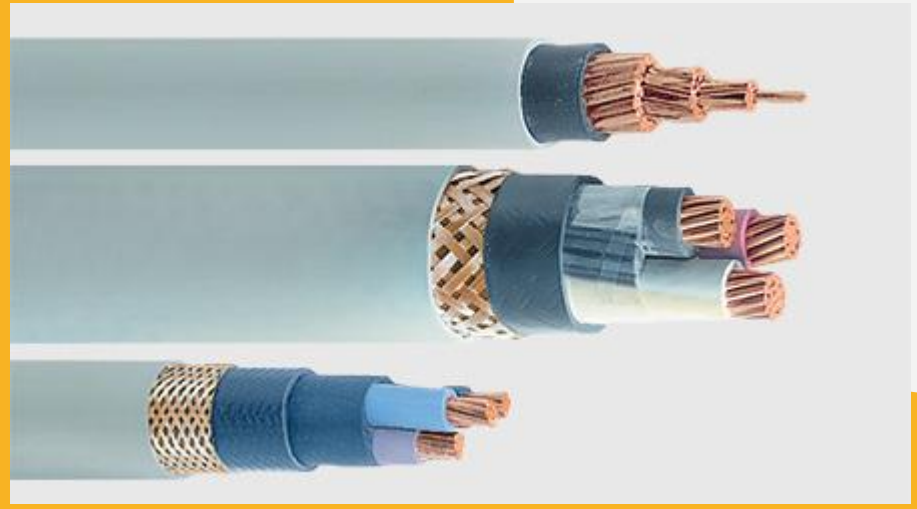
CABLURI SI CONDUCTORI ELECTRICI

Finanțat de Uniunea Europeană



Prof. Corina Pătrașcu

CONȚINUTUL ȘTIINȚIFIC AL LECTIEI -GR.1

Generalitati

Conductorul electric - este un corp metalic , cu lungimea mult mai mare decat diametrul , prevazut cu un invelis exterior izolator si care constitue o cale de curent intr-un circuit electric.

Conductorul poate fi : unifilar (brut) , multifilar (litat).

Cablul electric - este un ansamblu constituit din mai multe conductoare izolate prinse intr-un invelis de protectie exterior (izolator) si prevazut cu eventuale armaturi sau ecrane.

Clasificarea conductoarelor si cablurilor electrice

Criteriul cel mai important de clasificare este domeniul de utilizare al conductorului electric, deoarece determina atat gama de tensiune si frecventa de utilizare cat si tipul constructiv.

- Astfel se deosebesc:
- conductoare neizolate si izolate pentru transportul energiei electrice;
- conductoare pentru instalatii fixe si mobile;
- conductore pentru ascensare;
- conductoare pentru bransamente la constructi civile si industriale;
- conductoare navale;
- conductoare pentru expluatari miniere si petroliere;
- conductoare pentru autovehicule;
- conductore pentru comanda,masurare,semnalizare si control;
- conductoare pentru sudarea electrica si echipamente electrotehnice ;

Conductoarele electrice folosite in istalatii pot fi:

- conductoare monofilare, la care sectiunea conductorului este format dintr-un singur fir;
- conductoare multifilare, la care sectiunea conductorului este formata din mai multe fire rasucite sau impletite intre ele.

Constructia:

In instalatiile electrice se intalnesc urmatoarele tipuri constructive de conductoare:

- conductor neizolat, alcatuit din unul sau mai multe fire neizolate, rasucite intre ele;

- conductor izolat, format din unul sau mai multe fire neizolate, rasucite intre ele peste care se afla o izolatie, cu sau fara invelis de protective

- conductor izolat,sau cordon, construit din doua sau mai multe conducto

are izolate flexibile, rasucite inpreuna, peste care se apica invelisurile protectoare;

- snurul,construit din doua sau mai multe conductoare izolate, flexibile rasucite intre ele

Cablu este alcatuit din unul sau mai multe conductoare izolate, cuprinse intr-o manta etansa, peste care se aplica invelisuri protectoare.

