6

Testarea transformatoarelor

Teste ale izolației solide sau a fluidelor de izolație, în general teste nedistructive

Măsurarea rezistenței izolației

Teste la tensiunea nominală sau mai valori mai mari

În general se consideră valori acceptabile rezistențe egale sau mai mari de $1\text{M}\Omega$ per $1000\text{ V} + 1\text{ M}\Omega$

- ✓ Cuvă și miezul transformatorului sunt legate la pământare
- ✓ Toți conectorii sunt desfăcuți
- ✓ Înfășurările de ÎT și cele de JT sunt conectate respectiv împreună
- ✓ Megohmetrul mai mare de $20.000\text{ M}\Omega$
- ✓ Rezistența înfășurărilor e măsurată
- ✓ Măsurătorile se fac pe o durată de 1 minut



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 6

7

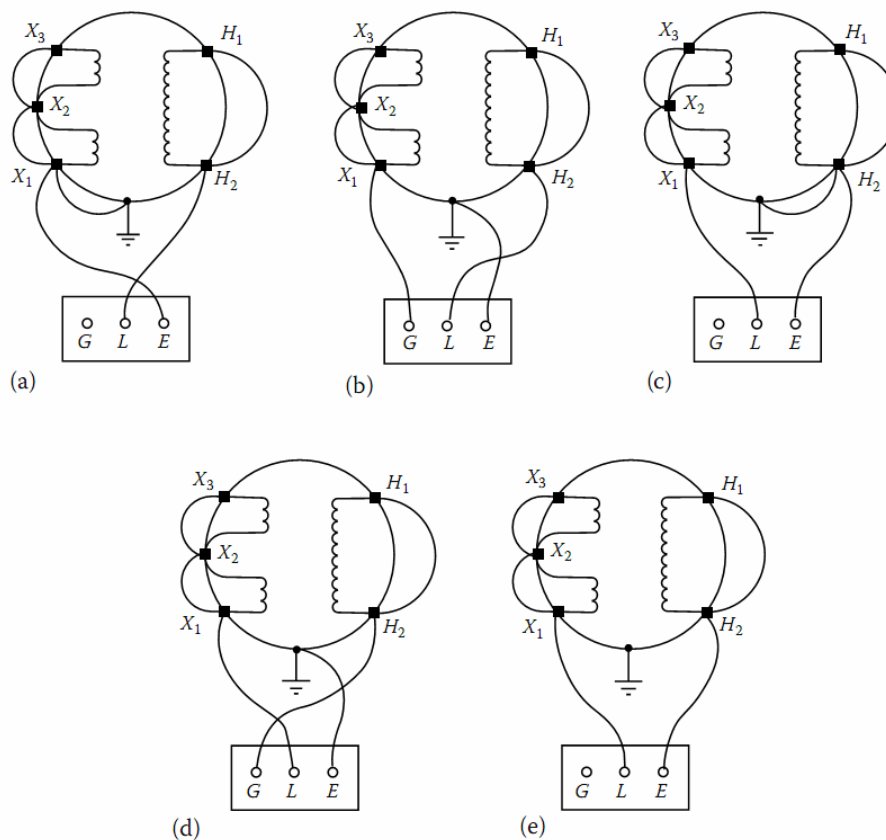


Testarea transformatoarelor

Măsurarea rezistenței izolației

Se fac următoarele măsurători:

- ✓ ÎT la JT și pământare
- ✓ ÎT la pământare
- ✓ JT la ÎT și pământare
- ✓ JT la pământare
- ✓ ÎT la JT



