

# Studiul electromagnetilor

## 1. NOTIUNI TEORETICE

### 1.1 DEFINITIE

Electomagnetul ca magnet temporar a carui actiune este determinate de trecerea curentului printr-o bobina de excitatie se bazeaza pe transformarea energiei electromagnetice in energie mecanica, dand la nivelul intrefierului forte electromagnetice capabile sa actioneze asupra armaturii mobile.

Deci electromagnetul poate sa atraga sau sa respinga armatura mobile.

Electromagnetii sunt utilizati in constructia aparatelor electrice de comutatie, a unor servomecanisme servind la ridicare si transport, la realizarea cuplelor electromagnetice si la fixarea pe masini unelte a unor piese care sufera prelucrari.

In constructia aparatelor electrice, electromagnetii sunt utilizati ca organ motor in constructia contactoarelor, cuptoarelor, releelor, declansatoarelor, intruptoarelor, servind la stabilirea sau intruperea diferitelor circuite in mod direct sau indirect prin intermediul unui percutor care elibereaza energia unui resort deformat.

Sub forma cea mai simpla un electromagnet poate fi constituit si dintr-un solenoid in aer, parcurs de curent, deoarece la extremitatile solenoidului, in prezenta curentului care il strabate , se produce un camp magnetic capabil sa actioneze asupra armaturii constituita dintr-un corp feromagnetic. Din punct de vedere practic, electromagnetii sunt prevazuti cu o armatura fixa capabila sa dirijeze fluxul magnetic.

Materialele din care se fac electromagnetii nu sunt diomagnetice sau paramagnetice ci sunt materiale feromagnetice care se magnetizeaza puternic ca: Fe, Co, Ni. Miezul feromagnetic nu trebuie saturat din punct de vedere magnetic deci nu trebuie depasita portiunea liniara a curbei de magnetizare a materialului feromagnetic.

### 1.2 Clasificarea electromagnetilor

- a) Dupa modul de lucru:
  - electromagneti de atragere
  - electromagneti de respingere
- b) Dupa felul curentului de excitatie:
  - electromagneti de curent continuu
  - electromagneti de curent alternativ-monofazati
  - trifazati
- c) Dupa tipul bobinei:
  - electromagneti serie
  - electromagneti derivatie
- d) Dupa forma miezului magnetic:
  - electromagneti U+U, U+I, E+E, E+I, s.a.m.d
- e) Dupa forma constructive
  - electromagneti de tip plonjor
  - electromagneti de tip manta
  - electromagneti cu clapeta
- f) Dupa durata de exploatare:
  - electromagneti de durata continua

- electromagneti de durata intermitenta
- electromagneti pe timp limitat
- g) Dupa viteza de actionare:
  - electromagneti cu actionare rapida ( $t_{ac}=0.003-0.0004$  s)
  - electromagneti cu actionare normala ( $t_{ac}=0.02$  s)
  - electromagneti cu temporizare ( $t_{ac}=0.3-0.5$  s)

### 1.3 Caracteristicile functionale si constructive

Alegerea unui electromagnet se face tinand seama de caracteristica fortei rezistente de conditiile de functionare si de particularitati functionale ale acestuia. Solicitarile cele mai importante din timpul functionarii electromagnetului sunt:

- a) termice
- b) mecanice

- a) Solicitarile termice privesc in special infasarile de excitatie, depinzand de intensitatea curentului din infasurari si de parametrii regimului de functionare (frecventa si durata de conectari).
- b) Solicitarile mecanice sunt provocate de socurile produse de armatura mobila. In general electromagnetii pot functiona in orice pozitie dar in pozitia verticala socurile mecanice sunt mult mai reduse. De asemenea aceste socuri sunt cu atat mai puternice, cu cat caracteristica fortei de atractie al electromagnetului este mai departata de caracteristica rezistenta.

Se recomanda ca in regim normal, caracteristica fortei de atractie sa fie cu 20-30% superioara caracteristicii fortei rezistente.

### 1.4 Caracteristicile electromagnetilor

#### a) Caracteristicile electromagnetilor de curent continuu.

- intensitatea curentului care circula prin bobinaj depinde numai de rezistenta electrica
- pierderile in cupru sunt singura sursa de caldura.
- intensitatea curentului fiind independenta de pozitia miezului mobil, permite ca aceasta sa fie oprita intr-un punct oarecare al cursei, obtinandu-se o functionare linistita fara sa se produca vibratii.
- deoarece curentul in infasurarea de excitatie nu depinde de pozitia miezului mobil, frecventa conectorilor poate fi oricât de mare, pana la limitele impuse constantei de timp.
- datorita fenomenului de remanenta magnetica, mizeul mobil poate sa ramana lipit de cel fix. Pentru evitarea acestui efect, electromagnetii sunt prevazuti cu discuri de alama sau nituri de alama care mentin un anumit intrefier (0.2-1 mm) la pozitia inchis.
- au tensiune electromecanica de autoinductie de valoare mare in comparatie cu valoarea tensiunii de alimentare ceea ce are ca efect aparitia supratensiunilor mari la deconectare si aparitia unor timpi de actionare mari (viteze de actionare mici). Eliminarea supratensiunilor care apar se elimina folosind o rezistenta si un condensator sau o dioda redresoare in paralel cu bobina electromagnetului.
- la electromagnetii de tip plonjor, caracteristica fortei de atractie depinde foarte mult de profilul polului magnetic, avand deci posibilitatea ca pentru acelasi consum de energie electrica sa se obtina forte de atractie diferite.

### b) Caracteristicile electromagnetilor de curent alternativ.

La acesti electromagneti apar aceleasi solicitari ca mai sus insa cu valori diferite fata de cele ce apar in c.c.

-fenomenele histerezis Faucoult, prin curentii care le creeaza produc o incalzire a circuitului magnetic, de aceea miezul magnetic se realizeaza din tole.