CONȚINUTUL ŞTIINȚIFIC AL LECTIEI -GR.2

Materialele folosite in constructia conductoarelor electrice:

Materialele folosite in constructia conductoarelor electrice se clasifica astfel:materiale conductoare , electroizolante, de impegnare, de protectie.

materiale conductoare
- rezistivitate mică;
- conductivitate mare;
- pierderi electrice mici;
- rezistentă mecanică mare;
- greutate specifică mică;
- rezistentă la coroziune

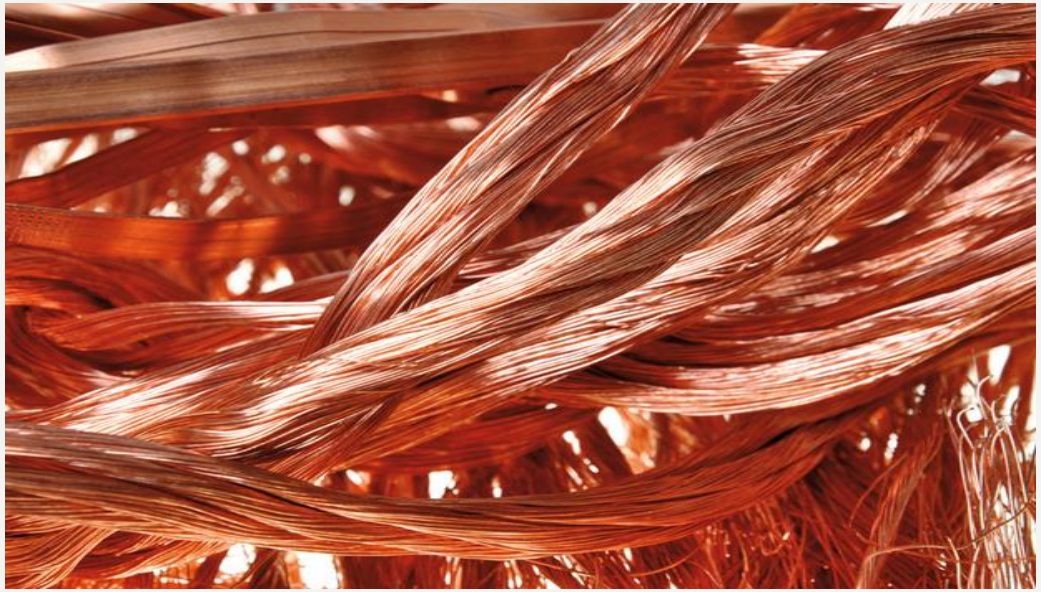
materiale electroizolante
- tensiune de străpungere mare;
- rezistentă mare la îmbătrânire;

materiale de impregnare
- tensiune de străpungere mare;
- rezistentă mare la îmbătrânire;

nemetalice (cauciuc, lacuri, mase plastice)	**împotriva acțiunii mediului** • etanşeitate	**materiale de protecție**
metalice (plumb, aluminiu)		
nemetalice (hârtie, iută, bitum, bumbac, polivinil)	**împotriva deteriorărilor** • elasticitate • rezistentă mecanică mare	
metalice (benzi de oțel, sârmă de oțel zincată)		

Materiale conductoare

- Pentru fabricarea conductoarelor electrice se folosesc cuprul si aluminiul. Aceste materiale sunt utilizate in stare cat mai pura (minimum 99,95% aluminiu deoarece continutul de inpuritati are o mare influenta asupra conductivitati electrice.
- Rezistivitatea aluminiului este de 1,65 ori mai mare decat a cuprului, dar greutatea specifica este de 3,3 ori mai mica.
- Rezistenta mecanica a aluminiului este mica, dar electric este un metal rezistiv la coroziune.
- Aceste materiale se folosesc sub forma de sarme trifilare cu diferite grade de ecruisare.
- Pentru conductoarele aeriene supuse la solicitari mecanice mari se utilizeaza ca materiale conductoare bronzul (aliaj pana la 87% Sn),alame (aliaj pana la 72% Cu si 28% Zn) si otelul.



