

**MATERIALE IZOLATOARE PENTRU
ECHIPAMENTE ELECTRICE.
DEFECTE ALE IZOLAȚIILOR**

Deteriorarea echipamentelor electrice este ceva normal, procesul începe imediat după instalare

Gradul de degradare trebuie urmărit în mod continuu în cadrul unor programe de mentenanță preventivă

4 reguli pentru mentenanța preventivă a echipamentelor electrice:

- ✓ Păstrează echipamentul uscat
- ✓ Păstrează echipamentul curat
- ✓ Păstrează echipamentul bine răcit
- ✓ Păstrează echipamentul bine fixat



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 5

2



DIELECTRICII - materiale izolatoare

Toate echipamentele electrice utilizează izolatori, ce au rolul de a constrânge și a ghida curentul electric prin circuitul electric.

Proprietățile unui izolator :

- ✓ Rezistență electrică ridicată
- ✓ Rezistență mecanică ridicată
- ✓ Conductivitate termică ridicată

✓ Circuit electric: $I = \frac{U}{R}$

✓ Circuit magnetic: $\Phi = \frac{F}{\mathcal{R}}$

✓ Circuit dielectric $\Psi = \frac{U}{S}$

$$S = \left(\frac{1}{\epsilon_r}\right) \frac{L}{A}$$

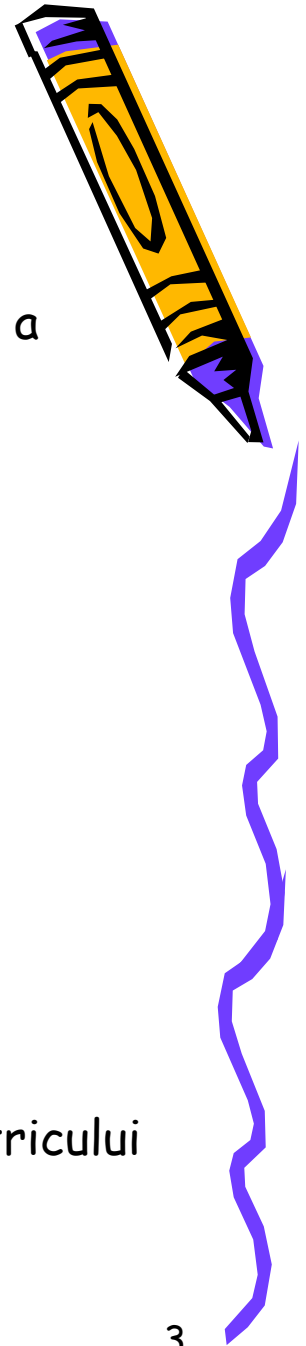
ϵ_r - constanta dielectricului



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 5

3



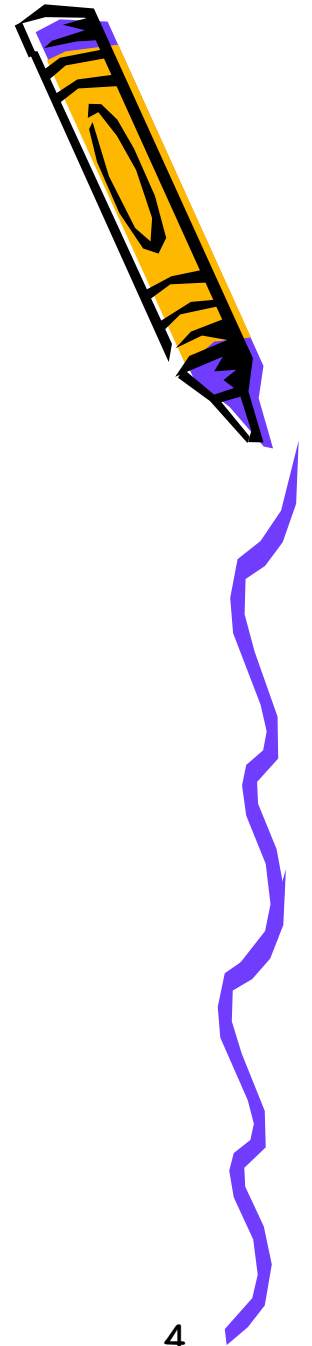
DIELECTRICII - terminologie

- ✓ Dielectric
- ✓ Constanta dielectricului
- ✓ Absorbția dielectricului
- ✓ Pierderile în dielectric
- ✓ Factorul de putere al dielectricului
- ✓ Factorul de disipare al dielectricului
- ✓ Factorul de pierderi al dielectricului
- ✓ Gradientul de tensiune al dielectricului



