

## **TEMA DE PROIECT**

Sa se proiecteze o instalație electrica de forță si iluminat pentru un atelier de vulcanizare auto.

Date inițiale de proiectare:

- 3 prese vulcanizat
- un compresor
- 2 motopompe
- un ventilator
- o mașina de echilibrat
- 6 prize 220V
- 2 prize 3X380V
- camera de lucru 10mX6mX3m
- 2 camere anexe (3mX6mX3m si 3mX4mX3m)

Conținutul proiectului:

1. Studiul literaturii de specialitate
2. Alegerea soluției
3. Proiectarea instalației de forță
4. Proiectarea instalației de iluminat
5. Verificarea pierderilor de tensiune
6. Protecția muncii în exploatare
7. Bibliografie

# CAPITOLUL 1

## STUDIUL LITERATURII DE SPECIALITATE

Conținutul acestei lucrări se refera la problemele teoretice si practice ale instalațiilor electrice de distribuție la consumatorii industriali, de joasa tensiune (instalații de forța si de iluminat), ale iluminatului electric.

### 1.1 Locul instalațiilor industriale in sistemul electroenergetic

Instalațiile din aval de punctul de delimitare intre furnizor si consumator, in cadrul sistemului electroenergetic (SEE) sunt denumite *instalații de utilizare* (a energiei electrice) sau *instalații (electrice) la consumator*.

Figura 2.1 evidențiază de energie electrica de la centrele de producere (centrale electrice termice, hidrocentrale, atomice etc...) la ultimul receptor R sau utilaj U, cu variantele posibile de rețea.

### 1.2 Componentele sistemului de alimentare

Sistemul de alimentare cu energie electrica a utilajelor si receptoarelor unui consumator cuprinde, in principal sistemul extern si sistemul intern.

- a. **Sistemul extern** este reprezentat de rețeaua zonala a SEE, printr-un nod al rețelei ( rețele de IT, MT sau JT, in funcție de puterea ceruta de consumator). Aparține furnizorului.
- b. **Stația de primire** ( sau stațiile de primire, in cazul marilor consumatori) este materializata (in funcție de puterea solicitata de consumator) prin: stații de conexiuni (fără transformatoare) sau tablouri de distribuție. Poate aparține fie furnizorului, fie consumatorului( conform contractului încheiat).
- c. **Sistemul intern** aparținand consumatorului conține:
  - *rețele de distribuție interne* (in JT,MT si/sau IT, in funcție de consumator) cu *puncte de distribuție*, prin care energia electrica este dirijata in diferite direcții si spre diferite elemente alimentate: stații de transformare, stații de conexiuni, tablouri de distribuție, bare de distribuție.
  - *surse proprii ale consumatorului*:

- *permanente*, care acoperă o parte din consumul de energie electrica al consumatorului (de exemplu, o centrala electrica de platforma conectata la SEE)
- *de intervenție*, care permit alimentarea provizorie a unui grup restrâns de receptoare importante( vitale), in cazul întreruperii alimentarii din sistemul extern: baterii de acumuloare, generatoare sincrone mici acționate de motoare cu ardere interna.

Totalitatea elementelor de rețea (linii, aparate, etc...) care se interpun intre sursa si un element alimentat constituie ceea ce se numește o **cale de alimentare**.

### 1.3 Categoriile de receptoare

In raport cu condițiile privind continuitatea alimentarii, receptoarele unui consumator se pot grupa in patru categorii, consecințele întreruperii alimentarii cu energie electrica, pentru fiecare categorie constând in:

- Categoria 0 (receptoare "vitale") – declanșarea de incendii sau explozii, distrugerea utilajelor, pericol pentru viata oamenilor
- Categoria I – pagube economice importante, rebuturi, imposibilitatea de recuperare a producției nerealizate
- Categoria II – nerealizări de producție recuperabile
- Categoria III – consecințe nesemnificative.

Pentru fiecare categorie, se precizează, pe de o parte, durata maxima a timpului de întrerupere a alimentarii si, pe de alta parte, modalitatile de asigurare a unei rezerve de alimentare.

Structura unei tetele este determinata de:

- caracteristicile si dispunerea teritoriala a receptoarelor,
- siguranța in alimentare, conform categoriei in care se încadrează receptoarele,
- felul curentului si nivelul de tensiune necesar,
- indicatori tehnico-economici (cheltuieli de investiții, consum de material conductor, comoditate si cheltuieli de montaj, comoditate si cheltuieli de exploatare, pierderi de energie),
- asigurarea condițiilor de protecție a personalului împotriva electrocutării.



## 1.4. Instalația electrică

*Instalația electrică* (prescurtat “instalație”) este ansamblul de echipament electric interconectat în cadrul unui spațiu dat sau al unei zone precizate. Localizarea și interconectarea într-un anumit scop funcțional constituie cele două criterii inseparabile pentru delimitarea unei instalații.

Instalația electrică are deci două componente de bază:

- *echipamente electrice*, cu o anumită destinație funcțională
- *canale conductoare (linii)*, care servesc pentru dirijarea energiei electrice și pentru interconectarea echipamentelor:
  - rețeaua electrică, care conține echipamentele electrice interconectate, în amonte față de ultimul receptor sau de la ultima unitate funcțională, și care servesc pentru alimentarea cu energie electrică a receptorului sau unității respective
  - linii de conexiune în interiorul echipamentelor sau unităților funcționale.

## 1.5. Echipamentul electric

*Echipamentul electric* (prescurtat “echipament”) cuprinde elementele sau unitățile funcționale complexe care intervin în fluxul de energie electrică: producere, transport, distribuție, stocare, conversie, măsurare și consum (utilizare) ca:

- elemente indispensabile (de bază) în lanțul de transfer (alimentare)
- elemente auxiliare (suplimentare), care asigură funcționarea corectă, la parametri și secvențe precizate, a elementelor de bază sau/si protecția adecvată, în cazul apariției unor disfuncționalități.

Echipamentele electrice constau în: mașini electrice (generatoare și motoare), transformatoare (de putere și de măsură), convertoare (electromecanice sau statice), aparate electrice (de comutație, de protecție, de măsură), diverse dispozitive (de semnalizare, de acționare, electromagneți), elemente de conexiune (tablouri de distribuție, doze de ramificație, prize).

## 1.6. Clasificarea instalațiilor electrice

În funcție de intensitatea curentului și de destinație (receptoarele alimentate), instalațiile electrice se pot clasifica în:

- a. **instalații de curenți “tari”** (intensități ale curentului de ordinul amperilor sau kiloamperilor):

- instalații de putere (“forța”), cuprinzând echipamente destinate nemijlocit aplicării energiei electrice (producere, transport, distribuție, consum) în scop util: producerea de lucru mecanic, căldura, procese electrochimice
- instalații de iluminat electric
- instalații de automatizare, măsură și control
- instalații pentru compensarea puterii reactive
- instalații pentru reducerea regimului deformant
- instalații de protecție împotriva socului electric

**b. instalații de curenți “slabi”:**

- instalații de telecomunicații
- instalații de detectare automată și de alarmă:
- instalații de telesupraveghere a funcționării instalațiilor de curenți “tari” din clădiri
- instalații de ceasoficare
- instalații de telecomandă și telemăsurare.

## 1.7. Elemente componente

Elemente componente ale unui circuit sunt, în principiu: sursa de alimentare cu energie electrică, elementul alimentat (consumatorul) și linia de legătură între sursă și elementul alimentat.

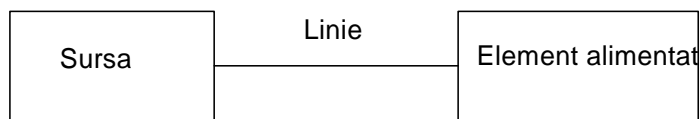


Fig. 1.2

**a. Sursa de energie** poate fi:

- sursa primară, bazată pe transformarea altei forme de energie
- generator (mașina electrică)
- pila (acumulator)
- sursa secundară, bazată pe modificarea parametrilor energiei electrice (secundarul unui transformator)
- “pseudosursa” – tensiunea electrică disponibilă la barele unui punct de distribuție
- o priză de curent.

Caracteristici ale sursei primare sau secundare sunt, în principal:

- impedanța internă  $Z_s$ ;
- tensiunea de funcționare (mers) în gol (fără sarcină)  $U_0$  – tensiunea generată prin fenomenul primar;
- tensiunea la borne în cazul funcționării în sarcină  $U_s$  – inferioară tensiunii de funcționare în gol și dependentă de intensitatea curentului furnizat;
- puterea aparentă nominală  $S = U_0 I_n$  – puterea limită care poate fi furnizată unui receptor rezistiv.

**b. Linia electrică**, reprezentând ansamblul elementelor prin care se asigură transferul de energie între sursă și elementul alimentat, distribuția în diferite direcții, închiderea/deschiderea circuitului (într-o secvență prestabilită), protecția circuitului (receptor și linie), măsurarea parametrilor electrici, conține:

- conductoare (izolate)/cabluri/bare;
- dispozitive de conexiune (doze de ramificație, cutii de derivație, borne), care realizează un contact fix;
- elemente de cablare, fixare și/sau protecție față de mediu (tuburi, țevi), cu accesoriile aferente;
- aparate de comutație, destinate manevrelor de închidere-deschidere a circuitelor;
- aparate de protecție împotriva supracurenților, destinate atât elementului alimentat cât și celorlalte elemente de pe linie;
- aparate de măsură, comandă și supraveghere.

Linia este caracterizată prin impedanța sa  $Z_l$ , de regulă mult mai mică decât impedanțele sursei și elementului alimentat, determinând practic, împreună cu impedanța sursei, valoarea curentului de scurtcircuit și căderea de tensiune în rețea până la bornele receptorului, unde tensiunea are valoarea  $U < U_s$ :  $I_{sc} = U_0 / (Z_s + Z_l)$ ;  $\Delta U = U_0 - U = I (Z_s + Z_l)$ .

**c. Elementul alimentat (consumatorul)**, constituind sarcina circuitului, poate fi:

- receptor simplu;
- receptor complex (echipament, unitate funcțională);
- punct de distribuție a energiei;
- transformator.

Tensiunea  $U$  a bornele elementului alimentat este inferioară tensiunii secundare a sursei, datorită căderii de tensiune pe linia de alimentare.

Receptorul simplu este caracterizat prin :

- parametri funcționali nominali:  $P_n$ ,  $U_n$ , ...;
- abaterile admisibile de la tensiunea nominală;
- impedanța nominală (impedanța de utilizare)  $Z_u$ ; nu se indică direct, rezultând în concordanță cu parametri nominali și determinând practic

valoarea intensității curentului și a puterii absorbite la alimentarea din rețea:  $I_n \approx U/Z_U$  ( $Z_U \gg Z_S$ ,  $Z_U \gg Z_L$ ).

Punctul de distribuție sau receptorul complex este caracterizat prin:

- puterile cerute activă și reactivă  $P_c$  și  $Q_c$  (inferioare puterii instalate – puterea totală a receptoarelor alimentate);
- curentul nominal al "sosirii" (linie și bare la care se racordează "plecările" spre elementele alimentate)  $I_n$ .

## 1.8. Principii de structurare a unei instalații

Instalația electrică este considerată un caz particular de *sistem*, definit ca un set de obiecte interdependente (în corelație). Principiile de structurare a instalației decurg, prin urmare, din principiile generale de structurare a sistemelor.

Fiecare entitate tratată în cadrul unui proces de proiectare, execuție, exploatare sau întreținere constituie un *obiect*. Atunci când un sistem este o parte a unui alt sistem, poate fi considerat ca un obiect.

Un *sortiment de obiecte/elemente* este o clasă sau o familie de elemente cu trăsături generale comune, indiferent de funcția concretă sau de particularitățile constructive (de exemplu: rezistoare, motoare, transformatoare).

*Structurarea* unui sistem semnifică divizarea succesivă și subdivizarea sistemului în părți și organizarea acestora (permițând astfel ca sistemul să poată fi proiectat, executat/fabricat, întreținut sau comandat în mod eficient) și descrie relațiile de componență (este compus din..., face parte din...).

Orice sistem sau obiect poate fi privit sau descris de o manieră specifică (*aspect*) și anume:

- *funcție* – ce face el (activitatea prin care realizează scopul propus), fără a lua în considerare amplasarea și/sau produsele care realizează funcția;
- *produs* – cum este construit, fără a ține seama de funcția realizată sau de amplasament (un produs poate realiza mai multe funcții, se poate găsi singur sau împreună cu alte obiecte într-un amplasament);
- *amplasare* – unde este situat (poziția fiică în cadrul unui amplasament precizat: clădire, etaj, cameră, dulap, panou), indiferent de funcția îndeplinită sau de produs.

Plecând de la cele trei aspecte menționate, se pot defini pentru orice sistem/instalație: o structură bazată pe funcție, o structură bazată pe aspectul de produs și o structură bazată pe amplasament.

Rezultatul subdivizărilor succesive bazate pe un anumit aspect al obiectelor poate fi reprezentat ca o structură arborescentă, așa cum este ilustrat în figura 1.3.



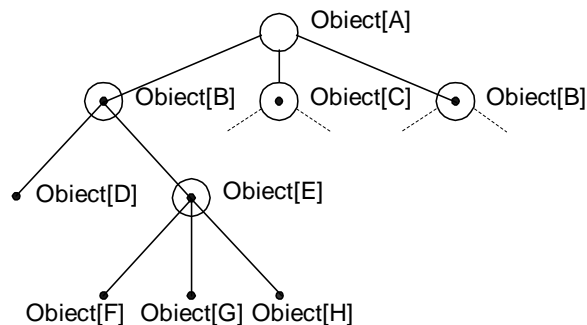


Fig. 1.3

## 1.9. Rețele electrice de distribuție la consumator

### Factori care determină structura rețelelor

Structura unei rețele este determinată de :

- caracteristicile și dispunerea teritorială a receptoarelor ;
- siguranța în alimentare, conform categoriei în care se încadrează receptoarele;
- felul curentului și nivelul de tensiune necesar;
- indicatori tehnico-economici
- asigurarea condițiilor de protecție a personalului împotriva electrocutării.