Cuprul (Cu)

- Minereulrile de cupru se gasesc in Zair, S.U.A, Spania, Suedia, Germania, Chile, si foarte putin la noi in tara, in judetele Tulcea, Alba, Bistrita-Nasaud, Suceava, Harghita, Maramures, Bihor si Satu Mare.
- In industria electrotehnica se utilizeaza exclusive cuprul electrotehnic avand o puritate de 99,60 – 99,90%.
- Caracteristicile specifice ale cuprului electrotehnic sunt:
- densitatea, $dCu = 8,9\ Kg/dm^3$;
- temperatura de topire, $\theta tCu = 1083^\circ C$;
- conductivitate electrica, $\gamma Cu = 58 m/\Omega mm^2$(la $20^\circ C$);
- conductivitatea termica, $\lambda Cu = 0,938\ cal/s \times cm \times {}^\circ C = 0,938 \times 4,1868 \times 102\ W/m \times K$(la $20^\circ C$).
- Ca materialul conductor, cuprul prezinta o mare conductivitate electrica si termica, ocupand locul al doilea printre celelalte materiale metalice (dupa argint).
- Se dizolva in acid sulfuric si acid azotic.
- Cuprul este atacat de sulf, clor, hydrogen, in contact cu care capata boala hidrogenului, care ii provoaca fragilitate.
- Caracteristicile mecanice ale cuprului depind in mare masura de tratamentul termic. Dupa tragere, la rece, se obtine cuprul tare care are o rezistenta mecanica mare si o alungire mica la intindere.
- Cuprul este foarte ductil si maleabil, se lipeste si se sudeaza cu usurinta si are o rezistenta satisfacatoare la coroziune. Datorita acestor proprietati, cuprul are aplicatii multiple in electrotehnica si electronica: pentru conductoarele de bobinaj cu diametrul incepand de la sutimi de milimetru, benzi si table de diferite dimensiunii, bare, tevi, piese de contact, lamele de colector la masini electrice, linii de transport a energiei electrice, redresoare cu circuite imprimate etc.
- Cuprul se foloseste si in aliaje magnetice, aliaje de mare rezistivitate si in aliaje cu rezistenta mecanica sporita de cupru (alame si bronzuri).

Aluminiul (Al)

- Aluminiul este cel mai raspandit metal din scoarta pamantului si se gaseste sub forma de minereuri. Minereurile cele mai importante de aluminiu sunt: bauxita si criolita, care se gaseste in Franta, Rusia, Ungaria, India, S.U.A. In tara la noi se gasesc importante zacaminte de bauxita in muntii Bihorului. Extragerea aluminiului pur din bauxita se realizeaza la noi in tara in doua etape. Prima etapa consta in extragerea aluminei (Al O) din bauxita , care se efectueaza la combinatul de alumina din Oradea.
- A doua etapa consta in extragerea aluminiului pur din alumina prin rafinarea electrolitica, la Combinatul de aluminiu din Slatina.
- Aluminiul se obtine cu puritatea variind intre 98 si 99,90%,
- Crecteristicile aluminiului sunt:
- densitatea,dAl =2,7 Kg / dm^3;
- tenperatura de topire, θtAl =658 ˚C;
- conductivitate electrica, γAl =37m/Ωmm^2 (la 20˚C);
- rezistivitatea electrica, Pal =0,027 Ωmm^2 (la 20˚C);
- conductivitate termica, λAl =0,53 cal/s×cm×˚C =0,53×4×1868×10^2W/m×K (la 20˚C)
- Aluminiul este cel mai usor dintre metalele utilizate in tehnica. Rezistenta la coroziune a aluminiului in atmosfera uscata este satisfacatoare datorita peliculei de oxid de aluminiu, care este aderenta si neporoasa. In atmosfera umeda, datorita potentialului sau electrochimic foate negativ (-1,3V), aluminiul este distrus in contact cu metale obisnuite.
- Aluminiul nu rezista la vibratii mecanice si are rezistenta mica la oboseala.
- Principalele utilizari ale aluminiului in industria elctrotehnica sunt:
- fabricare armaturilor pentru condensatoare cu hartie, condensatoare electrolitice si ca anod in condensatoarele din circuitele intregate peliculare;
- fabricarea mantalelor de protectie a cablurilor electrice, in locul plumbului;
- realizarea infasurarilor transformatoarelor si masinilor electrice;
- fabricarea infasurarilor rotoarelor in scurtcircuit ale motoarelor asincrone;
- realizarea conductoarelor si cablurilor de transport si distributie a energiei electrice
- Prin liniile electrice aeriene, rezistenta mecanica a conductoarelor de aluminiu este insuficienta pentru a sustine greutatea proprie a conductorului si suprasarcinile provocate de gheata, zapada, vant.
- Din acesta cauza conductoarele pentru liniile electrice aeriene se realizeaza din aluminiu cu inima de otel. Sirmele de otel zincat, care formeaza inima sau miezul conductorului, suporta sarcina mecanica principala, iar conductoarele de aluminiu, care se infasoara in jurul miezului de otel, au rolul principal de a conduce curentul electric, avand rezistivitatea mult mai mica decat otelul.
- Conductoarele de otel-aluminiu au greutatea relativ mare, flexibilitate redusa, coieficienti diferiti de dilatere termica a elementelor componente.