2010-2011

Testarea transformatoarelor

Testarea gradului de absorbție al dielectricului

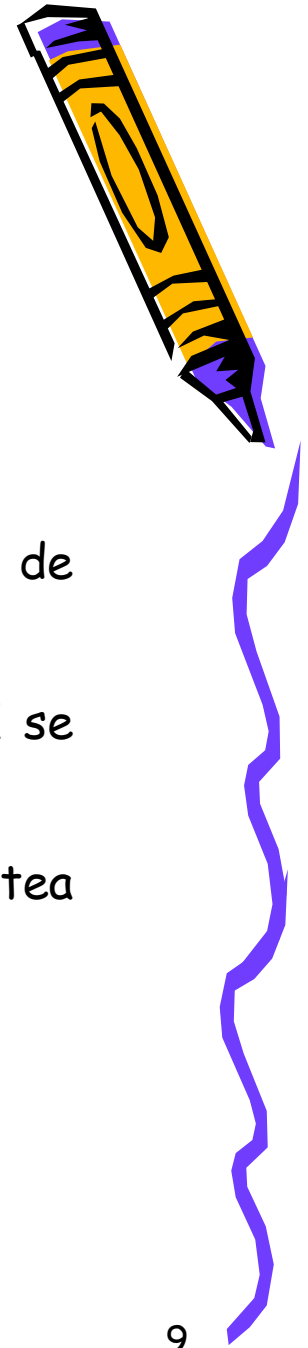
Testare la înaltă tensiune (continuă)

Se efectuează la punerea în funcțiune și după reparații

Poate fi utilizată o creștere succesivă a tensiunii, în cazul apariției de valori anormale testul e oprit pentru a nu distruge înfășurarea

În cazul transformatoarelor scufundate în ulei tensiunea aplicată se distribuie în mod diferit pe componentele dielectricului (25%-75%)

Înainte de efectuarea testului se are în vedere posibilitatea defectării echipamentului



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 6

9

Testarea cablurilor și a accesoriilor

Se urmărește degradarea cablurilor în timp, testare după instalare sau reparații și pentru verificarea conexiunilor

Măsurarea rezistenței izolației

Se urmărește o procedură standard

Testele trebuie refăcute periodic și comparate cu valori obținute anterior

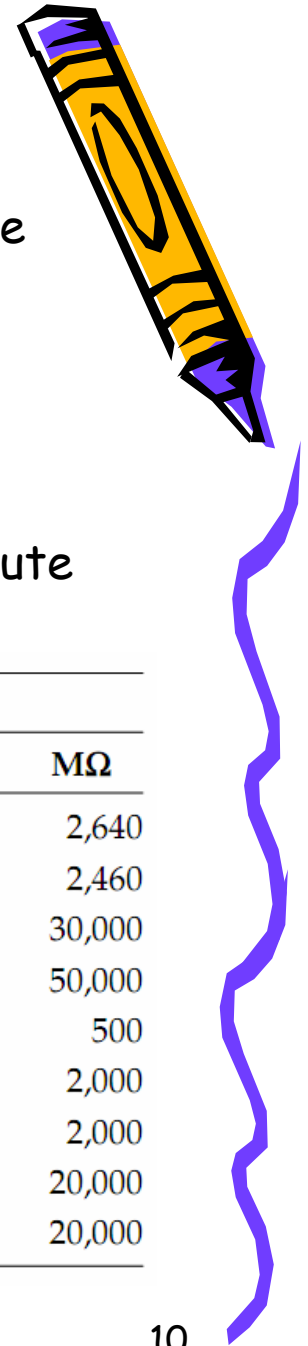
Există valori minime ale rezistenței izolației recomandate pentru diferite tipuri de cabluri și conductoare

Minimum Values of K at 60°F/1000 ft

Insulation Type	MΩ
Impregnated paper	2,640
Varnished cambric	2,460
Composite polyethylene	30,000
Polyethylene (thermoplastic)	50,000
Polyvinyl chloride 60°C	500
Polyvinyl chloride 75°C	2,000
Synthetic rubber	2,000
EP insulation	20,000
Cross-linked polyethylene (XLPE)	20,000



2010-2011





Testarea cablurilor și a accesoriilor

Testarea la supra-tensiune

Folosit pe scară largă în trecut, pot provoca defecte majore ale izolației

Se utilizează pentru condițiile cablului la tensiune nominală sau mai mare sau poate anticipa defecte potențiale

În lipsa altor standarde se alege o tensiune de testare sub 60% din tensiunea de testare în fabrică și mai mare decât cea de funcționare în c.a.

