

## Cap.1 PROBLEME GENERALE ALE INSTALATIILOR ELECTRICE

### 1.1. Structura instalațiilor electrice industriale

Instalația electrică definește un ansamblu de echipamente electrice interconectate într-un spațiu dat, care formează un tot unitar și are un scop funcțional bine determinat.

Echipamentul electric este constituit din totalitatea dispozitivelor necesare producerii, transformării, distribuției, transportului sau utilizării energiei electrice.

Utilizarea energiei electrice este scopul întregului proces de producere, transport și distribuție și echipamente electrice corespunzătoare acestui scop sunt numite “receptoare”.

Receptoarele sunt dispozitivele care transformă energia electrică în altă formă de energie utilă. Receptoarele electrice se împart în:

- *Receptoare de iluminat* constituite din sursele de lumină, inclusiv corpurile de iluminat aferente;
- *Receptoare de forță*: electromecanice (motoare electrice, el-magneți, el-ventile), electrotermice (cuptoare electrice, agregate de sudare, etc), electrochimic (bai de electroliza, acoperiri galvanice) și altele.

Consumatorul de energie electrică este constituit din totalitatea receptoarelor electrice existente într-un contur dat. Consumator poate fi orice persoană fizică sau juridică ale cărei instalații electrice de utilizare sunt conectate la rețeaua furnizorului printr-unul sau mai multe puncte de alimentare prin care primește și eventual livrează, dacă are centrala proprie, energie electrică.

După natura consumului de energie electrică consumatorii pot fi:

- casnici;
- industriali și similari (șantiere de construcții, stații de pompare, unități de transport, etc);
- terțiari: restul consumatorilor (edilitari, sociali, culturali, etc)

În funcție de puterea contractată cu furnizorul (adică cea mai mare putere medie într-o oră sau 15 min. pe care au dreptul să o absoarbă în perioada de consum) consumatorii se împart în:

- mici consumatori: puteri contractate  $< 100\text{kW}$ ;
- mari consumatori: puteri contractate  $\geq 100\text{kW}$ ;

*Sarcina maximă* solicitată de un consumator este cea mai mare dintre sarcinile medii (curent sau putere aparentă) care poate apărea într-un anumit interval determinat de timp, numit “interval de cerere”. În funcție de sarcina maximă de durată absorbită, consumatorii se grupează în 4 clase:

- Clasa A, cu sarcina maximă de durată  $S_{\text{max}} > 50\text{MVA}$ ;
- Clasa B, cu sarcina maximă de durată  $S_{\text{max}} = 7,5\text{-}50\text{MVA}$ ;
- Clasa C, cu sarcina maximă de durată  $S_{\text{max}} = 2,5\text{-}7,5\text{MVA}$ ;
- Clasa D, cu sarcina maximă de durată  $S_{\text{max}} < 2,5\text{MVA}$ ;

*Alimentarea cu energie electrică a consumatorului:*

Consumatorul electric se alimentează dintr-un sistem electroenergetic, care se constituie din ansamblul instalațiilor electrice de producere, transport și distribuție a energiei electrice interconectate într-un anumit mod și având un regim continuu și comun de producere și consum de energie electrică.. *Sistemul electroenergetic național SEN* este rezultatul interconectării sistemelor energetice regionale.

