

CAMPUL MAGNETIC TERESTRU

1. Scopul lucrării.

Lucrarea are drept scop *determinarea componentelor orizontală și verticală ale câmpului magnetic terestru precum și a magnitudinii locale a acestuia.*

2. Montajul experimental.

Montajul experimental este prezentat în Fig. 1 și conține următoarele elemente constitutive: o pereche de bobine Helmholtz (1), o sursă de curent (2), un reostat (3), un teslametru digital (4) cu sondă Hall (5), un multimetru digital (6) pe post de ampermetru și un magnetometru cu busolă ac (7).

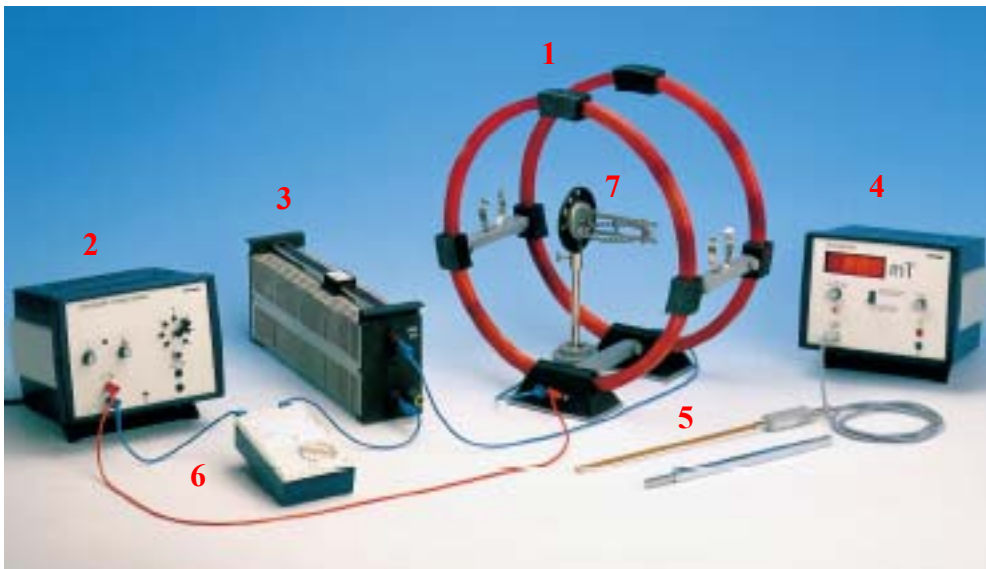


Fig. 1. Montajul experimental utilizat în determinarea câmpului magnetic terestru.

3. Teoria lucrării.

Un câmp magnetic constant de inducție magnetică și direcție cunoscute, dat de o pereche de bobine Helmholtz (\vec{B}_H), este suprapus peste câmpul magnetic terestru necunoscut (\vec{B}_P). Câmpul magnetic al Pământului poate fi calculat din intensitatea și direcția inducției câmpului magnetic rezultat (\vec{B}_r).

Când nu trece curent prin bobina Helmholtz, acul magnetic al magnetometrului (busolei) se aliniază paralel cu componenta orizontală a câmpului magnetic terestru (\vec{B}_P^0), pe direcția nord-sud. Dacă un câmp magnetic suplimentar \vec{B}_H generat de bobinele Helmholtz este suprapus peste acesta, acul magnetic se va roti cu un unghi α și se va așeza pe direcția câmpului rezultat de inducție magnetică \vec{B}_r .

În Fig. 2 sunt reprezentate componentele câmpurilor magnetice pentru cazul particular în care axa bobinelor Helmholtz este perpendiculară pe direcția acului busolei (orientată nord-sud).

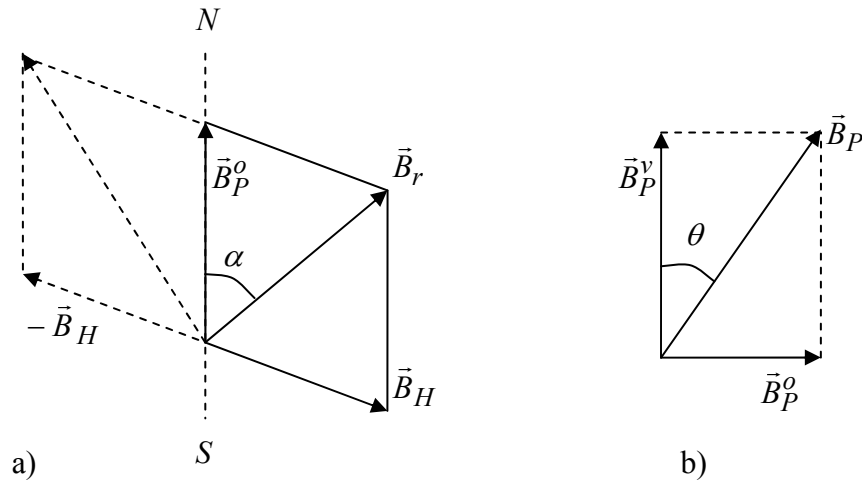


Fig. 2. Diagrama vectorială a câmpurilor magnetice în plan orizontal (a - vedere de sus) și în plan vertical (b - vedere din față).

Din teorema sinusului obținem:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\sin \alpha}{\sin(\varphi - \alpha)} = \frac{B_H}{B_P^o} \quad (1)$$

În cazul special când axa bobinelor este perpendiculară pe direcția nord-sud ($\varphi = 90^0$), rezultă:

$$B_P^o = B_H \cdot \text{ctg}(\alpha) \quad (2)$$

Inducția magnetică a câmpul generat de bobinele Helmholtz \vec{B}_H este proporțională cu intensitatea curentului electric ce trece prin ele:

$$B_H = K \cdot I \quad (3)$$

unde K este **factorul de calibrare**, factor ce poate fi determinat experimental, ca fiind egal cu **panta fizică** a dreptei din reprezentarea grafică $B_H = f(I)$.