-pentru reducerea socurilor se rectifica suprafetele polare ale miezurilor si se pune o spira in scurtcircuit, obtinandu-se un camp magnetic defazat.

-au intrefierul de lucru mult mai mare ca la electromagnetii de curent continuu.

-valoarea efectiva a curentului depinde de valoarea intrefierului.

-au t.e.m de autoinductie mica in raport de tensiunea de alimentare a bobinei, datorita vitezei mari de actionare.

-trebuie subliniat faptului ca scurtcircuitarea unei spire duce la incalzire la distrugerea bobinei pe cand la cei de curent continuu se modifica doar usor durata actionarii si revenirii.

-au viteze de actionare mai mare si posibilitatea de a lucra cu intrefierul mai mare.

## 1.5 Forta de atractie a electromagnetilor

a) forta de atractie a electromagnetului de curent continuu.

Pentru a o determina se utilizeaza teoremele fortelor generalizate in campul magnetic.

$$F = \frac{\partial W_m}{\partial x} \Big|_{i = ct} = \frac{\partial W_m}{\partial x} \Big|_{\phi = ct}$$

unde  $x$  = coordonata generalizata;  $W_m$  reprezinta energia magnetica inmagazinata in intrefierul electromagnetului,  $W_m = w_m V_\delta$ ,  $w_m$  reprezinta desitatea de volum a energiei magnetice,  $V_\delta$  –volumul intrefierului

$$W_m = w_m V_\delta = \frac{BH}{2} A\delta$$

$$\text{Deci } F = \frac{\partial}{\partial \delta} \left( \frac{BH}{2} A\delta \right) = -\frac{BHA}{2}$$

Inlocuind mai sus  $B = \mu_0 H \Rightarrow F = -\mu_0 \frac{H^2 A}{2}$ ; inmultind si impartind expresia prin  $\mu_0 A$

rezulta  $F = -\mu_0 \frac{B^2 A^2}{2\mu_0 A}$  (fiindca  $\mu_0 H^2 \mu_0 = B^2$ ) si  $F = -\frac{\phi^2}{2\mu_0 A}$ ,  $A$  – aria talpii polare.

Simplificand cu  $A$ , rezulta o alta expresie utilizata pentru calculul fortei de atractie a electromagnetului.

$$F = -\frac{B^2 A}{2\mu_0} \text{ unde } B \text{ –valoarea inductiei magnetice din intrefier.}$$

b) Electromagneti de curent alternativ monofazat fara spira in scurtcircuit.

Din aceasta categorie fac parte electromagnetii ale caror infasurari de excitatie sunt parcurse de curent alternativ. Spre deosebire de cazul electromagnetului de curent continuu la care fluxul magnetic total produs de infasurarea de excitatie este constant in timp, la cei de curent alternativ atat fluxul magnetic din miez, cat si cel din intrefier variaza in timp. Ca urmare in miezul electromagnetului vor aparea curenti turbionali si pierderi prin histerezis. Pentru diminuarea acestor efecte, miezul electromagnetului de curent alternativ se

realizeaza din tole de otel aliat cu siliciu, pe cand la electromagneti de curent continuu miezul se realizeaza din fier moale masiv.

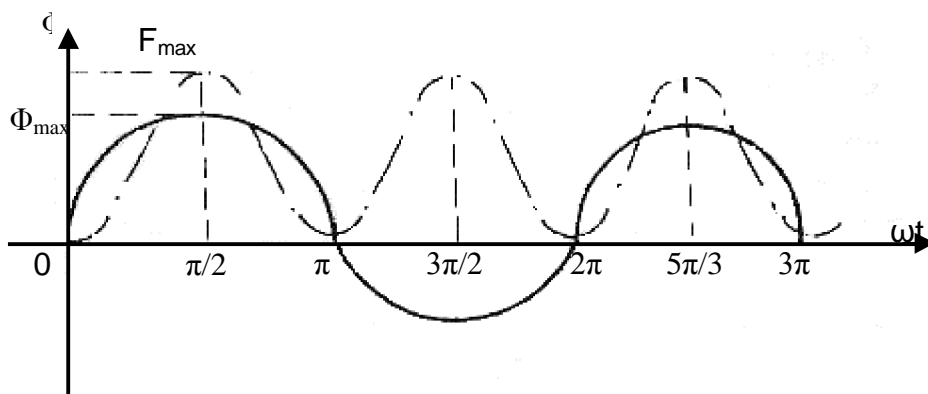
Ca urmare a variatiei in timp a fluxului util, forta de atractie a armaturii mobile va oscila in timp cu o frecventa dubla fata de cea a tensiunii alternative de alimentare a bobinei de excitatie a electromagnetului. Daca tensiunea de alimentare a bobinei este alternativa fluxul util (din intrefier) va varia dupa o legea de asemenea sinusoidala.

$$\phi = \phi_{\max} \sin(\omega t)$$

Inlocuind expresia lui  $\Phi$  in relatia ce defineste forta de atractie rezulta:

$$F = \frac{\phi^2}{2\mu_0 A} = \frac{\phi_{\max}^2}{2\mu_0 A} \sin^2(\omega t) = \frac{\phi_{\max}^2}{4\mu_0 A} (1 - \cos(2\omega t))$$

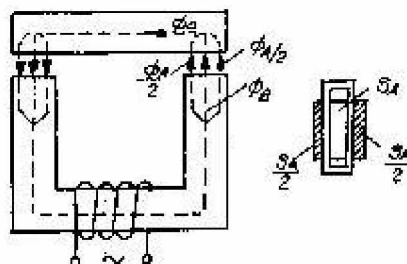
Din expresie se observa ca forta de atractie a unui electromagnet de curent alternativ este compusa din suma a doua componente dintre care una este constanta in timp:  $\frac{\phi_{\max}^2}{4\mu_0 A}$  fiind denumita componenta continua iar alta este variabila in timp cu o frecventa dubla fata de cea a tensiunii de alimentare a bobinei fiind denumita (componenta alternativa):  $\frac{\phi_{\max}^2}{4\mu_0 A} \cos(2\omega t)$  Rezultanta acestor doua forte este forta  $F$  din relatia de mai sus:



c) electromagnetul de curent alternativ cu spira in scurtcircuit.