Dacă nu se deconectează cablul testat se alege o tensiune mai mică decât cea mai mică tensiune de lucru a echipamentelor conectate



Testarea cablurilor și a accesoriilor

Variația curenților de scăpări în funcție de tensiune

Tensiunea e mărită treptat, cu pauze între trepte pentru ca fenomenele tranzitorii să nu afecteze măsurătorile

Variația curenților trebuie să fie liniară, orice neliniaritate avertizând asupra unui defect

Creșterea tensiunii peste acest punct creșterea curentului va fi pronunțată și cablul se va defecta

Curentul de scăpări se poate calcula cu:

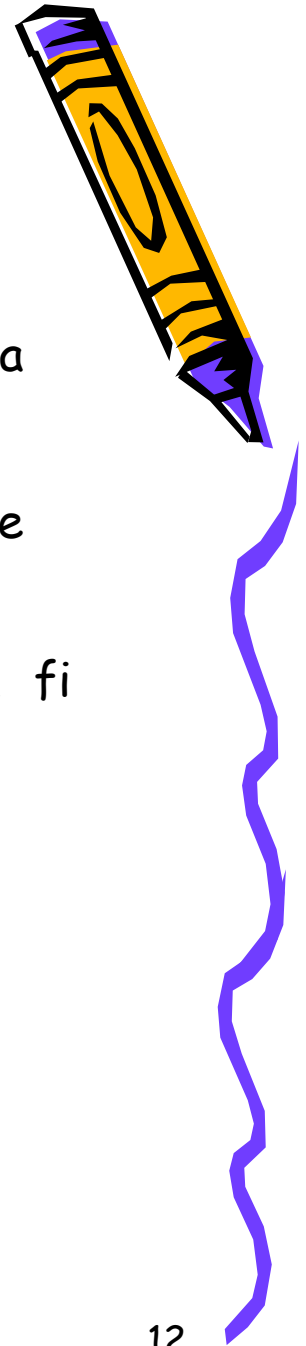
$$I_c = \frac{U}{K \cdot \log_{10}(D/d)}$$



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 6

12



Testarea cablurilor și a accesoriilor

Variația curenților de scăpări în funcție de timp

Ultima treaptă de la testul anterior e păstrată 5 min

Test de supratensiune "GO - NO GO"

Ultima treaptă de la testul anterior e păstrată 5 min

Proceduri de testare la supratensiuni în c.c.

Se urmărește o succesiune a operațiilor pentru a garanta rezultate corecte și pentru a respecta normele de protecție a muncii în această situație



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 6

13

Testarea echipamentelor de comutare

Testarea rezistenței izolației

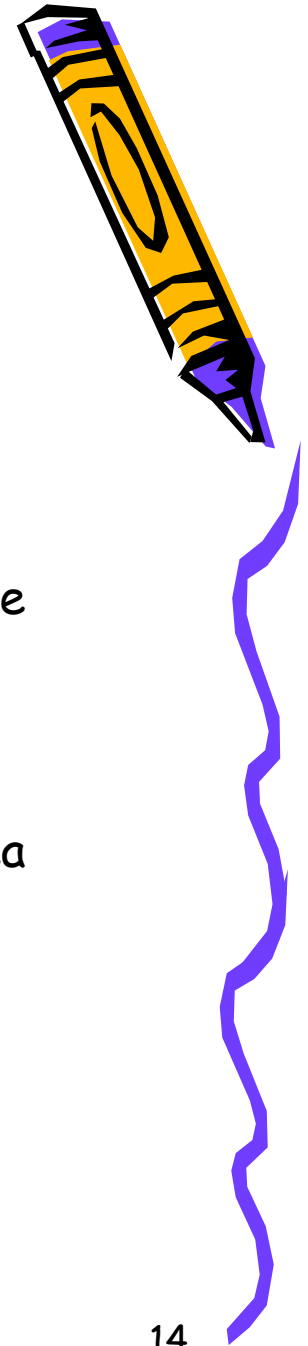
Se recomandă ca echipamentul testat să fie deconectat din rețea

