

Studiul contactoarelor electromagnetice

1. Noțiuni teoretice

1.1. Definiții

Contactoarele sunt aparate de conectare cu o singură poziție de repaus, acționate altfel decât manual, capabile de a închide, de a suporta și a deschide curenți în condiții normale de funcționare a circuitului. Contactoarele închid și mențin închis un circuit cât timp durează comanda.

1.2. Utilizare

Datorită posibilității de a fi comandate la distanță pe cale electrică, ușor adaptabilă atât comenzilor voite cât și celor automate, contactoarele electromagnetice au un larg domeniu de utilizare, în toate instalațiile moderne, automatizate sau nu. Astfel, ele se folosesc pentru comanda și protecția electromotoarelor.

În instalații complexe cu caracter automat sau semiautomat, contactoarele servesc la comutarea unor circuite, în urma unor comenzi voite sau automate. Comenzile automate pot fi date de relele de protecție (de curent maxim, de timp sau sensibile la un anumit parametru fizic-temperatură, presiune).

Echipamentele moderne de tracțiune electrică, echipamentele pentru poduri rulante, macarale, echipamente navale, etc. folosesc în exclusivitate acest sistem. Totodată contactoarele creează posibilitatea realizării unor manevre cu frecvență mare în timpi scurți pe baza unui program dinainte stabilit.

1.3. Construcția contactoarelor

Contactoarele pot fi de curent continuu, de curent alternativ sau mixte, la care căile de curent sunt parcurse de curent alternativ și bobina electromagnetului de acționare în curent continuu sau invers.

Contactorul are următoarele părți componente:

- a) sistemul contactelor principale, destinate stabilirii și întreruperii continuității circuitului principal, având robustețe mare, specializate pentru frecvențe ridicate de conectare și un număr mare de manevre (anduranță mecanică și electrică).
- b) Sistemul de stingere al arcului electric format din camere de stingere din material ceramic cu proprietăți deionizante, prevăzute cu bobine de suflaj sau utilizând efectul de electrod, în camere de stingere cu nișe feromagnetice.
- c) Sistemul de acționare- electromagnetul de comandă, mecanismul cinematic și accesoriile aferente care asigură energia necesară închiderii sau deschiderii.
- d) Sistemul de fixare care cuprinde reperele de susținere a părților componente menționate anterior.

În completarea paragrafului se va revedea lucrarea referitoare la tipurile constructive și parametrii nominali.

1.4. Alegerea contactoarelor

Criteriile utilizate pentru alegerea contactoarelor sunt:

➤ Natura sarcinii: contactoare de c.c. sau de c.a., funcție de cerința alimentării consumatorilor;

➤ Felul sarcinii

a) în cazul contactoarelor de c.c. avem contactoare tip:

- DC1- sarcini rezistive
- DC2- motoare derivație de c.c.
- DC3- motoare derivație cu inversare de sens
- DC4- motoare serie de c.c.
- DC5- motoare serie de c.c. cu inversare de sens

- b) în cazul contactoarelor de c.a. avem contactoare tip:
- AC1- sarcini rezistive
 - AC2- motoare asincrone protejate cu releu
 - AC3- motoare asincrone cu rotorul în scurtcircuit
 - AC4- motoare asincrone cu pornire cu șocuri și inversări de sens
 - Frecvența de conectare și durata de viață. Frecvența de conectare va fi egală sau mai mare decât a utilajului, iar durata de viață trebuie adaptată cerințelor instalației pentru a limita numărul de revizii sau înlocuiri de contactoare.
 - Capacitatea de rupere- contactoarele nu pot deconecta scurtcircuite. Cele destinate acționării motoarelor pot închide curenți până la $(6-10)I_n$
 - Durata de conectare
 - Electromagnetul de acționare trebuie să asigure forța de atracție necesară și să îndeplinească funcția de declanșator de minimă tensiune, pentru care se impun condițiile, de exemplu în c.a.:
 - Încălzirea bobinei să nu depășească limita admisibilă pentru regimul permanent la tensiunea de alimentare;
 - Să permită funcționarea normală pentru $U=(0,85-1,1)U_n$
 - Să mențină contactorul cuplat pentru $U=(0,7-0,85)U_n$
 - Să deconecteze pentru $U=(0,35-0,7)U_n$
 - Mediu de funcționare (temperatură, umiditate, vibrații, etc.)

