

LUCRAREA A10

CONTACTORUL ELECTROMAGNETIC DE JOASĂ TENSIUNE

Partea I - Identificarea și specificarea contactorului de joasă tensiune

1. Tematica lucrării

- 1.1. Identificarea diverselor tipuri constructive de contactoare, atât de curent continuu, cât și de curent alternativ.
- 1.2. Identificarea subansamblelor și pieselor componente, caracteristici constructive și tehnologice.
- 1.3. Domenii de utilizare.
- 1.4. Execuția schiței unei secțiuni printr-un pol al unui contactor, indicat în laborator (calea de curent și camera de stingere).
- 1.5. Schema electrică de pornire a unui motor asincron, cu buton dublu de comandă.
- 1.6. Chestiuni referitoare la montarea contactorului într-o instalație electrică.

2. Modul de lucru.

- 2.1. Studenții vor identifica diferitele tipuri de contactoare puse la dispoziție în laborator.
- 2.2. Se va studia construcția aparatelor, stabilindu-se rolul principalelor elemente componente, urmărindu-se în special căile de curent, contactele, camera de stingere, bornele, electromagnetul de acționare, izolația, etc.
- 2.3. În funcție de datele nominale de pe plăcuța aparatului se va stabili domeniul de utilizare și caracteristicile funcționale.
- 2.4. Se va executa o schiță a căii de curent și camerei de stingere (secțiune printr-un pol) pentru unul din aparate. Schița se va întocmi respectându-se normele de desen tehnic.
- 2.5. Se va realiza în laborator schema electrică de montaj, din figura 1 unde:

C - contactor AC₃ - 63 A ;

BD - buton dublu de comandă ;

M - motor asincron.

Se vor realiza câteva manevre de pornire și oprire a motorului.

2.6. Pe baza studiului construcției se va stabili influența poziției aparatului asupra funcționării.

Partea a II-a - Protecția la suprasarcină

1. Schema electrică

Se va realiza montajul din figura 2 în care C este un contactor de 10A, cu relee termice conținând:

RT - bloc de relee electrice;

EM - electromagnet de acționare;

C₁ - contact de autoreținere (automenținere);

C₂ - contact de declanșare;

BD - buton dublu de comandă;

A - ampermetru de 5 A;

X - reactanță variabilă.

2. Chestiuni de studiat

2.1. Se va verifica condiția tehnică de funcționare conform normelor, a releului termic la $1.5 \cdot I_r$, pornind de la starea caldă și starea rece a releului. Verificarea se va face pentru fiecare pol al releului.

3. Modul de lucru

3.1. Curentul se reglează la valoarea $I_r = 0.6 \cdot I_n = 6A$. Cu ajutorul butonului dublu BD se închide circuitul curentului pe unul din polii contactorului. Se reglează X până când curentul ajunge la valoarea

$$1.5 \cdot I_r = 1.5 \cdot 6 = 9 \text{ A} \quad (1)$$

3.2. Verificarea condiției tehnice la $1.5 \cdot I_r$, în stare rece a releului. Simultan cu închiderea circuitului de curent cu ajutorul butonului dublu, BD, se măsoară timpul cu ajutorul unui cronometru până în momentul declanșării. Măsurătorile se repetă pentru fiecare pol al contactorului. În figura 3 corespunde punctul B.

3.3. Pentru verificarea condiției tehnice la $1.5 \cdot I_r$, în starea caldă a releului, se reglează mai întâi reactanța X pe valoarea maximă după care se închide butonul dublu de comandă reglându-se curentul la valoarea de 6A. În figura 3 corespunde punctul A.

Se menține la acest curent timp de 10 minute după care se crește rapid curentul la 9A, cronometrându-se timpul de declanșare t_d . Se repetă măsurătorile pentru fiecare pol. Se verifică dacă conform SR EN 60947-4-1, $t_d \leq 120$ sec.

Conform acestor norme, un releu termic cu bimetal trebuie să declanșeze conform următoarelor condiții: la $1,05 \cdot I_r$, $t_d > 2$ h; la $1,2 \cdot I_r$, $t_d < 2$ h; la $1,5 \cdot I_r$, $t_d < 2$ min, dacă bimetalul se afla în stare caldă (contactorul a funcționat un timp îndelungat în regim nominal).

Valorile se trec într-un tabel de forma:

Tabelul 1

Polul		Timpul de declanșare t_d [s]		
		R	S	T
Starea releului	rece			
	cald			

Partea a III-a - Determinarea caracteristicii rezistente

1. Tematica lucrării

- 1.1. Se va ridica practic caracteristica rezistentă a unui contactor de curent alternativ de tipul TCA, 10A, 32A sau 40A.
- 1.2. Se va determina curentul absorbit de bobină în poziția închis.

2. Modul de lucru

Se folosește un dispozitiv ca în figura 4 (vezi anexa 1). Măsurătoarea cursei se face cu ajutorul unui ceas comparator, iar forța se măsoară cu un dinamometru. Măsurătoarea se pornește din poziția deschis a contactorului. Se măsoară simultan atât cursa, cât și forța, așa cum rezultă din figura 5.

În figura 6 este prezentată schema electrică a dispozitivului din figura 4. Alimentarea circuitelor de semnalizare se face direct de la sursa de 220V, prin intermediul transformatorului T, 220V/24V, cu ajutorul întreruptorului basculant B1.

Pentru verificarea caracteristicilor contactoarelor TCA 10A, se introduce cadrul de fixare cu contactorul montat și legăturile gata efectuate, pe ghidajele din dural, notate cu 1, în figura 4. Se introduce fișa 7 a conectorului în priza 8 de pe bord. În acest moment toate cele 4 becuri corespunzătoare celor 4 contacte N.I. trebuie să se aprindă.

