

LUCRAREA Nr. 4

CONSTITUIREA SCHEMELOR ELECTRICE DE COMANDA PENTRU MAȘINI UNELTE UNIVERSALE

Cea mai utilizată metodă de acționare a mașinilor unelte este acționarea electromecanică. Din acest motiv prezintă interes cunoașterea principiilor care stau la baza întocmirii schemelor de acționări electrice și implicit a modului de citire a acestora.

Dacă antrenarea mașinii unelte se face cu ajutorul motorului electric, spunem că aceasta este acționată electric. Nu orice fel de motor poate fi utilizat în acționarea electrică a mașinilor unelte. Scopul principal al acționării mașinilor unelte este antrenarea lanțurilor cinematice în așa fel încât la ieșirea fiecăruia să se obțină viteza impusă de cinematica generării suprafeței respective prin procedeul de așchiere adoptat. În plus, mai trebuie respectate, parțial sau total, și alte cerințe. Din punct de vedere al satisfacerii acestor cerințe, cel mai bine corespund motoarele asincrone și motoarele de curent continuu cu excitația în derivație.

Cele mai răspândite motoare fiind cele ~~asincrone~~, în cele ce urmează se vor face referiri numai la ele. Procesul de producție impune motorului de acționare anumite condiții de lucru (porniri, opriri, inversarea sensului de rotație, etc.). Pentru realizarea lor trebuie să se execute asupra motorului de acționare comenzi corespunzătoare. Acestea se fac prin intermediul unor legături convenabile între motor și aparatele electrice folosite în acest scop. Totalitatea motoarelor și aparatelor, a legăturilor electrice între acestea și rețeaua de alimentare cu energie electrică formează instalația electrică de acționare. Reprezentarea convențională a instalației electrice de acționare este (tocmai) schema de acționare electrică.

În funcție de destinație, schemele de acționare electrică pot fi de două feluri : scheme de principiu și scheme de montaj.

1. Schemele de principiu sînt acele scheme care indică principiul care a stat la baza întocmirii lor. Acestea pot fi de două feluri : scheme de lucru și scheme desfășurate.

a) Schemele de lucru sînt acele scheme în care toate părțile componente ale unuia din aparatele folosite sînt grupate împreună. Aceste scheme sînt folosite destul de puțin în practică.

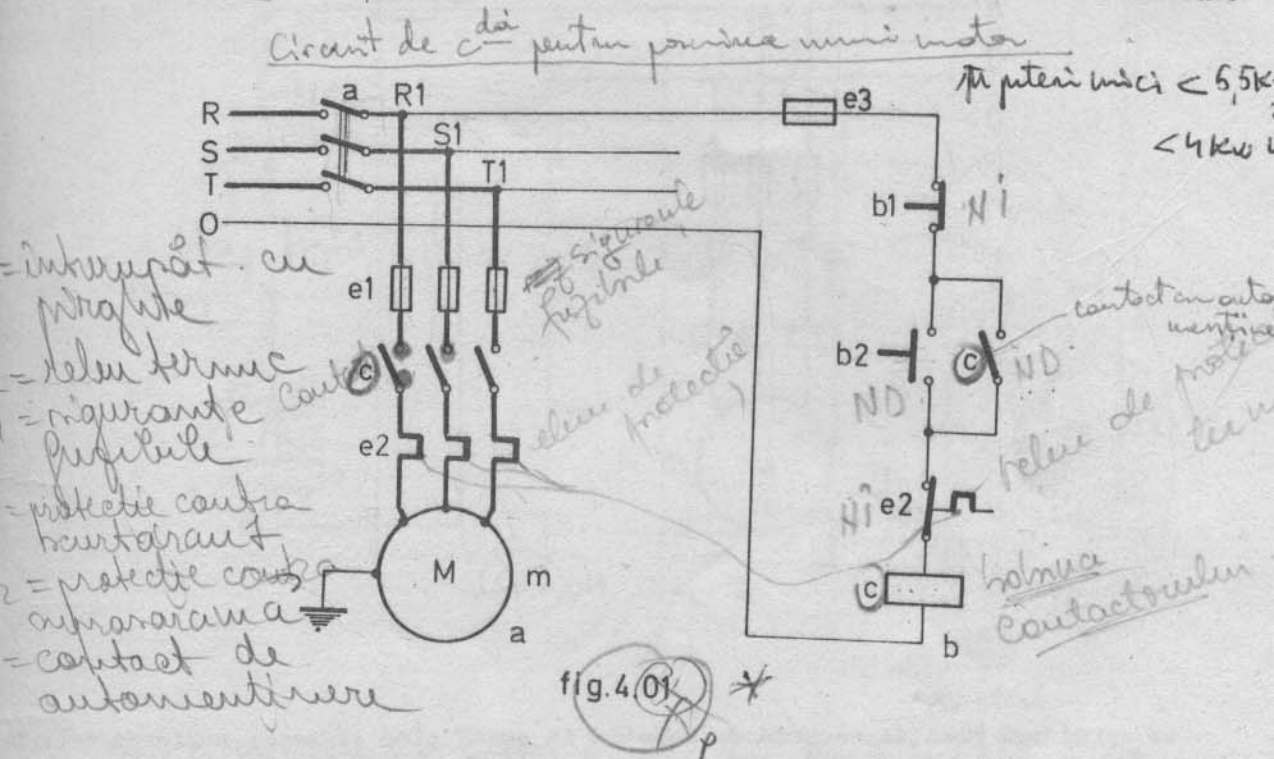
b) Schemele desfășurate cuprind legăturile dintre aparate și mașini, sau dintre elementele componente ale acestora, legate între ele în ordine funcțională. Pentru o înțelegere ușoară, o astfel de schemă este compusă în întregime din circuite așezate în ordine logică. Aceste scheme sînt foarte mult folosite în practică.