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 5



DIELECTRICII - proprietăți

Izolația se proiectează pentru anumite condiții (temperatură, umiditate, mediu chimic, condiții meteo, etc)

Durata de viață este puternic influențată de:

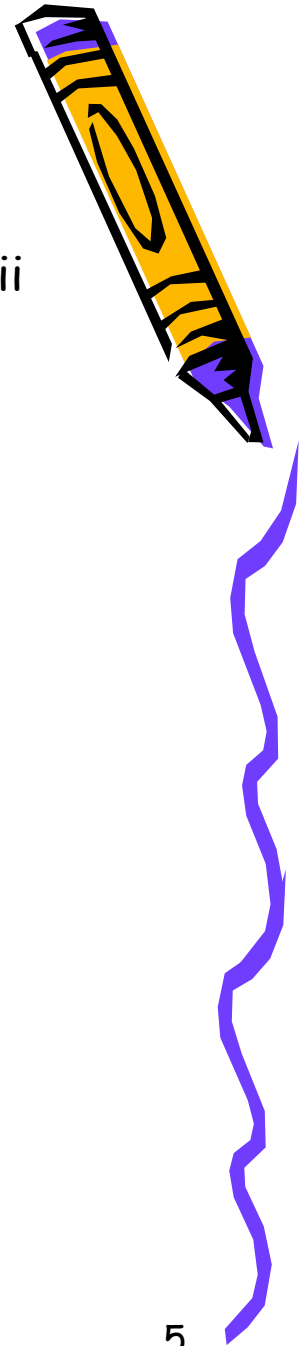
- degradarea termică
- umiditate
- tensiunea de lucru
- contaminare cu alte materiale
- gradul de încărcare
- service
- vibrații
- forțe
- etc



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 5

5



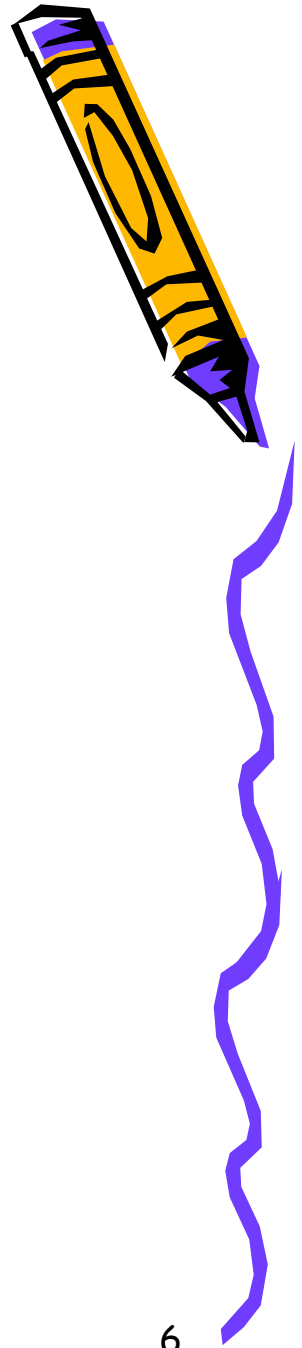
DIELECTRICII - teste nedistructive

- ✓ Pierderile în c.a.
- ✓ Factorul de putere sau de disipare
- ✓ Capacitate
- ✓ Rezistența în c.a.
- ✓ Interferențe radio
- ✓ Rezistența în c.c.
- ✓ Absorbția în c.c.



