

**LUCRAREA A16**  
**ÎNCERCAREA CONTACTORULUI DE JOASĂ TENSIUNE**  
**LA UZURĂ ELECTRICĂ ÎN REGIM AC-4**

**1. Tematica lucrării.**

- 1.1. Categorii de utilizare a contactoarelor de curent alternativ.
- 1.2. Determinare parametrilor circuitului și ciclul de încercare în regim AC - 4.
- 1.3. Verificarea parametrilor tensiunii oscilante de restabilire.
- 1.4. Efectuarea încercării la uzură electrică în regim AC - 4.

**2. Schema electrică.**

Schema electrică a instalației de uzură electrică în regim AC - 4 este prezentat în figura 1 (schema de forță) și 2 (schema de comandă).

Specificarea notațiilor este următoarea:

CX - contactor de încercare tip AR 10,  $U_s = 220 \text{ V}$ , 50 Hz;

R, L - circuit de sarcină  $R = 4,48 \Omega$ ,  $L = 16,7 \text{ mH}$ ;

$R_p$ ,  $C_p$  - rezistențe și capacități paralele;

$R_a$  - rezistență adițională  $R_a = 2,1 \text{ k}\Omega$ , 0,5 W;

$C_1, C_2$  - comutatoare cu came  $C_{16}$ ;

D - diodă de comutație cu siliciu;

OC - osciloscop catodic;

G - generator de semnal sinusoidal cu frecvența  $f = 2 \text{ kHz}$ ;

$R_{t_p}$ ,  $R_{t_l}$  - relee de timp care realizează durata de pauză ( $R_{t_p}$ ) și respectiv pe cea de lucru ( $R_{t_l}$ ), tip  $RT_{pa} - 7$ ;

N - numărător de impulsuri.

### 3. Mod de lucru.

#### 3.1. Categoriile de utilizare a contactoarelor (cf. SR EN 60947-4-1).

Rezistența la uzură sub sarcină a unui contactor este caracterizată de numărul de cicluri de acționare pe care acesta este capabil să-l efectueze în condițiile corespunzătoare diverselor categorii de utilizare. Aceste categorii, corespunzătoare diverselor receptoare, sunt prezentate în anexa 1, iar un extras din tabel este dat în cele ce urmează:

**Tabelul 1.**

Categorie	Utilizare
AC - 1	Sarcini neinductive sau ușor inductive: cuptoare cu rezistență.
AC - 2	Motoare cu inele, demaraj, frânare.
AC - 3	Motor asincron cu colivie pornire întrerupere motor lansat.
AC - 4	Motor cu colivie, pornire, mers în impulsuri, inversare de sens.

Gradul de utilizare al unui contactor este definit ca raportul între curentul de exploatare și curentul nominal al contactorului.

$$k = I_e / I_n$$

Condițiile de conectare și deconectare corespunzând categoriei de utilizare AC-4, pentru verificarea rezistenței la uzură sub sarcină, în condiții normale de funcționare sunt indicate în tabelul 2.

**Tabelul 2.**

Valoarea curentului nominal de utilizare	Conectare			Deconectare		
	$I_c/I_e$	$U_r/U_e$	$\cos \varphi$	$I_r/I_e$	$U_r/U_e$	$\cos \varphi$
$I_e \leq 17 \text{ A}$	6	1	0,65	6	1	0,65
$I_e > 17 \text{ A}$	6	1	0,35	6	1	0,35

unde :  $I_e$  - curent de utilizare;  
 $U_e$  - tensiune de utilizare;

$I_c$  - curent la conectare;

$I_r$  - curent la deconectare;

$U_r$  - tensiunea de restabilire (la 50 Hz).

Toleranța impusă pentru factorul de putere  $\cos \varphi$  este de  $\pm 0,05$ .

### 3.2. Determinarea parametrilor circuitului de sarcină și ciclului de încercare în regim AC - 4.

Circuitul de sarcină (R, L) modelează motorul electric asincron, comandat de contactor. Regimul AC-4 corespunde situației motorului cu rotorul cald, valorile rezistenței și inductivității asigurând curentul și factorul de putere corespunzător acestei situații.

Se vor determina valorile rezistenței și inductivității R,L din circuitul de sarcină pentru câteva puteri ale motoarelor indicate în tabelul 3, în care se vor trece și rezultatele.