Materiale electroizolante si de protectie

Pentru izolatia cablurilor si conductoarelor electrice se intrebuinteaza urmatoarele materiale izolante:

- materiale plastice: policlorvinilul, polietilena, polistirenul, poliamidele,
- politetrafluoretilena;
- cauciucuri naturale si sintetice;
- lacuri electroizolante – silicoorganice (cu siliconi), viniflexul, metalvinilul,
- poliamidele, poliuretanice, tereftalice pe baza de ulei glipsatice, sintetice etc.
- materiale fribroase – fire de bumbac, matase naturala, vascoza, tesaturi de bumbac, fire de sticla, azbest, panza lacuita, etc.

Izolatia poate fi executata in forma de invelis continuu sau stratificat.Materiale utilizate printr-o tensiune de strapungere mare, care sa permita folosirea de straturi de izolatie de grosime relativa mica, si printr-o rezistenta la imbatranire mare, care sa garanteze siguranta in exploatarea conductorului. Protejarea cablurilor si conductoarelor electrice actiunii mediului ambiant se realizeaza cu ajutorul mantalelor etanse.Mantalele etanse pot fi confectionate fie din materiale nemetalice (cauciucuri naturale sau sintetice, materiale plastice), fie din materiale metalice (plumb sau aluminiu).Pentru protejarea izolatiei si a mantalelor etanse impotriva deteriorarilor care pot survenii in timpul traznetului, depozitarii, montarii si exploatarii cablurilor, peste el se aplica invelisuri protectoare sau mantale suplimentare. In functie de intensitatea si caracterul actiunilor mecanice si de proprietatile chimice ale mediului ambiant invelisurile protectoare sunt confectionate din iuta, hartie, masa bituminoasa si polivinil, benzi de otel, sau sarme de otel zincat.Protejare izolatiei de cauciuc impotriva actiunii luminii si a unor solicitari mecanice – neinsemnate se realizeaza cu tesaturi de bumbac din fire de otel, matase sau fire sintetice aplicate pe izolatie. Pentru protejarea izolatiei de cauciuc impotriva actiunii uleiului, a benzii si a ozonului, tesatura de protectie se inlocuieste.

CONȚINUTUL ȘTIINȚIFIC AL LECTIEI -GR.3

Simbolizarea si coduri de cabluri electrice

Codurile sunt formate din 4 grupe de litere si 2 grupe de cifre astfel:

- **I grupa de litere – reprezinta materialul din care este conductorul**
  - A daca conductorul este din aluminiu
  - fara litera daca conductorul este din cupru
- **II grupa de litere – reprezinta domeniul de utilizare :**
  - F instalatii electrice fixe
  - M instalatii electrice mobile
  - C cabluri de energie de joasa tensiune si medie tensiune
  - CS cabluri de semnalizare
  - CC cabluri de comanda si control
  - T cabluri de telecomunicatii

- **III grupa de litere reprezinta materialele izolatoare folosite si mantalele de protectie**
  - Y izolatie PVC
  - C izolatie cauciuc
  - H izolatie hartie
  - T impletitura textila
  - E ecran de protectie
  - B sau Ab armatura din banda de otel
  - P manta din plumb
  - S manta PVC ingrosata
- **IV grupa de litere reprezinta regimul de executie**
  - U executie usoara
  - M executie medie
  - G executie grea
  - I greu combustibil
  - ff constructie foarte flexibila

Prima grupa de cifre – reprezinta numarul de conductoare din cablu

A doua grupa de cifre – reprezinta sectiunea conductoarelor in mm2 .