Se rotește butonul 9 al ansamblului de măsurare, efectuându-se astfel deplasarea, prin tija dinamometrului 6, care mai departe învinge forța resoartelor antagoniste a tijeii comparatorului 4, până în momentul atingerii echipajului mobil al contactorului, de către palpator. În acest moment se închide contactul C_1 al palpatorului și se aprinde becul h_{11} . Rotindu-se în continuare butonul 9 se măsoară cursa și forțele rezistente respective, iar becurile corespunzătoare celor 4 contacte auxiliare NI, se vor stinge treptat. Astfel se poate verifica și simultaneitatea deschiderii contactelor. Intervalul între

aprinderea becului h_{11} și aprinderea primului bec corespunzător contactelor principale ND, constituie distanța între contacte, în poziția deschis sau cursa liberă a contactelor, notată cu e_1 pe diagrama forțelor rezistente, $F = f(\delta)$, din figura 7. Se citesc în continuare simultan valorile indicate de comparator și dinamometru.

Observație importantă

Pentru a nu se roti mai mult decât trebuie butonul 9, se determină mai întâi cursa totală a contactorului. Aceasta se măsoară cu ajutorul comparatorului și constituie distanța din momentul aprinderii becului palpatorului cu bobina contactorului neexcitată (contactorul în poziția deschis) până în momentul aprinderii aceluiași bec cu bobina contactorului excitată (contactorul în poziția închis). Cursa totală este egală cu întrefierul maxim al electromagnetului de acționare.

$$\delta_{\max} = e_1 + e_c \quad (2)$$

e_1 - cursa liberă

e_c - cursa în contact

Procesul de măsură se poate repeta și în sens invers, adică din poziția închis spre poziția deschis. În acest caz se poate determina și simultaneitatea deschiderii contactelor principale, ceea ce are deosebită importanță în procesul de comutație în prezența arcului electric. În diagrama forțelor rezistente din figura 8 se va avea grijă să se scadă valoarea forțelor rezistente ale lanțului de măsură pentru fiecare experiment în parte. Această valoare corespunde momentului aprinderii becului palpatorului ($c_1 - h_{11}$), la contactul tijei cu echipajul mobil al contactorului, în poziția deschis.

Pentru măsurarea curentului absorbit de bobină în poziția închis, se introduce în circuit un ampermetru în serie cu bobina contactorului, între bornele 2 și 3.

Prin închiderea butonului b2 și deschiderea lui b3 care se realizează simultan prin apăsarea pe butonul "curent absorbit" (se închid contactele 2-4

ND și se deschid contactele 1-3 NI), se introduce ampermetru A în circuit. Pe ampermetru se citește direct valoarea curentului absorbit.

Schema realizată pentru verificarea caracteristicilor contactoarelor TCA 10A este valabilă și pentru verificarea caracteristicilor contactoarelor de 32, 40A, trebuind să se schimbe numai cadrul bordului de acționare și semnalizare. Operațiile pentru efectuarea măsurătorilor sunt aceleași ca la contactorul de 10 A. Pentru trasarea graficului forțelor rezistente în funcție de cursă, în cazul contactoarelor de 32, 40 A, este necesar să se folosească metoda extrapolării (caracteristica liniară), pentru ultima parte a diagramei, deoarece forțele în poziția închis depășesc valoarea de 20 N, limita maximă de măsurare a dinamometrului. Rezultatele măsurătorilor se vor trece într-un tabel de forma:

Tabelul 2

Nr. crt.	Cursa armăturii δ (mm)	Forța F(N)	Curentul absorbit I(A)	Observații
1				
2				
3				
4				

Partea a IV - a - Calculații și aplicații

1. Tematica lucrării

- 1.1. Calculul numărului de plăcuțe necesare unui loc de rupere pentru o cameră cu efect de electrod la un contactor de c.a.
- 1.2. Coordonarea caracteristicilor de protecție ale releului termic și siguranței fuzibile.

2. Modul de lucru

2.1. Numărul de plăcuțe dintr-o cameră de stingere se calculează astfel:

$N_{\text{plăcuțe}} = n + 1$, unde n este numărul de intervale:

$$n = \frac{k_n \cdot \gamma \cdot 1,5\sqrt{2} \cdot U_n}{U_{ci} \cdot \sqrt{3}} \quad (3)$$

unde

U_{ci} - tensiunea ce revine unui interval în funcție de curentul întrerupt conform tabelului 3 de mai jos iar 1,5 reprezintă factorul de majorare pentru polul care întrerupe primul.

$k_n = 1,2 \dots 1,3$ factor ce ține seama de neuniformitatea repartiției tensiunii pe intervalele camerei de stingere;

γ - este factorul de oscilație a tensiunii de restabilire;

U_n - este tensiunea nominală pe camera de stingere.

Tabelul 3

I (A)	250	400	630	800	1000	1250
Uc (V)	60	55	50	50	45	45

2.2. Coordonarea protecției se referă la alegerea siguranțelor de protecție la scurtcircuit, în cazul unui demaror alcătuit din contactor cu releu termic de protecție la suprasarcină, conform figurii 8.

Se cunosc următoarele elemente:

Datele motorului: U_n , P_n , $\cos \varphi$, η , tipul construcției.

Datele contactorului: U_n , I_{th} , I_n , în funcție de categoria de utilizare.

1. Se calculează curentul absorbit de motor cu relația:

$$I_m = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \eta \cdot \cos \varphi} \quad (4)$$

2. Se verifică îndeplinirea condiției:

$$I_n \geq I_m \quad \text{\textit{și se reglează } } I_{th} = I_m.$$

3. Se determină regimul tranzitoriu de pornire al motorului (prin oscilografieri) și se reprezintă pe o diagramă timp-curent la o scară logaritmică. Pentru exemplul considerat s-a trasat în figura 9, curba 2.

4. Pe aceeași diagramă se trasează caracteristica de declanșare a releelor termice (curba 1).

5. Se determină coordonatele punctului A(I_p' , t_p) cu relația:

$$I_p' = \sqrt{\frac{l}{t_a} \int_0^{t_a} i^2 dt} \quad (5)$$

și se verifică poziția acestuia sub curba 1 (condiția de pornire a motorului).