**Tabelul 3.**

P [kW]	$I_c$ [A]	Conectare			Deconectare			L [mH]	R [ $\Omega$ ]	$t_1$ [s]	$t_p$ [s]	f [kHz]
		$I_c/I_e$	$U_r/U_e$	$\cos \varphi$	$I_r/I_e$	$U_r/U_e$	$\cos \varphi$					
2,2	5,29	6	1	0,65	6	1	0,65					
3	6,99	6	1	0,65	6	1	0,65					
4	9,04	6	1	0,65	6	1	0,65					
11	22,9	6	1	0,35	6	1	0,35					

**Observație:** Pentru puterile motoarelor 2,2 și 3 kW se vor utiliza contactoare cu  $I_n = 10$  A, iar pentru puterile 4 și 11 kW se vor utiliza contactoare cu  $I_n = 25$  A, respectiv 32 A.

Pentru calcule se folosesc formulele:

$$Z = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot I_c} \quad (1)$$

$$R = Z \cdot \cos \varphi \quad (2)$$

$$X = Z \cdot \sin\varphi \quad (3)$$

$$L = \frac{X}{\omega} \quad (4)$$

Se vor determina parametrii ciclului de încercare în regim AC4, corespunzătoare frecvenței de conectare indicată în laborator (Exemplu:  $I_n = 10A$ ;  $f_c = 300$  con/h).

$$t_c = \frac{3600}{f_c} \quad (5)$$

Intervalul de timp în care circulă curentul de sarcină,  $t_1$  se calculează din condițiile conservării integralei termice pe parcursul încercării:

$$\int_0^{t_1} I_c^2 dt \leq I_n^2 t_c \quad (6)$$

unde  $\int_0^{t_1} I_c^2 dt$  se evaluează în condițiile cazului concret considerat cu referire la

figura 3, astfel:

$$t_1 \leq \frac{I_n^2 \cdot t_c}{(6 \cdot I_c)^2} \quad (7)$$

Timpul de pauză rezultă:

$$t_p = t_c - t_1 \quad (8)$$

### 3.3. Verificarea și reglajul parametrilor tensiunii oscilante de restabilire.

Parametrii tensiunii oscilante de restabilire se verifică și se reglează cu cheia de comandă  $C_1$  pe poziția 2 "măsurare t.o.r." (fig.1). În această poziție a cheii, circuitul este deconectat de la sursa de c.a. de 50 Hz și conectat la schema de măsură. Conform recomandărilor C.E.I. [3] frecvența proprie de oscilație a t.o.r. se reglează la valoarea:

$$f_e = 2000 \cdot I_r^{0.2} \cdot U_e^{-0.8} \pm 10\% \quad (9)$$

unde  $f_e$  - frecvența proprie de oscilație, în kHz;

$I_r$ ,  $U_e$  - curentul întrerupt (în A) și tensiunea de utilizare (în V). Factorul de oscilație are valoarea:

$$\gamma = 1,1 \pm 0,05 \quad (10)$$

Se va determina frecvența proprie de oscilație a t.o.r. pentru cazurile concrete indicate în tabelul 3.

Parametrii t.o.r. (frecvența proprie de oscilație  $f_e$  și factorul de oscilație  $\gamma$ ) sunt determinați de parametrii circuitului de sarcină R și L. Dat fiind că aceste valori sunt independente de tensiunea de alimentare a schemei de măsurare, verificarea și reglajul se fac alimentând circuitul de la o sursă de curent alternativ de frecvență înaltă. În acest scop se utilizează un generator de semnal sinusoidal G, conectat ca în figura 1 pentru a simula solicitarea polului care întrerupe primul. Generatorul sinusoidal este un oscilator realizat cu tranzistoare conform schemei din figura 4.

Prevederile C.E.I. indică frecvența generatorului G în funcție de curentul de încercare:

**Tabelul 4.**

$f_G$ [kHz]	I [A]
2	$I \leq 1000$ A
4	$I > 1000$ A

Simularea deconectării circuitului (trecerea curentului prin zero) este realizată de către dioda de comutație D. În pauza de curent determinată de prezența diodei D, la bornele osciloscopului catodic OC, apare tensiunea oscilantă de restabilire. Baleiajul osciloscopului este sincronizat cu frecvența sursei de alimentare.