2. Schemele de montaj servesc la montarea instalației electrice respective, avînd la bază schemele de principiu și desenul locului unde se plasează aparatura.

În cele ce urmează se vor face referiri numai la schemele de principiu desfășurate.

surate.

Acestea se întocmesc separat pentru circuitele de forță, respectiv pentru circuitele de comandă. În circuitul de forță al schemei se introduc statoarele și rotoarele motoarelor, elementele de protecție, contactele principale ale contactoare-



lor, etc. În circuitul de comandă se introduc bobinele și contactele auxiliare ale contactoarelor, relele intermediare, relele de timp, contactele releelor termice, butoanele de comandă, limitatoarele de cursă, siguranțe.

După cum rezultă și din figura 4.01, circuitele de forță se notează în scheme cu linii groase, iar circuitele de comandă cu linii subțiri. La întocmirea oricărei scheme electrice se folosesc simboluri grafice, stabilite prin standarde de stat.

4.1. Circuitul de forță

Motorul „m” din figura 4.01, a va fi conectat la rețeaua de alimentare dacă contactele normal deschise (N.D.) ale contactorului „c” se vor închide. Aceasta în ipoteza că s-a acționat manual asupra întrerupătorului cu pîrghie „a”. În acest caz circuitul de forță din figura 4.01, a se va prezenta ca în figura 4.02, a.

Protecția motoarelor electrice se face fie contra supraîncălzirii lor, fie contra curenților de scurtcircuit. De obicei, aceste protecții se realizează cu rele termice (e2 din fig. 4.02, a) pentru protecția contra suprasarcinilor și cu rele de curent maxim contra curenților de scurtcircuit. Când motoarele de acționare sînt de putere relativ redusă, în locul releelor de curent maxim se folosesc siguranțele fuzibile (e1 din fig. 4.02, a). În anumite cazuri se utilizează și protecția contra lipsei de tensiune, sau contra scăderii tensiunii sub o anumită valoare limită, folosindu-se rele de tensiune minimă (în special în cazul acționării dispozitivelor de prindere). Trebuie menționat faptul că toate aparatele se reprezintă în așa numita poziție normală. Această poziție corespunde lipsei curentului în bobine, pentru aparatele electromagnetice. Pentru alte aparate, drept poziție normală

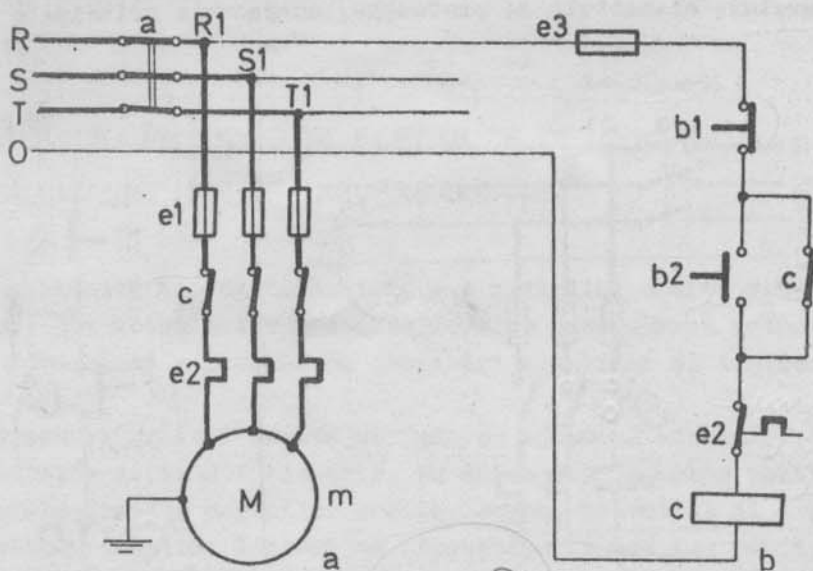


fig. 4.02

se consideră poziția ocupată de acestea în cazul cînd lipsește acțiunea exterioară. Dacă ne referim la contactele aparatelor, acestea pot fi normal deschise (N.D) sau normal închise (N.I). Intrerupătoarele cu pîrghie se indică în scheme în poziție normală, adică cu cuțitele scoase din furci. În acest mod s-a reprezentat intrerupătorul „a” din figura 4.01, a. De asemenea, se pot observa în aceeași figură și contactele N.D. ale contactorului „c”.

4.2. Circuitul de comandă

În figura 4.01, b este prezentat unul dintre cele mai simple circuite de comandă. Trebuie arătat de la bun început că circuitele de comandă sînt protejate contra scurtcircuitelor cu ajutorul siguranțelor fuzibile (e3 din fig. 4.01, b). Circuitul de comandă din figura 4.01, b se compune din următoarele elemente :

- e3 - siguranță fuzibilă,
- b1 - buton de comandă simplu (N.I.),
- b2 - buton de comandă simplu (N.D.),
- e2 - contactul N.I. al releului termic „e2”,
- c - bobina și contactul auxiliar al contactorului „c”.

Rolul și modul de acționare al siguranței fuzibile „e3” sînt deja cunoscute. Din descrierea modului de utilizare a acestui circuit de comandă vor rezulta funcțiile celorlalte elemente componente. Pentru o mai bună înțelegere se vor prezenta și grafic etapele parcurse.

