

E. A. Kaminski

*Cum se citesc
schemele
instalațiilor
electrice*

79

colecția

electricianului



editura tehnică

E. A. Kaminski

*Cum se citesc
schemele instalațiilor
electrice*

Ediția a II-a

Traducere adaptată, după ediția a II-a
în limba rusă

79



Editura tehnică
București — 1974

Citirea cărții trebuie făcută treptat, căutându-se să se determine după figuri elementele reprezentate în acestea, cu ajutorul textului explicativ. Pentru a se găsi rapid semnul convențional necesar sau pentru a se determina elementul reprezentat în schemă, la dispoziția cititorilor stă o amplă anexă plasată la sfârșitul cărții.

Epuizarea rapidă a tirajului primei ediții în limba română, ca și apariția unei noi ediții în limba rusă, revăzută și completată față de precedentă, au determinat reeditarea acestei lucrări, mult solicitată de cititorii din țara noastră.

Editura tehnică

Introducere

Un cerç tot mai larg de electrotehnicieni întocmesc scheme de instalații electrice și lucrează cu acestea. Se impune deci ca schémele să fie întocmite pe baza unor semne convenționale bine cunoscute, iar aceste semne trebuie să fie folosite pe baza unui anumit sistem. În caz contrar, oamenii nu se vor înțelege între ei, nu vor putea citi schémelē sau le vor citi greșit, acest lucru putînd duce la erori în montaj și exploatare. De exemplu, montorii ar putea lega un alt aparat (sau într-un alt loc) decît cel indicat. Reglorii și echipele de reparații în loc să repare anumite circuite pot să strice altele, nedefecte. Electricienii de exploatare pot să greșească manevrele, să nu găsească cauzele defectelor etc.

În prezent a crescut deosebit de mult importanța unei reprezentări corecte și clare a schemelor de instalații electrice, deoarece nu numai centralele electrice și întreprinderile de electricitate specializate sînt dotate cu un mare număr de mașini și aparate electrice de toate categoriile. Diferitele mecanisme din industrie, agricultură, construcții, transporturi, ca și alte mecanisme „neelectrotehnice” au echipamente electrice variate, cu conexiuni destul de complexe. Astfel, de exemplu, un utilaj de construcții — excavatorul cu cupă — este echipat cu generatoare electrice, motoare de curent continuu și de curent alternativ, amplificatoare magnetice, relee, contactoare, redresoare cu semiconductoare, controlere de comandă, transformatoare, un întreruptor în ulei, un disjuncteur, rezistențe, aparate de măsurat, lămpi de

semnalizare. Deci instalațiile electrotehnice moderne sînt atît de complexe, încît ele nu pot fi nici fabricate, nici reparate și nici exploatate din memorie, fără ajutorul desenelor tehnice.

Deoarece fiecare instalație electrică este confecționată de un număr mare de fabrici de echipament electrotehnic, iar apoi asamblată de către montorii întreprinderilor de electromontaj, care asigură efectuarea conexiunilor echipamentului electric etc., este necesar ca toți să utilizeze desene clare pentru fiecare.

Din această cauză semnele convenționale și regulile de efectuare a desenelor electrotehnice sînt stabilite prin standarde de stat (STAS).

De la desen la schemă. Semnele convenționale au evoluat în timp. La început pentru reprezentarea unor părți ale instalațiilor electrice se executau figuri, care semănau cu aspectul exterior al elementului respectiv. Desenarea unor asemenea figuri este însă greoaie și necesită mult timp și spațiu. De aceea, reprezentările s-au simplificat treptat și s-au transformat în semne convenționale. Trecerea de la desen la schemă este ilustrată sugestiv în fig. 1.

În decursul timpului s-au transformat nu numai semnele dar chiar și desenele în electrotehnică. Inițial acestea se prezentau sub forma unor desene (fig. 2, *a*) în care totul era asemănător cu realitatea, dar electricianului îi era neclar între ce elemente erau făcute legăturile, evoluție reprezentată în fig. 2, *b*. Din acest motiv această reprezentare este mai bună, cu toate că seamănă mai puțin cu aspectul real al instalației. În fig. 2, *c* este reprezentată o schemă actuală, modernă care seamănă mult mai puțin cu aspectul real al instalației, fiind însă cea mai clară.

Cu timpul s-au schimbat și procedeele de reprezentare schematică. Procedeu vechi de reprezentare — schema restrînsă — utilizat uneori și în prezent, este dat în fig. 3, *a*. În această schemă este „sugestiv” numai faptul că contactele și bobinele releului sînt desenate alături, însă conexiunile sînt foarte încîlcite, deși schema este foarte simplă deoarece conține doar două rele și trei lămpi. Deci pentru

instalațiile electrice complexe schemele restrinse nu sînt aplicabile. De aceea în prezent se utilizează de regulă schemele desfășurate, adică bobinele și contactele aferente se reprezintă distanțat și separat pe circuitele din care fac parte acestea. Un asemenea procedeu de reprezentare (fig. 3, b) în care sînt clar conturate toate circuitele electrice se numește *schemă desfășurată* (STAS 7070-64). Apartenența contactelor și bobinelor la diferitele aparate se stabilește prin

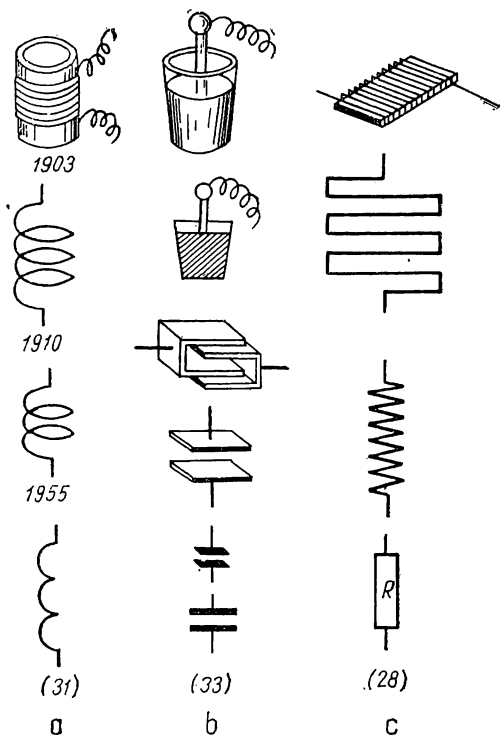


Fig. 1. Evoluția simplificată a reprezentării elementelor de instalații electrice:

a — evoluția reprezentării inductanței, pînă la semnul convențional actual 31 (STAS 1590/2-71);
b — reprezentarea condensatorului de la butelia de Leyda pînă la semnul actual 33 (STAS 1590/2-71); c — modificarea reprezentării rezistențelor, pînă la semnul actual 28 (STAS 1590/2-71).

marcare; ca de exemplu 1 *d* și 2 *d*, în cazul analizat mai sus. Tehnica marcării este analizată amănunțit în capitolul 2.

Tipuri de scheme. În prezent se utilizează mai multe tipuri de scheme, corespunzând fiecare unei anumite categorii de lucrări. Această problemă este analizată în mod amănunțit în capitolul 3. Inițial, când instalațiile electrotehnice erau foarte simple, pe același desen se căuta să se reprezinte întreaga instalație. În prezent, datorită evoluției

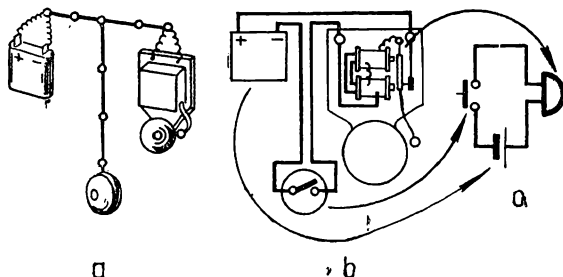


Fig. 2. Evoluția reprezentării instalațiilor electrice, de la desene la scheme.

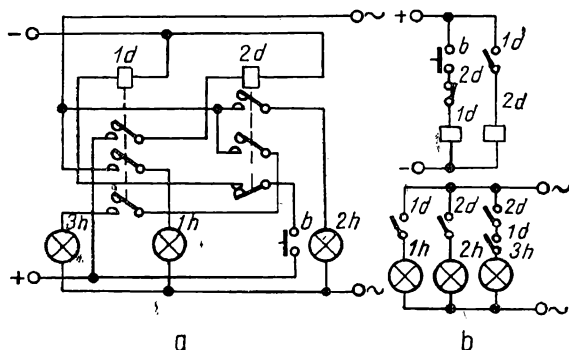


Fig. 3. Reprezentarea schemelor:

a — procedeu vechi; *b* — procedeu modern.

și aplicării metodelor industriale de fabricație și de montaj a instalațiilor electrotehnice, s-a produs și divizarea corespunzătoare a documentației tehnice. Au apărut scheme pentru explicarea principiilor de interacțiune a diferitelor ele-

mente — așa-numitele *scheme bloa* (fig. 57). Pentru calcule se utilizează scheme de calcul (fig. 56).

Schemele funcționale (subcap. 3.2) se împart în scheme tehnologice, scheme bloc, scheme de distribuție, scheme desfășurate și scheme generale. Pentru realizarea legăturilor se folosesc planuri de montaj, scheme de conexiuni (subcap. 3.3), scheme de cablare (subcap. 3.3) etc. În afară de aceste scheme se mai utilizează mult diferite materiale explicative: memorii explicative (subcap. 3.5), diagrame de comutare a contactelor la aparatele cu mai multe poziții (subcap. 1.3) și diagrame de interacțiune a elementelor (subcap. 4.3), scheme de cablare împreună cu jurnalul de cabluri și de conducte (subcap. 3.5) etc. Deci tehnica întocmirii, completării și citirii schemelor nu mai reprezintă un lucru simplu, ci necesită o anumită îndeminare și exercițiu constant.

S-a arătat că schemele electrice se întocmesc în baza unor standarde. De aceea, înainte de cunoașterea tehnicii citirii schemelor, trebuie știute diferitele standarde în vigoare (aceste probleme sînt tratate în capitolele 1 și 2).

Notă. Analizînd citirea schemelor din capitolele 1 și 2 trebuie cunoscute următoarele:

1. Semnele convenționale din această lucrare nu sînt date sub formă de tabele (cum de altfel sînt prezentate în standarde), ci în multe cazuri ele sînt date direct în scheme, adică așa cum sînt folosite în practică. Pentru a găsi cu rapiditate semnul unei anumite mașini, al unui anumit aparat, instrument, sau pentru a înțelege conținutul unui semn necunoscut, întîlnit într-o anumită schemă, este necesar să se recurgă la anexă.

În anexă sînt reprezentate linii, figuri geometrice și semne care se întîlnesc în desenele electrotehnice și se indică în ce standarde pot fi găsite, cum și semnificația respectivelor semne.

2. În această lucrare sînt reprezentate scheme didactice avînd un scop limitat pentru ilustrarea tehnicii folosirii semnelor convenționale. Deosebirea dintre schemele practice și cele didactice constă în următoarele:

Într-o schemă didactică sînt prezentate utilaje și echipamente electrice de diferite tipuri, cu toate că în practică se tinde totdeauna să se utilizeze echipament tipizat. Într-o

schemă didactică, pentru comparație se pot folosi diferite forme de semne: într-o schemă practică se utilizează obișnuit doar o singură formă de semne (vezi subcap. 1.3), care corespunde cel mai mult destinației respectivei scheme.

În schemele didactice (fiecare din ele consacrată explicării unui anumit grup de semne) nu sînt arătate anumite elemente ale instalațiilor, pentru a nu distra atenția de la schema analizată.

3. Semnele speciale folosite în radiotehnică, cum și diferitele semne folosite în special în telefonie și în automată, nu sînt analizate în prezenta lucrare. (Semnele folosite în sistemele de protecție cu relee sînt tratate limitat în această lucrare).

4. În lucrare s-au folosit următoarele convenții:

— dimensiunile semnelor au fost micșorate proporțional în comparație cu cele recomandate de standarde;

— în figurile din capitolul 1 între paranteze rotunde sînt indicate numerele de ordine ale semnelor, cum și ale observațiilor referitoare la respectivele semne (subcap. 1.3), după care acestea pot fi găsite în anexă (în text aceste paranteze au fost omise); în desenele folosite în practică, bineînțeles, că numerele acestor semne nu se trec;

— în cazul în care nu a fost folosit un semn prevăzut în standard, ci unul întocmit prin analogie, acesta a fost reperat pe desene prin litere mari înscrise între paranteze rotunde;

— dacă semnul a fost întocmit din cîteva semne standardizate, între paranteze sînt indicate numerele de ordine ale semnelor respective, reunite prin semne +.

1. Semne convenționale standardizate

1.1. Generalități asupra standardelor

În Republica Socialistă România, standardele de stat se notează prin indicativul STAS, după care urmează două grupe de cifre, reprezentînd numărul standardului și anul aprobării acestuia. De exemplu, STAS 1590/1-71 are numărul 1590/1 și a fost aprobat în anul 1971.

În standarde sînt indicate forul întocmitor (în exemplul nostru Ministerul Energiei Electrice, forul care impune data aprobării (în exemplu, Institutul Român de Standardizare, 20. 12. 1971) și data intrării în vigoare (01. 10. 1972). Intervalul dintre aceste date este de obicei de cîteva luni. O durată atît de mare este necesară pentru a se asigura posibilitatea tipăririi, difuzării și studierii amănunțite a standardului, pentru a exista timpul necesar terminării proiectelor în baza aceluiași standard după care ele au fost începute, cum și pentru a putea fi utilizate schemele, tabelele, fișele tehnice existente ale utilajului etc.

În decursul timpului standardele pot fi modificate; unele sînt anulate și înlocuite prin altele noi. Un STAS nou își păstrează același număr, însă ultimele cifre, care indică anul aprobării, se modifică. De exemplu STAS 1590-64 a fost anulat și înlocuit prin STAS 1590/1-71. Înlocuirea unui STAS prin altul este menționată în standard prin următoarele cuvinte: „înlocuiește STAS 1590 - 64 (în exemplul menționat mai sus).

Informațiile curente privind noile standarde aprobate, precum și diferitele modificări introduse în acestea se publică în revista lunară „Standardizarea“. Anual se publică „Indicatorul standardelor de stat“ unde sînt enumerate toate STAS-urile aflate în vigoare în R.S.R. de la data de 1 ianuarie a anului curent.

În afara standardelor, întîlnim adesea diverse condiții tehnice și norme. Deosebirea dintre acestea constă în aceea că standardele sînt documente de stat, care au putere de lege, pe cînd condițiile tehnice și normele se stabilesc în cazurile necesare pentru diferite întreprinderi, ramuri ale industriei, departamente etc., adică au o aplicare limitată. Acestea nu pot să contravină în nici un caz standardelor în vigoare.

1.2. Standarde utilizate la întocmirea desenelor în electrotehnică

La întocmirea desenelor electrotehnice, în România se utilizează următoarele standarde:

1. STAS 1590/1-71 „Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale generale“.
2. STAS 1590/2-71 „Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale pentru circuite electrice“.
3. STAS 1590/3-71 „Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale pentru centrale, stații și posturi de transformare, linii de transport și distribuție“.
4. STAS 1590/4-71 „Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale pentru transformatoare, regulatoare de inducție, transformatoare de măsură, transductoare“.
5. STAS 1590/5-71 „Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale pentru mașini electrice rotative“.
6. STAS 1590/6-71 „Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale pentru aparate de conectare“.
7. STAS 1590/7-71 „Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale pentru aparate de măsurat“.
8. STAS 1590/8-71 „Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale pentru releu“.
9. STAS 1590/9-71 „Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale pentru aparate și instalații electrotehnice sau electroenergetice diverse“.
10. STAS 1842-64 „Instalații interioare de energie electrică. Semne convenționale“.
11. STAS 7070-64 „Scheme de automatizare. Reguli pentru întocmirea documentației tehnice desenate“.

Nu există standarde speciale pentru formatele desenelor folosite în electrotehnică, acestea întocmindu-se în conformitate cu prevederile STAS 1-57.

Planurile și secțiunile de încăperi, executate în scopul de a se reprezenta pe ele echipamente și instalații electrice, trebuie să fie conforme cu standardele pentru desenele de construcții. Piesele de montaj și de fixare a echipamentului electric sint reprezentate conform standardelor pentru desenele de construcții de mașini.

Toate standardele trebuie utilizate întotdeauna cu STAS 7070-64, care stabilește regulile pentru întocmirea deseneilor. Deoarece înfășurările tuturor releelor și contactoarelor, contactoarele, întreruptoarele, întreruptoarele automate și toate mașinile electrice de tip similar etc. se reprezintă în același mod, fără marcarea elementelor schemelor (care se efectuează conform STAS 7070-64), diferitele aparate nu se pot distinge între ele și nici nu se poate stabili aparate-

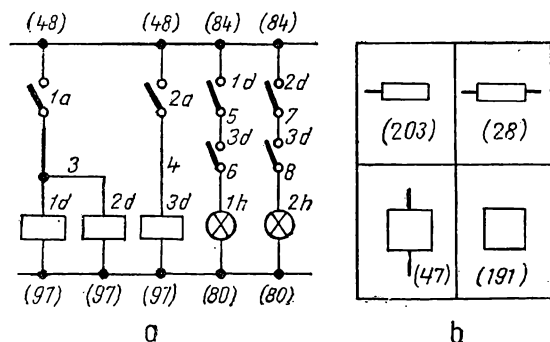


Fig. 4. Aplicarea simultană a câtorva standarde:
a — deosebirea aparatelor din schemă cu ajutorul simbolizării; b — folosirea pe același desen a semnelor stabilite prin mai multe standarde poate cauza erori.

nența diferitelor piese (bobine, contacte) ale unui anumit aparat. În fig. 4, a*) de exemplu, se vede clar că întreruptoarele (semnul 48) bobinele releului 97, contactele 84 și lămpile cu incandescență 80 pot fi deosebite cu ajutorul

*) Notă în legătură cu notațiile din figuri

marcării: *1a* și *2a* — întreruptoare; *1d*, *2d*, *3d* — relee; *1h* și *2h* — lămpi. Este suficient să modificăm marcarea pentru ca aceeași schemă să reprezinte o altă instalație electrică.

Este interzisă folosirea concomitentă a standardelor care stabilesc aceleași notații sau notații foarte asemănătoare, dar care au un conținut cu totul diferit. De exemplu în fig. 4, *b* se vede clar asemănarea foarte mare între notațiile 203 (aparat electrocasnic) și 28 (impedanță); sau între notațiile 47 (întrerupător pentru înaltă tensiune) și 191 (aparat înregistrator).

Cu alte cuvinte o schemă tehnologică, o schemă electrică sau un plan de instalație electrică trebuie să fie întocmite în baza unor standarde diferite, chiar dacă ele sînt reprezentate pe același desen. Independent însă de standardele pe baza cărora a fost reprezentat un element oarecare al instalației, el trebuie marcat în mod identic pe toate desenele, deoarece în caz contrar se pierde legătura dintre acestea. De exemplu, dacă un transformator a fost notat într-un plan prin 5 m, el va trebui notat la fel și în schema corespunzătoare.

1.3. Semne convenționale pentru schemele electrice

Modul de întocmire a standardelor pentru semne convenționale. Se alege ca exemplu STAS 1590/2-71 care este constituit din două capitole: 1. Generalități și 2. Semne convenționale. Capitolul 2 are mai multe subcapitole: 2.1. Semne convenționale pentru conductoare; 2.2. Semne convenționale pentru borne și conexiuni de conductoare; 2.3. Semne convenționale pentru impedanțe și rezistențe; 2.4. Semne convenționale pentru înfășurări și inductanțe.

Fiecare semn are un număr de ordine și o denumire. De exemplu în subcap. 2.3. numărul curent 3 cu denumirea „rezistență ohmică” indică semnul convențional respectiv.

Unele semne sînt completate cu observații. De exemplu la nota privind semnul de la numărul 6 subcap. 2.2, STAS 1590/2-71, se menționează: „Periile sînt reprezentate numai în caz de necesitate”.

În standarde se mai indică sau se fac recomandări asupra dimensiunilor semnelor convenționale și asupra grosimii diferitelor linii.

Sistemul de trasare a semnelor convenționale și terminologia în conformitate cu standardele utilizate la întocmirea desenelor electrotehnice. Semnele convenționale se întocmesc din figuri geometrice elementare: patrate, dreptunghiuri, cercuri, din linii continue sau hașurate ca și din puncte. Combinația lor în baza sistemului stabilit de către respectivul standard permite să se reprezinte cu ușurință următoarele:

- mașini electrice, aparate, instrumente electrice și părțile lor componente (bobine, contacte, rotor, stator, miezul magnetic);

- linii electrice de legătură (conductoare, bare, cabluri), intersecțiile și conexiunile acestora;

- linii de cuplaj mecanic între diferitele elemente ale mașinilor, aparatelor și instrumentelor (de exemplu, acționarea mecanică a unui contact, un cuplaj mecanic al cuțitelor unui întreruptor multipolar);

- modul de legare a înfășurărilor (în stea, în triunghi);

- felul curentului (continuu, alternativ), numărul fazelor, frecvența, tensiunea etc.

Obținerea unui număr mare de semne mai complexe dintr-un număr foarte limitat de figuri și semne simple nu prezintă nici o dificultate. Într-adevăr, la fiecare pas constituit din zece cifre (0...9) se obține oricare din numerele necesare utilizând numai cele zece cifre (0...9). Dacă însă aranjăm cifrele într-o ordine arbitrară putem scrie cu totul alt număr decât este necesar. De exemplu din cifrele 3 și 4 putem obține numerele: 34, 43, $3^4=81$ și $4^3=64$.

Nerespectarea regulilor de situare a figurilor și semnelor simple în semnele convenționale complexe poate să ducă la schimbarea înțelesului. Astfel, de exemplu, fig. 5 arată că un punct, în funcție de locul unde este amplasat poate să însemne următoarele: derivație dublă a unor conductoare 25; înfășurare trifazată, conexiune în stea cu punct neutru accesibil 12; partea mobilă a unui contact, de exemplu, cuțitul unui întreruptor cu pîrghie monopolar în aer 48, sau o bornă la un contact al contactorului 85; elementul unei fișe

(tijă, contact-cuțit) al unei fișe *A*; poziția unei manete *1*, *0*, *2* a unui comutator cu trei poziții, în care contactul este închis pe pozițiile *1* și *2*, *45*; capătul terminal al înfășurării primare a unui transformator de curent *186*; tub cu gaz cu catod rece *178*; un disc telefonic cu numere *204*, contacte

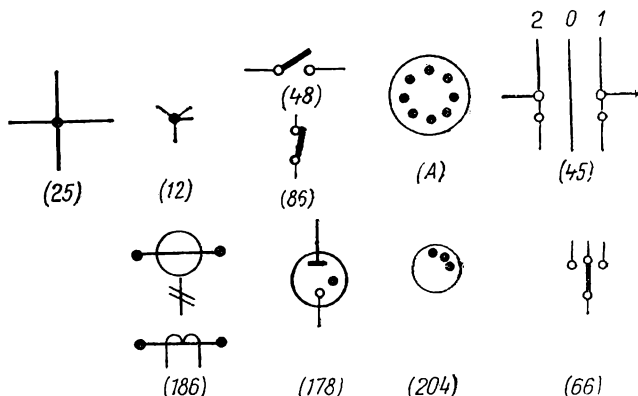


Fig. 5. Același semn (în cazul de față — punctul) are cu totul alt înțeles, în funcție de locul unde este situat.

din câmpul de contacte al unui comutator monopolar rotativ manual cu trei poziții *66*.

Semne generale și semne derivate. Standardele stabilesc semne generale care sînt de bază în întocmirea semnelor derivate dacă într-un anumit caz concret este insuficientă utilizarea semnelor generale.

De exemplu în fig. 6, *a* este dat semnul general al unei sonerii *81*. Dacă este necesar să se sublinieze felul curentului, introducînd în notația *81* semnele de curent continuu *1* sau de curent alternativ *2*, vom obține semnele derivate *A*; soneria de curent continuu (mai sus) și de curent alternativ (mai jos).

Fig. 6, *e* arată că folosind o combinație dintre semnele generale ale unei legături electrice între conductoarele *23* și a unui conductor sau grup de conductoare electrice de legătură *14* se poate obține cu ușurință semnul derivat *23+14* din care rezultă că conductoarele *2*, *5* și *6* sînt legate:

între ele. Sînt, de asemenea, legate conductoarele 3 și 4, iar conductoarele 1 și 4, 1 și 5, 1 și 6, 2 și 4, 3 și 5 nu sînt legate între ele, ci doar se intersectează; conductorul 6 se ramifică de la conductorul 2.

Reunind în fig. 6, c semnele: motor asincron cu rotorul în scurtcircuit (semn general 140) cu semnul 11 care indică înfășurare trifazată, conexiune în stea, ca și semnul 17 al

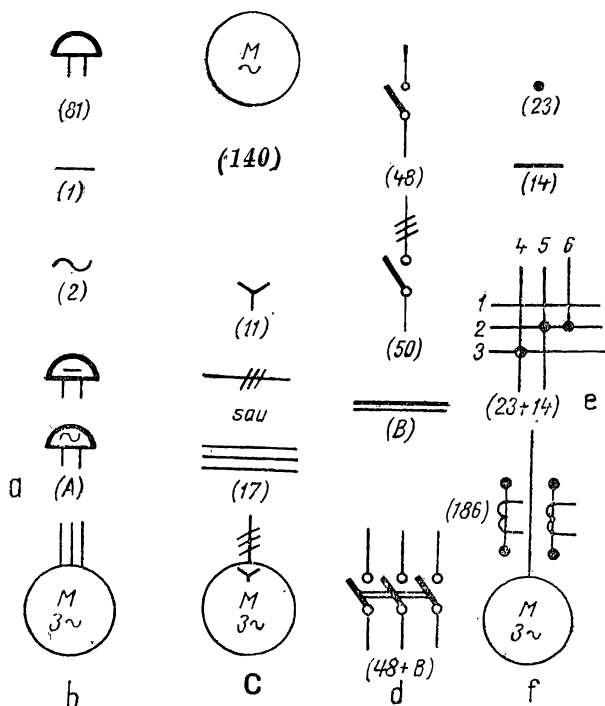


Fig. 6. Exemple de întocmire a semnelor convenționale derivate.

unui circuit constituit din trei conductoare electrice de legătură, putem reprezenta un motor electric asincron cu rotorul în scurtcircuit, al cărui stator este conectat în stea ($140+11+17$).

Semnele formate dintr-o singură linie și semnele din mai multe linii. Conductoarele electrice de legătură cu același tra-

seu fizic 17 pot fi reprezentate fie printr-o singură linie (numărul liniuțelor de intersectare de paceastă linie adică numărul conductoarelor), fie prin câteva linii, după cum este reprezentat în fig. 6, c. Drept exemplu, în fig. 6, c este dat semnul printr-o singură linie $140+11+17$, iar în fig. 6, b este reprezentat semnul în mai multe linii al unui motor electric asincron cu rotorul în scurtcircuit.

Într-o serie de cazuri este suficientă o reprezentare elementară cu o singură linie, însă anumite părți ale schemei trebuie detaliate, când pentru respectivele porțiuni se utilizează semnul multifilar. Astfel în fig. 6, f este reprezentată schema unifilară a unui motor electric asincron, însă porțiunea care cuprinde transformatoarele de curent 136 este arătată cu trei linii.

În fig. 6, d din semnul general al întreruptorului cu pîrghie monopolar în aer 48, cu ajutorul a trei liniuțe scurte s-a obținut semnul unifilar al unui întreruptor cu pîrghie tripolar în aer 50, iar combinarea semnului 48 cu semnul liniei mecanice de cuplaj B a dat semnul multifilar al acestuia, $48+B$.

Moduri de reprezentare a mașinilor electrice. Standardul stabilește un singur mod de reprezentare a mașinilor electrice: reprezentarea simplificată. În acest caz, pentru reprezentarea statorului, a rotorului și a întregii mașini, se utilizează un simplu cerc sau, în unele cazuri, două cercuri concenrice.

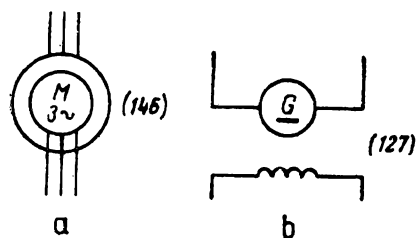


Fig. 7. Reprezentarea mașinilor electrice.

La mașinile electrice de curent continuu standardul indică, după caz, și reprezentarea înfășurărilor de excitație.

În fig. 7, a este arătată reprezentarea unui motor asincron trifazat cu inele, iar în fig. 7, b este arătată reprezentarea

unui generator de curent continuu, cu două conductoare, cu excitație separată.

Două forme de notare a contactelor, contactoarelor sînt ilustrate în fig. 8. În standardul 1590/6-71 sînt folosite următoarele denumiri ale contactelor:

Deschis: cînd armătura 1 este atrasă la miezul 2, contactul 3—4 se închide (fig. 8, a). Un asemenea contact

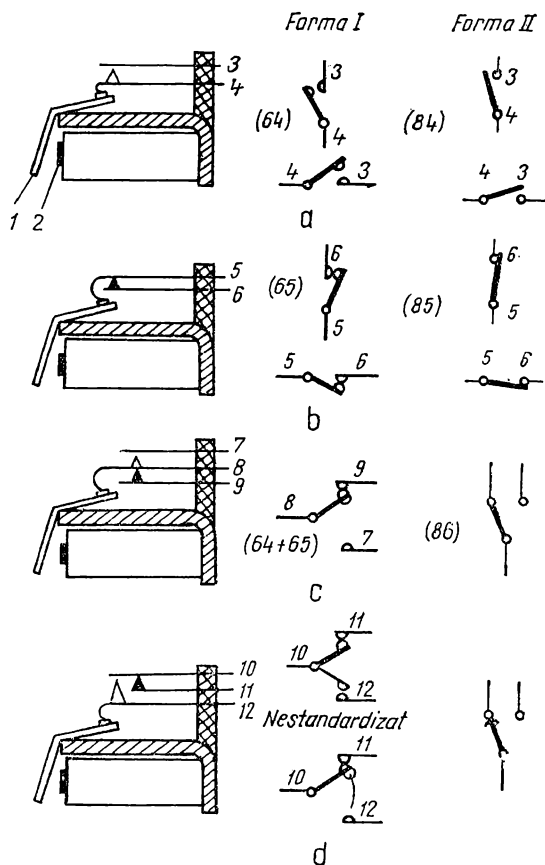


Fig. 8. Moduri de reprezentare a contactelor unui contactor sau releu (forma II).

este denumit și contact normal deschis și se notează prescurtat prin n.d. sau N.D.

Închis: cînd contactorul acționează, contactul 5-6 se deschide (fig. 8, b). Un asemenea contact este denumit și contact normal închis și se notează prescurtat n.i. sau N.I.

Contact comutator fără poziție neutră cu întreruperea circuitului. La acționarea contactorului se desface mai întîi contactul 8-9, iar apoi se închide contactul 8-7 (fig. 8, c). Ambele contacte n.d. și n.i. care formează contactul de comutare au o piesă comună, în exemplul nostru — lamela 8. La eliberarea contactorului comutarea se efectuează în ordinea inversă.

Contactul comutator fără întreruperea circuitului la trecerea de pe o poziție pe alta (fig. 8, d). La acționarea contactorului se închide mai întîi contactul 12-10, apoi se desface contactul 10-11; un timp oarecare aceste două contacte sînt închise. La eliberarea releului, comutările se efectuează în ordinea inversă.

Forma II de reprezentare se folosește și pentru indicarea contactelor releelor.

Direcția de acționare a forșelor de comutare, Contactele releelor, butoanelor, întreruptoarelor, întreruptoarelor automate și altor dispozitive de comutare din schemă se reprezintă de regulă în premisa că în înfășurările releelor, (contactoarelor, întreruptoarelor) nu există curent (sau curentul este într-atît de mic, încît nu poate să atragă armătura) și că asupra respectivelor butoane, întreruptoare, armături ale releelor etc. nu acționează forțe de acționare exterioare.

De aceea, în fig. 9, a sînt reprezentate ca fiind deschise contactele normal deschise ale contactoarelor 64, ale butoanelor 76, întreruptoarelor cu pîrghie 48, ale întreruptoarelor automate 51, ale separatoarelor 59, ale separatoarelor de sarcină 55, la întreruptoarele automate de înaltă tensiune 58. Într-adevăr, dacă la acestea aplicăm forța F care acționează de la stînga spre dreapta (în cazul amplasării verticale a circuitelor) sau de sus în jos (în cazul situării orizontale a circuitelor), contactul se va închide.

Contactele normal închise (fig. 9, b) ale întreruptoarelor 65 ale butoanelor 77, ale întreruptoarelor cu pîrghie 48, sînt

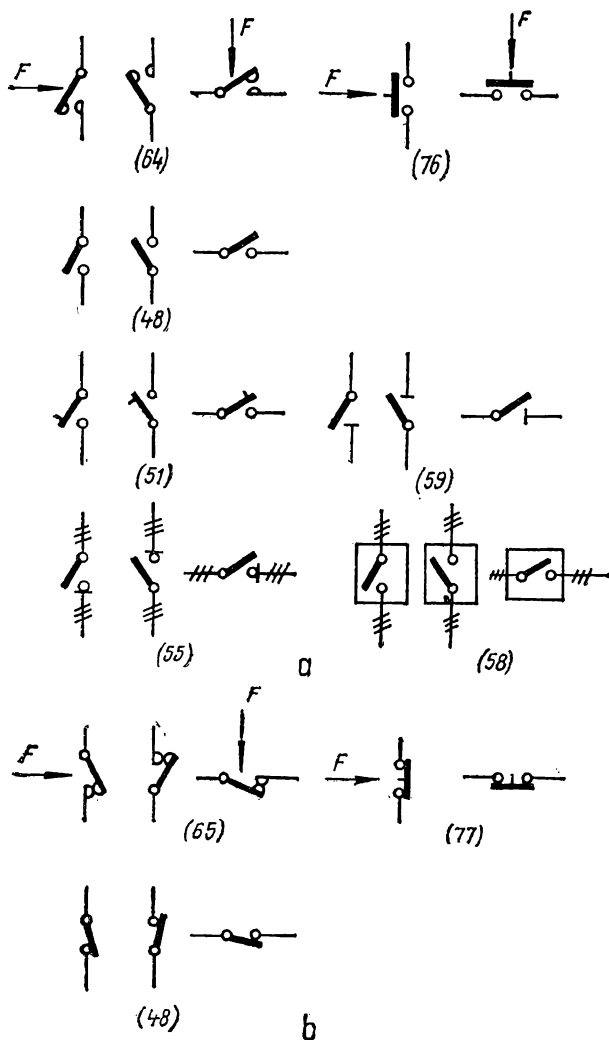


Fig. 9. Reprezentarea contactelor se recomandă a fi amplasată astfel încît o forță fictivă F , acționînd asupra părții mobile a contactului de sus în jos sau de la stînga spre dreapta, să închidă contactele deschise (a) și să deschidă contactele închise (b).

arătate închise. Dacă la acestea se aplică de la stînga spre dreapta, sau de sus în jos, o forță F , contactul se va deschide.

Termenul „preferat” și recomandări. Pentru diferitele domenii ale electrotehnicii, radiotehnicii și telecomunicațiilor au fost elaborate standarde. În fiecare dintre aceste domenii există o serie de particularități specifice de care trebuie să se țină seama. În afară de aceasta, în funcție de destinația schemei, în unele cazuri este necesară o detaliere mai mare sau mai mică. Din această cauză pe lângă obligativități, derivate din „Standardul stabilește” sau „trebuie”, se mai dau și diferite recomandări. De exemplu, în STAS 1590/2-71 se indică pentru rezistențe, impedanțe și reactanțe cîte două feluri de semne convenționale arătîndu-se în același timp care este semnul preferat. Faptul că unele semne convenționale sînt preferate față de alte semne nu exclude însă posibilitatea utilizării tuturor semnelor cuprinse în standarde, aceasta făcîndu-se după necesități, astfel încît, în desene să nu existe confuzii.

Standardele recomandă să se respecte anumite relații între grosimile liniilor ce reprezintă diferitele semne convenționale (fig. 10-12), însă în unele cazuri permit ca grosimea liniilor la toate semnele convenționale să fie egală cu grosimea liniei prin care s-au reprezentat legăturile electrice. Înseamnă că, atît lampa 80, cît și siguranța 72 pot fi reprezentate atît după cum este arătat în fig. 10, *a*, cît și după cum este arătat în fig. 10, *b* atît cu linie mai groasă, cît și cu linie mai subțire. Această permisiune nu se răspîndește evident și la alte semne în care tocmai grosimea diferită a liniei constituie un element hotărîtor. De exemplu, este imposibil să se distingă o acționare prin electromagnet 205 de bobina releului 97 (fig. 10, *c*) dacă ele se vor trasa cu linii de aceeași grosime.

Combinarea liniilor groase și a celor subțiri în semnele comutatorului de comandă (fig. 10, *d*) arată legarea conductoarelor: *I* și *II* în poziția 1; *II* și *III* în poziția 2; *I*, *II* și *III* în poziția 3. Înseamnă că într-un asemenea caz este necesară o grosime diferențiată a liniilor de indicare. }

S-a arătat mai sus că în funcție de destinația lor, schemele pot fi întocmite mai mult sau mai puțin amănunțit. În schemele de alimentare cu energie electrică se admite

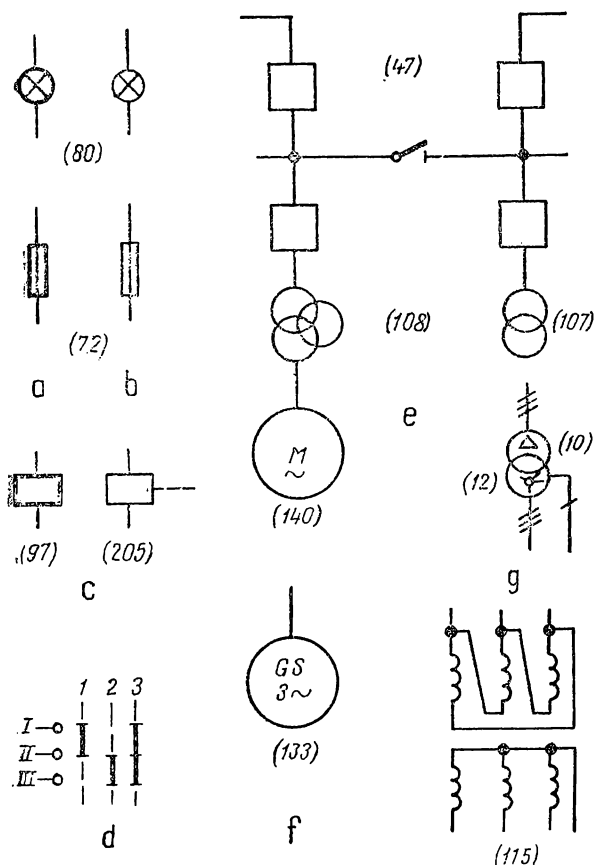


Fig. 10. Standardele permit ca grosimea liniei tuturor semnelor să fie aceeași ca și a liniilor de legătură electrică (a conductoarelor electrice). Totuși, în semnele 62, (1) etc., unde grosimea liniilor este hotărâtă, este obligatorie folosirea unor linii mai îngroșate.

ca întreruptoarele de înaltă tensiune să fie reprezentate prin patrate 47, transformatoarele cu două înfășurări pot fi reprezentate prin două cercuri 107, transformatoarele cu trei înfășurări pot fi reprezentate prin trei cercuri 108, iar mașinile asincrone cu rotorul în scurtcircuit 140 pot fi reprezentate printr-un singur cerc (fig. 10, e).

Dacă într-un alt caz, sînt necesare precizări, semnul transformatorului se completează cu o serie de semne privind tipul conexiunilor 12 (stea cu neîtru scos) și 10 (triunghi) și se indică numărul de conductoare (fig. 10, g). Dacă într-un al treilea caz este necesar să se arate amănunțit conexiunea înfășurărilor respectivului transformator, se utilizează nota-rea detaliată 115 din fig. 10 h.

În mod similar, pentru precizarea categoriei de mașină rotativă 133, în cerc se înscriu literele GS (generator sincron), numărul fazelor, felul curentului etc. (fig. 10, f).

Deci standardele oferă largi posibilități pentru reprezentarea celor mai variate scheme, instrumente, aparate, mașini, cum și a conexiunilor acestora, utilizînd semnele convenționale sau combinațiile acestora. Evident că, standardele nu pot să cuprindă toate cazurile posibile. Cu anumite deprinderi însă după ce s-a asimilat sistemul de întocmire a semnelor convenționale, este ușor nu numai să se noteze elementele necesare, dar să se și înțeleagă orice schemă, dacă ea a fost întocmită conform indicațiilor standardelor.

Se subliniază în special importanța însușirii sistemului de întocmire a semnelor convenționale și în special a semnelor convenționale combinate. Dezvoltarea rapidă a electrotehnicii duce la realizarea unor aparate, instrumente și mașini noi, care nu au încă semne. Aceste aparate noi sînt însă constituite din diferite elemente (înfășurări, miezuri magnetice,¹ condensatoare, semiconductoare etc.) care au semnele standardizate. De aceea orice aparat nou va putea fi reprezentat corect utilizîndu-se combinații de semne convenționale existente.

Conductoare, bare, cabluri. Linii electrice de legătură — este denumirea comună generală dată liniilor de transport și distribuție, conductoarelor, barelor și cablurilor, folosită în literatură.

Conductoare. Semnul general al conductoarelor electrice de legătură (bare, conductoare, conductoarele unui cablu) este o linie *I4* (fig. 11, *a*).

Pentru citirea mai comodă a schemei, fazele și neutrul liniilor (conductoare, bară) în sistemul trifazat cu neutru

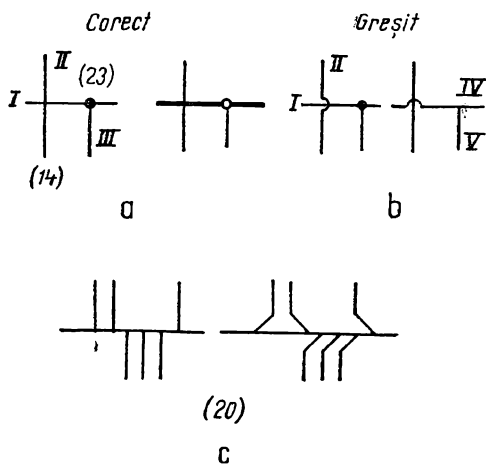


Fig. 11. Legătura, intersectările, reunirea și ramificarea liniilor electrice de legătură.

se permite să fie de grosimi diferite: neutrul poate fi mai subțire decât fazele sau se desenează cu linie întreruptă. În afară de aceasta, elementele care se găsesc în circuitele principale (fig. 12, *a*) în circuitele de excitație, cum și barele instalațiilor de distribuție (fig. 14) pot să fie trasate cu linii mai groase.

Legăturile electrice se notează printr-un punct 23, (fig. 11, *a* în stînga). Dacă însă conductoarele se intersectează, dar nu sînt legate electric între ele, nu se mai pune punct. Înseamnă că în fig. 11, *a* conductoarele *I* și *II* se intersectează doar între ele, iar conductoarele *I* și *III* sînt legate între ele.

În fig. 11, *b* sînt reprezentate o serie de erori răspîndite destul de des în manualele vechi și în diferite scheme care se anexează la diferite aparate electrice. Aceste greșeli constau

În schemele de alimentare cu energie electrică, în locul punctului se desenează un mic cerc (fig. 11, *a* în dreapta)

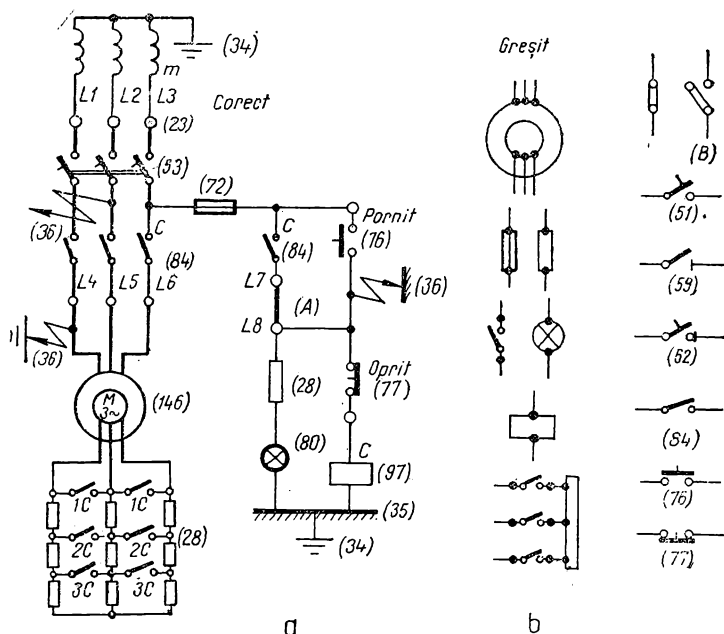


Fig. 12. Legăturile la diferite mașini și aparate electrice.

deoarece pe barele care se reprezintă obișnuit prin linii mai groase punctul este greu vizibil în timp ce cercul se vede mult mai bine. Pentru comparare, în fig. 14, *a* sînt reprezentate legăturile la bare de 10 kV executate prin cerc și prin punct.

Reunirea și ramificarea conductoarelor într-un mănunchi sau pe același traseu, cum și ramificarea conductoarelor care ies dintr-un mănunchi de cablu (sau dintr-un cablaj) este reprezentată în fig. 11, c. În semnul 20 nu există puncte, deoarece conductoarele sînt izolate între ele.

Exemple de folosire a semnului 20 sînt date în fig. 13, b, unde în loc de a desena cele patru conductoare 5—8 care pleacă de la releul A spre fișa B, acestea sînt reunite într-un cablaj, care este indicat printr-o singură linie. Menționăm că în prezent în scheme se reprezintă din ce în ce mai rar

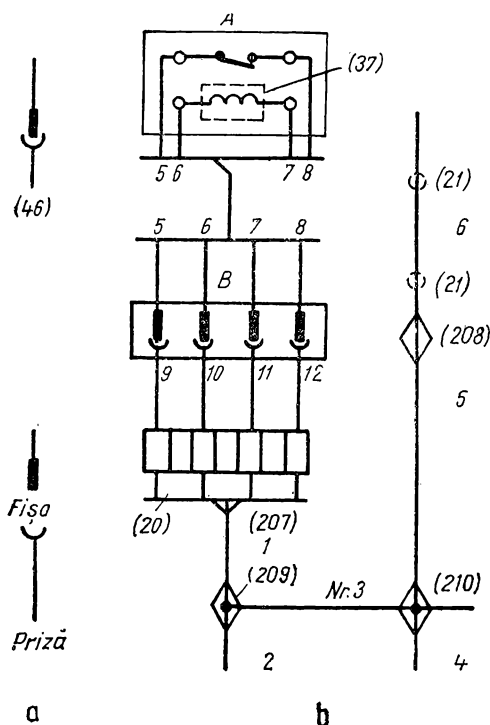


Fig. 13. Contacte, fișe, cablaje și legături prin cabluri.

mănușchiurile de conductoare, limitîndu-se numai la indicarea adreselor. În instalațiile de automatizare în general nici nu se întocmesc scheme de montaj, ci ele sînt demult înlocuite prin table de montaj cu adresele respective. Mai amănunțit această problemă este analizată în capitolul 3.

Contactele fișă. În unele cazuri este necesar să se sublinieze că legătura electrică este demontabilă și chiar se indică procedeul de realizare a desfacerii.

Dacă legătura se realizează prin cleme, contacte șurub, borne, se utilizează semnul 23, adică un cerc (bornele *L1*, *L2*, *L3* și *L4 L5 L6* în fig. 12, *a*).

Legăturile prin contact fișă sînt reprezentate prin semnul 46 după cum este arătat în fig. 13, *a*. În fig. 13, *a* este arătat separat semnul convențional pentru fișă și semnul convențional pentru priză în conformitate cu 46, STAS 1590/6-71. În fig. 13, *b* se dă un exemplu de reprezentare a unui contact fișă cu patru fișe. La fișele acestea sînt legate conductoarele 9-12, iar la prize — conductoarele 5-8.

În fig. 14 este reprezentat semnul unifilar și multifilar al contactului fișă 46 în schema unei instalații de distribuție, unde întreruptorul de înaltă tensiune amovibil 58 este legat la fișă, iar barele se termină la priza contactului fișă.

În fig. 12, *a* între bornele *L7* și *L8* este desenată bareta *A*. Baretele se montează la stațiile de comandă între diferite borne care sînt destinate pentru introducerea în circuitul de comandă a contactelor unor relee de automatizare. Dacă contactele nu sînt necesare, între borne rămîne bareta. Dacă contactele releelor sînt necesare, se scoate bareta și se introduc contactele respective.

În locul baretelor cîteodată se folosesc eclise. În fig. 12, *c* sînt reprezentate semnele ecliselor *B*, închisă (stînga) și deschisă (dreapta). Eclisele sînt folosite în special în schemele de protecție prin relee pentru deconectarea operativă a sursei de curent la verificările sistemului de protecție.

Dacă într-o anumită schemă este necesar să se arate atît legăturile deconectabile, cît și cele fixe, pentru legăturile fixe se folosește semnul general 23, STAS 1590/2-71 — punctul. Exemple sînt date în fig. 12, *a*.