În serie cu generatorul G se montează o rezistență de adaptare  $R_a$  a cărei valoare este mare în raport cu impedanța circuitului de sarcină, de exemplu

$R_a \approx 10 \cdot Z$  cu  $Z = \sqrt{R^2 + (\omega \cdot L)^2}$  unde  $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f_G$ ,  $f_G$  fiind frecvența generatorului G. Se va evalua valoarea rezistenței adiționale  $R_a$  pentru diversele cazuri studiate.

Ținând cont de valoarea frecvenței generatorului G, circuitul de sarcină este practic inductiv și deci în momentul trecerii curentului prin zero, tensiunea aplicată circuitului de sarcină va atinge valoarea sa de vârf. Vizualizând t.o.r. la osciloscopul catodic se va determina frecvența proprie de oscilație și factorului de oscilație  $\gamma$ .

Dacă acești parametri nu iau valori cuprinse în limitele admisibile, se pot regla conectând în paralel rezistențe  $R_p$  (practic neinductive) și condensatoare  $C_p$ .

Instalația din laborator este realizată pentru încercarea unui contactor cu  $I_n = 10$  (16) A corespunzător unei puteri a motorului de 2,2 kW; frecvența t.o.r. determinată experimental se va compara cu cea impusă de norme în acest caz (valoarea calculată anterior).

Pentru măsurarea parametrilor t.o.r. se conectează instalația la rețea ( $C_2$  închis), se trece comutatorul  $C_1$  pe poziția 2 "măsură t.o.r." se alimentează schema de comandă (se trece butonul B3 "alimentare comenzi" pe poziția I) și oscilatorul sinusoidal (butonul K2 "alimentare oscilator" pe poziția I). Se conectează osciloscopul la borne și se vizualizează t.o.r. Parametrii acesteia se evaluează din măsurători făcute la osciloscop, așa cum rezultă din figura 5. În figura 5a este prezentată forma neadaptată a t.o.r. . Dacă parametrii nu corespund celor impuși de norme [3] este necesară utilizarea de elemente de adaptare  $R_p$ ,  $C_p$ . Efectul rezistenței  $R_p$  se evidențiază prin forma adaptată a t.o.r. care apare pe ecranul osciloscopului (fig. 5b).

### 3.4. Efectuarea încercării la uzură electrică în regim AC - 4

#### 3.4.1. Pregătirea încercării cuprinde următoarele etape:

- calculul elementelor circuitului de sarcină (R, L) corespunzător puterii de încercare; (conform pct.3.2)
- conectarea în circuit a elementelor R, L de valori cât mai apropiate de cele calculate anterior, obținându-se astfel factorul de putere și curentul de încercare indicate de SR EN;
- calculul parametrilor ciclului de încercare (cf. pct. 3.2);
- reglarea programatorului la valorile calculate pentru timpii de lucru și de pauză  $t_l$  și  $t_p$  ;
- verificarea și reglarea parametrilor t.o.r. (cf. pct. 3.3) ;
- măsurarea curentului de încercare.

Măsurarea curentului de încercare se face după conectarea instalației la rețea ( $C_2$  închis), trecerea pe poziția "încercare" a comutatorului  $C_1$  și alimentarea circuitului de comenzi ( $B_3$  închis). Se conectează osciloscopul la bornele șuntului S. Se închide pentru scurt timp (1 – 2 s) contactorul de probă CX (butonul  $B_1$  ) se măsoară curentul în circuit, după care contactorul se deschide (butonul  $B_2$ ).

**Atențiune !:** *Circuitul nu se va menține mai mult de un minut sub sarcină întrucât curentul nominal al reactanțelor și rezistențelor de sarcină este sensibil mai mic decât cel de încercare.*

Instalația din laborator este reglată pentru încercarea unui contactor AR 10 A la uzură electrică corespunzătoare unui motor cu o putere de 2,2 kW. Panoul frontal este reprezentat în figura 6.

#### 3.4.2. Efectuarea încercării.

Contactorul de încercat CX conectează și deconectează un curent cu intensitatea  $6 \cdot I_e$  , realizându-se în acest fel încercarea în regim AC-4, fiind comandat de către un programator.

Schema de comandă este prezentată în figura 2. Timpul cât bobina contactorului este alimentată  $t_1$  și timpul de pauză  $t_p$  sunt reglați de la releele de timp  $R_1$  și  $R_p$  care constituie programatorul încercării. Alimentarea schemei de comandă este semnalizată de lampa de semnalizare  $LS_2$ , iar poziția închis a contactorului de către lampa de semnalizare  $LS_1$ . Contorizarea ciclurilor de încercare se face la numărătorul  $N$  care este comandat de contactul auxiliar al contactorului de încercat.

