

**UNIVERSITATEA "POLITEHNICA" DIN BUCURESTI
CATEDRA DE FIZICĂ**

LABORATORUL ELECTRICITATE SI MAGNETISM

BN – 119

LEGEA CIRCUITULUI MAGNETIC

2007

Legea circuitului magnetic

1. **Scopul lucrării** constă în verificarea experimentală directă a valabilității legii lui Ampère, referitoare la circulația câmpului magnetic de-a lungul unei curbe închise oarecare.

2. Teoria lucrării

Experimental se constată că circulația intensității câmpului magnetic de-a lungul unei curbe închise Γ este egală cu suma algebrică a curenților care înțeapă suprafața închisă de curba Γ (fig. 1), adică

$$\oint_{\Gamma} \vec{H} \cdot d\vec{l} = \sum_{k=1} I_k = I, \quad (1)$$

cu condiția ca sensul pozitiv al curenților să fie corelat cu sensul de parcurgere al curbei Γ .

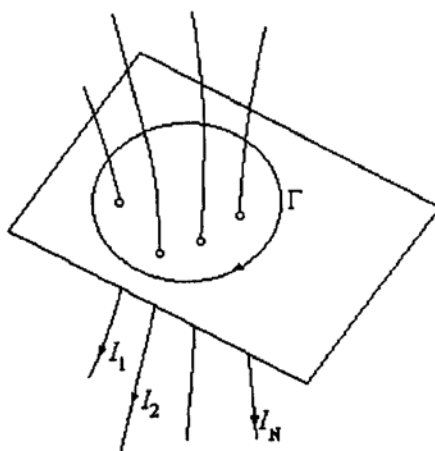


Fig. 1

Menționăm că intensitatea I este a unui curent electric de conducție, produs de deplasarea sarcinilor electrice libere dintr-un conductor.

3. Dispozitivul experimental

Dispozitivul experimental cuprinde un suport, format dintr-un cadru pătrat pe care se bobinează N spire parcurse de un curent electric I și o placă pe care se așează o foaie de hârtie (fig. 2). Se desenează pe foaia de hârtie un contur Γ oarecare care înțeapă planul bobinei și se alege un sens de parcurgere a conturului.

Pentru a verifica experimental legea enunțată mai sus, aproximăm integrala (1) printr-o sumă. Pentru aceasta, conturul este înlocuit printr-un ansamblu de p segmente rectilinii, alese suficient de scurte pentru ca de-a lungul fiecărui segment câmpul magnetic să fie aproximativ constant.

Pentru fiecare segment evaluăm mărimea

$$\vec{H} \cdot \vec{u}_t \Delta l,$$

unde \vec{u}_t este versorul paralel cu segmentul de curbă ales, orientat în sensul de parcurs al conturului, $\vec{H} \cdot \vec{u}_t$ este componenta tangențială a câmpului magnetic, Δl este lungimea segmentului.

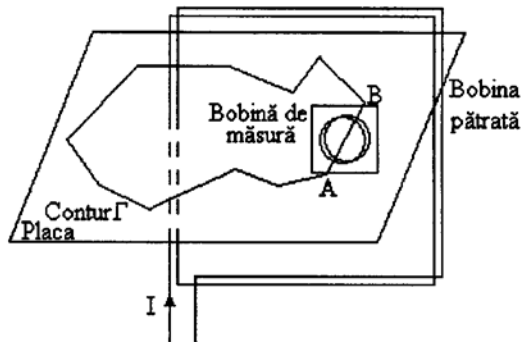


Fig. 2

Evaluând suma pe cele p segmente se obține o aproximare a circulației vectorului \vec{H} .

$$\oint_{\Gamma} \vec{H} \cdot d\vec{l} \cong \sum_{j=1}^p \vec{H}_j \cdot \vec{u}_j \Delta l_j \quad (2)$$

Dacă \vec{H}_t este componenta tangențială a lui \vec{H} atunci $\vec{H} \cdot \vec{u}_t = \pm |H_t|$, după cum \vec{H} are același sens cu \vec{u}_t sau sens opus.

Pentru evaluarea componentei tangențiale \vec{H}_t utilizăm un dispozitiv de măsură constituit dintr-o bobină cu n spire în interiorul căreia este plasat un ac magnetic. Câmpul magnetic de intensitate \vec{H}_b creat de această bobină atunci când este parcursă de un curent electric de intensitate i este orientat după axa acesteia. Așezăm bobina de măsură de-a lungul unui segment AB de lungime Δl astfel încât axa sa să fie paralelă cu segmentul ales (fig. 3), deci planul bobinei să fie perpendicular pe segment.

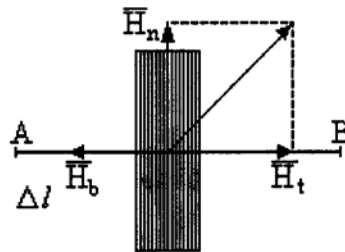


Fig. 3

Fie \vec{H} intensitatea câmpului magnetic a cărei componentă tangențială trebuie determinată. Reglăm intensitatea curentului i în bobina de măsură astfel încât intensitatea câmpului magnetic \vec{H}_b să fie egală în normă cu \vec{H}_t , dar de sens

opus. Câmpul rezultat care acționează asupra acului magnetic este atunci de intensitate \vec{H}_n .

Verificăm că această condiție este îndeplinită atunci când acul magnetic este perpendicular pe segment (deci în planul bobinei).