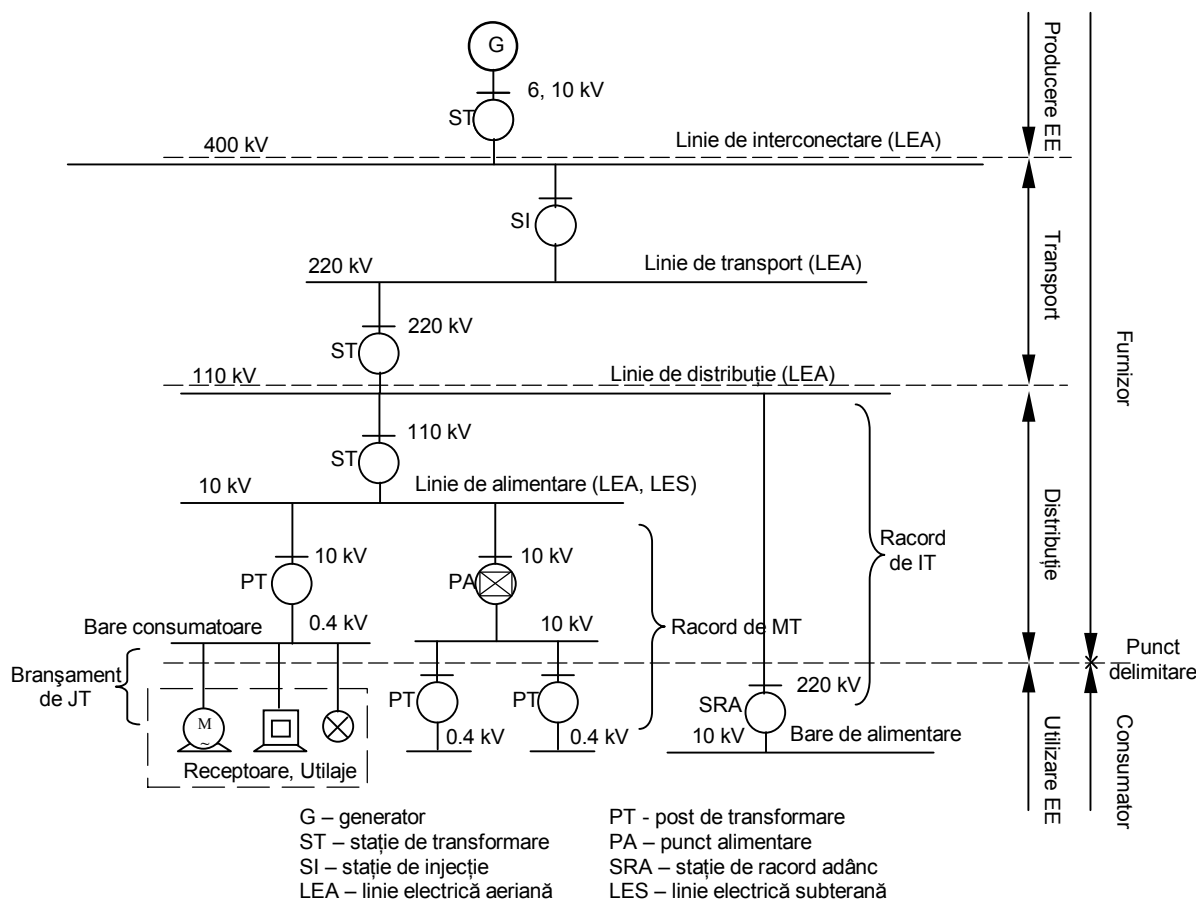


Fig. X.1 Structura unui sistem electroenergetic

Structural un sistem electroenergetic este compus din (v.fig.X.1):

- nodurile sistemului constituite din centrale si stații de transformare;
- linii electrice aeriene (L.E.A.):
  - de transport (vehiculează puteri mari la distanțe apreciabile);
  - de distribuție (vehiculează puteri reduse pe distanțe scurte la un număr redus de consumatori).
- stații de injecție (SI) ce coboară tensiunea de la cea a liniilor de transport la cea a liniilor de distribuție;
- stații de primire care funcție de natura consumatorului pot fii stații de transformare (ST), posturi de transformare (PT) sau tablouri generale (TG).

Instalațiile electrice ale consumatorului se racordează la cele ale furnizorului prin unul sau mai multe puncte de delimitare sau de primire (punctele în care instalația se delimitează ca proprietate). Punctul de delimitare poate fi situat în amonte, în aval sau în cadrul stației de primire și se stabilește la un element fizic care permite realizarea efectivă a separării instalației ce aparțin furnizorului de cele ale consumatorului (ex: cleme, borne, izolatoare de trecere, cutii terminale, etc). Deci stația de primire cu toate echipamentele și construcțiile aferente poate aparține furnizorului, consumatorului sau ambilor.