Exemple de cabluri electrice :

-FYY 3X2,5 – cablu cu 3 conductori din cupru cu sectiunea 2.5 mm2 cu invelis din PVC

– CYY-f 3×1,5 – cablu cu trei conductori din cupru cu sectiunea de 1.5 mm2 si invelis din PVC, cu intarziere la foc

– MCCG 4X4 – cablu pentru instalatii mobille cu invelis si manta de cauciuc

– CSYAbY 16X1,5 – cablu de semnalizare cu 16 conductoare din cupru cu invelis si manta PVC armat cu banda de otel

– ACYBY 3X6 – cablu de energie cu 3 conductoare de alumuniu cu invelis si manta PVC armate cu banda de otel .

Table cu coduri suplimentare uzuale

...IMF	elemente rasucite individual (perechi sau singure) in folie de metal si fire drenate
IMF	mai multe elemente rasucite in folie de metal sau fire drenate
.-J	cablu cu miez verde-galben
.-JB	cablu cu miez verde-galben si miez colorat
.-JZ	cablu cu miez verde-galben si miez cu numere imprimate
K	banda de cupru
(K)	teaca interioara si banda de cupru cutata
LA	conductor din sarma plata
LD	invelis din aluminiu ondulat
Lg	in straturi rasucite
Li	conductoare cu funie din toroane impletite
LiF	conductoare cu funie din toroane impletite fin
(L)Y	teaca laminata din Al si invelis din PVC
(L)2Y	teaca laminata din Al si invelis din PE
2L	izolatie cu strat dublu emailat
M	cablu cu izolatie din plastic
M	conductor de cablu izolat
Mz	conductor din metal izolat
(Ms)	ecran magnetic
N	VDE standard
(N)	in conformitate cu VDE Standard
NC	anti-coroziv, fum-gaz
NF	culoare naturala
.-oz	cablu fara miez verde-galben
.-OZ	cablu fara miez verde-galben si numere imprimate pe miez
o	rezistenta la ulei
02Y	fum PE, izolatie (celulara PE)
Q	fire de otel impletite
P	hartie
(R...)	fire rotunde, diametru in mm

RD-	cablu rhenomatic
RE	cablu de calculator
RG-	cablu coaxial in conformitate cu recomadarile MIL
re	cablu de telefon cu un singur fir
rm	cablu de telefon cu mai multe fire
RS-	cablu pentru tablou de bord la calcularot
S	cablu de semnal pentru cale ferata
(S…)	valoare nominala sau capacitate mutuala (nF/km)
.-S	cablu de semnal pentru cale ferata Germana
S-	cablu pentru panou de bord
SL	cabluri de control flexibile
St	cablu duclu pentru circuit fantoma
(St)	ecran static
Staku	cablu din otel pentru telefoane
Staku-Li	cablu cu fire din cupru standard verficat
…t	protectie termica
T	elemente de suport pentru cablurile de suprafata
A-	cablu de exterior
A-	Design national aprobat
AB	cablu de exterior cu protectie
AD	cablu de exterior cu protectie diferentiala
AJ-	cablu de exterior cu protectie de inductie
ASLH	cablu de comunicatii cu suport individual pentru linii de suprafata cu voltaj ridicat
B	armouring
B	fir fasonat sau textil
b	armouring
(1B…)	un strat de banda de otel…grosimea otelului in mm
(2B…)	doua straturi de banda de otel…grosimea otelului in mm
Bd	unitate tip rasucire
BLK	conductor din cupru fara izolatie
BZ	conductor din bronz
C	ecran din fire de cupru impletite