1.5. Comanda contactoarelor

Se realizează cu un contact k ce aparține unui întrerupător, termostat, releu, conform fig.1 sau cu butoane duble conform fig.2

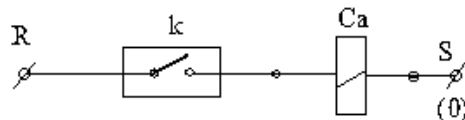


fig.1

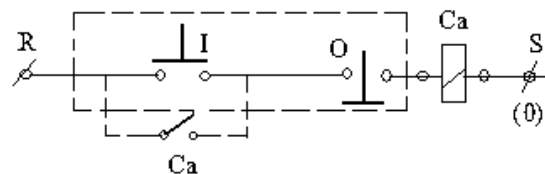


fig.2

1.6. Protecția circuitelor de comandă se poate face prin:

1.6.1. Montarea unei siguranțe fuzibile și a unui releu intermediar (fig.3)

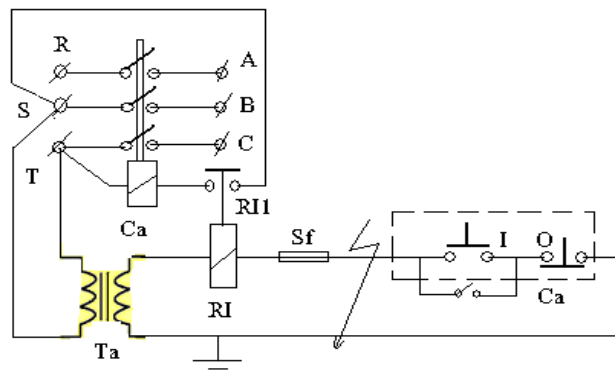


fig.3

1.6.2. Montarea unui releu cu bimetal și a unui releu intermediar (fig.4)

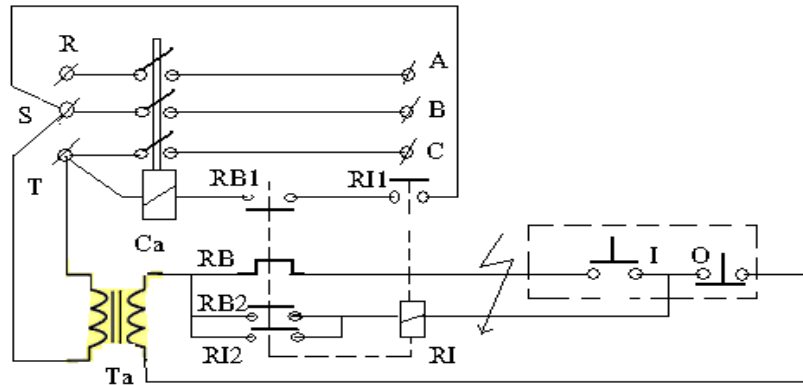


Fig.4

1.7. Rolul rezistenței economizoare

În circuitul de comandă de c.c. se folosește o rezistență economizoare, șuntată pe durata conectării, care limitează curentul prin înfășurarea electromagnetului de acționare, la o valoare optimă pentru menținerea în poziția închis a contactorului.

Schema de principiu a montării rezistenței este prezentată în figura 5.