Instalația de alimentare (IA) este sistemul de alimentare extern se compune din instalațiile electrice prin care se face legătura dintre rețeaua furnizorului (în punctele de racordare) și instalația consumatorului (în punctele de delimitare). Ea se numește branșament la joasa tensiune și respectiv

racord la medie sau înaltă tensiune, fiind legată la noduri ale SEN numite *noduri sursa*. Racordul realizează legătura dintre nodurile sistemului sau liniile de transport și instalația consumatorului. Este constituit din 1-2 linii electrice sau 1-2 stații de transformare.

Instalațiile interne (sistem intern) de alimentare sunt constituite din ansamblul instalațiilor de utilizare, distribuție sau producere a energiei electrice ale unui consumator.

Stația de acord adânc (SRA) este o stație de transformare cu schema de conexiuni simplificată pe partea de înaltă tensiune și permite conectarea consumatorului direct la sistemul electroenergetic.

Rețelele de medie tensiune (cu bare de alimentare și bare consumatoare) permit alimentarea consumatorului prin distribuție directă (cu distribuitoare) sau prin *puncte de alimentare* (PA), acestea din urmă fiind stații de conexiuni pe medie tensiune.

### **Clasificarea instalațiilor electrice**

Instalațiile electrice se clasifică după cum urmează:

a) *după rolul funcțional*: instalații de producere (centrale electrice, grupuri electrogene), transport (linii electrice) și instalații de utilizare a energiei electrice (instalații de lumină și forță) precum și instalații electrice auxiliare (de compensare a energiei reactive, de reducere a efectului deformant, de protecție împotriva electrocutărilor, etc);

b) *după poziția în raport cu procesul energetic* în care sunt incluse:

- instalații de curenți tari ce cuprind elemente primare de producere, transport, distribuție și utilizare a energiei electrice (le corespund circuitelor "primare" sau "de forță");
- instalații de curenți slabi care nu sunt incluse în circuitul fluxului energetic principal, dar participă la realizarea în condiții optime a procesului dat (le corespund circuitelor secundare sau de comandă, spre exemplu: instalații de automatizare, măsură și control, AMC, de avertizare incendii, de telecomunicații, etc.);

c) *după locul de amplasare*: instalații electrice pe utilaj, instalații electrice interioare și instalații electrice exterioare;

d) *după nivelul tensiunii de alimentare*:

- Instalații electrice de joasă tensiune (J.T.) ( $U_n \leq 1 \text{ KV}$ );
- Instalații de medie tensiune  $1 \leq U_n \leq 20 \text{ KV}$ ;
- instalații de înaltă tensiune ( $U_n = 110$  sau  $220 \text{ KV}$ ) și instalații de foarte înaltă tensiune ( $U_n \geq 220 \text{ KV}$ ). Tensiunile de fază standardizate în România sunt: 0,4, (6), 10, 20, (35, 60), 110, 220, 400 KV, valorile din paranteze fiind mai puțin utilizate sau pe cale de înlocuire. În practică, prin I.E.J.T. se înțeleg acelea care au tensiuni de lucru  $\leq 1000 \text{ V}$ , restul fiind numite de înaltă tensiune.

e) *după frecvența tensiunii de alimentare*  $U_{\text{alim}}$ : instalații de c.c.; instalații de c.a., de joasă ( $0,1 < f_n < 50 \text{ Hz}$ ), industrială ( $f_n = 50 \text{ Hz}$ ), medie ( $0,1 < f_n < 10 \text{ KHz}$ ) și înaltă ( $f_n \geq 10 \text{ KHz}$ ) frecvență.

f) *după gradul de protecție*:

- instalații de tip deschis (personalul de deservire este protejat numai împotriva atingerilor accidentale a părților sub tensiune);
- instalații de tip închis, cu două subgrupe
  - o elementele componente sunt protejate împotriva atingerilor directe, pătrunderii corpurilor străine ( $d > 1 \text{ mm}$ ), picăturilor de apă și deteriorărilor mecanice;
  - o instalații de tip închis a căror părți componente sunt protejate la atingere, pătrunderea

corpurilor straine de orice dimensiune, a picaturilor de apa din orice directi, a deteriorarilor mecanice.