Situația inițială este redată în figura 4.03, a. Atît butonul de comandă „b2” cît și contactul auxiliar „c” sînt în poziție normală, adică deschise. Se presupune că siguranța „e3” nu este arsă, iar contactul „e2” al releului termic este închis. Rezultă că circuitul R - e3 - b1 - b2 (c) - e2 - c (bobina) - O este deschis,

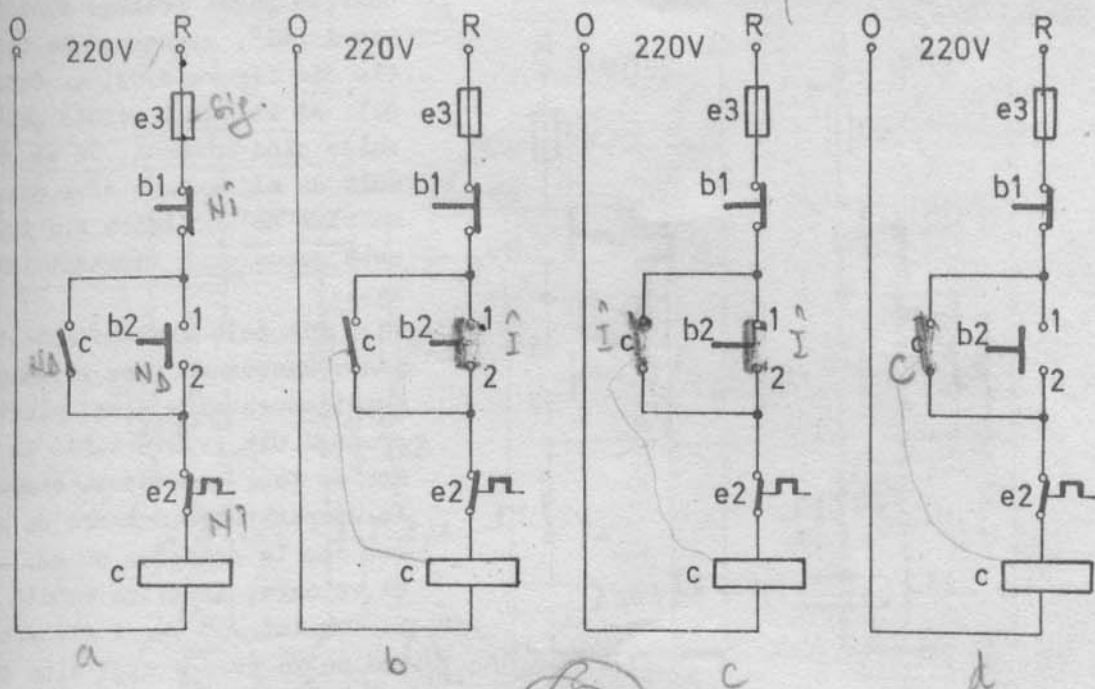


fig. 4.03

deci bobina contactorului „c” nu este sub tensiune. Singura posibilitate acceptată de-a închide circuitul este aceea de-a apăsa pe butonul de comandă „b2” (Fig. 4.03, b). În momentul în care se realizează legătura între contactele 1 și 2 ale butonului „b2” circuitul se închide. Bobina contactorului „c” va fi străbătută de curent. Ca urmare, miezul magnetic al bobinei se va magnetiza și va atrage armătura mobilă, deci și contactele mobile. Sîntem în cazul arătat în figura 4.03, c. Se observă că circuitul se închide atît prin butonul „b2”, cît și prin contactul auxiliar „c”, acum închis. Deoarece contactul auxiliar „c” va rămîne închis atît timp cît bobina contactorului se află sub tensiune, putem retrage mîna de pe butonul „b2” (Fig. 4.03, d). Circuitul se închide acum numai prin „c”. Acest contact auxiliar N.D. se montează în paralel cu butonul de pornire „b2” și se numește contact de automenținere. Trebuie arătat faptul că odată cu acest contact se închid toate contactele N.D. (deci și cele din circuitul de forță) și se deschid toate contactele N.I. Rezultă că butonul de comandă „b2” trebuie menținut pe poziția de „închis” doar perioada de timp necesară bobinei contactorului să-și atragă armătura mobilă.

Butonul de comandă „b1” este folosit pentru a scoate de sub tensiune bobina contactorului „c”. Se consideră drept situație inițială cea din figura 4.03, d, deci circuitul este închis prin e3 - b1 - c - e2 - c (bobina). Se observă că „b1” și contactul „c” sînt inseriate. Pentru a scoate de sub tensiune bobina contactorului „c” trebuie apăsat butonul „b1” (Fig. 4.04, a). Circuitul se întrerupe și bobina contactorului nu va mai fi străbătută de curent electric. Ca urmare, armătura mobilă va fi eliberată și odată cu ea se va deschide și contactul auxiliar „c” (Fig. 4.04, b).

In același timp se vor deschide toate contactele care erau închise și se vor închide toate contactele care erau deschise.

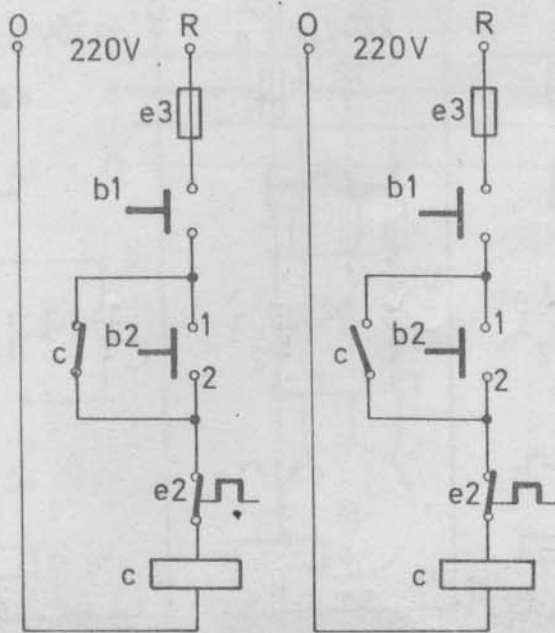


fig. 4.04

Contactul auxiliar fiind deschis, se poate retrage mâna de pe butonul „b1”, ajungându-se la situația din figura 4.03, a. Contactul N.I. al releului termic „e2” se deschide când motorul, în al cărui circuit de alimentare sînt montate elementele de încălzire ale lui „e2”, este supus unor suprasarcini de durată.