Din relațiile (2) și (3) se obține:

$$K \cdot I = B_P^o \cdot \text{tg}(\alpha) \quad (4)$$

relație utilă în determinarea componentei orizontale a câmpului magnetic terestru \vec{B}_P^o .

Odată cunoscută componenta orizontală a câmpului magnetic terestru \vec{B}_P^o , se determină componenta verticală a câmpului magnetic terestru \vec{B}_P^v , conform relației (v. Fig. 2b):

$$B_P^v = B_P^o \cdot \text{tg}(\theta) \quad (5)$$

unde unghiul θ este numit **unghiul de înclinație** al câmpului magnetic.

Modulul inducției câmpului magnetic terestru este:

$$B_P = \sqrt{(B_P^o)^2 + (B_P^v)^2} \quad (6)$$

4. Modul de lucru.

1. Determinarea factorului de calibrare K .

- se realizează montajul experimental din Fig. 1 fără busola ac (7);
- se setează teslametrul (4) pe zero;
- se măsoară câmpul generat de bobinele Helmholtz cu sonda teslametrului (5) aflată în centrul bobinelor (1), paralelă cu axa lor, pentru diferite valori ale curentului electric ce trece prin bobine, fără a depăși valoarea de 2.5 A;
- măsurătorile se repetă de trei ori (în sensul că la o valoare fixată a curentului electric se fac 3 citiri consecutive, la intervale de 3-5 secunde);
- rezultatele experimentale se trec în tabelul I;

Tabel I.

I(A)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	2.2	2.4
B(mT)													
B_{mediu}													

- Observații:**
- se recomandă ca începerea măsurătorilor să aibă loc la cca 10-15 minute de la pornirea teslametrului;
 - în timpul măsurătorilor se va evita aducerea în apropierea montajului experimental a materialelor feromagnetice sau a dispozitivelor generatoare de câmp (telefoane mobile, electromagneți, s.a.).

2. Determinarea componentei orizontale a câmpului magnetic terestru.

- se plasează busola (7) în centrul bobinelor Helmholtz; (1)
- se orientează suportul bobinelor astfel încât axa lor să fie perpendiculară pe direcția acului busolei (nord-sud);
- se măsoară unghiul α pe care îl face acul busolei cu direcția inițială nord-sud, în funcție de intensitatea curentului electric din bobine;
- rezultatele obținute se trec în tabelul II.

Tabelul II.

I(mA)	0	4	8										I_{max}
alfa	0												80
tg(alfa)													
$K \cdot I$													

- Observație:** Se va determina întâi pentru ce intensitate maximă a curentului electric I_{max} se obține o deviație de 80 grade, iar acea valoare va fi atinsă mergând în pași echidistanți.

3. Determinarea componentei verticale a câmpului magnetic terestru

- având bobinele nealimentate cu curent electric și orientate cu axa perpendiculară pe direcția nord-sud, se rotește cadranul magnetometrului (7) cu 90^0 în plan vertical și se măsoară unghiul de înclinație θ_1 .

- se rotește din poziția anterioară cadranul magnetometrului cu 180^0 și se măsoară unghiul de înclinație θ_2 . Unghiul de înclinație mediu este $\theta = \frac{1}{2}(\theta_1 + \theta_2)$. Componenta verticală a câmpului magnetic terestru B_P^V se determină conform relației (5).

5. Prelucrarea datelor experimentale.

1 - cu datele din tabelul I se reprezintă grafic dependența lineară $\bar{B}_H = f(I)$;

2 - din panta acesteia se determină factorul de calibrare $K = \frac{\Delta(\bar{B}_H)}{\Delta(I)}$.

3 - se completează restul liniilor tabelului II;

4 - folosind datele din tabelul II se reprezintă grafic dependența lineară $K \cdot I = f(\text{tg}(\alpha))$;

5 - conform relației (4) componenta orizontală a inducției câmpului magnetic este dată de panta dreptei $B_P^O = \frac{\Delta(K \cdot I)}{\Delta(\text{tg}(\alpha))}$.

6 - se determină cu ajutorul relației (5) componenta verticală a câmpului magnetic terestru B_P^V ;

7 - se determină mărimea inducției câmpului magnetic terestru conform relației (6).

Variantă: În cazul unei regresii lineare de tipul $y(x) = mx + n$ se poate utiliza metoda celor mai mici pătrate pentru determinarea parametrilor regresiei. Astfel, fiind date cuplurile (x_i, y_i) din planul xOy , cu $i = \overline{1, N}$, parametri regresiei sunt:

$$m = \frac{N \sum_{i=1}^N x_i y_i - \left(\sum_{i=1}^N x_i \right) \left(\sum_{i=1}^N y_i \right)}{N \sum_{i=1}^N x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N x_i \right)^2}, \text{ respectiv } n = \frac{\left(\sum_{i=1}^N x_i^2 \right) \left(\sum_{i=1}^N y_i \right) - \left(\sum_{i=1}^N x_i \right) \left(\sum_{i=1}^N x_i y_i \right)}{N \sum_{i=1}^N x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N x_i \right)^2}$$

Se va folosi metoda pentru calculul mărimilor de la punctele 2 și 5 din "prelucrarea datelor experimentale. Se vor compara rezultatele.