Gradul de protectie al unui echipament electric se simbolizeaza prin literele IP urmate de trei cifre, cu semnificatiile: IP 123

1 = Gradul de protectie privind protectia persoanelor impotriva atingerii partilor interioare aflate sub tensiune sau protectie contra patrunderii corpurilor straine;

2 = Gradul de protectie privind protectie privind patrunderea apei;

3 = Gradul de protectie contra deteriorarilor mecanice (numai pentru aparatele electrice).

g) După gradul de siguranță în funcționare:

- normale
- vitale

## 2. Schemele rețelilor electrice de J.T. la consumatori

În schemele uzuale, energia electrică circulă spre receptoare printr-o rețea care se ramifică pe măsură ce se apropie de receptoare. Ramificarea se realizează amplasând în nodurile rețelei a unor echipamente prefabricate specializate, numite puncte de distribuție. În cazul rețelilor de J.T. punctele de distribuție sunt reprezentate de tablouri de distribuție și, în cazul distribuției în bare, de canale prefabricate de bare.

Tabloul de distribuție este unul dintre cele mai importante elemente ale unei instalații electrice. Proiectarea și construcția acestora trebuie făcute conform unor standarde bine definite. În general, ele conțin un sistem de bare colectoare care este conectat prin intermediul unui aparat de comutație principal (întreruptor automat sau separator de sarcină cu siguranțe) la sursa de alimentare sau direct la barele colectoare ale unor tablouri de distribuție locale (**de rang superior**). Tabloul de distribuție mai poate conține circuite suplimentare de comandă, semnalizare, măsură etc. și este caracterizat prin curentul nominal al sosirii, considerat drept curent nominal al tabloului.

Fizic, tablourile de distribuție pot fi de tip panou, dulap, cutii echipate etc. și se clasifică în:

- tablouri generale ( $I_n \leq 2400A$ );
- tablouri principale ( $I_n \leq 600A$ );
- tablouri secundare ( $I_n \leq 300A$ ).

Rețelele electrice de J.T. sunt constituite din totalitatea coloanelor și circuitelor de receptor sau utilaj. Coloana este ansamblul elementelor conducătoare de curent ce alimentează unul sau mai multe puncte de distribuție, iar circuitul este ansamblul elementelor conducătoare de curent ce alimentează unul sau mai multe receptoare. Circuitele pot fi individuale sau comune, pentru mai multe receptoare, dar cu protecție unică la scurt circuit (de iluminat; de prize; de utilaj; pentru mai multe motoare similare cu puterea totală  $\leq 15kW$ )

Schemele rețelei electrice de J.T. trebuie astfel întocmite încât să îndeplinească următoarele condiții :

- să prezinte siguranța pentru viața oamenilor și împotriva pericolelor unor incendii în mediul de pozare ;
- să prezinte siguranța în ceea ce privește continuitatea alimentării cu energie electrică a receptoarelor, evitându-se eventualele întreruperi nedorite;
- să asigure transportul energiei electrice spre receptoare, cu pierderi de tensiune cât mai mici.

**Schemele radiale** sunt cele mai utilizate datorita simplității și clarității în execuție și exploatare. Au și avantajul siguranței, deoarece un defect pe o linie provoacă scoaterea din funcțiune doar a liniei afectate. Dezavantajele principale ale schemelor radiale sunt: investiții mari, consum ridicat de material conductor, număr mare de plecări din punctele de distribuție (creșterea gabaritului).

Folosirea lor se recomandă pentru alimentarea unor tablouri de distribuție suficient de încărcate, montate relativ apropiat unele de altele ca și în cazul tablourilor de distribuție cu puteri cerute mari, fata de care tabloul general ocupa o poziție relativ centrala. Schemele radiale se pot realiza cu o singura treapta (fig. a) când tablourile secundare sunt alimentate direct din tabloul general (TG), cu doua trepte (fig. b) sau în cascada (fig. c), când la anumite tablouri de distribuție se racordează alături de receptoare sau utilaje și alte tablouri de distribuție.