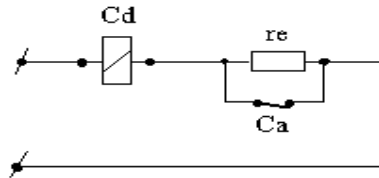


Fig.5

2. Chestiuni de studiat

2.1. Verificarea funcționării în c.c. și c.a. a electromagnetului de acționare a contactorului.

2.2. Determinarea factorului de revenire în c.c. și c.a. a electromagnetului de acționare.

2.3. Studiul rolului rezistenței economizoare.

2.4. Studiul influenței rezistenței economizoare asupra factorului de revenire.

2.5. Studiul cinematicii contactelor principale:

- se va măsura cursa liberă și cursa în contact;
- nesimultaneitatea contactelor la acționare
- se vor măsura timpii de acționare.

3. Schema de lucru și aparatele utilizate

Se va utiliza schema din fig.6, realizată în interiorul unui pupitru alimentat la tensiunea alternativă 220V, având posibilități de obținere a tensiunii alternative reglabile cu ajutorul autotransformatorului ATR-8 respectiv a tensiunii continue reglabile, prin utilizarea punții redresoare n.

Componența schemei este următoarea:

- $c_{1,2...5}$ - contactoare de joasă tensiune tip TCA-10, 1...63 A, fabricație Electroaparataj-București; (Obs.- contactorul c_1 nu este figurat în schemă fiind montat pe pupitru în exterior);
- $h_{1...7}$ - lămpi de semnalizare;
- $b_{p\sim}, b_{0\sim}, b_{p=}, b_{0=}$ - butoane de comandă;
- b_1, b_2, b_3, b_4, b_5 - comutatoare;
- V- voltmetru;
- A- ampermetru;
- r_{e1}, r_{e2} - rezistențe; CE- cronometru electronic.

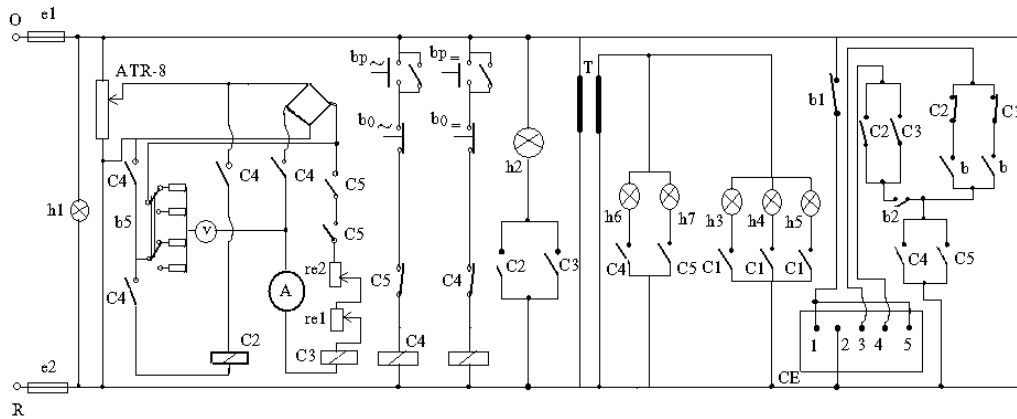


Fig.6

4. Modul de lucru

4.1. Verificarea funcționării în c.c. și c.a. a electromagneților de acționare a contactoarelor C₃, respectiv C₂.

4.1.1. Acționarea în c.a.

- Se conectează echipamentul la rețea. Comutatoarele b₁, b₂, b₃, b₄ pe poziția deschis. Autotransformatorul ATR-8 și rezistențele r_{ei} pe poziție minimă. Comutatorul b₅ pe poziția 240 V.
- Se apasă butonul b_{p~}. Se crește lent tensiunea la bornele ATR-8 până la valoarea 220 V la care contactele principale ale contactorului C₂ s-au închis (lampa h₂ aprinsă).
- Se apasă butonul b_{o~} și se constată declanșarea contactorului. Se reglează tensiunea la 0,85U_n- valoare la care electromagnetul de acționare atrage și menține armătura fără vibrații, fapt ce se verifică prin acționarea concomitentă a butoanelor b_{p~}, b_{o~}.
- Se apasă butonul b_{p~}, se scade tensiunea până când contactorului C₂ declanșează și se verifică dacă această valoare a tensiunii este cuprinsă între (0,35—0,7)U_n.
- Se apasă butonul b_{o~}, se aduce ATR-8 pe poziția de tensiune nulă.