## 1.10. Realizarea siguranței în alimentarea receptoarelor

Pentru realizarea siguranței în alimentarea receptoarelor, în funcție de categoria în care se încadrează acestea, sunt posibile următoarele soluții:

- Categoria 0:
  - două căi de alimentare independente, racordate în puncte distincte ale SEE;
  - surse de intervenție;
  - anclanșarea automată a rezervei;
  - circuite distincte față de alte receptoare.
- Categoria I:
  - două căi de alimentare racordate în puncte distincte din sistemul intern (bare distincte din stații de transformare, posturi de transformare, stații de conexiuni), cu anclanșarea automată a rezervei;
  - circuite distincte față de alte receptoare.
- Categoria II: 1 – 2 căi de alimentare din sistemul intern, în urma unui studiu tehnico- economic.
- Categoria III: o singură cale de alimentare.

## 1.11. Schemele rețelelor electrice de joasă tensiune

### 1.11.1. Principii generale

Se consideră o instalație electrică destinată să alimenteze, în final, un anumit număr de receptoare (utilaje) de joasă tensiune, amplasate în diferite poziții în zona aferentă, conform necesităților de utilizare.

În schemele în care stația de primire este alimentată dintr-o singură sursă, energia electrică este transmisă spre receptoare într-un singur sens, printr-o rețea care se ramifică succesiv, pe măsura apropierii de receptoare, la diferite niveluri în structura sistemică a instalației, permițând dirijarea energiei electrice în diferite direcții și la diferite elemente alimentate. Ramificarea se realizează cu ajutorul unor echipamente prefabricate specializate, numite *puncte de distribuție*, situate în nodurile corespunzătoare ale rețelei.

Fiecare punct de distribuție este constituit, ca echipament de putere ("forță") din:

- o *sosire*, direct de la o sursă secundară sau de la un punct de distribuție precedent;
- mai multe *plecări*, spre alte puncte de distribuție sau elemente alimentate;
- un *sistem de bare* alimentate prin sosire și din care se execută derivațiile pentru plecări.

Un punct de distribuție mai poate conține circuite suplimentare de comandă, semnalizare, măsură etc. Curentul nominal al sosirii este considerat drept curent nominal al punctului de distribuție respectiv.

Ca regulă generală, fiecare plecare trebuie să fie prevăzută cu un aparat de protecție la scurtcircuit (siguranță fuzibilă sau întreruptor de putere automat), plasat imediat după conexiunea la bare, care să acționeze la un scurtcircuit care s-ar produce în orice loc pe linia dintre punctul respectiv și următorul element alimentat. De asemenea, fiecare sosire trebuie prevăzută cu un aparat de comutație, care să realizeze cel puțin funcția de separator, permițând izolarea față de rețeaua din amonte, după deconectarea sarcinii din aval. Excepțiile sunt prevăzute în normative.

### 1.11.2. Componenta rețelelor electrice de joasă tensiune

Primul element din rețeaua de joasă tensiune este *tabloul de distribuție general* al consumatorului ( $I_n \leq 2400$  A).

La consumatorii care solicită din rețea puteri mici, alimentarea se face direct din rețeaua zonală de JT (aeriană sau subterană) a furnizorului, printr-un *branșament* care face legătura între linia de alimentare și contorul de

energie al consumatorului, situat în amonte de tabloul general sau la intrarea în tablou. De regulă, contorul aparține furnizorului.

Consumatorii de puteri mai mari sunt alimentați din rețeaua de medie tensiune a furnizorului, printr-un *racord* care conține un *post de transformare*. Postul de transformare conține 1-2 transformatoare (10/0,4 kV sau 20/0,4 kV), având înfășurarea secundară în stea, cu neutrul accesibil (4 borne), precum și echipamentul de comutație și de protecție aferent, atât pe partea de MT, cât și pe partea de JT. Secundarul transformatorului alimentează tabloul de distribuție general, care poate fi chiar înglobat în postul de transformare.

Celelalte puncte de distribuție pot fi:

- *tablouri de distribuție* de tip panou, dulap, din cutii echipate etc., clasificate, după intensitatea curentului sosirii, în *tablouri principale* ( $I_n \leq 600$  A) și *tablouri secundare*

( $I_n \leq 300$  A);

- *canale prefabricate de bare* (un sistem de 4 bare într-o incintă de protecție), realizate ca tronsoane care pot fi îmbinate și prevăzute cu posibilitatea efectuării de derivații pentru ramificații. În funcție de intensitatea curentului nominal, canalele pot fi *canale magistrale* și *canale de distribuție*.

În practică, circuitele electrice care alimentează puncte de distribuție sunt denumite *coloane*, termenul de *circuit* fiind consacrat pentru alimentarea fiecărui receptor sau echipament de la ultimul punct de distribuție

## 1.12. Tipuri de circuite electrice de joasă tensiune

*Circuitele* pot fi:

- individuale, pentru fiecare receptor (în sens restrâns);
- comune, pentru mai multe receptoare, cu protecție unică la

scurtcircuit:

- circuit de iluminat;
- circuit de prize;
- circuit de utilaj;
- circuit pentru mai multe motoare similare, cu puterea totală până

la 15 kW.

## 1.13. Tipuri de scheme

**a. Scheme radiale.** Fiecare punct de distribuție, utilaj sau receptor este alimentat printr-o linie separată, care pleacă de la un punct de distribuție central (fig. 1.4).

Aceste scheme prezintă *avantajul* siguranței în alimentare; un defect pe o linie provoacă scoaterea de sub tensiune, prin funcționarea aparatului de

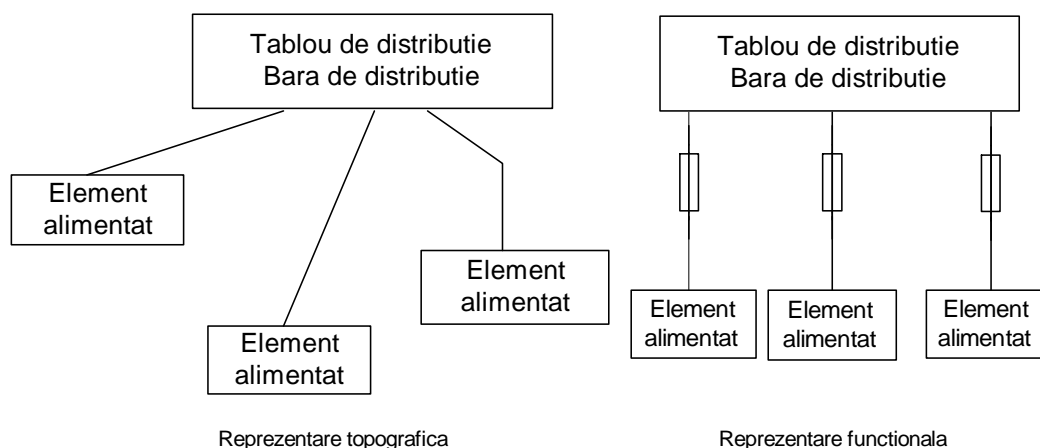


Fig. 1.4

protecție respectiv, numai a liniei afectate, restul instalației rămânând în funcțiune.

*Dezavantajele* schemelor sunt:

- investiții mari;
- consum ridicat de material conductor;
- număr mare de plecări din punctele de distribuție (creșterea gabaritului).

Ca *utilizare*, se recomandă în cazul:

- coloanelor de alimentare a tablourilor de distribuție sau al unor canale de bare de distribuție secundare;
- circuitelor, pentru:
  - utilaje cu receptoare de puteri mari, alimentate direct din tabloul general sau dintr-un canal magistral;
  - utilaje cu receptoare de puteri mici și mijlocii, alimentate din tablouri secundare sau din bare de distribuție;
  - utilaje și receptoare dispersate;
  - utilaje, receptoare și instalații importante, pentru care riscul de întrerupere a alimentării trebuie să fie minim.

**b. Scheme cu linii principale sau magistrale.** Se prevede câte o plecare într-o anumită direcție, care trece prin apropierea unor utilaje/receptoare sau grupuri de utilaje/receptoare, care se alimentează apoi, de regulă, în derivație (fig. 1.5)

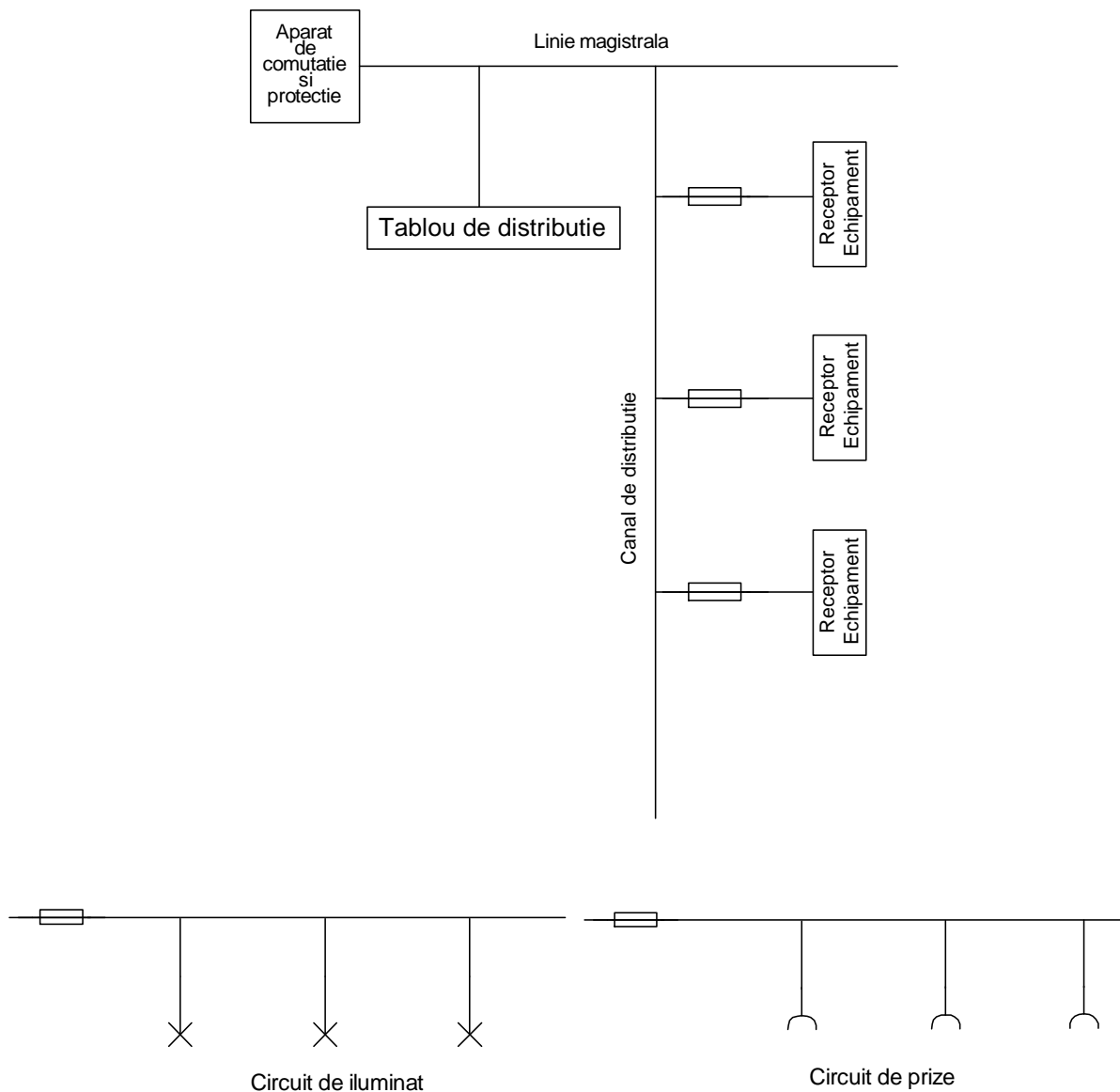


Fig. 1.5

*Avantajele* constau în:

- consum redus de material conductor;
- derivații din mai multe locuri;
- număr redus de plecări din punctele de distribuție.

*Dezavantajul* este siguranța mai mică în exploatare, deoarece un defect pe linia principală antrenează întreruperea alimentării tuturor derivațiilor din linie.

*Utilizarea* acestor scheme se recomandă pentru:

- utilaje grupate, la distanțe relativ mici, linii tehnologice;
- distribuția în canale de bare.

### c. Scheme mixte:

- scheme radiale pentru:
  - utilajele/receptoarele dispersate;
  - echipamentele/receptoarele importante;
  - scheme magistrale pentru utilajele grupate.

## 1.14. Efectele curentului electric

Curentul electric de intensitate  $I$  prin elementele rețelei are efecte atât asupra acestora, cât și asupra organismelor vii și a altor elemente care vin în contact cu rețeaua.

Efectele curentului electric trebuie avute în vedere la proiectarea și exploatarea instalațiilor electrice.

### 1.14.1. Efectele asupra rețelei

Curentul electric produce în rețea pierderi de putere activă, căderi de tensiune, solicitări mecanice, fenomene la deconectare, tensiuni induse, perturbații electromagnetice în funcționarea unor receptoare.

a. *Pierderile de putere activă* sunt direct proporționale cu pătratul valorii efective a intensității curentului și cu rezistența  $R$  a căii de curent parcurse

$$\Delta P = kRI^2$$

( $k = 1$  pentru c.a. monofazat,  $k = 3$  pentru c.a. trifazat), având drept consecință încălzirea elementelor componente ale căii de curent și solicitarea termică a izolației acestora (§ 5.4);

b. *Căderile (pierderile) de tensiune*, în lungul rețelei, sunt direct proporționale cu valoarea efectivă a intensității curentului și cu impedanța  $Z$  a căii de curent parcurse

$$\Delta U = ZI \quad ,$$

conducând la diminuarea tensiunii la bornele elementelor alimentate (cap. 10);

c. *Solicitările mecanice ale căilor de curent și ale suporturilor acestora* au loc datorită câmpului magnetic propriu al conductoarelor parcurse de curent rezultând:

- forțe electrodinamice care se manifestă între două conductoare parcurse de curent, asupra unei spire sau asupra unei bucle formate de un conductor;

- forțe electromagnetice care se exercită între un conductor parcurs de curent și un corp feromagnetic învecinat.

Forțele sunt proporționale cu pătratul intensității curentului. În curent alternativ, forțele sunt pulsatorii, oscilând, cu dublul frecvenței curentului, între zero și valoarea maximă

$$F_{\max} = C\hat{I}^2 .$$

Solicitările mecanice prezintă importanță în cazul curenților de defect (în particular, scurtcircuit). În cazul curentului de scurtcircuit asimetric (de intensitate  $I_{sc}$ ), datorită componentei aperiodice, valoarea inițială a curentului poate atinge  $2,5 \cdot I_{sc}$  (curent de lovitură).

d. *Efectele negative asupra aparatelor de comutație* se manifestă datorită arcului electric la deconectare.

e. *Inducerea de tensiuni electromotoare sau elemente rămase încărcate capacitiv* în circuite deconectate pot influența unele receptoare sau pot constitui un pericol pentru personalul de exploatare.