6. Se alege o siguranță după caracteristicile timp-curent din fig. 10 astfel încât caracteristica siguranței alese (curba 3 din figura 9), să îndeplinească următoarele condiții:

- să intersecteze curba 1 după punctul B în sensul creșterii curentului;
- să nu depășească pe axa curentului valoarea capacității de rupere a contactorului.

În situația din figura 9, în stânga punctului de intersecție C, protecția circuitului este asigurată de releul termic de suprasarcină, iar în dreapta punctului C, de siguranță. Acest lucru înseamnă că la curenți inferiori valorii $I_c = 7 \div 8 I_m$ deconectarea circuitului este realizată de contactor, iar la curenți mai mari de siguranțele fuzibile.

3. Formularea problemelor

3.1. Să se determine numărul de plăcuțe pentru o cameră de stingere cu efect de electrod pentru un contactor de curent alternativ cunoscând că tensiunea nominală este de 500 V, curentul nominal $I_n = 63$ A.

- Se admite că valoarea maximă a curentului ce poate fi întrerupt este de $10 \cdot I_n$ și factorul de oscilație al tensiunii oscilante de restabilire $\gamma = 1,3 \dots 1,4$;
- factorul de neuniformitate al repartizării tensiunii pe intervale $k_n = 1,3$;

- tensiunea ce revine unui interval dintre două plăcuțe $U_c = 50 \text{ V}$.

3.2. Un contactor cu rele (demaror) de c.a. acționează un motor cu rotorul în scurtcircuit. Motorul este pornit în gol și oprit din mers lansat în sarcină nominală (categoria de utilizare AC3).

Se cunosc :

pentru motor : - $P_n(\text{kW})$ - se alege din tabelul din anexa 2;
- turație - 1500 rot/min;
- $U_n = 380 \text{ V}$;

($\cos \varphi$ se alege în funcție de puterea motorului - tabelul din anexa 2);

- variația curentului de pornire este cea prezentată în fig. 9;

- timpul de pornire $t_p = 6 \text{ s}$ - $I_p = 6 \cdot I_m$;
- $I_p' = 5,2 \cdot I_m$;

pentru contactor : $U_n = 380 \text{ V}$;

- valorile curentului nominal termic I_{th} și curentul nominal I_n se aleg corespunzător cu I_m ;

- caracteristica timp-curent a releului de protecție este trasată pe diagramă.

Se cere :

să se aleagă o siguranță fuzibilă cu mare putere de rupere, care permițând funcționarea schemei conform caracteristicii de protecție a releului termic, să asigure protecția la curenți de scurtcircuit superiori capacității de rupere a contactorului.

ANEXA 1

Descrierea dispozitivului pentru determinarea caracteristicii rezistente a contactoarelor.

În **figura 4** este prezentată schița dispozitivului de măsură. S-au făcut următoarele notații :

1. Cadru de fixare a contactoarelor cu posibilitatea de glisare pe șine din dural.

2. Contactorul electromagnetic de curent alternativ în varianta TCA-10 A și TCA – 32 A, 40 A.
3. Panou de comandă și semnalizare, care cuprinde butoanele pentru alimentarea becurilor de semnalizare, pentru excitația bobinei contactoarelor și pentru măsurarea curentului absorbit.
4. Comparatorul pentru măsurarea curselor.
5. Ansamblu mecanic de măsurare care cuprinde un buton de reglaj 9, legat mecanic de suportul dinamometrului, acesta acționând tija comparatorului cu palpatorul montat pe el (vezi principiul de măsurare fig. 6).
6. Dinamometrul montat într-un dispozitiv de prindere rigid.
7. Fișa conectorului cu 50 de contacte prin care se asigură legăturile electrice între contactor și semnalizări.
8. Priza conectorului cu 50 de contacte.
9. Buton cu mișcare de rotație, al ansamblului de măsurare.

ANEXA 2

Tabelul 4

Puterea [kW]	Randamentul %				Factorul de putere cos φ				
	[rot/min]	3000	1500	1000	750	3000	1500	1000	750
0.06	-	53	-	-	-	0.67	-	-	-
0.09	57	53	-	-	0.67	0.68	-	-	-
0.12	57	53	-	-	0.70	0.69	-	-	-
0.18	58	58	-	-	0.73	0.70	-	-	-
0.25	64	62	-	-	0.77	0.72	-	-	-
0.37	66	65	66	58	0.79	0.74	0.67	0.6	-
0.55	71	70	69	63	0.81	0.75	0.685	0.62	-
0.75	73	72	71	66	0.82	0.76	0.7	0.63	-
1.1	74	73	73	69	0.84	0.78	0.71	0.65	-
1.5	77	76	75	72	0.85	0.79	0.72	0.67	-
2.2	79	79	77	75	0.855	0.80	0.74	0.69	-
3	80	80.5	79	78	0.86	0.81	0.75	0.7	-
4	82	82	81	80	0.865	0.82	0.76	0.72	-

5.5	83	84	83	81.5	0.865	0.83	0.77	0.735
7.5	85	85.5	84	83	0.87	0.84	0.78	0.75
11	86	87	85	84.5	0.87	0.84	0.795	0.76
15	87	88	86	86	0.87	0.845	0.81	0.77
18.5	87.5	89	87	87	0.88	0.85	0.82	0.78
22	88	89.5	88	88	0.885	0.85	0.83	0.79
30	89	90	89	89	0.89	0.855	0.84	0.80
37	89.5	90	90	90	0.89	0.855	0.84	0.81
40	-	-	90	90	-	-	0.85	0.82
45	90	91	91	91	0.89	0.86	0.855	0.82
55	90	91	91	91	0.90	0.86	0.86	0.83
75	91	91.5	92	91.5	0.90	0.87	0.865	0.84
90	91.5	92	92	-	0.90	0.87	0.87	-
100	91.5	92	-	-	0.90	0.87	-	-
110	92	92.5	-	-	0.905	0.88	-	-
132	92	93	-	-	0.905	0.88	-	-

4. Întrebări

1. Care este definiția contactorului ?
2. Care este deosebirea între un contactor și un întreruptor ?
3. Să se întocmească schema electrică de comandă a unui contactor cu buton dublu de comandă și relee termice de protecție la suprasarcină și siguranțe fuzibile pentru protecție la scurtcircuit.
4. Care sunt părțile componente ale unui contactor?
5. Pe ce principiu se construiește camera de stingere a unui contactor de curent continuu și de curent alternativ?
6. Din ce material se construiesc contactele principale și auxiliare ale unui contactor?
7. Există deosebire între tensiunea nominală și tensiunea de serviciu a unui contactor?
8. Care sunt condițiile tehnice ale unui releu termic de protecție la suprasarcină?

