

# LUCRAREA A8

## CONTACTE ELECTRICE

### 1. Tematica lucrării

- 1.1. Verificarea încălzirii în regim permanent a contactelor căii de curent la un contactor TCA-200, având curentul nominal 200 A, cu relația Wiedemann-Franz-Lorenz.
- 1.2. Ridicarea caracteristicii, rezistența de contact funcție de forța de apăsare  $R_c = f(F)$ , pentru unul din contactele principale.
- 1.3. Calculul coeficienților "c" și "m" și trasarea curbei teoretice  $R_c = f(F)$  pentru același contact, folosind relația :

$$R_c = c \cdot F^{-m} + e \cdot F^{-1}$$

### 2. Schema electrică de montaj

Se va executa schema de montaj din figura 1, în care :

**C** - Calea de curent a contactorului TCA-200

**T** - Transformator de curent intens

**AT** - Autotransformator reglabil

**Sh** - Șunt de curent intens (1000A ; 150 mV)

**mV<sub>1</sub>** - Aparat digital folosit ca milivoltmetru de c.a.

**mV<sub>2</sub>** - Milivoltmetru de c.c.

**Tc<sub>1</sub>, Tc<sub>2</sub>** - Termocuple.

### 3. Modul de lucru

Asupra punții de contact a contactorului TCA-200 se exercită diferite forțe de apăsare, cu ajutorul dispozitivului prezentat în figura 2. Acesta realizează forțe de apăsare între 0 și 100 N, cu ajutorul a 2 resorturi identice  $R_1$  și  $R_2$ . La o rotație completă a tamburului gradat  $T_b$ , se produce un avans al axului filetat S cu 1 mm.

Ținând seama că resoartele au constantele :  $k_1 = k_2 = 0.5 \text{ N/mm}$  rezultă că la o rotație completă a tamburului corespunde o forță de 1 N.

Forța de apăsare în contact se reglează funcție de poziția în care contactele se ating. Această poziție poate fi detectată cu ajutorul aparatului digital  $mV_2$ , care își modifică indicația atunci când se ating contactele fixe și mobile.

După reglarea forței în contact, se stabilește în circuitul de curent intens un curent  $I = 200 \text{ A}$ , care se menține constant tot timpul lucrării.

Încălzirea contactelor se studiază pentru forțele:

$$F = 100; 75; 50; 25; 10 \text{ [N]}.$$

Se vor realiza forțe de apăsare în ordinea enunțată mai sus, pentru a avea încălziri crescătoare la contactele studiate.

Regimul permanent de încălzire se atinge după circa 30 minute și poate fi observat la milivoltmetrul  $mV_2$ , cuplat la termocuple.

Încălzirea în grade se obține din curba prezentată în figura 3.

Deoarece pe calea de curent a contactorului se află mai multe contacte electrice plasate în apropiere, iar constanta lineică de încălzire este foarte mare în acest caz, se consideră că încălzirea totală este suma încălzirilor corespunzătoare fiecărui contact.

Conform figurilor 3 și 4 se poate scrie:

$$\theta = \theta_{\max} + \sum_{i=1}^{n_c} \theta_{ci} \quad (1)$$

în care:

$\theta_{\max}$  - Încălzirea căii de curent prin efect Joule, datorită curentului  $I$

$n_c$  - Numărul de contacte aflate în apropiere

$\theta_{ci}$  - Încălzirea proprie a contactului  $i$ .

În lucrare se va compara valoarea  $\theta$  a încălzirii căii de curent măsurată cu termocuplele  $T_{c1}$  și  $T_{c2}$ , cu cea obținută cu relația (1). Măsurătorile și calculele se vor face pentru diverse forțe de apăsare pe contacte.

Valoarea  $\theta_{\max}$  se obține cu relația:

$$\theta_{\max} = \frac{\theta_{o \max}}{1 - \alpha_R \cdot \theta_{o \max}} \quad (2)$$

în care:

$$\theta_{o \max} = \frac{\rho_{20} \cdot J^2 \cdot A}{\alpha \cdot l_p} \quad (3)$$

Pentru contactele studiate se consideră:

$$\rho_{20} = 1.75 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$$

$$\alpha = 16 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\alpha_R = 1/273 \text{ } 1/^\circ\text{C}$$

Calea de curent are secțiunea dreptunghiulară ( $20 \times 2.5$ ) mm<sup>2</sup>.