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 5



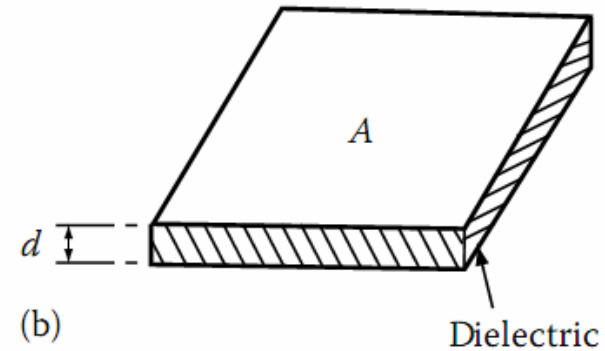
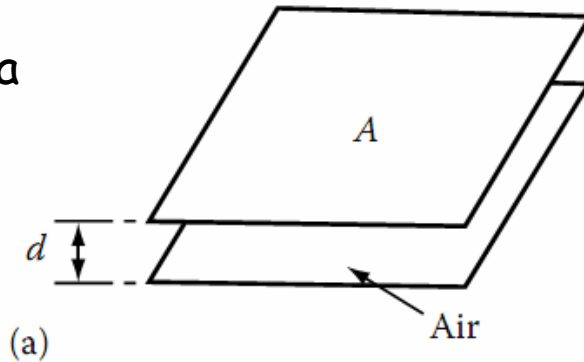
Capacitatea

Cantitatea de electricitate ce poate fi stocată într-un condensator e dată de

$$Q = C \cdot U$$

C - capacitatea

$$C = \frac{K \cdot A}{d}$$



Constanta dielectrică a materialelor izolatoare

Aer, vid	1	Sticlă	5,4-9,9
Hârtie	2-2,6	Lemn	2,5-7,7
Ulei	2-3,5	Porțelan	5,7-6,8
Cauciuc	2-2,6	Apă	81



2010-2011

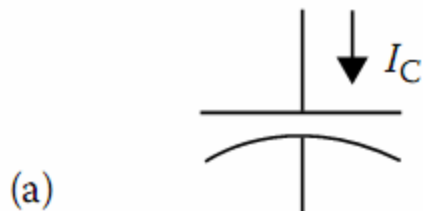
Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 5

7

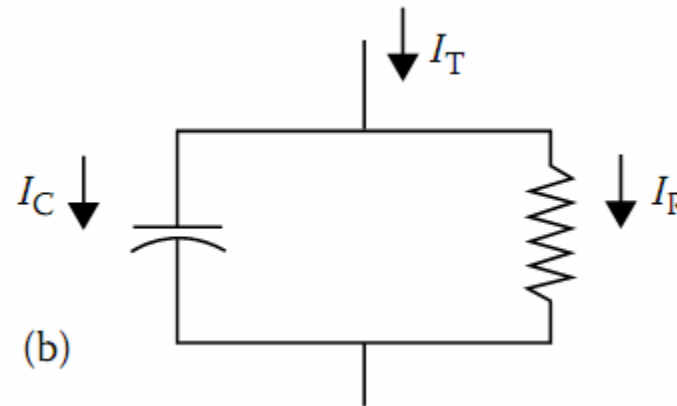
Izolația - condensator

În realitate nu există izolatori care să funcționeze ca un condensator ideal, datorită apariției pierderilor

condensator ideal



condensator real



2 câmpuri:

- Câmp magnetic - I
- Câmp electrostatic (dielectric) - U



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 5

8

Exemplu

Transformator cu izolație din hârtie, scufundat în ulei

10 KV	5 cm ulei	1 KV/cm	9,75KV	4,75 cm ulei	1 KV/cm
	5 cm hârtie	1 KV/cm		0,25 cm apă	0 KV/cm
				2,5 cm hârtie	0,7 KV/cm
				2,5 cm aer	1,3 KV/cm

Defecte:

- Datorită pierderilor excesive în dielectric
- Datorită supratensiunilor

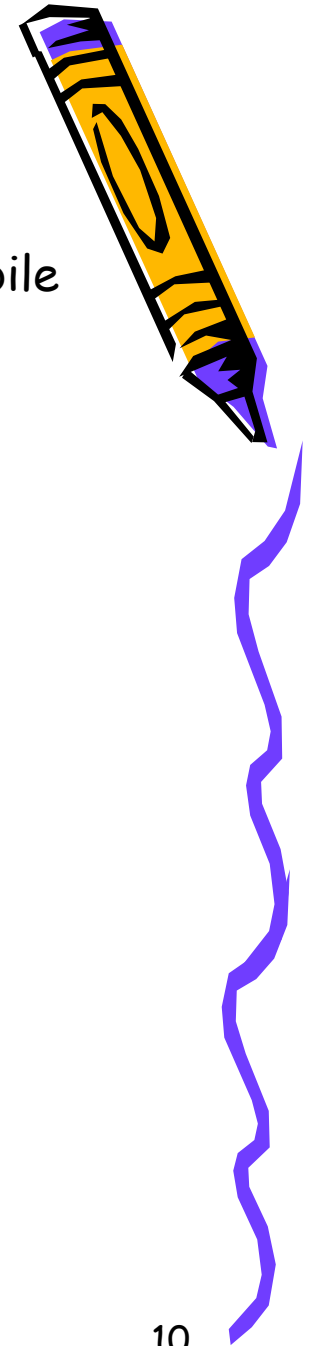


2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 5

9





Materiale izolatoare utilizate în echipamente electrice

Materiale utilizate singure sau în combinație cu altele, capabile să reziste la solicitări electrice, mecanice și termice

- Plăci, tije sau tuburi rigide (pânză, hârtie, melamină, plastic, mică, cementuri, azbest)
- Produse din poliesteri pe bază de sticlă (plăci, canale, tije)
- Pelicule și laminări flexibile (hârtie diamantată, structuri din fibră vulcanizată, hârtie din bumbac, laminate flexibile Quin-T, Dacron-Mylar-Dacron, etc.)



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 5

10

Materiale izolatoare utilizate în echipamente electrice

Bumbac

- cost scăzut, rezistență, elasticitate, flexibilitate
- tendință de a absorbi umiditate, rezistență termică redusă
- impregnat cu rășini sau lacuri pentru a crește rezistența dielectrică și rezistența la umiditate
- se utilizează la temperaturi sub 105 °C

Hârtie

- hârtie de transformator, hârtie vulcanizată, hârtie cu nailon-uri rezistente la temperatură sau fibră de sticlă
- rezistență dielectrică superioară bumbacului
- rezistență mecanică mai mică



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 5

11





Materiale izolatoare utilizate în echipamente electrice

Sticlă

- în formă solidă, bandă, placă, tuburi, etc.
- cel mai des întâlnită ca fibră de sticlă
- rezistentă termică, chimică, la umiditate și mecanică
- prin impregnare cu lacuri sau rășini conductivitatea termică e ridicată
- utilizată pentru conductoare, bobinaje, izolare față de pământ

Textile și pelicule sintetice

- se utilizează impregnate cu lacuri sau rășini
- dpdv termic se situează între hârtie și sticlă
- acoperă o gamă largă de temperaturi de lucru (teflon - 220 °C)



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 5

12

Materiale izolatoare utilizate în echipamente electrice

PVC

- extrem de utilizat, în special în izolarea firelor de alimentare cu energie electrică
- PVC iradiat - rezistență termică și mecanică superioare
- se utilizează sub formă de tuburi, benzi, carcase

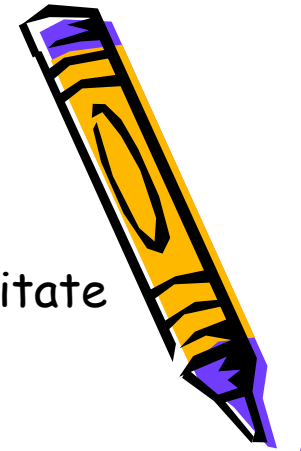
Acryl

- cunoscut sub numele de Plexiglas sau Lucite
- rezistență mecanică mare și structură transparentă

Ceramică

- pentru construcția de izolatori, componente sau plăci de circuit
- proprietăți izolatoare bune și conductivitate termică ridicată





Materiale izolatoare utilizate în echipamente electrice

Melamină - melamina laminată cu fibră de sticlă oferă stabilitate dimensională ridicată și rezistență la arcuri electrice

Mica

- pentru aplicații cu temperaturi ridicate
- rezistență dielectrică mare, pierderi dielectrice reduse, rezistență mecanică mare, conductivitate ridicată
- benzi și plăci compozite pentru temperaturi de peste 600 °C
- în combinație cu fibra de sticlă tolerează temperaturi extreme, radiație, tensiuni înalte, umiditate
- sub formă de hârtie cu mică întărită cu fibră de sticlă sau polyeșteri