Legarea (sau punerea) la pămînt, legarea la masă. Părțile metalice neconducătoare de curent ale mașinilor electrice și aparatelor electrice, carcasele panourilor și pupitrelor, țevile prin care trec conductoare electrice și cablurile, trebuie să fie legate la pămînt. Într-o serie de cazuri corpurile aparatelor sînt folosite ca elemente de legare la pămînt. Astfel, de exemplu, în rețelele cu neutrul legat la pămînt (în cazul alimentării bobinelor contactoarelor de la nul și

a — unifilară; b — multifilară.

rului *m*. Înfașurarea primară a transformatorului nu este arătată în fig. 12, *a*.

Legăturile la aparate, dispozitive și mașini electrice. Semnele de legătură electrice (punctul, cercul) trebuie puse numai în cazurile în care pot să apară dubii: este legat sau nu este legat. Dacă locul de legare la instrument, la aparat, la mașină este necondiționat punctul (cercul) nu se mai pune. Astfel în fig. 12, *a* în semnul motorului 146 nu există puncte, deoarece este evident că conductoarele de sus sînt legate la stator, iar cele de jos la rotorul bobinat al motorului electric asincron, *M*.

În mod asemănător nu se pun puncte nici la semnele rezistenței 28 ale lămpii 80, ale siguranței 72, ale contactului 88 și ale bobinei contactorului 97. Pentru compararea cu reprezentările corecte ale legăturilor (fig. 12, *a*) în fig. 12, *b* sînt arătate reprezentările greșite, adică cele în care au fost desenate puncte inutile.

Astfel în fig. 12, *a* legăturile sînt făcute corect. Se pune însă întrebarea de ce oare în acest caz, la reprezentările întreruptorului automat 53 și ale butoanelor 76 și 77 se văd clar cercurile de legături? Nu este oare o greșeală? Acest lucru îl putem explica cu ușurință, dacă se analizează fig. 12, *c*, unde este arătat că la întreruptorul automat 51, la separatorul 59, la separatorul de sarcină 62, ca și la butoanele 76 și 77 conductoarele se leagă prin cercuri, iar la contactele contactorului 84 conductoarele se leagă fără cercuri. În aceste cazuri tocmai cercurile 51, cercurile și liniuțele 59 sau absența cercurilor 84 ne oferă posibilitatea să facem distincția între aparatele din schemă. În acest mod de reprezentare, cercurile nu sînt semne de legătură, ci sînt utilizate pentru obținerea semnelor convenționale ale aparatelor.

Cablurile. Pentru a sublinia că o legătură electrică este realizată prin cabluri, se reprezintă o cutie terminală 207, după cum este arătat în fig. 13, *b*.

În schemele electrice de cablaj este necesar adesea să se reprezinte cablurile. Dar în asemenea cazuri nu ne putem rezuma numai la simplul semn 207, ci este necesar să unificăm două semne 20 și 207. Primul din aceste semne, în fig. 13, *b* arată un ansamblu (o reunire de conductoare în cabluri) de conductoare; al doilea semn indică cablul care se numerează, numărul de ordine reperind cablul respectiv.

Dimensiunile tamburilor de cablu sînt limitate de condițiile de transport. Din această cauză cablurile nu pot fi nelimitat de lungi, ci trebuie să fie legate între ele. Un manșon de joncțiune 208 este reprezentat în fig. 13, *b*. Tot acolo sînt arătate manșoanele de derivație 209, pentru o singură derivație și 210, pentru două derivații.

Ecranarea. Pentru a preveni influențele cîmpurilor magnetice și electrostatice asupra conductoarelor și aparatelor electrice, se folosește ecranarea, adică se protejează aparatul (conductorul, cablul) cu un înveliș metalic, denumit *ecran*. În scheme ecranele se notează printr-o linie întreruptă. De exemplu în fig. 13, *b* bobina releului *A* este introdusă într-un dreptunghi trasat cu linie întreruptă care reprezintă ecranul. La cablul 6 semnele de ecranare 21 sînt indicate la începutul și la sfîrșitul cablului. În caz de nevoie semnele de ecranare pot fi indicate și în porțiunea dintre cele două capete ale unui cablu ecranat.

Reprezentarea defectelor de izolație. Spre deosebire de semnele 35 (legarea la masă) și 34 (legarea la pămînt) care arată legăturile folosite în instalații electrice în bună stare de funcționare, semnul 36 arată următoarele categorii de deteriorare a izolației: defect de izolație între conductoare, defect de izolație la masă (corp), defect de izolație la pămînt (fig. 12, *a*).

Instalații de distribuție. Reprezentările unifilare și multifilare ale aparatelor celor mai răspîndite din instalațiile de distribuție sînt arătate în fig. 14*).

De la barele stației *A* pleacă următoarele linii: linia de cablu 1 și linia aeriană 2. La linia de cablu sînt legate un separator de sarcină 55 și o bobină de reactanță 110. Faptul că linia respectivă este linie de cablu, este indicat prin semnul cutiei terminale 207. Linia aeriană are la stația *A* un întreruptor de înaltă tensiune 58, cu trei poli, de exemplu un întreruptor în ulei; la stația *B* această linie are un separator 59. Cînd acționează sistemul de protecție al transformatorului 115 sau al barelor de 10 kV, la stația *B* se conectează în mod automat separatorul de scurtcircuitare 59 și creează prin masa sa 35 un scurtcircuit între două faze și pămînt

*) Schema reprezentată în fig. 14 nu corespunde unei realități, dar în ea au fost reunite pentru comparație semnele celor mai diferite aparate.

34. Ca rezultat al scurtcircuitului, la stația de transformare A acționează sistemul de protecție al întreruptorului 58: se declanșează automat întreruptorul, iar apoi se deschide separatorul 59, astfel că porțiunea avariata rămâne deconectată de la sursa de alimentare.

La barele stației de transformare B, prin separatorul 59 și prin întreruptorul 58 este legat transformatorul cu două înfășurări. Înfășurarea primară a transformatorului este legată în stea 11. Înfășurarea secundară este legată în stea cu neutrul accesibil 12, care este legat de pământ printr-o siguranță cu străpungere (nestandardizat). Transformatorul este legat la barele de 380/220 V printr-un întreruptor automat 51. Liniile 3 și 4 sunt legate prin separatoarele cu siguranțe fuzibile înglobate 73.

Fig. 14 ilustrează semnele celor mai răspândite tipuri de eclatoare și descărcătoare eclator 43, descărcător tubular 42, descărcător cu rezistență variabilă 41, și prezintă semnul general 40 care este utilizat în cazul în care nu este necesar să se precizeze tipul descărcătorului.

La barele de 380/220 V sunt legate trei linii. Linia 5 are un întreruptor cu pîrghie 50 și este protejată printr-o siguranță fuzibilă 72. Linia 6 are un întreruptor separator cu siguranță fuzibilă înglobată 74. Linia 7 este protejată prin întreruptorul automat 53. Voltmetrul V 195 este legat la bare prin siguranțele 72.

Toate aparatele de comutare (întreruptoare, separatoare, etc.) sunt arătate în poziție deconectată. Dacă în unele cazuri este necesar să se arate un anumit aparat în poziție conectată (asemenea cazuri se întîlnesc în schemele de alimentare cu energie electrică), această abatere de la regula generală trebuie specificată în desen.

Atragem atenția asupra deosebirilor de inscripție la bare. Astfel, la stația de transformare A (fig. 14) în cazul reprezentării unifilare este scris „3 ~ 50 Hz, 10 kV” (5), iar pe linia care reprezintă barele nu există liniuțe, deoarece și fără acestea este clar că în acest caz există trei bare. În cazul reprezentării multifilare inscripția este mai simplă: „50 Hz, 10 kV”.

Inscripția „3 N ~ 50 Hz, 380 V” (6) și patru liniuțe pe bare indică următoarele: sistem trifazat (3) cu conductor de

nul (N), 50 Hz; între faze avem tensiunea de 380 V, iar între fiecare fază și neutru $380: \sqrt{3} = 220$ V.

În conformitate cu prevederile STAS 1590\1-71, în cazul când frecvența este de 50 Hz, indicația „50 Hz” poate lipsi.

În cazul semnului multifilar, numărul de bare (patru) se vede direct, iar fazele sînt notate prin literele R , S , T , (γ), iar bara de neutru este trasată punctat.

Trebuie să menționăm că în notația 6 se găsește litera N , iar în notația barei de nul se găsește cifra 0, dar între acestea nu există nici o contradicție. Este vorba de faptul că litera N reprezintă „neutru”, iar 0 este marcarea barei de nul.

Este evident faptul că barele aceleiași stații de transformare, nelegate electric între ele (de exemplu barele a două secțiuni diferite) nu pot fi notate identic. De aceea literele R , S , T (care caracterizează fazele) se completează cu cifre, de exemplu 1 pentru secția 1 și 2 pentru secția 2. În consecință fazele secției 1 vor trebui notate: $R1$, $S1$, $T1$, iar fazele secției a doua se vor nota — $R2$, $S2$, $T2$.

Comparînd fig. 14, a și b se pot înțelege considerentele pentru care pe liniile electrice de legătură se trasează două, trei sau patru liniuțe, în conformitate cu 16, 17 și 18 STAS 1590\2-71.

Surse de curent. Sursele de curent pot fi: generatoarele electrice sincrone de curent alternativ, generatoarele de curent continuu, pilele electrice, acumulatorii și termoelementele (termocuplurile).

Generatoarele electrice sincrone. Semnul general al generatorului sincron (GS) trifazat, de curent alternativ trifazat ($3\sim$) este reprezentat în fig. 15, a (stînga-sus). Prin simbolul suplimentar GS înscris în interiorul semnului convențional al mașinii se indică faptul că mașina electrică respectivă este un generator sincron.

Înfășurările statorică și rotorică pot fi reprezentate separat, arătînd în același timp și conexiunea statorului. În fig. 15, b este reprezentat un generator sincron trifazat cu conexiunea în stea, cu neutru scos (137).

În funcție de construcție, pentru generatoarele magneto-electrice s-a standardizat semnul convențional (135). În

fig. 15, c a fost reprezentat un generator sincron magneto-electric trifazat.

Generatoarele cu magneți permanenți sînt utilizate la avioane, tractoare și motociclete. Ele sînt folosite pe scară largă pentru măsurarea vitezei — turației (taho-generatoare), servind și ca surse de tensiune în megohmmetre, ca excitatoare pentru generatoare sincrone etc.

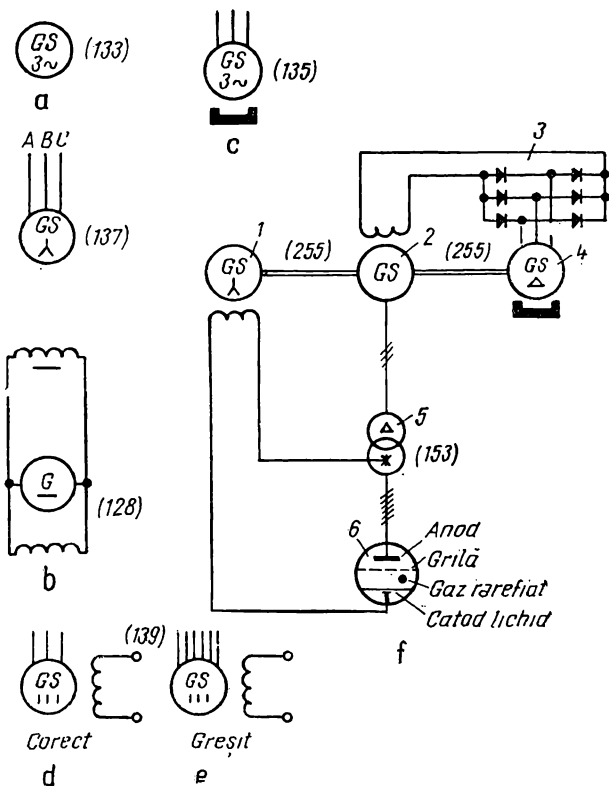


Fig. 15. Generatoare electrice sincrone (fig. 15, b și fig. 15, c sînt reprezentate cu anumite simplificări: au fost eliminate reostatul de excitație, dispozitivul de stingere a cîmpului etc.).

Excitația generatoarelor sincrone poate fi realizată prin mai multe procedee. Să analizăm două exemple în care schemele sînt date cu anumite simplificări.

În fig. 15, *b* statorul 136 este legat în stea. De la stator pleacă conductoarele de fază *A*, *B*, *C*.

Înfășurarea rotorului este alimentată de la o excitatoare care este un generator de curent continuu 128 cu excitație derivație. Rotorul și excitatoarea au un ax comun, lucru care poate fi indicat printr-o linie de cuplaj mecanic.

Fig. 15, *f* reprezintă una din schemele cu excitație ionică. Statorul generatorului 1 este legat în stea. Unul din capetele terminale ale rotorului cu înfășurare distribuită, de curent continuu, este legat la catodul redresorului cu vapori de mercur 6. Celălalt capăt este legat la punctul neutru al înfășurării secundare a transformatorului 5. Înfășurarea trifazată a transformatorului este legată în triunghi, iar cea hexafazată este legată în stea, cu punct neutru exterior 153. Transformatorul este alimentat de la un generator trifazat auxiliar 2.

Rotorul generatorului auxiliar este alimentat prin redresorul 3, de excitatoarea 4 — care este un generator trifazat cu rotor nebobinat, prevăzut cu magneți permanenți. Redresorul 3 (care poate fi de exemplu cu siliciu) este legat în montaj punte trifazată.

Generatoarele 1, 2 și 4 sînt cuplate mecanic între ele (255).

Numărul liniuțelor pe linia de cuplaj electric arată că între generatorul 2 și transformatorul 5 există o legătură cu trei conductoare; între transformatorul 5 și redresorul cu vapori de mercur 6 există o legătură prin șase conductoare. Între generatorul 1, transformatorul 5 și redresorul cu vapori de mercur 6 există legături cu cîte un singur conductor.

Standardul permite ca ieșirile înfășurării statorice să fie îndreptate spre stînga, spre dreapta, în sus sau în jos, dar ele nu trebuie să coincidă între ele. Cu alte cuvinte în fig. 15, *d* în care este arătat un generator sincron trifazat cu șase borne de ieșire (139) ieșirile sînt amplasate corect, iar în fig. 15, *e* ieșirile sînt amplasate greșit.

Exemplu. În fig. 15, *f* a fost nevoie să se indice linia de cuplaj mecanic 255. Pentru a elibera pentru aceasta toate

locurile, a fost necesar ca ieşirile înfăşurării rotorice să fie dirijate în sus la generatorul 2.

Cu toate că tensiunea se aplică la înfăşurarea rotorică prin perii, în semnele maşinilor electrice nu se indică periile, deoarece acestea se înţeleg de la sine.

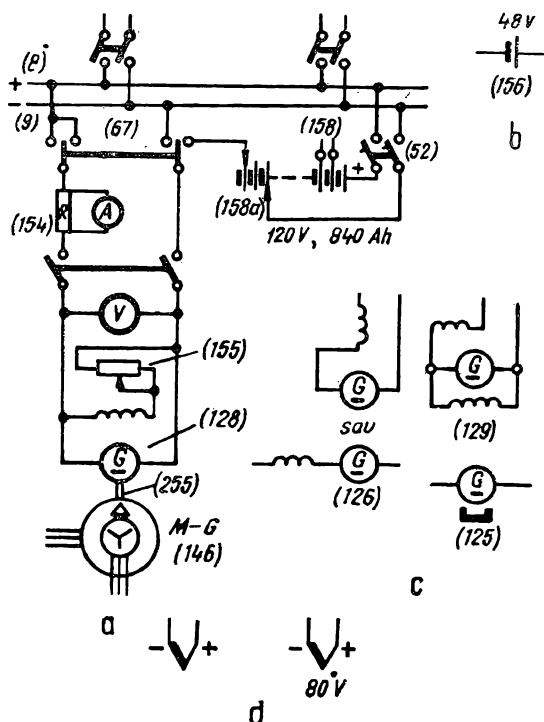


Fig. 16. Surse de curent continuu.

Generatoarele de curent continuu. Generatorul 128 reprezentat în fig. 16, a intră în componenţa agregatului *M—G* (motor-generator) şi are cuplaj mecanic 255 cu motorul electric asincron trifazat 146. Statorul motorului este legat în triunghi, iar rotorul trifazat cu inele este legat în stea. Înfăşurarea de excitaţie în derivaţie a generatorului este

legată printr-o rezistență reglabilă fără întreruperea circuitului, 155.

În fig. 16, *c* sînt date semnele generatoarelor cu excitație serie 126, cu excitație mixtă 129 și cu excitație de la magneti permanenți 125. Este de remarcat faptul că înfășurarea de excitație derivație (ca și de excitație independentă) se reprezintă prin patru semicercuri, iar înfășurarea de excitație serie se reprezintă prin trei semicercuri. Amplasarea înfășurărilor nu este impusă. Generatorul 128 poate fi legat cu ajutorul comutatorului-întreruptor bipolar 67 fie la bare (în acest caz comutatorul se așază spre stînga), fie spre încărcarea bateriei de acumulate cu reductor 158, *a* (spre dreapta), fie că este complet deconectat. Tensiunea generatorului se măsoară cu voltmetrul *V*, iar curentul se măsoară cu ampermetrul *A*, care se leagă la șuntul 154.

Bateria de acumulate 158 (fig. 16, *a*). Aceasta se leagă la bare prin întreruptorul automat 52. Dacă este necesar să se indice prizele intermediare de tensiune de la bateria de acumulate, se utilizează semnul 158. Prizele (racordurile) pot servi și pentru alimentarea unor aparate oarecare la o tensiune coborîtă. Asemenea aparate au o putere foarte mică; în caz contrar o parte a bateriei se va descărca. Inscripția „120 V, 840 Ah” indică valorile tensiunii și corespunzător ale capacității bateriei.

Bateria poate fi reprezentată mai simplu (fig. 16, *b*) dacă ne limităm doar la inscripția care indică tensiunea bateriei, în exemplul analizat: 48 V. În caz de nevoie se poate da capacitatea bateriei, tipul acesteia etc. Semnele de polaritate + și — pot să nu fie indicate, deoarece linia scurtă și groasă reprezintă polul negativ, iar linia lungă și subțire reprezintă polul pozitiv.

Pilele electrice. Acestea se reprezintă la fel ca și acumulatele.

Termoelementele (termocuplurile). Acestea transformă direct căldura în energie electrică. Pînă de curînd, cuplurile termoelectrice metalice erau folosite numai pentru măsurarea de la distanță a temperaturilor (între tensiunea electromotoare a cuplului termoelectric și temperatură există o relație strictă).

În ultimii ani au început să fie folosite pe scară largă termobateriile cu semiconductoare, care transformă energia termică (de exemplu cea dată de o lampă cu petrol) în energie electrică, destinată pentru alimentarea radio-receptoarelor,

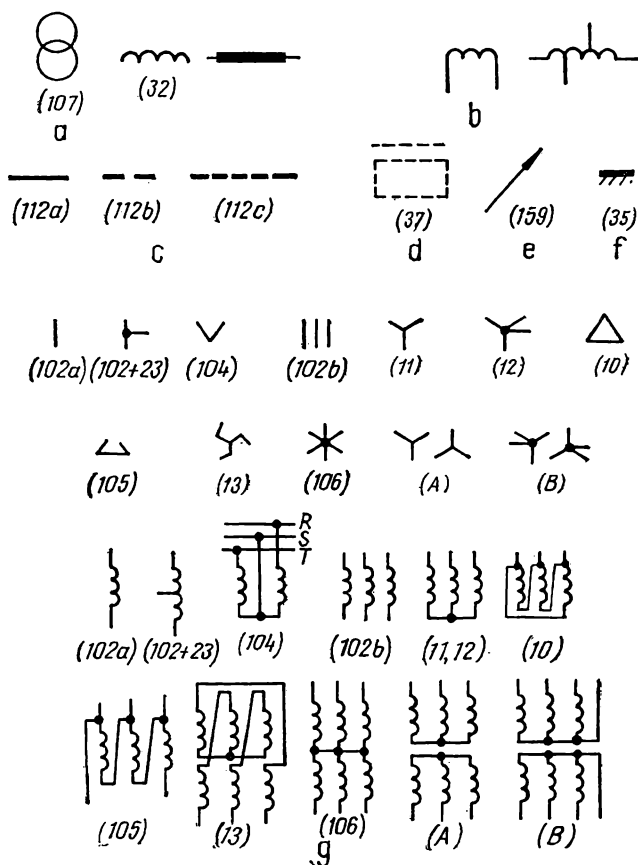


Fig. 17. Semne a căror combinare stă la baza reprezentării schematice a transformatoarelor și autotransformatoarelor:

a, b — înfășurări; c — miezuri; d — ecran; e — reglare; f — corp; g — semnul convențional și explicarea acestuia, pentru diferite tipuri de legături ale înfășurărilor.

cum și a diferitelor receptoare electrice de curent continuu de putere mică.

În fig. 16, *d* sînt date semnele termocuplului (stînga) și ale termobateriei (dreapta), a cărei tensiune electromotoare este de 80 V. Semnele de polaritate pot să nu fie indicate, deoarece linia subțire înseamnă + iar cea groasă indică semnul —.

Transformatoare și autotransformatoare. Drept bază a întocmirii semnelor pentru transformatoare și autotransformatoare se folosesc semnele înfășurărilor, miezurilor, corpului, ecranului, semnul de reglare, și semnele care indică tipurile de conexiuni.

Înfășurările. În schemele de alimentare electrică înfășurările pot fi desenate sub forma unor cercuri (fig. 17, *a*). În alte cazuri înfășurările sînt reprezentate, după cum este indicat în fig. 17, *b*; numărul de semicercuri și direcția ieșirilor nu se stabilește.

La notarea înfășurărilor sub formă de cercuri, în cazul cînd este necesar, se pot înscrie semnele tipului de conexiune (fig. 17, *g*):

- 102 *a* — înfășurare monofazată cu două borne;
- (102+23) — înfășurare monofazată cu două borne și cu punct neutru accesibil;
- 104 — înfășurare trifazată, parțial conexiune în V;
- 102 *b* — trei înfășurări monofazate fiecare cu cîte două borne;
- 11 — înfășurare trifazată, conexiune în stea;
- 12 — înfășurare trifazată, conexiune în stea cu punct neutru accesibil;
- 10 — înfășurare trifazată, conexiune în triunghi;
- 105 — înfășurare trifazată, conexiune în triunghi deschis;
- 13 — înfășurare trifazată, conexiune în zig-zag;
- 106 — înfășurare hexafazată, conexiune în stea;
- A — înfășurare hexafazată, conexiune sub formă de două stele inverse, fără puncte neutre accesibile (semnul nu este indicat în STAS);
- B — înfășurare hexafazată, conexiune în două stele inverse, cu puncte neutre accesibile (semnul nu este indicat în STAS).

Miezurile transformatoarelor. În schemele de alimentare cu energie electrică, miezurile de transformatoare și de autotransformatoare pot să nu fie indicate dacă acest lucru nu provoacă confuzie. În alte cazuri miezul se reprezintă folosind în acest scop semnele reprezentate în fig. 17, c;

112 a — miez feromagnetic;

112 b — miez feromagnetic cu întrefier, în care întrefierul mic de aer (a cărui mărime se fixează printr-o garnitură de material nemagnetic) este necesar în cazurile în care prin înfășurare nu trece numai curentul alternativ, ci și un curent continuu, care în absența întrefierului ar putea să satureze miezul;

112 c — miezuri magnetodielectrice; acestea se folosesc în domeniul frecvențelor radio pentru micșorarea pierderilor provocate de curenții turbionari; în miezurile magnetodielectrice, particulele feromagnetice sînt separate prin masa materialului izolant (semnul nu este indicat în STAS).

☐ Masa transformatorului și a autotransformatorului (fig. 17, f) se reprezintă cînd trebuie să se arate că la acesta se leagă ceva. În fig. 18, c se arată că masa se găsește în legătură cu ecranul. Masa transformatorului trebuie indicată și în unele scheme ale protecției prin releu.

Ecranul (fig. 17, d) este reprezentat printr-o linie subțire, întreruptă. În fig. 18, c sînt date două exemple de semne ale ecranării. În stînga este transformatorul ecranat, fără miez; literele Fe+Cu (fier și cupru) indică materialul ecranului, lucru care stabilește modul de ecranare: ecranare magnetică (Fe) sau electrostatică (Cu). La dreapta este reprezentată ecranarea dintre bobinaje.

Semnul reglării (fig. 17, e) se folosește pentru transformatoarele a căror tensiune poate fi reglată sub sarcină.

Exemple de reprezentări ale transformatoarelor. În fig. 18, a sînt arătate semnele simplificat (stînga) și detaliat (dreapta) ale unui transformator monofazat, cu miez feromagnetic. În fig. 18, b de la stînga spre dreapta sînt reprezentate succesiv transformatoarele: cu miez feromagnetic, avînd întrefier; cu miez magnetodielectric; fără miez.

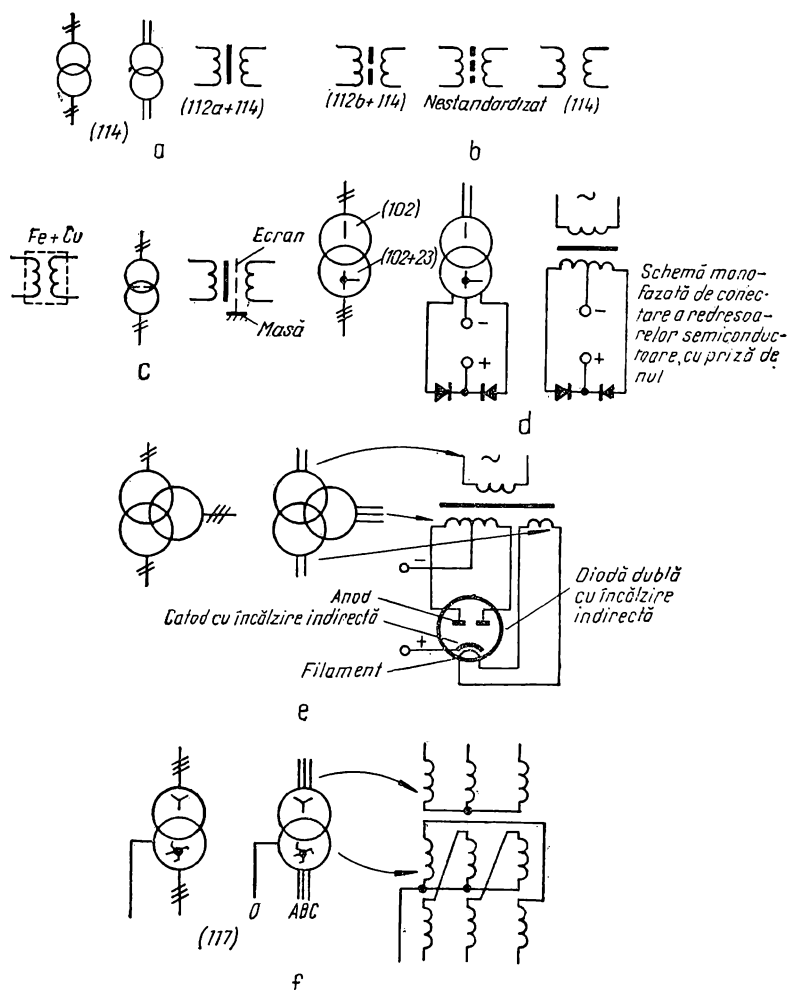


Fig. 18. Transformatoare.

Transformatorul monofazat cu miez feromagnetic și punctul median accesibil este reprezentat în fig. 18, *d*, în semn simplificat și detaliat. Tipul conexiunii înfășurării primare este indicat de semnul 102, iar al înfășurării secundare, de semnul 102+23. În fig. 18, *d* este dat un exemplu de alimentare a unui redresor al ambelor alternanțe, constituit din redresoare semiconductoare.

Transformatorul monofazat cu trei înfășurări (fig. 18, *e* — reprezentare nestandardizată) este arătat într-o schemă de redresare a ambelor alternanțe, cu ajutorul unui tub redresor.

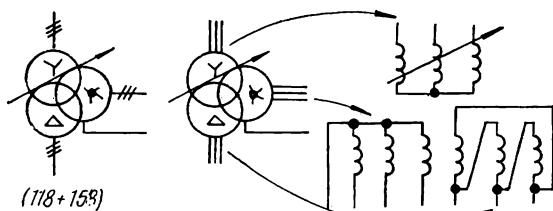
Fig. 18, *f* reprezintă un transformator trifazat cu miez feromagnetic. O înfășurare este conectată în stea, iar cealaltă este conectată în zig-zag, cu punct neutru accesibil.

Transformatorul trifazat cu trei înfășurări, cu reglare sub sarcină este arătat în fig. 19, *a*. Înfășurarea reglabilă este legată în stea. Acest lucru este indicat de către semnul de reglare (fig. 17, *e*).

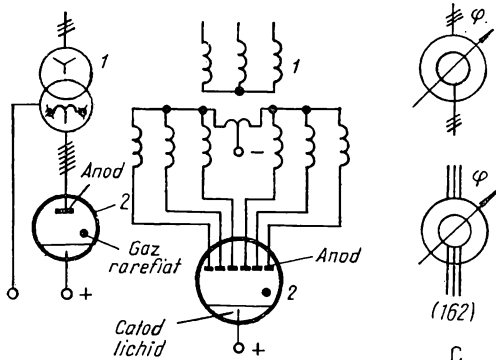
În fig. 19, *b* la stînga este reprezentat transformatorul 1, care alimentează redresorul cu vapori de mercur 2. La dreapta este dat semnul detaliat. Înfășurarea primară a transformatorului este legată în stea. Înfășurările secundare constituie două stele inverse cu punctele neutre accesibile; între aceste puncte neutre este legată o bobină de reactanță, de egalizare.

Regulatorul de fază trifazat rotativ, este reprezentat în fig. 19, *c*. El este o mașină electrică asincronă cu rotor frinat. Rotind rotorul față de stator, se modifică faza tensiunii electromotoare a rotorului, fără a se modifica valoarea tensiunii electromotoare a rotorului.

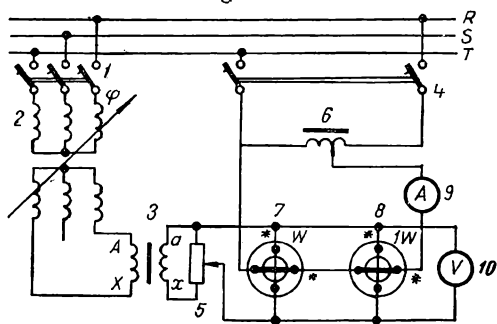
În fig. 19, *d* statorul regulatorului de fază 2 este legat la rețeaua de curent alternativ *R*, *S*, *T*, prin intermediul întreruptorului 1. De la rotorul regulatorului de fază, prin transformatorul 3 sînt alimentate bobinele de tensiune a două wattmetre: wattmetrul controlat 7 și wattmetrul etalon 8. Valoarea tensiunii se reglează lent cu ajutorul potențiometrului 5, iar faza — cu regulatorul de fază 2; tensiunea se măsoară cu voltmetrul 10. Bobinele de curent ale wattmetrelor sînt alimentate de la autotransformatorul 6 prevăzut cu reglare lină (de exemplu de la un autotransformator de laborator. Autotransformatorul este legat la rețea prin întreruptorul automat 4. Curentul este măsurat cu ampermetrul 9.



a



b



d

Fig. 19. Transformatoare.

Literele A , a , X și x la transformatorul 3 și semnul* la wattmetre reprezintă marcarea ieșirilor acestor aparate. Marcarea ieșirilor este deosebit de importantă pentru legarea wattmetrelor și a contoarelor electrice.

Autotransformatoarele. Autotransformatorul monofazat, reprezentat cu semne simplificate și detaliate este arătat în fig. 20, a .

În fig. 20, b este reprezentat un autotransformator trifazat cu legarea înfășurărilor în stea. În fig. 20, c este reprezentat un autotransformator trifazat, cu nouă ieșiri.

Un autotransformator rotativ, trifazat (regulator de inducție trifazat) este arătat în fig. 20, d . El reprezintă o mașină electrică asincronă al cărei rotor, legat în stea, este alimentat de la rețeaua de curent trifazat. Unele ieșiri ale statorului se leagă la rețeaua electrică; la altele se leagă sarcina. Așadar tensiunea aplicată sarcinii este determinată de suma geometrică a tensiunii rețelei și a tensiunii induse în înfășurarea statorică. Rotind rotorul, se reglează lin valoarea tensiunii aplicate sarcinii, dar în acest caz se schimbă continuu și faza acesteia (diagrama vectorială din fig. 20, g).

Regulatele de inducție sînt întrebuițate în instalațiile de încercare, pentru reglarea lentă a tensiunii, în circuitele cu puteri destul de mari.

Exemple de reprezentări ale autotransformatoarelor. În fig. 20, e este dată reprezentarea legării unui frigider.

În fig. 20, f transformatorul 3, care coboară tensiunea de la 6 kV pînă la 780 V, este legat la rețeaua de 10 kV printr-un autotransformator trifazat 2 și un întreruptor în ulei 1. De la transformatorul 3 este alimentat redresorul cu vapori de mercur 4. Punctul neutru al bobinci de reacțanță de egalizare (fig. 19, b) este legat la bara negativă prin separatorul 5. Catodul este legat la bara pozitivă prin întreruptorul automat 6.

În fig. 20, g este reprezentată schema de reglare a tensiunii U_s pe sarcină. După cum se vede din diagramele vectoriale (care sînt trasate pentru două poziții ale rotorului), tensiunea U_s care reprezintă suma geometrică a tensiunii din rețea U și a tensiunii U_{st} din stator, variază între limite largi.

Redresoare și convertizoare. Redresarea unei singure alternanțe. În fig. 21, a este reprezentată redresarea cu ajutorul

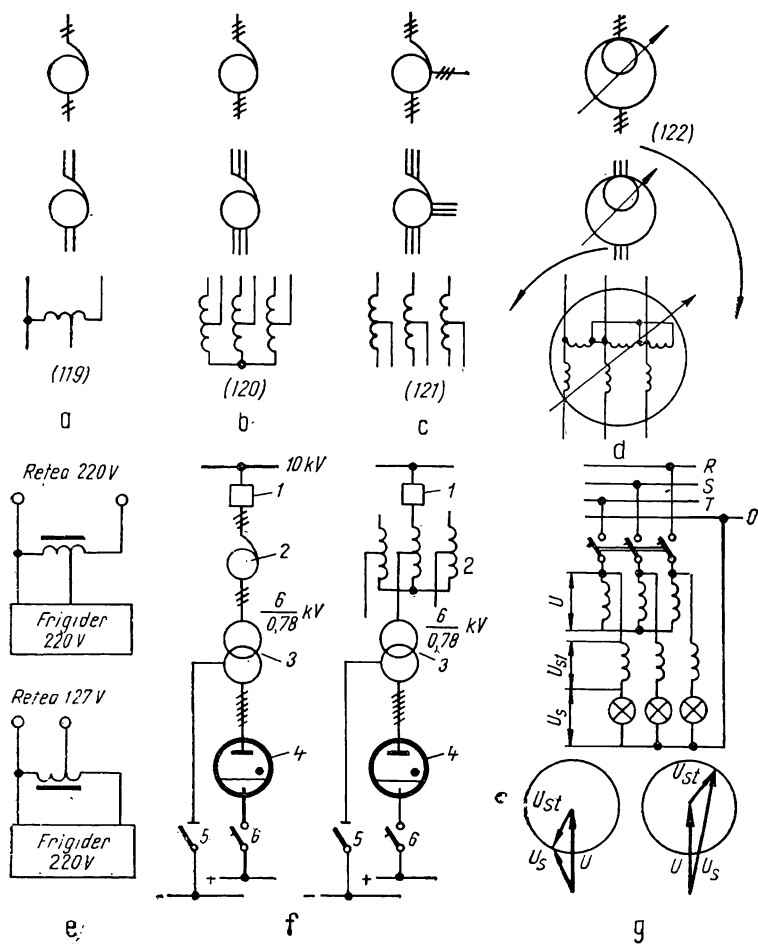


Fig. 20. Autotransformatoare.

unui tub electronic cu doi electrozi (anod și catod), — un tub electronic redresor, cu încălzire directă. Prin sarcină trece curentul redresat în acele alternanțe ale curentului alternativ în care anodul tubului redresor are potențial pozitiv; acestui lucru îi corespund semnele $+$ și $-$ notate la ieșirile sarcinii. Alimentarea circuitului filamentului nu este indicată.

Tubul redresor reprezentat în fig. 21, *b* are încălzire indirectă. Aceasta înseamnă că filamentul este alimentat de la un circuit separat care nu este legat de circuitul curentului redresat, — de exemplu de la o înfășurare separată a transformatorului.

Redresorul ionic (gazotron) este alcătuit dintr-un tub cu doi electrozi, cu catod cald, umplut cu vapori de mercur, sau cu un gaz inert (fig. 21, *c*).

În fig. 21, *d* sînt reprezentate două scheme de redresare a unei singure alternanțe cu ajutorul unor redresoare cu semiconductoare 174. Vîrfurile triunghiului indică direcția de conductivitate maximă. În conformitate cu această convenție, în scheme sînt arătate săgeți care indică diferitele direcții ale curenților în rezistențele de sarcină R_1 și R_2 .

În afară de aceasta, prin rezistențele R_1 și R_2 curenții nu trec simultan: prin R_1 trec alternanțele pozitive, iar prin R_2 trec alternanțele negative. În schemele din fig. 21, *d* sînt legate în serie cîte două redresoare, iar în derivație cu fiecare din acestea sînt legate rezistențele r_1 și r_2 .

Aceste rezistențe egalizează valorile tensiunilor inverse ce revin fiecărui element redresor, preîntîmpinînd astfel străpungerea lor. Egalizarea tensiunilor inverse este necesară, deoarece elementele redresoare cu semiconductoare, în special cele cu germaniu și siliciu, au valorile rezistenței inverse foarte variate.

Redresarea ambelor alternanțe. Redresorul pentru ambele alternanțe (fig. 21, *e*) este format din două gazotroane alimentate de la un transformator cu trei înfășurări. Catozii ambelor gazotroane sînt uniți între ei și formează ieșirea pozitivă $+$. Drept ieșire negativă servește punctul neutru (median) al înfășurării transformatorului *m*. În alternanța pozitivă curentul parcurge un singur gazotron, iar în alternanța negativă parcurge celălalt gazotron.

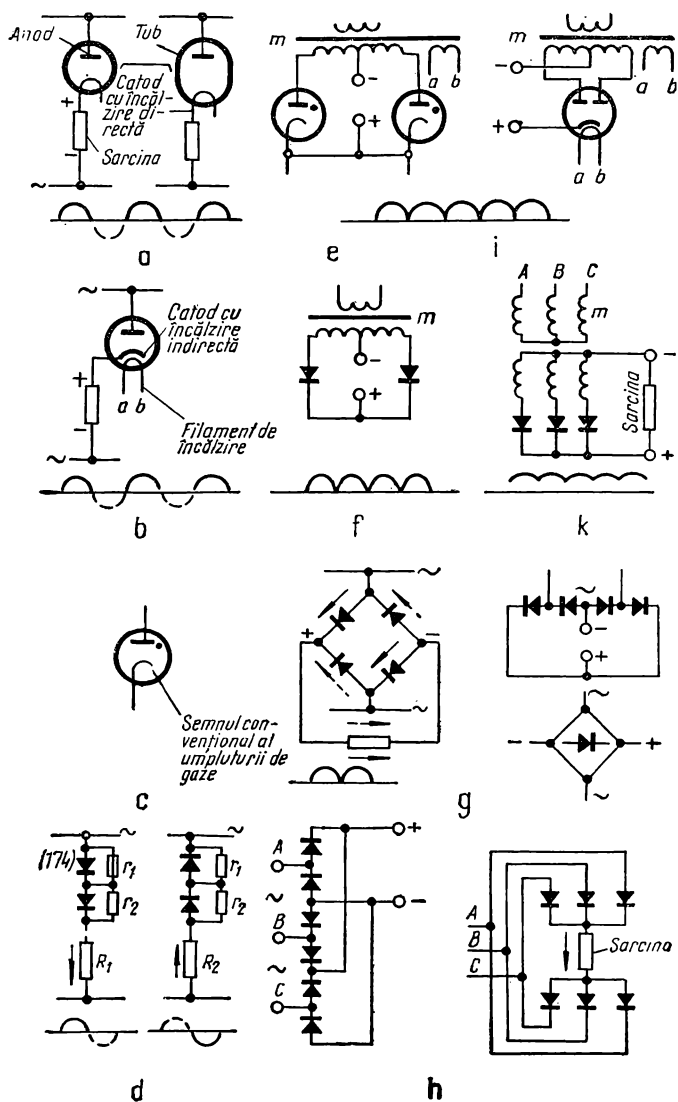


Fig. 21. Redresoare și convertizoare.

Ieșirile catozilor sînt notate prin literele *a* și *b*, la fel ca și ieșirile acelei înfășurări a transformatorului care este destinată pentru alimentarea circuitelor de filament. De regulă, legarea circuitelor de filament la transformator nu se indică, deoarece se subînțelege.

În fig. 21, *i* este reprezentată schema redresării ambelor alternanțe prin intermediul unui tub electronic, redresor cu doi anodi și cu încălzire indirectă. În alternanța pozitivă curentul trece prin unul din anodi, iar în cea negativă trece prin celălalt anod.

Schemele de legătură a redresoarelor cu semiconductoare, monofazată și trifazată, sînt reprezentate în fig. 21, *f* și corespunzător *k*. În schema trifazată, drept ieșire negativă — servește punctul neutru al înfășurării secundare a transformatorului *m*. Compararea curbelor tensiunii redresate arată că în cazul montajului trifazat pulsațiile tensiunii redresate sînt mult mai aplatisate, adică redresarea este mai perfectă.

Montajul în punte monofazată al redresoarelor cu semiconductoare este reprezentat în fig. 21, *g*. În alternanța pozitivă a tensiunii alternative, curentul trece în sensul indicat de către săgețile cu linii continue, prin ambele brațe ale punții.

În alternanța negativă curentul trece prin celelalte două brațe ale punții (săgețile punctate). Sensul curentului în rezistența de sarcină atît în alternanța pozitivă, cît și în cea negativă nu se modifică. În scheme nu se pun săgeți.

În fig. 21, *g* (dreapta), aceeași punte este prezentată în modul în care sînt așezate diferitele elemente într-o coloană redresoare (în cazul de față este vorba de o coloană care are cîte un singur element redresor pe fiecare braț).

Pentru reprezentarea simplificată a punții redresoare este arătat în fig. 21, *h* montajul trifazat de legare a redresoarelor cu semiconductoare. Această schemă va fi analizată amănunțit ulterior (v. fig. 61, *d*).

Redresoarele cu vapor de mercur. La baza reprezentării redresoarelor cu vapor de mercur stau semnele tubului cu gaz rarefiat sau vapor (în general) 164, ale anodului 168, ale catodului cu mercur 171, ale grilei 170 și ale anodului de aprindere 169 (fig. 22, *a*).

Toate reprezentările elementare, enumerate mai sus, sînt derivate din semnele convenționale cuprinse în STAS 159C/9-71.

În semnul redresoarelor cu catod cu mercur, indicația conținutului de ioni (punctul îngroșat) poate să lipsească din schemă.

În funcție de procedeul de aprindere, tuburile cu catod cu mercur se împart în: ignitroane și excitroane, lucru care se reflectă și în semnele convenționale ale acestora. De exemplu, în fig. 22, *b* (sus) este reprezentat un ignitron cu trei electrozi de aprindere și cu grilă. Trebuie remarcat faptul că electrozii de aprindere sînt cufundați în mercur, lucru care reflectă principiul de aprindere (ignitronul se aprinde în fiecare alternanță pozitivă).

În fig. 22, *b* (jos) este reprezentat un excitron. Dispozitivul de aprindere al excitronului nu ajunge pînă la mercur. El acționează numai la începutul funcționării redresorului, după care arcul electric apărut (arcu de excitație) continuă să se mențină între catod și anodul auxiliar, independent de arcul electric dintre catod și anodul principal.

Fig. 22, *c* reprezintă un tiristor — un redresor comandat cu semiconductor, cu structură de siliciu în patru straturi de tipul *p-n-p-n*. Tot în figură este reprezentată și structura tiristorului.

Convertizoarele rotative. Redresoarele cu vapori de mercur constituiau baza instalațiilor de redresare de mare putere. În prezent ele sînt înlocuite cu succes de către redresoarele de forță, cu siliciu. Continuă, însă, să rămînă în exploatare precursorii redresoarelor cu vapori de mercur și ai redresoarelor cu semiconductoare — convertizoarele electrice rotative.

În fig. 22, *d* este reprezentat un agregat motor — generator constituit dintr-un motor electric asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit și un generator de curent continuu cu excitație în derivație.

Fig. 22, *e* reprezintă o mașină comutatoare trifazată, cu excitație în derivație care este o mașină de curent continuu, prevăzută cu inele de contact, calate pe axul rotorului, pe partea opusă colectorului (în exemplul analizat se transformă tensiune alternativă trifazată și de aceea sînt trei inele).

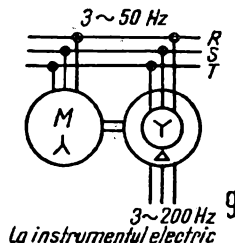
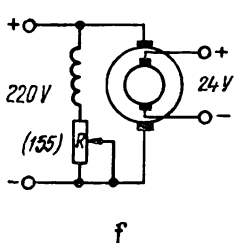
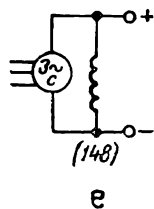
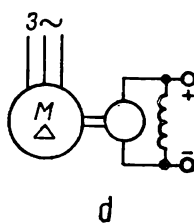
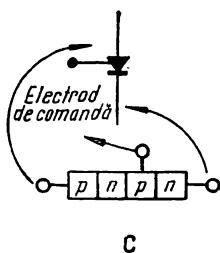
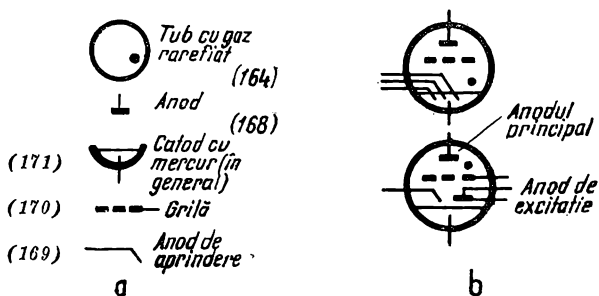


Fig. 22. Redresoare și convertizoare.

Țăceste inele nu sînt indicate în schemă, ci doar trei ieșiri. Păruile colectorului trebuie să fie indicate.

Uneori cînd există o sursă de tensiune continuă (de exemplu de 220 V), trebuie obținută o tensiune continuă de altă valoare, de exemplu 24 V, dar circuitele de 220 V și 24 V nu trebuie să aibă un punct comun. Într-un asemenea caz se folosește o mașină convertizoare de tensiune de curent continuu cu două înfășurări rotorice independente. Reprezentarea (nestandardizată) unei asemenea mașini convertizoare este dată în fig. 22, *f*. În circuitele înfășurării de excitație este legată rezistența 155.

Cîteodată este necesară în rețea o frecvență diferită de cea industrială (50 Hz), de exemplu 400 Hz etc. Tensiunea alternativă cu frecvența 200 Hz este necesară pentru diferite scule electrice. Semnul agregatelor este format din combinarea semnului motorului electric asincron cu rotorul în scurtcircuit cu cel al convertizorului de frecvență (fig. 22, *g*). La rotorul convertizorului se aplică alimentarea de la rețeaua electrică de 50 Hz; de la stator se culege tensiunea de frecvență mărită — în exemplul nostru de 200 Hz.

Motoare electrice. Semnul general al motorului electric este reprezentat în fig. 23, *a*. În cerc se permite înscrierea numai a datelor care indică: motorul *M*, felul tensiunii (continuă sau alternativă), numărul de faze, felul conexiunii înfășurărilor (stea, triunghi etc.). Astfel, în fig. 23, *a* sînt reprezentate semnele convenționale pentru scheme unifilare și multifilare ale unui motor asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit *M*, al cărui stator este legat în stea.

Înfășurările se notează conform fig. 23, *b*; numărul de semicercuri ale semnului respectiv nu este indiferent. Cu trei semicercuri sînt reprezentate înfășurările statorice (ale fiecărei faze) ale motoarelor trifazate serie cu colector și înfășurările de execuție serie ale mașinilor electrice de curent continuu. Cu patru semicercuri se reprezintă înfășurările de excitație/derivație ale mașinilor electrice de curent continuu și înfășurările de excitație independentă.

În conformitate cu STAS 1590/2-71, înfășurările mai pot fi reprezentate și prin dreptunghiuri înnegrite sau prin linii în zig-zag.

Statoare. Exemple de notare a statoarelor sînt reprezentate în fig. 23, *c*.