### **1.14.2. Efectele asupra organismului uman și al altor ființe**

Efectele curentului electric se manifestă prin :

- *șocuri electrice* (care pot deveni periculoase), determinate de potențialele elementelor conductive cu care organismul vine în contact (de diferența de potențial aplicată organismului) și independente de intensitatea curentului prin elementele rețelei;

- *arsuri sau metalizarea pieii*, determinate în principal de acțiunea arcului electric care apare la întreruperea voită sau accidentală a unui circuit.

### **1.14.3. Efectele asupra elementelor combustibile, inflamabile sau explozive**

Elementele respective, aflate în contact cu elementele rețelei sau în vecinătatea acestora sunt supuse pericolelor de *producere de incendii sau explozii*, datorită fie unei descărcări electrice (scânteie, arc electric), fie supraîncălzirii excesive a căilor de curent.

### **1.15. Trecerea curentului electric prin organismul uman**

Pe lângă folosirea controlată a curentului electric în scopuri terapeutice, organismul uman poate fi expus accidental și necontrolat acțiunii curentului electric.

Dacă organismul este supus unei diferențe de potențial, se constată apariția unui curent electric în circuitul astfel format, ceea ce demonstrează conductibilitatea organismului.

#### **1.15.1. Impedanța corpului**

Corpul omenesc este un conductor specific – conductor electrobiologic. Diferitele părți ale corpului – cum sunt pielea, sângele, țesuturile musculare și alte țesuturi și

articulații – prezintă pentru curentul electric o anumită impedanță compusă din elemente rezistive și capacitive (fig.1.4.1):  $Z_p$  – impedanța pieii,  $Z_i$  – impedanța țesuturilor interne,  $Z_T$  – impedanța totală. De remarcat că impedanța organismului nu este constantă ci depinde de mai mulți factori cum sunt : parametrii circuitului electric, starea fizică și psihică a organismului, condițiile de contact cu elementele aflate la potențiale diferite.

Impedanța internă (în principal, rezistivă) a elementelor conductoare din organism este relativ redusă (200 ... 500  $\Omega$ ) și depinde în principal de traseul curentului prin corp.

Cea mai mare pondere în impedanța corpului revine impedanței țesuturilor externe (pielea – în special, epiderma), adică impedanței de contact la intrarea și la ieșirea curentului. Valoarea acestei impedanțe depinde de tensiunea de contact, de frecvență, de durata trecerii curentului electric, de suprafața și de presiunea de contact, de umiditate și de temperatură. Ea poate varia între peste 100000  $\Omega$  (pentru piele uscată, curată, fără fisuri și o suprafață de contact mică) și câteva sute de ohmi (în cazul contactului pe o suprafață mare, cu mâinile umede, cu fisuri sau acoperite cu substanțe conductive).

În analiza și calculul instalațiilor de protecție a personalului contra acțiunii curentului electric, se recurge frecvent la un model de calcul simplificat, constând într-o rezistență  $R_h$  a cărei valoare se poate considera 1000  $\Omega$  (sau, uneori, 3000  $\Omega$ ).

### **1.15.2. Contactul persoanelor cu instalația electrică**

Contactul accidental al persoanelor cu instalația electrică poate avea loc :

- cu părțile active ale instalației aflate sub tensiune în decursul exploatarei instalației (*contact direct*);
- cu masele sau alte părți conductive intrate accidental sub tensiune (*contact indirect*).

Tensiunea care există (sau care apare ca urmare a unui defect de izolație sau unei influențe electromagnetice) între două elemente conductive accesibile simultan în instalația electrică și care se aplică astfel organismului uman este denumită *tensiune de contact*  $U_c$ .

Contactul se poate stabili nemijlocit cu două elemente ale instalației, aflate la potențiale diferite, sau prin intermediul pământului.

### **1.15.3. Efectele trecerii curentului electric prin organism**



Trecerea curentului electric prin organismul uman ( $I_h = U_o/R_h$ ) are efecte fiziopatologice asupra acestuia.

Efectul principal îl constituie *șocurile electrice*, care provoacă excitarea țesuturilor, organice parcurse, însoțită de contracția spasmodică involuntară a fibrelor musculare, având drept rezultat tulburări funcționale în organism a căror gravitate depinde în mod esențial de relația timp-intensitatea curentului, consecințele fiind cu atât mai grave cu cât cele două mărimi au valori mai ridicate. Acțiunea se exercită atât nemijlocit asupra țesuturilor organice parcurse, afectând îndeosebi funcționarea inimii, cât și prin intermediul sistemului nervos central, manifestată în special prin afectarea respirației.

Cel mai mare pericol este apariția fenomenului de *fibrilație cardiacă* constând în pierderea sincronismului de activitate al pereților acesteia (diastole și sistole), putând avea drept consecință oprirea circulației sanguine. De asemenea, se poate ajunge la oprirea respirației.

Pe lângă acestea, se pot produce *arsuri interne* (prin efect Joule în țesuturile parcurse) sau *externe* (de exemplu, prin arc electric), precum și alte efecte secundare nedorite.

Având în vedere relația dintre intensitatea curentului și tensiunea de contact (la o rezistență dată a corpului), aprecierea unei instalații electrice din punctul de vedere al protecției personalului față de efectele curentului electric ia în considerare evaluarea și evitarea menținerii unei tensiuni de contact accidentale periculoase.

## **1.16. Trecerea curentului electric prin pământ (sol)**

### **1.16.1. Conductibilitatea electrică a pământului (solului)**

În mod normal, în absența oricărei legături cu o sursă de curent electric, pământul (solul) este considerat ca având potențialul zero, servind drept referință pe scara potențialelor.

Conductibilitatea electrică a pământului (solului) poate fi pusă în evidență aplicând o tensiune  $U$  între doi electrozi îngropați în pământ. Se constată că:

- ia naștere un curent electric de intensitate  $I_p$  care parcurge porțiunea de sol dintre cei doi electrozi, semnificând prezența unei rezistențe  $R_p = U_p/I_p$ , suplimentară față de rezistența electrozilor;

- valoarea intensității curentului  $I_p$  depinde de natura solului, de umiditate și de temperatură, este maximă la distanța minimă și scade pe măsura creșterii distanței dintre electrozi, până la o anumită distanță (de ordinul 20 m), după care rămâne aproximativ constantă, chiar dacă distanța este de ordinul kilometrilor;

- potențialul punctelor de pe sol se modifică, variind între o valoare maximă (pe fiecare electrod) și zero (la infinit); practic, potențialul se poate

considera nul de la o anumită distanță față de fiecare electrod (de ordinul 20 m).

Se desprind următoarele concluzii:

- pământul (solul) este un conductor specific - un conductor spațial, în general neomogen – care, deși are o rezistivitate superioară cu 8 ... 9 ordine de mărime celei corespunzătoare metalelor (apropiată de rezistivitatea izolanților clasici), prezintă o rezistență a circuitului stabilit prin pământ comparabilă cu cea a metalelor foarte bune conducătoare de curent la valori apreciabile ale secțiunii acestora;

- rezistența circuitului stabilit prin sol este concentrată în principal în imediata vecinătate a electrozilor de intrare respectiv ieșire, fiecare electrod de legătură cu pământul introducând o rezistență dependentă de dimensiunile și configurația geometrică a legăturii;

- conductibilitatea solului este în principal de natură electrolitică, solurile care conțin cea mai mare cantitate de electrolit dizolvat (de exemplu, teren arabil, teren argilos, humus, suficient de umede) fiind cele mai conductive, în timp ce terenul nisipos sau pietros se apropie de izolanți.

În consecință:

- în anumite situații, pământul poate fi folosit drept conductor în unele sisteme de transfer al energiei electrice;

- contactul simultan al unor persoane sau altor organisme vii cu două puncte de pe sol aflate la potențiale diferite sau cu elemente conductive din instalațiile electrice, aflate la un potențial diferit de zero, și cu pământul poate avea drept rezultat producerea de accidente prin trecerea curentului electric prin organism;

- prin pământ se pot închide curenți de defect ai instalațiilor electrice sau pot fi dirijați intenționat curenții de defect, în vederea realizării protecției instalației și a personalului.

### **1.16.2. Contactul electric cu solul**

Contactul electric cu solul al unui element conductiv din instalația electrică se poate stabili fie intenționat (*legare la pământ*), în scop funcțional sau ca măsură de protecție, fie în mod accidental, ca urmare a unui defect în instalație (*punere la pământ*).

Stabilirea intenționată a unui contact electric între un element conductiv al instalației electrice și pământ se realizează printr-o instalație specifică.

Prin *instalație de legare la pământ* se înțelege ansamblul format din electrozi special destinați acestui scop, îngropați în sol (*prize de pământ*) și conductoare care fac legătura între electrozii prizelor și elementele conductive din instalație (*conductoare de legare la pământ*), prin intermediul cărora se realizează un contact intenționat cu solul

*Legarea la pământ funcțională (de exploatare)* se aplică elementelor conductive care fac parte din circuitele curenților de lucru și urmărește asigurarea unui anumit mod de funcționare a rețelei.

*Legarea la pământ de protecție* are drept obiect elementele conductive (masele) care nu se află în mod normal sub tensiune, dar care ar putea intra accidental sub tensiune, ca urmare a unui defect, scopul acestei măsuri fiind protecția personalului în cazul atingerii accidentale a elementelor respective.

Fiecărei prize de pământ îi corespunde o anumită rezistență a circuitului electric stabilit prin sol, numită *rezistența prizei de pământ*. O rezistență similară corespunde, de asemenea oricărei puneri la pământ (*rezistența de defect*).

Contactul electric cu solul al unei persoane poate avea loc direct sau prin intermediul unor elemente conductive aflate în contact cu pământul (de exemplu, conducte de apă sau elemente metalice ale construcției).

## **1.16. Elemente conductoare în rețelele electrice**

Elementele conductoare servesc drept cale de curent pentru alimentarea receptoarelor sau punctelor de distribuție de la sursa de energie.

### **1.16.1. Conductoarele rețelei de distribuție**

Conductoarele active ale rețelei sunt:

- *conductoarele de linie (fază)*: L1, L2, L3;

- *conductorul neutru (nul de lucru) N* – care servește drept :

- conductor pentru alimentarea receptoare monofazate;

- cale de închidere a circuitului curenților de dezechilibru din

rețea, (inclusiv armonicile multiplu de 3);

- *conductorul de protecție PE* – destinat exclusiv protecției prin legare la pământ și legare la nul, servind pentru racordarea elementelor conductive neaflute în mod normal sub tensiune, cu alte elemente conductive similare, cu prizele de pământ sau cu punctul neutru al sursei de alimentare;

- *conductorul combinat PEN*, îndeplinind ambele funcții (neutru și de protecție) pe o porțiune definită a rețelei.

### **1.16.2. Soluții posibile pentru realizarea rețelei**

Din punct de vedere tehnic, se pot folosi:

- conductoare izolate, montate în tuburi sau țevi de protecție, cu accesoriile aferente pentru derivații (doze, cutii) și îmbinare (manșoane, mufe, coturi, curbe);

- cabluri;

- bare neizolate.

**a. Conductorul metalic** este o cale unică de curent, formată din unul sau mai multe fire.

Drept *material* se recurge la cupru (Cu) sau aluminiu (Al) – a căror conductivitate este ridicată ( $\sigma_{Cu} > \sigma_{Al}$ ).

Avantajele cuprului sunt: consum mai mic, la aceeași solicitare termică (aceeași sarcină); cădere de tensiune mai mică pe rețea; conexiuni mai sigure (prin lipire); rezistență mecanică mai mare.

Ca *execuție*, conductorul poate fi: unifilar/multifilar; rigid/flexibil.

*Forma secțiunii* poate fi: circulară; dreptunghiulară; alte forme geometrice (de exemplu, sector de cerc, elipsă).

*Secțiunea conductoarelor* utilizate în instalațiile electrice are valori normalizate, exprimate în  $mm^2$ . La cablurile polifazate, cu conductor neutru și/sau de protecție, secțiunea conductorului respectiv se adoptă:

- egală cu secțiunea conductorului de linie, pentru  $s \leq 16 mm^2$ ;
- valoarea normalizată cea mai apropiată de jumătate din secțiunea conductorului de linie, pentru  $s \geq 25 mm^2$ .

Tabelul 1.1 cuprinde valorile normalizate ale secțiunii conductoarelor.

Tabelul 1.1

Secțiunile conductoarelor ( $mm^2$ )

L1,L2,L	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	
3	120	150	185	240	300	400							
N,PE,P	1	1,5	2,5	4	6	10	16	16	16	25	35	50	70
EN	70	95	120	150	185								

**b. Conductorul izolat (conductor, conductă)** este constituit (fig.1.6) dintr-un conductor metalic și izolație din PVC, cauciuc sau polietilenă

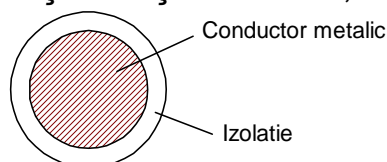


Fig. 1.6

(eventual, o manta).

**c. Cablul** (fig. 1.7) este un ansamblu de : *conductoare izolate* (separate din punct de vedere electric, dar solidare mecanic), învelișuri și, eventual, ecrane.

Învelișurile servesc fie pentru protecție contra acțiunilor chimice, fizice, mecanice: (armături metalice, manta - înveliș de protecție etanș, exterior), fie pentru solidarizarea ansamblului.