Materiale izolatoare utilizate în echipamente electrice

Rășini sintetice și lacuri

- rășinile epoxidice și poliesterii cu activare termică
- se utilizează sub formă de peliculă în echipamentele electrice, având rezistență dielectrică ridicată
- protejează izolația și echipamentele împotriva umidității, ameliorează proprietățile izolației, cresc rezistența mecanică, reduc acumularea de praf și îmbunătățesc disiparea căldurii

Silicon

- rezistență chimică, rezistență termică și electrică, durată mare de viață, fabricare ușoară
- rezistență mecanică redusă



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 5

15

Materiale izolatoare utilizate în echipamente electrice

Clase de izolație Standardul IEEE 1-2000

Clasificare termică	Temperatură (°C)
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
N	200
R	220
C	250
S	>250



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 5

16

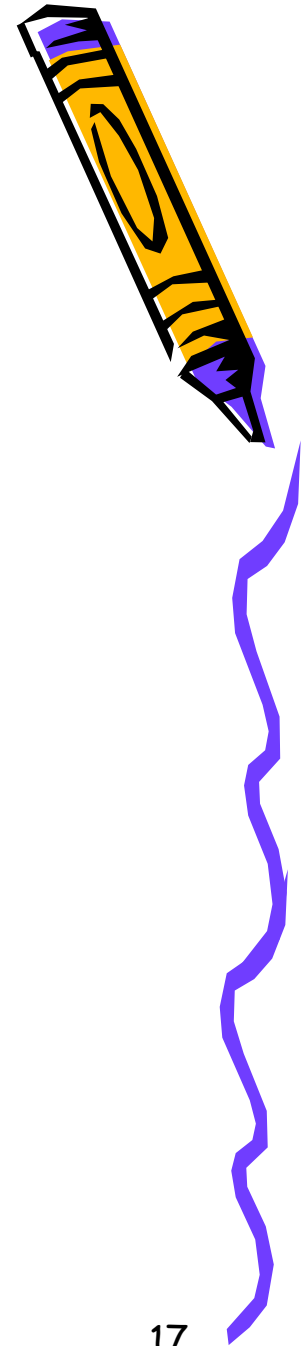


Cauze de degradare a izolațiilor

În general izolațiile sunt supuse unei combinații extrem de variate de solicitări electrice, mecanice, termice sau de mediu

Nivelul de mentenanță necesară depinde de severitatea forțelor ce acționează asupra izolațiilor, mediul de lucru, tipul materialelor utilizate

Primele teste vizau doar solicitările termice, dar o întreagă gamă de factori influențează durata de viață a izolațiilor: solicitări mecanice, electrice sau de mediu



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 5

17

Solicitări mecanice

Pot fi cauzate de regimurile tranzitorii (forța e dată de pătratul curentului !)

Vibrațiile mecanice sau forțele de atracție/respingere ce apar în c.a. pot duce la distrugerea izolației

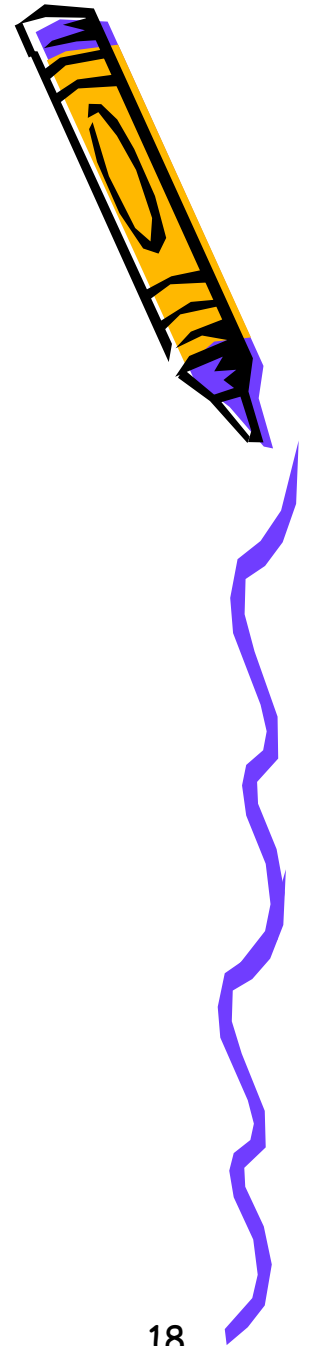
Exemplu: La alimentarea motoarelor capele de bobină se vor răsucii, ceea ce poate duce la distrugerea legăturilor între bobine, permițând frecarea bobinelor vecine. Dacă izolația se distruge și bobinele vin în contact se obține un scc, temperatura crește, izolația din zonă se degradează.