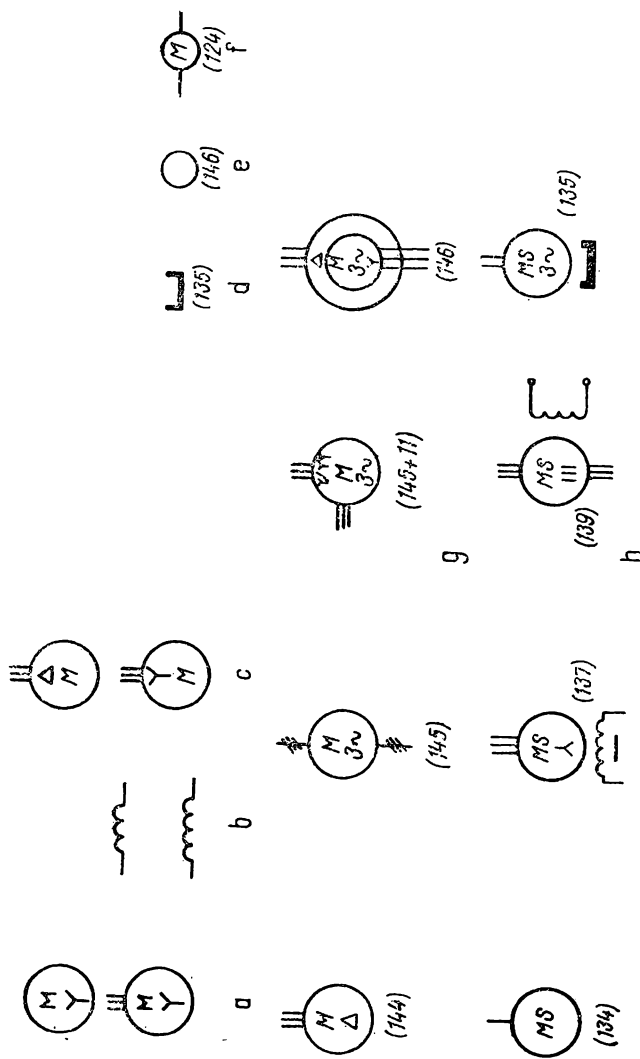


Fig. 23. Motoare electrice.

Rotoare. În fig. 23, *d* este reprezentat un rotor cu magneti permanenți care face parte din reprezentarea mașinii sincrone megneto-electrice (135).

Rotoarele cu înfășurări distribuite sînt reprezentate în fig. 23, *e*: 146 — rotor cu inele (face parte din reprezentarea motorului asincron trifazat cu rotor cu inele).

Rotoarele cu înfășurări concentrate sînt reprezentate în fig. 23, *f*:

124 — rotor cu colector și perii, al unui motor de curent continuu.

Amplasarea ieșirilor înfășurărilor în scheme. Ieșirile înfășurărilor statorice pot fi îndreptate în orice parte. Ieșirile înfășurărilor rotorice pot fi dirijate spre dreapta, spre stînga, în sus sau în jos, dar ele nu trebuie să coincidă cu ieșirile înfășurărilor statorice. Dacă este necesar să se indice axa înfășurării, ieșirile se pot amplasa pe diametrul cercului. Exemplele sînt reprezentate în fig. 15, *g* și *h*.

Motoarele electrice asincrone trifazate sînt reprezentate în fig. 23, *g*, unde de la stînga spre dreapta sînt indicate următoarele:

144 — motor asincron trifazat cu rotorul în scurtcircuit, al cărui stator este legat în triunghi;

145 — motor cu cele șase capete ale înfășurărilor, scoase și rotor în scurtcircuit; un asemenea motor poate fi legat fie în stea, fie în triunghi, lucru care permite folosirea lui la două tensiuni, de exemplu 380 V (legătura în stea) și 220 V (triunghi);

145+11 — motor cu două viteze de rotație, realizabile prin comutarea statorului pe două numere de poli și rotor în scurtcircuit; semnul tipului de legătură arată că înfășurările statorului pot fi comutate din legătura în stea (în stînga liniei) în stea cu două circuite derivate (spre dreapta liniei); trebuie să se aibă în vedere faptul că fiecărei viteze de rotație îi corespunde o altă putere;

146 — motor cu rotorul trifazat cu inele; statorul se leagă în triunghi, iar rotorul în stea.

Motoarele sincrone trifazate sînt reprezentate în fig. 23, *h*:

134 — motor sincron, reprezentare generală;

137 — motor sincron trifazat cu conexiune în stea, cu neutrul nescos;

139 — motor sincron trifazat cu șase borne de ieșire;

135 — mașină cu excitație prin magneți permanenți; Motoarele monofazate (fig. 24, a):

143 — motor asincron monofazat cu fază auxiliară și rotor în scurtcircuit;

136 — mașină sincronă monofazată;

131 — motorul cu colector cu repulsie are statorul unei mașini monofazate obișnuite; drept rotor servește rotorul unei mașini de curent continuu ale cărei perii sînt în scurtcircuit; perile pot fi deplasate pe colector, realizîndu-se astfel variația turației, oprirea motorului sau schimbarea sensului, de rotație

130 — motor monofazat cu colector, cu excitație serie.

În ultimul timp au căpătat o largă răspîndire motoarele electrice monofazate cu pornire prin condensator, cum și motoarele electrice de tip condensator. STAS 1590/5-71 nu dă semne pentru asemenea motoare electrice, însă acestea pot fi ușor întocmite pornindu-se de la principiul de funcționare al acestor motoare. De exemplu, în fig. 24, *b* sînt reprezentate motoarele care au două înfășurări: principală și suplimentară. În circuitul înfășurării suplimentare, în timpul pornirii motorului, se leagă condensatorul *k*. După ce motorul atinge o anumită viteză de rotație condensatorul se deconectează. Acesta este un motor cu pornire prin condensator (fig. 24, *b*, stînga). În fig. 24, *b* (dreapta) este reprezentat un motor cu condensator. La pornire sînt legate două condensatoare *k* și *k*₁, apoi condensatorul *k* se deconectează.

Motoarele electrice de curent continuu. În fig. 24, *c* sînt reprezentate:

127 — motorul cu excitație independentă (este de menționat faptul că înfășurarea de excitație a fost notată prin patru semicercuri);

126 — motorul cu excitație serie; înfășurarea de excitație este notată prin trei semicercuri;

128 — motorul cu excitație derivație (patru semicercuri);

129 — motorul cu excitație mixtă; înfășurarea serie este notată prin trei semicercuri, iar cea derivație este notată prin patru semicercuri (este de menționat faptul că amplasarea înfășurărilor în semnele mașinilor electrice de curent continuu nu se precizează);

125 — motorul cu excitație de la magneți permanenți,

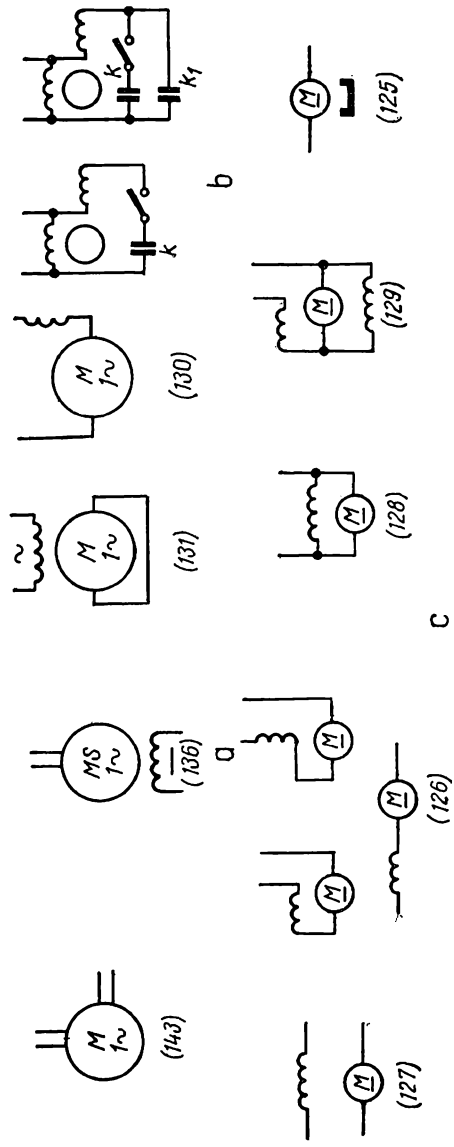


Fig. 24. Motoare electrice.

Contactoare cu rele, contactoare, rele, electromagneți. Contactoare cu rele și contactoare. Bobinele se notează conform fig. 25, g.

Se menționează că semnul convențional 100 b conform STAS 1590/8-71 se folosește și pentru rele. În ultimul

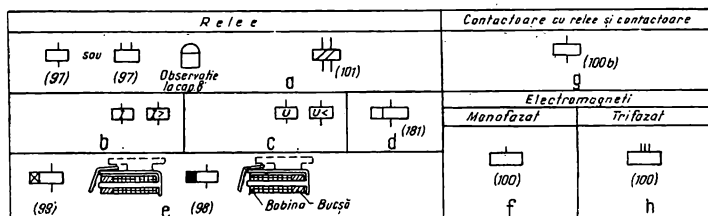


Fig. 25. Bobinele releelor, ale contactelor cu rele și ale contactoarelor. Electromagneți.

timp, însă datorită comodității de reprezentare, se aplică pentru contactoare același semn convențional 97, ca și pentru rele, care de altfel corespunde cu majoritatea semnelor internaționale din GOST, VDE etc.

Contactele normal deschise se reprezintă după 84, iar cele normal închise se reprezintă după 85 (tabelul 1).

Bobinele releelor electrice. În schemele de comandă bobinele releelor se notează obișnuit după 97 (fig. 21, a...c). În schemele de protecție se utilizează, de asemenea, și un semn conform cu observația din capitolul 8 (STAS 1590/9-71) reprezentat în fig. 25, a. Un exemplu este dat în fig. 26, c.

Trebuie menționat faptul că în conformitate cu prevederile STAS 1590/9-71 caracteristicile particulare ale unui releu se notează prin semne desenate într-un compartiment situat la capătul din stînga al dreptunghiului reprezentativ. De asemenea, valorile limită de curent sau tensiune se înscriu în dreptunghiul reprezentativ urmate de $>$ cele maxime și urmate de $<$ cele minime.

Dacă este necesar să se reprezinte o bobină de curent, se utilizează semnul din fig. 25, b, adică se adaugă litera I. Pentru a se reprezenta bobina unui releu maximal de curent, în dreptunghi se înscrie semnul $I>$.

Dacă este necesar să se reprezinte o bobină de tensiune, se folosește semnul din fig. 25, *c*, adică se scrie litera *U*. Pentru a se reprezenta bobina unui releu minimal de tensiune, în dreptunghiul respectiv se înscrie litera *U* <.

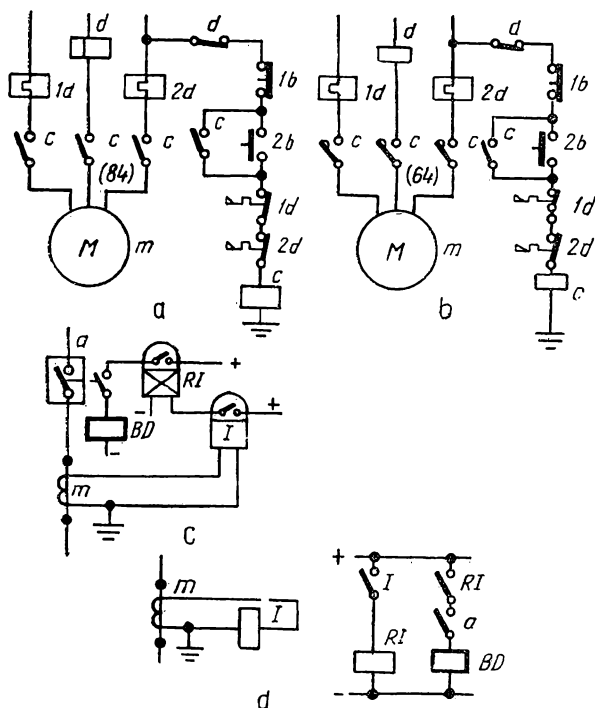


Fig. 26. Exemple de folosire a semnelor convenționale ale releelor, ale contactoarelor cu rele și ale electromagneților.

Exemple de reprezentare a bobinelor de curent (releul *I*) și a bobinelor de tensiune (relele intermediare *RI*) sînt reprezentate în fig. 26.

În instalații de automatizare, telemecanizare și telefonie, se folosesc adesea rele cu cîteva bobine. Dacă este necesar să se sublinieze faptul că releul este cu o singură bobină, se

folosește semnul 97 (fig. 22, a), adică se desenează o singură linie înclinată.

Bobinele unui releu cu două înfășurări se reprezintă după 101.

Releul polarizat este reprezentat în fig. 25, d.

În fig. 25, e sînt reprezentate relee cu temporizare la revenire (dreapta) și cu temporizare la acționare (stînga).

Observație. S-a arătat că bobinele contractoarelor pot fi reprezentate prin dreptunghiuri (fig. 25). Contactele pot fi reprezentate, de asemenea, în două forme (fig. 8). Se folosesc în general pentru bobine și pentru contacte semnele cele mai comode în cazul respectiv, numai cu condiția ca acestea să fie standardizate. Exemple sînt date în fig. 26.

Temporizarea. Pentru a sublinia prezența unei temporizări și pentru a indica aspectul acesteia, semnele 84 și 85 se completează cu semicercuri, obținîndu-se semnele 88, 89, 90, 91 (tabelul 1).

Amplasarea semicercurilor indică sensul temporizării. Astfel, în semnele 88 și 91 semicercul este îndreptat spre contact, deci contactele normal deschis și normal închis sînt cu temporizare la închidere. În semnele 89 și 90 semicercul este îndreptat dinspre contact, deci contactele sînt cu temporizare la deschidere.

Alte variante de contacte. Pentru a se indica comutarea fără întrerupere, se folosesc semnele A.

Dacă contactul este prevăzut cu zăvorîre mecanică și revenire manuală, alături de contact se desenează un mic clichet (semnele 92, 93).

Pentru a nota un contact trecător (pasager), 182, se desenează un triunghi.

Releele neelectrice (traductoare, întreruptoare de cale și întreruptoare de fine de cursă) se notează în conformitate cu 84, 85, 54.

În cazul cînd există și semne literale, care indică apartenența contactelor la un releu neelectric, ne putem limita la semnele mai simple 84 și 85.

Exemple de semne ale releului de protecție termică 1d și 2d, cu revenire manuală, sînt reprezentate în fig. 26, a și b.

Electromagneții (comandă electromagnetică). În fig. 25, f este reprezentat un electromagnet monofazat. Electromag-

Contactele		Contact normal deschis „i”	Contact normal deschis „d”	Contact comutator „k”	Cu comutare fără întreruperea circuitului
Relee electrice	Exemplu de execuție				
	Cu acționare instantanee	(84)	(85)	(86)	
	Se închide cu temporizare, se deschide instantaneu	(88)	(91)	Nestandardizat	Nestandardizat
	Se închide instantaneu, se deschide cu temporizare	(89)	(90)	Nestandardizat	Nestandardizat
	Contacte cu autoblocaj mecanic și revenire manual	(92)	(93)	(206) Sensul mișcării sau al forței care comută contactul spre dreapta: spre stânga: in jos in sus	
	Contact trecător (pasager)	(182)	Nestandardizat		
	Relee neelectrice, în general (ex: traductoare)	(84)	(85)	—	—
Contactoare	Relee neelectrice (limitatoare de cursă)	(54)	Nestandardizat		
	Contactoare, contactoare cu rele	(84)	(85)	(86)	

neții de curent trifazat sînt dați în fig. 25, *h*. Bobinele de deconectare și de conectare ale acționărilor electromagnetice ale întreruptoarelor, de exemplu bobina de deconectare *BD* din fig. 26, *c-d*, se recomandă a fi notate printr-un drept-unghi.

Întreruptoare, întreruptoare automate, siguranțe, butoane, comutatoare, controlere. *Întreruptoarele.* În fig. 27, *a* sînt reprezentate următoarele:

48 — întreruptor cu pîrghie monopolar în aer;

49 — întreruptor cu pîrghie bipolar în aer.

Trebuie memorat faptul că forța de comutare acționează de la stînga la dreapta sau de sus în jos și urmînd această regulă trebuie să acordăm atenție reprezentării întreruptoarelor în cazul amplasării orizontale a circuitelor.

Întreruptoare automate. Acestea sînt reprezentate în fig. 27, *b* unde 51 este semnul general al întreruptorului automat monopolar. Acest semn convențional nu conține bobinele elementului de protecție maximală al întreruptorului automat și nici elementele de încălzire ale protecției termice.

Aspectul disjuncteurului (maximal, termic, combinat, de ter-nune nulă etc.) și reglajul lui se indică în inscripțiile din schemă sau în explicații. Totuși pentru explicarea acțiunii schemei se poate folosi semnul întreruptorului automat completat cu simbolizarea destinației disjuncteurului respectiv:

A — întreruptor automat de curent invers;

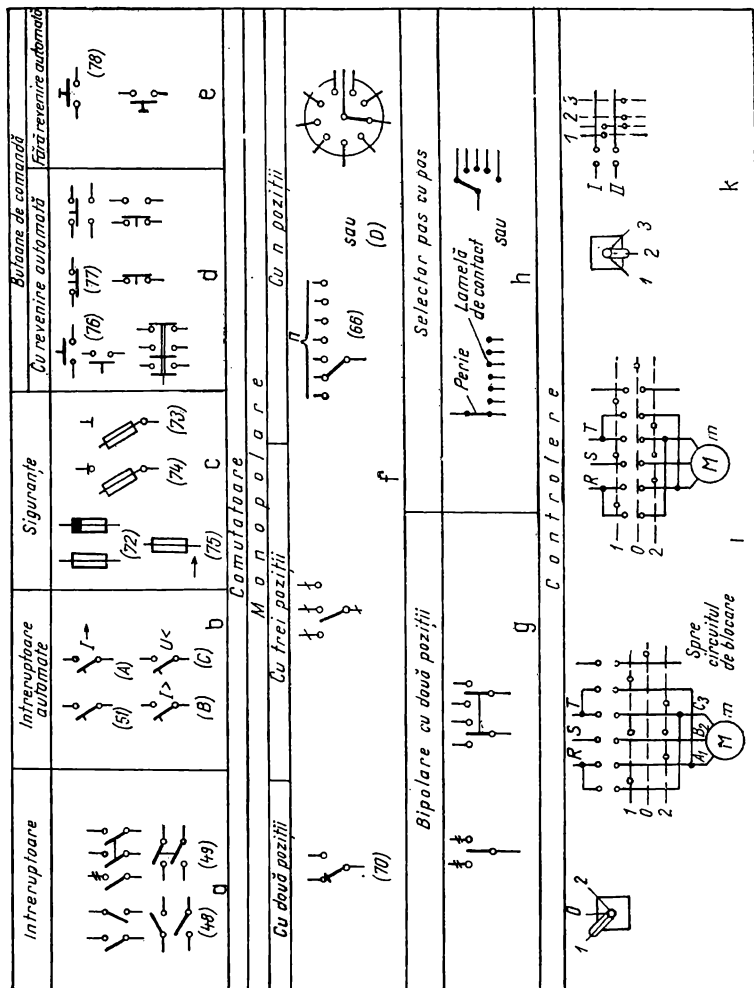
B — întreruptor automat de curent maxim;

C — întreruptor automat de tensiune minimă etc.

Siguranțe. Semnul general al siguranțelor fuzibile 72 este reprezentat în fig. 27, *c*. Dacă este necesar să se arate ce parte a siguranței rămîne sub tensiune după topirea fuzibilului aceasta se notează printr-o linie îngroșată, folosind semnul 72.

În unele echipamente se folosesc siguranțe de semnalizare cu contact de semnalizare a topirii 75.

O răspîndire largă a căpătat combinarea în același aparat a întreruptorului-separator cu siguranță fuzibilă înglobată 74 și a separatorului cu siguranță fuzibilă înglobată 73.



Butoane. În fig. 27, *d* sînt reprezentate butoane cu auto-revenire corespunzătoare cu contact normal deschis, contact normal închis și contact de comutare.

Butoanele cu clichet se notează în conformitate cu fig. 27, *e*.

Comutatoare. În fig. 27, *f* este reprezentat comutatorul 70 monopolar cu două poziții fără întreruperea circuitului la trecerea de la o poziție la alta.

În fig. 27, *g* (stînga) este reprezentat comutatorul bipolar cu două poziții.

Comutatorul monopolar manual cu trei poziții, este arătat în fig. 27, *f*.

Comutatorul multipozițional (pentru n circuite 66), unipolar *D*, este reprezentat în fig. 27, *f*. Comutatorul multipolar cu acționare electromagnetică — selectorul pas cu pas — este reprezentat în fig. 27, *h*. Selectorul pas cu pas are mai multe cîmpuri de contacte și prin urmare poate să comute simultan cîteva circuite independente. În fig. 27, *h* este reprezentat doar un singur cîmp.

Controlere. Două procedee de reprezentare a controlerelor de forță sînt ilustrate în fig. 27, *i*, în baza exemplului comenzii unui motor electric reversibil trifazat *m*.

Maneta controlerului are trei poziții: 1 — înapoi, 0 — deconectat (oprit), 2 — înainte. În semnul convențional al acestora le corespund trei linii punctate 1, 0 și 2. Conductoarele sînt desenate perpendicular pe liniile punctate. Punctele de pe liniile întrerupte arată că contactul respectiv este închis în poziția corespunzătoare a manetei controlerului.

În poziția 1 fazele *R*, *S* și *T* sînt legate corespunzător la ieșirile C_3 , B_2 , A_1 , ale motorului electric, iar contactul din circuitul de blocare este deschis. În poziția 0 motorul este complet deconectat, iar contactul în circuitul de blocare este închis. În poziția 2, fazele *R*, *S* și *T* sînt legate corespunzător la ieșirile A_1 , B_2 și C_3 , iar contactul din circuitul de blocare este deschis.

Controlerul bipolar din fig. 27, *k* are trei poziții: 1, 2 și 3. În poziția 1 este închis contactul din circuitul *I*. La comutarea controlerului în poziția 2 se va închide mai întîi circuitul *II*, iar apoi se va deschide circuitul *I*. La comutarea în pozi-

ția 3 se va deschide circuitul *II*, iar apoi se va închide din nou. Dacă maneta controlerului se mută din poziția 3 în poziția 2, iar apoi din poziția 2 în poziția 1, comutările se produc în ordinea următoare: se deschide circuitul *II*, se închide circuitul *II*, se închide circuitul *I* și apoi se deschide circuitul *II*.

Comutatoarele circuitelor de comandă. Să presupunem că este necesar să se comute trei lămpi, 1h, 2h 3h (fig. 28, a). Să întrerupem circuitele lor *I*, *II*, *III* și apoi în porțiunile întrerupte introducem contactele comutatorului. Cercurile conductoarelor *I*, *III* reprezintă ieșirile la contactele comutatorului (reprezentare conform 44).

În fig. 28, b este reprezentată schema comutatorului pentru trei circuite, ale cărui contacte au numerele: 1—2, 3—4 și 5—6. Maneta poate ocupa trei poziții: $+45^\circ$, 0, -45° .

În fig. 28, c este reprezentat tabelul de comutare a contactelor. Semnul X indică poziția în care contactul este închis. Deci în poziția $+45^\circ$ sunt închise contactele 1—2, cum și 5—6. În poziția 0 sunt închise contactele 1—2 și 3—4. În poziția -45° este închis contactul 5—6.

Fig. 28, d arată modul de reprezentare a acestui comutator în schemă. În semnul 45 punctele de pe liniile punctate, care corespund pozițiilor manetei $+45^\circ$, 0 și -45° au aceeași semnificație ca și semnul \times din tabel (fig. 28, c). Dacă se reprezintă punctul înseamnă că contactul este închis pe poziția respectivă.

Bobina de conectare *C* și bobina de deconectare *BD* (fig. 28, e) ale unui întreruptor în ulei pot fi comandate fie prin două butoane, fie cu ajutorul unui comutator cu trei poziții și cu autorevenire în poziția inițială (prin arc). Prezența mecanismului de autorevenire mecanică cu ajutorul resortului din pozițiile $+45^\circ$ și -45° este indicată de săgețile din tabel și din schema comutatorului.

Fig. 28, f reprezintă un comutator mai complicat, care în afară de operațiile de conectare și deconectare asigură și semnalizarea (confirmarea) prin sirenă. La acest comutator maneta are trei poziții: $+45^\circ$, 0 și -45° , dar acestora le corespund patru poziții de contact: *Conectare* ($+45^\circ$), *Conectat* (0), *Deconectare* (-45°) și *Deconectat* (0). De aceea

în poziția 0 sînt trasate două linii punctate. La una din acestea vine săgeata din poziția *conectare* și această linie corespunde poziției *conectat*. La cealaltă linie sosește din poziția *deconectare* și ea corespunde poziției *deconectat*.

Pentru conectarea întreruptorului, maneta comutatorului se rotește în poziția *conectare*. Întreruptorul se conectează prin contactorul intermediar C: contactele întrerup-

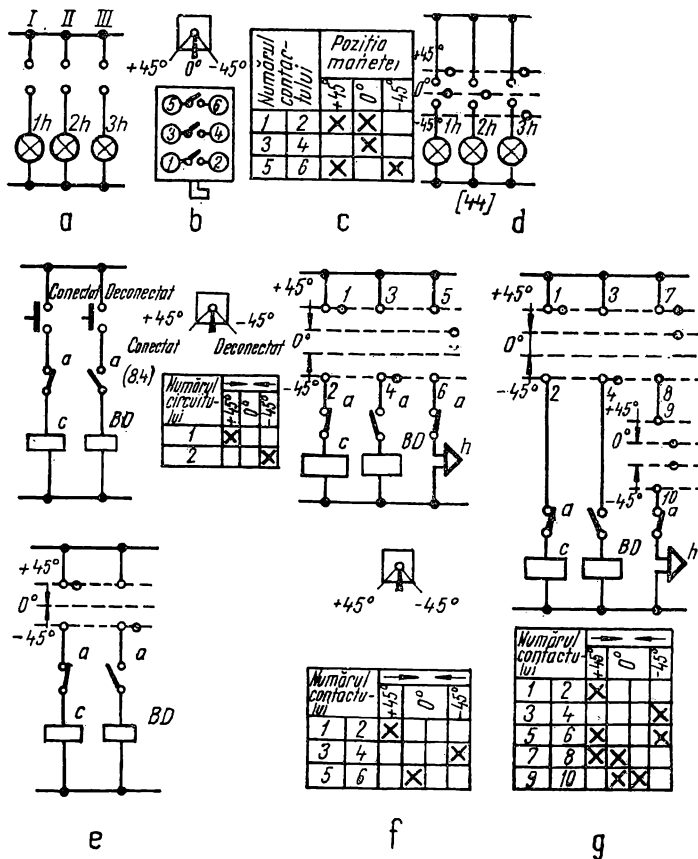


Fig. 28. Comutatoare pentru circuite de comandă, pentru voltmetre și pentru comutarea motoarelor electrice din stea în triunghi.

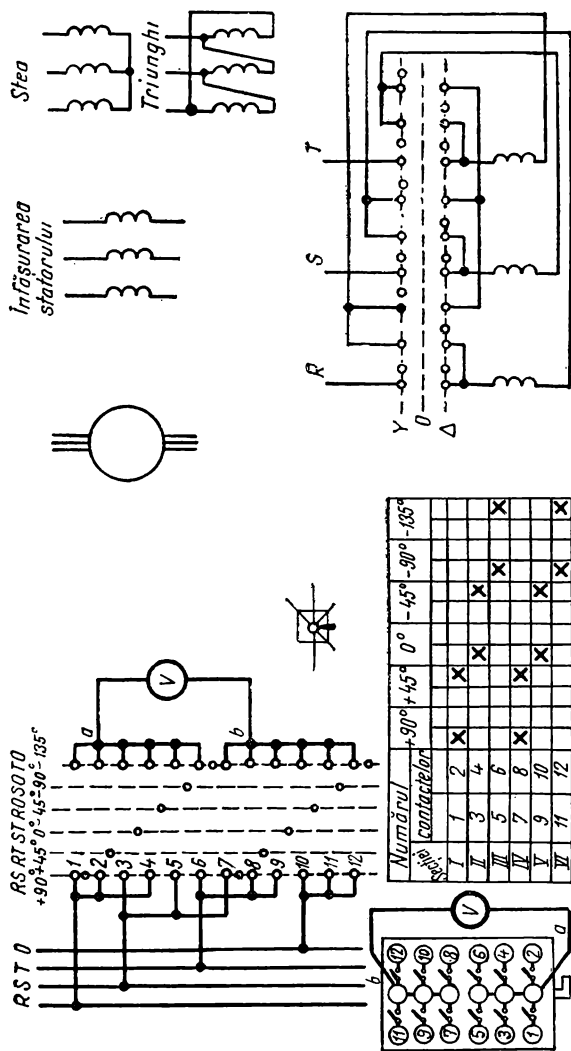


Fig. 29. Comutatoare pentru circuite de comandă, pentru volt-metre și pentru comutarea motoarelor electrice din stea în triunghi.

torului a din circuitele 1—2 și 5—6 se deschid, iar contactul a din circuitul 3—4 se închide. Maneta se eliberează. În acest caz se închide contactul comutatorului în circuitul sirenei h (poziția conectat), dar ea nu va suna, deoarece contactul a s-a deschis.

La deconectarea automată a întreruptorului sirena va suna. Maneta se rotește în poziția *deconectare* și prin această operație se deschide contactul 5—6. Maneta apoi se eliberează. Comutatorul revine în poziția *deconectat*, însă în această poziție contactul 5—6 este deschis și sirena nu va mai suna.

În fig. 28, f este reprezentată o asemenea schemă de comutator care este necesară pentru a efectua acțiunile enumerate mai sus. În practică însă nu există totdeauna la îndemână comutatoare cu schema necesară și atunci într-un circuit se utilizează combinarea câtorva contacte ale comutatorului. Astfel, de exemplu, în fig. 28, g în circuitul sirenei sînt conectate în serie contactele 7—8 și 9—10, iar ca rezultat se obține tocmai ceea ce este necesar, adică contactul este închis numai în poziția *conectat*.

În poziția *conectare* contactul 7—8 este închis, însă contactul 9—10 este deschis. În poziția *conectat* atît contactele 7—8, cît și contactele 9—10 sînt închise. În poziția *deconectat* contactul 9—10 este închis, iar contactul 7—8 este deschis.

Fig. 29 (stînga) reprezintă schema de principiu și schema de montaj, cum și diagrama comutărilor unui comutator de voltmetru. Astfel, de exemplu, la $+45^\circ$, voltmetrul V măsoară tensiunea între fazele R și T .

Comutatorul stea-triunghi. Fig. 29 reprezintă un motor electric asincron cu șase ieșiri ale înfășurării statorului. La pornire, înfășurarea trebuie să fie legată în stea, iar apoi în triunghi. Tot în fig. 29 este reprezentată legarea înfășurărilor.

Amplificatoarele. Generatorul cu cîmp transversal și excitație independentă (amplidină) și cu trei înfășurări de comandă se notează în conformitate cu 185, iar cele cu flux longitudinal se notează în conformitate cu A (fig. 30, a).

Reprezentarea generatorului cu cîmp transversal și excitație independentă (185) a fost realizată prin combinarea

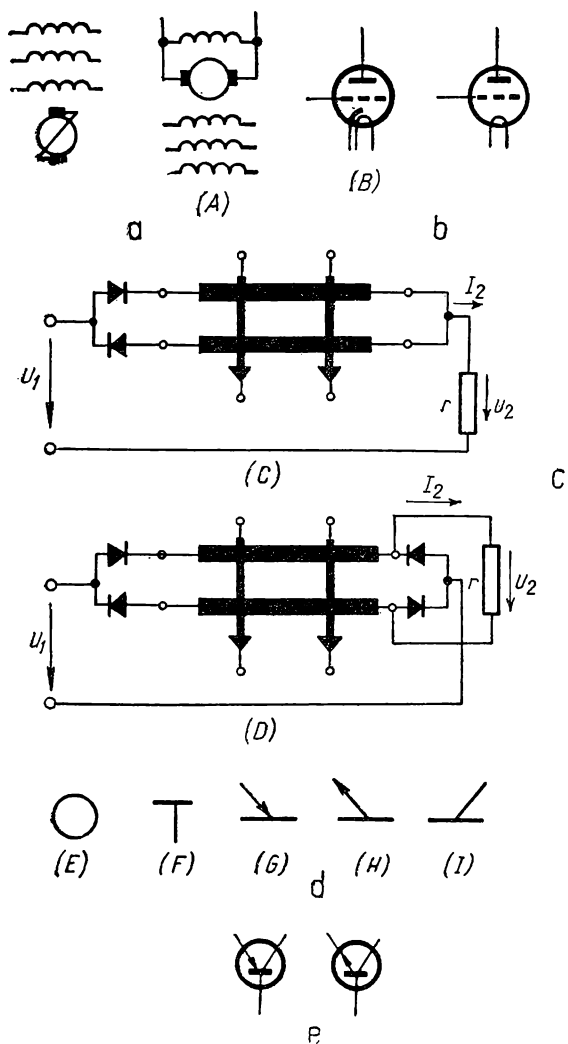


Fig. 30. Amplificatoare.

semnelor convenționale din STAS 1590/2-71 și STAS 1590/5-71.

Amplificatorul electronic. La baza amplificatorului electronic stă tubul electronic cu trei electrozi — trioda — cu încălzire indirectă (stînga) sau cu încălzire directă (dreapta); acest tub este reprezentat în fig. 30, *b*.

Amplificatoarele magnetice sînt constituite din miezuri magnetice, înfășurări de lucru și înfășurări de comandă. Înfășurarea de lucru este reprezentată cu linie mai groasă decît înfășurarea de comandă.

În fig. 30, *c* sînt reprezentate:

C — amplificator magnetic monofazat cu ieșire în curent alternativ și două înfășurări de comandă;

D — amplificator magnetic monofazat cu ieșire în curent continuu și două înfășurări de comandă.

La reprezentarea amplificatoarelor magnetice trifazate se utilizează semnele convenționale ale amplificatoarelor magnetice monofazate, fiecare din cele trei faze conținînd cîte un amplificator.

Semnele convenționale pentru amplificatoarele magnetice nu sînt stabilite prin normele STAS.

Amplificatoarele cu semiconductoare. Elementele semnelor sînt date în fig. 30, *d*:

E — carcasa protectoare;

F — partea semiconductoare, cu ieșirea;

G — emitorul *p* cu zonă *n*;

H — emitorul *n* cu zona *p*;

I — colectorul împreună cu o zonă de altă conductivitate.

Tranzistoarele cu contact punctiform și cele cu joncțiune, în funcție de tipul *p*—*n*—*p* sau *n*—*p*—*n* sînt reprezentate în fig. 30, *e*.

Transformatoare de măsură, shunturi, rezistențe adiționale. Transformatoarele de măsură se pot reprezenta în două forme (fig. 31): simplificat și detaliat.

Transformatoare de curent. Acestea sînt reprezentate în fig. 31, *a* unde 186 este transformatorul de curent cu o singură înfășurare secundară, iar 187 este un transformator de curent cu două înfășurări secundare și două miezuri;

189 este un transformator de curent de secvență homopolară.

Prin puncte sînt notate începuturile înfășurărilor primare.

În semnele 186 și 189 nu sînt reprezentate miezurile, deoarece fiecare din aceste transformatoare are cîte un singur miez. În transformatorul cu două înfășurări 187 sînt reprezentate cele două miezuri.

Transformatoare de tensiune. Transformatorul de tensiune 188 este arătat în fig. 31, b. Miezul nu este reprezentat.

Shunturile și rezistențele adiționale sînt reprezentate în fig. 31 c și d. Pentru rezistențele adiționale se utilizează semnul convențional general al rezistenței, 29.

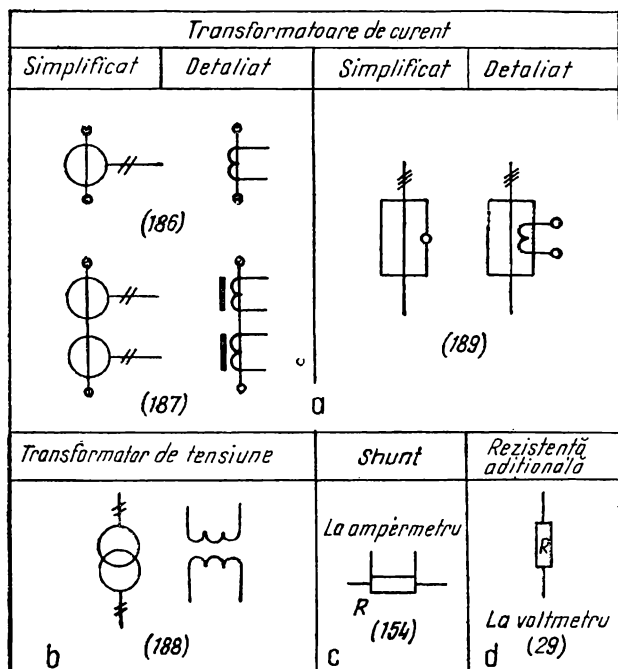


Fig 31. Transformatoare de curent, de tensiune, șunturi și rezistențe adiționale.

[Aparate de măsurat. În scheme, aparatele electrice de măsurat sînt indicate mai mult sau mai puțin amănunțit. Obișnuit (conform STAS 1590/7-71) se limitează la semnele din fig. 32, *a* în care literele indică următoarele: *A* — ampermetru, *V* — voltmetru, *Wh* — contor de energie activă etc., iar aspectul aparatelor subliniază destinația lor (indicator, înregistrator sau contor).

Dacă este necesar să se reprezinte poziția reciprocă a bobinelor, în conturul aparatului (acesta se desenează la scară mai mare) se introduce reprezentarea dispozitivului de măsurat. Dispozitivul de măsurat se notează printr-un cerc întretăiat de linii. Linia îngroșată reprezintă bobina de curent. Linia subțire reprezintă bobina de tensiune. Prin acest procedeu în fig. 32, *b* este notat un wattmetru înregistrator. Acest procedeu nu este standardizat.

În STAS 1590/7-71 se menționează că în general la aparatele electrice de măsurat bornele nu se reprezintă. Dacă totuși este necesar să se reprezinte bornele, centrul lor trebuie așezat pe linia simbolului general sau trebuie figurate în aceeași poziție relativă ca în realitate; reprezentarea bornelor se va face conform STAS 1590/2-71.

Atunci cînd bobinele aparatelor de măsurat trebuie să fie indicate într-o schemă, ele trebuie reprezentate fie prin două semicercuri (bobina de curent), fie prin trei semicercuri (bobina de tensiune). Astfel, de exemplu, în fig. 32, *c* în circuitul bobinei secundare a transformatorului de curent *f* sînt legate bobinele ampermetrului g_1 și ale wattmetrului g_2 ; bobina de tensiune a acestuia este legată la barele *R* și *T*. După aceste indicații preliminare vor apărea mai clar desenele următoare: ampermetre, voltmetre, wattmetre. În fig. 32, *d* sînt reprezentate:

A și *B* — bobinele de curent ale aparatelor de măsurat (reprezentarea nestandardizată);

194 — ampermetrul indicator (cerc) și ampermetrul înregistrator (pătrat); în mod asemănător se reprezintă miliampermetrele *mA* și microampermetrele μA .

În fig. 32, *e* sînt reprezentate:

C și *D* — bobinele de tensiune ale aparatelor de măsurat:




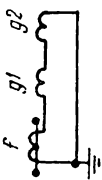


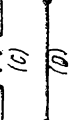



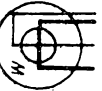















Indicator	Inregistrator	Contor	Mărimi de măsurat	
				
Curent			Tensiune	Energie
Bobinele instrumentelor de măsurat			Putere	Contoare
		Wattmetre		
Ampermetre			Nestandardizat	
				
Valimetre			Balvanometru - oscilograf	
				
Nestandardizat			Logometre	
				
Logometre				
Logometre				

Fig. 32. Aparate electrice de măsurat:

A — ampermetru; mA — miliampermetru; A — microampermetru; V — voltmetru; mV — mili-voltmetru; VA — voltampermetru; Var — varmetru; W — wattmetru; Wh — cotor de energie ac-tivă; kWh — cotor de energie activă; Varh — cotor de energie reactivă.

195 — voltmetru indicator (cerc) și voltmetru înregistrator (patrat); în mod asemănător se reprezintă milivoltmetrul *mV*.

Semnele wattmetrelor indicatoare (stînga) și ale wattmetrelor înregistratoare (dreapta) sînt reprezentate în fig. 32, *f*:

(*E*) — wattmetru pentru circuite de curent continuu sau circuite monofazate de curent alternativ;

196, 198—semnul general al wattmetrului; în mod asemănător se reprezintă voltampermetrele *VA* (aparatele de măsură a puterii totale) și varmetrele *var* (aparate de măsurare a puterii reactive).

Aparatele integratoare, de exemplu contoarele, sînt reprezentate în fig. 32, *g*; comparînd cu fig. 32, *f* putem înțelege cu ușurință ce reprezintă figura.

Oscilografele. Fig. 32, *j* reprezintă semnul galvanometrelor oscilografice, denumite citeodată și bucle; semnul 197 este oscilograf cu buclă.

Un exemplu este dat în fig. 33 unde este oscilografiată tensiunea dintre fazele *S* și *T*, curentul în faza *T* și puterea instantanee consumată de către redresorul *U*.

Bobina de măsurat curentul sau tensiunea oscilografului este arătată în fig. 32, *i*.

Logometrele (aparatele de măsurare a raporturilor). Acestea nu au resorturi. La aceste aparate, cuplul antagonist este obținut pe cale electrică și de aceea chiar în cazul cel mai simplu logometru are două bobine. În absența curentului acul indicator al unui logometru în stare perfectă de funcționare poate să ocupe orice poziție, deoarece la logometru nu există resorturi care să aducă acul indicator în dreptul poziției de zero.

Logometrele sînt folosite la megohmmetre, care indică corect valoarea rezistenței chiar în cazul unor variații importante ale vitezei de învîrtire a manetei megohmmetrului (cu cît se rotește mai lent maneta, cu atît va fi mai mic curentul ce trece prin bobina de lucru, însă în aceeași măsură crește și curentul care creează cuplul antagonist. La rotirea rapidă a manetei cresc curenții atît în bobina de lucru, cît

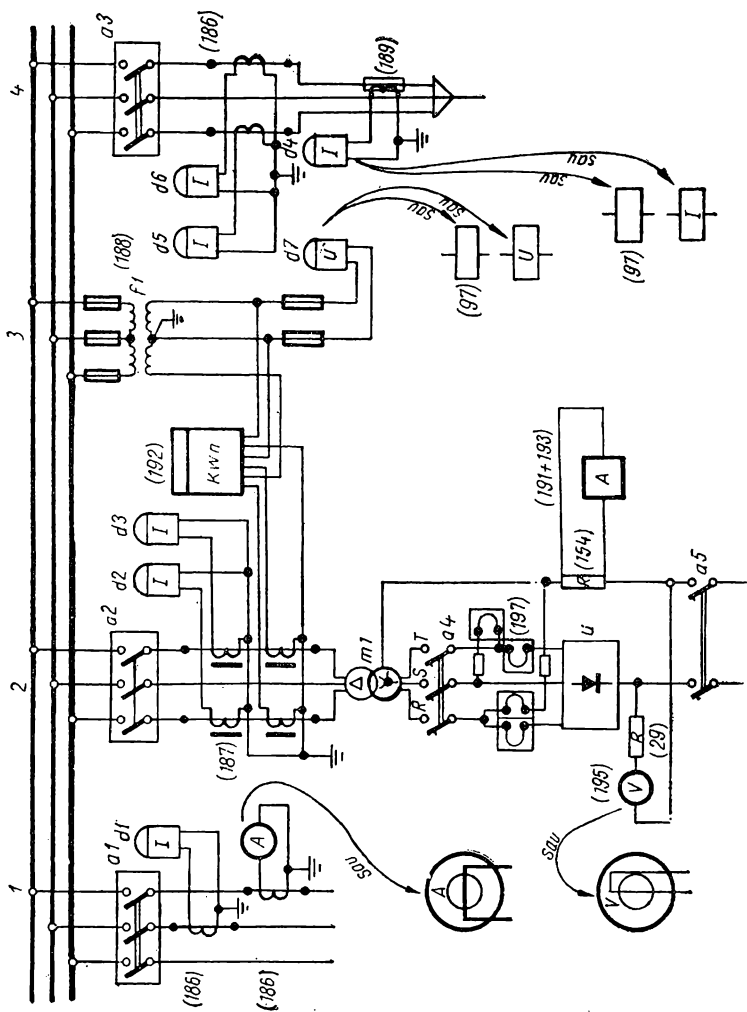


Fig. 33. Exemple de utilizare a sennelor convenționale ale transformatoarelor de măsură, ale aparatelor electrice de măsurat și ale șunturilor. Schema fiind didactică, în ea s-au făcut o serie de simplificări (nu sînt indicate separatoarele).

și în bobina antagonistă. Raportul dintre cupluri rămîne practic constant).

Exemple de semne pentru logometre sînt date în fig. 32, *k* unde de la stînga spre dreapta sînt reprezentate următoarele: ohmmetrul Ω , frecvențmetrul Hz, fazmetrul ϕ , cum și sincronoscopul SYN.

Modul de folosire a semnelor de transformatoare de măsură și de aparate electrice de măsurat în reprezentare unifilară și multifilară este ilustrat prin exemplele din fig. 33 și 34.

Reprezentarea 1. Releul de curent *d1* este legat la un transformator de curent 186, iar ampermetrul *A* este legat de asemenea la un transformator de curent 186.

Reprezentarea 2. Transformatoarele de curent cu două bobine și două miezuri 187 sînt legate la fazele *R* și *T*. Unele bobine sînt folosite pentru protecția de curent și la ele sînt legate releele *d2* și *d3*. Alte bobine alimentează contorul 192 de energie activă.

Valoarea curentului redresat este înregistrată de ampermetrul 191+193 care este legat la șuntul 154. Tensiunea se măsoară cu ajutorul voltmetrului *V*, legat prin rezistența adițională 29. În fig. 33 este reprezentată legătura buclelor oscilografului.

Reprezentarea 3. Transformatorul de tensiune *f₁* 188 este legat la bare prin intermediul siguranțelor. Circuitele înfășurării secundare alimentează releul de tensiune *d7*, cum și contorul *kWh*.

Reprezentarea 4. Releul *d4* este legat la transformatorul de curent 189. În regim normal curenții din cele trei bobine primare sînt practic egali între ei și suma lor geometrică este apropiată de zero. În cazul legării la pămînt a fazei, echilibrul se pierde și releul acționează. Releele de protecție de curent *d5* și *d6* sînt legate la transformatoarele de curent.

În fig. 33 și 34 sînt date diferite variante de reprezentare, care pot fi întîlnite în scheme. Astfel în fig. 34 (reprezentarea 3) releul *d7* este arătat fără contacte, sau cu contact. În fig. 33, releul *d7* este reprezentat atît fără bobină, cît și cu bobină. În fig. 33 ampermetrul *A*, voltmetrul *V* și

contorul kWh sînt arătate fără dispozitivul de măsură, cum și cu dispozitivul de măsură.

Dacă aparatul este reprezentat împreună cu dispozitivul de măsură, este necesar ca bobinele lui să fie arătate legate în circuitele corespunzătoare.

În fig. 33 în reprezentarea 4 releul d4 este arătat prin trei procedee.

Legarea la pămînt a înfășurărilor secundare ale transformatorului de curent și de tensiune nu se arată în desen

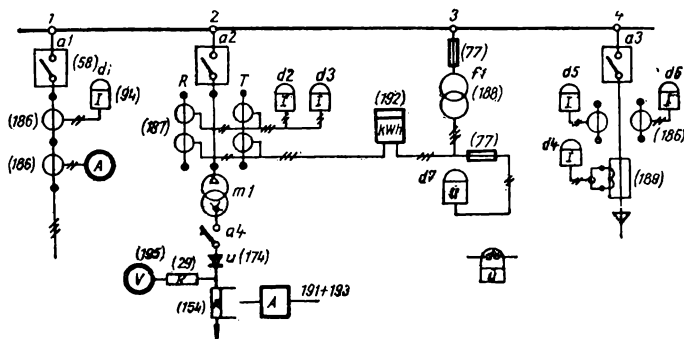


Fig. 34. Exemple de utilizare a semnelor convenționale ale transformatoarelor de măsură, ale aparatelor electrice de măsurat și ale șunturilor.

în cazul reprezentării unifilare, deoarece în aceste cazuri nu există suficient loc. În cazul reprezentării multifilare, legăturile la pămînt se arată însă în întregime.

Aparate de semnalizare, lămpi de semnalizare, celule fotoelectrice, selsine. Aparate de semnalizare. În fig. 35, a sînt date următoarele:

- 81 — reprezentarea generală a soneriei;
- 201 — (sonerie cu o singură lovitură) — goîng;
- 202 — buzzer;
- 82 — sirenă;
- 83 — hupă.

Lămpi cu descărcări în gaze. Fig. 35, b reprezintă semnele diferitelor elemente ale dispozitivelor electrice cu vid, din

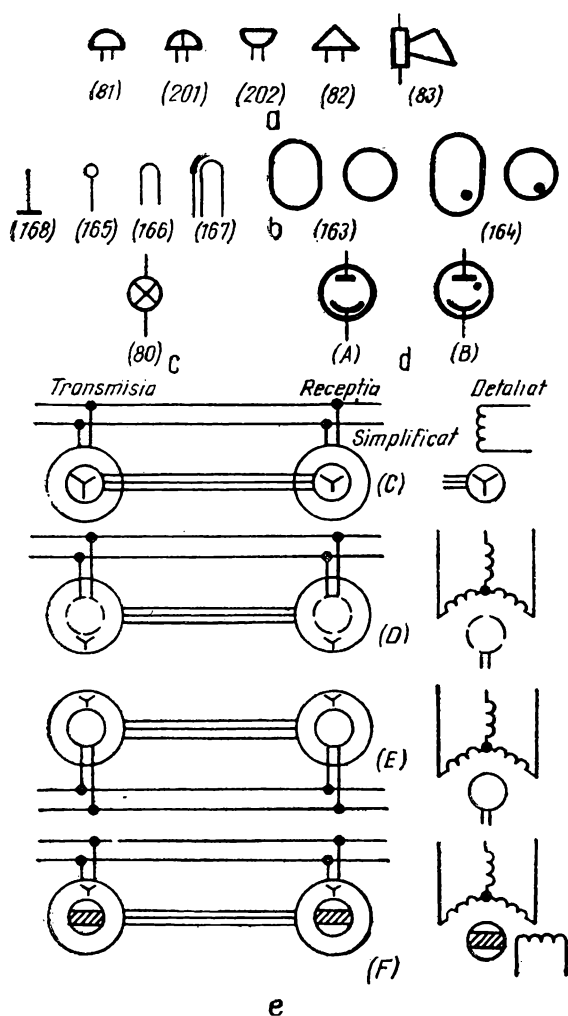


Fig. 35. Aparate de semnalizare, selsine, lămpi.

care fac parte și lămpile cu descărcare în gaze, cum și celulele fotoelectrice:

168 — anod;

165 — catod rece;

166 — catod cu încălzire directă (filament);

167 — catod cu încălzire indirectă;

163 — tub cu vid (în general);

164 — tub cu gaz rarefiat sau vapori (în general).