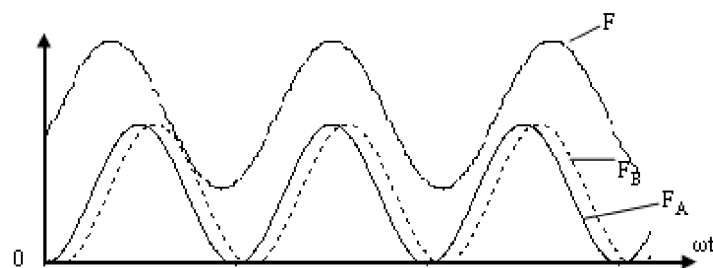
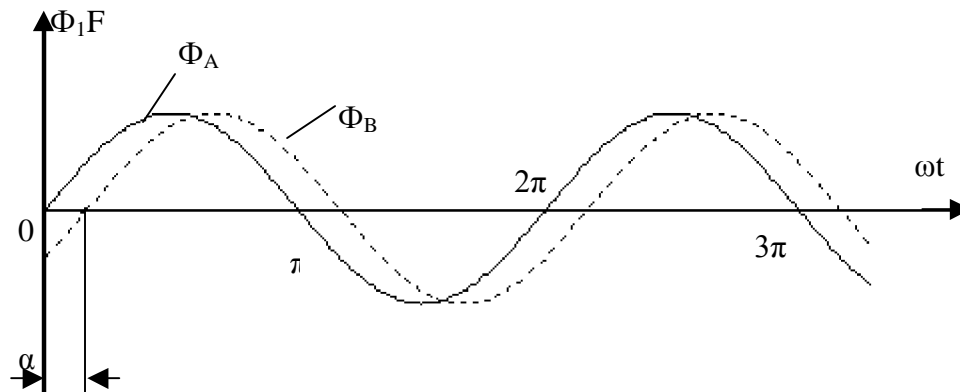
Dupa cum se observa din diagrama anterioara forta de atractie a armaturii mobile a electromagnetului trece prin zero de doua ori in cursul unei perioade a tensiunii de alimentare, acest fapt va determina uzura pronuntata a contactelor legata la armatura electromagnetului respectiv, cat si uzura pronuntata a insusi electromagnetului.

Spre a diminua vibratiile armaturii mobile pe talpile polare ale armaturii fixe se monteaza spire in scurtcircuit care reprezinta circuite inchise, ingropate in insasi talpa polara si realizate din conductoare cu sectiunea  $1-4 \text{ mm}^2$ .



Ca urmare a fluxului magnetic alternativ ce parcurge spira in scurtcircuit, in aceasta se va induce un curent de ordinul a 100-250 A, curent care la randul lui va produce un flux magnetic contra celui care la determinat.

Compunandu-se cele doua fluxuri, cel care a indus curentul in spira si cel produs de curentul indus in spira, rezulta un flux magnetic  $\Phi_B$  care strabate portiunea din talpa polara inchisa de catre spira si care este defazat in urma fata de fluxul magnetic  $\Phi_A$  ce strabate portiunile din talpa polara neacoperite de spira in scurtcircuit. Ca urmare a compunerii celor doua fluxuri  $\Phi_A$  si  $\Phi_B$ , va rezulta un flux  $\Phi_O$  ce va determina forta de atractie a armaturii mobile F.

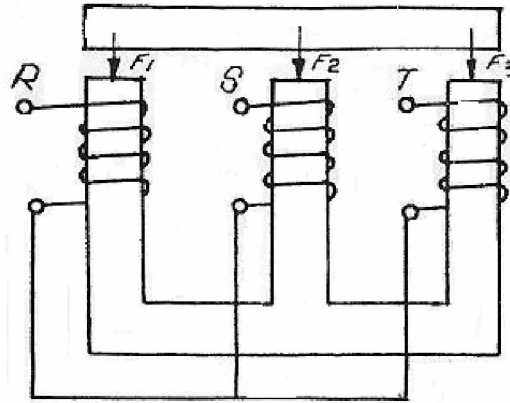


Insumand grafic  $F_A$  si  $F_B$  se obtine rezultanta  $F=F_A+F_B$  care va actiona asupra armaturii mobile si la care se observa ca nu trece nici un moment prin valoarea 0 (avand doar o variatie pulsatorie in timp)

Aceasta va diminua sensibil vibratiile armaturii electromagnetului de curent alternativ.

#### d) Electromagnetii de curent trifazat

Electromagnetul de curent alternativ trifazat se caracterizeaza prin aceea ca are miezul de tipul E+I si pe fiecare coloana este asezata o infasurare alimentata cu tensiunea de faza, cele trei infasurari fiind legate in stea.



Ca urmare a existentei unui defazaj de  $2\pi/3$  între tensiunile de fază, forțele create de către fluxurile determinate de aceste tensiuni vor fi defazate prin  $2\pi/6$ , însă însumarea celor trei forțe determinate de fiecare dintre coloane, va conduce la o forță rezultantă ce acționează asupra armaturii mobile și care va avea o pulsație foarte redusă.