Intensitatea câmpului magnetic \vec{H}_b creat de bobina de măsură fiind proporțională cu intensitatea curentului putem scrie că

$$H_b = Ki \quad (3)$$

K fiind constanta dispozitivului de măsură.

Relația (2) devine

$$\oint_{\Gamma} \vec{H} \cdot d\vec{l} = K \sum_{j=1}^p i_j \Delta l_j \quad (4)$$

unde intensitatea curentului i_j este considerată pozitivă sau negativă după cum \vec{H}_i este de același sens cu \vec{u}_i sau de sens opus.

Dacă bobina pătrată cu N spire este parcursă de un curent de intensitate I trebuie ca

$$\oint_{\Gamma} \vec{H} \cdot d\vec{l} = NI$$

pentru orice contur care înconjoară cele N spire.

Schema electrică utilizată este prezentată în fig. 4. Bobina de măsură se conectează într-un montaj potențiomtric care se alimentează la bornele B_1 , aflate

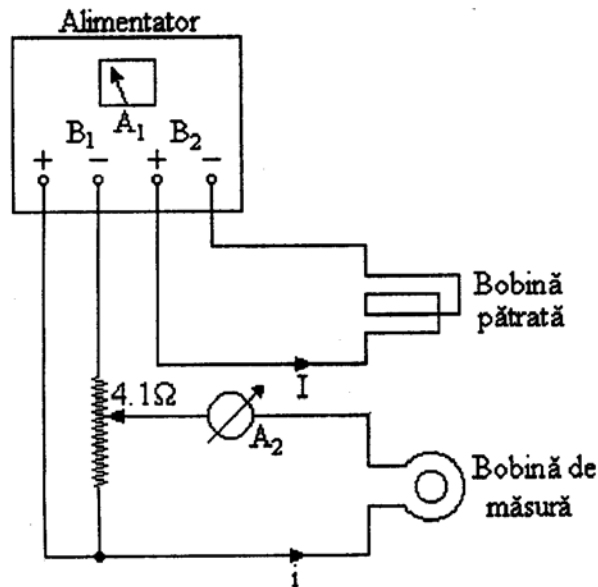


Fig. 4

în partea stângă a alimentatorului. Se obține astfel un reglaj al intensității curentului i prin bobina de măsură care se măsoară cu ajutorul ampermetrului A_2 aflat sub placa suport.

Bobina pătrată se conectează la bornele B_2 aflate în partea dreaptă a alimentatorului.

Intensitatea curentului electric I din bobina pătrată este măsurată cu ajutorul ampermetrului A_1 încorporat în alimentator.

Conturul este desenat pe o foaie de hârtie fixată pe placa suport. Segmentele de curbă sunt alese suficient de scurte astfel încât de-a lungul fiecăreia dintre ele intensitatea câmpului magnetic să fie aproximativ constant. Cu un număr de zece segmente se poate atinge o eroare mai mică de cât 10%.

4. Modul de lucru și prelucrarea datelor experimentale

Măsurătorile se efectuează pentru un contur care înconjoară curentul de intensitate NI .

Pentru aceasta, realizați montajul din fig. 4. După punerea în funcțiune a alimentatorului așezați bobina de măsură perpendicular pe unul din segmente. Cursorul potențiometrului trebuie adus în poziția de zero pentru curentul de intensitate i din bobina de măsură.

Deplasați apoi cursorul pentru a crește intensitatea curentului și urmăriți acul magnetic care trebuie să se așeze în planul bobinei. Dacă acest lucru nu este posibil, înseamnă că cele două câmpuri de intensități \vec{H}_b și \vec{H}_t au același sens și atunci trebuie să rotiți bobina cu 180° și să reluați deplasarea cursorului din poziția de zero până când obțineți orientarea acului magnetic în planul bobinei.

Citiți în acest caz intensitatea curentului pe ampermetrul A_2 și o considerați prin convenție pozitivă. Repetați experiența pentru toate segmentele conturului. Intensitatea curentului se consideră pozitivă atunci când bobina își păstrează orientarea inițială. Dacă este necesară rotirea bobinei cu 180° , atunci intensitatea curentului se consideră negativă.

Ampermetrul A_1 vă indică intensitatea curentului I prin bobina pătrată.

Treceți datele experimentale într-un tabel de forma:

j	Δl_j (m)	i_j (A)	I (A)
1			
2			
3			
...			

Verificați relația

$$K \sum_{j=1}^p i_j \Delta l_j = NI$$

unde $N = 58$ spire.

Pentru determinarea constantei K utilizați relația:

$$H = \frac{ni}{2r} \frac{1}{[1 + (d/r)^2]^{3/2}}$$

care reprezintă intensitatea câmpului magnetic într-un punct P situat pe normala care trece prin centrul unui multiplicator cu n spire și parcurs de curentul i (fig. 5).

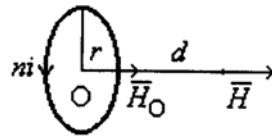


Fig. 5

Asimilând bobina de măsură cu un multiplicator puteți utiliza formula de mai sus în care considerați $d = 0$, pentru a obține intensitatea câmpului magnetic în centrul ei, acolo unde se află situat acul magnetic.

$$\text{Astfel, } H_b = \frac{ni}{2r}$$

Ținând cont de relația (3), rezultă

$$K = \frac{n}{2r}$$

unde: $n = 110$ spire și $r = 20$ mm.