Lămpi cu incandescență. Fig. 35, *c* reprezintă semnul general al lămpii cu incandescență (80).

Celule fotoelectrice. În fig. 35, *d* sint reprezentate celule fotoelectrice de tip electronic și ionic prin semnele *A* și *B* (semnele nu sint standardizate).

Selsine. Acestea pot fi reprezentate sub două forme, simplificat și detaliat, folosindu-se semnele convenționale de reprezentare a mașinilor electrice conform STAS 1590/5-71.

Semnul selsinelor de contact este reprezentat în fig. 35, *E*, prin exemplul unui sistem de transmisie prin selsin, indicator. Selsinul-transmițător este amplasat, de exemplu, la stînga, iar selsinul-receptor este plasat la dreapta.

Semnul *C* corespunde selsinelor la care înfășurarea de excitație este dispusă pe polii aparenti ai statorului, iar înfășurarea trifazată de sincronizare se găsește în creștăturile distribuite în mod uniform pe periferia rotorului. Pentru ieșirile înfășurării trifazate, rotorul este prevăzut cu trei inele de contact.

Semnul *D* reprezintă selsinele la care înfășurarea monofazată de excitație este amplasată pe polii aparenti ai roto-

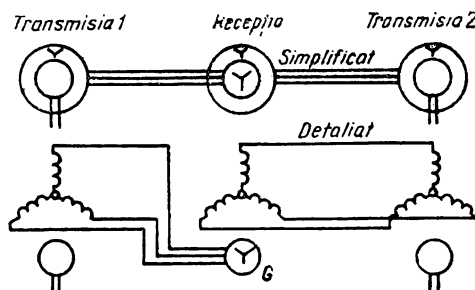


Fig. 36. Aparate de semnalizare, selsine, lămpi.

rului, iar înfășurarea de sincronizare trifazată se găsește în creștăturile de pe periferia statorului.

Alimentarea înfășurării de excitație se realizează prin două inele. Selsinele notate prin E au înfășurare de excitație distribuită pe rotor.

Selsinele fără contacte sînt reprezentate prin semnul F .

Selsinul diferențial cu contacte este reprezentat la mijlocul schemei din fig. 36 și se leagă cu două transmițătoare. Unghiul de rotire al acestuia corespunde cu diferența de unghiuri cu care sînt rotite rotoarele celor două transmițătoare.

Rezistențe, condensatoare, bobine de șoc. Rezistențe. În fig. 37, a este reprezentată rezistența nereglabilă 29, iar în fig. 37, b semnele de reglare care se folosesc adesea împreună cu semnul 29:

159 — variabilitate (în general);

161 — variabilitate de completare (la punerea la punct a unor echipamente se efectuează ajustări sau corecții ale acestora, de exemplu se alege poziția necesară a colierului pe rezistența reglabilă)

159 a — variabilitate continuă;

160 — variabilitate în trepte.

Reostate (fig. 37, c). Semnul general este $29 + 159$. Reostatul cu întreruperea circuitului are semnul A , iar cel fără

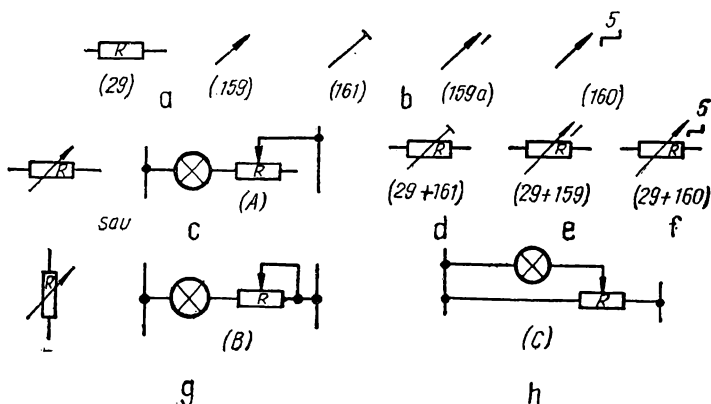


Fig. 37. Semne de reglare. Rezistențe.

întreruperea circuitului, *B*. Pentru reprezentarea reostatului se poate utiliza semnul convențional al rezistenței active reglabile 155.

Reostatul cu reglare de ajustare din fig. 37, *d* are semnul general 29+161. Felul reglării se precizează prin următoarele notații:

29+159 *a* — reostat cu variabilitate continuă (fig. 37, *e*);

29+160 — reostat cu variabilitate în trepte (fig. 37, *f*).

Cifra 5 indică numărul de trepte, iar reglarea în trepte poate fi realizată cu ajutorul unei rezistențe prevăzute cu prize.

Potențiometre. Semnul general al potențiometrului *C* este dat în fig. 37, *h*. Comparînd fig. 37, *c* cu 37, *h*, se vede deosebirea dintre reostat și potențiomtru.

Reostatul și sarcina sînt legate în serie. Potențiometrul este legat direct la sursa de alimentare, iar tensiunea de alimentare se aplică la rezistența de sarcină de pe o parte a potențiometrului.

Dacă cursorul este așezat spre dreapta (în exemplul nostru), sarcina este legată pe întreaga tensiune; dacă cursorul este amplasat la stînga înseamnă că nu există tensiune pe rezistența de sarcină. Înseamnă deci că deplasînd cursorul de la stînga spre dreapta se ridică tensiunea pe sarcină de la zero pînă la valoarea maximă.

Bobine de șoc. Inductanța, bobina de șoc fără miez 31 sînt reprezentate în fig. 38, *a*. Numărul de semicercuri nu se mai poate pune în semn și nu este fixat cu strictețe. Prizele pot fi amplasate în conformitate cu semnul (*B*). Bobina de reactanță cu reglaj continuu se notează conform 211. Vario-metrul se notează după *A* (STAS 1590/2-71).

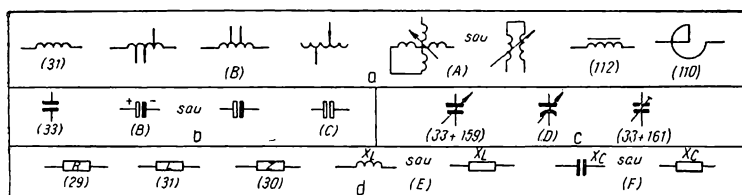


Fig. 38. Bobine de șoc, bobine de reactanță, condensatoare. Semnele convenționate ale rezistențelor în scheme echivalente.

Dacă inductanța are miez (semnele miezurilor sînt reprezentate în fig. 17, c) acest lucru trebuie să fie indicat. Astfel, de exemplu, bobina cu miez feromagnetic, se notează conform 112. Semnul bobinei de reactanță este 110.

Condensatoarele. Semnul general al condensatorului neregabil este 33 (fig. 38, b). Condensatorul electrolitic polarizat se notează prin B, iar cel nepolarizat se notează prin C. Semnele de polaritate pot să nu fie indicate.

Condensatoarele reglabile. Semnul general este 33+159 (fig. 38, c). Dacă este necesar să se pună în evidență elementul mobil (rotorul) se utilizează semnul D (nestandardizat). Condensatorul cu variabilitate de completare se notează conform 33+161.

Rezistențele pentru scheme echivalente sînt reprezentate în fig. 38, d. Rezistența nereactivă (ohmică) R se notează prin 29, reactanța L prin 31, impedanța Z prin 30, reactanța inductivă X_L prin E iar reactanța capacitivă X_C prin F (nestandardizate).

Exemple de folosire a semnelor. Fig. 39, a reprezintă o rezistență reglabilă 28+159 (reostat de șuntare) intercalată în circuitul înfășurării de excitație/derivație 128 a unui motor electric de curent continuu.

În fig. 39, b semnul 155 subliniază că reglarea se efectuează fără întreruperea circuitului.

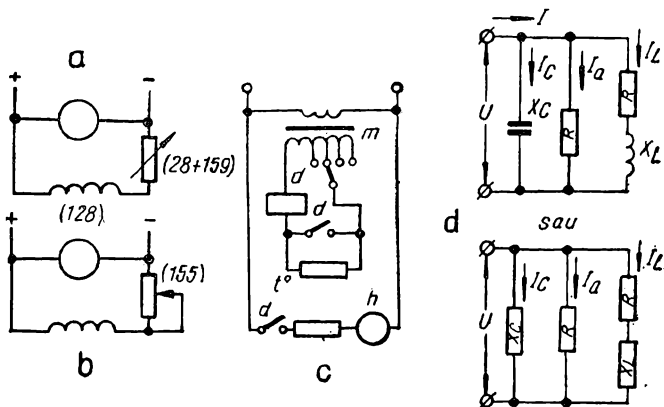


Fig. 39. Exemple de folosire a semnelor convenționale pentru rezistențe, bobine de șoc și condensatoare (scheme simplificate).

În fig. 39, *c* este reprezentat un dispozitiv pentru semnalizarea ridicării temperaturii. Releul *d* este conectat în serie cu termorezistența semiconductoare (termistor) și este alimentat de la un transformator — stabilizator de tensiune *m*. Termorezistența este introdusă în înfășurarea motorului electric (în mediul a cărui temperatură trebuie controlată). Valoarea tensiunii înfășurării secundare *m* este aleasă astfel încît, la temperatură normală și mai jos, căldura care se degajă în rezistență, ca urmare a trecerii curentului prin aceasta, să fie disipată de către mediul controlat. În acest caz rezistența este într-atît de mare, încît releul *d* nu poate să acționeze. O creștere cît de mică a temperaturii mediului perturbă însă echilibrul termic, iar temperatura termistorului crește. Scade în acest caz rezistența lui, ceea ce la rîndul său provoacă creșterea curentului. Curentul mărit încălzește și mai mult termorezistența, curentul crește din nou și după cîteva secunde releul *d* acționează.

Fig. 39, *d* dă un exemplu de reprezentare a unei scheme echivalente întocmită prin două procedee.

1.4. Notarea echipamentelor electrice și a instalațiilor electrice pe diferite planuri

Considerații generale. Echipamentele electrice și instalațiile electrice trasate pe diferite planuri (desene) se notează (atît în planuri, cît și în secțiuni) în conformitate cu: STAS 1590/1 . . . 9-71 și 1842-64.

Planurile de instalații de iluminat și rețele electrice de forță se realizează pe desene diferite. Nu este însă exclusă întocmirea unor planuri combinate ale rețelelor de iluminat, de forță și de control.

Echipamentul electric, aparatele de pornire, de protecție și de semnalizare (fig. 40). *Generatoare electrice.* Generatorul electric sincron se notează după 133, iar generatorul de curent continuu se notează prin 123.

Transformatoare și autotransformatoare. În fig. 40, mai sînt reprezentate următoarele:

107 — transformatorul;

109 — autotransformatorul.

Redresoare (celule redresoare). Acestea se notează astfel: redresorul cu vapori de mercur se notează prin 171, redresorul cu semiconductor — după 174. Tot în această figură este reprezentat convertizorul 140+123, constituit dintr-un

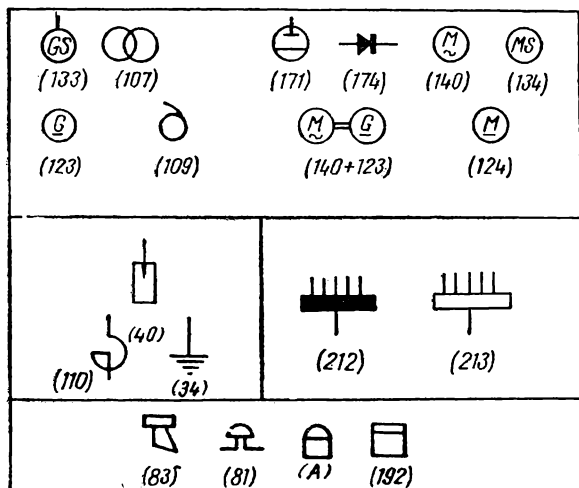


Fig. 40. Semne convenționale folosite în planurile instalațiilor electrice.

motor electric de curent alternativ și un generator de curent continuu.

Motoare electrice. Acestea se notează astfel:

- motorul electric asincron — 140;
- motorul electric sincron — 134;
- motorul electric de curent continuu — 124.

Tot în fig. 40 sînt reprezentate următoarele:

- bobina de reactanță 110;
- descărcătorul 40;
- legătura la pămînt 34.

Construcții electrice. Tabloul de distribuție se notează după 212, iar tabloul de distribuție capsulat după 213.

Echipamente de semnalizare. Soneria se notează conform 81, iar hupa se notează conform 83.

Relee și alte dispozitive. Releul se notează conform A. Contoarele de energie electrică se notează conform 192.

Rețele electrice. Reprezentarea circuitelor electrice este dată în fig. 41, a;

214 — circuit electric de forță și lumină;

215 — circuit de protecție (în cazul unui circuit separat);

216 — circuit de comandă, semnalizare și măsură;

217 — circuit telefonic.

Linile de transport și distribuție de energie electrică sînt reprezentate în fig. 41, b:

227 — linie electrică, în general;

228 — linie electrică aeriană;

229 — linie electrică subterană;

230 — linie electrică sub apă.

Pentru notarea numărului de circuite se folosește semnul convențional 231, în care se arată un circuit, două circuite și trei circuite (fig. 41, b).

Montajele circuitelor electrice sînt reprezentate în fig. 41, c;

218 — montaj aparent;

219 — montaj îngropat;

220 — așezare în tuburi;

221 — așezarea conductoarelor pe izolatoare.

Dacă pe același plan există un singur fel de montaj, se admite să nu se figureze semnul respectiv, urmînd ca felul montajului să fie precizat pe plan printr-o notă. În cazurile în care numărul mare de circuite nu permite reprezentarea simbolurilor: îngropat, aparent, tub și izolator, felul montajului circuitelor se arată într-o notă explicativă.

Dozele 225 și bransamentele 226 sînt reprezentate în fig. 41, d.

Modificarea nivelului de instalare a circuitelor electrice se indică în modul următor (fig. 41, e):

222 — circuitul vine de sus sau merge în sus;

223 — circuitul vine de jos sau merge în jos;

224 — circuitul trece vertical prin încăpere.

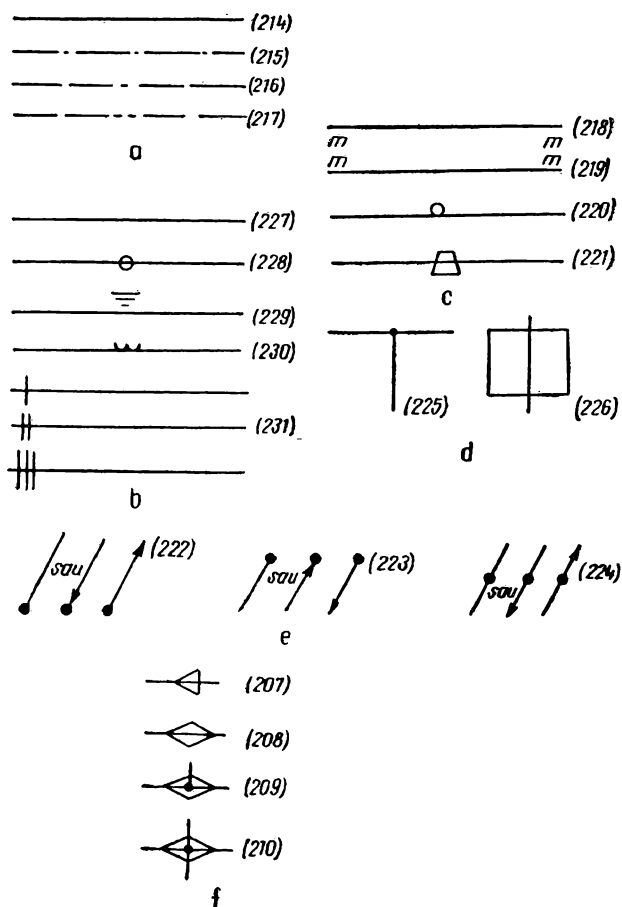
Pentru instalațiile în cablu în fig. 41, f se arată:

207 — cutie terminală;

208 — manșon de legătură;

209 — manșon pentru o derivație;

210 — manșon pentru două derivații.



Notațiile pentru desenele instalațiilor de iluminat electric. Tablouri electrice (fig. 42, a). Tabloul de distribuție se prezintă prin 212, iar tabloul de distribuție capsulat prin 213.

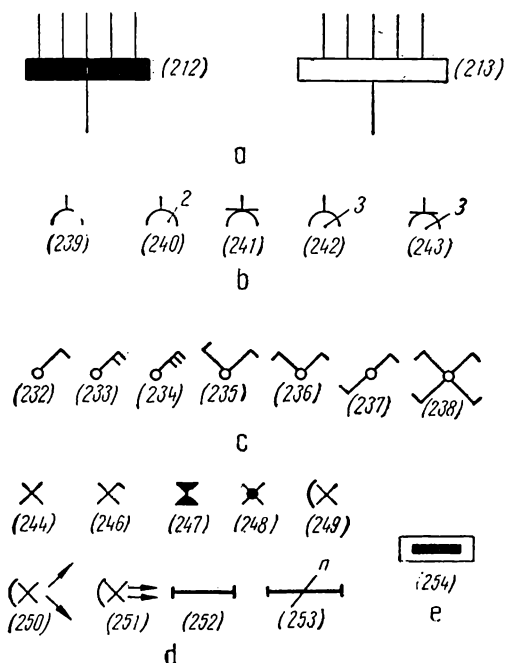


Fig. 42. Semne convenționale pentru planurile instalațiilor de iluminat.

- Pentru prize se folosesc următoarele semne (fig. 42, b):
- 239 — priză bipolară (conductorul de alimentare se aduce la mijlocul semicercului);
 - 240 — priză dublă sau două prize separate (numărul de prize se indică cu o cifră ca în cazul din figură);
 - 241 — priză cu contact de protecție;
 - 242 — priză cu mai multe contacte, de exemplu trei;
 - 243 — priză tripolară cu contact de protecție.

În fig. 42, *c* sînt reprezentate semnele convenționale pentru diferite întreruptoare și comutatoare:

232 — întreruptor monopolar;

233 — întreruptor bipolar;

234 — întreruptor tripolar;

235 — comutator de grupă;

236 — comutator;

237 — comutator de capăt;

238 — comutator în cruce.

Corpurile de iluminat sînt reprezentate în fig. 42, *d*:

244 — corp de iluminat (în general) (conductorul de alimentare se aduce în punctul de întretăiere al celor două linii);

246 — corp de iluminat cu întreruptor;

247 — corp de iluminat pentru iluminat de pază;

248 — corp de iluminat pentru iluminat de siguranță;

249 — proiector (în general);

250 — proiector cu lumină disipată;

251 — proiector cu lumină dirijată;

252 — corp de iluminat pentru lampă cu luminiscentă (în general) (conductorul de alimentare se aduce la mijlocul semnului);

253 — corp de iluminat cu *n* lămpi cu luminiscentă.

În fig. 42, *e* este reprezentat semnul convențional 254 al dispozitivului de pornire pentru lămpi cu luminiscentă. Acest semn se folosește numai dacă dispozitivul de pornire este plasat separat de lampă.

Inscripțiile prevăzute în standarde. În cazul în care sînt necesare explicații, alături de semnul convențional se fac inscripții, urmărindu-se un anumit sistem explicativ, care este reprezentat în exemplele din fig. 43.

În fig. 43, *a* alături de semnul convențional al motorului electric asincron s-a folosit inscripția *m5* care indică numărul motorului din scheme și din planuri. Alături de semnul transformatorului *M1* care indică numărul de ordine s-a folosit inscripția *R*, *T* care arată că transformatorul este conectat între fazele *R* și *T* și s-au notat tensiunile primară de 380 V și secundară de 24 V. La tabloul de distribuție capsulat s-a notat numărul de ordine din planuri *T12*.

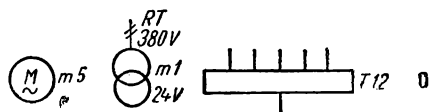
În fig. 43, *b* lângă corpul de iluminat cu trei lămpi cu incandescență de 40 W au fost marcate următoarele inscripții:

A — indicativul corpului de iluminat conform standardului sau normei interne;

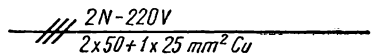
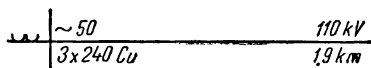
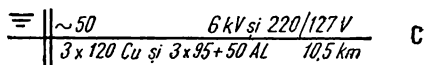
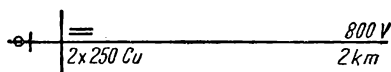
C — numărul circuitului în cadrul distribuției și numărul tabloului (cînd este cazul);

h — înălțimea de suspendare de la pardoseală.

Datele care se scriu pentru explicitarea liniilor de transport și distribuție de energie electrică sînt reprezentate în fig. 43, *c*.

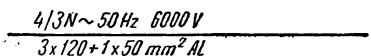


X $\frac{3 \times 40 W}{Ah}$ *C* *b*
(245)



d

Fig. 43. Exemple de inscripții prevăzute în standarde.



Deasupra liniei care reprezintă semnul convențional al liniei electrice se scriu: felul curentului, frecvența, tensiunea în volți pînă la 1 000 V și în kilovolți peste 1 000 V și polaritatea cînd este cazul. Sub linia care reprezintă semnul convențional al liniei electrice se scriu: numărul, secțiunea și materialul conductoarelor și lungimea liniei în kilometri.

Materialul din care este confecționată linia se notează prin simbolul chimic al metalului sau prin simbolul standardizat sau, în lipsă, prin simbolul uzual al aliajului folosit.

În fig. 43, *c* s-au dat următoarele exemple:

- linie electrică aeriană cu un circuit de curent continuu, 800 V, cu două conductoare de 250 mm² cupru, în lungime de 2 km;
- linie electrică subterană cu două circuite de curent alternativ, 50 Hz, unul de 6 kV, cu trei conductoare de 120 mm² cupru și altul de 220/127 V cu patru conductoare, trei active de 95 mm² și unul neutru de 50 mm² aluminiu, în lungime de 10,5 km;
- linie electrică sub apă cu un circuit de 110 kV curent alternativ 50 Hz, cu trei cabluri monofazate de 240 mm² cupru fiecare, în lungime de 1,9 km.

Indicarea caracteristicilor conductoarelor este reprezentată în fig. 43, *d*.

Următoarele caracteristici se indică deasupra liniei: natura curentului sau sistemul de distribuție, frecvența și tensiunea.

Următoarele caracteristici se indică sub linie, în următoarea ordine:

- dacă toate conductoarele sînt de aceeași secțiune, se va scrie inițial numărul acestora, apoi separat de acest număr prin semnul X, secțiunea fiecărui conductor;
- dacă nu toate conductoarele au aceeași secțiune, se va proceda ca mai sus cu fiecare grupă de conductoare de aceeași secțiune și se vor separa indicațiile privind grupe prin semnul +; în continuare se va scrie simbolul chimic al metalului conductorului.

În fig. 43, *d* sînt reprezentate următoarele exemple:

- circuit de curent continuu 220 V (110 V între fază și neutru), două conductoare de 50 mm², cu conductor neutru de 25 mm², cupru;
- circuit de curent alternativ trifazat, 50 Hz, 6 000 V, trei conductoare de 120 mm², cu conductor neutru de 50 mm², aluminiu.

Exemple de folosire a semnelor. Să analizăm câteva exemple (fig. 44 și 45), avînd în vedere următoarele:

— în fig. 44 și 45 sînt făcute trimiteri numerotate, care evident nu se trec în planurile reale de instalații, dar sînt necesare pentru simplificarea explicațiilor;

— exemplele de inscripții nu sînt date la toate liniile, pentru a nu se aglomera prea mult desenul.

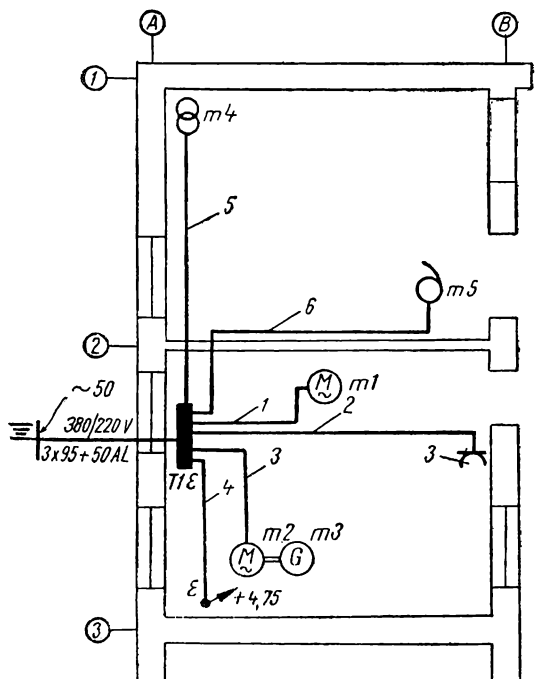


Fig. 44. Exemple de folosire a semnelor convenționale în planul unei rețele de forță.

Planul de rețea de forță (fig. 44) este întocmit pentru o parte a unei încăperi. La baza planului stă un desen de construcție simplificat pe care sînt arătate următoarele:

pereții exteriori, pereții despărțitori, ferestrele, canalul ușilor, schița fundației mașinilor și a utilajului tehnologic. În cercelete sînt notate axele clădirii. Pe una din direcții ele sînt notate prin literele *A, B*; pe cealaltă direcție ele sînt notate prin cifrele *1, 2, 3*. Este dat și nivelul pardoselei — 1,30 m, care arată că pardoseala se găsește cu 1,30 m sub nivelul luat drept reper (bază) în respectiva construcție (nivelul $\pm 0,00$).

Tabloul de distribuție *T1* este alimentat cu energie electrică printr-o linie electrică subterană cu un circuit de curenț

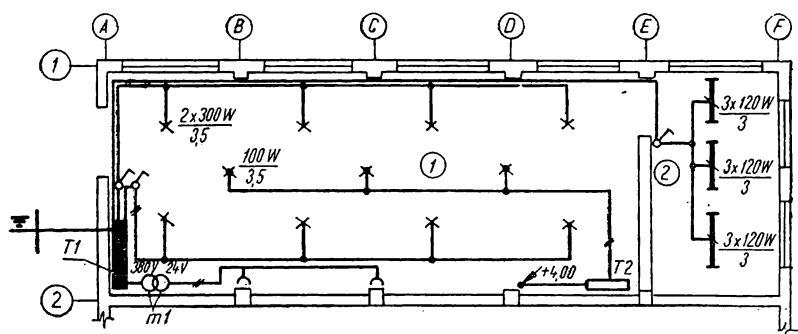


Fig. 45. Exemplu de folosire a semnelor convenționale în planul unei rețele de iluminat electric.

alternativ de 50 Hz cu trei conductoare de 95 mm², aluminiu și un conductor neutru de 50 mm², aluminiu.

De la tabloul de distribuție *T1* pleacă șase circuite:

- circuitul 1 alimentează motorul electric de acționare *m1*;
- circuitul 2 merge la o priză tripolară cu contact de protecție;
- circuitul 3 alimentează electromotorul de acționare al unui grup convertizor compus dintr-un motor asincron trifazat în scurtcircuit și un generator de curenț continuu;
- circuitul 4 care este montat îngropat și merge în sus de la cota -1,30 m la cota +4,75 m;

- circuitul 5 alimentează transformatorul $m4$;
- circuitul 6 alimentează autotransformatorul $m5$.

Pentru explicitarea componenței circuitelor, planul de forță este însoțit de un jurnal de cabluri și conducte, în care se arată pentru fiecare circuit în parte tipul cablurilor sau conductelor, secțiunea, materialul și lungimea circuitului.

Planul rețelei de iluminat (fig. 45) este întocmit pentru o porțiune din clădire formată din două încăperi numerotate pe plan cu 1 și 2. În plan au fost reprezentate tablourile de distribuție $T1$ pentru iluminatul de lucru și $T2$ pentru iluminatul de siguranță.

Tabloul de distribuție $T1$ este alimentat printr-o linie electrică subterană, iar tabloul de distribuție pentru iluminatul de siguranță $T2$ este alimentat printr-un circuit care vine de la cota $+4,00$ m.

În încăperea 1 iluminatul de lucru se face prin intermediul a două circuite având fiecare câte patru corpuri de iluminat; fiecare corp de iluminat este dotat cu câte două lămpi cu incandescență de 300 W, înălțimea de suspendare de la pardoseală fiind 3,5 m. Cele două circuite ale iluminatului de lucru au punctele de aprindere la intrarea în încăpere.

Iluminatul de siguranță se face numai în încăperea 1 prin intermediul unui singur circuit cu trei corpuri de iluminat; fiecare corp de iluminat are o lampă cu incandescență de 100 W, înălțimea de suspendare de la pardoseală fiind 3,5 m.

De la tabloul $T1$ este alimentat și transformatorul $m1$ de 380 V/24 V. La circuitul secundar al transformatorului $m1$ sînt racordate două prize bipolare.

În încăperea 2 este instalat un circuit pentru iluminat de lucru cu punctul de aprindere lîngă ușă. Iluminatul se face cu trei corpuri de iluminat, fiecare avînd câte trei lămpi cu luminiscență de 120 W, înălțimea de suspendare de la pardoseală fiind 3 m.

Pe circuitele din planuri se mai scriu: tipul conductoarelor din care sînt realizate, materialul, secțiunea și modul de instalare cu tipul și diametrul tubului în care se introduc conductoarele. Pentru simplificarea desenului, în fig. 45 aceste date n-au mai fost scrise.

1.5. Procedeeul de a găsi semnul necesar în cazurile cînd nu există în standard

Oricît ar fi de amplu întocmite, standardele nu pot răspunde la toate întrebările ce apar în practică. Tehnica are o evoluție rapidă, apar mereu aparate noi, dispozitive și mașini care trebuie notate în scheme fără a putea găsi respectivele semne în standarde.

Se realizează mereu tipuri noi de corpuri de iluminat. Apar tipuri noi de instalații electrice care se introduc, de exemplu, direct în elemente de construcție prefabricate. Adesea în schemă este necesar să se sublinieze poziția unui aparat, de exemplu a unei secționări etc. Cu alte cuvinte deseori apare nevoia de a utiliza un semn care nu există în standarde.

În asemenea cazuri trebuie să ne conducem după indicațiile din standarde și anume:

- semnele elementelor care nu sînt prevăzute în standarde se întocmesc pornind de la principiul de funcționare al elementului respectiv;

- semnele mașinilor, aparatelor și instrumentelor se întocmesc din semnele stabilite pentru elemente, cu respectarea principiilor de întocmire, acceptate pentru tipurile similare de mașini, aparate și instrumente;

- semnele unifilare sau simplificate ale mașinilor, aparatelor și instrumentelor neprevăzute în standarde se întocmesc în baza semnelor multifilare sau detaliate prevăzute în standarde, dar ieșirile lor se reprezintă unifilar;

- pentru citirea tuturor semnelor nestandardizate care pot fi explicate greșit, cum și a semnelor literale sau numerice nestandardizate, trebuie să se facă precizări pe desen sau în anexele la desenul respectiv (legenda, sau modul de decodificare a semnelor nestandardizate).

În cazul în care modul de decodificare nu este dat în desen, pe respectivul desen se indică în mod obligatoriu pagina în care se găsesc explicațiile de decodificare.

2. Simbolizarea elementelor în instalațiile electrice

2.1. Considerații generale

Problema simbolizării elementelor este mult mai importantă și mai complexă decât apare ea celor care nu au tăn-
gență cu simbolizarea elementelor în activitatea practică
de montaj, de reparații sau de exploatare.

În primul rînd fără simbolizarea elementelor este impo-
sibilă înțelegerea desenelor electrotehnice (v. subcap. 1.2.).
În al doilea rînd o simbolizare greșit întocmită sau greșit
înțeleasă poate duce la acțiuni inadmisibile sau chiar peri-
culoase pentru personalul respectiv. Aceste acțiuni pot duce
la scurtcircuite, conectări ale unor circuite în neconcordanță
de fază, introducerea nesincronizată a dispozitivelor de
automatizare.

Este necesar să se sublinieze faptul că simbolizarea nu
este necesară numai pe desene, ci și pe panouri, pupitre și
pe plăcile de legătură, pe aparate, pe mașini și instrumente,
la o serie de borne etc., deoarece fără simbolizare ele nu pot
fi determinate și nici corelate cu desenele.

STAS 7070-64 care stabilește sistemul de simbolizare a
circuitelor în instalațiile electrice a fost introdus la 1 octom-
brie 1965. Dar chiar și înainte de intrarea lui în vigoare
circuitele electrice se simbolizau de către instituțiile de pro-
iectare și de către uzinele constructoare de echipamente
electrice după anumite reguli. Trebuie să se țină seamă de

faptul că asemenea reguli „proprii“ de simbolizare există în mod practic într-o serie de instalații aflate în funcțiune și vor exista pînă la amortizarea sau pînă la înlocuirea completă a respectivelor instalații.

Este necesar să se știe că STAS 7070-64 stabilește sistemul de simbolizare a circuitelor de comandă, control și protecție a instalațiilor electrice de automatizare, adică este în special destinat schemelor elementelor componente ale diferitelor instalații. Pe lîngă acestea trebuie însă întocmite și planuri de motaj, scheme de cablaj (schemele legăturilor exterioare), cum și planuri de instalații electrice, simbolizînd ieșirile aparatelor, tuburile de montaj, cablurile, cutiile de legături și de ramificații, stîlpii etc.; toate acestea nu sînt prevăzute însă de STAS 7070-64.

S-a complicat mult simbolizarea elementelor și datorită trecerii la metodele de montaj industrial. Este vorba de faptul că au început să se fabrice pentru prima dată produse tipizate unificate de către uzinele din industria electrotehnică, pentru utilizarea în mare serie în condiții foarte variate și simbolizarea acestor produse nu poate coincide evident cu simbolizarea din schemele elementare concrete.

În al doilea rînd, instalația electrică se completează (asamblează) din cîteva produse tipizate, produse de diferite întreprinderi. Fiecare din acestea își simbolizează produsele după comoditate. Cînd toate aceste produse se asamblează pe o singură platformă de motaj, la racordarea lor apar greutăți

În instalațiile electrice se folosesc tot mai adesea relee telefonice și relee cod, selectoare, dispozitive cu semiconductoare, tuburi electronice și alte semifabricate, unele atît de mici, încît nici nu există loc pentru simbolizare. În asemenea cazuri apare nevoia unui sistem convențional de determinare (numerotare) a contactelor terminale (ieșirilor). Deci, apar complicații, care necesită o activitate de proiectare atentă, explicații clare pe desene, sau în anexele la diferite desene, cum și o deosebită atenție la executarea inscripției.

În subcap. 2.2 se analizează regulile pentru întocmirea documentației tehnice desenate în instalațiile de automatizare, iar în subcap. 2.3 sînt date exemple ale unora dintre cele mai răspîndite moduri de simbolizare.

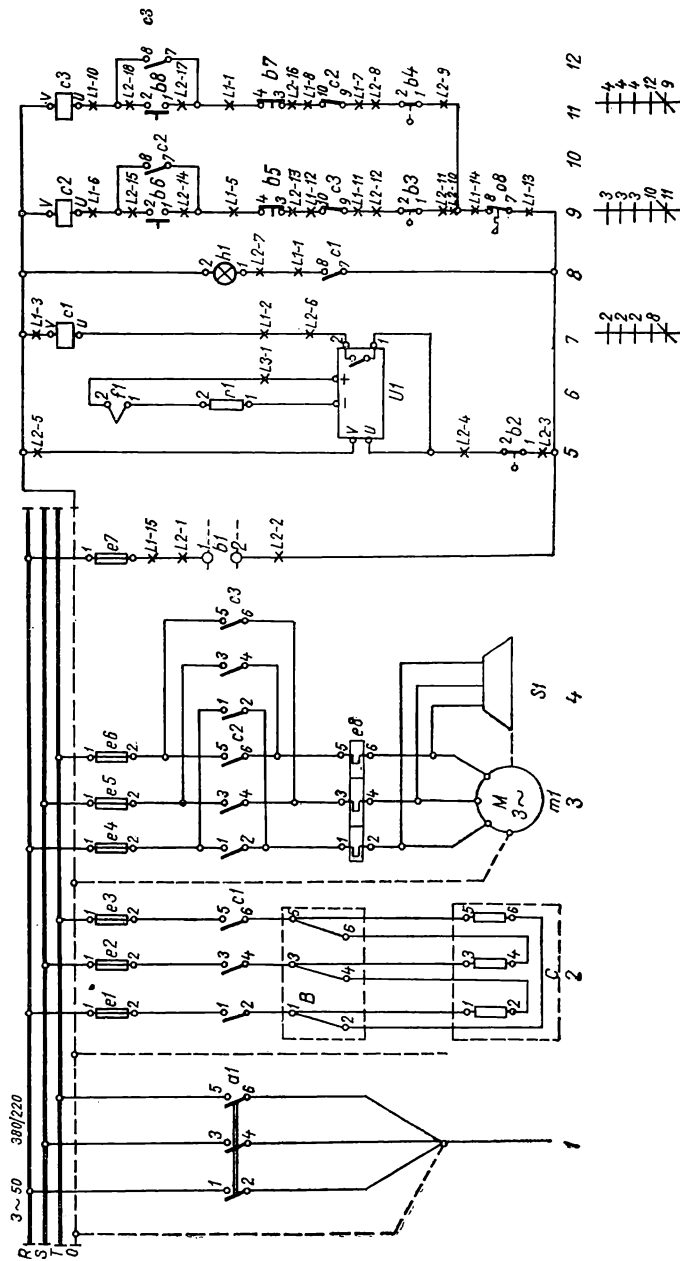


Fig. 46. Simbolurile folosite în scheme desfășurate, după principiul clemelor.

Familiarizarea cu aceste semne de simbolizare va ajuta cititorii, permițându-le să se orienteze în diferite cazuri concrete. Evident că materialul din subcap. 2.3 nu cuprinde toate variantele posibile și bineînțeles nu este obligatoriu.

2.2. Instalații de automatizare. Reguli pentru întocmirea documentației tehnice desenate

STAS 7070-64 stabilește reguli pentru întocmirea pieselor componente ale documentației tehnice desenate folosite în execuția instalațiilor de automatizare, dar nu se extinde la sistemul de simbolizare din instalațiile de telecomunicații și radiocomunicații și nici într-o serie de alte instalații speciale.

Porțiunile de circuite se marchează independent de numerotare sau de semnele convenționale ale bornei, aparatului sau instrumentului la care sosește (sau pleacă) capătul conductorului simbolizat. Porțiunile de circuite separate de contactele aparatelor, de bobinele releelor, de înfășurările mașinilor electrice, de rezistențe etc. se consideră porțiuni (sectoare) separate și au marcă diferită. Porțiunile care converg într-un singur nod al schemei elementare, cum și cele care trec prin conexiuni demontabile (fișe), se marchează în mod identic.

Conductoarele în schemele de montaj și porțiunile ce le corespund în schemele elementare au marcă identică,

Marcarea elementelor este constituită dintr-o serie de numere succesive, iar în cazurile când este necesar, conține și o anexă literală sau numerică. Pentru semnele numerice trebuie folosite cifre arabe, iar pentru cele literale trebuie folosite litere mari de tipar.

Marcarea conductoarelor și clemelor în scheme. Simbolizarea conductoarelor și clemelor se va face după unul din principiile următoare:

- principiul bornelor și clemelor (fig. 46);
- principiul nodurilor (fig. 47);
- principiul mixt (fig. 48).

În sistemul de marcă după principiul bornelor și clemelor, se marchează numai conductoarele care trec prin cleme.

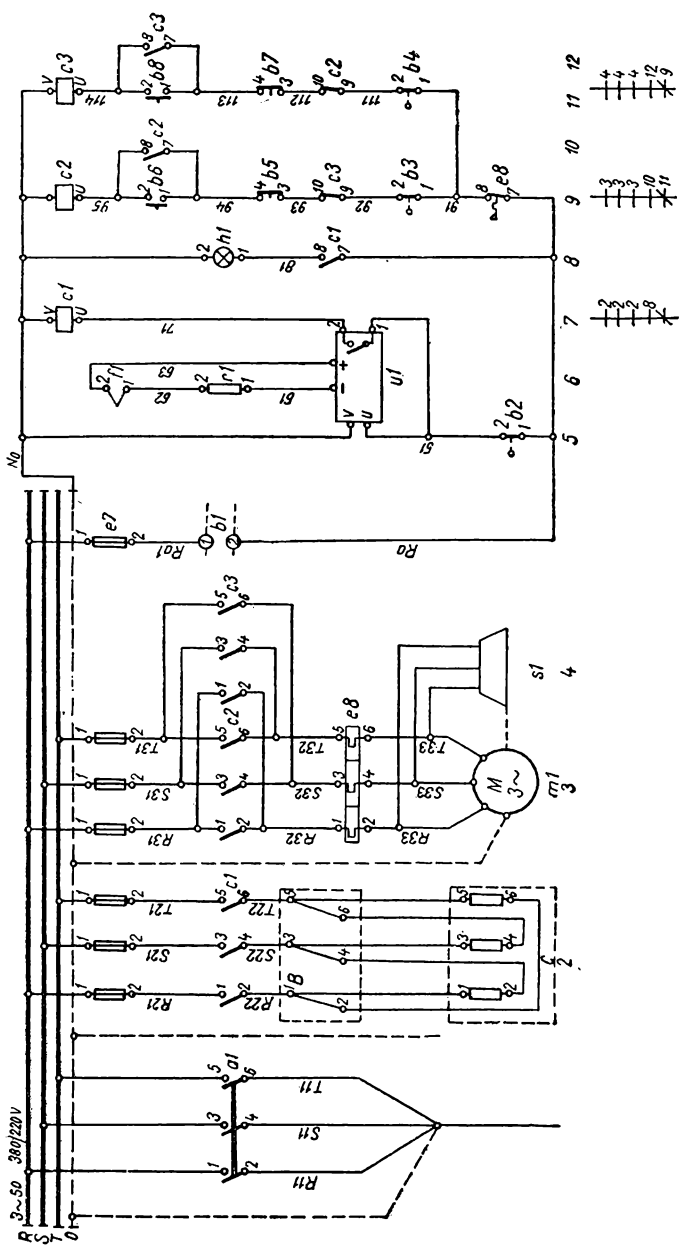


Fig. 47. Simbolurile folosite în scheme desfășurate, după principiul nodurilor.

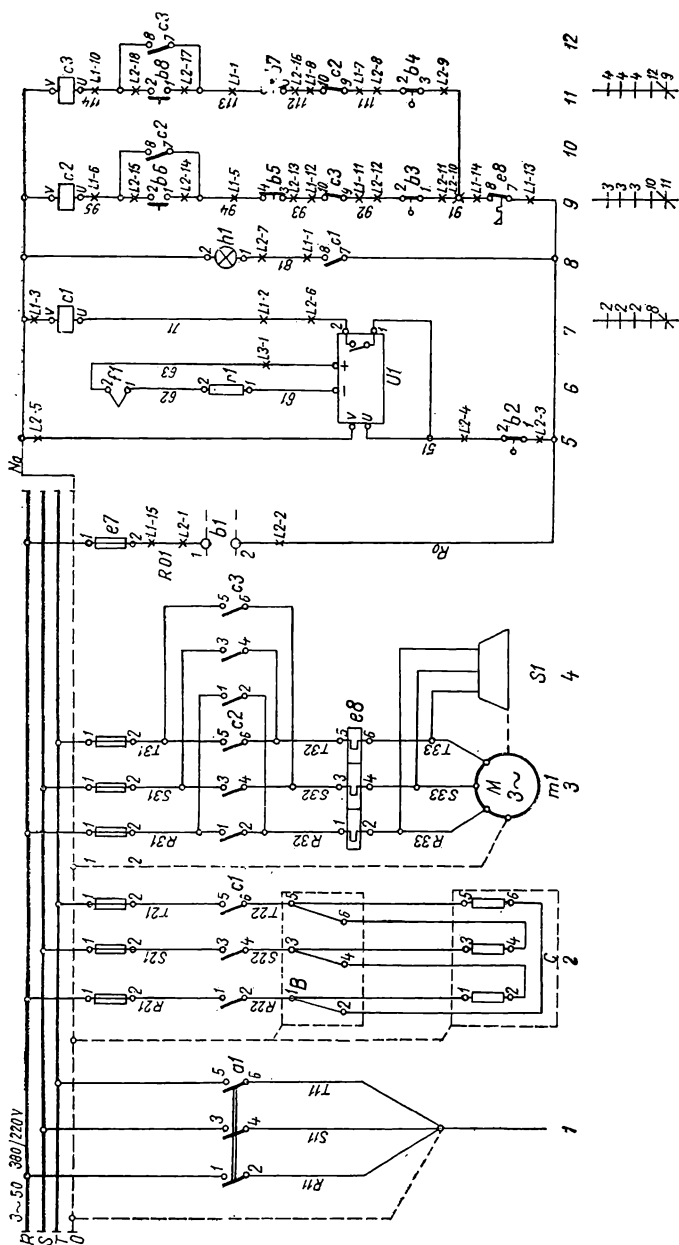


Fig. 48. Simbolurile folosite în scheme desfășurate, după principiul mixt.

Se marchează şirul de cleme şi numărul clemei din şirul respectiv, avîndu-se în vedere că în fiecare şir clemele se montează în ordinea crescîndă a numerelor.

În sistemul de marcare după principiul nodurilor se marchează toate nodurile. Se recomandă ca numărul nodului să se compună din numărul circuitului şi numărul de ordine al nodului pe circuitul respectiv.

Circuitele care au mai mult de nouă noduri se vor marca cu două sau cu mai multe numere consecutive, iar numerotarea nodurilor se va face în consecinţă. În circuitele primare, înaintea numărului nodului se trece o literă mare, care indică faza pe care este montat nodul respectiv. În circuitul baretelor, înaintea numărului nodului se va trece o literă mare şi cifra zero, indicînd faza pe care este montat.

În sistemul de marcare după principiul mixt se marchează, pe lângă numerele nodurilor şi mărcile clemelor. Acest sistem este recomandat pentru instalaţiile de automatizare de mare complexitate.

Simbolizarea conductoarelor şi clemelor în schema de legături. Simbolizarea conductoarelor se face la ambele capete cu adresa la care se leagă capătul opus. Adresa capătului opus diferă după principiul de simbolizare adoptat în schema desfăşurată după cum urmează:

— în principiul de marcare a clemelor (fig. 49), adresa este formată din simbolul aparatului şi numărul bornei la care se leagă capătul opus;

— în principiul de marcare al nodurilor (fig. 50) sau mixt (fig. 51) adresa este formată din numărul de nod al conductorului şi simbolul aparatului sau clemei, respectiv şirul de cleme la care se leagă capătul opus.

În realizarea fizică a acestui sistem conductoarele sînt simbolizate numai cu numerele nodurilor respective.

Semnele convenţionale ale bornelor aparatelor şi instrumentelor. La aparatele şi instrumentele la care se conectează conductoarele circuitelor marcate, semnele convenţionale se pot trece lângă bornele aparatelor respective aşa cum se arată în fig. 46—51.

Amplasarea simbolurilor elementelor. Pe schemele desfăşurate marca se trece deasupra porţiunii conductorului, cînd circuitele sînt situate orizontal sau în dreapta conduc-

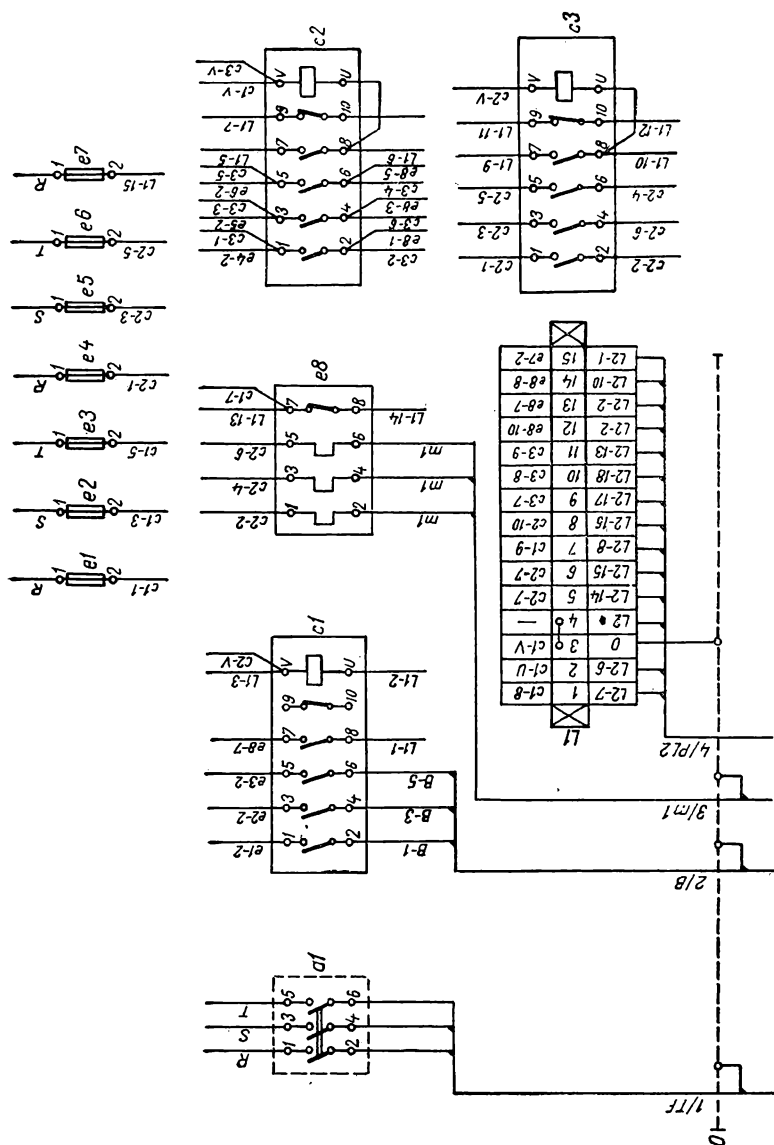


Fig. 49. Simbolurile folosite în scheme de legături, după principiul clemelor.