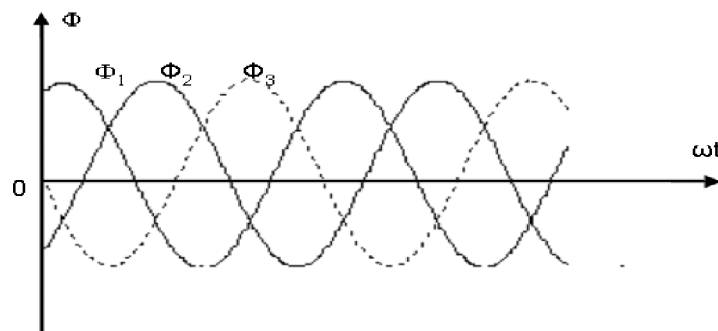
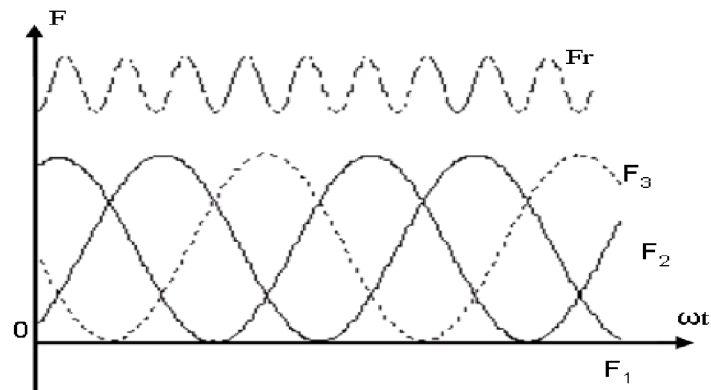
$$F_1 = C \hat{I}^2 \sin^2 \omega t, \quad F_1 \text{ este forța produsă de } i_1 \text{ de pe fază 1}$$

$$\hat{i}_1 = \hat{I} \sin(\omega t)$$

$$\hat{i}_2 = \hat{I} \sin(\omega t - 2\pi/3) \Rightarrow F_2 = C \hat{I}^2 \sin^2(\omega t - 2\pi/3)$$

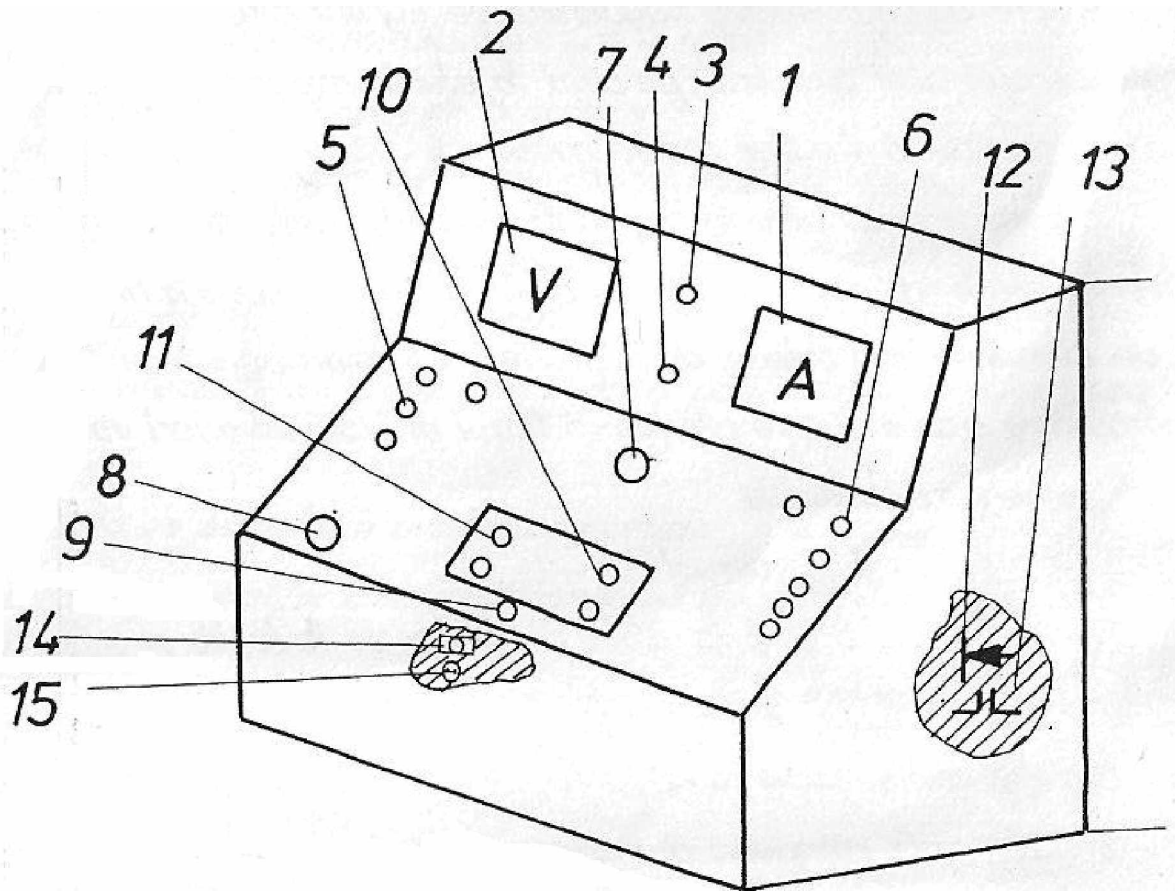
$$\hat{i}_3 = \hat{I} \sin(\omega t + 2\pi/3) \Rightarrow F_3 = C \hat{I}^2 \sin^2(\omega t + 2\pi/3)$$

Forța rezultantă de atracție a armaturii electromagnetului va varia în timp cu o frecvență de trei ori mai mare decât cea din cazul electromagnetului monofazat deci cu o frecvență de 300 Hz, iar diferența dintre valorile maxime și cele minime va fi destul de mică ceea ce determină valori reduse ale vibrațiilor armaturii mobile.