Testarea la supratensiune

Testarea în c.c. nu produce solicitări celor în c.a. la care sunt supuse echipamentele în mod normal

Testarea rezistenței de contact

Datorită apariției dese de arcuri electrice apare coroziunea materialelor și scade capacitatea de comutare





Testarea motoarelor și generatoarelor

Izolațiile mașinilor electrice sunt supuse la solicitări mecanice, electrice și electrice, fiabilitatea mașinii depinzând de starea izolației

Se regăsesc izolații pe înfășurările statorice și rotorice, colector, perii, inele colectoare, ax, miezuri magnetice, etc.

Testarea rezistenței izolației

Se referă la determinarea izolației înfășurării rotorice de excitație, a înfășurării statorice sau a întregului sistem față de pământare

Se măsoară rezistența izolației între faze și miezul magnetic, între 2 faze vecine și între faze și pământare



Testarea motoarelor și generatoarelor

Testarea la supratensiune

Se utilizează după reparații sau ca mentenanță de rutină

Determinarea variației curentului de scăpări cu tensiunea

Tensiunea e crescută în trepte, se termină curentul de scăpări

Determinarea variației curentului de scăpări în timp

Permite separarea curentului de absorbție din curentul total de scăpări

Valorile măsurate sunt reprezentate grafic și se determină componenta de conducție a curentului de scăpări și rata de absorbție



Testarea paratrăsnetelor

Constă în determinarea rezistenței izolației

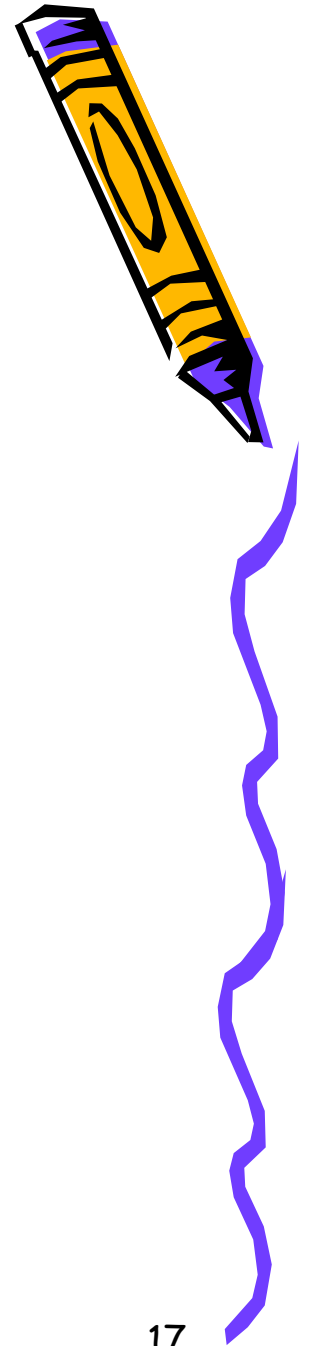
- ✓ Se alimentează un terminal cu tensiune continuă, valorile măsurate ale rezistenței se compară cu rezultate anterioare
- ✓ Pentru testarea la supratensiuni se alimentează cu o tensiune egală $1,7 \times$ tensiunea nominală
- ✓ Măsurătorile se pot efectua în timpul funcționării normale