2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 5

18



Solicitări termice

O creștere minoră a temperaturii duce la o scădere semnificativă a rezistenței izolației

Repartiția curentului nu e uniformă, zonele slăbite ale izolației vor fi mai încărcate, fiind supuse la temperaturi mai mari. Zonele vecine trebuie să poată prelua și disipa surplusul de căldură

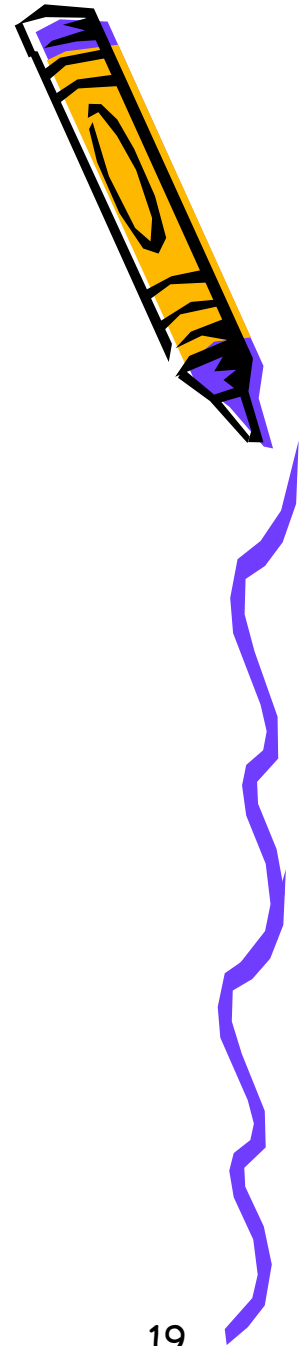
Dacă căldura nu poate fi disipată în ritmul în care este produsă punctul mai slab al izolației se va încălzi în continuare până când intervine un defect