Din cele arătate anterior se poate desprinde ușor principiul de funcționare al schemei electrice de comandă din figura 4.01. În continuare se face următoarea observație: la dispariția tensiunii de alimentare, sau la scăderea ei sub o anumită valoare, armătura mobilă a contactorului „c” va fi eliberată, lucru ce va atrage după sine deconectarea motorului. La apariția ulterioară a tensiunii în rețea, contactorul nu anclanșează decît la apăsarea

butonului „b2”. În acest caz vorbim de protecția de nul. Este bine de arătat și faptul că schema din figura 4.01 se folosește doar cînd motorul este de putere mică (pînă la 5,5 kW inclusiv, pentru tensiunea între faze de 380 V, respectiv 4 kW inclusiv, pentru tensiunea între faze de 220 V, dacă este racordat direct la rețea).

4.3. Exemple de constituire a schemelor electrice de comandă

Mașinile unelte au, de regulă, mai multe motoare de acționare. Adesea condițiile tehnologice și cele ale tehnicii securității muncii impun o anumită succesiune a pornirii motoarelor. În asemenea situații se folosesc blocajele electrice. Fie cazul unei mașini de frezat la care conectarea motorului de avans al frezei nu este permisă decît dacă motorul care rotește freza funcționează. Rezultă că schema electrică va trebui să conțină două circuite de comandă, unul pentru fiecare motor, închiderea unuia dintre circuite fiind condiționată de închiderea celuilalt circuit.

Circuitul care comandă motorul ce rotește freza este independent. Deci, el va fi de forma celui prezentat în figura 4.01, b. Al doilea circuit, care comandă motorul de avans al frezei, va conține în plus față de primul circuit un contact N.D. al contactorului care conectează motorul ce rotește freza (Fig. 4.05). Se observă că pornirea motorului „m2” nu este posibilă decît după pornirea motorului „m1”, deci după ce contactul „c1” din circuitul 05 este închis. În cazul deconectării motorului „m1” (deconectarea voită sau avarie), contactul „c1” din circuitul bobinei contactorului „c2” se deschide, ceea ce face ca și motorul „m2” să fie deconectat de la rețea.

O altă situație în care se folosesc blocajele electrice este aceea în care trebuie schimbat sensul de rotație al motoarelor electrice (strunguri, mașini de găurit, mașini de frezat, etc). Dacă motorul de acționare este asincron trifazat,

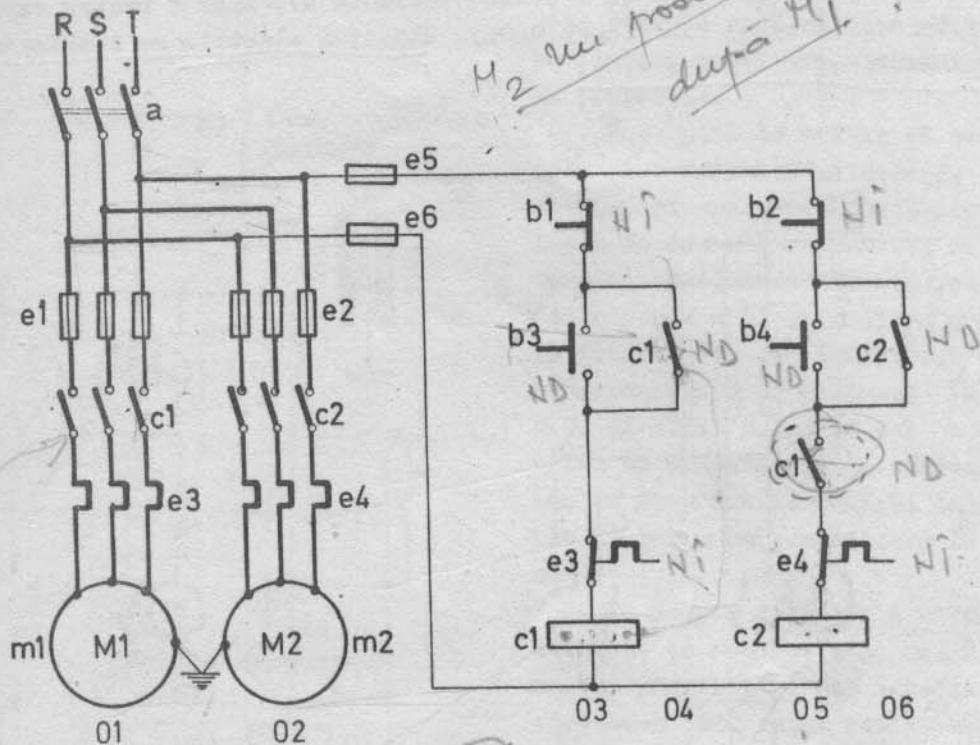


fig. 4.05

schimbarea sensului de rotație se face prin inversarea legăturilor a două faze ale statorului la rețeaua de alimentare. Acest lucru se realizează practic prin utilizarea a două contactoare. Pentru a se inversa două faze, legarea în circuitul de forță a contactelor celor două contactoare se poate face după oricare variantă din figura 4.06.