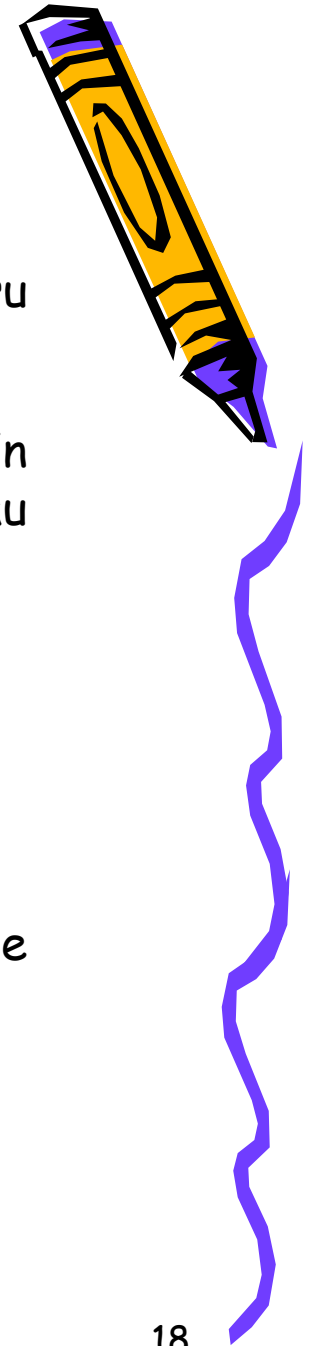


2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 6

17





Testarea condensatoarelor

Există mai multe teste pentru condensatoarele utilizate pentru compensarea factorului de putere

La punerea în funcțiune a condensatoarelor noi se verifică prin alimentarea la borne cu 75% din tensiunea de testare în fabrică sau între carcasă și bornele legate împreună

După efectuarea de reparații se pot efectua o serie de teste:

- ✓ Determinarea capacității pentru detectarea de scc
- ✓ Măsurarea izolației față de carcasă
- ✓ Determinarea dezechilibrelor între faze în cazul bateriilor de condensatoare în conexiune "Y"





Evaluarea datelor măsurate

Pe baza valorii măsurate a rezistenței izolației se poate hotărî utilizarea în continuare a echipamentului, planificarea pentru înlocuirea sau revizie sau scoaterea din funcțiune până la efectuarea reparațiilor necesare

Se vor urmări următoarele aspecte:

- ✓ Valoarea minimă acceptată a rezistenței să fie în plaja de valori recomandată de producător
- ✓ Compararea valorilor cu cele măsurate anterior la punerea în funcțiune sau după reparațiile anterioare
- ✓ Compararea valorilor cu cele măsurate la echipamente similare



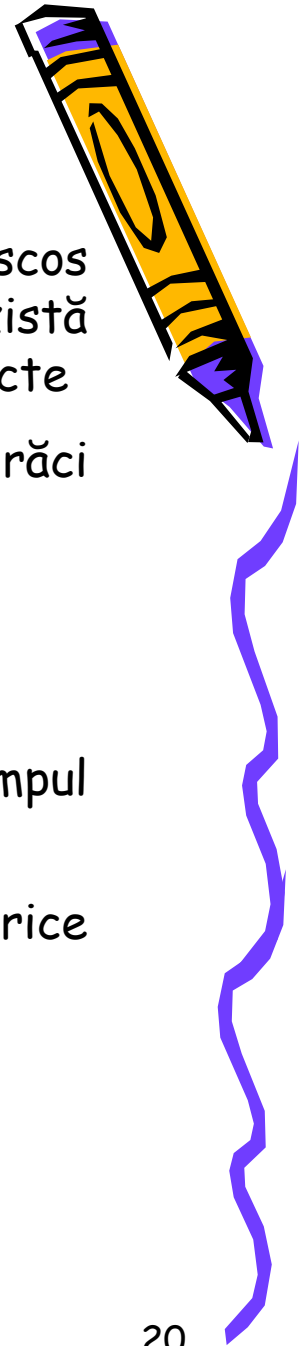
2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 6

19

Precauții pentru testele în c.c.