9. De ce este necesară determinarea caracteristicii rezistente a unui contactor și ce reprezintă aceasta?
10. Cum se deosebește un contactor de c.c. de un contactor de c.a.?

5. Bibliografie

Hortopan, G.: Aparate electrice de comutație, vol. 2, Editura Tehnică, București, 1996.

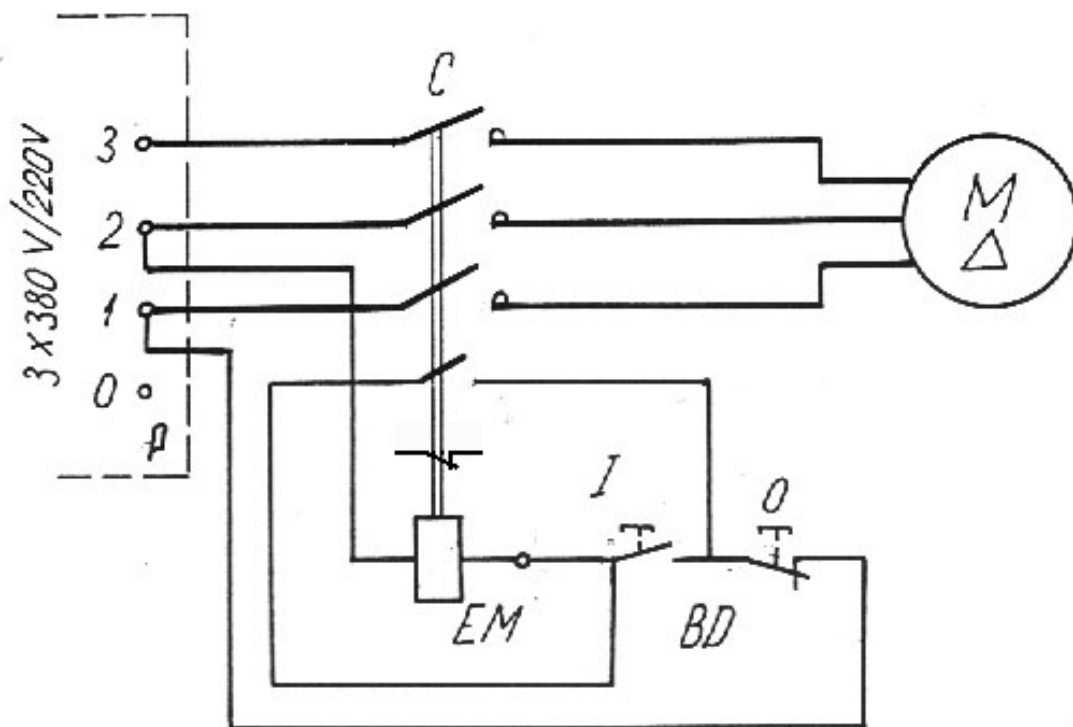


Fig. 1. Schema electrică de alimentare a unui motor electric asincron

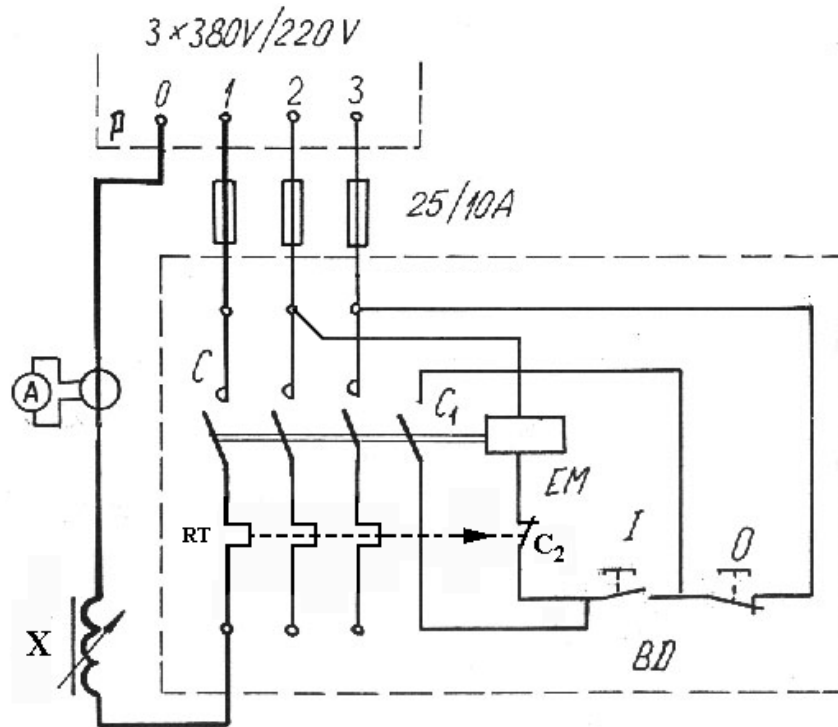


Fig.2. Schema electrică de verificare a releului termic

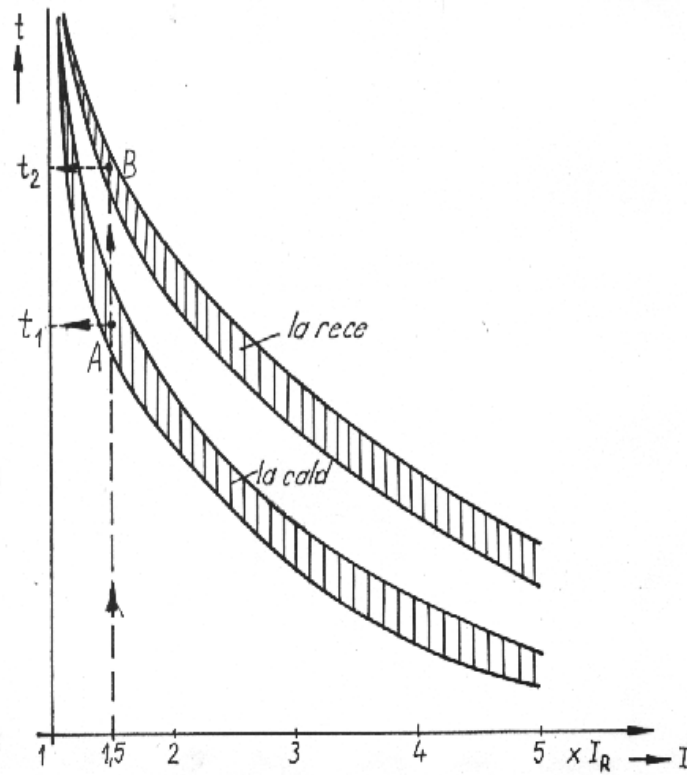


Fig. 3. Referitor la caracteristicile de protecție la rece și la cald ale releului termic