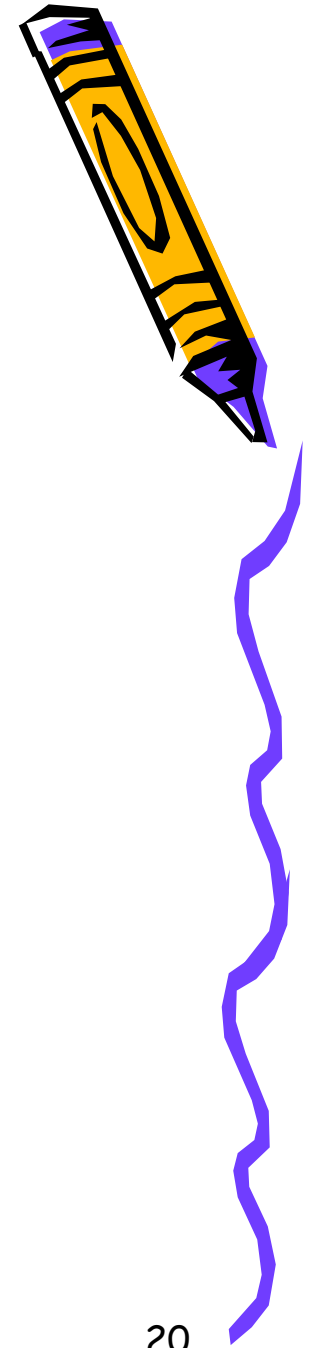


2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 5

19

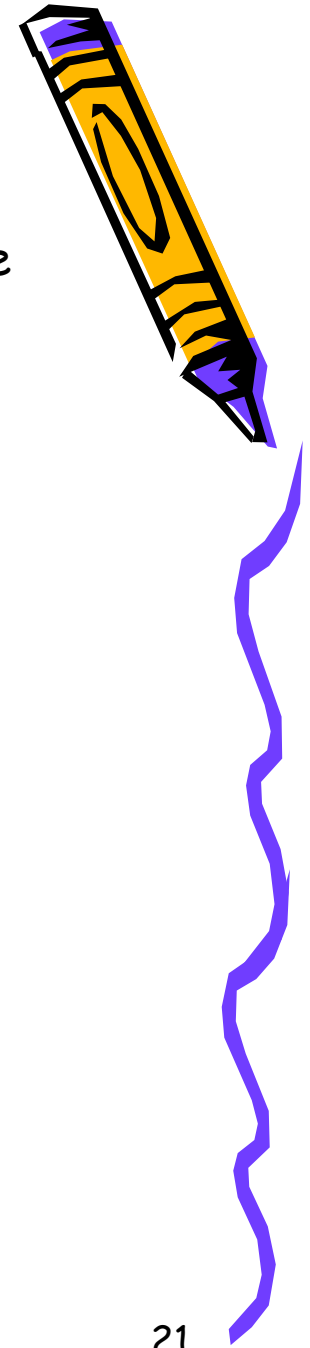




Solicitări de mediu

- Umiditate - scade rezistența izolației, apar curenți vagabonzi
- Vaporii chimici - acizi sau alcalini atacă izolația, ducând la reducerea rezistenței
- Ulei - peliculele de ulei ce se pot forma reduc capacitatea de disipare a căldurii și scad rezistența izolației
- Praful - în combinație cu umiditatea devine foarte conductiv, oferă cale de închidere pentru curenți și reduce capacitatea de disipare a căldurii
- Durata de viață a izolației depinde și de capacitatea de a proteja izolația de acțiunea factorilor de mediu





Solicitări electrice

- Echipamentele electrice sunt supuse la supratensiuni interne sau externe, ceea ce poate duce la degradarea structurii izolației
- Fenomenele tranzitorii pot duce la solicitări fizice ale izolației, modificări moleculare, ionizarea materialului și distrugerea dielectricului
- Corona - formarea de arc electric însoțit de ionizarea aerului și producerea de ozon, ceea ce accelerează oxidarea materialelor organice din cadrul izolației; se formează oxizi de nitrogen care se transformă în acizi
- Bulele de aer din interiorul izolației vor crește în timp din cauza descărcărilor electrice ce apar, ducând la distrugerea echipamentului



Îmbătrânirea materialului

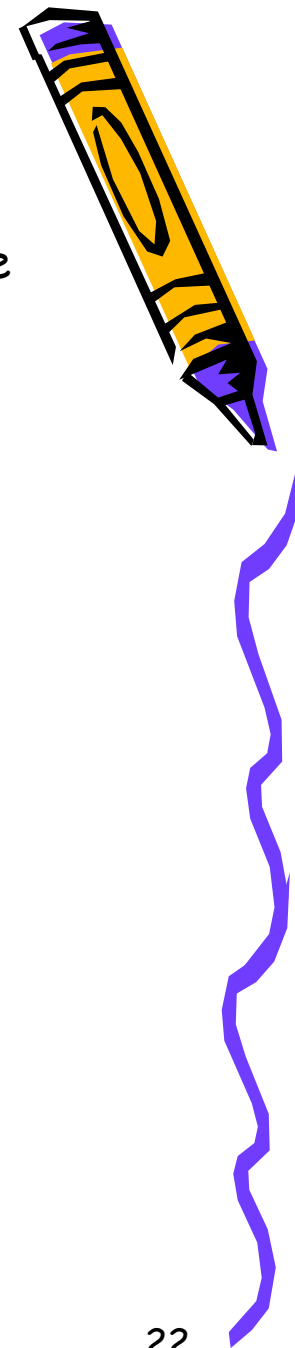
- Durata de viață a izolației depinde într-o mare măsură de temperatura de lucru
- Degradarea materialului nu este bruscă și evidentă, proprietățile acestuia deteriorându-se în timp
- Izolația degradată (îmbătrânită) poate funcționa până la apariția unei forțe mecanice care duce la distrugerea definitivă a acesteia
- Rata de deteriorare a izolației poate fi calculată, în general o creștere a temperaturii de funcționare cu 10 °C înjumătățește durata de viață a izolației