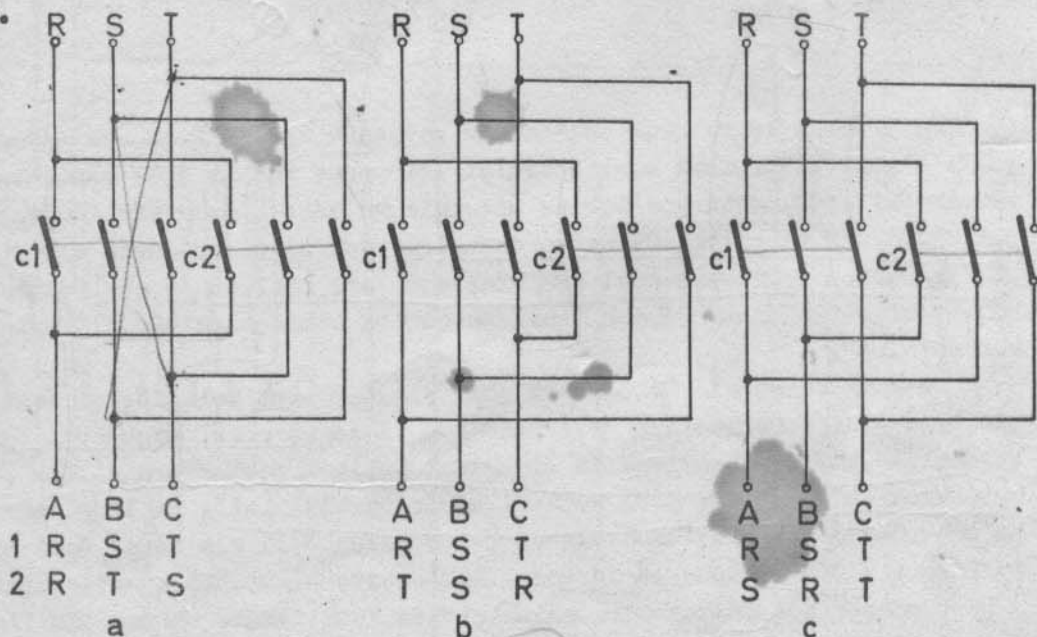
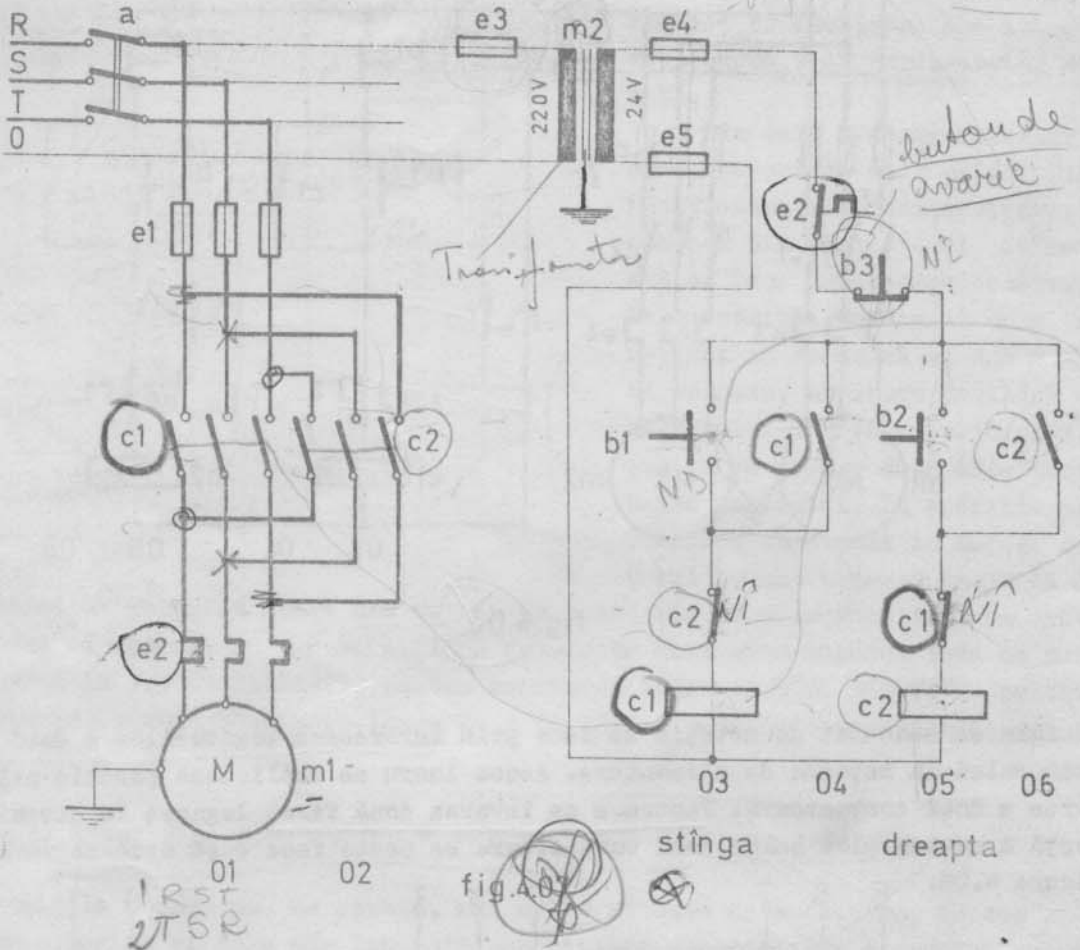


fig. 4.06

Contactele oricăruia dintre cele două contactoare au voie să se închidă numai dacă contactele celuilalt contactor sînt deschise. În caz contrar se vor scurtcircuita două faze (fazele S și T pentru varianta a), R și T pentru varianta b), R și S pentru varianta c) din figura 4.06). Blocajul electric se realizează în schema de comandă, ca în figura 4.07).