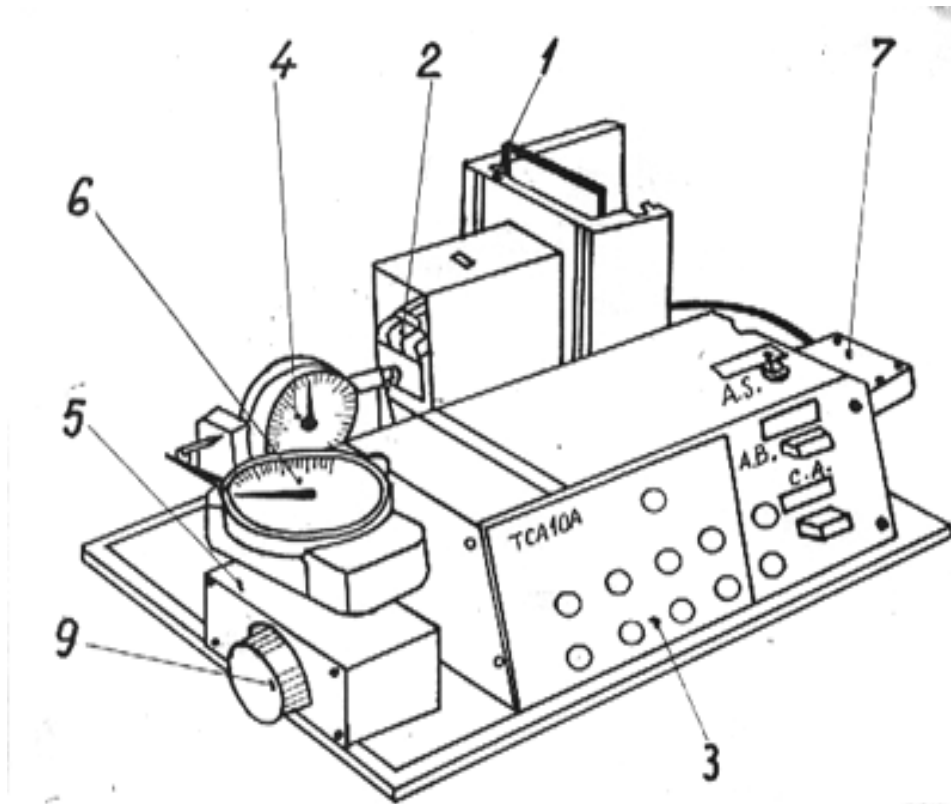


Fig. 4. a. Schița dispozitivului de ridicare a caracteristicii rezistente

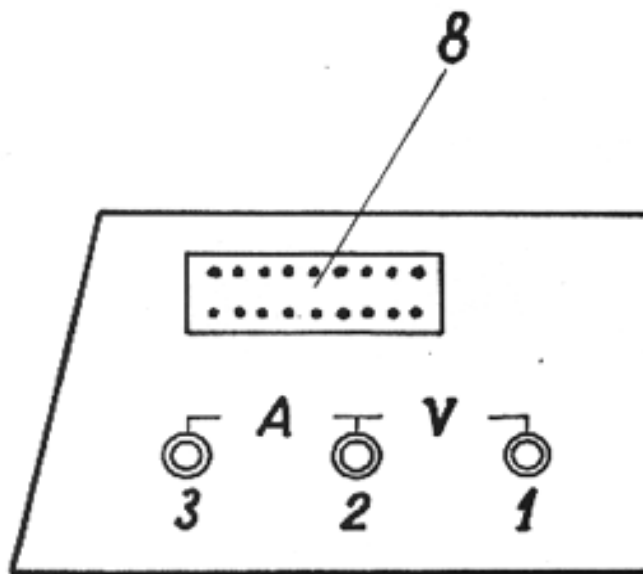