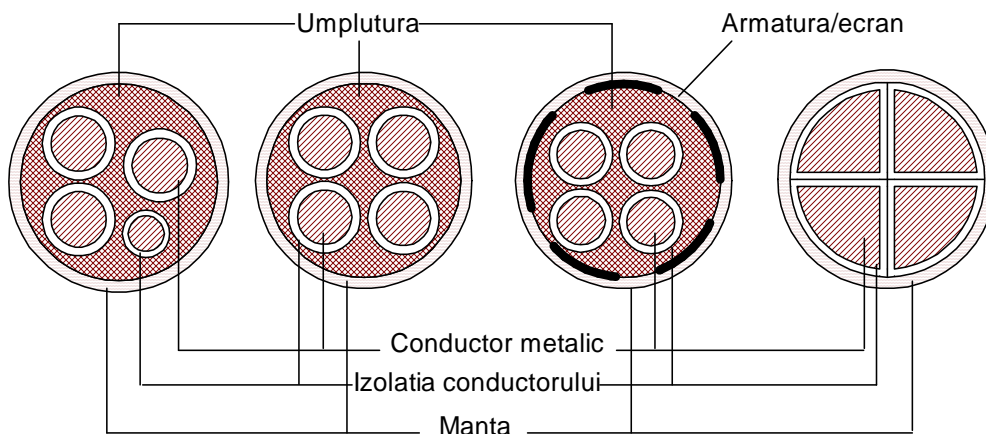


Fig. 1.7

*Ecranele* sunt destinate protecției circuitelor față de acțiunea câmpului electric și magnetic exterior sau împiedicării acțiunii câmpului conductoarelor asupra mediului înconjurător.

După *destinație*, cablurile se clasifică în: cabluri de energie, cabluri de comandă, cabluri de semnalizare.

**d. Barele neizolate, cu secțiuni dreptunghiulară** se folosesc drept:

- *cale de curent pentru curenți intensi*, pentru racordarea echipamentelor în rețea, în zone inaccesibile personalului necalificat ca, de exemplu, legătura între tabloul general și transformator, în postul de transformare sau conexiuni între echipamente, în zone protejate.

- *bare "colectoare"* – în cadrul tablourilor de distribuție, la care se racordează sosirea și plecările, în cadrul schemelor radiale.

- *canale din bare protejate/capsulate, prefabricate* (fig. 1.8), sub formă de tronsoane, inclusiv elementele de îmbinare, derivație și montaj: canal magistral, canal de distribuție, cutii de ramificație, cutii de colț, cutii de siguranță, cutii de dilatare.

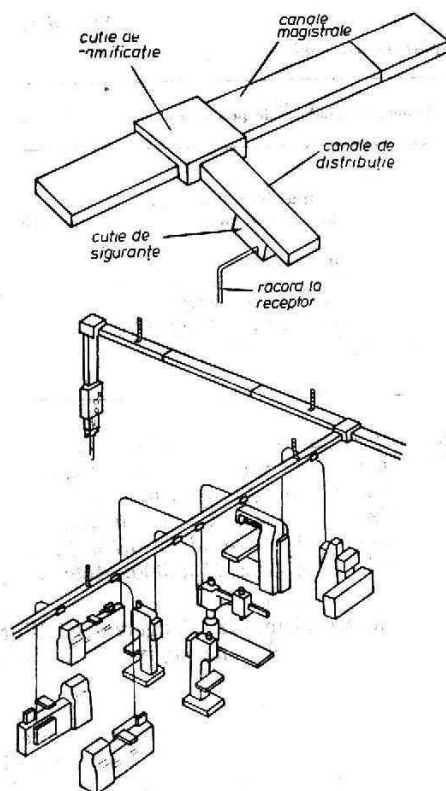


Fig. 1.8

### 1.17. Simbolizarea conductoarelor izolate și cablurilor

Pentru simbolizarea conductoarelor izolate și a cablurilor se folosește un cod alfanumeric.

CENELEC a adoptat un cod de identificare constând, în ordine, în:

- o literă pentru tipul de cablu: H – model armonizat; A – model nearmonizat, variantă națională recunoscută de CENELEC; FRN – conform unui standard național;

- una sau două cifre pentru tensiunea de serviciu (tensiunea de linie), de exemplu 05 pentru 500 V; 1 pentru 1 kV;

- o literă pentru materialul izolant, de exemplu V pentru policlorură de vinil (PVC);

X pentru polietilenă armată (XLPE); R pentru cauciuc natural sau artificial;

- o literă pentru materialul învelișurilor de protecție, de exemplu V pentru policlorură de vinil (PVC); X pentru polietilenă armată (XLPE);

- o literă pentru construcții speciale: H – cablu plat divizibil; H2 – cablu plat indivizibil;

- o literă pentru conductorul metalic, de exemplu U pentru masiv; R pentru două fibre răsucite (inflexibil); F, K sau H pentru diverse construcții flexibile;

- o literă pentru conductorul metalic: A pentru aluminiu; necodificat pentru cupru;
- o parte numerică evidențiind compoziția conductorului/cablului: numărul de conductoare, semnul de multiplicare (x) și secțiunea transversală a unui conductor (în mm<sup>2</sup>)

Codul alfanumeric folosit în România este constituit din:

a. litere, pentru:

- materialul conductorului (prima literă din simbol) : A – aluminiu; conductorul din cupru nu se simbolizează;

- forma secțiunii conductorului și construcția: r – secțiune rotundă; s – secțiune în formă de sector de cerc; f – flexibil; m – multifilar;

- execuție (în ordine, de la interior spre exterior: izolație, înveliș, armătură, manta):

Y – izolație/înveliș/manta din PVC; H – izolație de hârtie; P – manta din plumb; A – armătură (în interiorul simbolului); Ab – armătură sub formă de bandă etc;

- destinație (la începutul simbolului, după indicarea materialului conductorului):

F – instalații fixe; M – instalații mobile; C – cablu de energie; CC – cablu de comandă;

CS – cablu de semnalizare;

b. cifre: numărul de conductoare x secțiunea (mm<sup>2</sup>); secțiunile reduse se indică după secțiunea conductoarelor de linie, precedate de semnul +.

Exemple: AFY 2,5 mm<sup>2</sup> – conductor din aluminiu, cu izolație din PVC, instalații fixe

FY 2,5 mm<sup>2</sup> – conductor din cupru, cu izolație din PVC, instalații fixe

2 AFY 2,5 mm<sup>2</sup> + FY 2,5 mm<sup>2</sup> – două conductoare din aluminiu, cu izolație din PVC și un conductor din cupru, instalații fixe

ACY 4x10 mm<sup>2</sup> – cablu de energie, patru conductoare din aluminiu, cu secțiunea 10 mm<sup>2</sup>, izolate cu PVC, manta din PVC

CYY 4x10 mm<sup>2</sup> – idem, conductor din cupru

ACY 3x25 + 1x16 mm<sup>2</sup> – cablu de energie, patru conductoare din aluminiu (trei cu secțiunea 25 mm<sup>2</sup> și unul cu secțiunea 16 mm<sup>2</sup>), izolate cu PVC, manta din PVC

ACYAbY 3x25 + 1x16 mm<sup>2</sup> – idem, cu armătură sub formă de bandă.

Identificarea conductoarelor în cablurile de joasă tensiune se realizează prin culori sau prin numere, respectând următoarele reguli:

- marcajul în dungi verde-galben este rezervat conductoarelor de protecție PE sau PEN;

- conductorul neutru (dacă există) trebuie să aibă culoarea albastru deschis sau să fie notat cu cifra 1;
- conductoarele de linie pot fi identificate cu orice culoare în afară de verde-galben, verde, galben, albastru deschis.

### 1.18. Factori care determină alegerea secțiunii conductoarelor

Secțiunea conductoarelor este determinată de:

- solicitarea termică, la trecerea curentului electric, astfel încât să nu fie pusă în pericol durata de viață a izolației conductorului ;
- căderea de tensiune admisibilă în rețea, pentru sarcini de durată și de scurtă durată ;
- solicitările electromecanice, datorate curenților de scurtcircuit;
- impedanța maximă necesară pentru a permite funcționarea protecției, în caz de scurtcircuit și în cazul protecției împotriva electrocutării prin legare la nul.

### 1.19. Solicitări maxime admisibile pentru conductoare, cabluri și bare

#### 1.19.1. Solicitări în serviciu staționar permanent

La sarcină constantă, de durată, este important să se cunoască intensitatea maximă a curentului care parcurge un conductor dintr-un material dat (caracterizat prin  $\rho_0$  și  $\alpha_R$ ), cu dimensiuni date (exprimate prin  $s$  și  $p$ ), plasat într-un mediu dat, în condiții date de interacțiune cu mediul (exprimate prin  $\alpha_g$  și  $\theta_a$ ), pentru care temperatura conductorului în regim staționar  $\theta_m$  nu depășește o anumită valoare (impusă, în principal, de materialul izolației).

*Curentul maxim admisibil* reprezintă valoarea intensității curentului care parcurge un conductor, în regim staționar, pentru care temperatura conductorului nu depășește anumite valori admisibile.

$$I_m = \sqrt{\frac{\alpha_g (\theta_m - \theta_a)}{\rho_m} \cdot p s} .$$

Pe baza studiilor teoretice și a verificărilor experimentale, s-au întocmit tabele care dau valoarea curentului maxim admisibil  $I_{ma}$ , în funcție de secțiunea conductorului (separat pentru cabluri individuale, conductoare izolate, montate în tub și bare), pentru un anumit material (cupru, aluminiu), în *condiții de referință* privind mediul (aer, pământ), temperatura mediului, condițiile de răcire și modalitățile de montaj.

Pentru funcționarea *în alte condiții decât cele de referință*, curenții maximi admisibili, pentru aceeași secțiune a conductorului, vor avea valori



diferite de  $I_{ma}$ , mai mari sau mai mici (corespunzători unor condiții mai favorabile sau mai nefavorabile). Pentru fiecare variabilă se determină un factor de corecție  $f_i$ , factorul de corecție total fiind produsul factorilor corespunzători diverselor situații practice:

$$f = \prod f_i .$$

Curentul maxim admisibil  $I'_{ma}$  în condiții diferite de cele de referință va fi deci:

$$I'_{ma} = f I_{ma} .$$

Factorii de corecție sunt, de asemenea, tabelați.

La variația temperaturii mediului ambiant de la valoarea de referință  $\theta_{a0}$  la o valoare oarecare  $\theta_a$ , pentru aceeași valoare a temperaturii maxime admise  $\theta_m$ , intensitățile curenților admisibili vor fi  $I_{ma}$  și  $I'_{ma}$ . Factorul de corecție corespunzător,

$$f_{\theta} = \frac{I'_{ma}}{I_{ma}} = \sqrt{\frac{\theta_m - \theta_a}{\theta_m - \theta_{a0}}}$$

depinde de materialul izolației (prin intermediul temperaturii  $\theta_m$ ).

Factorii de corecție referitori la montarea elementelor conductoare țin seama, printre altele, de modul de pozare, de vecinătatea altor conductoare sub sarcină și de dispunerea relativă față de acestea, care determină creșterea temperaturii conductorului considerat.

Tabelul 1.2 este un exemplu de material documentar privind încărcarea cablurilor de energie care funcționează în aer, în condiții de referință și factorii de corecție referitori la temperatura mediului ambiant și la diferite situații de pozare în instalație.

Cu referire la valorile tabelate, se pot menționa cel puțin două observații:

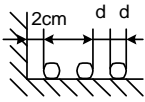
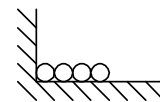
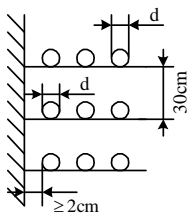
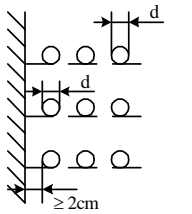
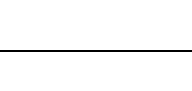
Tabelul 1.2

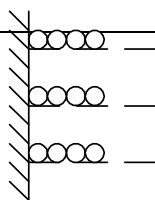
Intensități maxim admisibile pentru cabluri cu izolație din PVC, în aer.

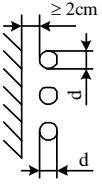
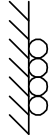
a. La temperatura mediului ambiant de +30°C						
Secțiune a nominală  a conductoarelor mm <sup>2</sup>	Intensitățile curenților, A					
	Cabluri cu conductor din cupru cu:			Cabluri cu conductor din aluminiu cu:		
	1 conductor	2 conductoare	3, 4 conductoare	1 conductor	2 conductoare	3, 4 conductoare
1,5	26	21	18	-	-	-
2,5	35	29	25	26	21	18
4	46	38	34	36	30	27
6	58	48	44	46	38	34

10	80	66	60	63	52	47
16	105	90	80	82	70	63
25	140	120	105	110	94	82
35	175	150	130	135	115	100
50	216	180	160	165	140	125
70	270	230	200	210	180	155
95	355	275	245	260	215	190
120	390	320	285	300	250	220
150	445	375	325	350	290	250
185	510	430	370	400	335	285
240	620	510	435	480	393	340
300	710	590	500	550	460	390

b. Factori de corecție în funcție de modul de pozare ( $f_1$ )

Modul de pozare a cablurilor	Cabluri în curent continuu și cabluri cu mai multe conductoare în curent alternativ						
	Distanța liberă între cabluri - $d_{\text{cablu}}$			Atingere reciprocă Atingere de perete			
	Distanța față de perete $\geq$ 2cm						
	Numărul cablurilor			Numărul cablurilor			
Figura	1	2	3	Figura	1	2	3
		6	9		6	9	
Cablu pe pardoseală sau pe fundul unui canal. Pozare alăturată		0,95	0,90	0,88	0,85	0,84	
							0,90 0,84 0,80 0,75 0,73
Cablu pe paturi (circulația aerului împiedicată). Pozare alăturată.		0,95	0,90	0,88	0,85	0,84	
		0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	
Nr. paturi		0,88	0,83	0,81	0,79	0,78	
1		0,78					0,95 0,84 0,80 0,75 0,73
2		0,86	0,81				0,95 0,80 0,76 0,71 0,69
3		0,79	0,77				0,95 0,78 0,74 0,70 0,68
6		0,76					0,76 0,71 0,69 0,68
		1	0,98				0,72 0,68 0,66
							0,95 0,81



Cablu pe grătare. Pozare alăturată. Nr. grătare		0,96 0,93		0,80 0,75							
		0,92		0,73							
	1	0,95		0,95 0,80							
		0,93 0,90		0,76 0,71							
		0,89		0,69							
	1	0,94		0,95 0,78							
	2	0,92 0,89		0,74 0,70							
3	0,88		0,68								
6	1 0,93		0,95 0,76								
		0,90 0,87		0,72 0,68							
		0,86		0,66							
Cablu pe stelaje metalice sau pe perete. Pozare unul sub altul.		1 0,93		0,95 0,78							
		0,90 0,87		0,73 0,68							
		0,86		0,66							
c. Factor de corecție în funcție de temperatura mediului ambiant ( $f_2$ )											
$\theta_a, ^\circ\text{C}$	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
$f_2$	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	0,50

### 1.19.2. Solicități în serviciu de foarte scurtă durată

La sarcini de vârf, se poate stabili o densitate de curent admisibilă  $j_{va}$  corespunzătoare temperaturii limită de lucru în regim de foarte scurtă durată  $\theta_{va}$  și duratei  $t_v$  a sarcinii respective :

$$j_{va} = \frac{k'_\theta}{\sqrt{t_v}} .$$

Se are în vedere, de regulă, cazul când, înaintea apariției sarcinii de vârf, conductorul funcționează la sarcina de durată maximă și deci la temperatura  $\theta_i = \theta_m$ .