- ✓ Testele de supratensiune se pot efectua când echipamentul e scos din funcțiune pentru câteva ore, dar trebuie planificate când există suficient timp pentru determinarea și remedierea eventualelor defecte
- ✓ Scoaterea de sub tensiune se face din timp pentru a răci echipamentul
- ✓ Izolația se curăță înainte de testare
- ✓ După testarea echipamentele se descarcă prin punere la pământ
- ✓ Capetele echipamentelor testate trebuie să fie izolate în timpul efectuării testelor
- ✓ Se recomandă testarea separată a fazelor în cazul mașinilor electrice de puteri mari și punerea la pământ a fazelor care nu sunt testate



Metode de testarea în c.a.

Teste care se efectuează pentru a determina dacă echipamentele au fost puse în funcțiune corespunzător, dacă sunt necesare reparații și pentru a determina gradul de deteriorare al echipamentelor testate

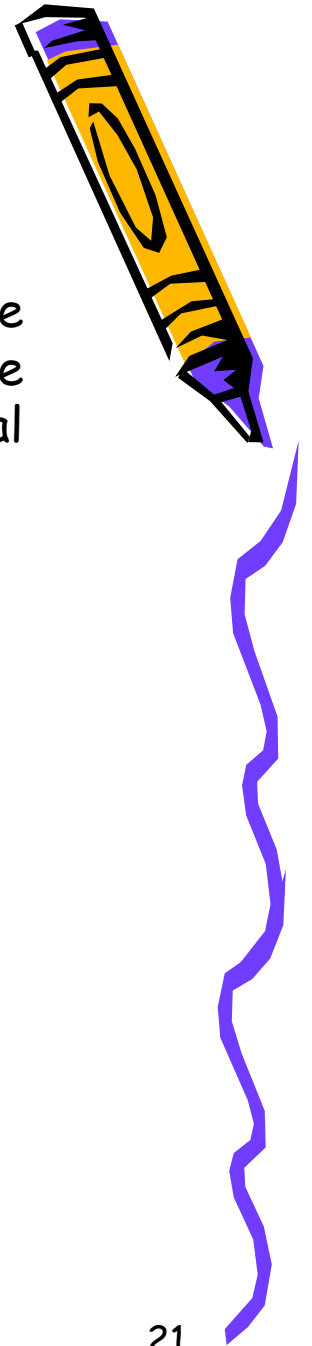
- ✓ Determinarea Factorului de Putere și a Factorului de Disipare
- ✓ Testarea la supratensiuni (alternative)
- ✓ Testarea la frecvențe (foarte) mici
- ✓ Determinarea frecvenței induse
- ✓ Descărcări parțiale
- ✓ Teste de impuls



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 6

21



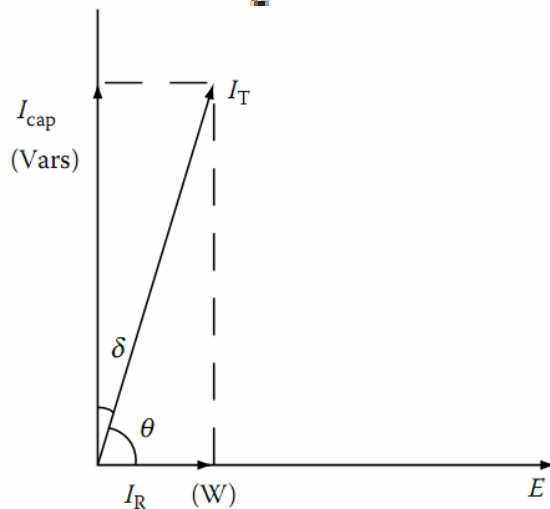


Determinarea FP și a FD

Se determină capacitatea izolației, pierderile în dielectric și raportul între mărimile măsurate