Schemă pentru schimbarea sensului de rotație al motorului



Dacă dorim ca motorul „m1” să se rotească spre stînga vom apăsa pe butonul „b1”. Circuitul bobinei contactorului „c1” este închis prin contactul N.I. al contactorului „c2”, deoarece bobina acestuia nu este alimentată. În schimb, contactul N.I. „c1” din circuitul 05 se va deschide, astfel că apăsarea ulterioară pe butonul „b2” pentru a schimba sensul de rotație nu are nici un efect. Pentru aceasta, trebuie mai întâi scoasă de sub tensiune bobina contactorului „c1” prin apăsarea pe butonul „b3”.

Dacă la butoanele de comandă „b1” și „b2” sînt folosite și contactele lor N.I., blocarea se poate realiza prin butoane. În acest scop, contactul normal închis al butonului „b1” se inseriază în circuitul bobinei contactorului „c2”, iar cel al butonului „b2” în circuitul bobinei contactorului „c1”. Pe lângă această blocare se prevede și blocarea cu ajutorul contactelor N.I. ale celor două contactoare, ca în figura 4.08. Desigur că în acest caz crește siguranța funcționării.

O schemă asemănătoare ca principiu de funcționare cu cea din figura 4.07 este redată în figura 4.09. Din acest motiv nu sînt necesare descrieri suplimentare. Se poate ușor observa că cele două motoare nu pot funcționa simultan. Dacă cele do-

24 V

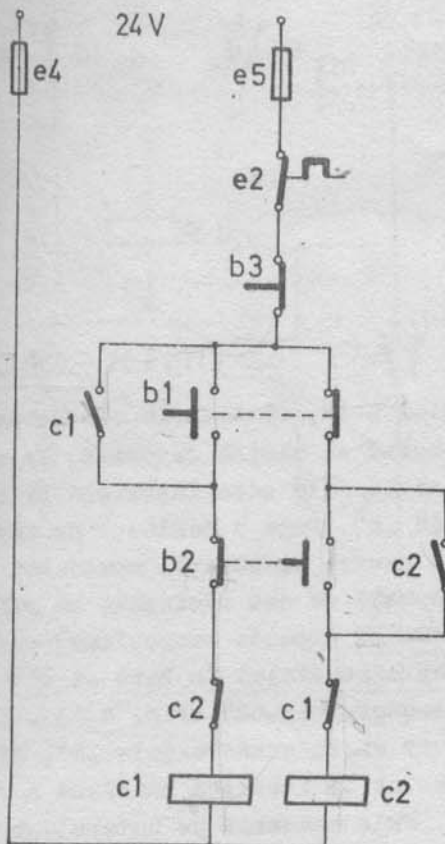


fig.4.08

uă contactoare din figura 4.07 comandau același motor, dar în sensuri diferite, în figura 4.09 contactoarele comandă două motoare. Evident că fiecare motor are sistemul propriu de protecție.

Este util de arătat și modul în care sînt folosite releele de comandă temporizate. Spre deosebire de releele de comandă obișnuite, releele temporizate comandă închiderea sau deschiderea unui circuit cu o anumită întârziere. În figura 4.10 sînt reprezentate două contacte (unul N.D. și altul N.I.) și bobina unui relee cu temporizare la acționare, iar în figura 4.11 același lucru pentru un relee cu temporizare la revenire.

În scopul micșorării curentului absorbit de motorul asincron în momentul pornirii se pot inseria în circuitul statorului rezistențe suplimentare. Acest lucru este redat în figura 4.12. După cuplarea instalației la rețea prin întrerupătorul cu pîrghie „a”, motorul poate