### 1.20. Alegerea secțiunii conductorului de linie

#### a. Pentru sarcină constantă, de durată

Se alege acea secțiune pentru care încărcarea, exprimată prin curentul de calcul al circuitului, este inferioară curentului maxim admisibil corespunzător, în condiții reale de exploatare. În acest scop, se folosesc tabelele cu valori ale curentului maxim admisibil și cu factorii de corecție respectivi

$$I'_{ma} \geq I_c \Rightarrow f I_{ma} \geq I_c \Rightarrow I_{ma} \geq \frac{I_c}{f} \xrightarrow{\text{tabele}} s .$$

### b. În prezența sarcinilor de vârf - supracurenți funcționali

Secțiunea determinată anterior trebuie să satisfacă, concomitent, condiția:

$$j_v \leq j_{va} \Rightarrow \frac{I_v}{s} \leq j_{va} \Rightarrow s \geq \frac{I_v}{j_{va}} .$$

Densitatea admisibilă a curentului de vârf  $j_{va}$  se determină conform , în funcție de durata regimului tranzitoriu. În practica uzuală se folosesc frecvent valorile 20 A/mm<sup>2</sup> pentru aluminiu și 35 A/mm<sup>2</sup> pentru cupru, care sunt acoperitoare pentru cele mai dificile situații.

## 1.21. Alegerea secțiunii conductorului neutru, de protecție sau neutru și de protecție

Până la 16 mm<sup>2</sup> inclusiv, secțiunea conductoarelor respective se ia egală cu secțiunea conductorului de linie. Începând cu 25 mm<sup>2</sup>, se alege valoarea normalizată cea mai apropiată de jumătate din secțiunea conductorului de linie

## 1.22. Verificarea secțiunii alese

• în această etapă, se face verificarea mecanică, la secțiunea minimă admisă:

- constructiv, în special în cazul aluminiului ( $s_{Al} \geq 2,5 \text{ mm}^2$  sau 4 mm<sup>2</sup>);

- din normative, în funcție de destinație.

• ulterior, verificarea și definitivarea secțiunii se face după evaluarea:

- căderii de tensiune pe întreg traseul rețelei de joasă tensiune

- curentului de defect, în cazul protecției împotriva electrocutării

prin legare la nul;

- solicitării la forțe electrodinamice, la scurtcircuit (în cazul barelor)

### 1.23. Indicarea conductorului/cablului ales

Cu acest prilej se evaluează și *integrala Joule* admisibilă care definește curentul maxim suportabil, la o anumită valoare a duratei curentului de vârf. *Dacă secțiunea este exprimată în mm<sup>2</sup>* :

$$J = I^2 t = k'^2 s^2 \quad , \quad A^2 \cdot s \quad ,$$

Datele de mai sus urmează a fi folosite la alegerea aparatelor de protecție, care trebuie să asigure inclusiv protecția conductorului la efectul termic al curentului care îl poate parcurge.

### 1.24. Aparataj de instalații

*Aparatajul de instalații* este un ansamblu de produse destinate să asigure cerințele impuse instalației electrice, să protejeze instalația și personalul de exploatare contra efectelor curentului electric, în cazul defectelor accidentale, și să garanteze funcționarea corectă a receptoarelor alimentate din rețea.

Având în vedere că terminologia în domeniul aparatajului nu este prezentată încă pe plan internațional sub o formă unitară acceptabilă, se poate considera că, din punct de vedere al rolului fundamental, cel de comutație în circuitele electrice, se disting:

- *aparate de comutație de putere*, destinate în special pentru conectarea și deconectarea circuitelor de distribuție și de alimentare a receptoarelor;
- *aparate de automatizare*, care operează în circuitele de putere mică, în care circulă semnalele de comandă.

Din punct de vedere al rolului specific în rețeaua de energie, se deosebesc, pe de o parte, aparate de distribuție și, pe de altă parte, aparate de comandă și auxiliare.

*Aparatele de distribuție* asigură: funcționarea corectă a rețelei, prin conectarea sau deconectarea diverselor ramuri; protecția circuitelor, prin întrerupere automată în caz de defect accidental; separarea electrică a circuitelor.

*Aparatele de comandă* au drept scop:

- asigurarea funcționării aparatelor de distribuție conform scopului instalației, permițând:
  - un control al puterii transmise, inclusiv conectarea și deconectarea sarcinii, atât intenționat (manual sau automat), cât și în caz de avarie;
  - o anumită succesiune a manevrelor din rețea;
  - realizarea unor funcții de automatizare:

- achiziții de date (detecție) constând în culegerea de informații, prin intermediul unor captori, privind starea mărimilor caracteristice de proces, în vederea transmiterii lor sistemului de prelucrare a informației;
- prelucrarea datelor, având ca rezultat:
- emiterea de ordine spre aparatele de comutație;
- informații necesare operatorilor pentru monitorizare funcționării (de exemplu, semnalizări).

Prin *comanda unui aparat* se înțelege ordinul transmis aparatului de a efectua o anumită operație (de exemplu, manevra de închidere sau de deschidere, reglajul).

Se disting diverse moduri de comandă asupra aparatelor de comutație:

- manuală, realizată prin intervenția umană;
- automată, realizată fără intervenția umană, în condiții predeterminate;
- directă, dintr-un punct situat pe aparat sau în imediata vecinătate a acestuia;
- la distanță (telecomandă), dintr-un punct îndepărtat față de aparatul comandat.

*Aparatele auxiliare* sunt folosite în circuite speciale ca, de exemplu, circuitele de semnalizare.

## 1.25. Funcțiile aparatelor electrice în circuitele de putere

Un aparat poate îndeplini una sau mai multe din următoarele funcții: comutația de putere, separarea, protecția electrică.

Noțiunea de *comutație* poate fi privită sub diferite aspecte, în funcție de context:

- modificarea configurației circuitului;
- modificarea continuității circuitului:
  - mecanic: închiderea-deschiderea
  - electric: stabilirea-întreruperea (ruperea) curentului.

Modificarea configurației sarcinii în circuitele de putere poate avea loc sub acțiunea unei comenzi manuale sau electrice. Se disting:

- comutația funcțională, în condiții normale, eventual într-o secvență prestabilită: conectarea/deconectarea de la sursa de energie;
- modificarea circuitului;
- deconectarea (oprirea) de urgență (întreruperea alimentării), în caz de pericol;
- deconectarea în vederea lucrărilor de întreținere curentă (mentenabilitate).

Asigurarea unei anumite secvențe de funcționare a instalației se realizează prin comanda asupra aparatelor de comutație din circuitele de putere (funcția de *auxiliar de comandă*);

*Separarea* constă în izolarea unui circuit/receptor față de sursa de energie, astfel încât să fie posibilă efectuarea în siguranță a unor intervenții la partea separată.

*Protecția electrică* are în vedere evitarea și limitarea efectelor curenților din instalație:

- protecția elementelor de circuit și/sau a receptoarelor în caz de:
  - supracurenți (suprasarcini, scurtcircuite);
  - supratensiuni;
  - scădere sau lipsă de tensiune;
- protecția persoanelor împotriva electrocutării în cazul atingerilor accidentale

(cauzate, în principal, de defecte de izolație).

Protecția poate fi realizată direct de către aparat (special conceput în acest scop) sau la comanda altor aparate sau dispozitive de supraveghere încorporate sau asociate aparatului.

## **1.26. Aparat de comutație mecanice**

### **1.26.1 Aparat cu funcții specifice**

O mare parte din aparatele de comutație sunt destinate să realizeze sarcini specifice în circuitele de distribuție, fiecare aparat prezentând anumite particularități de funcționare.

#### **a. Separatorul** se caracterizează prin:

- închidere și deschidere manuală, cu viteză dependentă de operator;
- două poziții de repaus (închis, deschis);
- în poziția deschis, evidențiable în mod clar (fie vizibil, fie prin dispozitive de semnalizare), realizează o distanță de izolare corespunzătoare, care asigură protecția personalului la intervenția în instalația din aval;
  - nu poate fi manevrat în sarcină, ci numai în gol (stabilirea și întreruperea curentului de sarcină se realizează de către alte aparate din circuit);
  - realizează funcția de separare;
  - suportă timp nelimitat curenții normali și, pentru scurt timp (precizat), curenți de suprasarcină și de scurtcircuit, până la eliminarea acestora de către aparate specializate din circuit.

#### **b. Întreruptorul (separator de sarcină)** este caracterizat prin:

- închidere și deschidere manuală, în general cu viteză independentă de operator;
- două poziții de repaus (închis, deschis);

- suportă și întrerupe curenți normali, inclusiv curenți de suprasarcină; poate fi manevrat în sarcină;
- suportă, un timp specificat, curenți de scurtcircuit, până la eliminarea acestora de către alte aparate specializate înseriate în circuit;
- realizează funcțiile de comutație funcțională (într-un domeniu limitat de curenți) și separare.

**c. Întreruptorul de putere (disjunctor) are drept particularități:**

- închidere manuală sau prin acumulare de energie într-un resort, cu viteză independentă de operator (de exemplu, cu ajutorul unui motor);
- două poziții de repaus (închis, deschis); menținerea în poziția închis se realizează printr-un mecanism cu zăvor (clichet);
- deschidere voită (ca urmare a comenzii operatorului (manuală sau electromagnetică, locală sau de la distanță) sau automată, în caz de supracurenți (la comanda unor aparate de protecție – declanșatoare – încorporate);
- prin echipare cu declanșatoare, îndeplinește simultan funcțiile de comutație de putere și de protecție;
- poate fi conceput să realizeze și funcția de separare;
- stabilește și întrerupe curenți normali, inclusiv curenți de suprasarcină; întrerupe curenți de scurtcircuit;
- suportă, un timp specificat, curenți de scurtcircuit, până la eliminarea acestora de către aparatul respectiv;
- număr posibil de manevre (în gol și în sarcină normală) relativ redus, datorită construcției mecanice.

**d. Contactorul (electromagnetic) se deosebește prin:**

- acționare exclusiv prin electromagnet (închidere-deschidere, la comandă);
- o singură poziție de repaus (de regulă, deschis), menținerea în poziția acționat fiind asigurată de către electromagnet;
- stabilește, suportă și întrerupe curenți normali și de suprasarcină;
- suportă, un timp specificat, curenți de scurtcircuit, până la eliminarea acestora de către alte aparate specializate înseriate în circuit;
- asociat cu relee adecvate, îndeplinește atât funcția de comutație funcțională (funcția de bază), cât și funcția de protecție la suprasarcină;
- poate fi folosit ca aparat auxiliar de comandă;
- frecvență de conectare foarte mare (în gol și în sarcină).

### **1.26.2. Aparate integrate, cu funcții multiple**

Soluțiile practice sunt:

- a. separator + siguranțe încorporate (siguranțe fuzibile pe fiecare pol);



- b. întreruptor - separator;
- c. întreruptor + siguranțe încorporate;
- d. întreruptor de putere (disjunctori) - contactor;
- e. întreruptor de putere (disjunctori) - contactor - separator;
- f. demaror (starter) – ansamblu de aparate care asigură pornirea și oprirea unui motor, precum și protecția acestuia în caz de suprasarcină.

### 1.27. Mărimi caracteristice comune

*Capacitatea de conectare (de închidere)  $I_{con}$*  reprezintă curentul maxim (valoare efectivă) pe care aparatul îl poate stabili, fără o uzură exagerată sau sudura contactelor.

*Curentul admisibil de scurtă durată*, cu notația  $I_{sd}$  sau  $I_{cw}$ , este curentul (valoare efectivă) pe care aparatul îl poate suporta, în poziția închis, într-un timp și în condiții specificate.

*Curentul nominal de utilizare* (notație internațională  $I_e$ ), precizat de constructor, ține seama de tensiunea și frecvența nominală, de serviciul atribuit, de categoria de utilizare și, după caz, de tipul carcasei de protecție.

*Serviciile* în care contactele principale ale aparatului rămân închise, parcurse de un curent constant, pot fi, de exemplu:

- serviciu de scurtă durată (temporar), în cadrul căruia nu se atinge echilibrul termic;
- serviciu continuu (8 ore);
- serviciu permanent (neîntrerupt) cu durata mai mare de 8 ore;
- serviciu intermitent periodic sau serviciu intermitent, definit prin: duratele cu și fără sarcină, care nu permit atingerea echilibrului termic; factorul de încărcare (raportul între durata de funcționare în sarcină și durata totală a ciclului - cunoscut și sub denumirile de durată relativă de conectare sau durată de acționare - și exprimat, de regulă, în procente : 15 – 25 – 40 – 60%); frecvența de conectare (numărul de manevre pe oră).

*Anduranța mecanică* este caracterizată prin numărul de cicluri de manevră (închidere-deschidere) în gol (fără sarcină electrică) pe care îl poate efectua un aparat fără revizia sau înlocuirea pieselor mecanice, cu posibilitatea întreținerii normale conform indicațiilor. *Anduranța electrică* este caracterizată prin numărul de cicluri de manevră (închidere-deschidere) în sarcină pe care îl poate efectua un aparat fără repararea sau înlocuirea pieselor mecanice.

### 1.28. Condiții generale pentru realizarea funcției de comutație

Alegerea aparatelor se realizează pornind de la: curentul de calcul (de durată  $I_c$  și de vârf  $I_v$ ) din circuitul respectiv, curentul de scurtcircuit al rețelei  $I_{sc}$  și de la categoria de utilizare.

Se folosesc datele de catalog ale furnizorului de aparataj.