Conform [1] relația Wiedemann-Franz-Lorenz se poate scrie:

$$L \cdot (T_\theta^2 - T_0^2) = \frac{U^2}{4} \quad (4)$$

unde s-a notat:

L - cifra Lorentz ( $L = 2.4 \cdot 10^{-8} (\text{V}/^\circ\text{K})^2$ );

T - temperatura contactului în grade absolute;

T<sub>0</sub> - temperatura căii de curent în grade Kelvin, la distanță mare de punctul de contact;

U<sub>c</sub> - căderea de tensiune în volți, în contact, măsurată cu aparatul digital.

Referindu-se la calea de curent a contactorului studiat, rezultă aplicând relația de mai sus:

$$T_{\theta i} = \sqrt{\frac{U_{ci}^2}{4 \cdot L} + T_0^2} \quad (5)$$

în care T<sub>θi</sub> este temperatura în grade absolute a contactului i.

Temperatura poate fi scrisă sub forma:

$$T_0 = 273 + \theta_{\max} + \theta_{\text{ma}} \quad (6)$$

în care θ<sub>ma</sub> este temperatura mediului ambiant.

În acest mod încălzirea contactului *i* rezultă:

$$\theta_{ci} = T_{\theta i} - T_0 \quad (7)$$

Trasarea curbei  $R_c = f(F)$  se va face pentru regimul stabilizat de funcționare al contactului principal II sau III. Pe aceeași diagramă se va trasa și curba teoretică, folosind relația:

$$R_c = cF^{-m} + eF^{-1} \quad (8)$$

în care se ține seama de faptul că avem contacte din cupru argintat, care se acoperă în timp cu o peliculă de sulfură de argint ( $Ag_2S$ ) de grosime  $\delta$ . Rezistența specifică a peliculei poate fi apreciată cu relația:

$$R_{SS} = 1.12 \cdot 10^8 \cdot \delta^{2.2} \quad (9)$$

În aceste condiții factorul  $e$  devine :

$$e = R_{SS} \cdot \xi \cdot R \quad (10)$$

în care  $\xi = 0,6$ , iar duritatea se consideră pentru metalul de acoperire

$$H_{Ag} = 5 \cdot 10^8 \text{ Pa} \quad (11)$$

În cazul contactelor studiate se poate considera:  $\delta = 10-15 \text{ \AA}$ .

Pentru deducerea lui "c" și "m" se va folosi o pereche de valori din curba experimentală. Valorile măsurate și calculate se vor trece în tabelul 1.

**Tabelul 1**

Nr. contact	F [N]	încălzire - măsurat			$U_{ci}$ [mV]	$\theta_{ci}$ [C]	$\Sigma\theta_{ci}$ [C]	înc. $\theta$ calc [C]	$R_c$ mas [m $\Omega$ ]	$R_c$ calc [m $\Omega$ ]
		$\alpha$ [div]	U [mV]	$\theta = \Theta - \theta_{ma}$ [°C]						
<b>I</b>										
<b>II</b>										
<b>III</b>										
<b>IV</b>										

### Observație

Pe toată durata lucrării se va menține constantă valoarea prescrisă a curentului.

Se va evita deschiderea contactelor sub sarcină sau schimbarea poziției acestora. Altfel se pot deteriora contactele datorită apariției arcului electric afectând instalația. Modificarea forței de apăsare în contact se va face numai după întreruperea sarcinii.

#### **4. Intrebări**

1. Ce se înțelege prin rezistență de contact?
2. Din ce materiale se construiesc contactele aparatelor de comutație?
3. Care sunt modelele teoretice și practice ale contactelor?
4. Ce este pelicula disturbatoare și ce influență are asupra rezistenței de contact?
5. Care sunt factorii de care depinde rezistența de contact?
6. Cum este influențată rezistența de contact de forța aplicată; ce este fritarea (mecanica și electrică)?
7. Ce relații se pot folosi la determinarea încălzirii contactelor și în ce condiții?
8. Ce tipuri funcționale de contacte cunoașteți?
9. Cum influențează uzura contactelor încălzirea acestora?
10. Explicați forța de repulsie în contacte.
11. Ce relație există între tensiunea pe contact și încălzire?