Programatorul se pune în funcțiune prin închiderea întrerupătorului  $K_1$  (schema de comandă fiind alimentată). Astfel se alimentează bobina releului de pauză  $R_p$  prin contactul  $NI$  al contactorului  $CX$ .

După terminarea temporizării reglate, releul de pauză comandă închiderea contactorului  $CX$  prin contactul său temporizat la închidere. Contactorul  $CX$  închizându-se, se închide contactul său  $ND$  alimentând bobina releului de lucru  $R_1$ . La terminarea temporizării reglate releul de lucru își deschide contactul  $NI$  cu temporizare la deschidere, iar contactorul  $CX$  își pierde alimentarea. Ca urmare, contactul său  $NI$  se închide și alimentează bobina releului de pauză  $R_p$ , reluându-se în acest fel ciclul de încercare.

Pentru efectuarea încercării de uzură electrică în regim AC-4 trebuie realizată următoarea secvență de manevre:

- se alimentează schema de la rețea ( $C_2$  închis);
- se trece comutatorul  $C_1$  pe poziția "încercare";
- se trece butonul  $B_4$  pe poziția "adaptat";
- se alimentează schema de comandă ( $B_3$  închis);
- se închide întrerupătorul  $K_1$  pornindu-se programatorul.

**Atenție !:** Celelalte butoane și întrerupătorul  $K_2$  rămân neacționate.

Buna funcționare a schemei se poate verifica prin urmărirea releelor de timp, a semnalizării poziției contactorului de probă ( $LS1$ ) și contorului de cicluri  $N$ .



#### **4. Întrebări.**

1. Prezența categoriilor de utilizare a contactoarelor de c.a. .
2. Ce se înțelege prin uzură electrică și uzură mecanică ?
3. Care sunt solicitările la conectare și deconectare în regim de funcționare normală, respectiv ocazională ?
4. Care este numărul de manevre efectuat de un contactor în regim normal, respectiv ocazional, de funcționare în acord cu categoria de utilizare AC-4 ?
5. Cum se calculează rezistența și inductivitatea din circuitul de încercare în regim AC - 4 ?
6. Cum se determină parametrii ciclului de încercare?
7. Cum se verifică parametrii t.o.r.?
8. Care este rolul elementelor de circuit  $R_p$  ,  $C_p$ ?
9. Explicați funcționarea schemei de comandă.

#### **5. Bibliografie.**

1. Hortopan, G.: Aparate electrice de comutație, vol. II Editura tehnică – București, 2000;
2. SR EN 60947-4-1.
3. C.E.I. - Publicație 158-1, 1970.