În principiu, aparatele trebuie să satisfacă următoarele cerințe:

- în funcționare de durată, să suporte timp nelimitat curentul de calcul:  $I_s \geq I_c$ , în funcție de specificul receptorului;
- să prezinte stabilitate termică și dinamică în cazul unui scurtcircuit în aval de punctul de montare a aparatului, pentru o durată precizată;
- să asigure conectarea și deconectarea sarcinii fără consecințe dăunătoare asupra instalației (supratensiuni, uzură a aparatelor, reamorsarea arcului electric), ținând seama de supracurenții funcționali de scurtă durată;
- să poată întrerupe curenții de defect din instalație, înainte ca aceștia să exercite efecte dăunătoare asupra instalației;
- să ofere posibilitatea de racordare la borne a conductoarelor rețelei (secțiuni minime și maxime posibile).

### 1.29. Relee și declanșatoare. Principiul de funcționare

Releele și declanșatoarele pot fi încadrate în categoria aparatelor de comandă, care, controlând o anumită mărime din circuitele electrice în care sunt inserate, pot îndeplini atât funcții de protecție cât și funcții de automatizare.

Un releu/declanșator constă în principiu din două componente. *Organul de detecție* este sensibilizat de mărimea electrică din circuitul supravegheat și, în condiții prestabilite pentru mărimea urmărită, face să intre în acțiune *organul de execuție*.

Asemenea aparate pot fi concepute ca *dispozitive de măsură*, care funcționează atunci când mărimea controlată iese din anumite limite prestabilite, sau ca *dispozitive "tot sau nimic"*, acționate de o mărime care fie se menține în limite admisibile, fie că are valoarea zero.

*Releul electric* este un aparat destinat să producă modificări predeterminate în unul sau mai multe circuite "de ieșire", ca urmare a realizării anumitor condiții în circuitul "de intrare" căruia îi este afectat. Releul realizează închiderea sau deschiderea anumitor circuite prin intermediul contactelor lui, care sunt înseriate în aceste circuite (de exemplu, circuitul de comandă al unui aparat de comutație). Asemenea dispozitive sunt realizate ca aparate independente. Releele de protecție pot fi asociate cu aparate de comutație mecanică în circuitele de putere (uzual, cu contactoare). În schemele de comandă, releele realizează comutația "tot sau nimic" în circuitele altor aparate.

*Declanșatorul*, asociat totdeauna cu un aparat mecanic de comutație, este un dispozitiv legat mecanic cu aparatul respectiv, realizând eliberarea organelor mecanice de reținere (zăvorâre) și permițând efectuarea manevrei de închidere. Uzual, declanșatoarele sunt încorporate în întreruptoarele de putere (disjunctoare).

Releele/declanșatoarele se pot grupa în :

- *relee/declanșatoare de protecție*, mărirea supravegheată putând fi curentul sau tensiunea din circuite ;
- *relee de automatizare*.

Marea majoritate a releelor/declanșatoarelor sunt aparate de amplitudine, care acționează la atingerea unui anumit prag fie prin valori crescătoare (aparate de maximum), fie prin valori descrescătoare (aparate de minimum).

Conform principiului de funcționare, releele și declanșatoarele pot fi construite ca aparate termice, electromagnetice sau electronice

### **1.30. Protecția circuitelor electrice. Funcțiile protecției**

Protecția electrică a elementelor de circuit este asigurată prin două funcții:

- *detectarea* situației anormale din circuit, realizată de elemente specifice (cum sunt releele sau declanșatoarele) sau de către siguranțe fuzibile (care realizează și deconectarea circuitului);
- *întreruperea* circuitului, efectuată ca urmare a unei detecții, fie prin aparatul care realizează detecția (cazul siguranțelor fuzibile), fie prin aparate de comutație mecanică (contactoare, întreruptoare de putere) comandate de către dispozitivul de protecție.

### **1.31. Aparate de protecție la suprasarcină**

Protecția la suprasarcină se realizează practic prin:

- rele sau declanșatoare termice convenționale sau dispozitive electronice, asociate cu sau încorporate în aparate de comutație ;
- prin siguranțe fuzibile alese în mod convenabil, în anumite circuite.

### **1.32. Aparate de protecție împotriva scurtcircuitelor**

Protecția împotriva scurtcircuitelor se obține cu ajutorul siguranțelor fuzibile sau al disjunctorilor. În cazul disjunctorilor, detectarea scurtcircuitului și comanda de deschidere a aparatului sunt asigurate de către declanșatoarele electromagnetice încorporate.

Analiza comparativă a celor două aparate scoate în evidență că fiecare prezintă atât avantaje, cât și dezavantaje, pe baza cărora se pot stabili situațiile în care folosirea lor se recomandă cu precădere.

**Siguranțele fuzibile** prezintă următoarele *avantaje*:

- au o construcție simplă și un cost scăzut;
- au efect limitator, întrerupând curentul de scurtcircuit înainte ca acesta să atingă valoarea maximă (curentul prezumat  $i_p$ ) în prima semiperioadă din

acest motiv, instalațiile protejate cu siguranțe fuzibile nu se verifică la stabilitatea termică, iar verificarea la stabilitatea dinamică se face la cea mai mare valoare instantanee a curentului care parcurge siguranța – curentul limitat tăiat  $i_{lt}$  (curent de trecere);

- îndeplinesc și un rol de separator, patronul cu elementul fuzibil fiind amovibil.

Ca *dezavantaje* ale siguranțelor fuzibile se menționează:

- necesitatea înlocuirii patronului cu element fuzibil la fiecare defect, ceea ce, pe de o parte, diminuează avantajul costului scăzut și, pe de altă parte, conduce la timpi mari de repunere în funcțiune a instalației după eliminarea defectului;

- „îmbătrânirea” termică a elementului fuzibil, ca urmare a suprasarcinilor din rețea sau a unor scurtcircuite care au fost eliminate prin topirea altor siguranțe consecutive de curenți nominali mai mici;

- posibilitatea întreruperii unei singure faze, producând funcționarea motoarelor în două faze și, deci, suprasarcini ale acestora;

- imposibilitatea unui reglaj al curentului de acțiune, realizându-se o protecție „brută”;

- curenți nominali limitați în mod frecvent la 630 A.

Avându-se în vedere avantajele prezentate, precum și faptul că o protecție „brută” este suficientă în rețele, siguranțele sunt folosite în majoritatea instalațiilor existente, în porțiunile de rețea cu curenți de sarcină până la 630 A, în special dacă curenții de scurtcircuit sunt mari, iar suprasarcinile sunt rare.

**Înteruptoarele (automate) de putere** au o serie de *avantaje*:

- echipate cu declanșatoare de supracurent, îndeplinesc simultan funcția de aparat de protecție (atât la suprasarcină cât și la scurtcircuit) și funcția de aparat de comutație;

- permit repunerea rapidă în funcțiune a instalațiilor după defect;

- există posibilitatea reglării curentului de acțiune (la unele întreruptoare), rezultând o protecție mai exactă, mai adaptată împotriva suprasarcinilor și scurtcircuitelor;

- asigură întreruperea simultană a celor trei faze;

- permit comenzi spre și de la alte aparate (inclusiv interblocaje, comanda de la distanță).

Ca *dezavantaje*, se remarcă:

- construcția complicată și mai scumpă;

- lipsa efectului de limitare a curentului de scurtcircuit de către întreruptoarele "clasice", cu întreruperea curentului la trecerea naturală prin zero, spre sfârșitul celei de a doua semiperioade, cu toate consecințele care decurg din aceasta (solicitări termice și electrodinamice importante în elementele rețelei). Acest dezavantaj este eliminat la întreruptoarele

limitatoare, cu o construcție mai complicată, la care are loc limitarea curentului chiar în prima semiperioadă, similar siguranțelor fuzibile.

Înteruptoarele automate se recomandă în următoarele situații:

- pentru curenți de sarcină peste 630 A;
- când este necesar ca instalația să fie repusă rapid în funcțiune după defect, să se execute comenzi de la distanță sau să se prevadă comenzi de la alte aparate sau interblocaje;
- când instalațiile funcționează frecvent în regim de suprasarcină;
- când se impune deconectarea pe toate fazele;
- în circuitele motoarelor de putere mare.

Dată fiind perfecționarea constructivă a înteruptoarelor și dezvoltarea înteruptoarelor limitatoare, o *distribuție fără siguranțe fuzibile* în joasă tensiune, avantajoasă din multe puncte de vedere, devine o soluție cu o utilizare din ce în ce mai largă.

### 1.33. Siguranțe fuzibile

Siguranța este un aparat destinat ca, prin topirea unuia sau mai multor elemente dimensionate în acest scop, să deschidă circuitul în care este intercalată, înterupând curentul atunci când acesta depășește o anumită valoare într-un timp suficient.

#### 1.33.1. Construcție și funcționare

O siguranță fuzibilă are, în general, două componente de bază :

- *elementul înlocuibil (de înlocuire)* - partea mobilă care conține elementul fuzibil ce urmează să se topi în caz de defect și care va fi înlocuită după funcționare - prevăzut cu contacte în vederea montării în soclu ;
- *socul* – partea fixă, în care se montează elementul de înlocuire, prevăzut cu contacte fixe racordate direct la circuitul protejat.

În funcție de realizarea constructivă, privind asamblarea elementului de înlocuire cu soclul, se deosebesc :

- siguranțe cu filet ;
- siguranțe tubulare ;
- siguranțe cu "cuțite".

Siguranțele funcționează (prin topirea elementului fuzibil) în principal ca aparate de protecție în caz de scurtcircuit. În anumite circuite, siguranțele pot fi folosite și ca aparate de protecție la suprasarcină.

#### 1.33.2. Caracteristici principale

*Curentul nominal al elementului de înlocuire  $I_n$*  este curentul la care elementul de înlocuire (fuzibil) rezistă timp nelimitat.

Valorile curenților nominali sunt (conform CEI): 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250 A.

*Curentul nominal al soclului  $I_{soclu}$*  caracterizează funcționarea normală a soclului în care se montează elementele de înlocuire.

### **1.34. Contactoare**

Contactorul este un aparat cu o singură poziție de repaus, acționat altfel decât manual, care poate să închidă, să suporte și să întrerupă curenți în condițiile normale ale circuitului (inclusiv cele de suprasarcină).

#### **1.34.1. Contactorul electromagnetic**

Contactorul electromagnetic este constituit dintr-un electromagnet de acționare și un ansamblu de contacte principale și contacte auxiliare.

#### **1.34.2. Mărimi caracteristice specifice**

*Curentul nominal de utilizare  $I_e$*  ține seama și de curentul nominal al releului de suprasarcină. În cazul utilizării pentru comanda unui singur motor sau a unui receptor capacitiv, poate fi înlocuit prin indicarea puterii maxime care poate fi comandată.

*Curentul temporar admisibil* este definit pentru durate de: 1 s, 5 s, 10 s, 30 s, 1 min,

3 min sau 10 min, pornind din stare rece (curent nul timp de cel puțin 15 min), la o temperatură a mediului ambiant de cel mult 40°C. Este inferior capacității de conectare. Prezintă interes, de exemplu, în cazul motoarelor cu demaraj lung, datorat inerției mecanismului antrenat.

*Categoria de utilizare* în curent alternativ (AC) și în curent continuu (DC) definește condițiile de stabilire și rupere a curentului în raport cu curentul de utilizare  $I_e$  ( $I_s$ ).

Pentru contactoare, categoria de utilizare depinde de:

- natura receptorului comandat (rezistor, motor etc.)
- condițiile în care se efectuează închiderea și deschiderea circuitului receptorului.

Câteva exemple sunt ilustrate în figura 1.9:

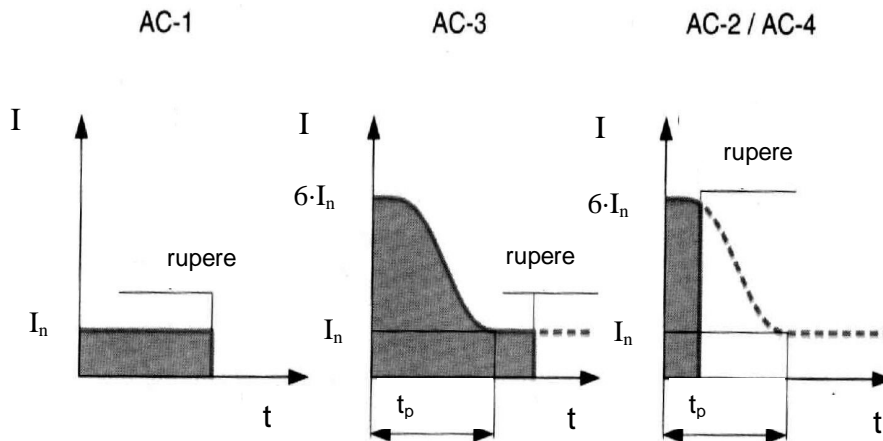


Fig. 1.9. Categoriile de utilizare în curent alternativ

AC-1 – toate receptoarele alimentate în curent alternativ, având  $\cos\varphi \geq 0,95$  (sarcini rezistive);

AC-3 – pornirea motoarelor asincrone cu rotorul în scurtcircuit, deconectare în sarcină;

AC-4 – pornire, frânare contracurent și funcționare în impulsuri pentru motoare asincrone cu rotorul în colivie.

## 2. Alegerea soluției

Întreprinderile industriale sunt alimentate din rețelele sistemului energetic, la tensiuni cât mai înalte, în funcție de puterea cerută care poate atinge valori de sute de MW.

Alegerea tensiunii optime se face prin compararea tehnico-economică a tuturor variantelor raționale, care pot fi adoptate.

Instalația electrică de înaltă tensiune a întreprinderii se compune din:

- instalația de racordare la sistemul energetic
- post de transformare

Determinarea structurii rețelei și alegerea numărului și amplasamentului stațiilor de primire se va face ținând cont de:

- situația energetică existentă în zona respectivă, perspectiva pentru următorii 10-15 ani
- importanța consumatorului
- siguranța în alimentare
- concepția unitară și elasticitatea în exploatarea schemei.

Pentru acest circuit s-au ales urmatoarele elemente:

- 3 prese vulcanizat monofazate de 3000W
- un compresor trifazat de 10 000W
- 2 motopompe monofazate de 600W
- un ventilator trifazat de 1000W
- o mașina de echilibrat trifazata de 3000W
- 6 prize 220V și putere de 1000W, pentru atelierul de lucru, pentru diverse aparate (masini de gaurit, polizoare, etc...)
- 2 prize 3X380V și putere de 3000W, pentru atelierul de lucru. Vor fi folosite pentru utilaje ce pot fi achizitionate ulterior
- 4 prize 220V și putere de 1000W, pentru camerele anexe (pentru a conecta un calculator, fax, xerox, casă de marcat, etc...)
- lămpi de iluminat de tipul HBN 251, cu putere de 250W și flux

luminos 13500lm

Am folosit la realizarea acestei instalații conductor de cupru.

