

## Campo geomagnetico

### DETERMINAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALE E VERTICALE DEL CAMPO GEOMAGNETICO.

- Misurazione dell'angolo di rotazione di un ago di bussola orientato parallelamente alla componente orizzontale del campo geomagnetico quando si sovrappone il campo magnetico orizzontale di una coppia di bobine di Helmholtz.
- Determinazione della componente orizzontale del campo geomagnetico.
- Misurazione dell'inclinazione e determinazione della componente verticale e del valore complessivo del campo geomagnetico.

UE3030700

04/16 MEC/UD



Fig. 1: Disposizione per la misurazione.

### BASI GENERALI

La terra è circondata da un campo geomagnetico, prodotto dalla cosiddetta geodinamo. In prossimità della superficie terrestre il campo è simile al campo magnetico generato da un dipolo, le cui linee di campo partono dall'emisfero terrestre meridionale per poi rientrare nell'emisfero settentrionale. L'angolo tra la direzione del campo geomagnetico e il piano orizzontale viene detto inclinazione. La componente orizzontale del campo geo-

magnetico corre essenzialmente parallelamente alla direzione nord-sud. Poiché la crosta terrestre è magnetizzata in modo diverso, si verificano scostamenti a livello locale; questo fenomeno è denominato declinazione.

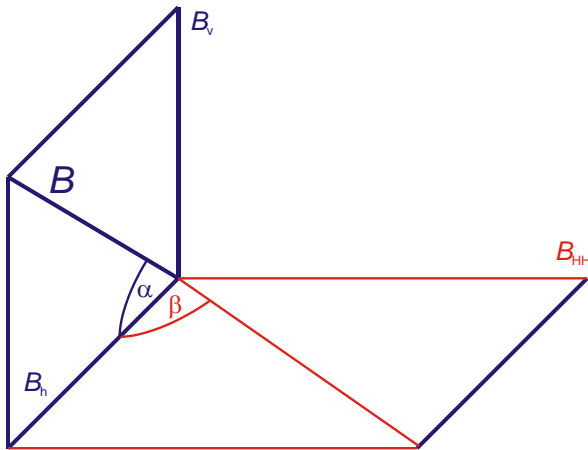


Fig. 2: Rappresentazione delle componenti dei campi magnetici esaminati nell'esperimento e definizione del relativo angolo.

Nell'esperimento vengono esaminati l'inclinazione e l'intensità, nonché la componente orizzontale e verticale del campo geomagnetico nel punto di misurazione.

Si applica la correlazione (Fig. 2):

$$(1) \quad B_v = B_h \cdot \tan \alpha$$

$\alpha$ : Inclinazione  
 $B_h$ : Componente orizzontale  
 $B_v$ : Componente verticale

e

$$(2) \quad B = \sqrt{B_h^2 + B_v^2}.$$

È pertanto sufficiente determinare le grandezze  $B_h$  e  $\alpha$ , per poter determinare anche le altre due.

L'inclinazione  $\alpha$  viene rilevata utilizzando un inclinatore. Per determinare la componente orizzontale  $B_h$  lo stesso inclinatore sull'orizzontale viene orientato in modo tale che l'ago di bussola integrato, che tende a disporsi parallelamente alla componente orizzontale, sia puntato sullo 0. Una coppia di bobine di Helmholtz genera un campo magnetico orizzontale supplementare  $B_{HH}$  perpendicolare a  $B_h$  determinando la rotazione dell'ago di un angolo  $\beta$ . Come da Fig. 2, vale

$$(3) \quad \frac{B_{HH}}{B_h} = \tan \beta$$

Ai fini del miglioramento dell'accuratezza del dato, questa misurazione viene eseguita per diversi angoli  $\beta$ .