## 2.SCHEMA DE LUCRU SI APARATELE UTILIZATE

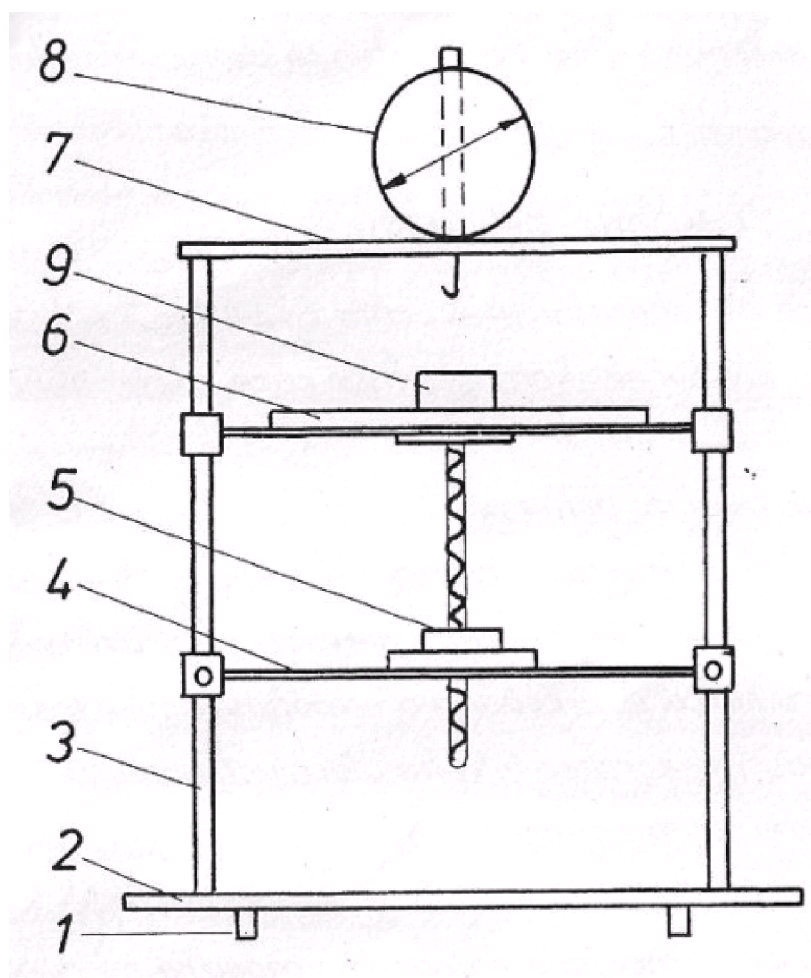
### 2.1. PANOUL DE ALIMENTARE COMANDA SINCRONA



#### LEGENDA

1. AMPERMETRU PENTRU C.C SI C.A DE 0.5; 1; 2.5; 5; 10 A
2. VOLTMETRU PENTRU C.C SI C.A DE 125; 250; 500 V
3. LAMPA SEMNALIZARE C.A
4. LAMPA SEMNALIZARE C.C
5. BORNE VOLTMETRU
6. BORNE AMPERMETRU
7. CURSOR AUTOTRANSFORMATOR
8. INTRERUPATOR GENERAL
9. INTRERUPATOR AMPERMETRU C.C SI C.A
10. BORNE IESIRE DE C.A
11. BORNE IESIRE C.C
12. PUNTE REDRESOARE
13. CONTACTOARE DE 10A
14. SIGURANTE FUZIBILE
15. PRIZA 220V

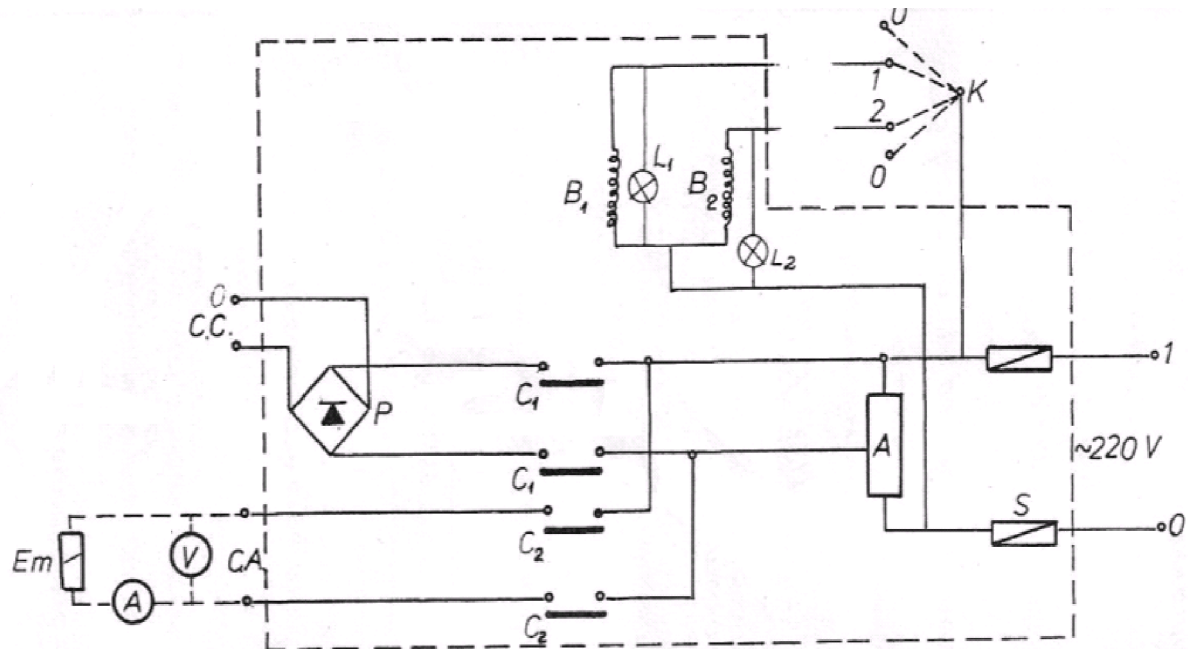
## 2.2 DISPOZITIVUL DE ACTIONARE



1. PICIORUL DE SUSTINERE
2. PLACA BAZA
3. COLOANA DE SUSTINERE
4. MASA FIXA
5. DISPOZITIVUL DE AVANS
6. MASA MOBILA
7. MASA DINAMOMETRULUI
8. DINAMOMETRU
9. ELECTROMAGNET