### 3.Proiectarea instalației de forță

#### 3.1 Dimensionarea circuitelor electrice pentru presezile de vulcanizare

$P = 3\ 000\text{W};$                        $U = 220\text{V};$                        $\cos\varphi = 0.95$

3.1.1 Curentul de calcul al presei:

$$I_c \frac{P}{U_n \cdot \cos\varphi} = \frac{3000}{220 \cdot 0.95} = 14,35\text{A}$$

3.1.2. Curentul maxim admisibil pe cablu

$$I_{\max} = \frac{I_t}{K_1 \cdot K_2}$$

$K_1 = 0,93$  coeficientul de corecție funcție de modul de pozare (A.E/1986 pag. 79 și normativ I.R. 7-68)

$K_2 = 0,87$  corecție funcție de temperatura exterioară (40°C)

Deci  $I_{\max} \frac{14,35}{0,93 \cdot 0,87} = 17,74\text{A}$

Aleg conductor de cupru CYY 2x1,5mm<sup>2</sup>



### 3.1.3. Alegerea siguranței fuzibile

$$I_{nf} \geq I_c \Rightarrow I_{nf} \geq 14,35A$$

$$I_{nf} \leq 3 \cdot I_{ma} \Rightarrow I_{nf} \leq 55,5A$$

Aleg siguranța fuzibilă SF  $\frac{25}{20}$

### 3.1.4. Alegerea contactorului

Aleg din tabel contactorul D09 (curent termic 25A)

Vom avea 3 circuite pentru cele 3 prese de vulcanizare. Fiecare circuit va avea câte două siguranțe fuzibile și un contactor.

## 3.2. Dimensionarea circuitului compresorului

P= 10 000W; U= 380V; cosφ= 0.85; η=0.81

3.2.1 Curentul de calcul al compresorului:

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{10000}{1.73 \cdot 380 \cdot 0.85 \cdot 0.81} = 22,07A$$

3.2.2. Curentul maxim admisibil pe cablu

$$I_{\max} = \frac{I_t}{K_1 \cdot K_2}$$

$K_1 = 0,9$  coeficientul de corecție funcție de modul de pozare (A.E/1986 pag. 79 și normativ I.R. 7-68)

$K_2 = 0,87$  corecție funcție de temperatura exterioară(40°C)

Deci  $I_{\max} = \frac{22,07}{0,9 \cdot 0,87} = 28,19A$

Aleg conductor de cupru CYY 4x4mm<sup>2</sup>

3.2.3 Verificarea termică a cablului

Curentul de pornire este:

$$I_p = 6 \cdot I_C = 6 \cdot 22,07 = 132,42A$$

Densitatea de curent:

$$J_p = \frac{I_p}{s} = \frac{132,42}{4} = 33,1A/mm^2 \leq 35A/mm^2 \text{ se verifică}$$

### 3.2.4. Alegerea siguranței fuzibile

$$I_{nf} \geq \frac{I_p}{2,5} \Rightarrow I_{nf} \geq 52,97A \quad 2,5 \text{ coeficient pentru pornire ușoară}$$

$$I_{nf} \leq 3 \cdot I_{ma} \Rightarrow I_{nf} \leq 102A$$

Aleg siguranța fuzibilă SF  $\frac{63}{63}$

### 3.2.5. Alegerea contactorului

Aleg din tabel contactorul D25 (curent termic 40A)

### 3.2.6. Alegerea releului

Aleg din tabel releu de 25A cu bloc 32.

## 3.3. Dimensionarea circuitelor motopompelor

P= 600W; U= 220V;  $\cos\varphi= 0.8$ ;  $\eta=0.8$

3.3.1 Curentul de calcul al pompei:

$$I_C \frac{P}{U_n \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{600}{220 \cdot 0.8 \cdot 0.8} = 4,26A$$

3.3.2. Curentul maxim admisibil pe cablu

$$I_{\max} = \frac{I_t}{K_1 \cdot K_2}$$

$K_1 = 0,93$  coeficientul de corecție funcție de modul de pozare (A.E/1986 pag. 79 și normativ I.R. 7-68)

$K_2 = 0,87$  corecție funcție de temperatura exterioară(40°C)

Deci  $I_{\max} \frac{4,26}{0,93 \cdot 0,87} = 5,26A$

Aleg conductor de cupru CYY 2x1,5mm<sup>2</sup>

### 3.3.3 Verificarea termică a cablului

Curentul de pornire este:

$$I_p = 6 \cdot I_C = 6 \cdot 4,26 = 25,56A$$

$$J_p = \frac{I_p}{s} = \frac{25,26}{1,5} = 17A/mm^2 \leq 35A/mm^2 \text{ se verifică}$$

### 3.3.4. Alegerea siguranței fuzibile

$$I_{nf} \geq \frac{I_p}{2,5} \Rightarrow I_{nf} \geq 10,22A \quad 2,5 \text{ coeficient pentru pornire ușoară}$$

$$I_{nf} \leq 3 \cdot I_{ma} \Rightarrow I_{nf} \leq 55,5A$$

Aleg siguranța fuzibilă SF  $\frac{25}{16}$

### 3.3.5. Alegerea contactorului

Aleg din tabel contactorul D09 (curent termic 25A)

### 3.3.6. Alegerea releului

Aleg din tabel releu de 6A cu bloc 10

Vom avea 2 circuite pentru fiecare pompă. Pe fiecare circuit vom avea câte 2 siguranțe fuzibile, câte un contactor și câte un releu.

### 3.4. Dimensionarea circuitului mașinii de echilibrat

$P = 3\,000\text{W}$ ;  $U = 380\text{V}$ ;  $\cos\varphi = 0.81$ ;  $\eta = 0.805$

3.4.1 Curentul de calcul al mașinii de echilibrat:

$$I_C = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{3000}{1.73 \cdot 380 \cdot 0.805 \cdot 0.81} = 6,99\text{A}$$

3.4.2. Curentul maxim admisibil pe cablu

$$I_{\max} = \frac{I_t}{K_1 \cdot K_2}$$

$K_1 = 0,9$  coeficientul de corecție funcție de modul de pozare (A.E/1986 pag. 79 și normativ I.R. 7-68)

$K_2 = 0,87$  corecție funcție de temperatura exterioară (40°C)

Deci  $I_{\max} = \frac{6,99}{0,9 \cdot 0,87} = 8,93\text{A}$

Aleg conductor de cupru CYY 4x1,5mm<sup>2</sup>

3.4.3 Verificarea termică a cablului

Curentul de pornire este:

$$I_p = 6 \cdot I_C = 6 \cdot 6,99 = 41,94\text{A}$$

Densitatea de curent:

$$J_p = \frac{I_p}{s} = \frac{41,94}{1,5} = 27,96\text{A/mm}^2 \leq 35\text{A/mm}^2 \text{ se verifică}$$

3.4.4. Alegerea siguranței fuzibile

$$I_{nf} \geq \frac{I_p}{2,5} \Rightarrow I_{nf} \geq 11,18\text{A} \quad 2,5 \text{ coeficient pentru pornire ușoară}$$

$$I_{nf} \leq 3 \cdot I_{ma} \Rightarrow I_{nf} \leq 55,5A$$

Aleg siguranța fuzibilă SF  $\frac{25}{16}$

### 3.4.5. Alegerea contactorului

Aleg din tabel contactorul D09 (curent termic 25A)

### 3.4.6. Alegerea releului

Aleg din tabel releu de 8A cu bloc 10.

## 3.5. Dimensionarea circuitului ventilatorului

P= 1000W; U= 220V;  $\cos\varphi= 0.85$ ;  $\eta=0.8$

### 3.5.1 Curentul de calcul al ventilatorului:

$$I_C \frac{P}{U_n \cdot \cos\varphi \cdot \eta} = \frac{1000}{220 \cdot 0.85 \cdot 0.8} = 6,69A$$

### 3.5.2. Curentul maxim admisibil pe cablu

$$I_{\max} = \frac{I_t}{K_1 \cdot K_2}$$

$K_1 = 0,93$  coeficientul de corecție funcție de modul de pozare (A.E/1986 pag. 79 și normativ I.R. 7-68)

$K_2 = 0,87$  corecție funcție de temperatura exterioară(40°C)

Deci  $I_{\max} \frac{6,69}{0,93 \cdot 0,87} = 8,27A$

Aleg conductor de cupru CYY 2x1,5mm<sup>2</sup>

### 3.5.3 Verificarea termică a cablului

Curentul de pornire este:

$$I_p = 6 \cdot I_c = 6 \cdot 6,69 = 40,14A$$

Densitatea de curent:

$$J_p = \frac{I_p}{s} = \frac{40,14}{1,5} = 26,76A/mm^2 \leq 35A/mm^2 \text{ se verifică}$$

### 3.5.4. Alegerea siguranței fuzibile

$$I_{nf} \geq \frac{I_p}{2,5} \Rightarrow I_{nf} \geq 16,05A \quad 2,5 \text{ coeficient pentru pornire ușoară}$$

$$I_{nf} \leq 3 \cdot I_{ma} \Rightarrow I_{nf} \leq 55,5A$$

Aleg siguranța fuzibilă SF  $\frac{25}{20}$

### 3.5.5. Alegerea contactorului

Aleg din tabel contactorul D09 (curent termic 25A)

### 3.5.6. Alegerea releului

Aleg din tabel releu de 8A cu bloc 10

## 3.6. Dimensionarea circuitelor de prize monofazate din atelier

$P = 3\,000W$ ;  $U = 220V$ ;  $\cos\varphi = 0.88$

3.6.1 Curentul de calcul al prizelor:

$$I_c = \frac{P}{U_n \cdot \cos\varphi} = \frac{3000}{220 \cdot 0.8} = 15,49A$$

3.6.2. Curentul maxim admisibil pe cablu

$$I_{\max} = \frac{I_t}{K_1 \cdot K_2}$$

$K_1 = 0,93$  coeficientul de corecție funcție de modul de pozare (A.E/1986 pag. 79 și normativ I.R. 7-68)

$K_2 = 0,87$  corecție funcție de temperatura exterioară(40°C)

$$\text{Deci } I_{\max} \frac{15,49}{0,93 \cdot 0,87} = 19,15 A$$

Aleg conductor de cupru CYY 2x2,5mm<sup>2</sup>

### 3.6.3. Alegerea siguranței fuzibile

$$I_{nf} \geq I_C \Rightarrow I_{nf} \geq 15,49 A$$

$$I_{nf} \leq 3 \cdot I_{ma} \Rightarrow I_{nf} \leq 75 A$$

Aleg siguranța fuzibilă SF  $\frac{25}{16}$

Vom avea două circuite cu câte 3 prize monofazate. Pe fiecare circuit vor fi 3 siguranțe fuzibile.

## 3.7. Dimensionarea circuitelor formate din prize trifazate

$P = 3\ 000 W$ ;                       $U = 380 V$ ;                       $\cos \varphi = 0.88$

3.7.1 Curentul de calcul al prizelor trifazate:

$$I_C = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{3000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,88} = 5,18 A$$

3.7.2. Curentul maxim admisibil pe cablu

$$I_{\max} = \frac{I_t}{K_1 \cdot K_2}$$

$K_1 = 0,9$  coeficientul de corecție funcție de modul de pozare (A.E/1986 pag. 79 și normativ I.R. 7-68)

$K_2 = 0,87$  corecție funcție de temperatura exterioară(40°C)

$$\text{Deci } I_{\max} \frac{5,18}{0,9 \cdot 0,87} = 6,62 A$$

Aleg conductor de cupru CYY 2x1,5mm<sup>2</sup>

### 3.7.3. Alegerea siguranței fuzibile

$$I_{nf} \geq I_C \Rightarrow I_{nf} \geq 5,18A$$

$$I_{nf} \leq 3 \cdot I_{ma} \Rightarrow I_{nf} \leq 55,5A$$

Aleg siguranța fuzibilă SF  $\frac{25}{10}$

Vom avea două circuite, fiecare cu o priză trifazată. Pe fiecare circuit vor fi câte trei siguranțe fuzibile.

### 3.8. Dimensionarea circuitelor formate din prize monofazate din camerele anexe

$$P = 2\,000W; \quad U = 220V; \quad \cos\varphi = 0.88$$

#### 3.8.1 Curentul de calcul al prizelor:

$$I_C = \frac{P}{U_n \cdot \cos\varphi} = \frac{2000}{220 \cdot 0.88} = 10,33A$$

#### 3.8.2. Curentul maxim admisibil pe cablu

$$I_{\max} = \frac{I_t}{K_1 \cdot K_2}$$

$K_1 = 0,93$  coeficientul de corecție funcție de modul de pozare (A.E/1986 pag. 79 și normativ I.R. 7-68)

$K_2 = 0,87$  corecție funcție de temperatura exterioară(40°C)

$$\text{Deci } I_{\max} = \frac{10,33}{0,93 \cdot 0,87} = 12,77A$$

Aleg conductor de cupru CYY 2x1,5mm<sup>2</sup>

### 3.8.3. Alegerea siguranței fuzibile



$$I_{nf} \geq I_C \Rightarrow I_{nf} \geq 10,33A$$

$$I_{nf} \leq 3 \cdot I_{ma} \Rightarrow I_{nf} \leq 55,5A$$

Vom avea două circuite cu câte 2 prize monofazate. Câte un circuit pentru fiecare cameră. Pe fiecare circuit vor fi 2 siguranțe fuzibile.