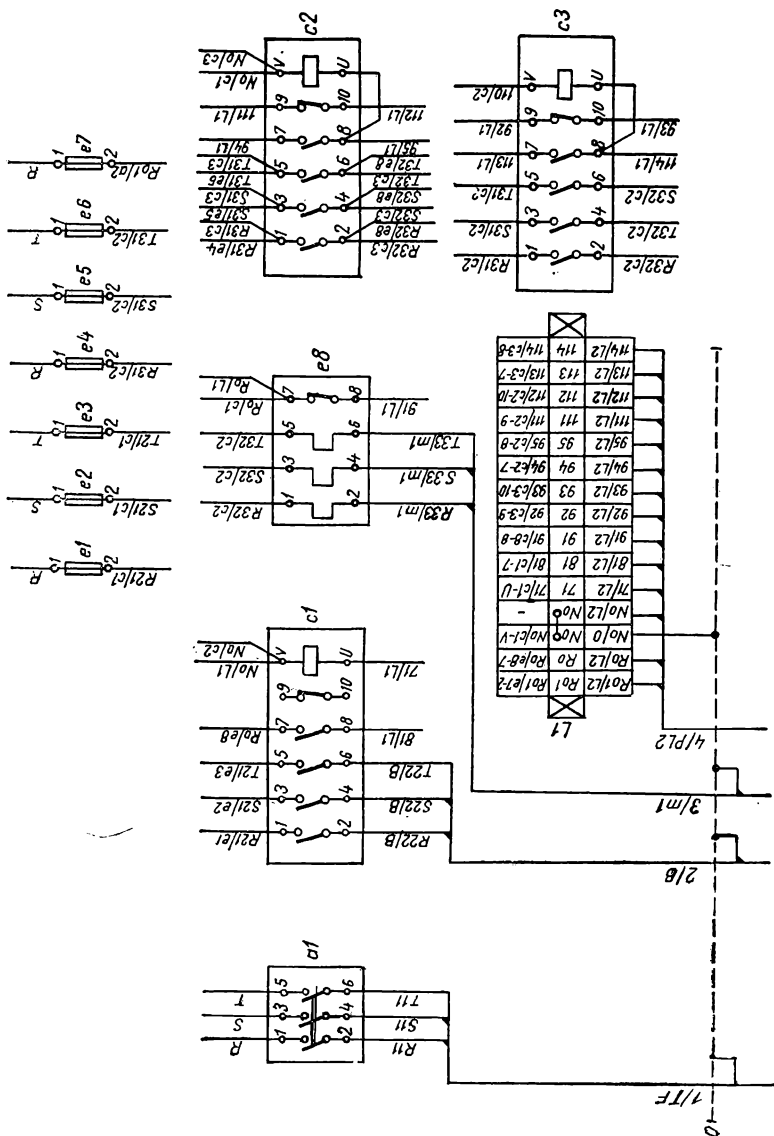


Fig. 50. Simbolurile folosite în scheme de legături, după principiul nodurilor.

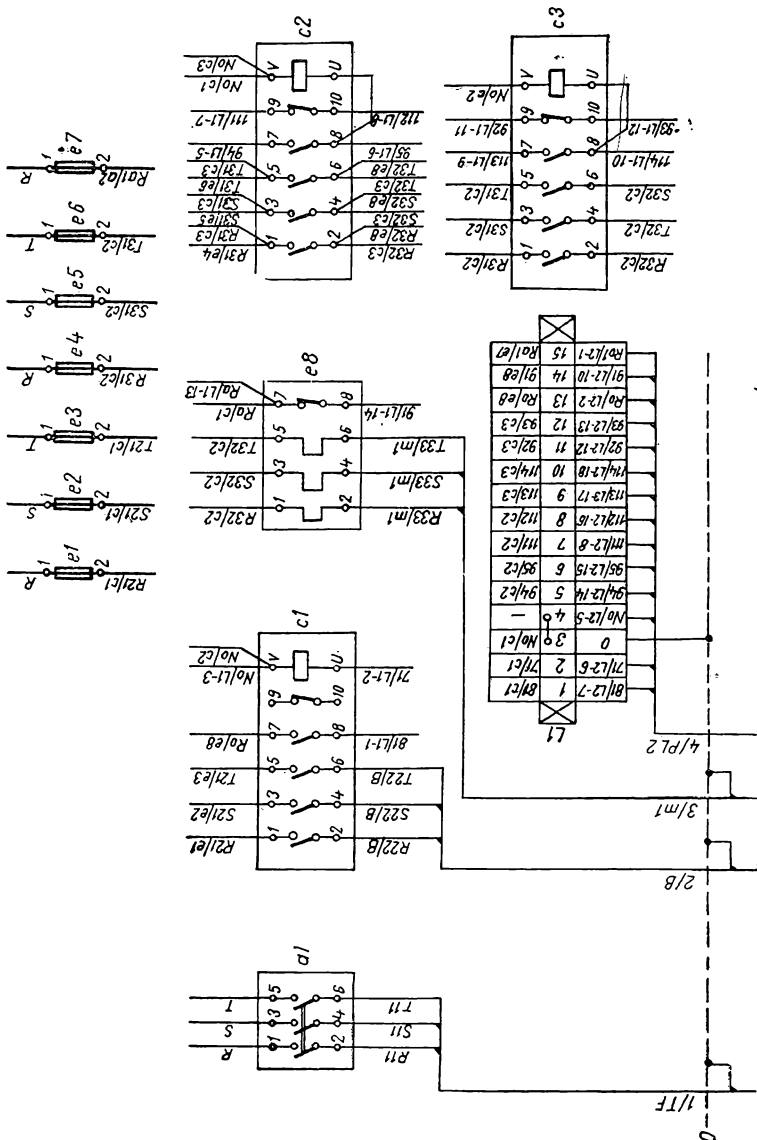


Fig. 51. Symbolurile folosite în scheme de legături, după principiul mixt.

torului la marcarea clemelor și în dreapta și stînga conductorului la marcarea nodurilor și mixtă în cazul amplasării verticale.

În schemele de legături marcarea conductoarelor se trece deasupra conductorului cînd circuitele sînt situate orizontal și în stînga conductorului în cazul amplasării verticale.

2.3 Moduri de simbolizare și marcarea întîlnite în practică

Simbolizarea aparatelor de către fabrica constructoare. Se indică: seria, tipul, execuția, numerotarea bornelor, cum și datele tehnice principale (numărul de contacte, schema de conexiuni, felul curentului, valoarea tensiunii, numărul de poli etc.). Astfel, în fig. 52, *a* și *b* sînt date exemple de releee fabricate în U.R.S.S. din aceeași serie PE6, însă executate după diferite normative tehnice. Releeele din fig. 52, *a* au o schemă, iar releeele din fig. 52, *b* au alta. Releeele din fig. 52, *a* sînt dimensionate pentru diferite tensiuni: 127 V și 220 V curent alternativ. Releeele din fig. 52, *b* au bobinaj de curent continuu de 24 V, însă unul din ele este în execuție închisă, iar celălalt în execuție deschisă. Numerotarea bornelor de constructori este 1—18.

În fig. 52, *c* este reprezentat sistemul de simbolizare de constructori a contactorului din seria KP-1, fabricat în U.R.S.S.

În fig. 52, *d* este ilustrată simbolizarea comutatoarelor universale din seriile UP 5312 și UP 5812 fabricate în U.R.S.S. Toate sînt asamblate după aceeași schemă 128, însă au diferite execuții: UP5312-S128 și UP5312-A128 în execuție deschisă, iar UP5812-S128 și UP5812-A128 în execuție protejată împotriva exploziilor. În afară de aceasta, la comutatoarele UP5312-A128 și UP5812-A128 mînerul este cu autorevenire în poziția inițială. La comutatoarele UP5312-S128 și UP5812-S128 mînerul se fixează la fiecare 45°.

Exemplele expuse sînt suficiente pentru a ne convinge că fiecare semn (literă, cifră) din simbolizarea de constructori a aparatelor are o semnificație bine determinată. De aceea, înlocuirea unui aparat prin altul, chiar și în cazul unei diferențe mici în normativul tehnic trebuie efectuată cu grijă.

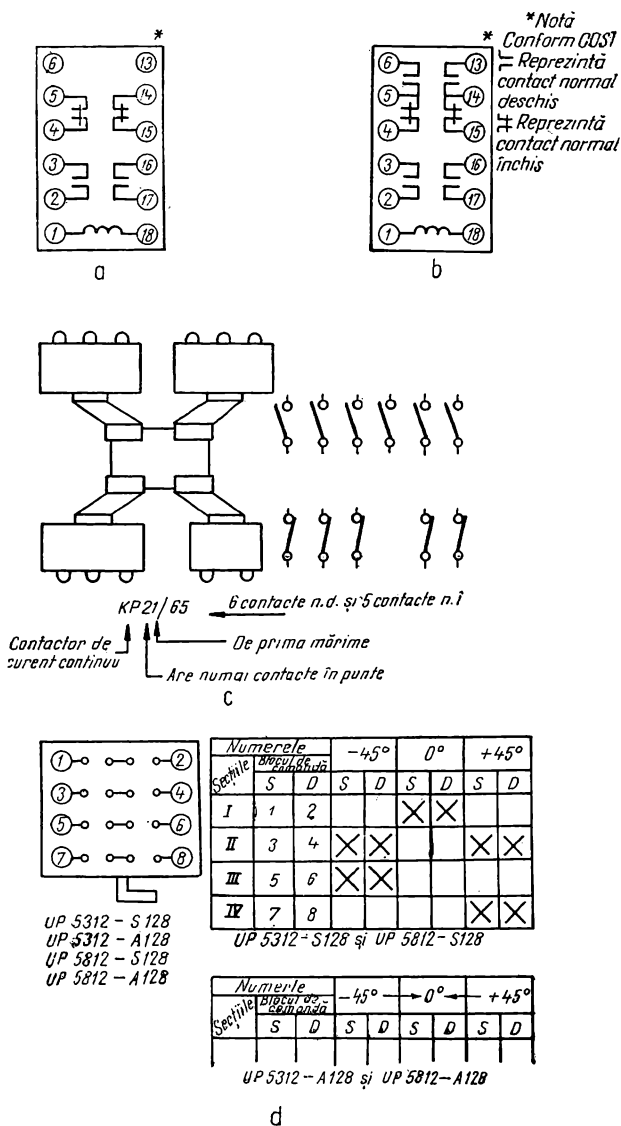


Fig. 52. Simbolurile uzinelor constructoare de aparate și produse complexe.

Simbolizarea și marcarea produselor prefabricate de fabrica constructoare. Industrializarea producerii instalațiilor electrice a dus la fabricarea în masă a produselor prefabricate: celule tip, din care se assemblează instalațiile de distribuție, posturi de comandă etc. Fiecare produs are o simbolizare tip, care caracterizează proprietățile lui principale, iar uneori chiar și particularitățile constructive, domeniile principale de utilizare, locul de fabricație etc.

La fel cum simbolizarea de constructori (plăcuțele de fabricație) a diferitelor aparate se formează după un anumit sistem, și simbolurile tip ale produselor prefabricate nu sînt făcute la întîmplare,

Exemplu de produs prefabricat și anume bloc de comandă BU5128-13A2 fabricat în U.R.S.S. cu explicarea sistemului de simbolizare, este reprezentat în fig. 53. În plăcuțele pentru inscripții se adaugă semnele necesare (cifrele, literele). Bornele produselor prefabricate, destinate legăturilor exterioare au simbolul cifric (1, 2, 3, 5, 7...35, 37...53), iar uneori simbolul din litere și cifre, de exemplu L1, L11, L2, L12, L3, L13, S1, S2, S3.

Marcarea bornelor mașinilor electrice și transformatoarelor. Procesul se efectuează după un anumit sistem și este condiționat de standardele corespunzătoare. Astfel, de exemplu, începuturile înfășurărilor de tensiune superioară la transformatoarele trifazate se notează prin literele U, V, W iar sfîrșiturile prin literele X, Y, Z; bornele înfășurărilor de tensiune inferioară se notează analog prin u, v, w și x, y, z .

Marcarea aparatelor în scheme. În aceeași schemă se folosesc, de regulă, cîteva aparate de același tip și pentru a face între ele distincția, aparatelor li se atribuie simbolizarea pentru scheme, alcătuită din litere și cifre.

Aparatele și mașinile se marchează prin simbol literal indicînd grupa din care fac parte acestea, conform tabelului 2 (din STAS 7070-64).

Pentru a determina numărul de ordine al aparatului sau al mașinii din grupa respectivă, fiecare marcă va fi urmată de un număr de ordine. În fig. 46, 47 și 48 se dau exemple de marcarea a aparatelor și mașinilor.

Este foarte important să se știe că în instalațiile electrice nu pot exista aparate fără simbolizare și marcarea și că fie-

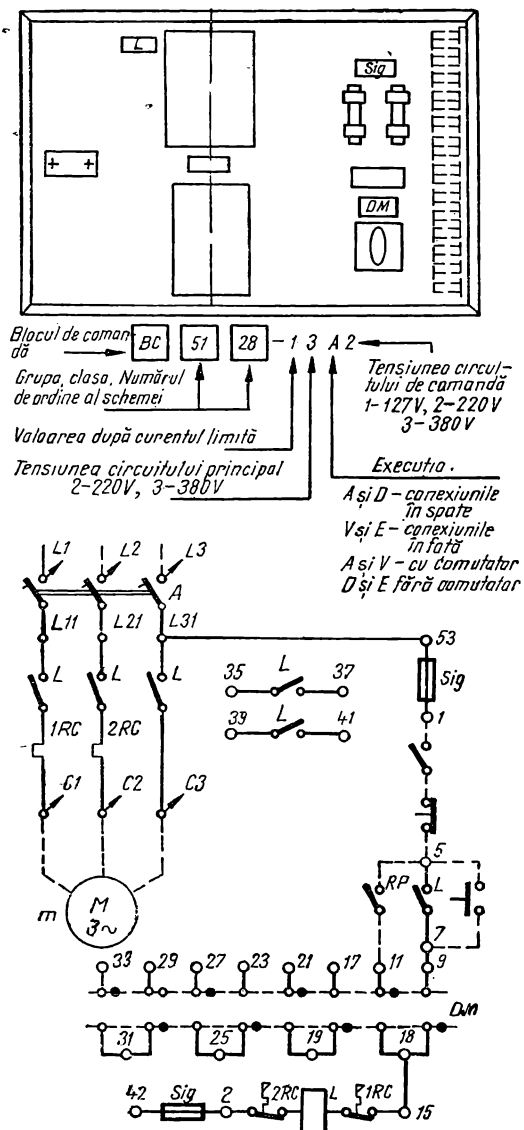


Fig. 53. Simbolurile uzinelor constructoare de aparate și produse complexe.

Tabelul 2

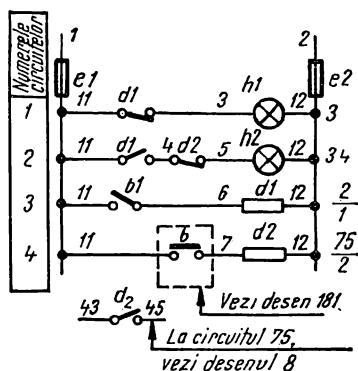
Grupa de aparate sau mașini	Simbolul	Exemple
Înteruptoare		Separatoare, întreruptoare de putere, întreruptoare automate, echipamente pentru pornire automată
Înteruptoare auxiliare	<i>b</i>	Înteruptoare de comandă, butoane de comandă, chei de comandă și separare, fișe de prize, contacte acționate de parametri neelectrici (microîntreruptoare, limitatoare de cursă, presostate, relee de curgere, termostate)
Contactoare	<i>c</i>	Contactoare de putere
Contactoare auxiliare	<i>d</i>	Contactoare (relee) de comandă, relee de timp etc.
Dispozitive de protecție	<i>e</i>	Siguranțe, declanșatoare primare, relee de protecție, relee de gaze (Bucholz) etc.
Transformatoare de măsură și traducătoare	<i>f</i>	Transformatoare de curent. de tensiune etc.
Aparate de măsurat	<i>g</i>	Ampermetre, voltmetre etc.
Avertizoare luminoase și acustice	<i>h</i>	Avertizoare optice, relee de semnalizare, contoare numerice, sonerii, hupe, lămpi de semnalizare etc.
Condensatoare și bobine	<i>k</i>	Condensatoare de tot felul, reactanțe inductive, bobine de filtrare etc.

Tabelul 2 (continuare)

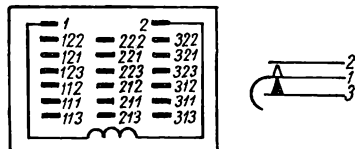
Grupa de aparate sau mașini	Simbolul	Exemple
Mașini și transformatoare	<i>m</i>	Generatoare, motoare, convertizoare, transformatoare etc.
Redresoare	<i>n</i>	Instalații și aparate redresoare
Tuburi electronice, semiconductoare etc.	<i>p</i>	Tuburi cu vid sau cu gaz, semiconductoare, diode etc.
Rezistențe		Rezistențe de pornire, de cîmp, de frinare, potențiometre, șunturi etc.
Alte dispozitive de acționare	<i>s</i>	Cuplaje de frîne magnetice, electromagneți de ridicare, servomotoare electrice
Dispozitive complexe	<i>u</i>	Dispozitive complexe formate din aparatele specifice din acest tabel. De exemplu: instalații de încercare, aparate de încărcat acumulate, instalații de comandă sau de apel, cum și toate părțile instalațiilor care nu sînt cuprinse în aparatele specificate în acest tabel
Elemente logice	<i>y</i>	Elemente fundamentale ale sistemelor de comutație statică („TIMP“, „NICI“)
Armături mecanice diverse		Diverse robinete, vase de condensare sau separație, filtre de aer etc.

cărui aparat i se atribuie o marcă proprie. Cu alte cuvinte, în scheme nu trebuie să existe două aparate cu aceeași marcă.

Marcarea conductoarelor în schemă. Cînd conductoarele sînt marcate, fiecărei porțiuni a circuitului i se atribuie un



a.



b

Fig. 54. Mărcile elementelor în schemă. Numerotarea circuitelor. Semnele unităților de montaj.

număr. La trecerea printr-un contact, rezistență, o siguranță, o înfășurare (cu alte cuvinte dacă poate avea loc o modificare substanțială a potențialului) numărul se schimbă. Astfel, de exemplu, în fig. 54, a, în partea stîngă, pînă la siguranță, conductorul are simbolul 11, iar după siguranță 11. La trecerea prin contactul releului d1 (circuitul 1) simbolul s-a schimbat de la 11 la 3, însă întreaga porțiune a circuitului de la contactul releului d1 pînă la lampa h1 are

același simbol 3. După lampă, simbolul s-a schimbat în 12 etc.

Marcarea bornelor aparatelor în scheme. Efectuind marcarea conductoarelor s-a realizat deja marcarea bornelor aparatelor. Într-adevăr, bornele contactelor releului *d1* au căpătat mărcile 11 și 3, 11 și 4; marca bobinei releului *d1* este 6 și 12 etc.

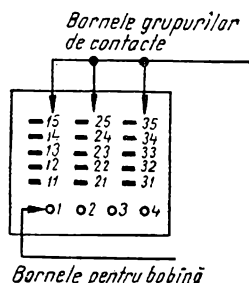
Marcarea locurilor bornelor. Pe panouri și tablouri, unde se montează aparate relativ mari și șiruri de borne, iar legăturile se execută prin conducte cu secțiunea 1,5 mm² și mai mare, marcarea se face pe etichetele terminale, pe panou în apropierea bornelor etc. În unele cazuri însă nu există loc pentru scrierea mărcilor. De exemplu, în telefonie și telemecanică se folosesc larg releele care au pînă la 20 de borne la care conductoarele subțiri sînt conectate prin lipire. În aceste cazuri numerotarea locurilor posibile ale bornelor se face convențional. Astfel, în fig. 55 este reprezentată schematic partea de montaj a releului, care poate avea trei grupuri de contacte, iar fiecare grup poate fi alcătuit din cinci lamele resort de contact. De aceea, locurile lamelor resort din primul șir se numerotează 11—15. În șirul al doilea 21—25 și în cel de al treilea 31—35. Este comodă numerotarea lamelor de resort de jos în sus și nu de sus în jos. În acest caz la adăugarea lamelor resort simbolul vechi se completează numai cu numere noi, și nu trebuie să se facă o nouă simbolizare. Pentru conectarea bobinelor sînt destinate bornele 1—4.

La numerotarea lamelor resort ale releelor cod se ia uneori drept bază „tripletul” — grupul de contacte comutatoare, care este reprezentat în partea dreaptă a fig. 54, *b*. Lamelelor li se atribuie numere permanente și anume: lamela comună 1, lamela contactului de închidere 2, a contactului de deschidere 3. Grupul de contacte (coloana) poate fi constituit din cîteva triplete, numerotat de jos în sus. În sfîrșit, releul poate avea mai multe grupuri de contacte. Ele se numerotează de la stînga spre dreapta dacă releul este privit dinspre partea montajului. Ca rezultat, numărul lamelei este alcătuit din trei cifre: în stînga numărul de ordine al grupului de contacte (coloanei), la mijloc numărul de ordine al tripletului, în dreapta numărul permanent al lamelei,

adică 1, 2 sau 3 în funcție de destinația ei. Releul cu trei grupuri de contacte, alcătuite din „triplete” este reprezentat tot în fig. 54, b (stînga).

Mărcarea de adresă. Marcarea de adresă a început să se folosească larg în prezent la întocmirea schemelor de legături (fig. 49, 50 și 51). În sistemul mărcării de adresă sînt date

Fig. 55. Sistemul de numerotare a bornelor aparatelor de dimensiuni mici.



numai adresele: directă și inversă. Astfel, conductorul care se leagă la borna 8 a releului e8 (fig. 49) are înscris pe el adresa L1—14, adică numărul clemei din șirul L1 la care trebuie conectat conductorul. La cleva L1—14 este scrisă adresa inversă adică e8—8.

Numerotarea circuitelor. În schemele reprezentate prin procedeul desfășurat este comodă numerotarea circuitelor (v. fig. 46, 47 și 48 numerele 1...12). Numerotarea circuitelor ușurează descrierea schemelor, concretizează inscripțiile de pe desene (de exemplu, contactele contactorului c1 din fig. 46 intră în circuitele 2 și 8) și permite să se indice în apropierea reprezentării bobinei aparatului în ce circuite intră contactele lui, iar în apropierea reprezentării contactelor să se facă referirea la circuitul în care este introdusă bobina.

Conform prevederilor STAS 7070-64 fiecare circuit este marcat cu un număr de ordine. Circuitele polifazate de energie sînt marcate cu același număr pentru toate fazele.

Pentru instalațiile la care se întocmesc mai multe scheme desfășurate, circuitele se numerotează în continuare. Se admite rezervarea pentru fiecare schemă a unui număr de circuite libere pentru eventuale completări.

În dreptul circuitului fiecărui element de comandă sau execuție, contactele lui se reprezintă simbolic, iar în dreptul fiecărui simbol se scrie circuitul în care lucrează contactul respectiv. Pe schemă se înscrie, în caz de necesitate, în dreptul contactelor, între paranteze, numărul circuitului în care se află elementul de acționare a contactului respectiv.

Marcarea tuburilor și cablurilor. Aceasta nu coincide, deoarece în același tub se plasează, de obicei, mai multe cabluri și totodată același cablu sosește la cutia de derivație într-un tub, iar din cutie trece în alt tub. Marcarea trebuie efectuată atât la tuburi, cât și la cabluri și pentru a nu încurca marcarea tubului și cablului trebuie să se respecte un sistem riguros de amplasare a inscripțiilor.

Concluzii. Desenele electrotehnice conțin numeroase inscripții cifrice și literale avînd o importanță foarte mare. De aceea, înainte de a întocmi schemele, trebuie în primul rînd, să fie bine gîndit sistemul de semne și de simbolizări, în al doilea rînd, să se respecte riguros sistemul adoptat și în al treilea rînd, să se expună acest sistem destinatarului. Nu trebuie să se uite că sistemul de structurare a marcării este condiționat într-o măsură considerabilă de standarde (STAS 7070-64), iar indicațiile standardelor sînt obligatorii pentru toți.

Marcarea se trece nu numai pe desene, ci și în natură: pe aparate, panouri, borne, terminațiile conductelor, cablurilor etc. Marcarea complexă adesea nu poate fi amplasată din lipsă de loc. De aceea, marcarea conținînd peste patru semne este incomodă.

Marcarea aparatelor nu se poate face pe husele lor demontabile, deoarece după revizie este ușor să se încurce husele aparatelor de același tip.

Dacă pe un singur panou (pe un singur tablou etc.) sînt amplasate schemele cîtorva racorduri cu marcă asemănătoare, schemele separate trebuie delimitate clar, de exemplu printr-o linie.

Stațiile și posturile de distribuție, de regulă, funcționează fără personal de tură permanent, fiind deservite de către personalul mobil. În aceste condiții este deosebit de importantă rigurozitatea sistemului și uniformitatea executării mărcilor la toate obiectele.

În schemele cu acționări multiple, ale liniilor automate și ale altor instalații cu blocare mutuală a mai multor mecanisme este foarte utilă întocmirea semnelor, astfel, încît ele să indice clar că un element sau altul (de exemplu contactul de blocare) intră în schema unui alt aparat.

La montare este comodă folosirea conductelor colorate, atribuind fiecărei culori o anumită semnificație.

3. DESENE ELECTROTEHNICE

3.1. Denumirile schemelor

Diviziunea muncii între executanții instalațiilor electrice, specializarea executanților și, în sfârșit, diferența dintre scopurile unei lucrări sau ale alteia, au dus la crearea mai multor genuri de scheme.

Pentru instalațiile de automatizări electrice STAS 7070-64 stabilește regulile pentru întocmirea documentației tehnice desenate. Acest standard se aplică cu caracter experimental și la instalațiile electroenergetice, dar nu se referă la instalații de telecomunicații și instalații pentru siguranța circulației feroviare.

Documentația tehnică desenată se clasifică în următoarele grupe: scheme funcționale, scheme de montare, planuri de montare și documente generale.

Schemele funcționale se clasifică în:

- schema tehnologică cu automatizări;
- schema bloc;
- schema de alimentare (cu energie electrică, cu aer etc.);
- schema desfășurată;
- diagrame funcționale.

Schemele de montare se clasifică în:

- schema de conexiuni interioare;
- tabele de conexiuni interioare;
- scheme de conexiuni exterioare;
- tabele de conexiuni exterioare.

Planurile de montare se clasifică în:

- planuri de montare a aparaturii pe echipamente;
- scheme sinoptice, tabele cu texte de etichete și alte elemente necesare realizării echipamentului;
- scheme de amplasamente și trasee;
- planuri de montare a echipamentului electric și a aparaturii locale.

Documentele generale se clasifică în:

- specificație echipamente;
- specificație agregate și aparate locale;
- specificație aparate de pe echipament;
- fișe tehnice;
- jurnal de cabluri și conducte.

3.2. Scheme funcționale

Schema tehnologică cu automatizări reprezintă elementele instalației automatizate cu legăturile funcționale, pe care sînt figurate elemente și circuite ale instalației de automatizare.

Schema bloc (fig. 57) cuprinde elemente ale instalației de automatizare, cu legăturile funcționale dintre ele, din care rezultă principiul de funcționare a circuitelor. Ansamblurile funcționale se reprezintă prin figuri geometrice simple, simbolizate conform principiilor din cap. 2. Legăturile dintre ansambluri se trasează prin linii drepte, pe care este simbolizat, prin săgeți, sensul de circulație al diverselor mărimi.

Schema de alimentare cuprinde alimentarea cu energie a instalației de automatizare, recomandîndu-se să cuprindă și legenda elementelor din schemă.

Schema desfășurată (fig. 46—48) cuprinde legăturile dintre aparate sau dintre elemente componente ale acestora, legate între ele în ordinea funcțională.

Pe schemele desfășurate, se recomandă să se includă legenda care să explice funcțiunile elementelor. Elementele din legendă se înscriu pe verticală [de sus în jos, în ordine alfabetică și numerică a simbolurilor. În caz de necesitate, ele se pot grupa și după locul de amplasare.

Schema desfășurată este compusă din circuite așezate în ordinea logică, pentru a permite înțelegerea ușoară. Se admite ca aparatele complexe să fie reprezentate ca un bloc.

Pentru schemele desfășurate electrice de comenzi și interblocări, se recomandă ca circuitele să fie desenate între două linii orizontale reprezentând sursa de alimentare a circuitelor de comandă. Bobinele dispozitivelor de comandă, lămpile de semnalizare, hupele etc., vor fi figurate în apropierea liniei orizontale inferioare. Fiecare circuit se marchează cu un număr de ordine. În acest context, se denumesc circuite toate liniile verticale pe care se reprezintă consumatori sau contacte acționate de consumatori. Circuitele polifazate de energie se vor marca cu același număr pentru toate fazele. În cadrul aceleiași scheme desfășurate, circuitele se numerează în continuare.

În dreptul circuitului fiecărui element de comandă sau execuție (bobină) contactele lui se simbolizează, iar în dreptul fiecărui contact se înscrie circuitul în care lucrează contactul respectiv. Pe schemă se înscrie, în caz de necesitate, în dreptul contactelor, sub formă de fracție, simbolul contactului supra numărul circuitului în care se află elementul de acționare a contactului respectiv.

Schema desfășurată va cuprinde la partea inferioară sau superioară o manșetă, în care se înscrie funcțiunea fiecărui circuit sau grup de circuite. Înscrierea funcțiunii se poate face și cu semne convenționale standardizate sau nestandardizate și explicitate în proiect.

Dacă este necesar, în schemele desfășurate se indică date care să permită o informare rapidă, ca de exemplu: puterea motoarelor, curenții nominali ai siguranțelor fuzibile, mărimea rezistențelor și a condensatoarelor, tensiunile punctelor de control, diagramele funcționale ale unor elemente (comutatoare, controlere) etc.

Schema desfășurată poate fi fragmentată în formate A4 sau A3, păstrându-se continuitatea numerotării circuitelor și a simbolurilor. Legenda echipamentului și diagramele funcționale pot fi date o singură dată, la prima planșă, sau pe fiecare format în parte.

Diagrama funcțională (de secvențe) cuprinde stările de funcționare succesive a instalației, cu sau fără valori de in-

tervale de timp sau spațiu între operațiile succesive, într-o ordine determinată, începînd de la o anumită stare, pînă la revenirea pentru prima oară în aceeași stare. Diagramele funcționale se întocmesc numai dacă este necesară explicarea funcționării instalației de automatizare.

3.3. Scheme de montare

Schema de conexiuni interioare (fig. 49, 50, 51) constituie desenul de execuție pentru realizarea legăturilor dintre aparate și dintre acestea și șirurile de cleme din interiorul tablourilor, pupitelor de comandă, ansamblurilor. Pentru reprezentarea aparatelor pe schemele de conexiuni interioare, se recomandă păstrarea pozițiilor lor relative, fără a se respecta o anumită scară a desenului.

Clemele se așază în șirurile din care fac parte, în ordinea crescîndă a numerelor. Conductoarele și conductele se pot trasa numai prin capetele de legătură de la bornele aparatelor sau șirurilor de cleme. Se permite ca în cazul desenării tilelor să nu se figureze nici capetele de legături. Printr-o notă sau legendă se specifică secțiunea conductoarelor; se recomandă să se indice și culoarea izolației acestora.

Tabelul de conexiuni interioare reprezintă legăturile dintre aparate și dintre acestea și șirurile de cleme.

Pe tabelele de conexiuni interioare se specifică: simbolul aparatelor, borna la care se leagă conductorul, secțiunea conductorilor și eventual culoarea izolației. Se recomandă înscriserea consecutivă a conexiunilor ce fac parte din același nod în ordinea execuției fizice a legăturilor.

Schema de conexiuni exterioare reprezintă desenul de execuție pentru realizarea legăturilor dintre aparatele locale și restul echipamentelor componente din cadrul instalației de automatizare, cu indicarea (în cazul în care nu se întocmește jurnal de cabluri) a tipului și lungimii cablurilor și conductelor.

Pe schemele de conexiuni exterioare, se recomandă să se traseze numai capetele cablurilor și conductelor, pe care se

înscriu marca cablului și adresa capetelor fiecărui conductor sau conductă.

Tabelul de conexiuni exterioare cuprind conexiunile între elementele instalației de automatizare sub formă tabelară, cu indicarea suplimentară a tipului și lungimii cablurilor și conductelor.

3.4. Planuri de montare

Planuri de montare a aparaturii pe echipamente. Echipamentele instalației de automatizare sînt tablourile, pupitrele de comandă, dulapurile cu aparataj etc.

Desenele de execuție pentru partea mecanică a ansamblurilor instalației de automatizare se întocmesc conform standardelor în vigoare. Aparatele din aceste ansambluri se trasează numai prin conturul lor, cotîndu-se corespunzător. Aparatele se poziționează prin mărcile respective din schemele instalației, fără a fi indicate în tabelul de componență al ansamblului. Fiecare desen trebuie să conțină indicații cu privire la schemele de conexiuni și specificația echipamentului care intră în componența ansamblului respectiv.

Schema sinoptică cuprinde în documentație numai în cazul în care se prevede reproducerea simplificată a schemei tehnologice a instalației automatizate.

Schema de amplasamente și trasee cuprinde amplasamentul echipamentelor și aparatelor locale ale instalației de automatizare, cum și legăturile dintre ele, figurate pe schemele instalației automatizate. După caz se pot întocmi scheme distincte de amplasamente și trasee. Elementele instalației de automatizare se poziționează prin mărcile respective din schemele instalației, fără a fi indicate în tabelul de componență.

Planurile de montare a aparaturii locale, cuprind informațiile necesare montării elementelor instalației de automatizare și poziția lor relativă în raport cu instalația automatizată, definită în caz de necesitate prin cote și detalii de montaj.

3.5. Documente generale

Specificația tehnică de echipamente este o listă care cuprinde echipamentele instalației de automatizare (panouri, pupitre, dulapuri etc.) care sînt legate între ele prin cabluri și conducte. Specificația se întocmește sub formă tabelară, cuprinzînd: simbolul, denumirea, caracteristicile tehnice, tipul cod, furnizorul, numărul de bucăți.

Specificația tehnică de aparate locale cuprinde totalitatea aparatelor care nu sînt montate pe echipamentele indicate în specificația tehnică de echipamente. Modul de întocmire este identic cu al specificației tehnice de echipamente.

Specificația tehnică de aparate ale echipamentelor. Fiecare echipament al instalației de automatizare va fi însoțit de o specificație a aparatelor componente. Se recomandă ca, în afara aparatelor, să se prevadă tipul și numărul clemelor de șir și al regletelor. Specificația se întocmește tabelar, la fel ca precedentele.

Fișe de aparate se întocmește pe tip de aparate și conține toate caracteristicile tehnice necesare aprovizionării și utilizării lui în instalația de automatizare.

Acste fișe se recomandă a se întocmi numai pentru aparatele ale căror caracteristici nu pot fi cuprinse în specificațiile tehnice.

Jurnal de cabluri și conducte se întocmește sub formă tabelară, precizîndu-se: numărul cablului, adresele ambelor capete ale fiecărui cablu sau conductor, simbolul, tipul cod (sau caracteristicile), lungimea, furnizorul (facultativ).

Se recomandă ca, pentru fiecare cablu, să se precizeze numărul de fire ocupate și numărul de fire de rezervă.

4. TEHNICA CITIRII SCHEMELOR

4.1. Explicarea noțiunii de „citirea schemei” și cunoștințele necesare citirii schemelor

În capitolele precedente au fost expuse semnele convenționale standardizate (cap. 1), simbolizarea elementelor în instalații electrice (cap. 2) și s-au examinat diferite genuri de scheme (cap. 3). În cele ce urmează vom face cunoștință cu tehnica citirii schemelor. Dar în primul rând trebuie să se stabilească:

- explicarea noțiunii de „citirea schemei”;
- cunoștințele necesare citirii schemelor;
- cunoștințele necesare memorizării.

Explicarea noțiunii de „citirea schemei”. A citi schema înseamnă obținerea din ea a informațiilor necesare pentru executarea unei anumite lucrări. Citind schema de calcul se obțin datele pentru întocmirea schemei echivalente. Din schema echivalentă se cunosc mărimile care trebuie introduse în formule pentru determinarea rezultatului final al calculului.

Exemplul 1. Pentru determinarea curentului de scurt-circuit în punctul sc este întocmită schema de calcul din fig. 56, a. Ea reprezintă legăturile generatorului, ale bobinei de reactanță, ale transformatorului și ale liniei, adică ale acelor elemente ai căror parametri se iau în considerare la calculul valorii curentului de scurtcircuit. Se trece la citirea schemei.

F a z a 1. Determinăm prin ce rezistențe, reactanțe inductive și capacitive trebuie înlocuite elementele schemei de calcul. În exemplul de față generatorul, bobina de reac-tanță, transformatorul și linia aeriană se înlocuiesc prin reactanțe inductive.

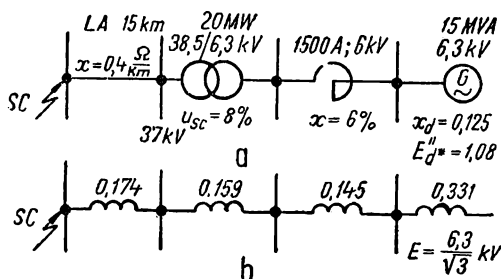


Fig. 56. Schema de calcul (exemplul 1) și schema echivalentă (exemplul 2).

F a z a 2. Determinăm cum trebuie conectate impedențele echivalente. În exemplul nostru ele trebuie conectate în serie.

F a z a 3. Alegem datele din schema de calcul pentru calculul valorilor impedențelor echivalente.

F a z a 4. Efectuăm lucrarea prescrisă, adică desenăm după calcul schema echivalentă. Se obține fig. 56, b.

Exemplul 2. Citim schema echivalentă care este reprezentată în fig. 56, b.

F a z a 1. Se execută lucrarea prescrisă, adică se aleg mărimile care trebuie introduse în formulele pentru calculul curentului de scurtcircuit.

Exemplul 3. Se citește schema bloc a instalației de comandă automată a iluminatului (fig. 57 și tabelul 3).

F a z a 1. Se determină se înseamnă și pentru ce este destinat fiecare element al schemei bloc. Deoarece în ea toate elementele sînt reprezentate prin dreptunghiuri, răspunsul la această întrebare se poate obține numai din explicație, folosindu-se numerele elementelor. Explicația este dată în tabelul 3.

F a z a 2. Se determină de la ce element (primul, al doilea ... sau al optălea) trebuie să se înceapă examinarea

interacțiunii. Pentru aceasta trebuie să se stabilească care este scopul instalației examinate. Răspunsul la această întrebare este dat în comun de denumirea instalației și de explicație. Din denumire este clar scopul: comanda automată a iluminatului. Din explicație reiese că trebuie să fie iluminat elementul 8. Deci, cu el trebuie să se înceapă.

Faza 3. Se execută lucrarea prescrisă, adică se determină sistemul de interacțiune a elementelor, folosindu-se

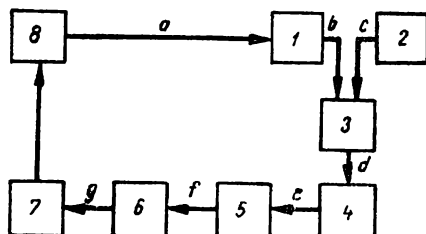


Fig. 57. Schema bloc a instalației de comandă automată a iluminatului (exemplul 3).

Tabelul 3

Pozițiile (fig. 57)	Denumirea	Destinația
1	Fotorezistență	Determină valoarea iluminării obiectului 8
2	Dispozitiv de prescriere	Determină valoarea iluminării de la care acționează instalația
3	Dispozitiv de comparație	Compară mărimile determinate de fotorezistența 1 și dispozitivul de prescriere 2
4	Amplificator	Amplifică semnalul pînă la valoarea de acționare a releului de ieșire 5
5	Releu de ieșire	Comandă contactorul 6
6	Contactor	Conectează și deconectează contactorul 7
7	Corp de iluminat	Iluminează obiectul 8
8	Obiectul iluminat	

săgețile de pe liniile care unesc dreptunghiurile (pentru ușurința expunerii săgețile sînt notate prin literele *a-g*).

Valoarea iluminării elementului 8 este înregistrată de fotorezistența 1 (săgeata *a*) și sub forma unui semnal oarecare se aplică dispozitivul 3 (săgeata *b*) căruia i se aplică și semnalul de la dispozitivul de prescriere 2 (săgeata *c*). Ca rezultat al interacțiunii semnalelor de la 1 și 2 în dispozitivul de comparare 3 apare un semnal, care se aplică prin amplificatorul 4 la bobina releului de ieșire 5 (săgețile *d* și *e*). Releul comandă contactorul 6 (săgeata *f*), care conectează și deconectează corpul de iluminat 7 (săgeata *g*).

Exemplul 4. În fig. 58 este reprezentată schema stației sub forma în care se găsește pe tabloul dispecerului*. Dispecerul trebuie să citească schema în scopul stabilirii succesiunii manevrelor care trebuie efectuate pentru a scoate în reparație linia 1 și transformatorul *m2* fără a-l supraîncărca pe *m1* peste 15%.

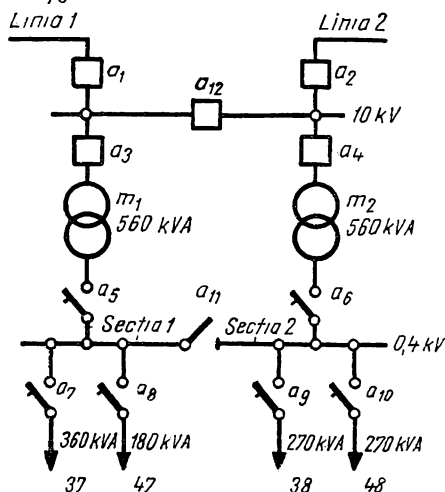


Fig. 58. Schema stației din exemplul 4 (în regim normal a_{11} și a_{12} sînt deschise, iar liniile 37 și 38 nu se vor deconecta).

*) În fig. 58, pentru a nu încărca desenul, nu sînt reprezentate separatoarele.

F a z a 1. Se determină ce aparate sînt reprezentate în schemă și cum sînt conectate. Schema este executată prin semne convenționale standardizate, și de aceea, fără a recurge la explicație, se poate determina cu ușurință că $a_1 \dots a_4$ și a_{12} sînt întreruptoare de înaltă tensiune; m_1 și m_2 transformatoare; $a_5 \dots a_{10}$ — întreruptoare automate; a_{11} — separator. Barele de 10 și 0,4 kV sînt secționate.

F a z a 2. Determinăm poziția (conectate, deconectate) aparatelor în regim normal. Aceasta nu se poate determina din schemă, deoarece toate aparatele de comutare sînt reprezentate deschise. De aceea, este necesar să se consulte observația 1 (observațiile sînt date în legenda fig. 58), din care reiese că întreruptorul de secționare a_{12} și separatorul a_{11} sînt deschise. Întreruptoarele $a_1 \dots a_4$ și întreruptoarele automate $a_5 \dots a_{10}$ sînt închise.

F a z a 3. Se determină schema normală de alimentare a receptoarelor de energie electrică. Ea reiese din rezultatele obținute în faza a doua: linia 1 prin transformatorul m_1 alimentează receptoarele de energie electrică ale primei secții a barelor de 0,4 kV; linia 2 alimentează prin transformatorul m_2 receptoarele de energie electrică ale secției 2.

F a z a 4. Se determină în ce poziție trebuie să fie aparatele pentru a îndeplini condiția prescrisă, adică pentru a alimenta receptoarele de energie electrică de pe linia 2 prin transformatorul m_1 . Pentru aceasta, considerînd linia 2 drept sursă de alimentare, trebuie să se schițeze mental calea de la aceasta, prin transformatorul m_1 , pînă la ambele secții ale barelor de 0,4 kV și să se observe ce aparate se întîlnesc pe acest parcurs. Toate aparatele, și anume a_2 , a_{12} , a_3 a_5 și a_{11} trebuie să fie închise.

F a z a 5. Se verifică dacă sarcina transformatorului nu depășește valoarea prescrisă (15%). Pentru aceasta, determinînd după inscripția din schemă puterea transformatorului (560 kVA), ea se mărește cu 15% ($560 \times 1,15 = 644$ kVA). După aceea, din inscripțiile din scheme se află sarcina barelor ($360 + 180 + 270 + 270 = 1\ 080$ kVA) și se compară valorile găsite din care se constată că condiția nu este satisfăcută: 1 080 kVA este mult mai mult decît 644 kVA. Deci, o parte din receptoarele de energie electrică trebuie să fie deconectate.

F a z a 6. Se determină ce receptoare de energie electrică pot fi lăsate în funcțiune pentru ca sarcina transformatorului să nu depășească 644 kVA. Pentru aceasta se însumează în diferite combinații sarcinile liniilor 37, 38, 47 și 48 și comparînd valorile obținute cu valoarea de 644 kVA, se alege cele mai apropiate de ea. Calculul constată rezultate identice (cîte 630 kVA) în două variante: fie că sînt conectate liniile 37 și 38, fie că sînt conectate liniile 37 și 48.

F a z a 7. Se alege una dintre cele două variante. Pentru aceasta trebuie din nou să se studieze inscripția explicativă și să se încerce să se afle din ea răspunsul la întrebarea formulată. Răspunsul este cuprins în observația 2 unde se spune: liniile 37 și 38 nu se vor deconecta. Deci trebuie să rămînă închise întreruptoarele automate a_7 și a_9 . Întreruptoarele a_8 și a_{10} vor fi deconectate.

F a z a 8. Se determină în ce poziție trebuie să fie aparatele pentru a scoate în reparație transformatorul m_2 . Trebuie să fie deschise întreruptoarele a_4 și a_6 (desigur și separatoarele corespunzătoare nereprezentate în schemă).

F a z a 9. Se determină în ce poziție trebuie să fie aparatele pentru a trece în reparații linia 1. Trebuie să fie deschis întreruptorul a_1 , întreruptorul de la celălalt capăt al liniei și desigur separatoarele corespunzătoare.

F a z a 10. Se execută lucrarea prescrisă, adică se determină succesiunea efectuării manevrelor:

— poziția inițială: sînt închise $a_1 \dots a_4$, $a_5 \dots a_{10}$; sînt deschise a_{12} și a_{11} ;

— ca rezultat al manevrelor vor fi închise a_2 , a_{12} , a_3 , a_5 , a_{11} , a_7 , a_9 și deschise a_1 , a_4 , a_6 , a_8 , a_{10} ;

— succesiunea comutărilor: se închide a_{11} ; se închide a_{12} (convîngîndu-ne în prealabil de respectarea condițiilor care admit funcționarea în paralel a liniilor 1 și 2); se deschide a_8 ; se deschide a_{10} ; se deschide a_4 ; se deschide a_6 ; se deschide a_1 ; se deschid separatoarele corespunzătoare etc.

Exemplul 5. Citirea schemei elementare din fig. 59 are drept scop să se găsească și să se înlăture deranjamentul datorită căruia nu se anclanșează înreruptorul a_3 .

F a z a 1. Se determină ce este reprezentat în schemă, fără a recurge la ajutorul explicației. Aceasta se poate face cu ușurință, deoarece schema este executată cu semne convenționale standardizate.

Trebuie să se înceapă cu schema circuitelor principale (fig. 59, *a*). Din ea se vede că întreruptorul este notat *a3*, iar transformatoarele de curent din fazele *R* și *T*, *f1* și respectiv *f2*. Prin urmare; *a3* din circuitele 1 și 2 sînt contactele de blocare ale întreruptorului, iar *d1* și *d2* sînt relele de curent, deoarece bobinele lor sînt conectate la circuitele secundare ale transformatoarelor de curent (fig. 59, *b*).

Întreruptorul are o acționare cu doi electromagneți: de anclanșare și de declanșare. Deci, în schemă trebuie căutate semnele electromagneților. Asemenea semne însă sînt șase în fig. 59, *b* (*a3-d*, *a1-a*, *a2-a*, *a3-a*, *a4-a*, și *a5-a*), iar din ele trebuie să se aleagă două și să se determine care din electromagneți este de anclanșare și care de declanșare. La rezolvarea acestei probleme ajută următoarele: electromagnetul de declanșare consumă un curent mic și de aceea se conectează direct la circuitele de comandă. Electromagnetul de anclanșare este alimentat de la un circuit de putere prin contactele contactorului intermediar. Bobina contactorului este alimentată de la circuitele de comandă. Într-adevăr, în schemă, în circuitul 1 este reprezentată bobina contactorului *c3*, iar în circuitul 2 — electromagnetul *a3-d*. Probabil că ele sînt tocmai ceea ce se caută.