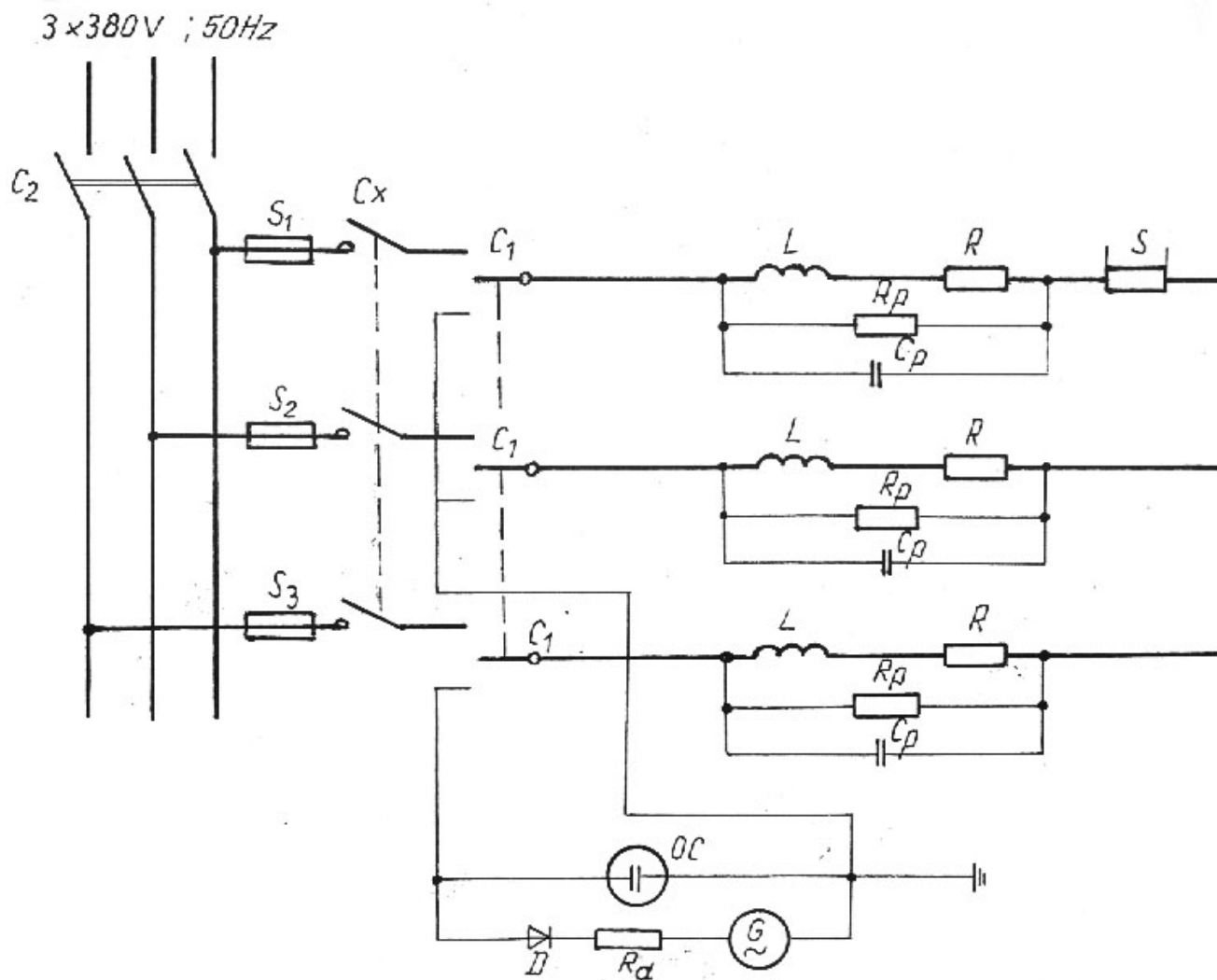


Fig.1. Schema electrică de forță a standului AC-4

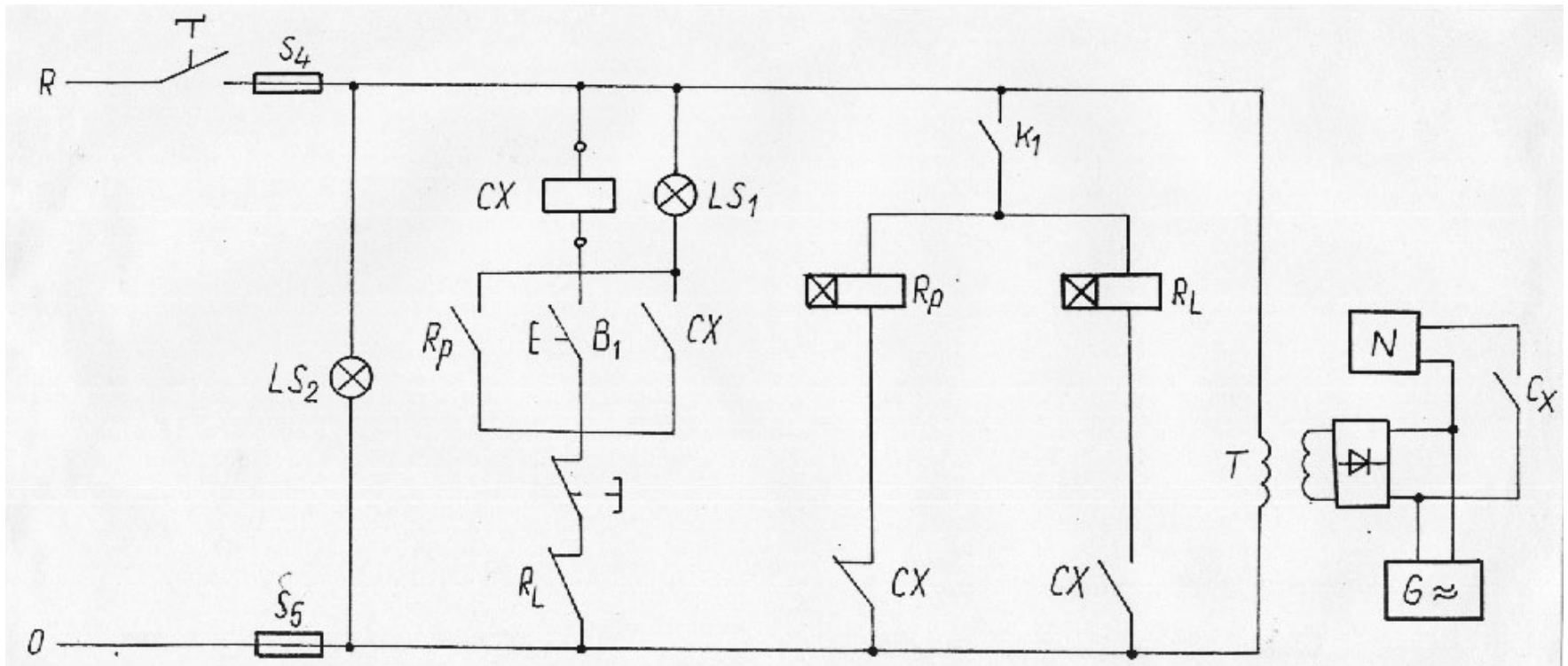


Fig.2. Schema electrică de comandă