## 4. Proiectarea instalației de iluminat

### 4.1. Stabilirea geometriei și caracteristicilor luminotehnici ai încăperii și lămpilor de iluminat

4.1.1 Din temă este stabilit că  $E_{med} = 300lx$

4.1.2. Dimensiunile atelierului sunt ;

lungime - a=10m

lățime – b=6m

înălțime h=3m

4.1.3. Dimensiunile camerelor anexe

1. lungime a=6m

lățime b=3m

înălțime h=3m

2. lungime a=4m

lățime b=3m

înălțime h=3m

4.1.4. Se vor utiliza corpuri de iluminat de tipul HBN 251, de 250W si 13500 lm.

4.1.5. Factorii de reflexie pentru tavan 0.70, pentru pereți 0.50, pentru podea 0.10

### 4.2. Calculul iluminatului

4.2.1. Se calculează indicele încăperii

4.2.1.1. Pentru atelier

$$k = \frac{a \cdot b}{h(a \cdot b)} = \frac{10 \cdot 6}{3(10 + 6)} = 1,25$$

**factor de utilizare**  $u_4 = 0,49$

#### **4.2.1.2. Pentru camera anexă 1**

$$k = \frac{a \cdot b}{h(a \cdot b)} = \frac{6 \cdot 4}{3(6 + 4)} = 0,66$$

**factor de utilizare**  $u_4 = 0,35$

#### **4.2.1.3 Pentru camera anexă 2**

$$k = \frac{a \cdot b}{h(a \cdot b)} = \frac{4 \cdot 3}{3(4 + 3)} = 0,57$$

**factor de utilizare**  $u_4 = 0,35$

### **4.2.2. Fluxul luminos pe planul util**

$$\Phi_4 = E_4 \cdot A_4 \cdot \Delta = E_4 \cdot a \cdot b \cdot \Delta$$

**$\Delta$  – factor de depreciere în funcție de gradul de poluare**

**$E_4$  - valoarea iluminatului impusă 300 lx**

#### **4.2.2.1. Pentru atelier**

**$\Delta=1,4$**

$$\Phi_4 = E_4 \cdot A_4 \cdot \Delta = E_4 \cdot a \cdot b \cdot \Delta = 300 \cdot 10 \cdot 6 \cdot 1,4 = 25200lm$$

#### **4.2.2.2. Pentru camera anexă 1**

**$\Delta=1,25$**

$$\Phi_4 = E_4 \cdot A_4 \cdot \Delta = E_4 \cdot a \cdot b \cdot \Delta = 300 \cdot 6 \cdot 4 \cdot 1,4 = 6750lm$$

#### **4.2.2.3. Pentru camera anexă 2**

**$\Delta=1,25$**

$$\Phi_4 = E_4 \cdot A_4 \cdot \Delta = E_4 \cdot a \cdot b \cdot \Delta = 300 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 1,4 = 4500lm$$

### 4.2.3. Fluxul luminos necesar al lămpilor din instalație

$$\Phi_{lt} = \frac{\Phi_4}{u_4}$$

$\Phi_4$  - fluxul luminos pe planul util

$u_4$  - factor de reflexie

#### 4.2.3.1 Pentru atelier

$$\Phi_{lt} = \frac{\Phi_4}{u_4} = \frac{25200}{0,49} = 51429lm$$

#### 4.2.3.2. Pentru camera anexă 1

$$\Phi_{lt} = \frac{\Phi_4}{u_4} = \frac{6750}{0,35} = 19286lm$$

#### 4.2.3.3. Pentru camera anexă 2

$$\Phi_{lt} = \frac{\Phi_4}{u_4} = \frac{4500}{0,35} = 12857lm$$

### 4.2.3. Numărul de lămpi necesar

#### 4.2.3.1. Pentru atelier

$$N_l = \frac{\Phi_{lt}}{\Phi_l} = \frac{51429}{13500} = 3,81$$

Numărul de lămpi necesar este de 4 lămpi

#### 4.2.3.2. Pentru camera anexă 1

$$N_l = \frac{\Phi_{lt}}{\Phi_l} = \frac{19286}{13500} = 1,42$$

Numărul de lămpi necesar este de 2 lămpi

#### 4.2.3.3. Pentru camera anexă 2

$$N_l = \frac{\Phi_{lu}}{\Phi l} = \frac{12857}{13500} = 0,95$$

**Numărul de lămpi necesar este de 1 lampă**

#### 4.3. Dimensionarea conductorilor pentru instalația de iluminat

**P=1750 W ;                    U=220 V ;                    cosφ=0,5**

**Curentul de calcul:**

$$I_C = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1750}{220 \cdot 0,5} = 15,91A$$

**Curentul maxim admisibil:**

$$I_{\max} = \frac{I_C}{k_1 \cdot k_2} = \frac{15,91}{0,9 \cdot 0,87} = 20,32A$$

**Aleg conductor de cupru CYY 2x2,5mm<sup>2</sup>**

#### 4.4. Alegerea siguranței fuzibile

$$I_{nf} \geq I_C \Rightarrow I_{nf} \geq 15,91A$$

$$I_{nf} \leq 3 \cdot I_{ma} \Rightarrow I_{nf} \leq 75A$$

Aleg siguranța fuzibilă SF  $\frac{25}{25}$

## 5. Determinarea căderilor de tensiune

Utilaj	Pi(W)	Kc	cosφ	tgφ	Pci=Pi*Kc (W)	Qci=Pci*tgφ (VAR)
Presa1	3000	0,8	0,95	0,33	2400	792
Presa2	3000	0,8	0,95	0,33	2400	792
Presa3	3000	0,8	0,95	0,33	2400	792
Compresor	10000	0,95	0,85	0,62	9500	5890
Motopompa1	600	0,85	0,8	0,75	510	382,5
Motopompa2	600	0,85	0,8	0,75	510	382,5
Mașina de echilibrat	3000	0,16	0,81	0,72	480	345,6
Ventilator	1000	0,65	0,85	0,62	650	403
Prize 1~1	3000	0,5	0,75	0,88	1500	1320
Prize 1~2	3000	0,5	0,75	0,88	1500	1320
Prize 3~1	3000	0,3	0,75	0,88	900	792
Prize 3~2	3000	0,3	0,75	0,88	900	792
Prize 1~cam1	2000	0,5	0,75	0,88	1000	880
Prize 1~cam2	2000	0,5	0,75	0,88	1000	880
Iluminat	1750	1	0,5	1,73	1750	3027,5
<b>Total</b>					27400	18791,1

## 5.1. Determinarea coloanei de alimentare

### 5.1.1. Determinarea curentului de calcul

$$I_C = \frac{P_C}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{27400}{1,73 \cdot 400 \cdot 0,8} = 49,44 A$$

### 5.1.2. Determinarea curentului maxim admisibil

$$I_{\max} = \frac{I_{cC}}{k_1 \cdot k_2} = \frac{49,44}{1 \cdot 0,9} = 55 A$$

Aleg conductor de cupru CYY 4x16mm<sup>2</sup>

### 5.1.3. Alegerea siguranței fuzibile

$$I_{nf} \geq I_C \Rightarrow I_{nf} \geq 15,91 A$$

$$I_{nf} \leq 3 \cdot I_{ma} \Rightarrow I_{nf} \leq 75 A$$

Aleg siguranța fuzibilă SF  $\frac{63}{63}$

Aleg din tabel contactor D80 cu Ith 125A

## 5.2. Determinarea căderilor de tensiune

Datorită rezistenței sau impedanței conductoarelor și echipamentelor electrice circulația prin ramurile rețelei determină pierderi de tensiune, cunoașterea exactă a valori tensiunii în diferite puncte ale rețelei este o necesitate, cunoscut fiind faptul că alimentarea receptoarelor cu o tensiune diferită de cea nominală periclitează buna lor funcționare.

$$R = r_0 * l$$

$$X = x_0 * l ,$$

unde: R – rezistența [ $\Omega$ ]

X – reactanța inductivă – se neglijează

l – lungimea cablului

Se cunosc următoarele valori :

$$s=10 \text{ mm}^2$$

$$\gamma(20^\circ\text{C}) = 53 \frac{m}{\omega \cdot mm^2}$$

$$\theta=40^\circ\text{C}$$

$$\alpha=4 \cdot 10^{-3} \text{ 1/}^\circ\text{C}$$

$$l=40\text{m}$$

$$P= 27400 \text{ W}$$

$$Q= 18791 \text{ VAR}$$

$$U=400\text{V}$$

Unde :  $\gamma$  – conductivitatea materialului

S – secțiunea conductorului

R – rezistența

R – rezistența specifică

P – puterea activă

Q – puterea reactivă

U – tensiunea de alimentare a tabloului

Cu ajutorul expresiilor de mai sus calculăm pierderea de tensiune în funcție de puterea activă și puterea reactivă.

$$\gamma(30^\circ\text{C}) = \frac{\gamma^{20}}{1 + \alpha_R (\Theta - 20^\circ\text{C})} = \frac{53}{1 + 4 \cdot 10^{-3} (40 - 20)} = 49,07 \frac{m}{\omega * mm^2}$$

$$\theta=40^\circ\text{C}$$

$$r_0 = \frac{1}{\gamma \cdot s} = \frac{1}{49,07 \cdot 10} = 1,27 \cdot 10^{-3} \Omega \cdot m^{-1}$$

$$R = r_0 \cdot l = 1,27 \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 0,013 \Omega$$

$$\Delta U \% = \frac{PR + QX}{U^2} = \frac{PR + Q}{U^2} \cdot 100 = \frac{0,013 \cdot 27400 + 18791}{160000} \cdot 100 = 11,96\%$$

## 6. Norme de protecția muncii

Baza legală privind protecția muncii este :

Legea protecției muncii nr.90 din 1996 și Normele metodologice de aplicare aprobate cu Ordinul 388/1996 al Ministerului Muncii și Protecției Sociale ;  
Norme generale de protecția muncii aprobate cu Ordinul 578/1996 al Ministerului Muncii și Protecției Sociale.

Protecția muncii constituie un ansamblu de activități instituționalizate având ca scop asigurarea celor mai bune condiții desfășurării procesului de muncă, apărării vieții, integrității organismului și sănătății personalului, prevenirea accidentelor de muncă și îmbolnăvirilor profesionale în activitatea de serviciu. Câteva din normele de protecție a muncii în instalațiile și echipamentele electrice sunt următoarele :

1. Instalațiile și echipamentele electrice vor fi construite, montate, întreținute și exploatate în așa fel încât să fie prevenite electrocutările (prin atingere directă sau indirectă), arsurile, incendiile și exploziile provocate de curenți de dispersie sau curenți vagabonzi din instalațiile energetice sau datorită descărcărilor atmosferice.
2. Din punct de vedere al normelor de protecție a muncii pentru instalațiile electrice se disting două categorii de instalații : instalații de joasă tensiune și instalații de înaltă tensiune.
3. Executarea, exploatarea, întreținerea și repararea instalațiilor și echipamentelor electrice se vor face numai de către electricieni calificați și autorizați sub aspectul cunoașterii normelor de tehnica securității muncii pentru tipurile de instalații la care au dreptul să lucreze : de joasă tensiune sau de înaltă tensiune
4. În instalațiile și echipamentele electrice se vor folosi numai mașini, aparate și dispozitive omologate conform normelor în vigoare.
5. Valorile maxime admise ale curenților  $I_h$ , considerați nepericuloși pt un timp mai mare de 3 secunde și a rezistenței corpului omenesc  $R_h$



( $R_h=1000\Omega$  atingere directă ;  $R_h= 3000\Omega$  atingere indirectă) pentru dimensionarea instalațiilor de protecție, pentru  $t<3$ secunde, curentul considerat nepericulos în curent alternativ sau continuu este dat de formula  $I_h = \frac{165}{\sqrt{t}}$  (mA) ; unde t este timpul de trecere a curentului în secunde.

6. Tensiunile de lucru maxime admise pentru uneltele electrice portative folosite în locuri de muncă periculoase și foarte periculoase în ceea ce privește electrocutarea sunt :
  - a)380V, dacă se aplică separarea de protecție sau izolarea suplimentară de protecție drept mijloc principal de protecție sau sunt îndeplinite simultan următoarele condiții :
    - rețeaua de alimentare izolată față de pământ
    - uneltele sunt prevăzute cu protecție prin legare la pământ care asigură tensiunile de atingere și de pas indicate ;
    - rețeaua de alimentare este prevăzută cu întreruptor de protecție care declanșează la curent minim 30 mA în maxim 0.2s ;
  - b)127V, dacă sunt îndeplinite simultan următoarele condiții :
    - rețeaua de alimentare izolată față de pământ
    - uneltele sunt prevăzute cu protecție prin legare la pământ care asigură tensiunile de atingere și de pas indicate ;
    - uneltele sunt prevăzute cu izolație întărită sau sunt folosite mijloace electroizolante individuale de protecție ;
  - c)48V, dacă uneltele sunt prevăzute cu izolație întărită, 24V dacă uneltele sunt prevăzute cu izolație normală de lucru
7. În locurile cu pericol de incendiu sau explozie se vor lua măsuri de protecție împotriva descărcărilor electrice datorită acumulărilor de particule electrizate (legarea la pământ a elementelor metalice, instalarea de dispozitive de neutralizare sau de eliminare a particulelor electrizate).
8. Toate elementele conducătoare de curent care fac parte din circuitele curenților de lucru vor fi făcute inaccesibile unei atingeri întâmplătoare ceea ce se va realiza prin următoarele mijloace :
  - izolarea electrică (folosind materiale izolante) a elementelor bune conducătoare care fac parte din circuitele curenților de lucru ;
  - introducerea echipamentelor în carcasa de protecție prevăzute cu blocarea mecanică sau electrică ;
  - îngrădiri care să nu permită trecerea persoanelor spre elementele aflate sub tensiune, prevăzute cu blocări mecanice sau electrice.
9. Se va face izolarea suplimentară de protecție și izolarea amplasamentelor la locul de deservire.

10. Protecția de suprasarcină și la curent maxim vor fi astfel realizate încât în cazul unui defect care poate pune în pericol personalul să deconecteze în timp util instalația sau echipamentul electric respectiv
11. Siguranțele fuzibile deteriorate vor fi înlocuite numai cu siguranțe calibrate fabricate de unități specializate

## 8. Bibliografie

1. Dinculescu P., Sisak F., *Instalații si echipamente electrice*. București Editura didactica si pedagogica, 1981.
2. Canescu T. Si alții. *Aparate electrice de joasa tensiune*. Îndreptar. București Editura tehnica, 1977
3. Centea C. Si Bianchi C. *Instalații electrice*. București, Editura didactica si pedagogica, 1973
4. Dumnicatu M. Si alții. *Proiectarea instalațiilor de joasa tensiune*. București Editura tehnica, 1975
5. Pietroreanu E. *Tablouri electrice de distribuție de joasa tensiune*. București, Editura tehnica, 1971
6. Spanu A. *Protecția instalațiilor electrice de joasa tensiune*. București, Editura tehnica, 1971
7. Pantelimon, Comsa, Dinculescu, Craciunescu, Chindris. *Utilizarea energiei electrice si instalații electrice> Probleme*. București, Editura didactica si pedagogica, 1980
8. Dinculescu P., Comsa D., *Utilizări ale energiei electrice si instalații electrice*. București, Editura didactica si pedagogica, 1983
9. Dinculescu P., note de curs 2003.