### 2.3 SCHEMA ELECTRICA A PANOULUI ALIMENTARE COMANDA MASURA



- A.T - AUTOTRANSFORMATOR 220V  
 S - SIGURANTE FUZIBILE  
 K -INTRERUPATOR GENERAL  
 P - PUNTE REDRESOARE  
 C<sub>1</sub>,C<sub>2</sub> – CONTOARE DE 10 A  
 L<sub>1</sub>,L<sub>2</sub> – LAMPI DE SEMNALIZARE  
 B<sub>1</sub>,B<sub>2</sub> – BOBINELE CONTACTORULUI  
 A – AMPERMETRU DE C.C SI C.A DE 0.5; 1; 2.5; 5; 10 A  
 V – VOLTMETRU DE C.C SI C.A DE 125; 250; 500 V  
 E.M- ELECTROMAGNETUL DE C.C SI C.A DE 125; 250; 500 V

### 3.CHESTIUNI DE STUDIAT

1. Determinarea pe cale experimentală a caracteristicii statice forța-intrefier:

$$F=f(\delta), U=ct$$

- a) în curent alternativ
- b) în curent continuu

2. Determinarea pe cale experimentală a caracteristicii forta-tensiune:

$$F=f(U), \delta=ct$$

- a) în curent alternativ
- b) în curent continuu

3. Determinarea pe cale experimentală a caracteristicii forta-curent:

$$F=f(I), \delta=ct; U=ct$$

- a) în curent alternativ
- b) în curent continuu

4. Determinarea pe cale experimentală a caracteristicii forta-numarul de spire:

$$F=f(n), \delta=ct; U=ct$$

- a) în curent alternativ
- b) în curent continuu

5. Determinarea pe cale experimentală a caracteristicii curent-tensiune:

$$F=f(I), \delta=ct;$$

- a) în curent alternativ
- b) în curent continuu

6. Determinarea pe cale experimentală a caracteristicii forta-spira în scurtcircuit:

$$F=f(\text{spir}), \delta=ct; U=ct$$

- a) în curent alternativ

7. Determinarea pe cale experimentală a caracteristicii curent-intrefier:

$$I=f(\delta), U=ct$$

- a) în curent alternativ
- b) în curent continuu

8. Se urmărește funcționarea electromagnetului în curent alternativ trifazat.

9. Se vizualizează și se interpretează defazajul celor două fluxuri la osciloscop.

#### 4. MODUL DE LUCRU

Lucrarea de laborator se execută cu ajutorul echipamentului complet pentru studiul electromagnetilor care se compun din două părți:

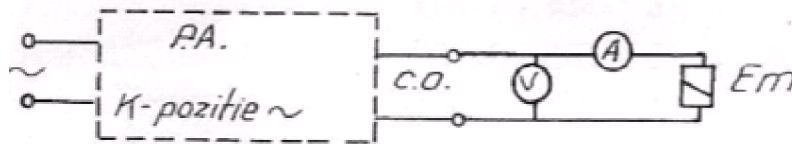
1-Dispozitivul de acționare

2-Panoul de alimentare comandă și măsoară

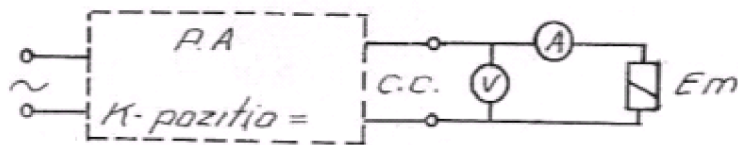
1) Dispozitivul de acționare (2a) servește pentru fixarea electromagnetului, pentru ridicarea și coborârea armaturii mobile (respectiv pentru mărirea sau micșorarea întrefierului)

electromagnetului) și pentru măsurarea forței de desprindere ce se poate citi pe cadranul dinamometrului.

2) Panoul de alimentare comanda și măsoară și compune din elemente corespunzătoare figurii din paragraful 2b. Acesta permite ca prin manevrarea cursorului autotransformatorului să avem tensiune reglabilă atât în c.c. cât și în c.a.



a) Schema de lucru în curent alternativ



b) Schema de lucru în curent continuu

**OBSERVATIE:**

1. Înterupătorul ampermetrului care servește pentru schimbarea domeniului de măsurare din curent continuu în curent alternativ se va comuta corespunzător bornei de ieșire ale autotransformatorului de curent continuu și de curent alternativ.
2. Pentru orice montaj valoarea curentului de la bornele ampermetrului nu trebuie să depășească 4A deoarece în momentul când avem un întrefier maxim (ce se realizează la desprinderea armaturii mobile) valoarea curentului prin bobina și autotransformator crește foarte mult și se poate arde.
3. Pentru vizualizarea, clapa roșie este pentru alimentarea electromagnetului în curent alternativ iar cea galbenă în curent continuu.
4. După fiecare desprindere a armaturii mobile întrerupătorul general se va duce pe poziția zero.
5. Tensiunea de lucru în curent alternativ este de 100V iar în curentul continuu este întotdeauna mai mică (50V).
6. Nu se va începe lucrarea de laborator dacă montajul nu este verificat.
7. Nu se vor atinge părțile metalice ale cailor de curent.