## ELENCO DEGLI STRUMENTI

1	Bobine di Helmholtz da 300 mm	1000906 (U8481500)
1	Alimentatore CC 0-20 V, 0-5 A @230V	1003312 (U33020-230)
0		
1	Alimentatore CC0-20 V, 0-5 A @115V	1003311 (U33020-115)
1	Multimetro digitale P1035	1002781 (U11806)
1	Inclinatore E	1006799 (U8495258)
1	Reostato a corsoio 100 $\Omega$	1003066 (U17354)
1	Set di 15 cavi di sicurezza per esperimenti, 75 cm	1002843 (U138021)

## MONTAGGIO E ESECUZIONE

### Nota:

Preparare l'esperimento su una superficie orizzontale e piana posta in un luogo in cui la misurazione non sia soggetta a interferenze magnetiche ambientali.

### Determinazione della componente orizzontale $B_h$

- Per mezzo del volantino ruotare l'inclinatore in modo tale che il piano del cerchio graduato e dell'ago della bussola sia parallelo alla superficie di appoggio.

In questo modo l'ago della bussola si orienta sempre lungo la componente orizzontale del campo geomagnetico.

- Ruotare l'inclinatore sulla piastra di base in modo tale che le tacche 0° del cerchio graduato corrispondano alla direzione dell'ago della bussola.
- Spingere le bobine di Helmholtz sopra l'inclinatore, finché quest'ultimo non si trovi al centro fra le bobine (fig. 1) e l'asse delle bobine di Helmholtz non sia perpendicolare alla direzione dell'ago della bussola.
- Collegare in serie le bobine di Helmholtz, il multimetro digitale e il potenziometro scorrevole all'alimentatore (fig. 1).
- Regolare il potenziometro scorrevole su 100  $\Omega$ .
- Accendere l'alimentatore e aumentare la corrente, alzando la tensione tramite il regolatore fine di tensione continua, finché la direzione dell'ago della bussola non corrisponda alle tacche 5° del cerchio graduato. Annotare l'angolo di deviazione  $\beta = 5^\circ$  nella tab. 1. Leggere sul multimetro il valore di corrente  $I$  e annotarlo nella tab. 1.
- Aumentare progressivamente la corrente, in modo tale che l'angolo di deviazione si ingrandisca di 5° alla volta fino a raggiungere  $\beta = 75^\circ$ . Annotare rispettivamente l'angolo di deviazione e il valore di corrente nella tab. 1. Quando il regolatore fine di tensione continua raggiunge la battuta, aumentare la corrente riducendo la resistenza mediante il potenziometro scorrevole.

### Determinazione dell'inclinazione $\alpha$

- Per mezzo del volantino ruotare l'inclinatore in modo tale che il piano del cerchio graduato e dell'ago della bussola sia parallelo alla superficie di appoggio.

In questo modo l'ago della bussola si orienta sempre lungo la componente orizzontale del campo geomagnetico.

- Ruotare l'inclinatore sulla piastra di base in modo tale che le tacche 0° del cerchio graduato corrispondano alla direzione dell'ago della bussola.
- Mediante il volantino ruotare l'inclinatore in modo tale che il piano del cerchio graduato e dell'ago della bussola sia perpendicolare alla superficie di appoggio.
- Attendere che l'ago della bussola si fermi.
- Leggere l'angolo dell'inclinatore  $\alpha_1$  sul cerchio graduato dell'inclinatore e annotarlo nella tab. 2.
- Mediante il volantino ruotare l'inclinatore di 180°.
- Attendere che l'ago della bussola si fermi.
- Leggere l'angolo dell'inclinatore  $\alpha_2$  sul cerchio graduato dell'inclinatore e annotarlo nella tab. 2.

**ESEMPIO DI MISURAZIONE E ANALISI**

Tab. 1: Angolo di deviazione  $\beta$ , correnti  $I$  impostate e campi magnetici  $B_{HH}$  delle bobine di Helmholtz calcolati in base all'equazione (5).

