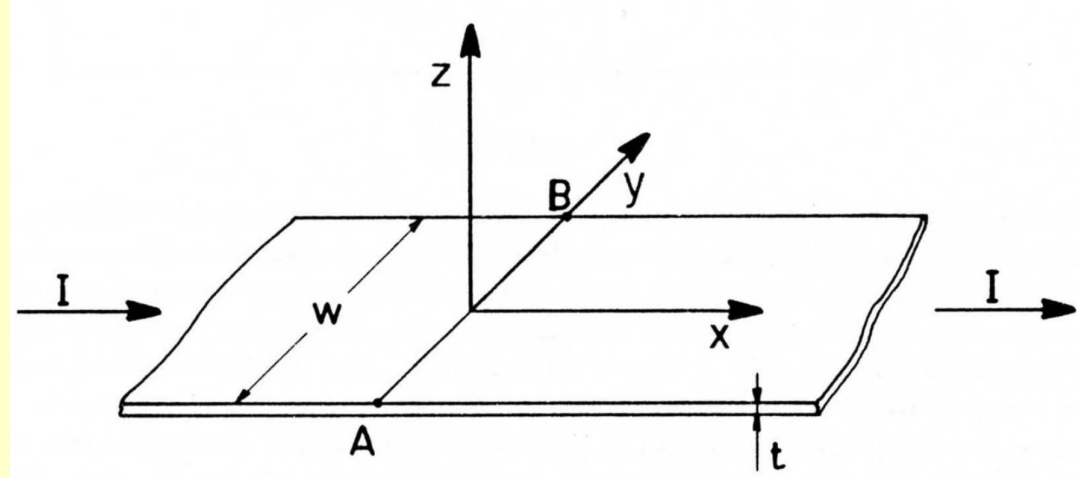


Effetto Hall

Nastro conduttore omogeneo di dimensione infinita lungo x in cui scorre corrente I.

In assenza di campi magnetici:

1) $V_A = V_B$, 2) $I = j tw = qNv tw$



Se a $t = 0$ si applica un campo di induzione magnetica

$$\vec{B} = B \text{ vers } \vec{z}$$

i portatori di carica sono sottoposti alla Forza di Lorentz diretta nel verso delle y negative, indipendentemente da q

$$\vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$$

In breve tempo (10^{-18} s) si ha accumulo di carica sulla parete destra del conduttore e creazione di un campo elettrico \vec{E}_H che compensa l'effetto della Forza di Lorentz

$$\vec{E}_H = -\vec{v} \wedge \vec{B} = -\frac{1}{qN} \vec{j} \wedge \vec{B} = \frac{IB}{qNtw} \text{ vers } \vec{y}$$

che dà luogo ad una ddp di Hall

$$V_H = V_A - V_B = \int_A^B \vec{E}_H \cdot d\vec{y} = \frac{IB}{qNt}$$

Effetto Hall

$$V_H = V_A - V_B = \int_A^B \vec{E}_H \cdot \vec{dy} = \frac{IB}{qNt}$$

Per $B = 1 \text{ T}$ e un nastro di spessore $t = 1 \text{ mm}$ percorso da $I = 100 \text{ mA}$ si ha:

- Rame (Cu)

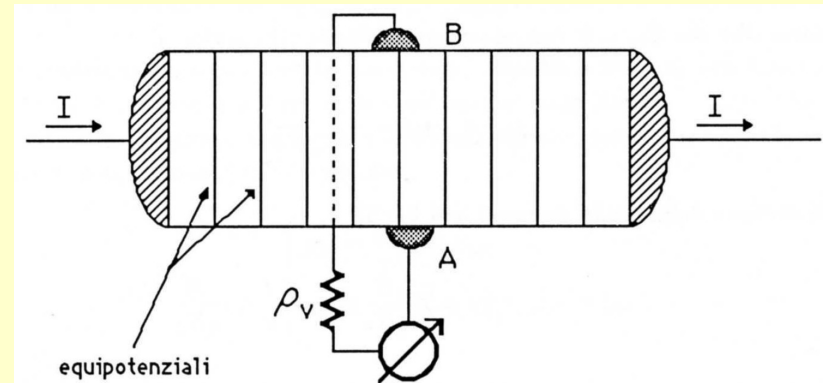
$$N = 8.4 \cdot 10^{22} \text{ el/cm}^3 \rightarrow V_H = 3.7 \cdot 10^{-8} \text{ V}$$

- Silicio (Si) drogato n

$$N \approx 10^{15} \text{ el/cm}^3 \rightarrow V_H \approx 1 \text{ V}$$

Noti quindi q , N e t , dalla misura di V_H e I è possibile ottenere una misura della componente di B ortogonale al nastro (B_N)

In pratica si ha che $V_H = k B_N + V_{\text{off}}$
con V_{off} "tensione di offset" presente per $B_N = 0$ a causa dell'asimmetria dei contatti