Chestiunile de studiat până la paragraful 3.7 se vor executa cu un electromagnet având armatura mobilă în forma de T, cele de la paragraful 3.8 se vor executa cu ajutorul electromagnetului în forma E+F pe care sunt montate bobinele sonda, iar cele de la paragraful 3.8 se vor executa cu ajutorul a 3 electromagneți în forma de T alimentați în stea.

4.1.a)  $F=f(\delta)$ - în curent alternativ

Schema de lucru este cea din fig. 4a. Întrerupătorul general se va fixa pe poziția de curent alternativ (lampa roșie). Armatura mobilă a electromagnetului se va duce în poziția cu întrefier minim. Se deplasează masa mobilă în jos până la desprinderea armaturii mobile, moment în care se citește forța de desprindere pe cadranul indicator al dinamometrului. Mai departe se lucrează la fel dar se variază întrefierul cu ajutorul placutei de pertinax citind deviația dinamometrului.

Se va lucra la  $U=ct=60\text{ V}$  si  $U=90\text{ V}$ .

Rezultatele obtinute se trec in tabelul de mai jos.

$U=\text{constant}$

$\delta(\text{mm})$	
$F_d=Kgf$	

4.1.b)  $F=f(\delta)$  -in curent continuu.

Schema de lucru este cea din figura 4.1.b. Intrerupatorul general se va fixa pe pozitia de curent continuu (lampa galbena) deci vom avea o alimentare a electromagnetului in curent continuu. Electromagnetul va avea intotdeauna un intrefier  $\delta \neq 0$  deci nu se va lucra cu intrefier zero. Intrerupatorul ampermetrului pentru schimbarea domeniului de masurare in curent continuu se va comuta pe curent continuu prin care se alimenteaza electromagnetul.

4.2.a)  $F=f(U)$ ,  $\delta=ct$  -in curent alternativ

Montajul de lucru este cel corespunzator alimentarii electromagnetului in curent alternativ (fig.4a). Intrefierul se mentine constant iar tensiunea se creste si se descreste din 20 in 20v pana la 100v iar pe cadranul dinamometrului se vor citi valorile fortelor.

Rezultatele se vor trece in tabelul de mai jos.

U(v)		20	40	60	80	100
$\delta=3\text{ mm}$	F.cresc.					
	F.descresc.					
$\delta=5\text{ mm}$	F.cresc.					
	F.descresc.					
$\delta=7,3\text{ mm}$	F.cresc.					
	F.descresc.					

4.2.b)  $F=f(U)$ ,  $\delta=ct$  in curent continuu

Modul de lucru este acela dar nu se va depasi tensiunea de 60V.

4.3.a) Pentru ridicarea acestei caracteristici se introduce in serie cu electromagnetul un reostat de  $2 \times 105 \Omega / 2,5A$ . Curentul prin infasurarea electromagnetului se variaza de la  $R_{\max}$  la  $R_{\min}$  avand grija sa nu se depaseasca valoarea de 4A la indicatia A. Valoarea maxima a intrefierului va fi de  $7,3\text{ mm} \div 10\text{ mm}$  in asa fel incat sa nu depaseasca valoarea curentului de la ampermetru.

Rezultatele se trec in tabelul alaturat.

$\delta=3\text{ mm}$	F					
	I					
$\delta=5\text{ mm}$	F					
	I					
$\delta=7\text{ mm}$	F					
	I					

4.3.b)  $F=f(I)$  in curent continuu.

Modul de lucru este acela. Montajul folosit este cel din figura 4.b. Intrerupatorul Ampermetrului se va trece pe curent continuu iar tensiunea nu va depasi 60V si 4A.

4.4.a)  $F=f(n)$ ,  $\delta=ct$  in curent alternativ

Montajul este cel pentru curent alternativ. In acest caz prizele mediane ale bobinelor vor fi alimentate la o tensiune mai mare de 40V, deoarece valoarea curentului creste foarte mult. Treptele de alimentare sunt  $B_0$ ,  $B_1$ , care nu se foloseste si  $B_0B_2$ ,  $B_0B_3$  si  $B_0B_4$  care se folosesc. Intrefierul constant poate fi  $3\div 5$  mm.

Rezultatele se trec in tabelul de mai jos.

	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_3$
n(sp)	165	265	365	465
F(Kgf)				

4.4.b)  $F=f(n)$  –in curent continuu

Montajul este cel corespunzator pentru curent continuu iar modul de lucru este același inși având grija să nu depășim valorile curentului și tensiunii.

4.5.a)  $U=f(I)$ ,  $\delta=ct$  –in curent alternativ.

Se realizează montajul corespunzator și se fixează un întrefier de 0,3,5 mm și se crește tensiunea din 20 în 20V până la 100V citind în același timp și valoarea curentului. Pentru un alt întrefier se procedează la fel. Se va avea grija să nu se depășească valoarea de 4A, deci nu vom avea  $U_N$ .

Rezultatele se trec în tabelul de mai jos.

$\delta=0$ mm	U(V)	
	I(A)	
$\delta=3$ mm	U(V)	
	I(A)	
$\delta=5$ mm	U(V)	
	I(A)	

4.5.b)  $U=f(I)$  –in curent continuu

Modul de lucru fiind același se execută montajul corespunzator, având grija să nu se depășească valorile curentului și tensiunii.

4.6  $F=f(sp)$

Se execută montajul în curent alternativ se stabilește un întrefier de 2 mm și tensiunea de 80V. O primă valoare a forței de desprindere se obține fără spira în scurtcircuit, apoi așezăm pe rând spirele de Cu, Al, Fe, Cr. Se vor trage concluzii din comportarea electromagnetului cu spira, fără spira și în funcție de natura materialului spirei.