Urmează să se facă o verificare.

Se va aminti că electromagneții acționării sînt dimensionați pentru un regim de scurtă durată. Deci, pentru ca electromagneții să nu se ardă, în circuitul electromagnetului de declanșare trebuie să fie introdus contactul de blocare, normal deschis, al întreruptorului, iar în circuitul bobinei contactorului intermediar, contactul de blocare normal închis. Astfel s-a și făcut în circuitele 1 și 2.

Încă un raționament confirmă că *a3-d* este într-adevăr electromagnetul de declanșare. La el este conectat contactul releului *d3* (circuitul 3) care se închide cu temporizare. Pentru a determina ce fel de contact este acesta, se caută bobina releului *d3* și se vede că el este închis prin contactele releului de curent *d1* și *d2* (circuitele 4 și 5). Deci, *d3* este releu de timp al protecției maxime.

În sfîrșit, circuitul *c3* se închide prin comutatorul *b3*, cînd mînerul lui este rotit în poziția „conectat”; circuitul *a3-d* se închide prin același comutator; însă în poziția deconectat. Mînerul comutatorului are autorevenire în poziția

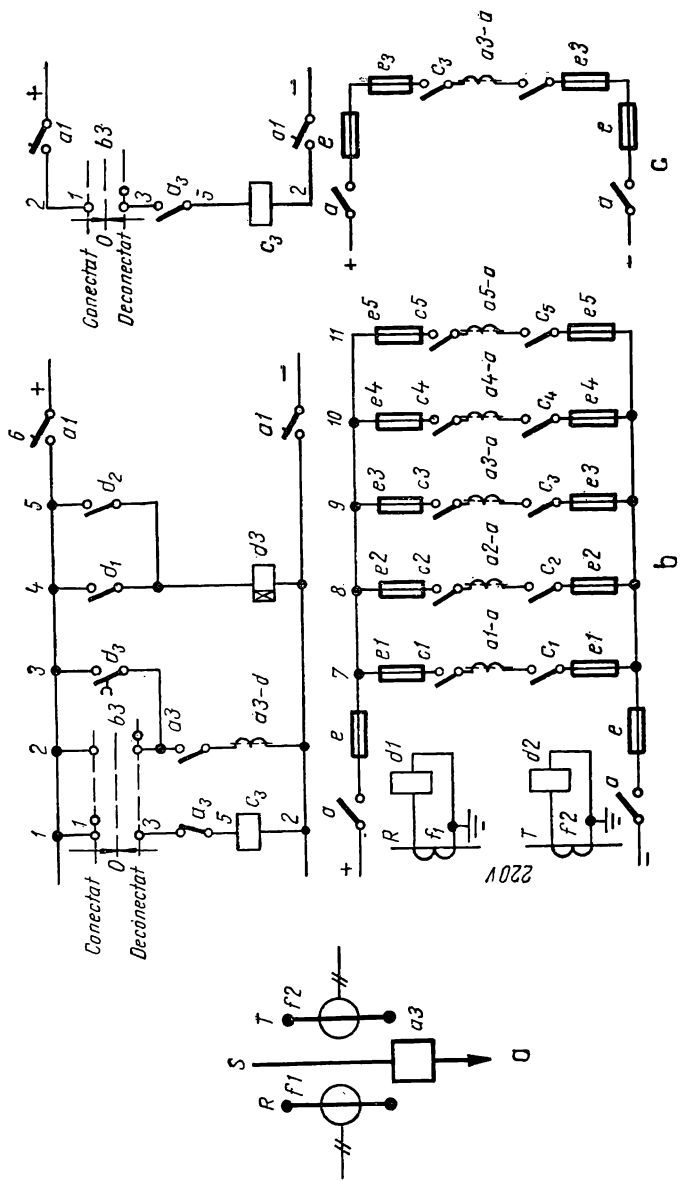


Fig. 59. Schema de comandă a unui întrerupător (exemplul 5).

neutră 0, ceea ce, de asemenea, confirmă corectitudinea supozițiilor făcute.

Deci, electromagnetul de declanșare $a3-d$ este identificat. Pentru a găsi electromagnetul de anclanșare trebuie să se caute circuitul în care intră contactele $c3$. Aceasta este circuitul 9. În el este introdus electromagnetul $a3-a$ și alimentat de la un circuit de putere.

Faza 2. Separăm din schemă circuitele în care poate fi deranjamentul care constituie cauza refuzului la anclanșarea întreruptorului. Aceste circuite sînt reprezentate în fig. 59, c.

O întrerupere a conexiunilor este puțin probabilă. Se deteriorează, de regulă, fie contactele aparatelor, fie se întrerupe alimentarea (a declanșat întreruptorul automat, s-au ars siguranțele etc.).

Totdeauna trebuie să se înceapă cu verificarea existenței alimentării. Pentru aceasta poate fi folosit fie un voltmetru (sau un indicator de tensiune), fie să se convingă de existența (lipsa) alimentării după poziția unui alt aparat, care trebuie să fie conectat. Este evident că orice procedeu de verificare s-ar alege, nu ne putem dispensa de citirea schemei, deoarece trebuie să se afle fie la ce puncte trebuie să se conecteze voltmetrul, fie să se determine ce aparat, alimentat prin același întreruptor automat (siguranțe), trebuie să fie conectat.

În schema din fig. 59, c se văd două circuite care participă la anclanșarea întreruptorului. În primul din ele intră: bara de comandă $+$, întreruptorul automat $a1$, contactul cheii de comandă $b3$ 1-3, contactul de blocare $a3$ 3-5, bobina contactorului $c3$, celălalt pol al întreruptorului automat $a1$, bara de comandă $-$. În circuitul al doilea intră: întreruptorul cu pîrghie a , siguranțele generale e ale circuitului principal, siguranțele individuale $e3$ ale acționării, electromagnetul de anclanșare $a3-a$, contactele contactorului $c3$.

În aceste circuite trebuie căutat deranjamentul. Dacă există alimentarea ambelor circuite, se verifică succesiv contactele aparatelor.

Cunoștințele necesare, în afară de semnele convenționale, citirii schemelor. Pentru rezolvarea exemplelor, în afară de cunoașterea semnelor convenționale, mai este necesar încă

ceva. Astfel, exemplul 1 nu poate fi rezolvat dacă nu se cunoaște prin ce impedanță se substituie transformatoarele, bobinele de reactanță și liniile aeriene în calculul curentului de scurtcircuit. Exemplul 2 nu poate fi rezolvat dacă nu se cunosc formulele de calcul, neputîndu-se stabili ce mărimi trebuie alese din schema echivalentă. Pentru rezolvarea exemplului 3 trebuie să se cunoască ce este o fotorezistență, un amplificator, un releu, un contactor. Rezolvarea exemplului 4 necesită cunoștințe de bază asupra stațiilor, metoda de a calcula sarcinile, cunoștințe asupra regulilor efectuării manevrelor. Pentru a rezolva exemplul 5 trebuie să se cunoască construcția și condițiile de funcționare ale acționării întreruptorului și a protecției maxime de curent.

Într-un singur cuvînt, cunoașterea semnelor convenționale și a regulilor aplicării lor este la fel de necesară, însă insuficientă pentru citirea schemelor.

Concluzia 1. Pentru a citi schema trebuie să se cunoască probleme de electrotehnică, suficiente pentru fiecare caz concret în parte. Nu se va obține nimic din citirea schemei, dacă nu se respectă o anumită ordine. Pentru convingere presupunem că în exemplul 3, rezolvarea se începe, în locul elementului 8, cu al doilea element sau, de exemplu, se modifică succesiunea la rezolvarea exemplului 4.

Concluzia 2. Trebuie să se cunoască succesiunea citirii schemelor. Această problemă este examinată amănunțit în cap. 4. Există procedee după care se poate verifica dacă schema este citită corect.

În primul rînd, se știa că acționarea trebuie să aibă un electromagnet de declanșare, se căuta acesta și se găsea după semnul convențional. În al doilea rînd, se știa că în circuitul electromagnetului trebuie să existe contactul de blocare normal închis al întreruptorului, se căuta acesta și a fost găsit. În al treilea rînd, ne-am convins că la electromagnetul de declanșare sînt conectate atît contactul releului de timp al protecției maxime de curent, cît și contactul cheii de comandă care se închide cînd mînerul ei se rotește în poziția „declanșat“.

Concluzia 3. În procesul de citire a schemei trebuie să se verifice corectitudinea ipotezelor făcute, folosind procedee

care le confirmă sau le infirmă. Deci, trebuie să se cunoască procedeele de verificare și să se știe să se aplice acestea.

Adeseori concluziile trase ca rezultat al citirii schemei nu coincid cu faptele obținute în procesul încercării. S-ar părea că și schema a fost citită corect, dar nici faptele nu pot să nu fie crezute. În aceste cazuri schema, probabil, este „prea schematică“, adică în ea nu se reflectă amănuntele esențiale pentru cazul respectiv.

Exemplul 6. În fig. 60, *a* este reprezentat separatorul acționat printr-un electromotor. Schema cinematică a acționării este reprezentată în fig. 60, *d*.

În condiții obișnuite se folosește schema de comandă (fig. 60, *b*) care funcționează în modul următor: pentru conectarea (deconectarea) acționării se apasă butonul *b1*. Acționează contactorul intermediar *c1*, se autoreține și conectează motorul *m*. Când dispozitivul de acționare rotește discul 4 (fig. 60, *d*) cu 180° (ciclul este executat), bolțul 5 cu ajutorul „steluței“ 3 deschide contactul întreruptorului de sfârșit de cursă *b2* și deconectează contactorul *c1*; motorul se va opri.

În cazul în care separatorul examinat și contactorul lui intermediar *c1* se află într-o încăpere foarte umedă, este foarte probabilă înrăutățirea izolației. Iar dacă izolația va fi deteriorată în punctele indicate în fig. 60, *b*, se va produce o conectare spontană a acționării, foarte periculoasă. De aceea, în aceste condiții schema obișnuită nu este valabilă și s-a folosit o altă schemă (fig. 60, *c*).

Particularitatea acestei scheme constă în aceea că alimentarea se aplică numai pe timpul comenzii separatorului, iar în restul timpului ea este întreruptă, deoarece releul *d1* este dezexcitat și contactele lui sînt deschise. Pentru conectarea acționării prin butonul *b1* se excită releul *d1* (circuitul 3-2), prin contactele căruia se aplică alimentarea. După aceasta acționează contactorul *c1* (circuitul 3-4) și pornește motorul *m* (circuitul 7-6). Contactorul se autoblochează prin circuitul 5-4 și va fi închis pînă la deschiderea contactului întreruptorului de sfârșit de cursă *b2*.

Butonul *b1* se apasă și imediat se eliberează, însă releul *d1* continuă să fie alimentat prin circuitul 1-2, prin contactul releului *d2*, a cărui bobină este introdusă în serie în circuitul motorului (curentul de pornire al motorului este mare și

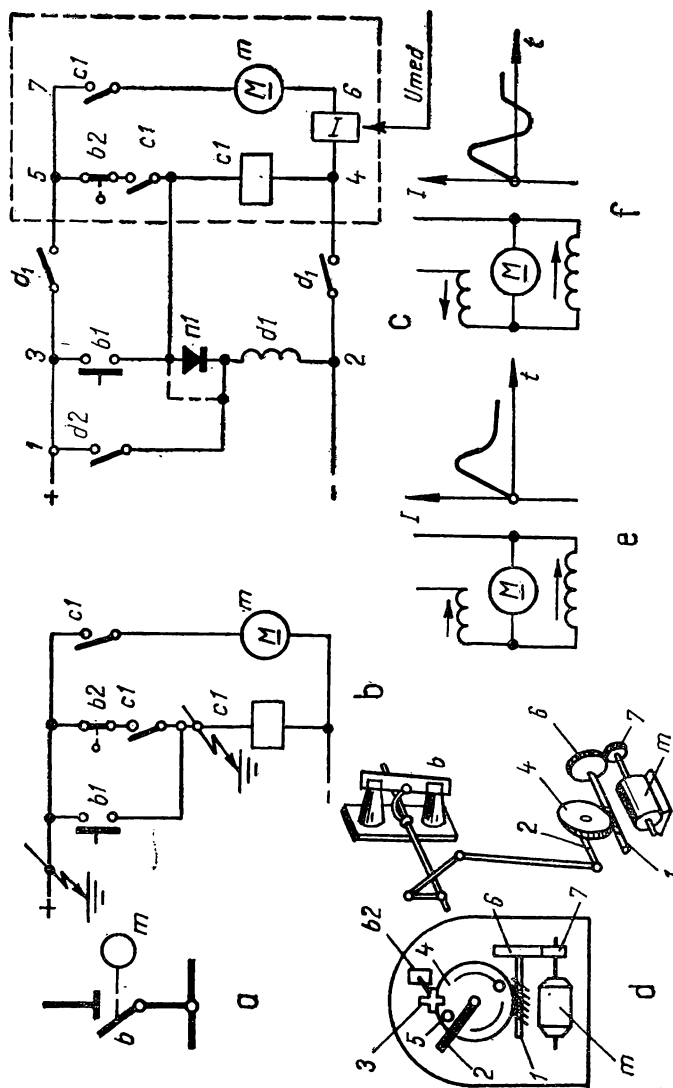


Fig. 60. Schema de comandă a unui separator acționat de motor (exemplele 6 și 7):
 a — schema circuitelor principale; b — schema obișnuită de comandă; c — schema pentru o încălzire
 umedă; d — schema cinematică a acționării; e — schema motorului cu excitație mixtă, la care înfășurări-
 rile de excitație serie și derivație acționează în același sens; f — idem, însă înfășurările acționează în
 opoziție;
 1 — melc; 2 — tirant; 3 — „steluță” — pîrghie de profil complex, care deschide contactul întreruptorului
 de sfîrșit de cursă b2, după terminarea funcționării acționării; 4 — disc; 5 — bolt care rotește steluța;
 6 — roată dîntată; 7 — roată dîntată.

de aceea bobina releului $d2$ are puține spire de sîrmă groasă). Cînd acționarea își termină funcționarea și $b2$ deconectează contactorul $c1$, motorul se oprește. Releul $d2$, se dezexcită și, declanșînd, deconectează releul $d1$; în acest fel se întrerupe alimentarea cu tensiune.

Schema este extrem de simplă și funcționează stabil la multe acționări, însă este posibil ca la o anumită acționare să nu execute comanda. Refuzul constă în faptul că, chiar la începutul deschiderii separatorului, releul $d2$ declanșează deconectarea releului $d1$ și întrerupe alimentarea acționării; separatorul rămîne în poziția periculoasă și anume cuțitul abia atinge contactele fixe.

S-a verificat totul. Atît schema este asamblată corect, cît și aparatura este în bună stare. Care este defectul?

Singurul element complicat al acestei scheme este motorul. În schemă el este reprezentat mai puțin amănunțit decît tot restul. Într-adevăr releul $d1$ și $d2$ și contactorul $c1$ au numai cîte o singură bobină și o pereche de contacte. Toate acestea se văd clar din schemă. Motorul însă are și indus și două înfășurări de excitație: derivație și serie, nereprezentate în schema din fig. 60, *c*. Oare nu ele sînt de vină? Făcînd această supoziție este natural să se reprezinte schema motorului mai amănunțit, ceea ce se face în fig. 60, *e* și *f* și totodată în două variante importante:

- ambele înfășurări sînt conectate în concordanță;
- înfășurările sînt conectate în opoziție.

Ăceste amănunte sînt accentuate prin amplasarea săgeților care arată în fig. 60, *e* și *f* sensul de acțiune al înfășurărilor.

Trebuie rezolvată și problema încercării motorului în procesul de deschidere a separatorului. La început, cînd nu se acționează asupra separatorului, curentul este mare. Apoi începe să se miște lama separatorului, însă ea este prinsă puternic în contactele fixe și deci curentul este mare. Lama a ieșit din contactele fixe: sarcina mecanică a motorului scade brusc, curentul se micșorează.

Se determină prin calcul variația curentului în bobina releului $d2$ în funcție de variațiile menționate anterior ale curentului motorului (interesează releul $d2$, deoarece tocmai el funcționează greșit). Fie că înfășurarea de excitație

derivație are 2 000 spire și la un curent de 0,4 A creează tensiune magnetomotoare de $2\,000(+0,4)=800\text{ A}$ sp. La pornire, prin înfășurarea serie constituită din 10 spire trece curentul de 15 A, ceea ce dă în cazul conectării în concordanță $10(+15)=+150\text{ A}$ sp, iar la o conectare în opoziție $10(-15)=-150\text{ A}$ sp. Ca rezultat, fluxul de excitație este proporțional cu $800+150=950\text{ A}$ sp în cazul conectării în opoziție.

Cînd cuțitul separatorului a ieșit din contactele fixe, curentul scade pînă la 3 A. În acest caz fluxul din mașină este proporțional cu $800+10(+3)=830\text{ A}$ sp în cazul conectării în concordanță și $800+10(-3)=770\text{ A}$ sp în cazul conectării în opoziție.

Comparînd valorile care au loc la pornire și la ieșirea cuțitului separatorului se vede că în cazul conectării în concordanță fluxul s-a redus ($950>830\text{ A}$ sp), iar în cazul conectării în opoziție a crescut ($650<770\text{ A}$ sp). În aceasta constă toată problema. Într-adevăr, viteza de rotație a motorului nu se poate schimba dintr-o dată, iar fluxul a devenit mai mare în cazul conectării în opoziție. De aceea, mașina, pentru un timp oarecare, a trecut în regim generator, determinînd schimbarea sensului curentului din bobina releului $d2$. Cînd curentul a trecut prin zero, releul a declanșat. Caracterul variației curentului în bobina releului $d2$ este reprezentat în fig. 60, *e* și *f*.

Astfel, defectul de funcționare a uneia din acționări se datorește faptului, că, capetele uneia din înfășurările de excitație au fost schimbate și s-a obținut o altă conectare a motorului decît aceea pentru care a fost alcătuită schema.

Concluzia 4. Trebuie să se știe că citirea și analiza schemelor sînt legate indisolubil. Pentru a analiza schema trebuie să se recurgă adesea la reprezentări detaliate, de exemplu să se indice toate înfășurările, să se noteze începuturile lor etc.) și să se construiască diagrame de intercațiune, examinate amănunțit în subcap. 4.3.

În scheme se întîlnesc adesea elemente a căror destinație nu este prea evidentă, ele fiind considerate de prisos.

Exemplul 7. În fig. 60, *c* este reprezentat redresorul $n1$. La examinarea amănunțită a funcționării schemei (v. exem-

plul 6) acest redresor nu a fost niciodată menționat. Pentru ce este folosit?

Pentru a răspunde la această întrebare (și la întrebările analoge privind destinația unui element sau a altuia al instalației electrice), se presupune, mai întâi, că în schemă nu există redresorul; în acest caz nu se poate excita prin butonul *b1* releul *d1*, deci motorul nu va fi alimentat. Redresorul nu poate fi scos din schemă.

Să încercăm să înlocuim redresorul printr-o punte (reprezentată prin linie întreruptă). În acest caz releul *d1* va fi excitat prin butonul *b1*, însă se formează circuitul parazit 1-4, prin care bobina contactorului *c1*, conectându-se o dată nu se va mai putea deconecta. Deci motorul acționării se va roti continuu, iar separatorul se va închide și se va deschide de două ori pentru fiecare rotație a discului 4. Prin urmare, redresorul servește pentru a preîntîmpina formarea circuitului parazit 1-4 și nu se poate face eliminarea lui din schemă.

Acest exemplu arată la ce urmări periculoase poate duce eliminarea din schemă a elementelor, care, datorită neînțelegerii rostului lor se consideră ca fiind inutile. În cazul de față acest redresor servește pentru a preîntîmpina formarea circuitului fals. Există însă și alte cazuri cînd rezistențe, condensatoare, contacte și alte elemente, la prima vedere de neînțeles, sînt necesare pentru crearea unor anumiți parametri de timp. Mai jos sînt date exemplele corespunzătoare.

Concluzia 5. Trebuie să se știe că nici un element al schemei nu poate fi considerat de prisos pînă cînd schema nu este supusă analizei celei mai amănunțite.

Cunoștințele necesare memorizării pentru citirea schemelor. Din exemplele expuse mai sus este clar că memorarea schemei este inutilă. Totuși, pentru citirea schemelor trebuie memorate unele noțiuni, cum sînt:

- semnele convenționale cele mai răspîndite, de exemplu, simbolurile bobinelor, contactelor, transformatoarelor, motoarelor, redresoarelor, tuburilor etc.;

- semnele convenționale folosite în mod curent;

- cele mai răspîndite scheme ale subansamblurilor instalațiilor electrice, de exemplu, schemele motoarelor, redre-

soarelor, amplificatoarelor, schemele de iluminat cu lămpi cu incandescență și fluorescență etc.;

— proprietățile conectării în serie și în derivație a înfășurărilor, contactelor, rezistențelor, inductanțelor și capacităților, enumerate pe scurt în subcap. 4.2.

4.2. Condițiile de funcționare ale schemelor și circuitele simple

Orice instalație electrică satisface anumite condiții de funcționare. De aceea la citirea schemei, trebuie determinate aceste condiții, cum și corectitudinea funcționării instalațiilor electrice. Se verifică dacă concomitent nu s-au obținut condiții de „prisos” și trebuie să se estimeze consecințele lor.

Pentru rezolvarea acestor probleme se folosesc câteva procedee și primul din ele constă în aceea că schema instalației electrice se împarte imaginar în circuite simple, care se examinează separat, iar apoi în combinații. Circuitul simplu constă din sursa de curent (bateria, înfășurarea secundară a transformatorului, condensatorul încărcat etc.), receptorul de curent (motor, rezistență, lampă, bobina releului, condensatorul descărcat etc.), conductorul direct (de la sursa de curent la receptor), conductorul invers (de la receptorul de curent la sursă) și în contact al aparatului (întreruptorului, releului etc.). Natural că în circuitele care nu admit întrerupere, ca de exemplu, în circuitele transformatoarelor de curent, nu există contacte.

Să examinăm câteva exemple.

În fig. 61, *a* circuitul de comandă al contactorului *c* este divizat în patru circuite. În cazul existenței fiecăruia din ele separat, ele ar corespunde următoarelor condiții:

- protecția prin întreruptorul automat *a*;
- contactorul este conectat prin butonul *b1*, însă se deconectează imediat ce butonul este eliberat;
- contactorul deconectat prin orice procedeu rămâne conectat, deoarece este alimentat prin contactele de blocare proprii;
- contactorul se deconectează prin butonul *b2*, însă se conectează imediat ce butonul se eliberează.

În realitate însă circuitele simple sînt interconectate. Uneori interconectarea se obține de la sine, deoarece în

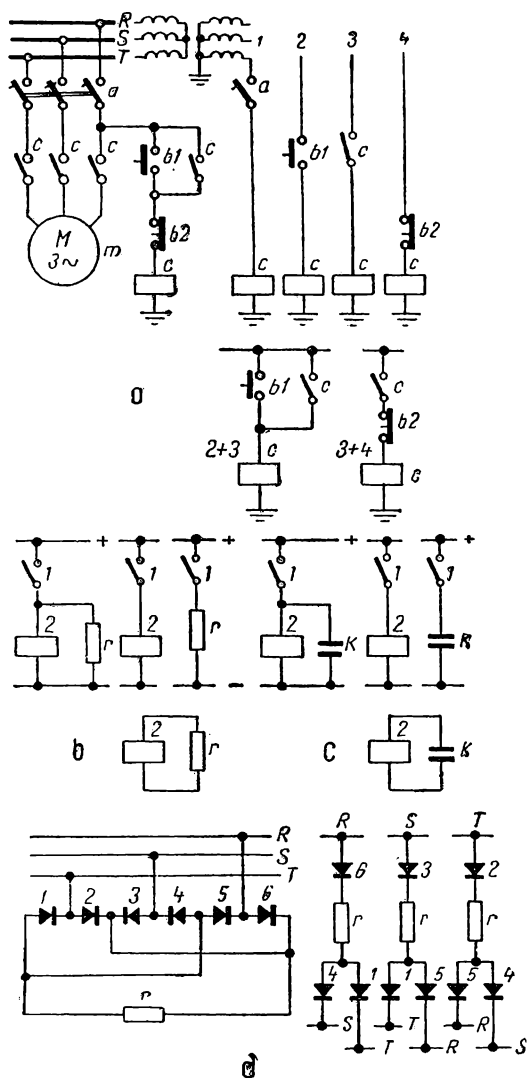


Fig. 61. Scheme acționate în circuite simple.

cîteva circuite simple intră același element (în cazul nostru bobina contactorului *c*). Uneori circuitele se interconectează tinzînd intenționat spre un anumit scop, care nu poate fi realizat printr-un circuit simplu. De exemplu, conectarea trebuie să se producă în unele condiții, iar deconectarea în altele.

În cazul interconectării circuitelor simple condițiile de funcționare a instalației electrice în ansamblu se pot modifica. Circuitele 2 și 3 (fig. 61, *a*), funcționează în comun astfel: contactorul conectat prin butonul *b1*, rămîne conectat. Funcționarea în comun a circuitelor 3 și 4 se reduce la aceea că contactorul, deconectat prin butonul *b2*, rămîne deconectat.

Deci, la citirea schemei, trebuie mai întîi ca aceasta să fie secționată imaginar în circuite simple (pentru a verifica posibilitățile fiecărui element), iar după aceea să se examineze funcționarea lor în comun.

În exemplul din fig. 61, *a*, ca rezultat al interconectării circuitelor s-au obținut tocmai acele condiții de funcționare a instalației electrice în ansamblu, care sînt necesare. Adeseori însă se întîmplă mai rău: se formează circuite prin care instalația electrică va funcționa greșit. Nu sînt excluse și urmări periculoase. De aceea nu ne putem limita numai la determinarea condițiilor necesare pentru funcționarea corectă, ci este necesar să se verifice toate circuitele posibile și să ne convingem de lipsa printre ele a unor circuite neprevăzute și false. La descoperirea unor circuite neprevăzute, inadmisibile și false, deliberat se elimină, se „decuplează“ (v. exemplul 7 din subcap. 4.1.).

În fig. 61, *b* la prima impresie există o singură sursă de curent ai cărei poli sînt notați $+$ și $-$. În realitate, secționarea în circuite simple face să se descopere două surse. Chestiunea constă în aceea că la deschiderea contactului, energia acumulată în bobina releului 2 se eliberează și formează circuitul: bobina 2 — rezistența *r*, în care un timp oarecare există curentul, care frînează deconectarea releului. Fenomene analoage se produc în schema din fig. 61, *c*, unde la închiderea contactului 1, condensatorul *k* constituie un receptor, iar la deschiderea contactului devine o sursă de curent.

Este inadmisibilă neglijarea circuitelor care funcționează numai în procesul de comutare. Aceste circuite, care pot să provoace cele mai neașteptate urmări, sînt cu atît mai periculoase decît circuitele care funcționează în regim stabilizat, cu cît este mai periculoasă în mecanică variația vitezei, în comparație cu o viteză neschimbată, chiar și foarte mare.

În fig. 61, *d* este secționată schema în puncte a unui redresor trifazat. Aici este caracteristic faptul că unui conductor direct îi corespund două conductoare inverse, astfel, de exemplu, curentul fazei R, trecînd prin redresorul 6 și rezistența *r* (receptorul de curent), revine prin redresoarele 4 și 1 la celelalte faze S și respectiv T.

La determinarea condițiilor de funcționare a schemelor în cazurile cele mai simple este util să ne călăuzim de următoarele situații generale:

— Contactele diferitelor aparate se conectează în derivație, dacă este necesar ca circuitul să fie închis separat de către oricare din ele, însă să fie deschis concomitent de toate contactele.

— Contactele diferitelor aparate se conectează în serie dacă este necesar ca circuitul să fie deschis separat de către fiecare din ele, însă să se închidă concomitent de către toate contactele.

— Contactele unuia și aceluiași aparat se conectează în derivație, dacă curentul de durată din circuit este mai mare decît curentul de durată admisibil de fiecare din contacte.

— Contactele aceluiași aparat se conectează în serie pentru a ușura deschiderea circuitului.

— Dacă la un singur aparat (de exemplu, un releu) nu sînt suficiente contactele, se folosesc două aparate, conectînd bobinele lor fie în derivație, fie în serie, fie un aparat se conectează prin contactele celuilalt ca repetor. Procedeele enumerate de conexiune nu sînt echivalente (v. subcap. 4.5).

— În scheme se includ adesea rezistențe. Rezistența, conectată în serie cu lampa servește ca o rezistență adițională pentru ca lampa, de exemplu, pentru 24 V să se folosească în rețeaua de 110 V etc. Rezistența conectată în serie cu bobina releului poate fi o rezistență adițională, dar poate îndeplini un rol mai impotrant:—să accelereze acționarea (două relee identice sub toate raporturile, în afară de bobine, acționează într-un timp diferit dacă unul din ele are bobina de 110 V și

este conectat la rețeaua de 110 V, iar al doilea are bobina de 24 V și este conectat la aceeași rețea, însă prin rezistență adițională).

— Rezistențele conectate în derivație cu bobina releului pot servi și pentru amortizarea supratensiunilor de comutare și pentru mărirea timpului de desprindere.

— Condensatoarele din circuitele de curent continuu conduc curentul atîta timp, cît nu sînt încărcate. Condensatoarele încărcate nu conduc curentul.

— Condensatoarele în combinație cu rezistențele se folosesc mult pentru a crea temporizări și ca circuite pentru amortizarea arcului electric. La folosirea condensatoarelor în combinație cu inductanțele sînt posibile complicații: în circuitele de curent alternativ — rezonanța; în circuitele de curent continuu — apariția unui proces oscilant (subcap.4.4). Aceste fenomene periculoase sînt preîntîmpinate prin rezistențe, care se conectează împreună cu condensatoare, iar valoarea rezistențelor nu este arbitrară.

— Redresoarele se folosesc nu numai pentru redresare. Adeseori ele se folosesc pentru separarea circuitelor (v.exemplul 7, subcap. 4.1). În acest scop se folosesc, de asemenea transformatoarele de separare și aparatele cu mai multe bobine.

Chiar și principiile enumerate aici, referitoare la cazurile cele mai simple, arată că nici un element nu trebuie lăsat neanalizat la citirea schemei. Unele dintre ele (contactele bobinelor, mașinile electrice) servesc pentru obținerea unor condiții prescrise de funcționare. Altele creează raporturile necesare de timp, preîntîmpină fenomenele colaterale, asigură durabilitatea instalației electrice, garantează o funcționare stabilă și sigură.

Stabilirea scopului fiecărui element al schemei este ajutată de secționarea ei în circuite simple. Pentru electrician sînt importante tocmai circuitele.

4.3. Diagrame de interacțiune

Aparatele și elementele lor componente sînt reprezentate în schemă, de regulă, în poziția deconectată, adică nealimentate cu curent în toate circuitele schemei și fără forțe exterioare care să acționeze asupra contactelor mobile. Dacă

de la această regulă se face o derogare, aceasta se specifică în desene. Într-un fel sau altul, schema reprezintă o singură poziție oarecare a aparatelor. Efectiv însă, la aplicarea și întreruperea alimentării, cum și în procesul de funcționare, în schemă se efectuează modificări, care se desfășoară în timp, lucru ce trebuie reflectat în scheme. În acest scop se construiesc diagramele de interacțiune.

Cele mai răspândite sînt diagramele care servesc reprezentării succesiunii fazelor de funcționare și a calculelor în funcție de timp în regimurile stabilizate, ca și diagramele mai complexe, care sînt destinate pentru schemele care funcționează în regimuri tranzitorii.

Condițiile și scările prealabile. Numărul de rînduri de pe diagramă este egal cu numărul de aparate, între care se examinează interacțiunea. Pentru ușurarea descrierii schemelor, punctele caracteristice de pe diagramă se numerează, tinzînd ca numerele să crească de la stînga la dreapta (astfel ele se găsesc mai ușor). Punctele caracteristice se unesc prin săgeți care indică „direcția procesului”.

Pe orizontală se trece timpul. Scara de timp pentru toate aparatele este identică.

Funcționarea aparatului monopozițional cu acționare manuală de exemplu, a butonului, se notează printr-un dreptunghi. Dreptunghiul din fig. 62, *a* arată că butonul *b* a fost apăsător în momentul notat prin punctul 1 și eliberat în punctul 4. Prin urmare, contactul lui normal deschis a fost închis în decursul intervalului 1—4; contactul normal închis a fost închis de la 0—1 și de la 4 în continuare.

Funcționarea aparatului tripozițional, de exemplu a comutatorului *b* (fig. 62, *b*), se reprezintă prin două dreptunghiuri: poziției *I* a mînerului îi corespunde dreptunghiul de deasupra axei; poziției *III* a mînerului — dreptunghiul de sub axă. Prin urmare, lămpile comandate de comutatoare se aprind: *h1*—în decursul timpului de la 7 pînă la 8; *h2* — de la 9 pînă la 10; *h3* — de la 0 pînă la 7 și de la 8 în continuare.

Dacă pe diagramă trebuie să se reflecte caracterul mișcării mecanismului comandat cu o cinematică complexă, mișcarea se reprezintă prin linii oblice, iar repausul prin linii orizontale. În fig. 62, *c* este reprezentată funcționarea unui întrerupător rapid. În procesul de închidere pîrghia de închidere se mișcă (11—12), după aceea se oprește și după un timp oarecare.

(12—13), care asigură decuplarea liberă, pune în mișcare pîrghia de contact (13—14). Contactele se închid în momentul 14. La deschiderea întreruptorului, mecanismul se mișcă din nou (15—16), însă acum în sens opus.

Diagramele de tipul unu. Funcționarea releelor, contactoarelor, electromagneților etc. se reprezintă prin trapeze. Înălțimea tuturor trapezelor este identică și corespunde cu curentul nominal al aparatului. Astfel în fig. 62, *a* prin butonul *b* (punctul 1) este închis circuitul releului *d1*. Acțiunea butonului *b* asupra releului *d1* este reprezentată prin săgeata care pleacă de la „linia butonului” spre „linia releului” *d1*. În timpul 1—2 releul a acționat, adică s-au comutat contactele lui, s-a terminat deplasarea armăturii etc. Circuitul releului *d1* este întrerupt în punctul 4. În timpul 4—6 contactele s-au comutat din nou și au revenit în poziția inițială. Partea hașurată a trapezului indică existența în bobină a curentului de la sursa principală de aliamentare.

Dacă în procesul de funcționare a aparatului, suferă modificare curentul din bobina lui (de exemplu, se reduce o parte din rezistența circuitului), pe diagramă se formează o treaptă. De exemplu, releele *d1* și *d2* (fig. 62, *a*) se conectează simultan, însă după acționarea releului *d1*, contactul lui din circuitul releului *d2* se deschide și introduce rezistența *r*; curentul din bobina releului *d2* se micșorează pe timpul 2—3.

Diagramele de primul tip sînt simple, intuitive, se execută fără greșală cu o oarecare deprindere și înlocuiesc aproape complet descrierea schemelor. După diagramă este ușor de determinat ce se produce în orice moment. Pentru aceasta este suficient să se ducă în locul corespunzător al diagramei o dreaptă perpendiculară la axa timpului și să se urmărească cu ce se intersectează. În fig. 62, *a*, dreapta corespunzătoare cu timpul t_1 , indică că butonul este apăsător, curentul din bobina *d1* a atins valoarea stabilizată, iar curentul din bobina releului *d2* a decrescut. Dreapta t_2 arată că butonul este eliberat, releul *d2* s-a decuplat, iar armătura releului *d1* mai este atrasă, cu toate că circuitul bobinei este întrerupt.

După diagramă este ușor de determinat timpul necesar unui aparat sau altuia pentru a atinge un anumit rezultat. Astfel, pentru acționarea releului *d1* este necesar timpul

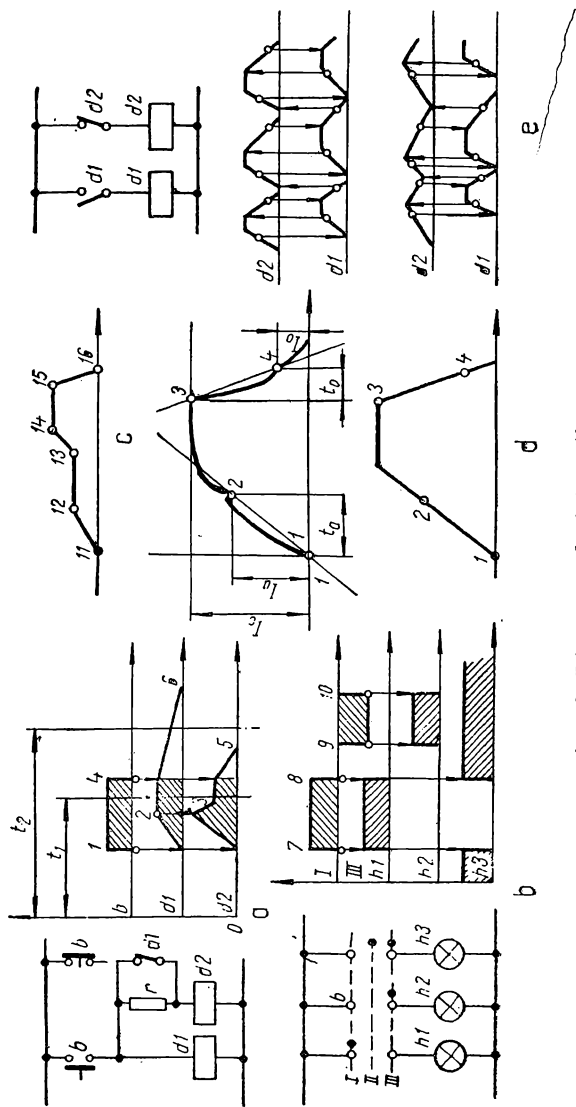


Fig. 62. Diagrame de interacțiune.

1—2. Deci butonul b trebuie să fie apăsat cel puțin acest timp. Pentru deconectarea releului $d1$ este necesar timpul 4—6. Deci, nu se poate apăsa din nou butonul (în scopul repetării aceluiași acțiuni) înainte de acest timp. Acest gen de probleme (cît timp este necesar, ce intervale sînt necesare, dacă există rezerve de timp și care sînt ele, în ce succesiune alternează comutările, dacă se încarcă uniform sursele de alimentare cu energie electrică etc.) sînt numeroase în instalațiile automate, telemecanice, de acționări electrice și este imposibilă rezolvarea lor fără diagrame de interacțiune.

Diagramele de tipul al doilea. Schemele care funcționează în regim de impulsuri nu pot fi calculate și nici estimate cu ajutorul diagramelor de primul tip, deoarece acestea nu reflectă „starea electromagnetică” a aparatelor și nici gradul de încărcare a acumulărilor de energie. Pentru funcționarea stabilă a aparatelor este necesar să se îmbine corect durata impulsurilor aplicate electromagnetului (condensatorului), cu timpul propriu nu numai de acționare, dar și de magnetizare, lungimea pauzelor — cu timpul propriu nu numai de desprindere, dar și de demagnetizare sau descărcare completă a condensatorului.

La baza construirii diagramelor de tipul al doilea stau următoarele raționamente. Dacă se imaginează un curent oarecare echivalent, care ia în considerare toate fenomenele ce se produc la conectare și la deconectare (adică intrarea curentului în bobină, curenții turbionari induși în procesul de deplasare a armăturii în masele metalice etc.), caracterul lui poate fi reprezentat printr-o oscilogramă convențională (fig. 62, d). Neglijînd în prima aproximare diferența dintre timpul de comutare a contactelor normal închise și normal deschise, cum și al contactelor situate în diferite părți ale aparatului (mai aproape de armătură și mai departe de armătură), practic este ușor să se treacă de la exponențiale la trapeze. Pentru aceasta trebuie să se ducă (fig. 62, d), drepte prin punctele caracteristice: 1 — închiderea circuitului, 2 — acționarea (se determină ca intersecția verticalei I_a — curentul de acționare — cu orizontala t_a — timpul de acționare), 3 — deschiderea circuitului, 4 — desprinderea (se determină ca intersecția verticalei I_0 — curentul de desprindere — cu orizontala t_0 — timpul de desprindere), cum

și orizontal $I_e = U : R$, în care U este tensiunea de alimentare și R — rezistența circuitului.

Diagramele de tipul al doilea se aplică, de exemplu, la calculul perechilor pulsante*), unde timpurile de acționare și de desprindere depind de magnetizarea prealabilă (releul desprins, însă incomplet demagnetizat, acționează mai rapid; releul care a acționat însă, încă incomplet magnetizat, se desprinde mai repede). În perechile pulsante, unde primul releu poate să întrerupă circuitul celui de al doilea înainte de demagnetizarea lui completă, iar cel de al doilea poate să-l conecteze pe primul, încă incomplet demagnetizat, apar următoarele pericole. Fie că perechea pulsantă funcționează mai rapid, decât s-a presupus, fie că timpul de funcționare se va modifica de la o perioadă la alta și ca rezultat va fi perturbată cadența pulsației. Cu ajutorul diagramelor de primul tip este imposibil să se descopere aceste fenomene. Diagramele de tipul al doilea le reliefează imediat. În fig. 62, *e* (sus) este reprezentată diagrama de funcționare a unei perechi pulsante corecte, iar în partea de jos a uneia necorespunzătoare. Săgețile de pe diagramele din fig. 62, *e* arată că la o pereche pulsantă corectă releul se conectează din nou doar după ce el este complet demagnetizat. La perechea pulsantă defectuoasă releul se conectează încă înainte de demagnetizarea completă.

Fenomene cu caracter analog se pot produce în schemele cu condensatoare, dacă nu se asigură descărcarea lor completă sau dacă ele nu se încarcă complet pînă la tensiunea prescrisă.

4.4. Realitatea soluțiilor schematice

Din practică se știe că nu totdeauna pot fi realizate schemele, cu toate că ele nu conțin erori aparente, adică. schemele proiectate nu sînt totdeauna reale. De aceea una din problemele care apar la citirea schemelor constă în verificarea îndeplinirii condițiilor prescrise**).

*) Perechea pulsantă este formată din două rele care se conectează și se deconectează reciproc: servește pentru formarea unor succesiuni de impulsuri și pauze.

**) Aici sînt date informații succinte asupra tehnicii analizei schemelor

Cauzele caracterului nereal al schemelor proiectate sînt:
— nu este suficientă energie pentru acționarea aparatului (v. exemplul 8);

— în schemă pătrunde energia de „prisos“, care provoacă o acționare neprevăzută (exemplele 9 și 10) sau împiedică deconectarea la timp a aparatului;

— nu este timp suficient pentru efectuarea acțiunilor prescrise (exemplul 11);

— valoarea prescrisă de acționare a aparatelor este de așa natură încît nu poate fi atinsă (exemplele 12 și 13);

— s-au folosit împreună aparate care au proprietăți mult diferite (exemplul 14);

— s-a neglijat capacitatea de comutare, nivelul izolației aparatelor și circuitelor, nu sînt amortizate supratensiunile de comutare;

— s-au neglijat condițiile în care instalația electrică va fi exploatată (exemplele 15 și 16);

— la proiectarea instalației electrice se ia drept bază starea ei de funcționare, însă nu se rezolvă problema cum să fie ea adusă în această stare și în ce stare va fi ea, ca rezultat al întreruperii de scurtă durată a alimentării (exemplul 17); necesitatea de a analiza schema de la început condiționează recomandarea de a reprezenta schema în supoziția că ea nu este alimentată; de la această stare inițială trebuie să se construiască diagrama de interacțiune (subcap. 4.3);

— subestimarea importanței sistemului de alimentare cu energie electrică, fenomen ce se exprimă prin calculul greșit al conductoarelor (exemplul 18), prin tratarea la înțîmplare a secționării și protecției electrice a circuitelor secundare etc.

Exemplul 8. La închiderea contactului 1 (fig. 63, a), curentul I_1 după un timp oarecare (determinat de valorile r și k) încarcă condensatorul pînă la tensiunea de amorsare a lămpii cu neon 2. Lampa se aprinde, se formează curentul I_2 și releul 3 trebuie să acționeze.

Schema este corectă, însă nu orice tip de releu acționează (deși lampa se aprinde). Chestiunea constă în aceea că rezistența lămpii este prea mare, datorită cărui fapt bobina releului este alimentată cu prea puțină energie. Este necesar un releu mult mai sensibil. pentru ca să poată să acționeze.

Exemplul 9. Transportoarele 1 și 2 (fig. 63, b) trebuie să fie comandate în modul următor: prin butonul „Pornire” se conectează contactul $c2$ al transportorului 2. Când el va avea viteza normală și t.e.m. a traductorului de viteză $e2$ atinge tensiunea de acționare a releului de viteză $d2$, acesta acționează și conectează contactorul $c1$ al transportorului 1. La scăderea vitezei transportorului 2, $d2$ deconectează transportoarele.

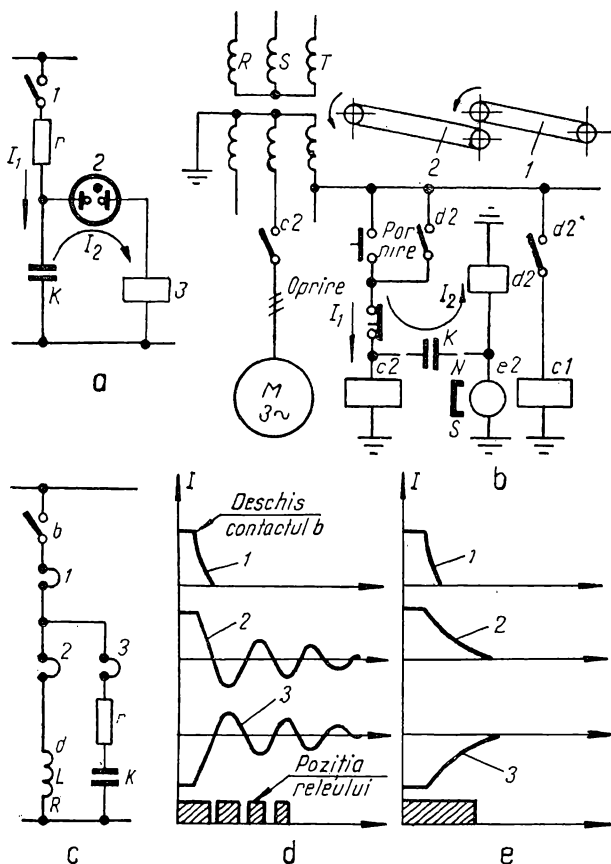


Fig. 63. Ilustrarea necesității calculului la întocmirea și estimarea schemelor (exemplele 8—10).

Schema este corectă. Dacă circuitele contactoarelor și a releului de viteză trec prin același cablu, imediat ce va fi închis butonul „Pornire“, va apare curentul I_2 (prin capacitatea dintre conductoarele cablului) și releul $d2$ va acționa independent de viteza transportorului 2. Astfel, în cazul de față în circuit intră „energia de prisos“.

Exemplul 10. Pentru întârzierea deconectării releului d (fig. 63, c) în derivație cu bobina lui este conectat condensatorul k . Încărcându-se prin închiderea contactului b (prin care se conectează și releul), condensatorul acumulează energie. La deschiderea contactului, condensatorul se descarcă prin bobina releului.

Schema este corectă. S-a dovedit însă că releul d la deschiderea contactului de câteva ori declanșează și acționează, adică în bobina lui de câteva ori pătrunde energia „de prisos“. Pentru a confirma această supoziție s-a efectuat oscillografierea. Oscillografierea a arătat că în locul procesului aperiodic de descărcare a condensatorului (fig. 63, e) a apărut un proces oscilant (fig. 63, d) și ca rezultat curentul din releu a scăzut de câteva ori până la zero, iar după aceea atinge valoarea de acționare. Pentru ca schema să funcționeze corect, era necesar să se coordoneze raportul dintre mărimile $R+r$, k și L .

Exemplul 11. În fig. 64, a este reprezentată o parte a schemei de comandă a întreruptorului automat a cu electromagnet de reținere 1. Schema trebuia să funcționeze în modul următor: prin butonul „Conectat“ se conectează releul 2 (circuitul 3—4, punctele 1 și 2 din diagramă). Releul 2 (circuitul 1—6) conectează contactorul 3 (punctul 3) și în afară de aceasta se autoblochează (circuitul 1—4). Contactorul conectează întreruptorul automat (circuitul 7, punctul 4), după care contactul lui de blocare a deconectează contactorul (punctul 5).

La deconectarea automată se închide circuitul 1—6 (punctul 6), contactorul 3 se conectează (punctul 7) și din nou conectează întreruptorul automat (punctul 8).