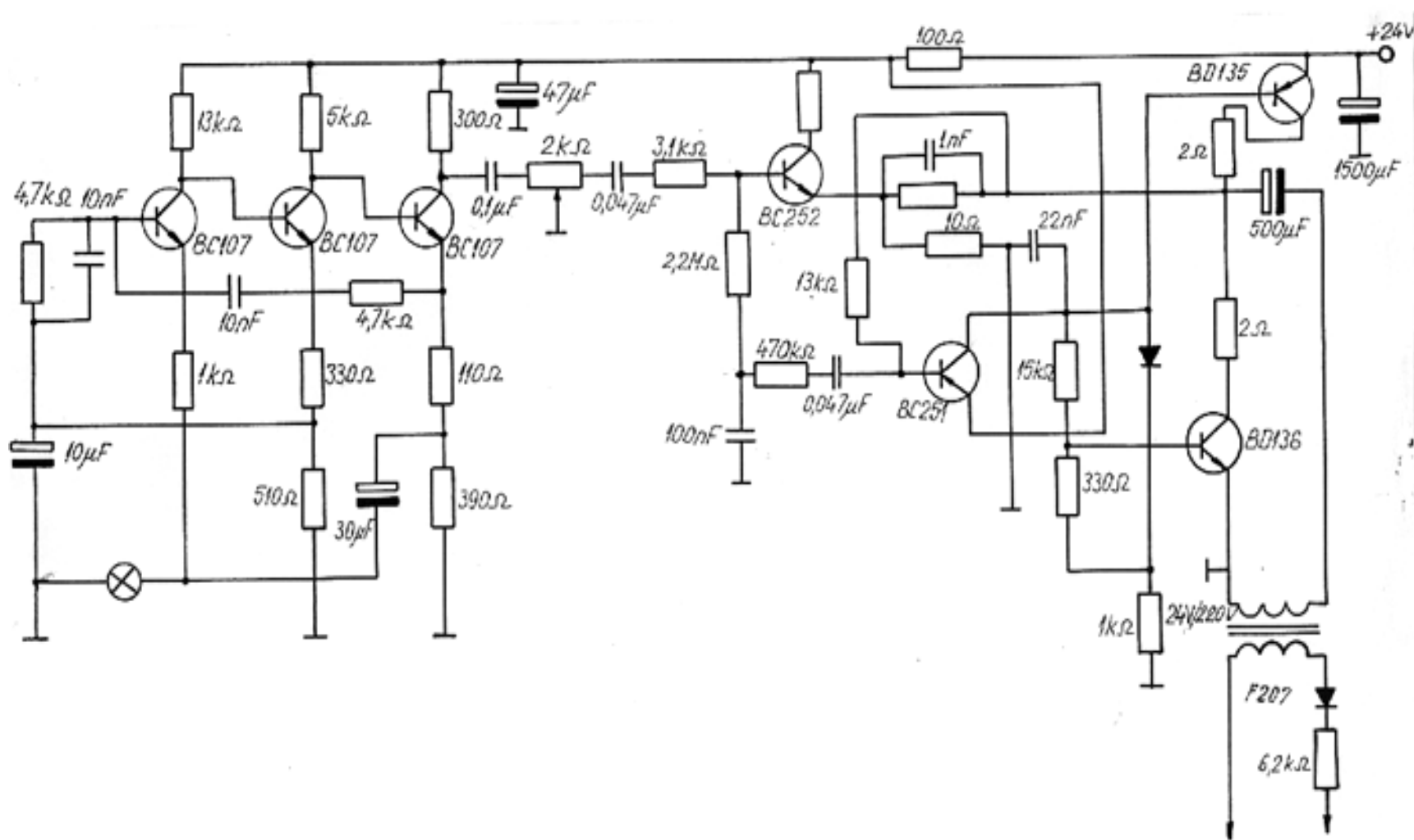


Fig.4. Schema generatorului sinusoidal

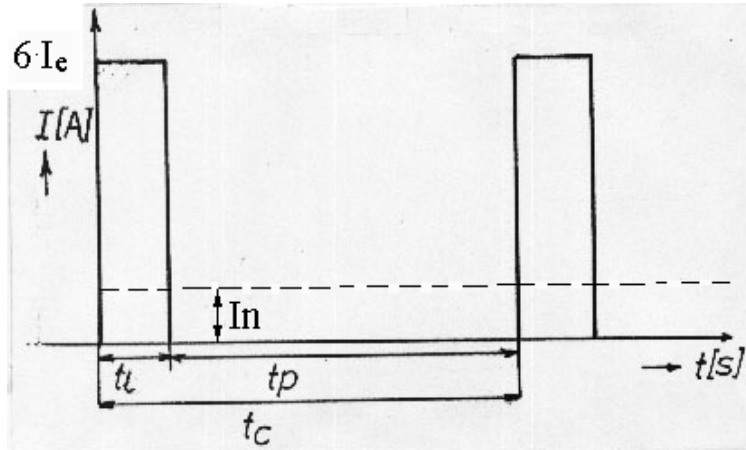


Fig.3. Diagrama curentului în cadrul ciclului de încercare