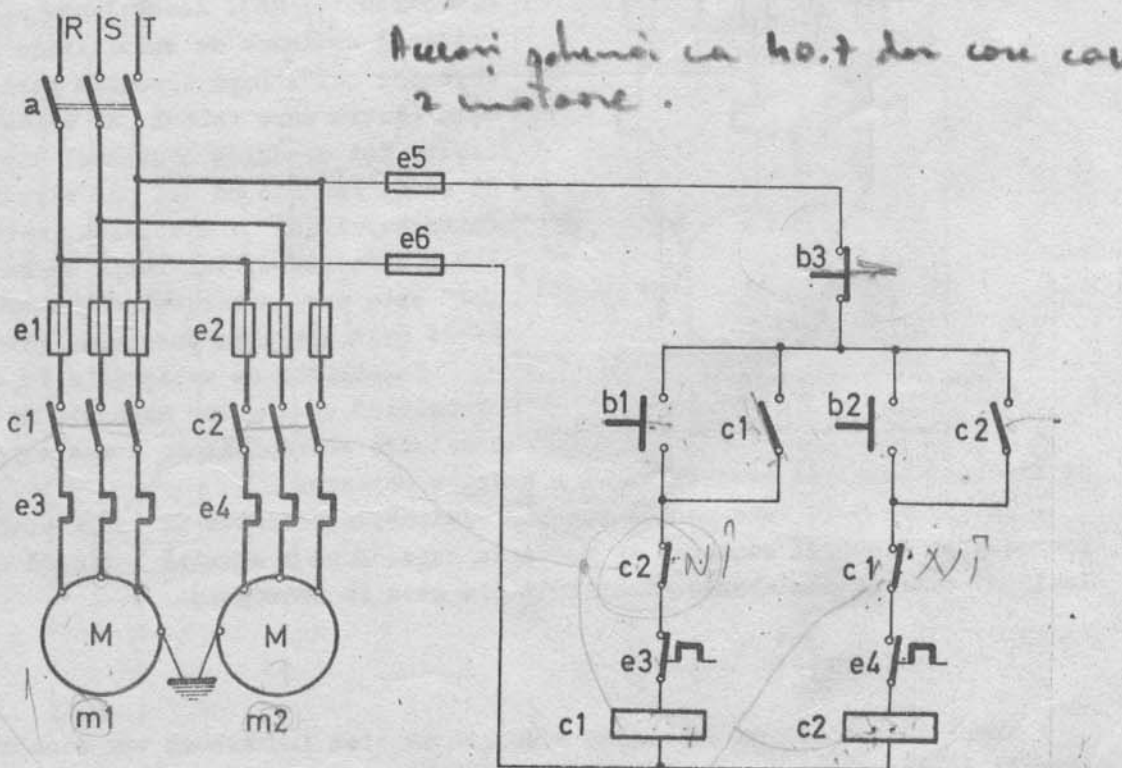
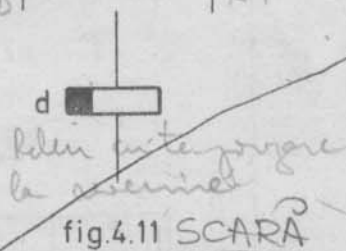
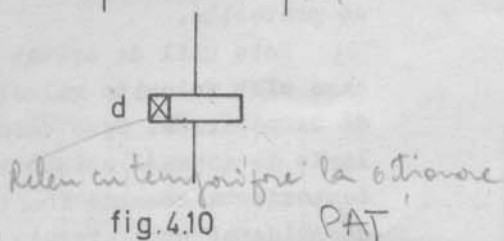
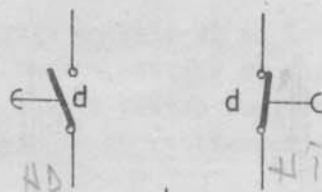
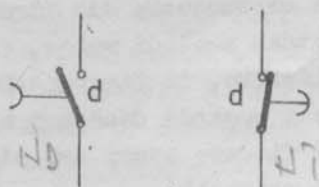
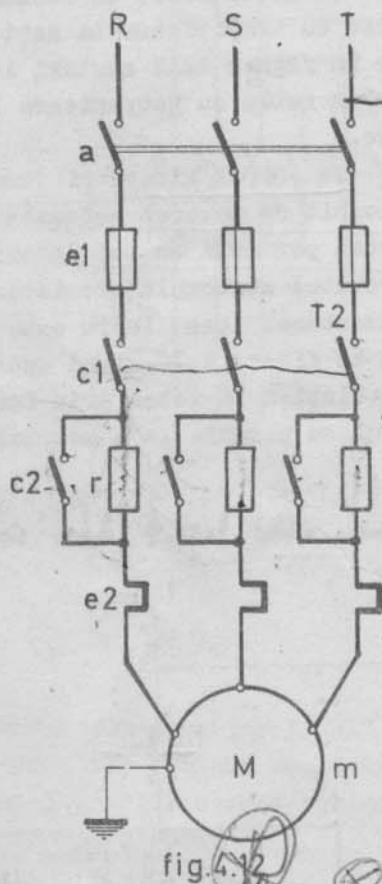


fig.4.09



porni la inchiderea contactelor contactorului „c1”, contactele contactorului „c2”

trebuind să rămână deschise. In circuitul fiecărei faze este inseriată câte o rezistență „r”. După o perioadă de timp, suficientă pentru ca turația motorului să ajungă apropiată de cea nominală, un releu de timp (releu de comandă temporizat) comandă închiderea circuitului în care se află bobina contactorului „c2” (Fig. 4.13). In acest fel se vor șunta rezistențele „r”, motorul fiind conectat la întreaga tensiune a rețelei.



Prin apăsarea pe butonul „b2” contactorul „c1” anlanșează și motorul pornește. In același timp este pus sub tensiune și releul temporizat „d” (prin contactul lui „c1” din circuitul 04). Acest lucru este pus in evidență cu lampa de semnalizare cu transformator „h1”. După trecerea perioadei de timp pentru care releul „d” a fost reglat, acesta își deschide contactul din circuitul 05 și îl închide pe cel din circuitul 06. Contactorul „c2” anlanșează, rezistențele „r” sînt șuntate, iar lampa de semnalizare „h2” este pusă sub tensiune. Motorul este oprit prin apăsarea butonului „b1”.

Inserierea de rezistențe în circuitul statorului unui motor asincron nu este însă o soluție economică. De aceea este întilni-

tă frecvent pornirea stea-triunghi a acestor motoare.

In figura 4.14 este redată una din variantele folosite in acest scop. Motorul pornește cu statorul conectat la rețea in stea. După o anumită perioadă de timp releul „d” comandă schimbarea conexiunii din stea în triunghi.

4.4. Desfășurarea lucrării

In cadrul orilor de laborator afectate acestei lucrări se vor constitui următoarele scheme electrice :