4.1.2. Acționarea în c.c.

- Se repetă operațiile de mai sus, cu deosebirea că se acționează contactorul C₃ apăsând butoanele b_{p=}, b_{o=}.

Valoarea nominală a tensiunii de acționare va fi 220 V , c.c.

Obs.

După fiecare subpunct se verifică următoarele:

- Autotransformatorul să fie pe poziție 0;
- Rezistențele r_{ei} să fie pe poziție minimă;
- Comutatoarele b₁, b₂, b₃, b₄ să fie pe poziția deschis.

4.2. Determinarea factorului de revenire

4.2.1. În curent alternativ

Se apasă butonul b_{p~}. Se ridică tensiunea până când contactorul C₂ anclanșează. Se citește valoarea tensiunii de acționare U_a.

Se scade lent tensiunea până la declanșarea contatorului C₂. Se citește valoarea tensiunii de revenire U_r.

Se repetă manevrele de 5 ori întocmindu-se următorul tabel:

Nr. crt	U _a [V]	U _r [V]	$k_r = \frac{U_r}{U_a}$	k _{r med}
i=1...5				

4.2.2. În curent continuu

Se procedează prin analogie cu 4.2.1. întocmindu-se același tip de tabel.

4.3. Studiul influenței rezistenței economizoare

4.3.1. *Influența rezistenței economizoare asupra curentului din bobina de acționare a electromagnetului*

- Se apasă butonul $b_{p=}$.
- Se verifică dacă r_{ei} sunt pe poziție minimă.
- Se ridică tensiunea până la valoarea la care contactorul anclanșează, urmărindu-se valoarea curentului înainte și după anclanșare. Se va constata că $I_1=I_2$.
- Se scade tensiunea până la declanșare. Se pune cursorul rezistenței r_{ei} pe o poziție intermediară. Se repetă operațiile de mai sus constatându-se că $I_1>I_2$.

4.3.2. Influența rezistenței economizoare asupra factorului de revenire

- Se apasă butonul $b_{p=}$.
- Se pun rezistențele r_{ei} pe poziții intermediare.
- Se ridică tensiunea până ce contactorul C_3 acționează. Se notează valoarea tensiunii de acționare U_a .
- Se scade tensiunea până la declanșare, citindu-se valoarea tensiunii de revenire U_r . Se fac 5 determinări pentru 5 valori intermediare ale rezistențelor r_{ei} întocmindu-se tabelul:

Nr. crt.	r_e	U_a [V]	U_r [V]	k_r
$i=1 \dots 5, r_{ei1}, r_{ei2}$				

Se vor compara factorii de revenire calculați cu cei obținuți la paragraful 4.2.2. și se vor trage concluzii în concordanță cu paragraful 1.7.

4.4. Studiul cinematicii contactelor principale

Se va utiliza contactorul C_1 . Se vor nota caracteristicile principale ale acestuia și se corela cu principiile de alegere ale contactoarelor pentru acționarea motoarelor expuse la 1.4.

4.4.1. Nesimultaneitatea la închidere și deschidere

Se apasă lent pe capacul frontal al contactorului aflat pe prelungirea armăturii mobile urmărindu-se aprinderea lămpilor h_3, h_4, h_5 . Ele se vor aprinde în ordinea atingerii contactelor pe cele 3 faze. S e va nota aceeași ordine. Menținând apăsarea până la sfârșitul cursei armăturii, se va proceda acum în sens invers urmărindu-se stingerea lămpilor, fenomen ce indică separarea contactelor. Rezultatele se vor trece în tabelul:

Nr. determ.	Ordinea acționării contactelor	
	Închidere	Deschidere
$i=1 \dots 5$		

Cunoscând construcția și funcționarea contactoarelor se va justifica existența nesimultaneității.