C	ecran din fire de cupru filate
c	protectie externa dintr-un amestec vascos si iuta
Cu	fire de cupru
D	ecran din fire de cupru
(D)	ecran din fire de cupru aplicat
E	fire din cupru drenate
e	fir singur, solid
F	miez de cablu aplicat cu petrol
F	invelis de metal
F	cablu de otel plat
F	cablu cu mai multe cuarte in stea pentru calea ferata
(F…)	cablu de otel plat …masurat in mm
OF	miez de cablu infasurat cu “gelatina”, in fasurate in substante dure
FR	rezistente la foc
f	flexibile, fire cablate fin
ff	fire cablate extra-fin
G	izolate sau cu teaca din materiale RUBBER
G-	cablu peentru mina
GJ	cablu pentru mina cu inductie pritectoare
GS	fibra de sticla infasurata sau impletita
2G	izolatie sau teaca din silicon
3G	izolatie sau teaca din etilena propilena
4G	izolatie sau teaca din etilena vinilacetate
5G	izolatie sau teaca din coroprena
6G	izolatie sau teaca din clorosulfonate polietilena
7G	izolatie sau teaca din flouroeastome
8G	izolatie sau teaca din nitril
9G	PE-C
53G	CM, hipoclorit de calciu, polietilena
H	izolatie sau teaca din halogen liber amestecat
H	documente armonizate
(H…)	valoarea maxima pentru capacitatea mutuala (nF/km)
(HS)	tipuri de semiconductoare
HX	incrucisat, halogen liber amestecat cu polimer

T-	**cablu de exterior**
TF	frecventa purtatoare in perechi sau in perechi triple
TiC	trei fire de cupru impletite
TiMF	trei folii de metal
U	fire textile impletite
VGD	placat cu aur
VN	placat cu nichel
VS	placat cu argint
VZK	galvanizat
VZN	cositorit
W	invelis de otel ondulat
W	rezistenta ridicata la caldura
X	incrucisat PVC sau alte materiale
XPE	incrucisate PE
2X	polieten incrucisat cu PE
7X	incrucisate X-ETFE
10X	incrucisate X-PVDE
Y	PVC
Yu	PVC, anti-inflamabil
Yv	PVC, polivinilinclorat, cu armura de intarire
YV	echipament din sarma cu conductor cositorit
Yw	PVC, polivinilinclorat, rezistent la temperaturi peste 90°C
2Y	Polietilene
2Yv	Polietilene, armat
02Y	polietilena celulara
02YS	Izolat cu invelis exterior din polietilena celulara
2YHO	izolat cu spatiu de aer
3Y	izolat cu polistiren
4Y	izolat cu poliamide
5Y	izolat cu politetraflouretilena
5YX	perflouralkoxy (PFA)
6Y	politetraflouretilena-propilena
7Y	izolat cu etilentetraflouretilen
8Y	izolatie de polimid

9Y	**polipropilen**
10Y	polivinilidene flouride
11Y	polieuretan
12Y	TPE-E, TPE
13Y	TPE-EE, TPE la baza cu poliester-ester
31Y	TPE-S, la baza cu polistirol
41Y	TPE-A, la baza cu poliamide
51Y	PFA, perflour-alkoxylalkane
71Y	ECTFE, monochlortriflourethylene
91Y	TPE-0, TPE la baza cu poliester-ester
.-Z.	miez inprimat cu numere
Z	cablu perechi
(Z)	fire din otel cu rezistenta mare la tractiune
(ZG)	fire din fibra de sticla cu rezistenta mare la tractiune
(ZN)	elemente nemetale cu rezistenta mare la tractiune
-1	100/100 V
3	300/300 V
5	300/500 V
7	450/750 V
A	tip national
B	etilepropilen cauciuc
C4	fire din cupru impletite
D	cablu din fire sudate fin
E	cablu din fire sudate extra fin
E	polietilen
F	firefine fleadbile
G	cu miez
H	tip armonizat
H	cabluri plate separate
H	fire extr-afine
H2	cabluri plate unite
H6	cabluri plate unite pentru lifturi
HB	cabluri
J	fibra de stida impleita

MULTUMESC PENTRU ATENTIE !

Finanțat de Uniunea Europeană. Punctele de vedere și opiniile exprimate aparțin, însă, exclusiv autorului (autorilor) și nu reflectă neapărat punctele de vedere și opiniile Uniunii Europene sau ale Agenției Executive Europene pentru Educație și Cultură (EACEA). Nici Uniunea Europeană și nici EACEA nu pot fi considerate răspunzătoare pentru acestea.