1. Schema electrică de principiu pentru pornirea motorului de antrenare a pom-

Pornirea unui motor cu rezist
fiecure fază

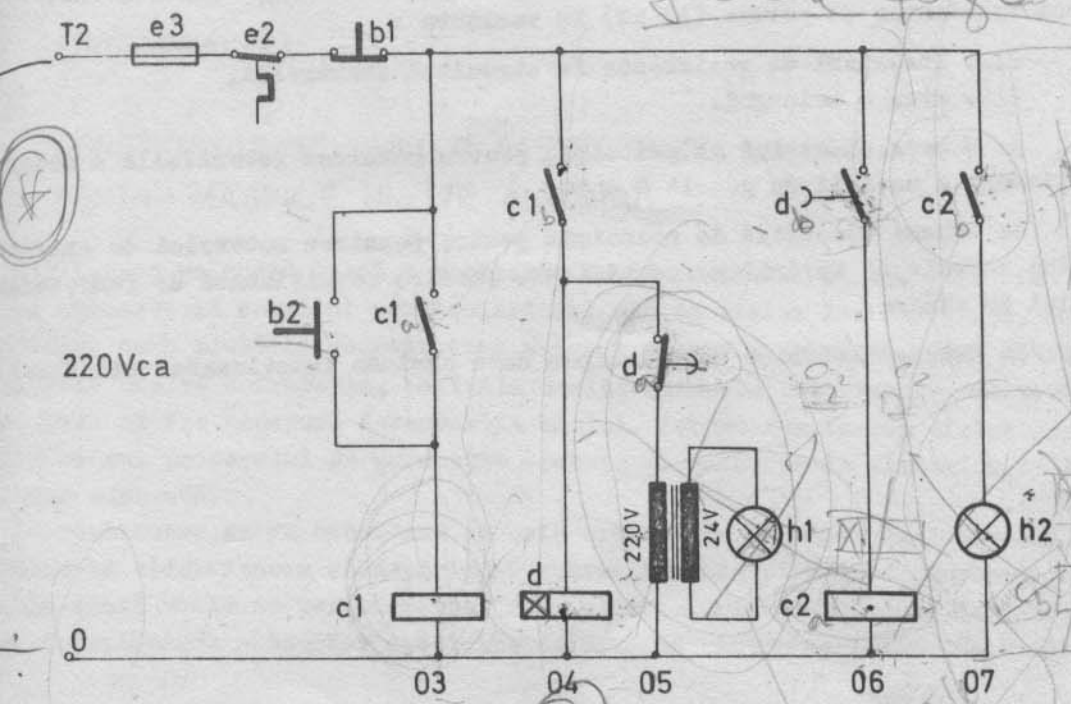


fig.4.13

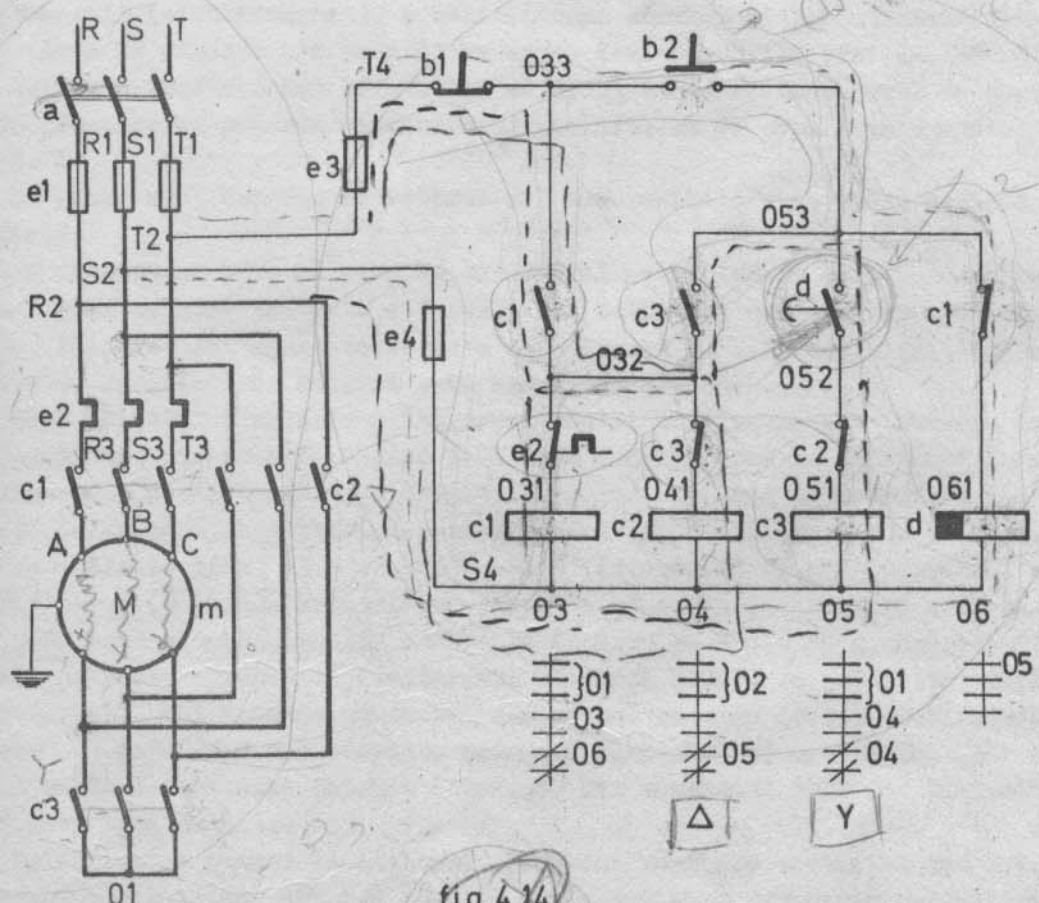


fig.4.14

pei de răcire de la mașina de rectificat (0,2 kW).

2. Schema electrică de principiu pentru pornirea motorului de acționare a unui ventilator de putere (13 kW) în varianta :

2.1. inserieri de rezistențe în circuitul statorului,

2.2. stea - triunghi.

3. Schema electrică de principiu pentru pornirea reversibilă a motorului de acționare a mașinii de găurit G - 40.

4. Schema electrică de principiu pentru pornirea motorului de antrenare a discului abraziv al mașinii de rectificat, pornire condiționată de funcționarea sistemului de răcire.

5. Schema electrică de principiu care exclude funcționarea simultană a două motoare. h.09.