Fig. 4. b. Vedere laterală asupra dispozitivului

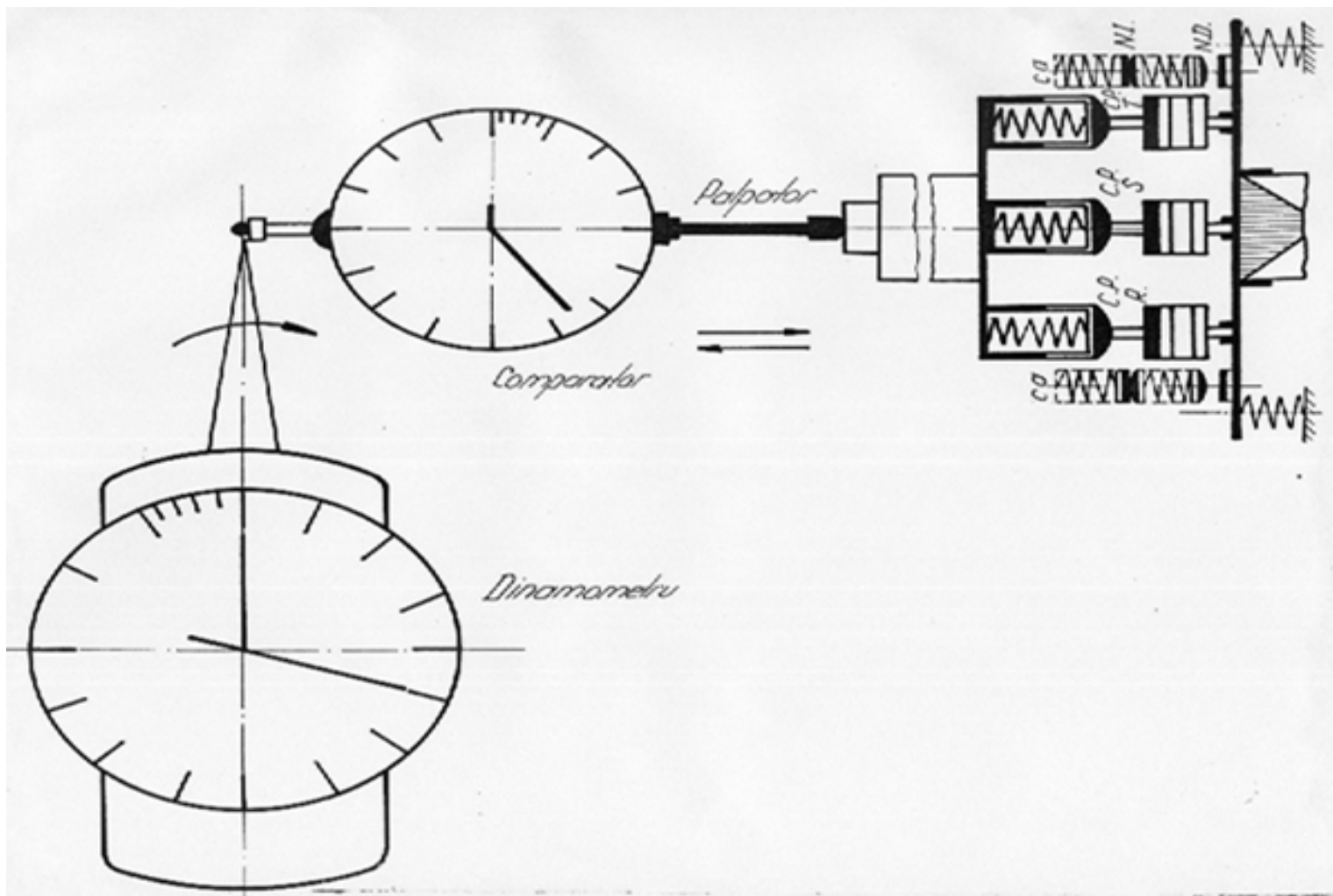
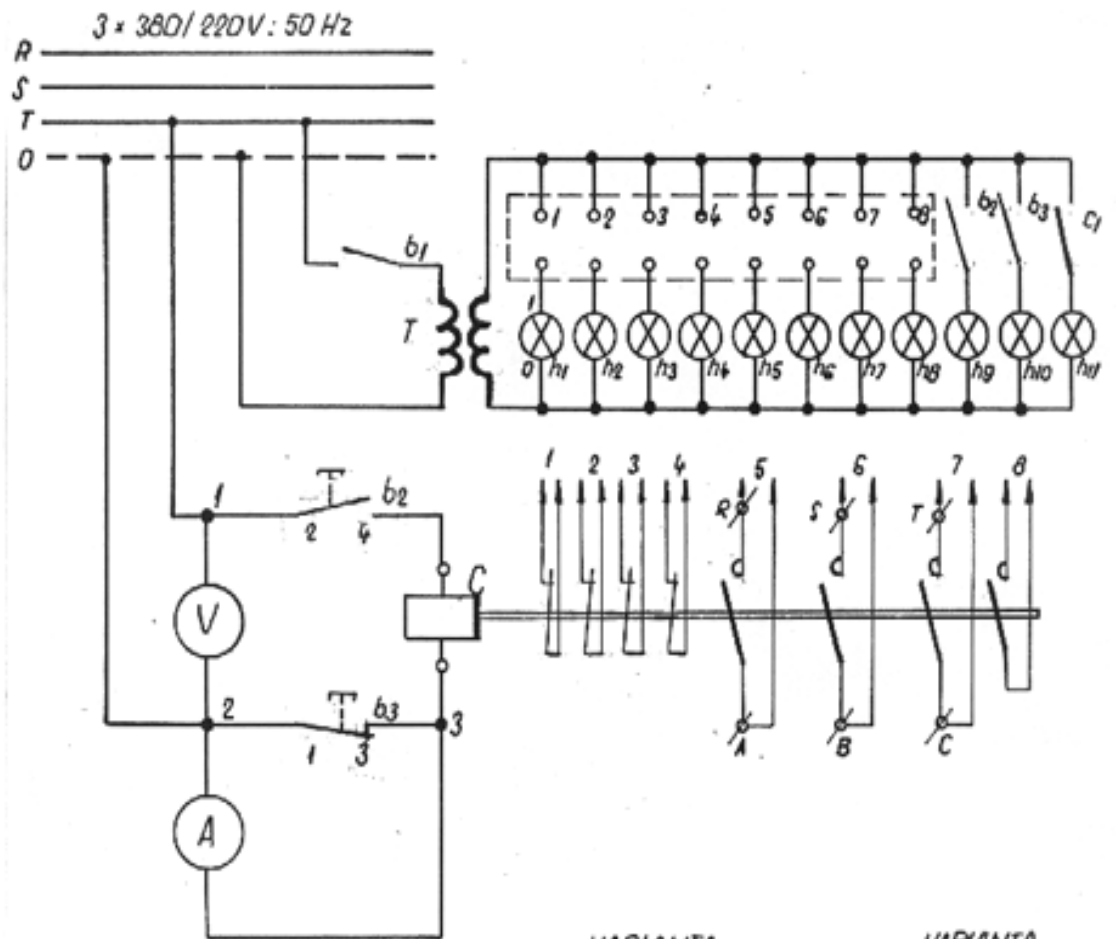