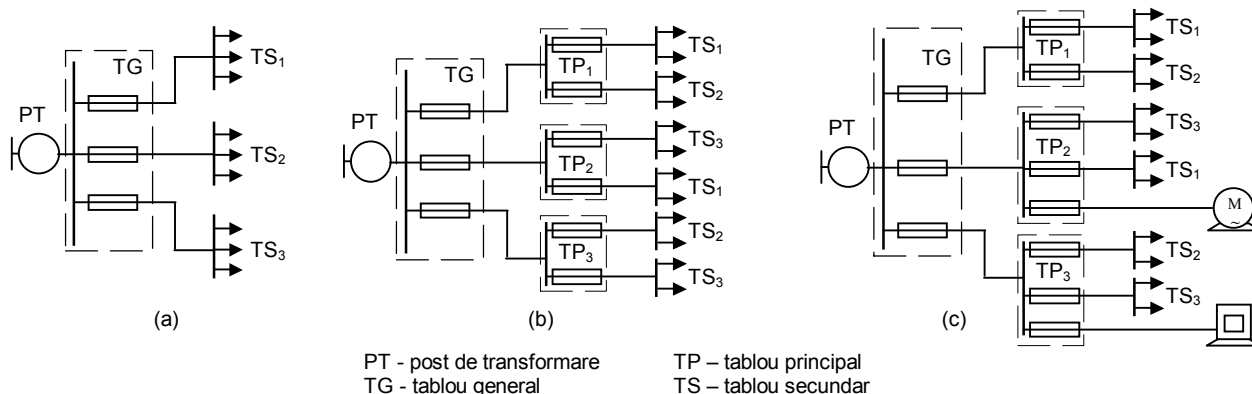


Fig. X.2 Scheme radiale - (a) într-o treaptă, (b) în două trepte, (c) în cascadă

**Schemele cu linii principale:** ale rețelei de alimentare se folosesc pentru alimentarea unor tablouri de distribuție amplasate pe aceeași direcție fata de TG și prezintă următoarele avantaje:

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

Linia principală se mai numește *magistrală* și, poate fi nesectionată sau sectionată (v.fig.X.3). D.p.d.v. constructiv, magistrala se poate realiza în bare capsulate, folosite frecvent în alimentarea cu energie electrică a unor secții cu sarcini electrice mari. Alimentarea tablourilor de distribuție se poate realiza:

- în derivație (Fig.X.3-a.1)
- prin sistem intrare-iesire (Fig.X3-a.2)

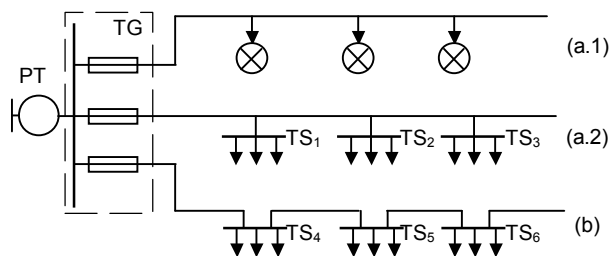


Fig. X.3 Scheme de distribuție cu linii principale (magistrale)  
(a.1) nesectionate cu sarcini distribuite,  
(a.2) nesectionate cu sarcini concentrate,  
(b) sectionate, tablourile legate în sistem intrare-iesire

**Schemele buclate** se obțin prin reîntoarcerea capatului liniei principale la TG de plecare. Acestea asigură o foarte bună siguranță în alimentarea receptoarelor, deoarece un defect pe coloana de alimentare este ușor de izolat fără a afecta funcționarea tablourilor electrice. Dezavantajele soluției constau în supradimensionarea a coloanei (la puterea totală a tabloului general) și în creșterea gabaritului tablourilor datorită întreruptoarelor necesare pe traseul coloanei generale. Schemele buclate se adoptă acolo unde sunt bine justificate din punct de vedere economic (o parte din instalațiile electrice din spitale, centre de calcul importante etc.).