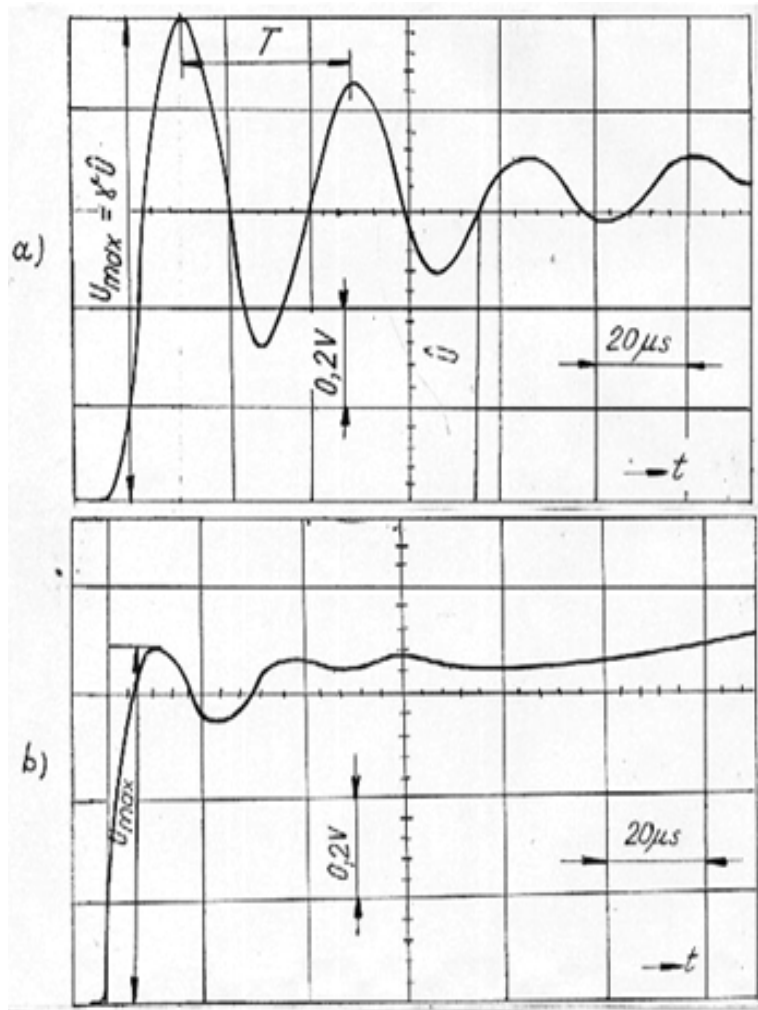


Fig.5. Oscilograma tensiunii oscilante de restabilire

- a) fără adaptarea factorului de oscilație
- b) cu adaptarea factorului de oscilație