$\beta$	$I / \text{mA}$	$B_{HH} / \mu\text{T}$
5°	2,37	1,79
10°	5,16	3,90
15°	8,00	6,05
20°	10,1	7,63
25°	13,9	10,51
30°	17,3	13,08
35°	21,5	16,25
40°	25,2	19,05
45°	30,3	22,90
50°	36,7	27,74
55°	43,0	32,50
60°	52,6	39,76
65°	67,2	50,80
70°	84,1	63,57
75°	114,0	86,17

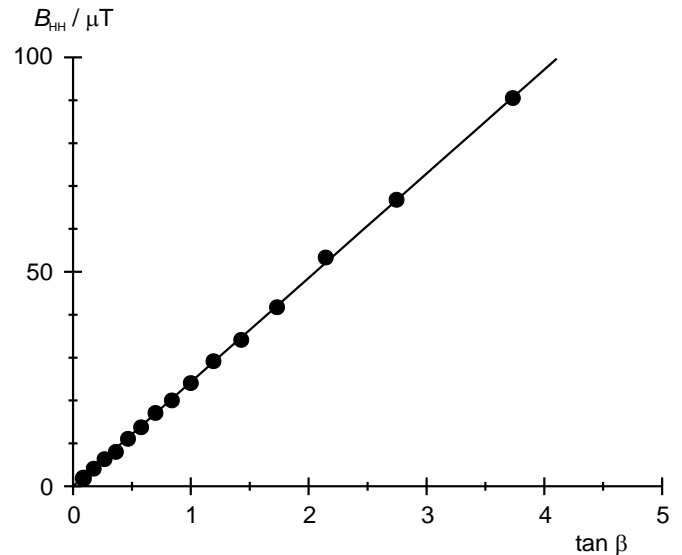


Fig. 3: Diagramma  $B_{HH} - \tan\alpha$  per la determinazione della componente orizzontale del campo geomagnetico

- Riportare in un diagramma il campo magnetico  $B_{HH}$  in funzione di  $\tan\beta$  e unire i punti con una linea retta (fig. 2).
  - Determinare la componente orizzontale  $B_h$  direttamente dall'incremento lineare.
- (6)  $B_h = 23 \mu\text{T}$

Tab. 2: Inclinazione  $\alpha$  determinata dalla media di entrambi i valori misurati  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$

$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$
65°	56°	60,5°

**Determinazione della componente orizzontale  $B_h$**

Da (3) consegue che:

(4)  $B_{HH} = B_h \cdot \tan\beta$

La componente orizzontale  $B_h$  corrisponde alla pendenza di una retta passante per l'origine che passa per i punti di misura in un diagramma  $B_{HH} - \tan\alpha$ .

Il campo magnetico  $B_{HH}$  della coppia di bobine di Helmholtz può essere determinato in modo semplice. All'interno di una coppia di bobine esso è fortemente omogeneo e proporzionale all'intensità di corrente  $I$  che attraversa una singola bobina:

(5)  $B_{HH} = k \cdot I$  con

$$k = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}} \cdot \frac{N}{R}$$

$N = 124$ : Numero di spire  
 $R = 147,5 \text{ mm}$ : Raggio

- Calcolare il campo magnetico  $B_{HH}$  della coppia di bobine di Helmholtz per tutte le correnti impostate  $I$  (tab. 1) in base alla formula (5) e annotare i risultati nella tab. 1.

**Determinazione della componente verticale B dall'inclinazione  $\alpha$**

- Determinare l'inclinazione  $\alpha$ , facendo la media di entrambi i valori misurati  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$  (tab. 2) e annotare il valore ricavato nella tab. 2.
- Determinare la componente verticale in base alla formula (1).

(7)  $B_v = B_h \cdot \tan\alpha = 23 \mu\text{T} \cdot \tan 60,5^\circ = 41 \mu\text{T}$

**Determinazione del valore complessivo**

- Determinare il valore complessivo del campo magnetico  $B$  in base alla formula (2).

(8)  $B = \sqrt{(23 \mu\text{T})^2 + (41 \mu\text{T})^2} = 47 \mu\text{T}$

I valori ottenuti dalla misurazione della componente orizzontale e di quella verticale corrispondono in gran parte con i valori riportati in letteratura, riferiti all'Europa centrale  $B_h = 20 \mu\text{T}$  e  $B = 44 \mu\text{T}$ .