#### **5. Bibliografie**

1. Hortopan, G.: Aparate electrice de comutație, vol I - Editura Tehnică, București, 2000;

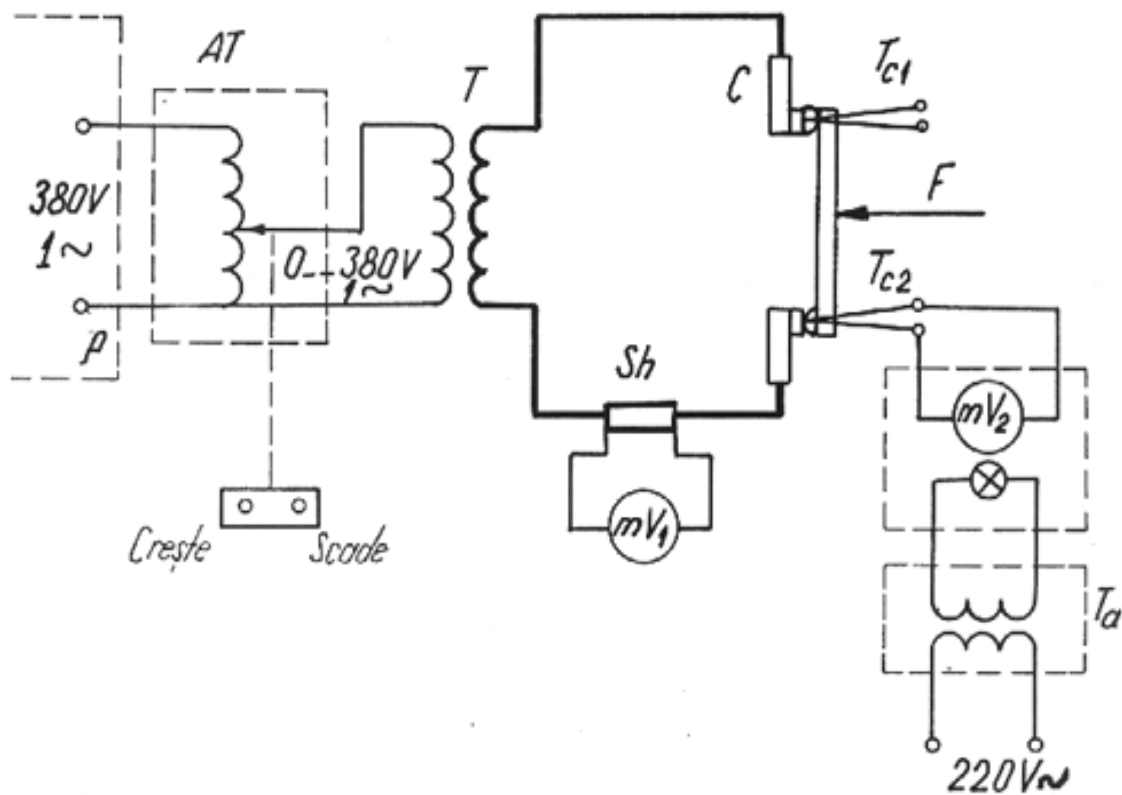


Fig. 1. Schema electrică a circuitului de experimentare.