Fig. 5. Principiul de măsură



VARIANTA
TCA 10A

VARIANTA
TCA 32 40A

b₁ - întrerupător basculant, alim. semnaliz.
b₂, b₃ - buton cu autofreinare
C - contactor tip TCA
T - transformator 220/24V; 30VA
h₁-h₁₁ - lămpi de semnalizare 26V
A - ampermetru ~ 0 ÷ 1,5 A
V - voltmetru ~ 0 ÷ 240V
p - priză cu 50 de contacte
C₁ - contact palpator

h₁ - c. aux. N.I
h₂ - c. aux. N.I.
h₃ - c. aux. N.I.
h₄ - c. aux. N.I.
h₅ - c. princ. R
h₆ - c. princ. S
h₇ - c. princ. T
h₈ - c. aux. ND
h₉ - alim. bobină
h₁₀ - curent absorbit
h₁₁ - palpator

h₁ - c. aux. N.I.
h₂ - c. aux. N.D.
h₃ - c. aux. N.D.
h₄ - c. aux. N.I.
h₅ - c. princ. R
h₆ - c. princ. S
h₇ - c. princ. T
h₈ -
h₉ - alim. bobină
h₁₀ - curent absorbit
h₁₁ - palpator

Fig.6. Schema electrică

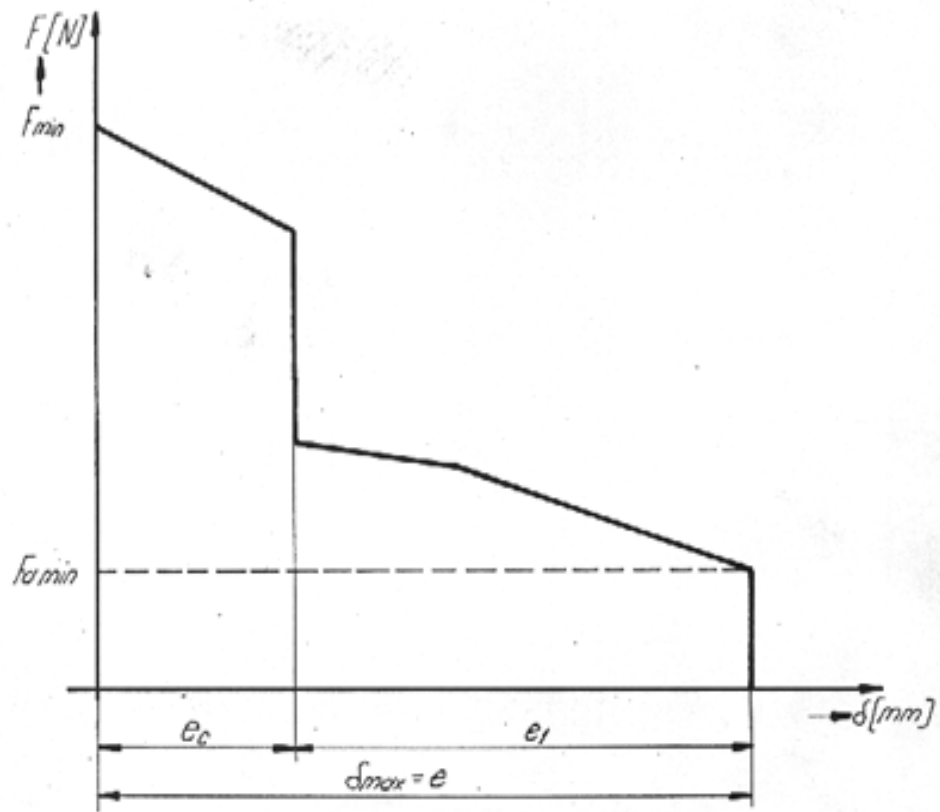


Fig.7. Referitor la caracteristica rezistentă

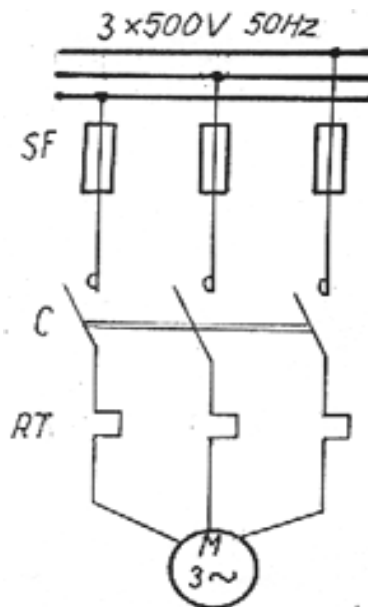


Fig. 8. Referitor la coordonarea caracteristicilor de protecție ale releului termic și siguranțelor fuzibile