Dar trebuie să se deconecteze intenționat întreruptorul automat. Pentru aceasta se apasă butonul „Deconectat“ (punctul 9), adică se deschid simultan circuitele 1—2 și 1—4 și se presupune că mai întâi se va desprinde releul rapid

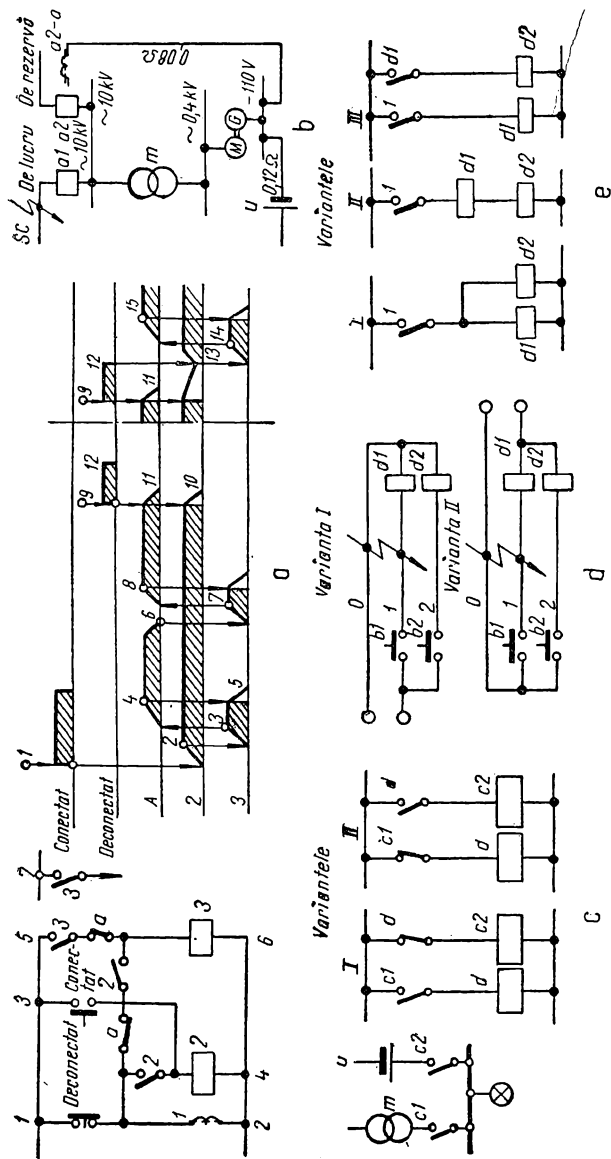


Fig. 64. Schemele nu pot fi estimate numai după numărul de elemente pe care le cuprind (exemplu 11, 17, 18, 19, 20 și 21).

2 (punctul 10) și va deschide contactul din circuitul 1—6; după aceea (punctul 11) se va închide contactul de blocare *a*, datorită cărui fapt circuitul contactorului 3 va rămâne deschis, ceea ce este necesar. În realitate însă nu este astfel; contactorul acționează (punctul 14) și conectează întreruptorul automat (punctul 15).

Cauza acestui fenomen constă în aceea că la întreruperea circuitului 1—2, energia acumulată de electromagnetul 1 își găsește ieșirea în bobina releului 2 și el se transformă dintr-un releu rapid într-unul cu temporizare. Deci, dacă butonul „Deconectat” este apăsat insuficient de mult, adică dacă timpul 9—12 este mai mic decât timpul 9—13, în decursul căruia releul 2 poate să declanșeze, releul 2 nu va declanșa, iar contactorul 3 se va conecta și va anclanșa din nou întreruptorul automat.

Deci, în cazul de față nu a fost timp suficient pentru deconectare. Adesea este insuficient timpul pentru conectare. El va fi insuficient în mod aproape sigur și în schema de față, deoarece contactul de blocare *a* din circuitul 5—6 va deconecta contactorul 3 înainte de a se efectua anclanșarea. De aceea nu orice contact de blocare este adecvat pentru acest scop.

Exemplul 12. Instalația pentru condiționarea aerului, conform datelor din proiect, garantează precizia de reglare a temperaturii de $\pm 1^{\circ}\text{C}$, iar ca traductor de temperatură s-a folosit releul TR-200 fabricat în U.R.S.S., care în realitate poate fi reglat cu o precizie de $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Exemplul 13. Interesul exagerat pentru instrumente radioactive a dus la o reclamă intensă pentru o balanță de transportor electronică cu radiații γ , care ar avea o precizie foarte mare (până la 1%). Este suficient însă să se privească explicația schemei balanței, pentru a ne convinge de inconsistența acestei afirmații. Problema constă în aceea că greutatea este reprodusă cu ajutorul unui contor obișnuit de energie electrică, adică un instrument tehnic care funcționează în clasa 2,5, adică cu o eroare în limitele $\pm 2,5\%$.

Exemplul 14. Dacă se utilizează în comun contactoarele (care acționează lent) și dispozitivele semiconductoare (fără inerție) sau alte aparate de tipuri foarte diferite, este evidentă necesitatea adaptării parametrilor lor. Iată însă că se folosesc împreună aparate de același tip: redresoare de

siliciu de forță, conectate într-un grup serie-derivație. Se dovedește că și aici trebuie să se aleagă riguros parametrii lor sau să se ia măsuri pentru ca diferența dintre parametri să nu ducă la o redistribuire inadmisibilă a curenților între căile paralele (este periculoasă supraîncălzirea căilor supraîncărcate) și la tensiuni inverse între redresoarele conectate în serie (este periculoasă străpungerea, un fenomen ireversibil). De aceea redresoarele de siliciu de putere (dacă fiecare braț conține mai mult de un singur redresor) se „acoperă” de numeroase condensatoare și rezistențe a căror valoare nu este de loc indiferentă.

Exemplul 15. În telefonie și în automatică se folosesc releele în care întârzierea se obține datorită curenților turbionari, care apar într-o spiră de cupru (bucșă, un grup de șaibe) la întreruperea circuitului bobinei. Asemenea releu nu pot funcționa stabil la oscilații bruște ale temperaturii, deoarece rezistența spirei nu este identică la temperaturi ridicate și la temperaturi scăzute.

Exemplul 16. Pentru controlul nivelului minereului și al lichidelor conducătoare de curent se folosesc cu succes releele de control al rezistenței. Când minereul (lichidul) atinge electrodul coborât în buncăr (rezervor), se închide circuitul și releul acționează. Același procedeu a fost folosit și în buncărele în care se păstrează cimentul, nisipul, pietrișul și alte materiale practic neconducătoare de curent. Nu s-a obținut nici un rezultat. Sensibilitatea aparatului a fost mărită. La sensibilitate mărită au început să aibă un rol hotărâtor scăpările, împotriva cărora în cazul de față nu poate să protejeze în mod sigur nici chiar inelul de protecție.

Exemplul 17. În cazul întreruperii de scurtă durată a alimentării cu energie electrică (fig. 64, a) releul 2 declanșează și nu va putea acționa din nou și de aceea nu se va produce reanclanșarea automată.

Exemplul 18 (fig. 64, b). În cazul scurtcircuitului în punctul SC stația este lipsită de alimentare cu energie electrică. Circuitele de automatizare trebuie să declanșeze întreruptorul a1, iar după aceea să anclanșeze întreruptorul a2 de rezervă. Dar el nu se anclanșează, deoarece sistemul de alimentare cu energie electrică nu este dimensionat pentru acest regim de avarie, care este cel mai greu.

Într-adevăr, la dispariția tensiunii încetează să funcționeze motorul-generator $M-G$ și tensiunea bateriei de acumulatoare u scade brusc de la 113 V la 106 V (în funcțiune 53 elemente). La încercarea de a anclanșa întreruptorul $a2$ căderea de tensiune pînă la bare și de la bare pînă la electro-magnetul de anclanșare $a2-a$ (care consumă 200 A) este de 40 V; la bornele acționării rămîne o tensiune evident insuficientă $106-40=66$ V.

4.5. Compararea schemelor

Unul din scopurile citirii schemelor este compararea variantelor pentru alegerea variantei optime. Pentru a compara și a estima trebuie însă:

- să se dispună de anumite criterii;
- să se diferențieze instalațiile electrice după condițiile ce li se prezintă;
- să se cunoască condițiile în care ele vor funcționa (exemplele 15 și 16).

Cu alte cuvinte estimarea schemelor trebuie efectuată de pe poziții concrete și nu în general.

Nu este admisibilă incertitudinea. Incertitudinile asupra siguranței pot să ducă la mărirea numărului protecțiilor blocajelor, semnalelor avertizoare etc. care într-atîta complică schema încît, în loc de a funcționa, devine ea însăși sursă a deranjamentelor. Punctele de plecare la proiectare și la analiza schemelor sînt datele uzinelor producătoare de echipament și conducte, rezultatele încercărilor întreprinse special și, ca rezultat final, experiența în exploatare.

Astfel, în cazul proiectării calificate, a montării și reglării de bună calitate, a organizării reviziilor preventive, a reparațiilor și încercărilor prin forțele unui personal suficient de instruit (toate acestea sînt cerute de prescripțiile tehnice) pot fi, de exemplu, garantate:

- anclanșarea și declanșarea întreruptoarelor la tensiunea de curent operativ, scăzută și majorată, în intervalul condiționat de prescripții; condiții mai rigide nu pot fi prezentate (v. exemplul 18);

- rigiditatea dielectrică și rezistența izolației, conductelor și cablurilor, care exclud în limitele încăperilor cu

instalații electrice scurtcircuitate între conductoarele învecinate;

- îmbinări de contact sigure (lipituri, suduri, presări etc.), care exclud întreruperea circuitelor;

- rezistența mecanică a fixărilor echipamentului electric și a pieselor lui, a tiranților la contactele de blocare etc.;

- neruginirea arcurilor, bolțurilor, circuitelor magnetice, nelipirea miezurilor, lipsa solidificării inadmisibile a lubrifiantului și alte cauze care împiedică revenirea necondiționată și rapidă a părții mecanice a aparatelor în poziția inițială;

- întreruperea necondiționată a circuitelor prin contacte la comutarea lor, deblocarea și blocarea necondiționată a circuitelor în instalațiile fără contacte.

În același timp experiența arată că trebuie să se considere posibilă:

- neînchiderea contactelor (v. exemplul 19);

- defectarea izolației la conductele care ies în afara limitelor centralelor și stațiilor electrice, de exemplu, a circuitului de telemecanică (v. exemplul 20);

- apariția concomitentă, de regulă, a unei singure cauze a deranjamentului, însă cu toate urmările care decurg din el; de exemplu, defectul în bobina unui releu provoacă funcționarea greșită a tuturor circuitelor, în care intră contactele lui (v. exemplul 21).

Trebuie să se ia în considerare, de exemplu:

- procedeul deservirii; astfel, pentru stațiile fără personal permanent, deblocarea protecției necesită aparatură telecomandată; în stațiile cu personal permanent este suficient un buton etc.;

- calificarea personalului de deservire; cu cât personalul este mai calificat, cu atât schema poate fi mai simplă, deoarece poate fi condiționată o ordine de deservire riguroasă; dacă nu se poate conta pe respectarea de către personal a ordinii stabilite, schema va trebui să fie mai complexă;

- categoria instalației electrice în ce privește siguranța alimentării cu energie electrică.

Adesea schemele se estimează numai după numărul elementelor pe care le cuprind. Indiscutabil că schema care conține mai puține elemente (bobine, contacte, condensatoare

toare, rezistențe, redresoare etc.) este mai simplă, mai ieftină și vorbind în general, mai puțin vulnerabilă decât schema mai complexă (cu condiția, natural, că se compară elemente echivalente și schemele comparate satisfac în măsură egală condițiile de funcționare). În același timp numărul de elemente nu este nici pe departe singurul criteriu și nici cel principal pentru estimarea schemelor, fapt de care ne putem convinge cu ușurință din exemplele 19 și 20.

Exemplul 19. În fig. 64, *c* sînt date două variante ale schemei de conectare automată, a iluminatului de avarie de la bateria de acumulatori *u* cu același număr de elemente în schemă. În condiții obișnuite este închis contactorul *c1*; la deschiderea lui se închide contactorul *c2*. În varianta *I* neînchiderea contactului de blocare *c1*, cînd contactorul este închis, duce la declanșarea releului *d*, care conectează contactorul *c2*. Ca rezultat, la aceleași bare se aplică simultan curenții continuu și alternativ. În varianta *II* neînchiderea contactului de blocare provoacă numai refuzul și nu o închidere periculoasă. Deci această variantă este mai bună.

Exemplul 20. În fig. 64, *d* sînt reprezentate două scheme ale comenzii la distanță, care diferă numai prin amplasarea sursei de alimentare. În varianta *I* scurtcircuitul între conductoarele *0—1* nu se descoperă imediat, iar la apăsarea butonului este posibil un scurtcircuit și se produce refuzul, însă nu o conectare falsă. În varianta *II*, în cazul scurtcircuitului dintre conductoarele *0—1*, releul *d1* acționează imediat. Deci, varianta *I* este mai bună, cu toate că ele sînt alcătuite din aceleași elemente.

Exemplul 21. Pentru crearea unor funcții necesare, la un releu nu sînt suficiente contactele și de aceea s-au folosit două rele *d1* și *d2*, ale căror bobine se pot conecta după trei variante (fig. 64, *e*).

Dacă se examinează posibilitatea defectării bobinei unuia din rele sau a neînchiderii contactului releului *d1*, varianta *II* este mai bună, deoarece ambele rele fie funcționează, fie sînt deconectate, adică totdeauna funcționează ca un singur aparat.

Dacă sînt importante funcțiile de timp, de asemenea, variantele nu sînt echivalente. În varianta *III* releul *d2* întîrzie în raport cu releul *d1*. În varianta *II* este în vigoare

constanta comună de timp a ambelor relee. De aceea, dacă unul din ele, luat separat, este rapid fiind conectat în serie cu celălalt releu el va acționa mai lent. În varianta *I* după deschiderea contactului *1*, între bobinele releelor *d1* și *d2* va apare un curent și releele pot să facă între ele un schimb de temporizări, la fel cum își cedează reciproc vitezele bilele elastice care se ciocnesc.

Într-un cuvânt, chiar și o problemă așa de obișnuită, cum este conectarea a două bobine, nu este deloc așa de simplă pe cât pare la prima vedere.

4.6. Succesiunea citirii schemelor

Considerații generale. S-a explicat că citirea schemelor are totdeauna un anumit scop și este subordonată sarcinilor lucrării efectuate. De aceea, în primul rînd trebuie să se utilizeze desene bine determinate în multitudinea desenelor electrotehnice. Pentru aceasta trebuie să se ia cunoștință după cuprins de desenele existente (sau să se întocmească un cuprins dacă acesta lipsește) și să se sistematizeze desenele (dacă aceasta nu s-a făcut în proiect) după destinație. Desenele se alternează într-o asemenea succesiune, încît citirea fiecărui desen următor să constituie o continuare naturală a celui precedent (v. exemplul 22). Apoi trebuie să se înșusească bine sistemul de semne și simboluri adoptat (cap. 2). Dacă el nu este expus în desene, trebuie determinat și notat.

Pe desenul ales trebuie să se citească toate inscripțiile începînd cu cartușul. După aceea se citesc observațiile, explicațiile, specificațiile etc. La citirea explicațiilor în mod obligatoriu se caută pe desen aparatele enumerate în ele. La citirea specificațiilor ele se confruntă cu explicațiile.

Dacă în desen sînt făcute trimiteri la alte desene, aceste desene trebuie căutate și trebuie să se înșusească conținutul trimiterilor. De exemplu, într-o schemă întră contactul care aparține aparatului, reprezentat pe o altă schemă. Deci trebuie să se determine ce fel de aparat este acesta, pentru ce servește, în ce condiții funcționează etc.

Desenele care reflectă alimentarea cu energie electrică, protecția, comanda, semnalizarea electrică etc. este indicat să fie citite în succesiunea următoare:

- Se determină sursele de alimentare cu energie electrică, felul curentului, valoarea tensiunii etc. Dacă sînt mai multe surse sau se folosesc cîteva tensiuni, trebuie să se clarifice de ce s-a făcut aceasta.

- Se secționează schema în circuite simple (subcap. 4.2) și, examinînd combinații ale acestora, se stabilesc condițiile de funcționare. Trebuie să se înceapă cu acel aparat care ne interesează în momentul dat. De exemplu, dacă nu funcționează motorul, trebuie să se găsească circuitul lui în schemă și să se vadă contactele căror aparate intră în el. În continuare se găsesc circuitele aparatelor care comandă aceste contacte etc. (v. mai sus exemplele 5 și 6).

- Se construiesc diagramele de interacțiune (v. subcap. 4.3) determinînd cu ajutorul lor:

- succesiunea de funcționare în timp;
- coordonarea timpului de funcționare a aparatelor în limitele instalației respective (exemplul 11);

- coordonarea timpului de funcționare a circuitelor care funcționează împreună (de exemplu, a circuitelor automatizării, protecției, telemecanicii, acționărilor reglabile etc.)

- urmările întreruperii alimentării cu energie electrică; pentru aceasta, presupunînd declanșate succesiv întreruptoarele și întreruptoarele automate de alimentare cu energie electrică (siguranțele arse), se estimează urmările posibile (exemplul 23);

- posibilitatea cuplării instalației în poziția de lucru din orice poziție, în care se putea afla, de exemplu după revizie;

- se estimează urmările deranjamentelor posibile:

- neînchiderea contactelor succesiv cîte unul (v. exemplul 19);

- deteriorarea izolației în raport cu „pămîntul“, succesiv pentru fiecare porțiune (exemplul 24);

- deteriorarea izolației între conductoarele liniilor aeriene, ieșind în afara limitelor încăperilor (exemplul 20) etc.

Se subliniază încă o dată că este vorba de deranjamentele probabile, care pot apărea în realitate în instalațiile electrice, executate în mod corespunzător și deservite tehnic

calificat (v. subcap. 4.5). Nu se pot examina deranjamente imaginate (de exemplu, după revizie în aparat s-a uitat o garnitură izolantă între contacte, s-a produs un contact „dintr-o dată“ între conductoarele amplasate pe panou etc.).

— Se verifică dacă în schemă nu există circuite false (exemplele 7 și 9).

— Se estimează siguranța alimentării cu energie electrică (exemplul 18) și regimul de funcționare a echipamentului (exemplele 8, 10, 14—16).

— Se verifică îndeplinirea măsurilor care asigură securitatea (exemplul 23) cu condiția organizării lucrărilor, conform prescripțiilor în vigoare (Prescripțiile de organizare a exploatării, Norme și prescripții sanitare, Prescripții de tehnica securității, Prescripțiile de exploatare tehnică etc.)¹⁾.

Exemplul 22. Pentru reglarea echipamentului electric al motorului este ales un set de desene. În el intră: schema de elemente (fig. 66) unde sînt reprezentate amănunțit circuitele principale și secundare, însă nu este clar de unde se face alimentarea cu energie electrică. Răspuns la această întrebare dau împreună schemele rețelelor de distribuție (fig. 65, *b*) și de alimentare (fig. 65, *a*). De menționat: completarea schemelor nu s-a început de la sursa de alimentare cu energie electrică, ci cu acel motor care ne interesează în momentul de față.

Pe schema de elemente contactul *c6* este cuprins într-un dreptunghi. Aceasta înseamnă că el este „luat“ din altă schemă. În afară de aceasta, două porțiuni ale circuitelor cu semnele 79—49 și 43—45 sînt destinate pentru alte scheme. Deci, setul necesar de scheme trebuie să fie completat în mod corespunzător cu încă trei desene.

Exemplul 23. Verificarea urmărilor arderii siguranțelor în schema motorului *M* (fig. 67, *a*). Dacă s-a ars o singură siguranță (figura din centru), motorul nu se deconectează, însă se poate opri. Pentru motor acest lucru este periculos (se supraîncălzește și poate chiar să se ardă), însă motorul

¹⁾ În fiecare caz concret poate lipsi o etapă sau alta de examinare a schemei, la fel cum pot apare probleme nementionate aici. Se poate modifica, de asemenea, și succesiunea examinării.

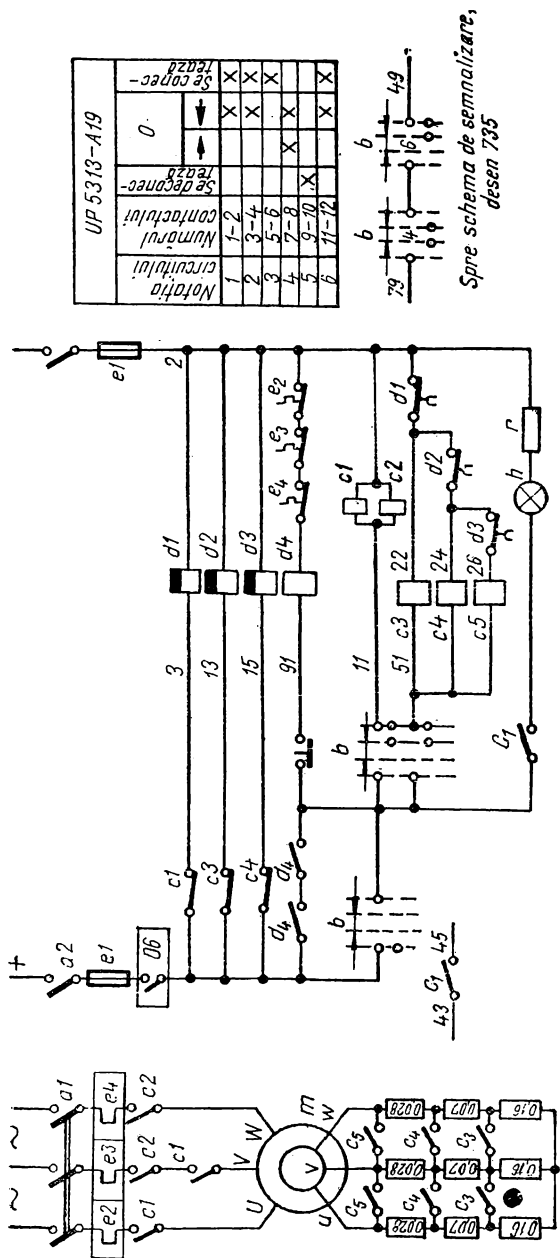


Fig. 66. Schema elementelor motorului (exemplul 22).

face zgomot și este clar că el se află sub tensiune. În cazul arderii a două siguranțe (figura din dreapta) motorul se oprește însă nu face zgomot. Pentru motor acest lucru nu este periculos, însă omul, considerînd motorul deconectat, se poate afla sub tensiune. De aceea prescripțiile de organi-

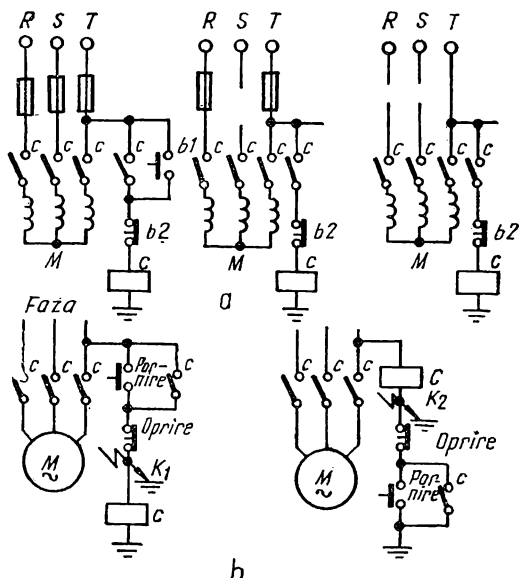


Fig. 67. Verificarea urmărilor arderii siguranțelor și ale deteriorării izolației față de pământ (exemple 23 și 24).

zare a exploatării interzic alimentarea bobinei contactorului de la fază și neutru în cazul protecției prin siguranțe.

Exemplul 24. Verificarea urmărilor scurtcircuitului la „pământ” în schema de comandă a motorului (fig 67, b). Dacă o bornă a bobinei contactorului este legată la pământ, iar faza este aplicată la butonul „Pornire”, la punerea la pământ în punctul *K1* (figura din stînga) contactorul se va deconecta și poate să se ardă siguranța. Dacă butonul

este conectat la pământ, iar bobina contactorului la fază (figura din dreapta), deteriorarea izolației în punctul *K2* va provoca un fenomen extrem de periculos și anume auto-pornirea motorului și totodată motorul pornit este imposibil de oprit prin butonul „Stop“, deoarece bobina contactorului este alimentată prin „pământ“ ocolind butonul.

Exemplul 25. Uneori la întocmirea schemelor de montaj, și a schemelor conexiunilor exterioare se produc erori și omisiuni. În aceste cazuri trebuie să se efectueze „trecerea inversă“ adică după documentația de montaj să se restabilească schema de principiu. Unul din cele mai simple exemple este dat în fig. 68. Se începe cu un receptor oarecare, de exemplu, cu motorul și plecînd de la una din bornele lui, se urmăresc (și se notează prin procesul desfășurat) toate circuitele. De exemplu, conductorul 717 de la motorul *m*, prin cablul 514 ajunge la borna 6 a panoului 19, după care la contactul contactorului *c*. După contact semnul se schimbă în 707. Conductorul 707 merge în trei direcții: la înfășurarea transformatorului *m1*, la borna 10, de la ea, prin borna 11, la bobina contactorului.

Să urmărim mai întîi o direcție. Borna 10, prin cablul 511, este conectată la siguranța de pe tabloul de 380 V. După siguranță numărul se schimbă în 704. După întreruptorul cu pîrghie numărul se schimbă în 701. Conductorul 701 este conectat la bara fazei *T*. În mod analog se verifică și celelalte circuite.

Rezultatele „reștabilirii“ schemei de principiu sînt reprezentate în fig. 68, *b*.

În exemplul examinat problema este mult ușurată prin faptul că schemele panourilor sînt reprezentate prin procedeul desfășurat. În realitate, însă, va trebui să se lucreze cu schemele de montaj și în prealabil, fiecare dintre ele să se aducă la forma comodă pentru citire.

În afară de aceasta, ar trebui să se îmbine mai multe scheme, în care sînt reprezentate conexiunile exterioare (este foarte probabil că un capăt al cablului este reprezentat pe schema unui panou, iar celălalt capăt pe schema unui alt panou). Într-un cuvînt aceasta este o operație laborioasă, necesitînd precizie și atenție.

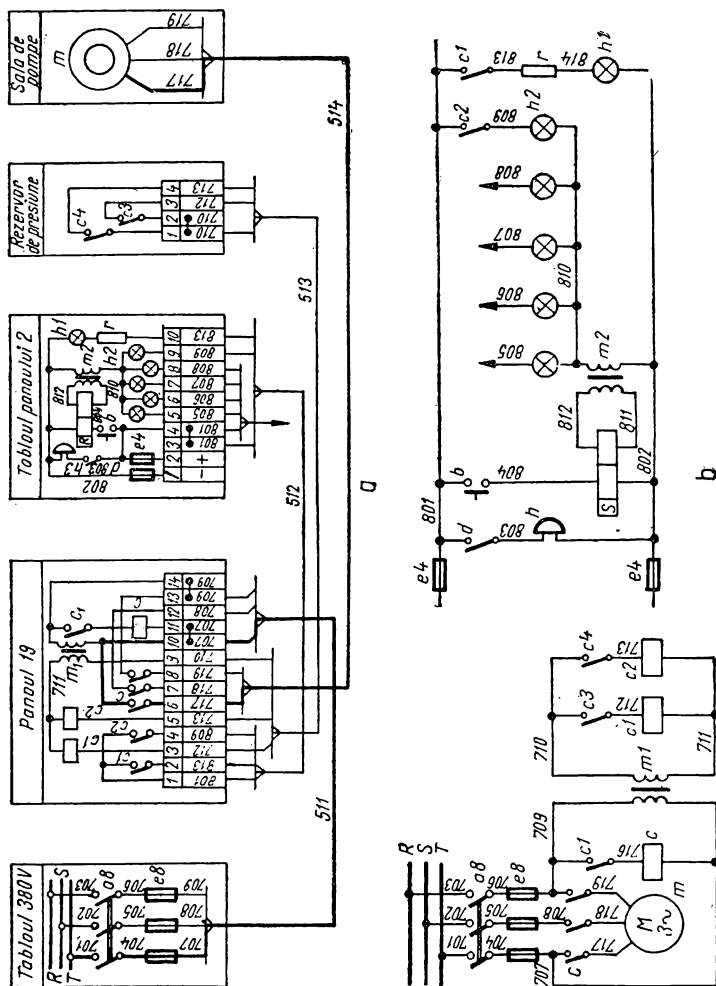


Fig. 68. Tehnica „trecerii inverse”, de la documentația de montaj la schema de principiu (exemplul 25).

5. Citirea schemelor de alimentare cu energie, de acționare și ale unor instalații elementare de automatizare

5.1. Considerații generale

Primele patru capitole repetă în esență conținutul ediției întâi a prezentei cărți (1968). Schimbările introduse în ediția a doua se datoresc modificării standardelor STAS 1590-64, STAS 2877-64, STAS 3812-64, STAS 3812-64, STAS 2408-64, STAS 3526-64, STAS 3527-64 și 2797-64 și înlocuirii acestora cu o grupă nouă de standarde, 1590/1—17...1590/9—71.

Prezentul capitol este nou și cuprinde o serie de exerciții analizate amănunțit pentru a fi în ton cu materialul introdus la citirea schemelor de instalații electrice. Succesiunea și modul de prezentare a acestor exemple a constituit o problemă grea. Mai simplu ar fi fost să se analizeze schemele de principiu cuprinse în materialul anterior, să se treacă la schemele de legături ale stațiilor electrice și să se termine cu schemele de conexiuni. În acest caz, ar fi trebuit conceput un exemplu general, începînd de la sursa de energie electrică și terminînd cu receptorul de energie, împărțit pe o serie de scheme didactice care să fi dat posibilitatea analizării întregului complex de probleme. Toate aceste scheme ar fi fost concepute după o metodă unică, comod amplasate, metodic gîndite și instructive. Însă, din păcate, în practică nu se întîmplă așa. Pe șantier se întîlnesc piese construite de diverși furnizori, montarea

acestora se face după proiecte elaborate de diverse organizații de proiectare, fiecare dintre ele avînd obiceiurile, normele, tradiția, sistemul de notație și marcajele proprii etc. Într-un cuvînt, în fața celor care trebuie să execute montajul, să regleze la punerea în funcțiune și să exploateze instalațiile electrice apar probleme de genul: cum trebuie înțeles ceea ce este reprezentat pe numeroasele desene de execuție și cum trebuie legate acestea între ele. Sarcina prezentei cărți constă în a răspunde tocmai la aceste probleme.

De aceea:

— Pentru exerciții, s-au ales scheme din mai multe proiecte tip, materiale ale cataloagelor în vigoare, normative pentru industria electrotehnică, scheme apărute în diverse reviste electrotehnice și așa mai departe.

— Materialul ales pentru exerciții este prezentat așa cum se face în proiecte, cataloage etc.

— În carte se analizează evident nu proiecte, ci extrase din acestea. Spre exemplu, dintr-o serie de variante ale unui proiect de stație tipizată s-a luat o variantă de schemă a circuitelor secundare tipizate pentru stații etc.

— În exercițiile referitoare la citirea schemelor de principiu se găsesc exemple de subsansamble caracteristice pentru instalațiile electrice, de exemplu: scheme de comandă a pompelor, benzilor transportoare etc. scheme de control al valorilor limită și de reglaj al temperaturii în instalațiile de ungere; scheme de măsurare a temperaturii; scheme de semnalizare a poziției mecanismelor etc.

— Indiferent de felul cum sînt reprezentate schemele în proiecte, cataloage și în alte surse, în carte toate sînt redate în notațiile conform cu standardele în vigoare, iar o serie de note de pe desene s-au introdus sub formă de legende explicative.

5.2. Scheme de alimentare cu energie

Exercițiul 26. *Schema de alimentare cu energie electrică a unei întreprinderi industriale.* Din notațiile de pe fig. 69 reiese că avem de-a face cu o schemă generală de alimentare cu energie a unei întreprinderi industriale. O parcurgem de sus în jos (pentru a nu scăpa vreun amănunt), urmărind

toate notațiile din fig. 69 și înțelegînd ce reprezintă fiecare. Se întîlnesc prescurtări de genul: *LEA*—linia aeriană; *SCC*—stație centrală coboritoare; *AAR*—conectare automată a rezervei; *PD*—punct de distribuție; *PT*—post de transformare. Aceste notații sînt uzuale și de aceea nu sînt explicate pe desen.

După ce am parcurs notațiile, ne îndreptăm atenția spre reprezentările convenționale din punct de vedere grafic. Dacă printre ele se întîlnesc reprezentări nestandardizate, trebuie să folosim legenda explicativă. Parcurgînd schema de sus în jos, întîlnim transformatoare cu trei înfășurări, cu puterea de cîte 20 MVA (înfășurarea de 110 kV a transformatorului este legată în stea cu neutrul scos pe cuvă; cele două înfășurări secundare cu tensiunea de 10 kV sînt legate în triunghi). Lîngă transformatoare nu s-a notat tensiunile de 110 și 10 kV, dar din notația 110 kV de pe *LEA* și 10 kV de pe bare rezultă tensiunile înfășurărilor transformatoarelor. În continuare întîlnim, întreruptoare de înaltă tensiune; cabluri (pe acestea se indică cutiile terminale și manșoanele; acestea nu sînt standardizate, însă ele sînt uzuale); întreruptoare cu cărucior în punctele de distribuție *PD*₁ și *PD*₃, lucru ce rezultă prin folosirea reprezentării de tip priză; autotransformatorul *m*₃, ce coboară tensiunea de la 10 la 6 kV, pentru alimentarea motorului *m*₄; separatoarele de sarcină din *PT*₁ și *PT*₄; transformatoarele cu două înfășurări din *PT*₁—*PT*₄; întreruptoarele automate din *PT*₁ și *PT*₄; siguranțele de înaltă tensiune din *PT*₂—*PT*₄.

Acum putem trece la citirea schemei, observînd că succesiunea de citire depinde de scopul propus. Dacă ne interesează sistemul de alimentare cu energie electrică, schema este parcursă de sus în jos, adică de la sursa de energie spre consumatori, în cazul nostru de la *LEA* de 110 kV spre barele posturilor de transformare la 0,4 kV. Dacă însă trebuie să se elucideze variantele posibile de alimentare a consumatorilor, schema trebuie parcursă de jos în sus, adică citirea se începe cu consumatorii și se merge spre sursa de energie. Să analizăm ambele cazuri.

Cazul I. Fiecare *LEA* de 110 kV alimentează prin transformatorul său barele de 10 kV din stație. Barele sînt secționate în patru secții I—IV, care sînt conectate la di-

versele înfășurări ale transformatoarelor. Secțiunile I și III, II și IV sînt conectate prin întreruptoare cu AAR. Fiecare punct de distribuție PD_1 — PD_3 este alimentat prin două fiedere de la secții diferite ale stației de distribuție, de exemplu PD_1 cu secțiunile II și IV. Barele din punctele de distribuție PD_1 — PD_3 sînt secționare și au AAR. De la PD_1 se alimentează posturile de transformare PT_2 și PT_3 și motorul m_4 . Continuînd în aceeași succesiune, cititorii pot analiza independent schemele punctelor PD_2 , PD_3 , PT_1 , — PT_4 și legăturile dintre ele.

C a z u l I I .Să admitem că pe secția II a barelor de 0,4 kV din PT_4 nu avem tensiune, iar pe barele de 10 kV este tensiune. Urmărim succesiv toate căile, de la barele de 0,4 pînă la barele de 10 kV. Există două căi: fie prin transformatorul m_2 fie prin transformatorul m_1 și automatul de secționare a barelor de 0,4 kV. Cazul mai complicat este cel în care postul de transformare PT_4 se alimentează de la punctul de distribuție PD_3 prin întreruptorul respectiv, care este deschis pentru reparații, din care cauză nu există tensiune pe barele de 10 kV ale PT_4 . Pentru a urmări cum se alimentează barele, „plecăm“ de la barele de 10 kV spre sursa de energie. Întîlnim: întreruptorul fiderului de rezervă pentru PT_4 , linia de la PT_4 pînă la PT_3 , barele PT_3 , linia de la PT_3 pînă la PT_2 barele lui PT_2 , linia de la PT_2 pînă la PD_1 , întreruptorul și secția II a punctului de distribuție PD_1 . Dacă există tensiune pe această secție, am rezolvat univoc problema alimentării postului de transformare PT_4 deoarece nu există alte căi dinspre PD_1 pînă la PT_4 . Dar dacă nu avem tensiune pe secția II a punctului de distribuție PD_1 ? Atunci trebuie căutate căile de la această secție spre stația de distribuție SCC. Și în acest caz sînt posibile două variante: fie prin linia de la secțiunile II ale PD_1 pînă la secția II a stației SCC, fie prin întreruptorul de secționare, secția IV a PD_1 și pe linia de pe secția IV a SCC.

Cititorilor li se recomandă ca, presupunînd deconectat succesiv unul dintre elementele schemei (linii, transformatoare), să rezolve singur probleme analoge cu cele expuse mai înainte.

Citirea schemelor de alimentare cu energie este necesară și pentru rezolvarea unei serii importante de probleme, de

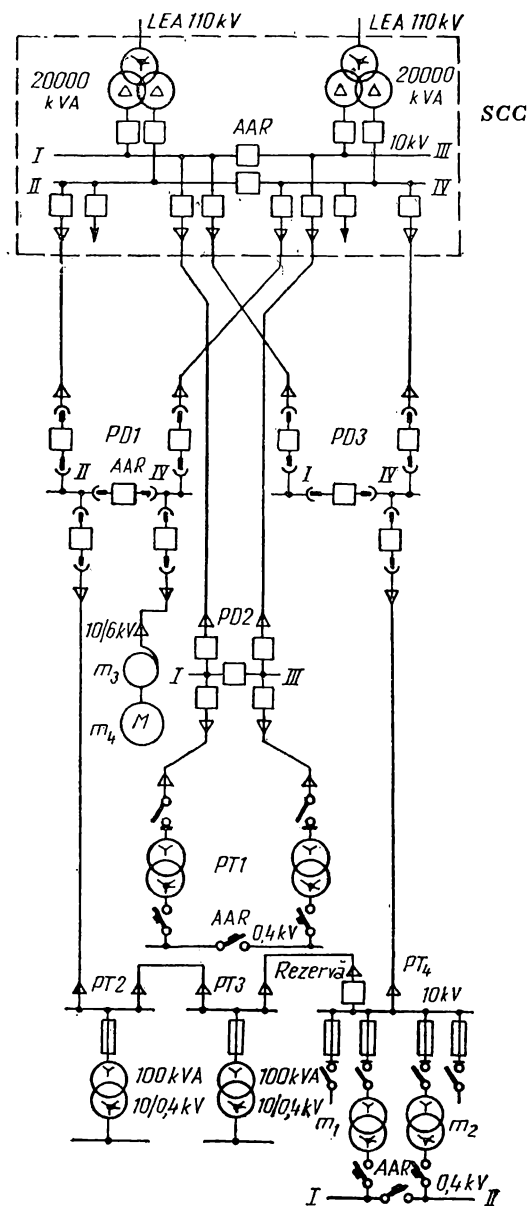


Fig. 69. Schema generală de alimentare cu energie a unei întreprinderi industriale.

altfel foarte complicate, privind regimurile normale și de avarie, succesiunea posibilă a comutărilor operative, alegerea protecției electrice, locurile de montare a descărcătoarelor, a cuțitelor de legare la pământ etc. Aceste probleme se rezolvă de către specialiști de înaltă calificare.

5.3. Scheme de posturi tip de transformare

Exercițiul 27. *Schema monofilară a postului.* În fig.69 se arată sub formă generală schema postului de transformare PT_4 . În fig. 70 se dă amănunțit schema aceluiași post. La început să o analizăm și după aceea vom trece la citirea diverselor subsansambluri ale proiectului tip de post, cu ajutorul cărora este construită schema. Din notațiile principale reiese că avem de-a face cu schema unui post de transformare PT_4 care transformă energia de la 10 kV la 0,4—0,23 kV, avînd fider de rezervă pe 10 kV, bare secționate și AAR pe partea de 0,4 kV. Pe schemă se găsesc multe notații. Ca întotdeauna, parcurgem schema de sus în jos și de la stînga spre dreapta.

Și astfel, fiderul de rezervă în cablu (se notează prin cutia terminală) se leagă la separatorul de linie cu cuțite de legare la pământ (notațiile convenționale ale separatoarelor și „pământ“).

În continuare urmează ramificația: spre stînga transformatorul de tensiune siguranțele de protecție la înaltă tensiune, legătura directă la barele de 10 kV prin întreruptorul cu ulei pentru curentul de 630 A și separatorul de bare. Între separatorul de linie și întreruptorul cu ulei sînt intercalate pe două faze transformatoare de curent. La bare se leagă fiderul de lucru, în cablu prin separatorul de sarcină.

De la barele de 10 kV se derivă o linie spre secție (plecarea nr. 13) și plecările spre transformatoarele m_1 și m_2 , inclusiv linia de rezervă. Plecarea spre atelierul notat cu nr. 13 este protejată cu siguranțe. Notația 10/50/40 înseamnă: siguranță de înaltă tensiune, cu tensiunea nominală de 10 kV, curentul nominal de 50 A (adică 50 A este curentul maxim limită al fuzibilului) și fuzibilul de 40 A. Linia este întreruptă sau

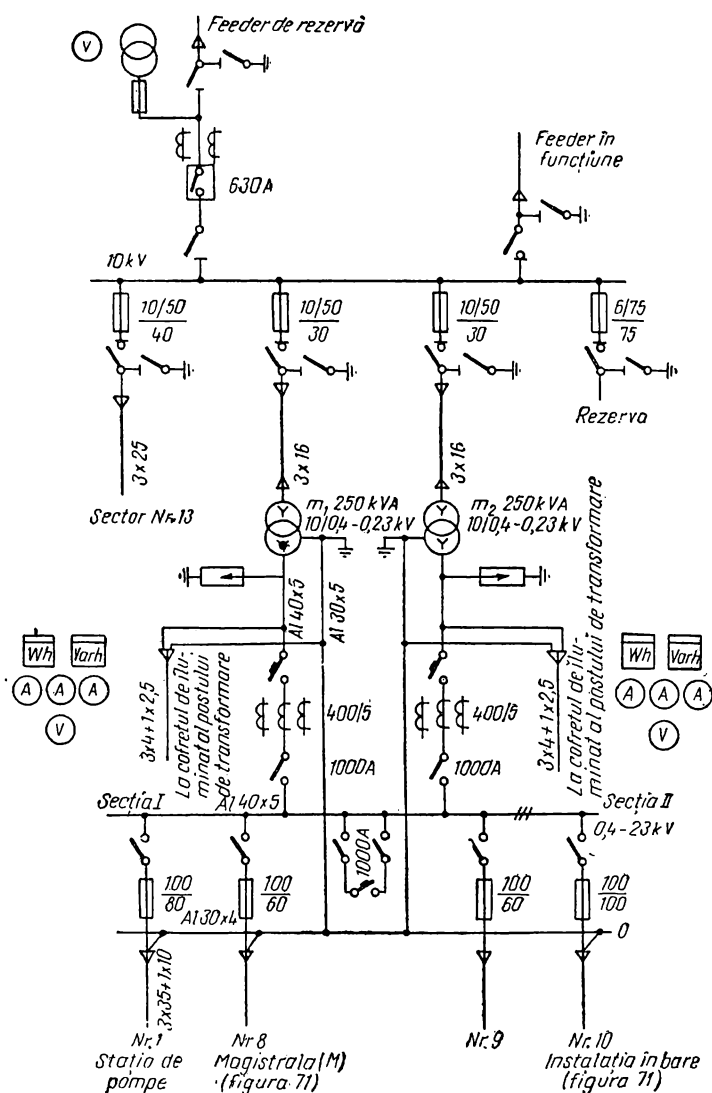


Fig. 70. Schema de principiu a postului de transformare PT4 10/0.4-0.23 kV, cu fider de rezervă la 10 kV, bare secționate și AAR pe partea de 0,4 kV.

conectată de un separator sub sarcină și ea este construită în cablu 3×25 (trei conductoare cu secțiunea de 25 mm^2 fiecare). Cititorilor li se recomandă să continue citirea schemei la linia de rezervă și să indice greșeala scăpată la notarea siguranței.

Transformatorul m_1 este protejat prin siguranțe și se leagă cu cablul 3×16 prin separatorul de sarcină. Puterea transformatorului este de 250 kVA, tensiunea de 10/0,4—0,23 kV, iar înfășurările sînt legate stea, cu neutrul scos (pe desen se indică schema de conexiune a transformatorului).

Legătura înfășurării secundare a transformatorului la barele de 0,4—0,23 kV se face prin întreruptorul automat, transformatoarele de curent cu raportul de transformare de 400/5 A (include pe fiecare fază) și întreruptorul manual de 1000 A. Între transformatorul m_1 și întreruptorul automat se intercalează descărcătoarele de legare la pămînt. Notarea $Al\ 40 \times 5$ înseamnă că legăturile se realizează în bare din aluminiu dur (AT) avînd secțiunea de $40 \times 5 \text{ mm}^2$. Neutrul transformatorului se leagă direct la pămînt și cu bara de nul, notată cu O. Cititorilor li se recomandă să citească schema transformatorului m_2 de la barele de 10 kV pînă la barele de 0,4—0,23 kV și să descopere greșeala în notație comparînd reprezentarea transformatorului m_2 și aparatajul indicat lîngă el.

În apropierea transformatorului sînt reprezentate contoarele de energie activă (Wh) și de energie reactivă ($Varh$), ampermetrele A și voltmetrul V. Amplasarea lor pe schemă arată că ele aparțin transformatorului m_1 .

Barele de 0,4—0,23 kV sînt secționare, secțiunile putînd fi legate prin întreruptor automat. Ele pot fi scoase de sub tensiune cu un întreruptor manual pentru curentul de 1 000 A. De la bare se ramifică liniile, prin întreruptoarele manuale; protecția se face cu siguranțe. Toate siguranțele sînt de același tip, însă curenții nominali ai fuzibilelor lor se deosebesc.

Se recomandă ca cititorii să elucideze următoarele:

- prin ce se deosebesc schemele liniilor 1, 8 și 10;
- prin ce se deosebesc schemele liniilor 8 și 9;
- ce reprezintă notația $[3 \times 36 + 1 \times 10]$ de pe linia nr. 1;
- prin ce se deosebesc siguranțele de pe plecările nr. 13 și 8.

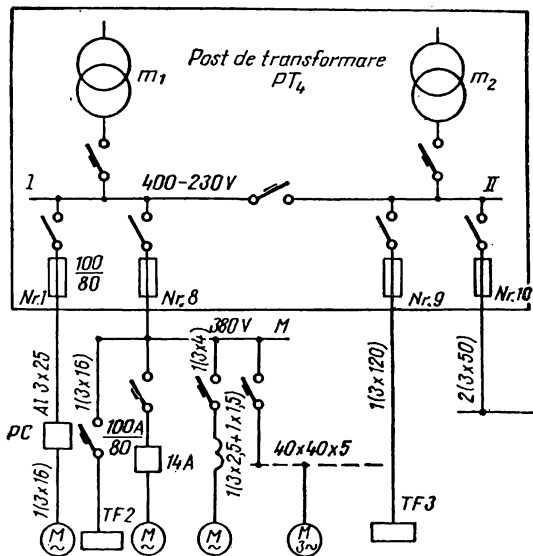
5.4. Scheme pentru alimentare și distribuție

În subcapitolul 5.2 s-a analizat schema generală de alimentare cu energie, din care s-a detașat schema unui post de transformare care a fost analizată pînă la barele de 400—230 V. Acum plăcăm de la barele postului de transformare spre receptoarele electrice, parcurgînd la început rețeaua de alimentare (exercițiul 28) și apoi pe cea de distribuție (exercițiul 29). Remarcăm că schemele rețelelor de alimentare și de distribuție le întîlnim numai pentru instalațiile electrice complicate și mai mari. În restul cazurilor, ne limităm numai la scheme comune sau recurgem cîte o dată, în locul acestora, la tabele de calcul și montaj.

Exercițiul 28. *Schema unei rețele de alimentare**). Pe schemă se văd (fig. 71): barele de 400—230 V din post sînt reprezentate pentru a se face legătură cu materialul precedent); schema propriu-zisă electrică reprezentată cu semne convenționale conform STAS 1590/1 . . . 9-1971; receptoarele electrice reprezentate conform STAS 1590/5-71 și 1842-64, adică așa cum ele sînt reprezentate pe planurile de rețele electrice; tabelul cu note explicative. Să o parcurgem pornind de la post spre receptoare, prin liniile corespunzătoare.

L i n i a nr. 1 protejată în post cu siguranțe de 100/80 A (cu fuzibil de 80 A), se conectează prin întreruptor manual, este formată din trei conductoare de aluminiu cu secțiunea de 25 mm² fiecare și merge la stația de pompe (notația din tabel); acolo se leagă la panoul de comandă PC. Notația PC este explicată pe desen, deoarece reprezintă o notație neobișnuită. Panoul de comandă se leagă cu motorul electric prin cablul 1 (3×16). Puterea nominală a motorului electric este 28 kW, iar curentul nominal ($I_n=56$ A) și cel de pornire ($I_p=160$ A) se găsesc în tabelă.

*) Schema rețelei de alimentare începe în exemplul nostru de la barele de 400—230 V (fig. 70). Scopul nostru constă în urmărirea întregului traseu de la sursa de alimentare cu energie pînă la consumator. În realitate, pentru o asemenea instalație simplă schemele rețelelor de alimentare și respectiv de distribuție ar trebui să fie reunite. În plus, puterea transformatoarelor este prea mică în postul respectiv.



Numărul planului	—	TF 2	11	4	Linia de contact	L_2	L_1
Tipul	—	—	—	—	—	—	—
Puterea nominală kVA	28	35	14	2+4	17+2+4+3	152	47
Curent, I_A	I_D I_N	56 160	49	28 110	$I_N=46$; $I_P=127$	230 200	60
Denumirea	Stația de pompă	Dulap de distribuție	Ventilator	Teleferic	Pod rulant	Tablou	Instalația în bare

Fig. 71. Schema de principiu a rețelei de alimentare (se dau numai numerele notațiilor tipice, restul fiind excluse).

nominal de 100 A și releu termic de tip combinat pentru 80 A (100/80 A). Puterea globală a receptoarelor electrice racordată la acest dulap *TF2* este de 35 kW (v. tabelul).