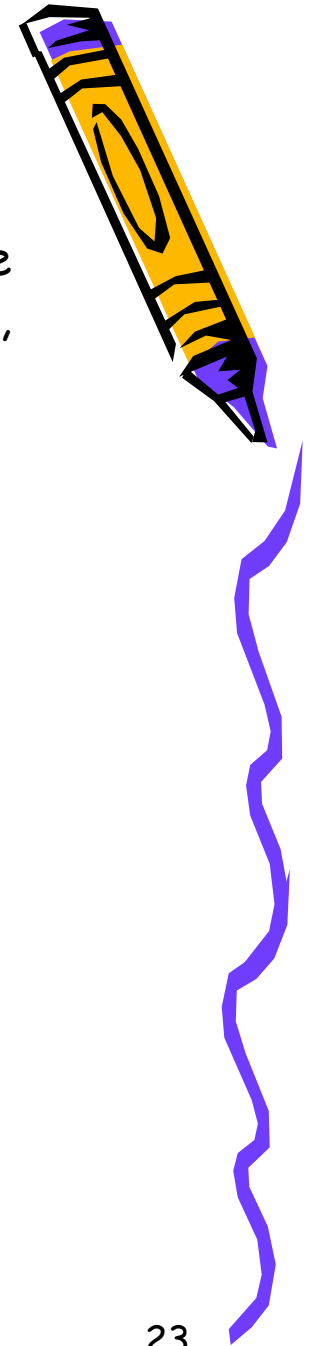


2010-2011

Mentenanța sistemelor
industriale - Curs 5

22

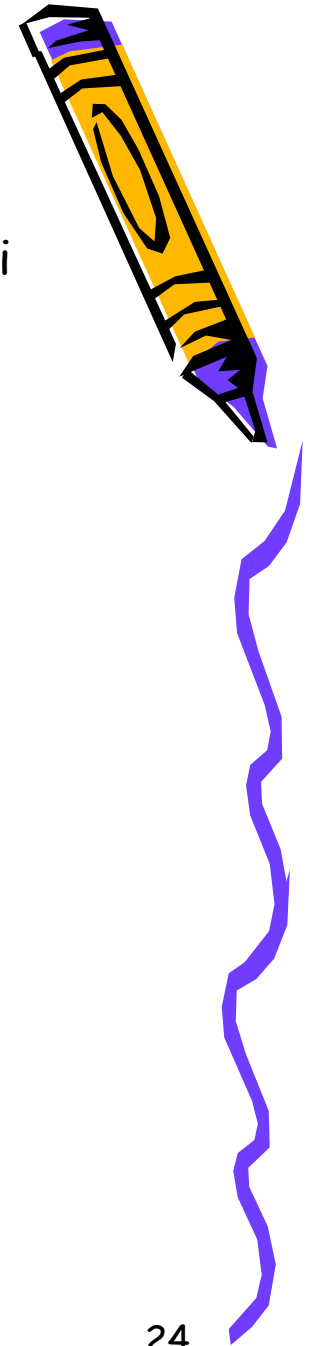




Defecte ale echipamentelor electrice - transformatoare

- Izolația constă în conductoare emailate, hârtie de transformator, bandă de izolat, material lemnos, rășini, lacuri, cementuri, porțelan, etc
- Defectele apar în cazul sarcinilor anormale, supratensiunilor cauzate de circuitele de protecție sau a întreținerii defectuoase
- Cauze de defect: scc cu punere la pământ, scc între două spire, scc între primar și secundar, scurgerea lichidului de răcire, defectarea sistemului de răcire
- Defectele pot fi de natură electrică (regimuri tranzitorii, supratensiuni, fulgere, etc.), mecanică (deformarea înfășurărilor la transport sau în funcționare), termică (degradarea izolației datorită creșterii temperaturii)





Defecte ale echipamentelor electrice - întrerupătoare

- Materialele utilizate pentru izolații sunt: ceramica, rășini epoxidice, fibră de sticlă, fibră vulcanizată, etc
- Defectele pot fi de mai multe feluri:
 - incapacitatea de a închide circuitul
 - incapacitatea de a deschide circuitul
 -
- Defectele pot fi de natură electrică (regimuri tranzitorii, supratensiuni, fulgere, etc.), mecanică (deformarea înfășurărilor la transport sau în funcționare), termică (degradarea izolației datorită creșterii temperaturii)