Curentul capacitiv poate fi determinat cu relația:

$$I_{cap} = \frac{U}{X_C} = E \cdot \omega \cdot C = E \cdot \omega \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{d}$$

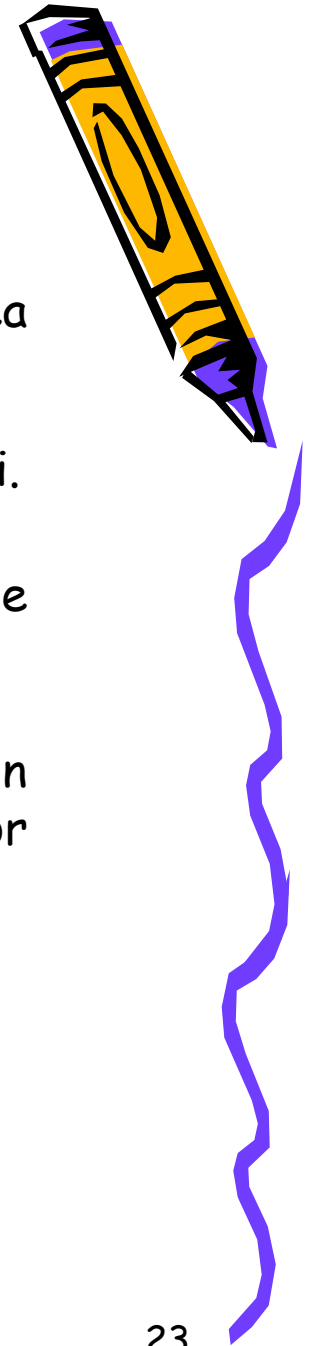


Modificări ale curentului capacitiv arată degradări ale izolației

Curentul rezistiv determină pierderile de energie datorită pierderilor în dielectric

Măsurătorile sunt influențate de factori externi





Determinarea FP și a FD

Cele două teste au rezultate identice, referindu-se la testarea pierderilor în dielectrics în c.a.

Constă în separarea componentelor capacitive și reale ale curentului.

Testele nu sunt dependente de timp ca și cele în c.c., fără să aplice solicitări suplimentare asupra echipamentului electric

Permit determinarea degradării progresive a izolației prin comparare cu rezultatele înregistrate cu ocazia testărilor anterioare