Schemele buclate se pot realiza sub forma de inel (simplu buclata, fig...a) sau de tip plasa (complex

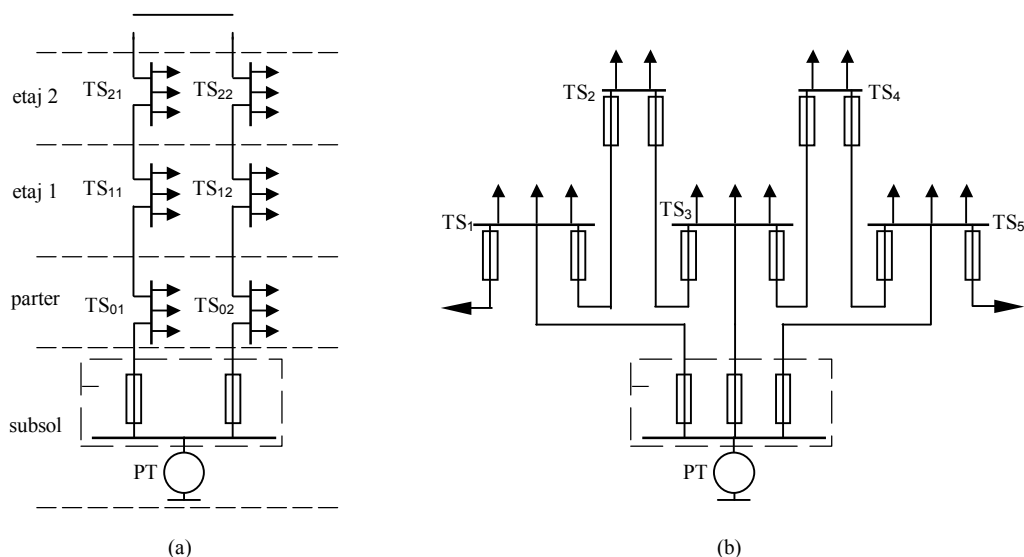


Fig. X.4 Scheme de distribuție în buclă  
(a) buclă simplă (cazul particular al unui imobil)  
(b) buclă complexă

buclata, fig...b) care se compune din mai multe rețele simplu buclate.

**Schemele combinate** cuprind linii radiale, principale și buclate.

Variantele tehnice ale schemelor rețelor de alimentare se analizează d.p.d.v. al siguranței în funcționare și se compară între ele pe baza unor calcule economice. Se iau măsuri pentru a asigura rezerva în linii (ex. linii radiale duble, linii principale duble, linii radiale cu rezerva liniei principale sau invers) și rezerva în surse, când se folosesc câte două PT (posturi de transformare) și diferite tipuri de scheme.

D.p.d.v. al locului în care sunt considerate, rețelele electrice se clasifică în:

- rețele de alimentare care leagă barele de J.T. ale posturilor de transformare la punctele de distribuție;
- rețele de distribuție care leagă receptoarele și utilajele la punctele de distribuție.

**a) Rețele de alimentare** de joasă tensiune (compuse din coloane) pot fi construite după scheme radiale cu linii principale buclate și combinate.

**b) Rețele de distribuție** de joasă tensiune compuse din circuite “terminale” (de receptor sau utilaj) asigură racordarea receptoarelor și utilajelor la tablourile de distribuție, se pot realiza cu scheme radiale sau cu linii principale. Schema radială este cea mai des folosită; schema cu linie principală se folosește mai ales la realizarea distribuției în interiorul utilajului.

**Notă:** Se recomandă ca la un anumit tablou de distribuție să fie legate acele receptoare și utilaje care au corelație funcțională în cadrul procesului tehnologic, sunt amplasate în apropierea tabloului, permit utilizarea eficientă a tipurilor de cutii capsulate pentru tablourile de distribuție, iar funcționarea lor nu produce perturbații reciproce supărătoare.