Pe derivația spre ventilator este montat un întreruptor automat cu curentul de declanșare de 14 A.

Telefericul este prevăzut în exemplul nostru din două motoare de 2 și respectiv 4 kW (v. tabelul). Pînă la întreruptor cablul are secțiunea de $1(3 \times 4)$, iar după acesta este un cablu flexibil $1(3 \times 2,5 + 1 \times 1,5)$.

Linia nr. 9 alimentează tabloul *TF 3* (nr.2). Curenții nominali și de calcul ai receptoarelor alimentate de la acest tablou *TF3* se arată în tabel.

Linia nr. 10 este constituită din două cabluri cu secțiunea de 50 mm²; acest lucru ne indică notarea $2(3 \times 50)$.

Exercițiul 30. *Schema acționării electrice a unui motor cu două viteze* (fig. 72). Înainte de a citi schema, facem următoarele observații:

a) statorul motorului are două înfășurări cu nume diferite de poli, care nu pot funcționa simultan

b) releul de timp d_1 , a cărui temporizare se realizează printr-o înfășurare de amortizare, poate să funcționeze numai în curent continuu (redresat) și de aceea bobinajul său se leagă la rețea prin redresoarele cu seleniu *p*.

Ne propunem să rezolvăm două probleme: să parcurgem schema și să explicăm destinația fiecărui element utilizat în ea.

Citirea schemei. Atîta vreme cît întreruptoarele a_1 și a_2 sînt deschise, toate contactele ocupă poziția în care ele sînt reprezentate în schemă. Prin urmare, la alimentarea circuitelor în care intră măcar un contact normal deschis, circuitele rămîn deschise. La închiderea întreruptoarelor automate a_1 și a_2 , se închide contactul auxiliar a_1 și releul d_1 își comută contactele d_1 (normal deschis) și d_1 (normal închis). Scopul urmărit de noi constă în a conecta și deconecta motorul la una dintre viteze. De aceea, apăsăm pe butonul „vitezei I”: contactorul cu relee C_1 se închide și se autoreține prin contactul său auxiliar c_1 , punînd sub tensiune înfășurarea statorului (bornele U_1, V_1, W_1). Cu butonul „OPRIT”

oprim motorul. Apăsăm butonul „viteza 2-a“. În acest moment:
 a) acționează releul de blocare $d2$ (nu înșă contactorul $C2$, întrucât în circuitul acestuia există contactul încă deschis al releului $d1$);

d) rămâne închis contactorul cu rele $C1$, în circuitul căruia se găsesc încă închise contactele $d1$ și $C2$;

c) revine releul $d1$ și, după o temporizare de 3—5 s, se deschide contactorul cu rele $C1$, după care se închide contactorul $C2$, care pune sub tensiune înfășurarea stato-
 rului (bornele $U2$, $V2$, $W2$). În acest fel, are loc comutarea

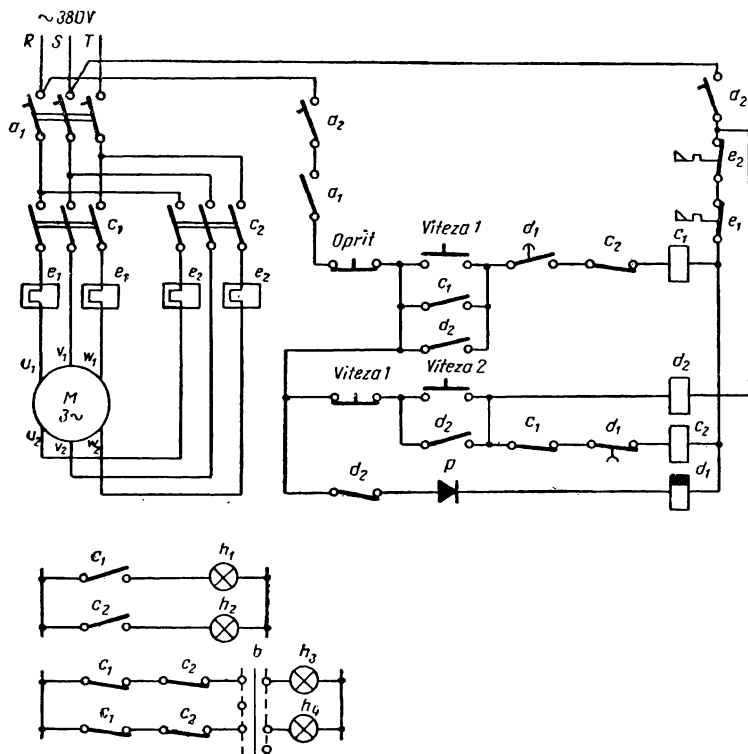


Fig. 72. Schema de comandă a pornirii unui motor electric cu două viteze, cu rotorul în scurtcircuit.

automată de pe viteza 1 pe viteza 2-a. Lămpile h_1 și h_2 semnalizează închiderea contactoarelor C_1 respectiv C_2 .

Destinația în schemă a elementelor. Pentru a deduce scopul introducerii în schemă a unor elemente, judecăm în felul următor:

a) dacă elementul este legat în serie în schemă, îl schimbăm virtual cu o punte de șuntare și apreciem consecințele acestei schimbări;

b) sînt legate în paralel mai multe elemente, schimbăm la început pe fiecare dintre acestea cu cîte o punte și evaluăm consecințele schimbării; apoi considerăm că n-ar mai exista nici un element și apreciem consecințele acestei eliminări. Schema poate fi parcursă fie pe circuite, de la stînga spre dreapta, fie succesiv pe aparate.

Rezultatele acestei munci, care recomandăm să fie efectuată de cititori independent, se trec în felul următor: §

Înteruptorul automat a_1 . Contactele principale întrerup circuitele de forță la apariția unui scurtcircuit sau a unei suprasarcini de durată a motoarelor. Contactul auxiliar a_1 întrerupe circuitul de comandă, în scopul ca la o nouă închidere a întreruptorului a_1 să se evite autopenetrarea (circuitele de comandă se alimentează în aval de întreruptorul a_1 , așa cum se arată în exemplul nostru, sau pot să fie alimentate separat).

Înteruptorul a_2 . Contactele principale întrerup circuitele de forță, la apariția scurtcircuitelor. Nu pot să apară suprasarcini în circuitele secundare.

Releele de protecție termică se reglează în funcție de curenții nominali ai motorului. Acești curenți sînt diferiți la viteze diferite (puterea se determină din produsul forței mecanice cu viteza). La suprasarcini ale motorului, contactele c_1 și c_2 deschid contactoarele c_1 și c_2 .

Contactoarele c_1 și c_2 . Contactele principale conectează și respectiv deconectează complet motorul. Contactele auxiliare c_1 servesc: pentru autoreținere și protecție contra autopenetrării a motorului; pentru închiderea contactorului c_2 , numai după ce contactorul c_1 a fost deschis; pentru semnalizare „ c_1 închis“. Contactele auxiliare c_2 : exclud posibilitatea alimentării contactorului c_1 în cazul cînd contactorul c_2 este închis; semnalizează „ c_2 închis“.

Butonul „OPRIT“ întrerupe circuitul contactoarelor c_1 , c_2 și al releului d_2 .

Butonul „viteza 1.“ închide contactorul c_1 și exclude posibilitatea închiderii contactorului c_2 , dacă în mod eronat s-a apăsât simultan pe ambele butoane de pornire. Butonul „viteza 2“ conectează releul d_2 .

Releul d_1 deschide contactorul c_1 la atingerea vitezei nominale pentru prima viteză, după ce închide contactorul c_2 pentru viteza 2-a. Redresorul cu seleniu p redresează de alimentare a releului de timp d_1 . Curentul redresat cuprinde o singură alternanță, din care cauză tensiunea obținută este mult mai mică decât tensiunea alternativă.

Cititorilor li se recomandă: să explice dacă circuitul de comandă este alimentat cînd se închide întreruptorul a_2 , fără a închide întreruptorul a_1 și dacă este cazul să se prevadă o succesiune a conectării lor;

Exercițiul 31. *Schema de comandă a unui motor cu rotorul bobinat.* După ce a parcurs exemplul precedent, cititorul a căpătat o oarecare obișnuință ca, ghidîndu-se după schema și diagrama de interlegături, să și le explice pe următoarele. În schema din fig. 73 se vede că alimentarea motorului se face prin întreruptorul manual b , bobinele releelor maximele de curent e_1 , e_2 , e_3 și contactele contactorului c . Releul termic e_4 este conectat prin transformatoarele de curent f_1 și f_2 . Contactele releelor e_1 , e_2 , e_3 , și e_4 sînt introduse în circuitul 2, așa că la acționarea oricăruia dintre ele se deschide contactorul c . Rezistențele de pornire sînt divizate în trei trepte, care sînt scurtcircuitate progresiv cu ajutorul contactelor de accelerare c_1 , c_2 și c_3 . Circuitele de comandă sînt protejate de întreruptorul automat a . Acționarea poate avea trei regimuri: pentru reparații R , local L și automat A . Felul comenzii este fixat de poziția comutatorului selector de regim b_0 .

Prin închiderea întreruptorului a (punctul 1 pe diagrama din fig. 73), circuitele de comandă sînt puse sub tensiune: releul d_1 acționează (circuitul 7, punctul 2). Prin butonul b_1 sau prin contactul releului 33 d (punctul 4) se închide contactorul c (punctul 5). Contactele sale auxiliare deconectează releul d_1 (circuitul 7) și conectează relelele d_2 (circuitul 8) și d_4 (circuitul 10, punctul 3). Releul d_2 acționînd (punctul 6)

conectează releul d_3 (punctul 7). Releul d_1 revine (punctul 8) și, temporizat, deconectează releul d_2 . Releul d_2 revenind (punctul 10), deconectează releul d_3 . Din diagramă se vede că comutările examinate ale releelor d_1 — d_3 provoacă închiderea succesivă a contactoarelor de accelerare c_1 (punctul 9), c_2 (punctul 11) și c_3 (punctul 13) ceea ce duce la scurtcircuitarea treptelor reostatului de pornire. Contactorul c_3 deconectează contactoarele c_1 și c_2 și releul d_4 . Contactoarele c_1 , c_2 se deschid, și releul d_4 revine (punctele 14, 15 și 17). Pornirea motorului s-a terminat, releul de viteză d_5 acționează (punctul 16). Din acest moment, contactorul c este alimentat din circuitul 5, prin contactele releului 64d (deconectarea de la dispecer), releului T (supraîncălzirea lagărelor) și releului de viteză d_5 .

Contactorul c poate fi deschis prin butonul b_2 , în urma acționării releului 64d; el poate fi deschis și automat, la acționarea releului T , la acționarea releului de viteză d_5 sau la întreruperea alimentării circuitelor de comandă. Autopornirea este blocată când contactorul c este deconectat din diverse cauze, cu ajutorul contactelor normal deschise ale lui c din circuitul 4.

Utilizăm această schemă pentru:

- a) a ne obișnui să apreciem justetea concordanței timpurilor de interacțiune a aparatelor;
- b) a determina dacă nu cumva schema este parametrică;
- c) a stabili durata diverselor procese separate și a funcționării acționării în ansamblu.

Coordonarea timpilor este ilustrată bine de exemplul interacțiunii releelor d_4 și d_5 , în două cazuri: pornirea și oprirea motorului [cu butonul b_2 , releul 64d sau releul T ; pierderea de viteză a acționării (de exemplu, dacă a sărit cureaua de antrenare)]. Problema este complicată și o vom analiza mai în detaliu. Introducerea contactului releului d_5 în circuitul 6 e necesară pentru ca motorul să fie deconectat automat la pierderea vitezei. De aci rezultă că nu este permisă șuntarea contactului d_5 în timpul funcționării. Însă acesta trebuie să fie șuntat în timpul pornirii, întrucât viteza atinge valoarea necesară numai în punctul 16. Șuntarea se face cu releul d_4 . Evident că timpul de revenire a releului d_4 trebuie să fie

astfel coordonat cu timpul de acționare a releului d_5 , încît punctul 17 să fie mult mai la dreapta punctului 16.

La deconectarea prin buton sau prin acțiunea protecției (punctul 18), contactorul c se deschide (punctul 19) și își deschide contactele auxiliare din circuitul 4. De aceea, succesiunea comutărilor ulterioare în circuitele 5 și 6 nu mai are importanță.

La pierderea vitezei (punctul 25), releul d_5 deschide contactorul c (punctul 26), contactul auxiliar în circuitul 4 deschide contactorul de accelerare $3c$ (punctul 27), după care acționează releul $d1$ (punctul 28).

Aprecierea caracterului parametric al schemei. În schema analizată există aparate care trebuie reglate pentru anumiți parametri. Dintre acestea fac parte releele de protecție e_1, e_2, e_3 și e_4 și releele de accelerare d_1-d_3 . Desigur că valorile lor de reglaj s-au determinat prin calcul și nu putem pretinde schemei ca ea să funcționeze corect, la abateri inadmisibile față de valorile de reglaj impuse. În consecință, la judecarea unei scheme parametrice se are în vedere și schimbarea succesiunii comutărilor, din cauza schimbării timpilor de acționare sau de revenire ai unui alt aparat. Să verificăm, de pe aceste poziții, caracterul parametric al releului $d4$. Să presupunem că timpul său de revenire se micșorează, adică punctul 17 — deplasându-se spre stînga — se apropie de punctul 16. În acest caz, schema va funcționa nestabil la conectare. Însemnează că acest nod al schemei este parametric și de aceea timpul de revenire al releului $d4$ trebuie ales acoperitor. Mărirea timpului de acționare a releului $d4$ nu schimbă cu nimic succesiunea comutărilor. Un alt exemplu: oricum s-ar deplasa punctul 25 (la stînga sau la dreapta), releul $d5$ va deschide obligatoriu contactorul c la pierderea vitezei. Într-adevăr deschiderea nu deranjează releul $d4$ deoarece el nu poate acționa.

Durata diverselor procese sau a funcționării acționării în ansamblu se poate stabili construindu-se diagrama la scara timpului sau, mai simplu, notîndu-se pe diagramă timpii

de acționare și de revenire ai aparatelor și apoi însumându-i în combinațiile dorite.

Cititorilor li se recomandă să afle:

- a) care dintre elementele releului e_4 acționează la supraîncărcarea fazei mediane;
- b) la ce feluri de scurtcircuite protejează relele l_1, l_2, l_3 ;
- c) de ce s-a introdus în circuitul 8 redresorul cu seleniu r ;
- d) care element al schemei garantează blocarea conectării statorului, când rezistențele de pornire sînt scurtcircuitate;
- e) prin ce diferă condițiile de funcționare a schemei pentru diverse condiții de comandă L, R și A .

5.5. Schema de comandă automatizată

Să analizăm un exemplu de instalație tipică de automatizare, anclanșarea automată a rezervei (AAR).

Exercițiul 32. AAR a unui agregat de pompă (fig. 74). Motoarele electrice ale agregatelor de pompă nr. 1 și 2 sînt conectate și deconectate de conectoarele cu rele c_1 și c_2 și sînt protejate de întreruptoarele automate a_1 și a_2 .

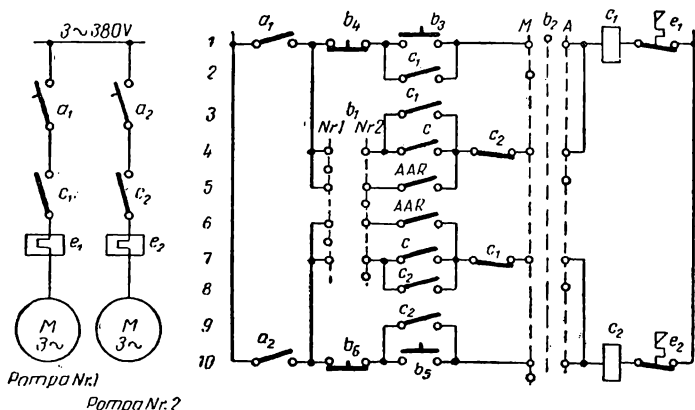


Fig. 74. Exemplu de schemă de conectare automată a rezervei (AAR).

Comutatorul b_1 servește pentru alegerea uneia dintre pompe ca pompă de serviciu, iar cu comutatorul b_2 se realizează comanda manuală M sau comanda automată A . Să presupunem că pompa nr. 1 este pompă de serviciu și atunci








pompa nr. 2 va fi de rezervă; să analizăm funcționarea lor, în regim de comandă automată.







La închiderea pentru scurtă durată a contactului c (circuitul 4), se închide și se autoreține contactorul cu releu c_1 . În momentul deschiderii sale, dintr-o cauză cerută de AAR, prin circuitul 6 se excită bobina contactorului cu releu nr. 2.

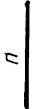


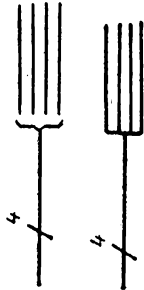
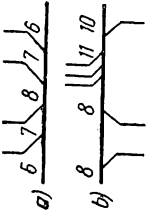

Cititorilor li se recomandă:




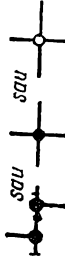

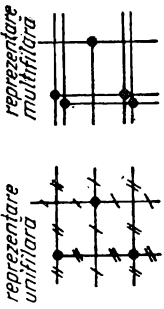

- a) să determine cum funcționează schema la comenzi manuale;
- b) să demonstreze că schemele pompelor nr. 1 și 2 sînt absolut identice;
- c) să explice destinația contactelor auxiliare ale lui c_1 în circuitele 2, 3 și 7 și ale lui c_2 în circuitele 4, 8 și 9.

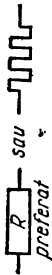
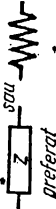
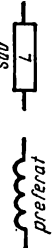
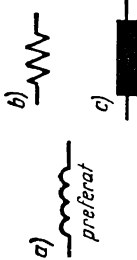




A n e x ă

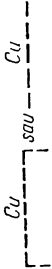





Nr. crt.	Denumirea	Semnul convențional	STAS
1	2	3	4
1	Curent continuu	 <i>(în cazul în care primul semn poate da confuzii)</i>	1590/1-71
2	Curent alternativ (în general)		1590/1-71
3	Curent continuu și curent alternativ (simbol pentru aparate și mașini)		1590/1-71
4	Curent pulsatoriu sau redresat		1590/1-71
	Curent alternativ, trei conductoare, 220 V, 60 Hz		1590/1-71
6	Neutru		1590/1-71
	Curent alternativ trifazat cu conductor neutru, 460 Hz, 380 V (220 V între fiecare fază și nul)		1590/1-71


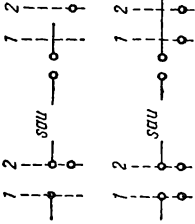
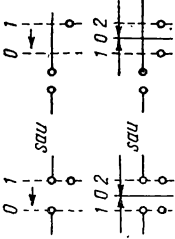


1	2	3	4
8	Polaritate pozitivă	+	1590-71
9	Polaritate negativă	-	1590-71
10	Înfășurare trifazată, conexiune în triunghi		1590-71
11	Înfășurare trifazată, conexiune în stea		1590-71
12	Înfășurare trifazată, conexiune în stea cu punct neutru accesibil		1590-71
13	Înfășurare trifazată, conexiune în zig-zag		1590-71
14	Un conductor sau un grup de conductoare, linie aeriană sau cablu (semn general)		1590/2-71
15	Conductor flexibil izolat (la care este necesar să se evidențieze flexibilitatea)		1590/2-71

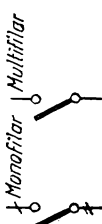
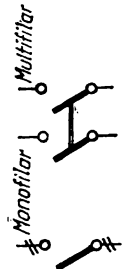
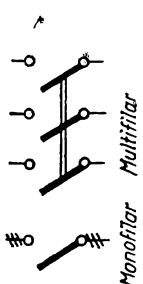
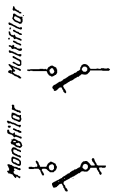
16	Fascicul cuprinzînd n conductoare		1590/2-71
17	n conductoare separate, cu același traseu fizic		1590/2-71
18	Dacă în reprezentarea multifilară semnul comportă mai mult de patru linii, se recomandă a se forma grupe de trei linii începînd de sus, intervalul dintre două grupe fiind mai mare decît acela dintre două linii din aceeași grupă. Grupa inferioară va putea conține una sau două linii		1590/2-71
19	Trecerea de la reprezentarea monofilară la o reprezentare multifilară		1590/2-71
20	Încorporarea într-un fascicul a unui sau mai multor conductoare		1590/2-71
21	Ecranarea conductoarelor (semn general)		1590/2-71

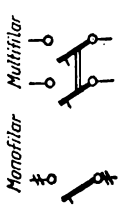
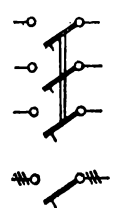
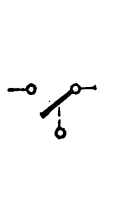
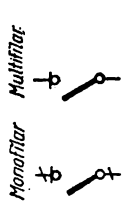
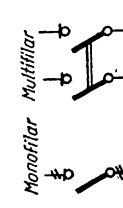
1	2	3	4
22	n conductoare ecranate		1590/2-71
23	Borne, conexiuni la borne (semn general)		1590/2-71
24	Derivații		1590/2-71
25	Derivație dublă		1590/2-71
26	Intersecția a două conductoare fără legătură electrică		1590/2-71
27	Exemplu de conductoare care se intersectează unele cu altele, cu sau fără legătură electrică		1590/2-71
28	Impedanță, rezistență, reactanță (semn general)		1590/2-71

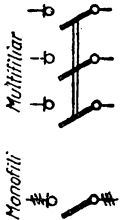

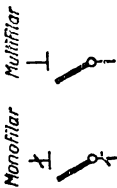

29	Rezistență pură (fără reactanță)		1590/2-71
30	Impedanță		1590/2-71
31	Reactanță		1590/2-71
32	Înfășurare, bobină de compensare, bobină de șoc, bobină limitatoare. Se recomandă semnul a). În cazul folosirii semnului a), se poate face o diferențiere între diversele înfășurări care apar în aceeași schemă, prin numărul de semicercuri. Astfel, pentru înfășurările serie se vor desena mai puține semicercuri decât pentru înfășurările derivație		1590/2-71
33	Condensator (semn general). Distanța dintre liniile paralele trebuie să fie 1/3...1/5 din lungimea lor		1590/2-71
34	Legare la pământ		1590/1-71
35	Legare la masă		1590/1-71
36	Defect (semn general)		1590/1-71

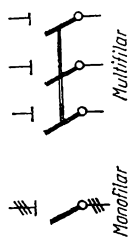
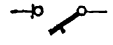
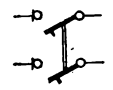


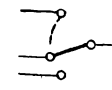
1	2	3	4
37	Ecran <i>Observație.</i> Natura ecranului poate fi indicată, de exemplu, prin simbolul materialului din care este constituit (exemplu: Cu)		1590/1-71
38	Defect cu punere la masă		1590/1-71
39	Defect cu punere la pământ		1590/1-71
40	Descărcător (semn general)		1590/9-71
41	Descărcător cu rezistență variabilă		1590/9-71
42	Descărcător tubular		1590/9-71

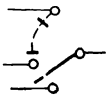
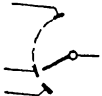
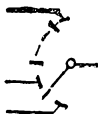


43	Eclator	1590/9-71	
44	Comutator, cheie de comandă sau controler (cu reprezentarea diagramei de funcționare): — cu două poziții, contact închis în poz. 2; — cu două poziții, contact închis în ambele poziții	1590/6-71	
45	Idem: — cu două poziții, cu contacte închise în poz. 1 și revenire în poziția neutră "0"; — cu trei poziții și revenire în poziția neutră, circuitul închis în pozițiile 1 și 2	1590/6-71	
46	Priză și fișă, asamblate: a) priză; b) fișă	1590/6-71	
47	Întrerupător pentru înaltă tensiune (raportul laturilor: 1/1) (semn general)	1590/6-71	

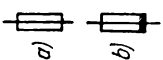


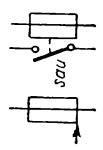

1	2	3	4
48	Înterruptor cu pîrghie în aer, de joasă tensiune, monopolar		1590/6-71
49	Înterruptor cu pîrghie în aer, de joasă tensiune, bipolar		1590/6-71
50	Înterruptor cu pîrghie în aer, de joasă tensiune, tripolar		1590/6-71
51	Înterruptor automat de joasă tensiune (semn general), monopolar		1590/6-71


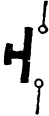




52	Înterruptor automat de joasă tensiune, bipolar		1590/6-71
53	Înterruptor automat de joasă tensiune, tripolar		1590/6-71
54	Contact de sfârșit de cursă		1590/6-71
55	Separator de sarcină monopolar (semn general)		1590/6-71
56	Separator de sarcină bipolar		1590/6-71







1	2	3	4
57	Separator de sarcină tripolar		1590/6-71
58	Înteruptor automat de înaltă tensiune (raportul laturilor: 1/1,5)		1590/6-71
59	Separator monopolar		1590/6-71
60	Separator bipolar		1590/6-71






61	Separator tripolar		1590/6-71
62	Separator de sarcină cu deschidere automată, monopolar		1590/6-71
63	Separator de sarcină cu deschidere automată, bipolar		1590/6-71
64	Contactor normal deschis (denumit uzual contactor)		1590/6-71
65	Contactor normal închis (denumit uzual ruptor)		1590/6-71
66	Comutator cu n direcții, manevrabil în sarcină — fără poziții de "0", între direcții succesive		1590/6-71







1	2	3	4
67	Idem — cu poziții de "0", între direcții succesive		1590/6-71
68	Comutator cu n direcții manevrabil fără sarcină, cu întreruperea curentului de la o poziție la alta: — fără poziții de "0", între direcții succesive		1590/6-71
69	Idem — cu poziții de "0", între direcții succesive		1590/6-71
70	Comutator cu n direcții, fără întreruperea circuitului de la o poziție la alta		1590/6-71
71	Idem — manevrabil în sarcină		1590/6-71

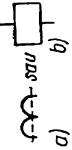






72	<p>Siguranță fuzibilă:</p> <p>a) Semn general</p> <p>b) Capătul siguranței care după topirea fuzibilului rămâne sub tensiune poate fi indicat cu o linie mai groasă</p>		1590/9-71
73	Separator cu siguranță fuzibilă înglobată		1590/9-71
74	Întrerupător-separator cu siguranță fuzibilă înglobată		1590/9-71
75	Siguranță cu contact de semnalizare a topirii fuzibilului		1590/9-71
76	Buton de comandă cu revenire automată, cu contact normal deschis		1590/6-71



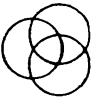





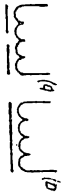
1	2	3	4
77	Buton de comandă cu revenire automată, cu contact normal închis		1590/6-71
78	Buton de comandă fără revenire automată, cu contact normal deschis		1590/6-71
79	Idem, cu contact normal închis		1590/6-71
80	Lampă de semnalizare		1590/6-71
81	Sonerie		1590/9-71
82	Sirenă		1590/9-71


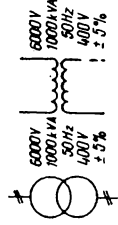
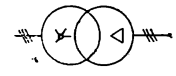
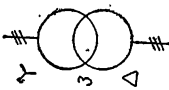
83	Hupă (avertizor acustic)		1590/9-71
84	Contact normal deschis		1590/6-71
85	Contact normal închis		1590/6-71
86	Contact comutator fără poziție neutră (cu întreruperea circuitului)		1590/6-71
87	Contact comutator cu poziție neutră (cu întreruperea circuitului)		1590/6-71
88	Contact normal deschis, cu temporizare la închidere		1590/6-71

1	2	3	4
89	Contact normal deschis, cu temporizare la deschidere		1590/6-71
90	Contact normal închis, cu temporizare la deschidere		1590/6-71
91	Contact normal închis, cu temporizare la închidere		1590/6-71
92	Contact normal deschis, cu zăvorire mecanică		1590/6-71
93	Contact normal închis, cu zăvorire mecanică		1590/6-71

94	Releu de curent		/-g159071
95	Releu de tensiune		1590/8-71
96	Releu de timp, cu temporizare mecanică		1590/8-71
97	Bobină de releu (semn general)		1590/8-71
98	Bobină de releu cu temporizare la revenire		1590/8-71
99	Bobină de releu cu temporizare la acționare		1590/8-71

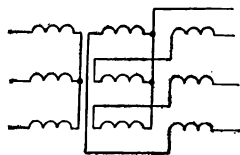
1	2	3	4
100	Comandă electromagnetică (bobină de acționare) — semnul b) se folosește pentru bobina contactoarelor		1590/1-71
101	Bobină de releu cu două înfășurări		1590/1-71
102	m înfășurări separate		1590/1-71
103	Înfășurare bifazată		1590/1-71
104	Înfășurare trifazată parțial, conexiune în "V," (60°)		1590/1-71
105	Înfășurare trifazată, conexiune în triunghi deschis		1590/1-71
106	Înfășurare hexafazăată, conexiune în stea		1590/1-71

107	Transformator cu două înfășurări separate (semn general)	 <i>Simplificat</i>	 <i>Detaliat</i>	1590/4-71
108	Transformator cu trei înfășurări separate (semn general)	 <i>Simplificat</i>	 <i>Detaliat</i>	1590/4-71
109	Autotransformator (semn general)	 <i>Simplificat</i>	 <i>Detaliat</i>	1590/4-71
110	Bobină de reactanță			1590/2-71
111	Bobină Petersen			1590/2-71
112	Inductanță cu miez: a) feromagnetic b) feromagnetic și întrefier			1590/2-71

1	2	3	4
113	Inductanță cu prize fixe		1590/2-71
114	Transformator monofazat cu două înfășurări separate		1590/4-71
115	Transformator trifazat cu două înfășurări separate (conexiunea stea cu punctul neutru accesibil-triunghi)		1590/4-71
116	Grup de trei transformatoare monofazate cu două înfășurări separate (conexiunea: stea-triunghi)		1590/4-71

117

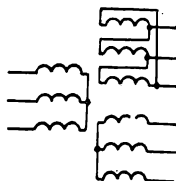
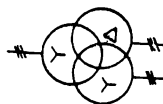
Transformator trifazat cu două înfășurări separate (conexiunea: stea-zig-zag cu neutru accesibil)



1590/4-71

118

Transformator trifazat cu trei înfășurări separate (conexiune: stea-stea-triunghi)



1590/4-71


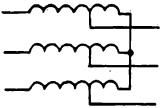
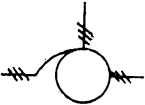
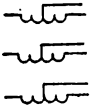
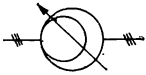
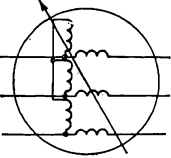

119




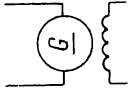
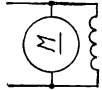
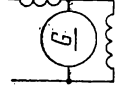
Autotransformator monofazat


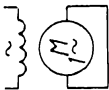









1590/4-71

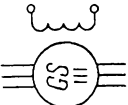


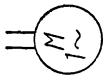
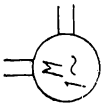
Aneră (continuare)

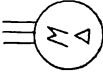



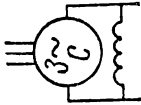
1	2	3	4
120	Autotransformator trifazat, conexiune în stea	 	1590/4-71
121	Autotransformator trifazat cu nouă borne de ieșire	 	1590/4-71
122	Regulator de inducție trifazat	 	1590/4-71
123	Generator de curent continuu		1590/5-71

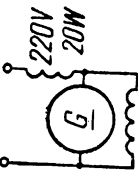
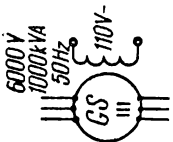

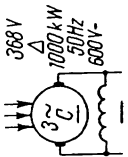
124	Motor de curent continuu		1590/5-71
125	Generator (G) sau motor (M) magneto-electric, de curent continuu, cu două conductoare		1590/5-71
126	Generator (G) sau motor (M), de curent continuu, cu două conductoare, cu excitație serie		1590/5-71
127	Generator (G) sau motor (M), cu două conductoare, cu excitație separată		1590/5-71
128	Generator (G) sau motor (M), de curent continuu, cu două conductoare, cu excitație derivație		1590/5-71
129	Generator (G) sau motor (M) de curent continuu, cu două conductoare, cu excitație mixtă		1590/5-71



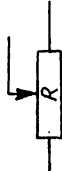


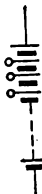
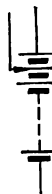


1	2	3	4
130	Motor cu colector, monofazat, cu excitație serie		1590/5-71
131	Motor cu colector, monofazat, cu repulsie		1590/5-71
132	Motor cu colector, trifazat, serie		1590/5-71
133	Generator sincron (semn general)		1590/5-71
134	Motor sincron (semn general)		1590/5-71

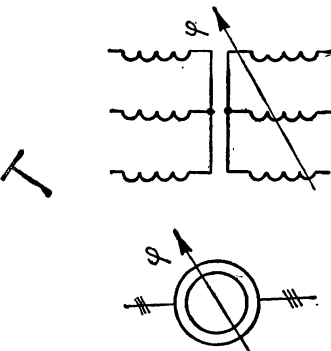
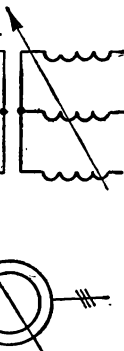
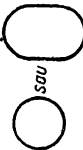

135	Generator (GS) sau motor (MS) sincron, magneto-electric, trifazat		1590/5-71
136	Generator (GS) sau motor (MS) sincron, monofazat		1590/5-71
137	Generator (GS) sau motor (MS) sincron, trifazat, conexiune în stea, neutrul inaccesibil		1590/5-71
138	Generator (GS) sau motor (MS) sincron, trifazat, conexiune în stea, neutrul accesibil		1590/5-71









1	2	3	4
139	Generator (GS) sau motor (MS) sincron, trifazat, cu șase borne de ieșire		1590/5-71
140	Motor asincron cu rotorul în scurtcircuit (semn general)		1590/5-71
141	Motor asincron cu rotorul bobinat (semn general)		1590/5-71
142	Motor asincron monofazat, cu colivie		1590/5-71
143	Motor asincron monofazat, cu rotorul în scurtcircuit, cu borne de ieșire pentru faza auxiliară		1590/5-71







144	Motor asincron trifazat, cu rotorul în scurtcircuit		1590/5-71
145	Motor asincron trifazat, cu rotorul în scurtcircuit, cu șase borne de ieșire ale statorului		1590/5-71
146	Motor asincron trifazat, cu rotorul cu inele		1590/5-71
147	Mașină comutatoare		1590/5-71
148	Mașină comutatoare trifazată, cu excitație în derivație		1590/5-71

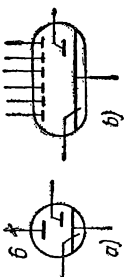
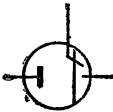

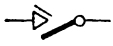


1	2	3	4
149.	Exemplu de simbol cu reprezentarea bornelor și a datelor numerice: generator de curent continuu, excitație mixtă, 220 V, 20 kW		1590/5-71
150	Exemplu: generator (GS) sincron trifazat, cu șase borne accesibile, 6 000 V, 1 000 kVA, 50 Hz, 110 V		1590/5-71
151	Exemplu cu date numerice: motor asincron trifazat cu rotor cu inele, 500 V, 20 kW, 50 Hz		1590/5-71
152	Exemplu cu date numerice: mașină comutatoare trifazată cu excitație derivată, 600 V, 1 000 kW, 50 Hz, 368 V		1590/5-71



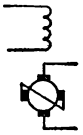
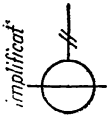

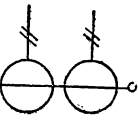
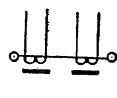
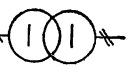
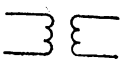
153	Înfășurare hexafazată, conexiune în stea		1590/1-71
154	Șunt		1590/2-71
155	Rezistență variabilă cu contact mobil (semn general)		1590/2-71
156	Pilă electrică sau acumulator (linia lungă reprezintă polul pozitiv)		1590/9-71
157	Baterie electrică sau baterie de acumuloare		1590/9-71
158	Baterie electrică uscată sau baterie de acumuloare cu prize intermediare de tensiune		1590/9-71
158a	Baterie de acumuloare cu reductor simplu		1590/9-71
159 159a	Variabilitate (în general) Variabilitate continuă		1590/1-71 1590/1-71
160	Variabilitatea în trepte (cu prize)		1590/1-71

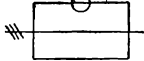







1	2	3	4
161	Variabilitate de completare (reglaj prede-terminat)		Asimilat după 1590/2-71
162	Regulator de fază trifazat		1590/4-71
163	Tub cu vid		Semn care intră în componența reprezentărilor din STAS 1590/9-71
164	Tub cu gaz rarefiat sau vapori (semn general)		Idem



165	Catod rece		Idem
166	Catod cu încălzire directă (filament)		Idem
167	Catod cu încălzire indirectă		Idem
168	Anod		Idem
169	Anod de aprindere		Idem
170	Grilă		Idem
171	Tub cu catod de mercur		Idem
172	Redresor (semn general)		1590/9-71









1	2	3	4
173	Redresor comandat (semn general)		1590/9-71
174	Redresor cu semiconductoare		1590/9-71
175	Redresor comandat cu semiconductoare		1590/9-71
176	Tub redresor monoplacă, cu catod cu încălzire directă		1590/9-71
177	Tiratron: triodă cu gaz, cu catod cu încălzire indirectă		1590/9-71
178	Tub cu gaz cu catod rece		1590/9 71


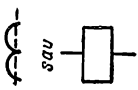




179	Redresor cu șase anodi principali, cu un electrod de amorsare și un electrod de întreținere: a) cu reprezentarea anozilor monofilară b) cu reprezentarea anozilor multifilară		1590/9-71
180	Ignitron		1590/9-71
181	Bobină de releu polarizat		1590/8-71
182	Contact trecător (pasager)		1590/6-71
183	Element de comandă al unui releu termic		1590/8-71
184	Releu termic		1590/8-71



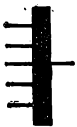
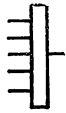




1	2	3	4
185	Generator cu cimp transversal și excitație independentă (amplidină)	  	Reprezentare combinată 1590/2-71 1590/5-71
186	Transformator de curent (semn general)	 	1590/4-71
187	Transformator de curent cu două înfășurări; — cu miezuri separate	 	1590/4-71
188	Transformator de tensiuni monofazat sau bifazat	 	1590/4-71







189	Transformator de curent de secvență homopolară			1590/4-71
190	Aparat indicator sau aparat de măsurat indicator (semn general)			1590/7-71
191	Aparat înregistrator (semn general); Raportul laturilor: 1/1			1590/7-71
192	Contor: a) simbol general; b) când energia circulară de la bare spre utilizare; c) când energia circulară spre bare	 a)  b)  c)		1590/7-71
193	Înscripții pentru semnele convenționale ale aparatelor de măsurat 1 Amper 2 Volt			1590/7-71

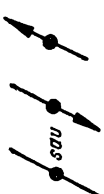







1	2	3	4
3 Voltamper 4 Var 5 Watt 6 Oră 7 Wattoră 8 Voltamperoră 9 Varoră 10 Ohm 11 Hertz 12 Factor de putere 13 Diferență de fază 14 Lungime de undă 15 Frecvență 16 Timp 17 Secunde 18 Minute 19 Temperatura		VA var W h Wh VAh varh Ω Hz cos φ φ λ f t s mn t°	
194	Ampermetru indicator		1590/7-71
195	Voltmetru indicator		1590/7-71







196	Wattmetru indicator		1590/7-71
197	Oscilograf cu buclă		1590/7-71
198	Wattmetru înregistrator		1590/7-71
199	Oscilograf		1590/7-71
200	Contor de energie activă		1590/7-71
201	Gong		1590/9-71
202	Buzer		1590/9-71
203	Aparat electro casnic	 <i>Raportul între laturi 1:2</i>	1842-64








1	2	3	4
204	Aparat telefonic cu disc		2005-70
205	Comandă electromagnetică (bobină de acționare)		1590/1-71
206	Sensul mișcării sau al forței Mișcare de translație (sau forță) — spre dreapta — spre stânga — în două sensuri		1590/1-71
207	Cutie terminală		1590/3-71
208	Manșon de legătură		1590/3-71
209	Manșon pentru o derivație		1590/3-71



210	Manșon pentru două derivații		1590/3-71
211	Inductanța cu reglaj continuu		1590/1-71 + 1590/2-71
212	Tablou de distribuție		1842-64
213	Tablou de distribuție capsulat		1842-64
214	Circuit electric de forță și lumină		1842-64
215	Circuit de protecție (în cazul unui cir- cuit separat)		1842-64
216	Circuit de comandă, semnalizare și măsurare		1842-64
217	Circuit telefonic		1842-64




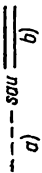
1	2	3	4
218	Montaj aparent		1842-64
219	Montaj îngropat		1842-64
220	Așezare în tuburi		1842-64
221	Așezarea conductoarelor pe izolatoare		1842-64
222	Circuitul vine de sus sau merge în sus		1842-64
223	Circuitul vine de jos sau merge în jos		1842-64

224	Circuitul trece vertical prin încăperea		1842-64
225	Doză		1842-64
226	Branșament		1842-64
227	Linie electrică (semn general)		1590/3-71
228	Linie aeriană		1590/3-71
229	Linie subterană		1590/3-71
230	Linie sub apă		1590/3-71
231	„n” conductoare separate, cu același traseu fizic		1590/2-71

1	2	3	4
232	Înterruptor monopolar (în instalații de utilizare)		1842-64
233	Înterruptor bipolar (idem)		1842-64
234	Înterruptor tripolar (idem)		1842-64
235	Comutator de grupă (idem)		1842-64
236	Comutator (idem)		1842-64
237	Comutator de capăt (idem)		1842-64

238	Comutator în cruce (idem)		1842-64
239	Priză bipolară		1842-64
240	Priză dublă sau două prize separate		1842-64
241	Priză cu contact de protecție		1842-64
242	Priză cu mai multe contacte, (exemplu: trei)		1842-64
243	Priză tripolară, cu contact de protecție		1842-64
244	Corp de iluminat (în general)		1842-64

1	2	3	4
245	Corp de iluminat cu trei lămpi cu incan- descență, de 40 W	$\times \frac{3 \times 40 \text{ W}}{Ah} c$	1842-64
246	Corp de iluminat cu înteruptor	\times	1842-64
247	Corp de iluminat pentru iluminatul de pază	\bowtie	1842-64
248	Corp de iluminat pentru iluminat de siguranță	\times	1842-64
249	Proiector (în general)	(\times)	1842-64
250	Proiector cu lumină disipată	(\times) 	1842-64
251	Proiector cu lumină dirijată	(\times) 	1842-64

15*	252	Corp de iluminat pentru lampă cu luminescență (semn general)		1842-64
	253	Corp de iluminat cu n lămpi cu lumi- nescență		1842-64
	254	Dispozitiv de pornire pentru lămpi cu luminescență		1842-64
	255	Legătură mecanică		1590/1-71

Bibliografie

1. Barz am, A. B. *Kak citati shemi releinoy zaschiti i elektroavtomatiki*. Biblioteka electromontera, nr. 166, Moskva, Izdatelstvo Energhia, 1966.
2. STAS 1590/1-71 „*Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale generale*“.
3. STAS 1590/2-71. „*Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale pentru elemente de circuite electrice*“.
4. STAS 1590/3-71 „*Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale pentru centrale, stații și posturi de transformare, linii de transport și distribuție*“.
5. STAS 1590/4-71 „*Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale pentru transformatoare, autotransformatoare reguloare de inducție, transformatoare de măsură, transductoare*“.
6. STAS 1590/5-71 „*Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale pentru mașini electrice rotative*“.
7. STAS 1590/6-71 „*Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale pentru aparate de conectare*“.
8. STAS 1590/7-71 „*Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale pentru aparate de măsurat*“.
9. STAS 1590/8-71 „*Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale pentru relee*“.
10. STAS 1590/9-71 „*Electrotehnică și Electroenergetică. Semne convenționale pentru aparate și instalații electrotehnice sau electroenergetice diverse*“.
11. STAS 1842-64 „*Instalații interioare de energie electrică. Semne convenționale*“.
12. STAS 7070-64 „*Scheme de automatizare. Reguli pentru întocmirea documentației tehnice desenate*“.
13. Z g u t, M. A. *Uslovniye oboznaceniya i radioshemf*. Massovaya radiobiblioteka, nr. 557, Moskva, Izdatelstvo Energhia, 1964.

14. Kaminski, E. A. Bîhovski, Ia. I. *Proektirovanie shem avtoteleupravlenia teagovîmi podstanţiami*. Moskva, Transjeldorizdat, 1959.
15. Minin, G. P. *Izmerenie moşcinosti*. Biblioteka elektromontera, nr. 173, Moskva, Izdatelstvo Energhia, 1965.
16. Cernea k, A. A. *Kak citati shemi obşcih elektropromîşlennîh elektro-ustanovok*. Biblioteka elektromontera, nr. 106, Moskva, Gosenergoizdat, 1963.
17. Sipetin, L. I. i. d. *Tehnika proektirovannia sistem avtomatizaţiii*. Moscova, Izdatelstvo Maşinostroenie, 1968.

COLECȚIA ELECTRICIANULUI

Au apărut:

67. Boțan V. N. *Cum se citește schemele de acționări electrice*. Ediția a II-a
68. Spînu A. *Protecția instalațiilor de joasă tensiune*. Ediția a II-a
69. Karpov F. F. *Alegerea secțiunii conductoarelor și cablurilor* (traducere din limba rusă, adaptată și completată). Ediția a II-a
70. Gudmac M. *Redresoare cu semiconductoare*.
71. Slapciu G., Boboc D., Iancu E. *Repararea aparatelor electrice de măsurat și de control*
72. Boțan V. N. *Alegerea motoarelor electrice pentru acționarea mecanismelor și mașinilor industriale*. Ediția a II-a
73. Mereuță C., Brumă C. *Exploatarea posturilor de transformare din întreprinderile industriale*
74. Aptov S. I., Homeakov V. M. *Întreținerea uleiului electroizolant* (traducere din limba rusă). Ediția a II-a
75. Pietrăreanu E. *Construcția și exploatarea rețelelor de cabluri din întreprinderile industriale*
76. Orakaliev D. D., Dikov C. I., Hristov C. H. *Electrocare* (traducere din limba bulgară)
77. Aldea F., Cănescu S. *Bimetaltul și aplicațiile lui în electrotehnică*
78. Cruceru C., Ursea P. *Încercările cablurilor de energie în exploatare*. Ediția a II-a
79. Kaminski E. A. *Cum se citește schemele instalațiilor electrice*. Ediția a II-a.

Vor apărea:

- Pietrăreanu E. *Tablouri de distribuție de joasă tensiune*
 Boboc D., Slapciu G., Popescu P. *Metode și instalații moderne pentru verificarea instrumentelor electrice de măsurat*
 Kerekeș I., Lokodi Z. *Montarea corectă a contoarelor electrice trifazate*
 Petrovici V. *Instalații electrice din teatre, cinematografie și televiziune*

Cuprins

<i>Prefață</i>	3
<i>Introducere</i>	5
1. Semne convenționale standardizate	11
1.1. Generalități asupra standardelor	11
1.2. Standarde utilizate la întocmirea desenelor în electrotehnică ..	12
1.3. Semne convenționale pentru schemele electrice	14
1.4. Notarea echipamentelor electrice și a instalațiilor electrice pe diferitele planuri	81
1.5. Procedeu de a găsi semnul necesar în cazul când nu există în standard	92
2. Simbolizarea elementelor în instalațiile electrice	93
2.1. Considerații generale	93
2.2. Instalații de automatizare. Reguli pentru întocmirea docu- mentației tehnice desenate	96
2.3. Moduri de simbolizare și marcare întâlnite în practică	103
3. Desene electrotehnice	114
3.1. Denumirile schemelor	114
3.2. Scheme funcționale	115
3.3. Scheme de montare	117
3.4. Planuri de montare	118
3.5. Documente generale	119
4. Tehnica citirii schemelor	120
4.1. Explicarea noțiunii de „citire a schemei“ și cunoștințele necesare citirii schemelor	120
4.2. Condițiile de funcționare ale schemelor și circuitelor simple ..	135
4.3. Diagrame de interacțiune	139

4.4. Realitatea soluțiilor schematice	144
4.5. Compararea schemelor	151
4.6. Succesiunea citirii schemelor	154
5. Citirea schemelor de alimentare cu energie, exerciții	162
5.1. Considerații generale	162
5.2. Schema de alimentare cu energie	163
5.3. Scheme de posturi tip de transformare	167
5.4. Scheme pentru alimentare și distribuție	170
5.5. Scheme de comandă automatizată	178
<i>Anexă</i>	181
<i>Bibliografie</i>	229

Traducere: ing. VASILE DIACONU
Control științific și adaptare: ing. GH. DOBRIAN
Redactor: ing. IOAN GANEA
Tehnoredactor: IVAN THEODOR
Coperta colecției: arh. VALENTIN VIȘAN

Bun de tipar: 26. 02. 1974
Coli de tipar: 14,75
Tiraj: 15.200+115 ex. broșate
Ediția I.: 1968
C.Z.: 621.3

Tiparul executat sub comanda nr. 595
la întreprinderea poligrafică „Crișana” Oradea,
str. Moscovei nr. 5.
Republica Socialistă România