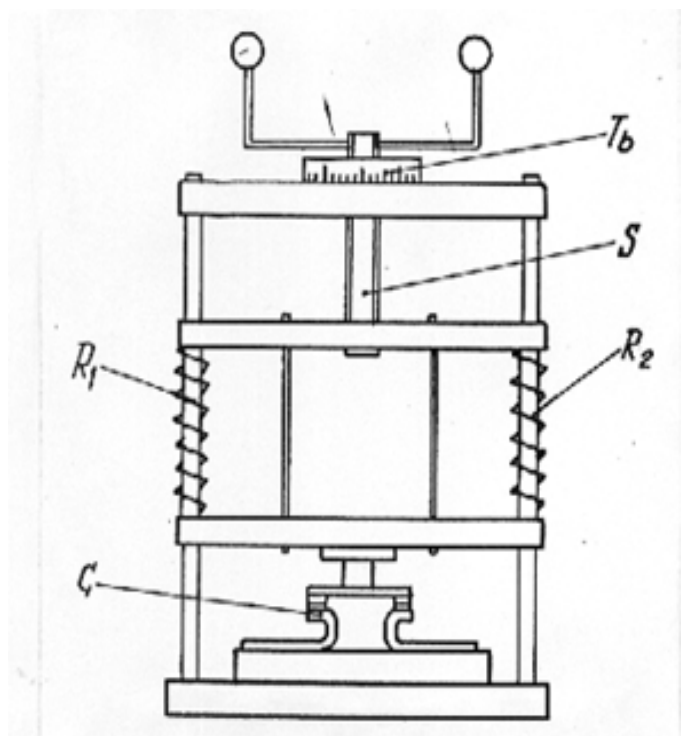


Fig. 2. Schița dispozitivului de realizare a forței de presiune în contact

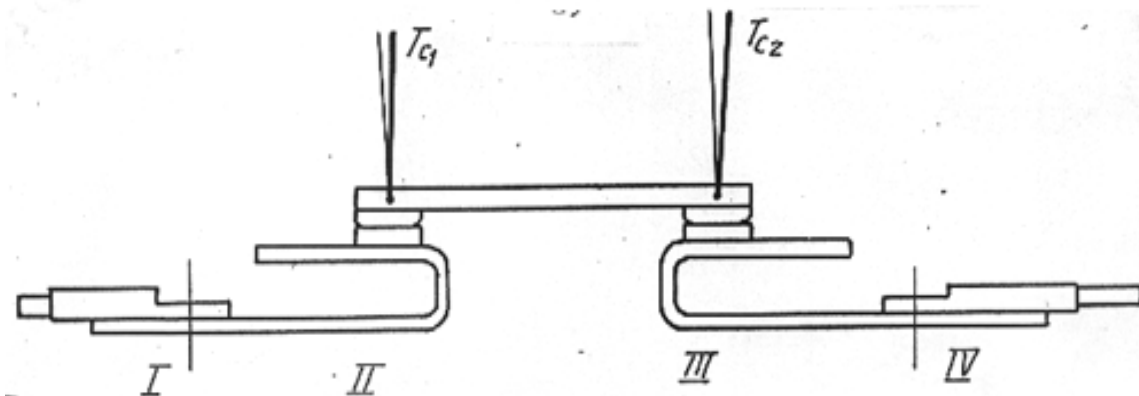


Fig.3. Schița sistemului de contacte ale unui contactor

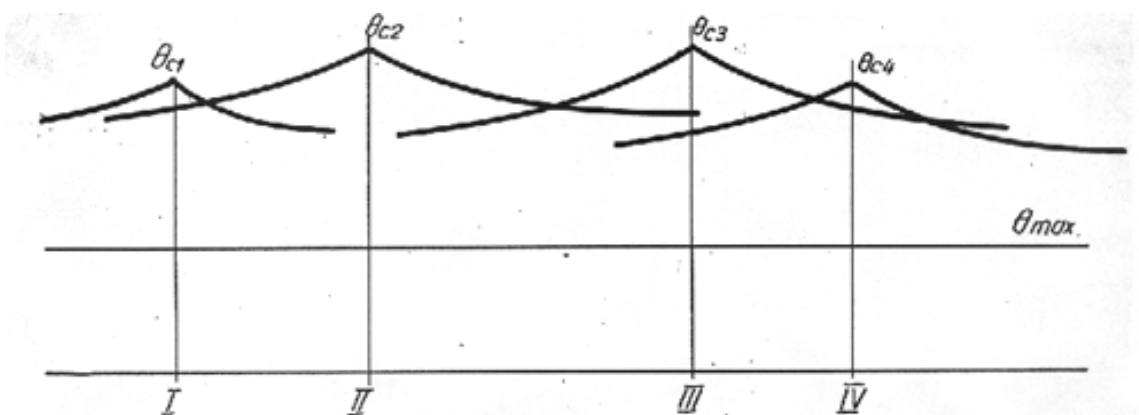


Fig. 4. Diagrama câmpului de temperatură, în zona contactelor

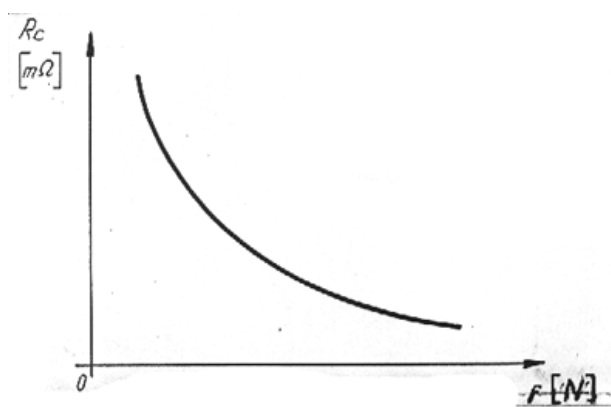


Fig. 5. Diagrama variației rezistenței contactului în funcție de forța de apăsare