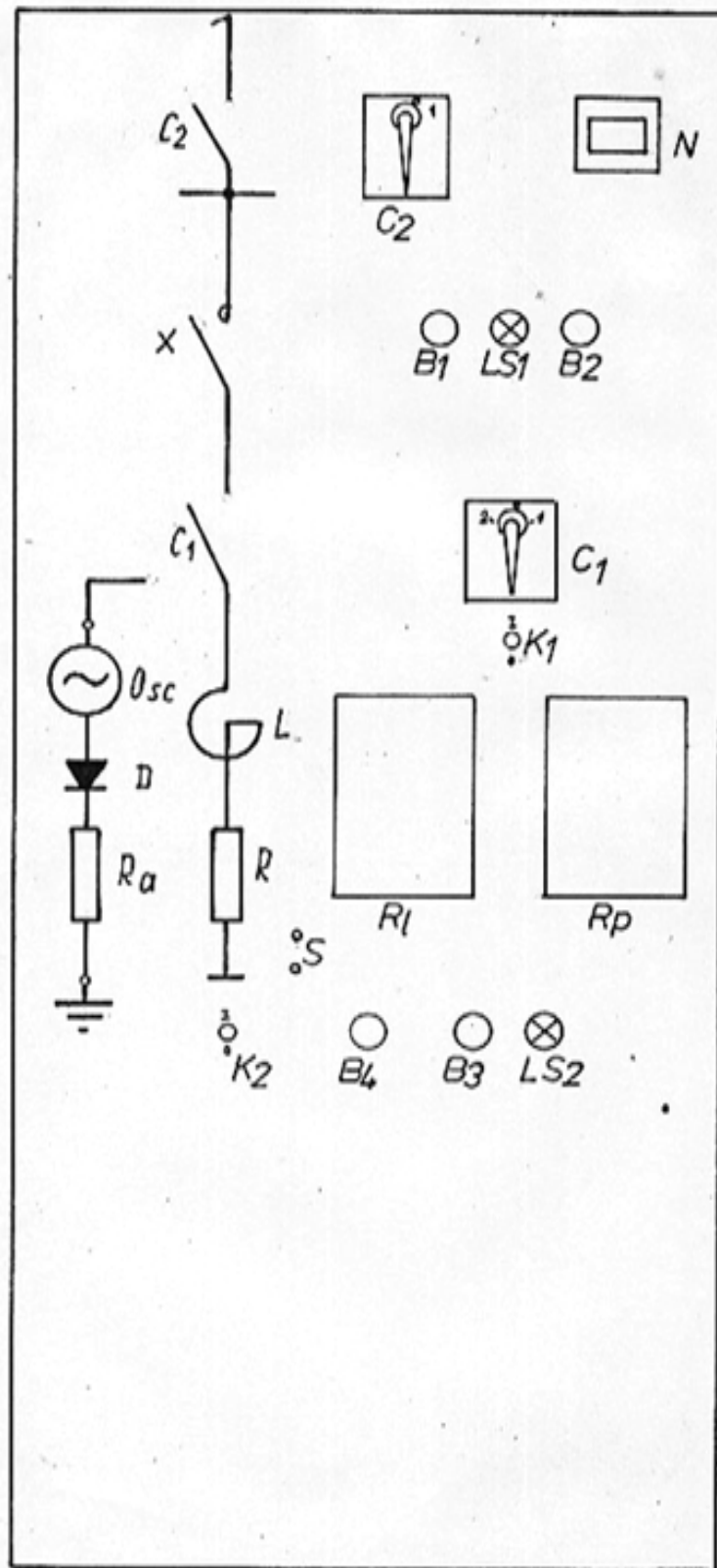


Fig.6. Panoul frontal al instalației