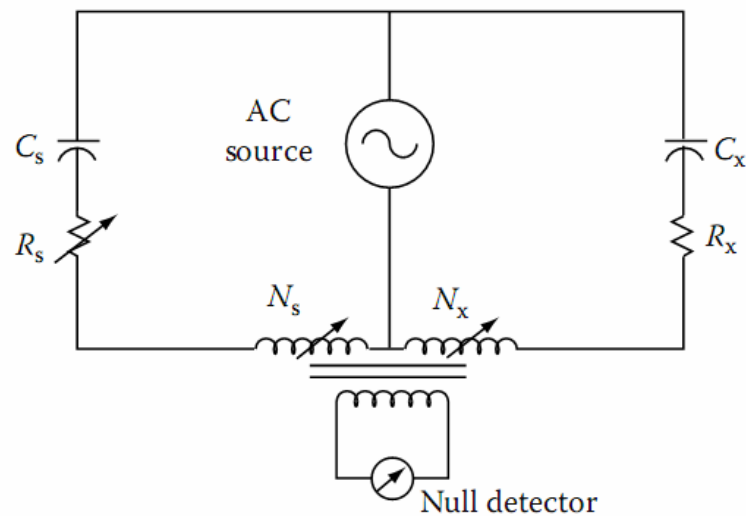


Metode de măsurare

Două ramuri, una de referință și una de testare

Prin reglarea raportului $N_x N_s$ se echilibrează curentul capacitiv

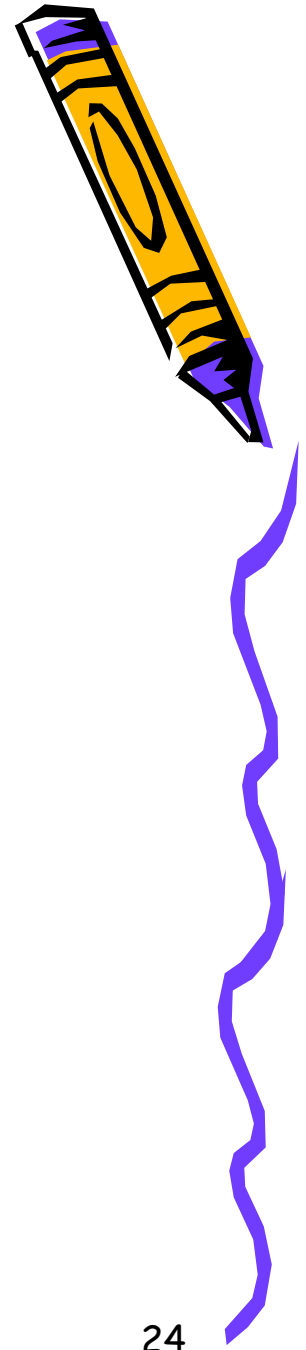
Prin reglarea R_s se echilibrează curentul rezistiv

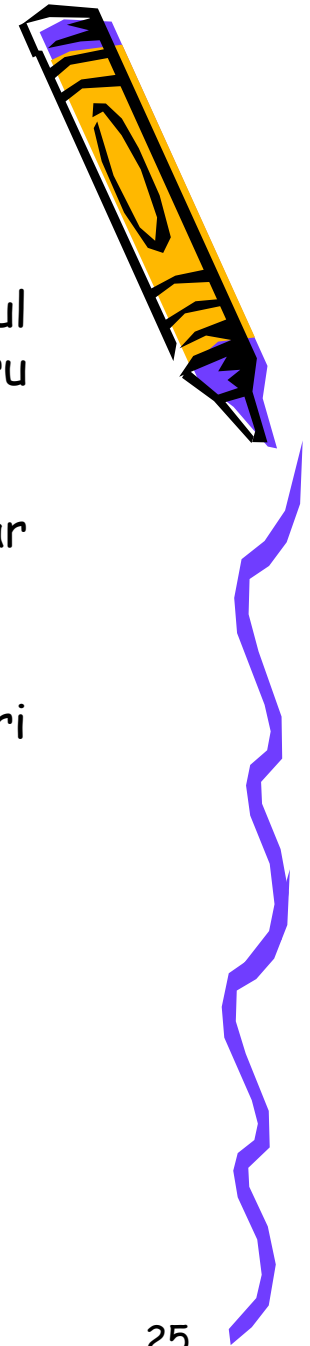


2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 6

24





Determinarea FP pentru echipamentele electrice

Se utilizează la punerea în funcțiune a echipamentelor, în cadrul mentenanței preventive, după realizarea de reparații și pentru monitorizarea caracteristicilor izolațiilor

Fiind un test nedistructiv se alege o tensiune sub cea nominală, dar suficient de mare pentru a detecta defectele

În funcție de tipul echipamentului electric testat există proceduri și scheme de testare, alături de norme de protecție a muncii



Link-uri

Electrical Testing - Insulation Resistance

<http://www.youtube.com/watch?v=qGJd2rTuggI>

"Megger" insulation test on a bad motor

<http://www.youtube.com/watch?v=Fyd3S1EWfYA>

Transformer Testing

<http://www.youtube.com/watch?v=1GTe4iLEu-o&feature=related>

TanDelta/Power Factor Testing - Background

<http://www.youtube.com/watch?v=D6eXTDPwLzo>



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 6

26