4.7.a)  $I=f(\delta)$  pentru  $U=ct$  –in curent alternativ

Montajul este cel din curent alternativ. Se fixează  $U=ct=90V$ , apoi se realizează un întrefier variabil până la 8.5 mm și se citește valoarea curentului. Aceiași operație se repetă pentru o valoare mai mică a tensiunii.

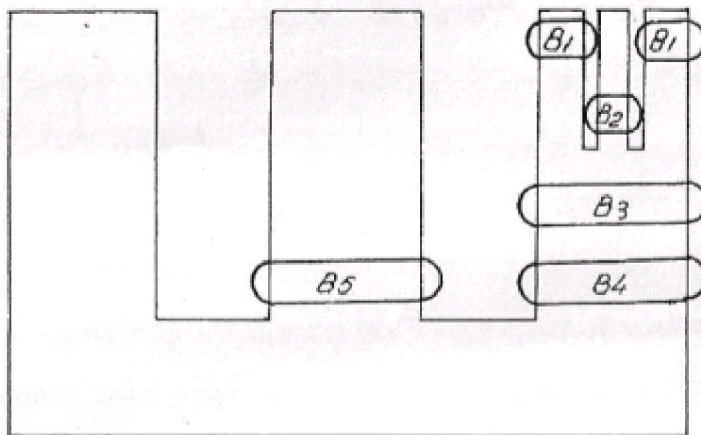
4.7.b)  $I=f(\delta)$  pentru  $U=ct$  –in curent continuu

Montajul de lucru este cel din fig.4.b iar modul de lucru este același având grija să nu depășim valorile de curent și tensiune.

4.7 Pentru a urmări funcționarea electromagnetului în curent alternativ trifazat am folosit schema de legare în stea a bobinelor celor trei electromagneți. Suportul

electromagnetilor se va aseza pe masa mobila iar armatura mobila a electromagnetului se va prinde de carligul (surubul) dinamometrului. Alimentarea se va face de la sursa reglabila 380V.

4.9 Se stie ca sub actiunea fortelor antagoniste, armaturile mobile se vor desprinde de cele fixe si vor fi din nou atrase cand valoarea curentului va corespunde unor forte de atractie superioare fortelor antagoniste, producand o vibratie caracteristica a armaturii. Eliminarea vibratiei se realizeaza folosind spira de scurtcircuit care provoaca defazajul fluxurilor care strabat cele doua suprafete delimitate de spira. Pentru a vizualiza acest defazaj s-au montat bobina sonda pe un electromagnet.



B<sub>1</sub> –bobina sonda din exteriorul spirei ecran

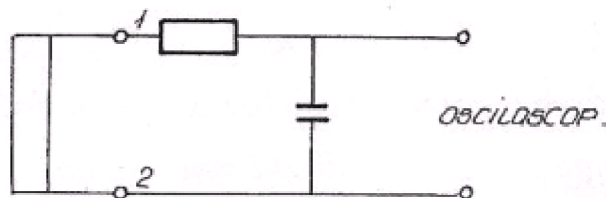
B<sub>2</sub> –bobina sonda din interiorul spirei ecran

B<sub>3</sub> –bobina sonda de la baza spirei ecran

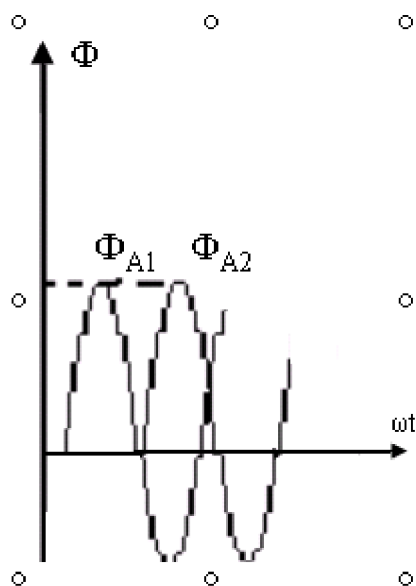
B<sub>4</sub> –bobina sonda montata pe coloana centrala sub bobina electromagnetului

Prin oscilografierea simultana a t.e.m in bobinele sonda B<sub>1</sub> si B<sub>2</sub> se permite vizualizarea defazajului celor doua fluxuri.

Cand variatia tensiunii induse in bobinele sonda nu este sinusoidala se foloseste circuitul de integrare RC (de obicei la tensiuni mai mari de 50V)



Oscilograma pentru determinarea defazajului dintre fluxuri etc.



Variatia curentului in spira in scurtcircuit se realizeaza pe canalul osciloscopului ca variatie a t.e.m indusa in bobina sonda  $BS_2$  legand capetele bobinei sonda la bornele osciloscopului.

#### 5. Intrebari:

- 1.Care sunt domeniile de definitie a electromagnetilor
- 2.Care sunt criteriile de clasificare a electromagnetilor.
- 3.Care sunt avantajele si dezavantajele electromagnetilor de curent alternativ.
- 4.Care sunt avantajele si dezavantajele electromagnetilor de curent continuu.
- 5.Cum se manifesta forta de atractie la electromagnetii de curent continuu si de curent alternativ.
- 6.Care este teoria spirei in scurtcircuit.
- 7.Cum se realizeaza eliminarea vibratiilor la electromagnetii de curent alternativ.
- 8.Cum se explica caracteristica statica si dinamica la electromagnetii.

#### 6. Bibliografie.

- 1.B.HERSCOVICI –APARATE ELECTRICE, TEORIE SI INCERCARI  
Reprografia Universitatii din Craiova
- 2.G.CIVIDJAN – APARATE ELECTRICE, INDREPTAR DE LABORATOR  
Reprografia Universitatii din Craiova.-1971
- 3.A.PEICOV –CURS DE APARATE ELECTRICE SI DE TEHNICA  
TENSIUNILOR INALTE.  
Reprografia Universitatii din Craiova.-1971