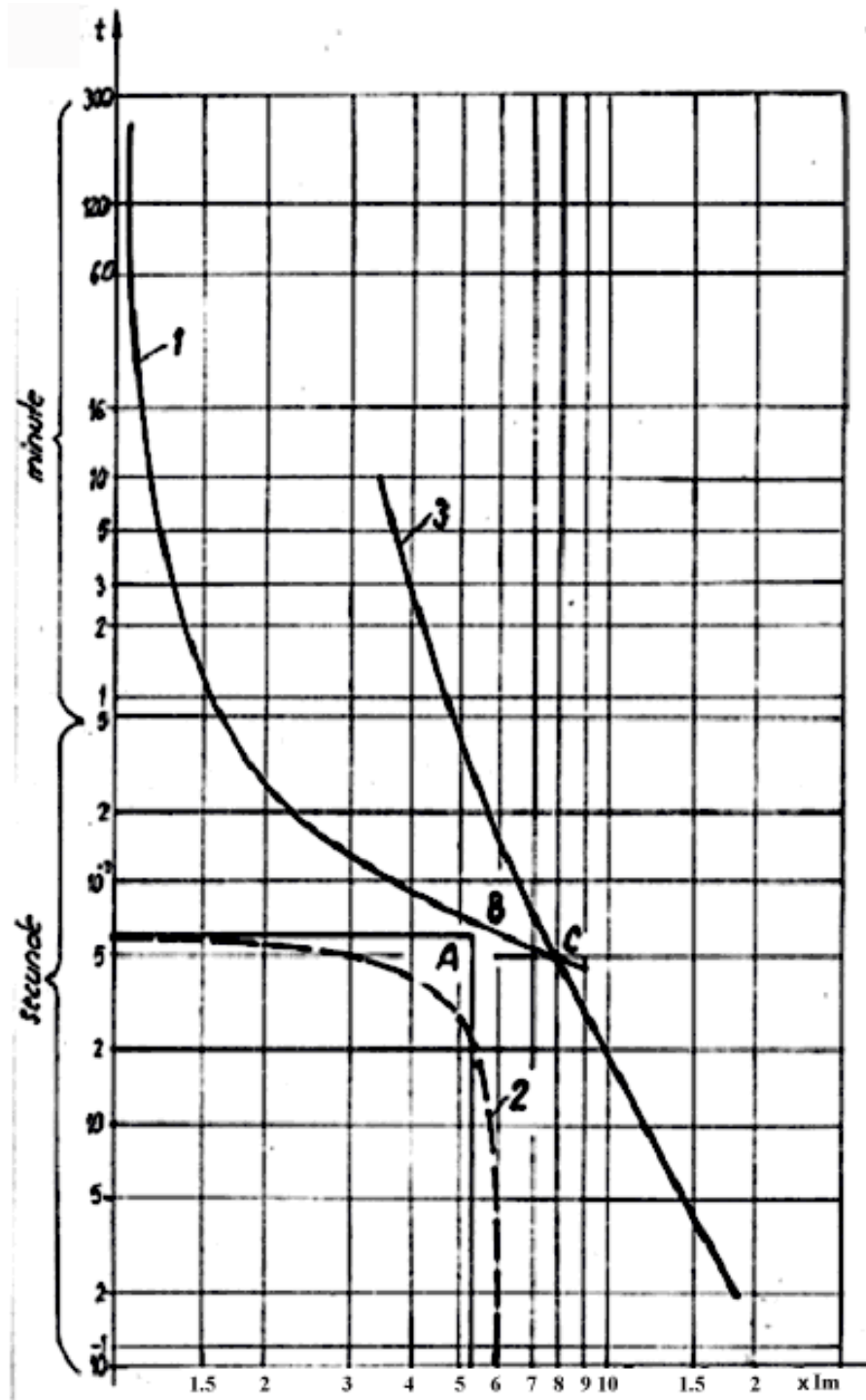


Fig. 9. Caracteristici timp-curent:

- 1- pentru releul termic
- 2 - regimul dinamic al motorului
- 3 - siguranța fuzibilă

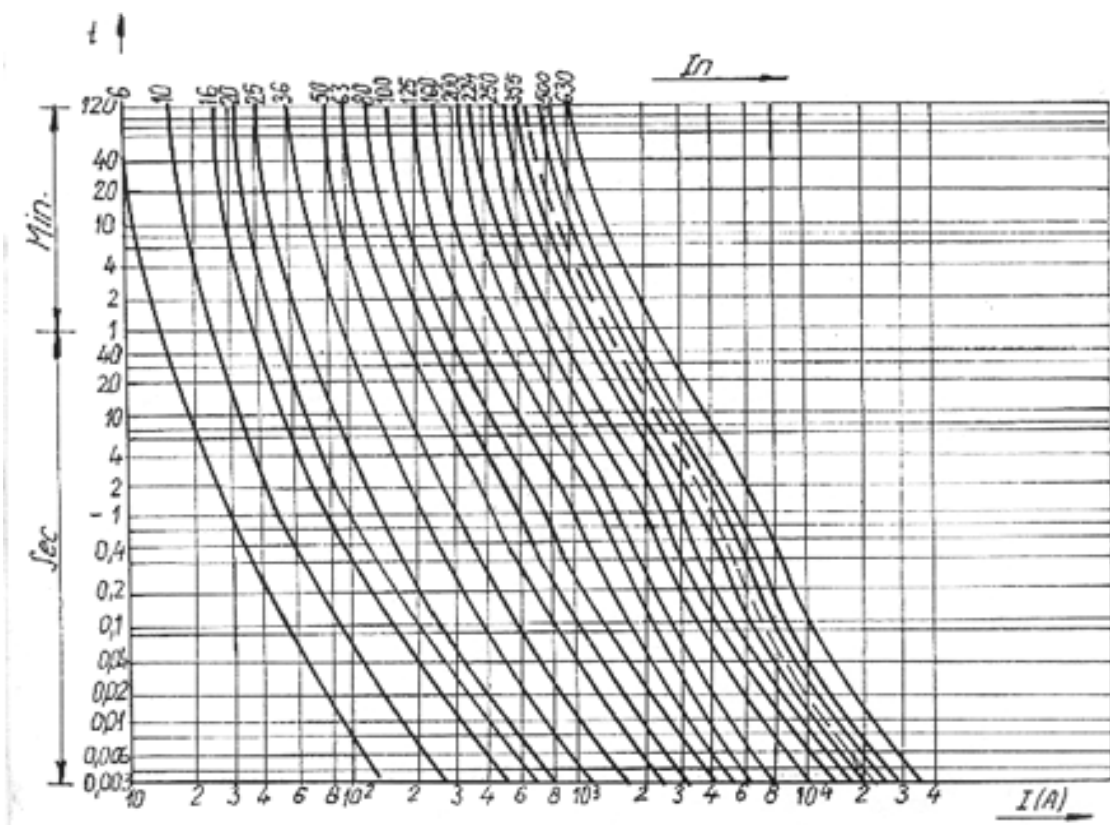


Fig. 10. Caracteristici timp-curent pentru siguranțe fuzibile de 660 V