4.4.2. Determinarea cursei libere și a cursei totale în contact

Se apasă lent pe prelungirea armăturii mobile a contactorului c_1 , urmărindu-se în același timp deplasarea reperului alb pe cadranul gradat de pe partea laterală a contactorului. Diviziunea corespunzătoare momentului aprinderii lămpii h_3 , constituie valoarea cursei libere pe faza respectivă. Se apasă în continuare până ce armătura mobilă a electromagnetului ajunge în poziția atrasă complet și se citește indicația de pe cadran, aceasta reprezintă valoarea cursei totale.

Din relația $C_t = C_c + C_l$ se va determina valoarea cursei în contact necesară realizării forței de apăsare pe contact, în vederea obținerii unei rezistențe de contact minime. Cadranul are 160 diviziuni, 1 div=0,025mm.

Determinările se fac similar și pe celelalte doua faze, întocmindu-se următorul tabel:

Nr. determ.	Faza R (h ₃)			Faza s (h ₄)			Faza T (h ₅)		
	c ₁ [mm]	c _t [mm]	c _c [mm]	c ₁ [mm]	c _t [mm]	c _c [mm]	c ₁ [mm]	c _t [mm]	c _c [mm]
i=1...5									

Se vor trage concluzii asupra valorilor cursei libere pe cele 3 faze, corelate cu rezultatele de la paragraful anterior.

4.4.3. Determinarea timpilor de acționare

4.4.3.1. Determinarea timpului de închidere al contactului principal și auxiliar al contactorului c₂

Se apasă pe butonul b_{p~} și se reglează tensiunea până la valoarea 220 V. Se apasă butonul b_{o~}.

Cele 4 comutatoare b₁, b₂, b₃, b₄ se vor pune pe poziția închis respectiv deschis. (Se va explicita schema de măsurare a timpului conform principiului de funcționare a cronometrului electric)

Se aduce cronometrul pe poziția 0. Se vor face 5 manevre de închidere-deschidere, citindu-se valoarea finală a indicației cronometrului, după care se va determina valoarea medie a timpului de închidere.

Se va întocmi tabelul:

Nr. crt.	t _{ai}	t _{med}
----------	-----------------	------------------

4.3.3.2. Determinarea timpului de deschidere al contactorului c₂

Se repetă manevrele de la 4.4.3.1. , comutatoarele b₁, b₃ și b₂, b₄ având poziția închis respectiv deschis.

4.3.3.3. Determinarea timpului de închidere și deschidere al contactului principal și auxiliar al contactorului c₃ cu alimentare în c.c.

Prin analogie cu 4.4.3.1. și 4.4.3.2. se procedează și în acest caz cu mențiunea că cele 4 comutatoare vor avea pozițiile:

- ❖ Pentru închidere: b₁, b₂, b₃ - închis, b₄- deschis;
- ❖ Pentru deschidere : b₁, b₄- închise, b₂, b₃- deschise.

Obs.

În timpul determinării timpilor de acționare se va evita alimentarea cu tensiune îndelungată a bobinelor contactoarelor c₄ și c₅, prin apăsarea pe b_{p=}, respectiv pe b_{o=} imediat după măsurători. De asemenea motorășul de la cronometrul electric nu trebuie să meargă în gol, manevrându-se comutatorul b₁.

Bibliografie

1. Hortopan, Gh., ș.a., *Aparate electrice de joasă tensiune*, Ed. Tehnică, București, 1968.
2. Herșcovici, B., *Proiectarea și construcția aparatelor electrice*, Curs, Reprografia Universității din Craiova, 1975.
3. Leonte, F., *Aparate electrice*, Curs, Litografia Institutului Politehnic, Iași, 1983.