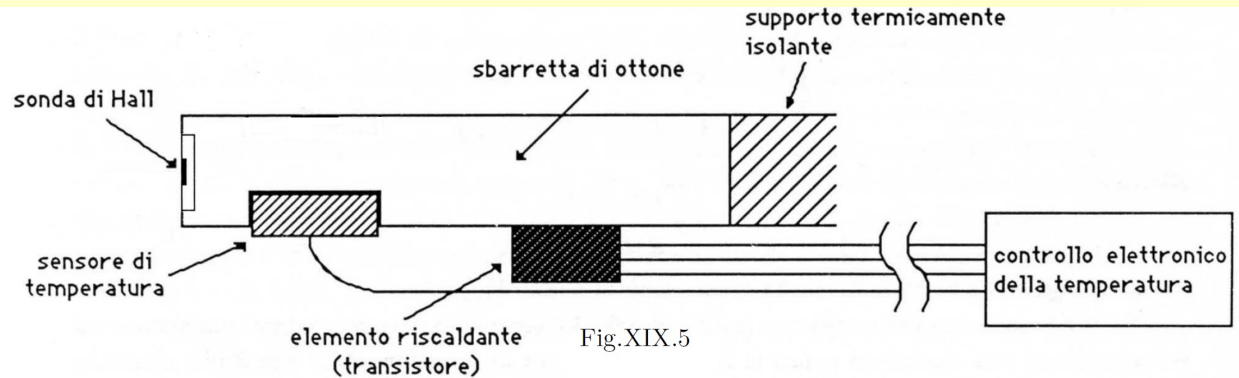


La determinazione di V_{off} richiede che $B_N = 0$, difficilmente realizzabile a causa del B terrestre. In pratica V_{off} viene ottenuta da due misure a 180° tra loro (V_0 e V_π) dalla relazione $V_{\text{off}} = (V_0 + V_\pi)/2$

Per la misura di k è necessario di disporre di campi B noti (bobine di Helmholtz)

Sonda di Hall

Sia k che V_{off} dipendono fortemente dalla temperatura della sonda. Per una misura precisa è quindi necessaria una termostatazione.



Per aumentare la sensibilità della sonda essa viene posta all'interno di un involucro di materiale ferromagnetico che ha la proprietà di “catturare il maggior numero di linee di B ”.

Il notevole aumento della sensibilità ha i seguenti svantaggi:

- la risposta della sonda perde di linearità per campi superiori a 10^{-4} T
- si evidenziano fenomeni di isteresi, ovvero per un fissato valore di B_N la tensione in uscita dipende non solo da B_N e da V_{off} ma anche dalla “storia precedente”, ovvero dalla massima ampiezza di B_N misurata precedentemente.

Più realisticamente avremo quindi:

$$V_H = k_H * B_N + V_{off} + V_{IS}$$

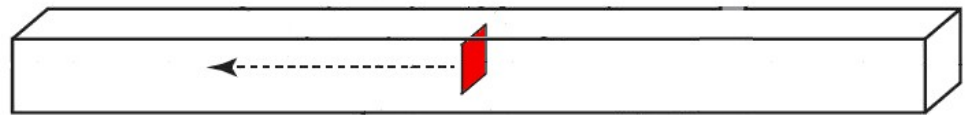
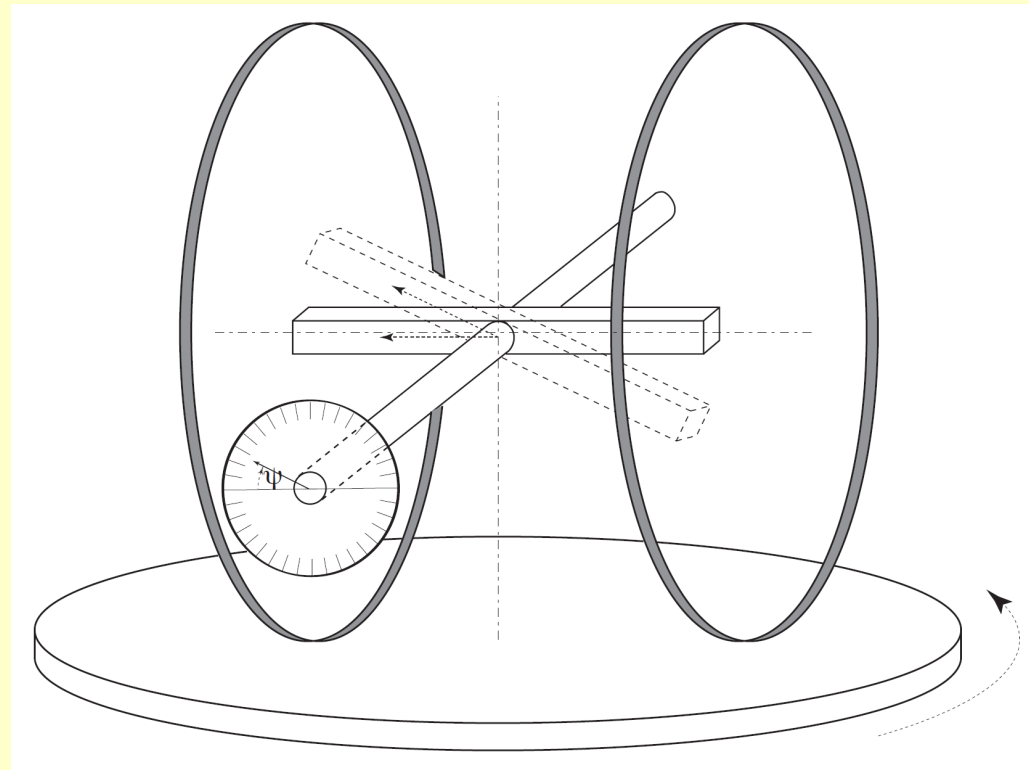
con V_{IS} dello stesso segno e proporzionale al campo B_N massimo in valore assoluto sperimentato precedentemente

Bobine di Helmholtz

Per $\psi = 0$ la sonda di Hall è in
asse con le bobine di Helmholtz

Le due bobine, coassiali, con lo
stesso numero di spire e attra-
versate dalla stessa corrente i ,
producono nel punto sull'asse
equidistante da esse un campo
di induzione:

$$B_{BH} = \frac{n \mu_0 i}{R \left(\frac{5}{4}\right)^{\frac{3}{2}}} = k_{BH} \cdot i$$

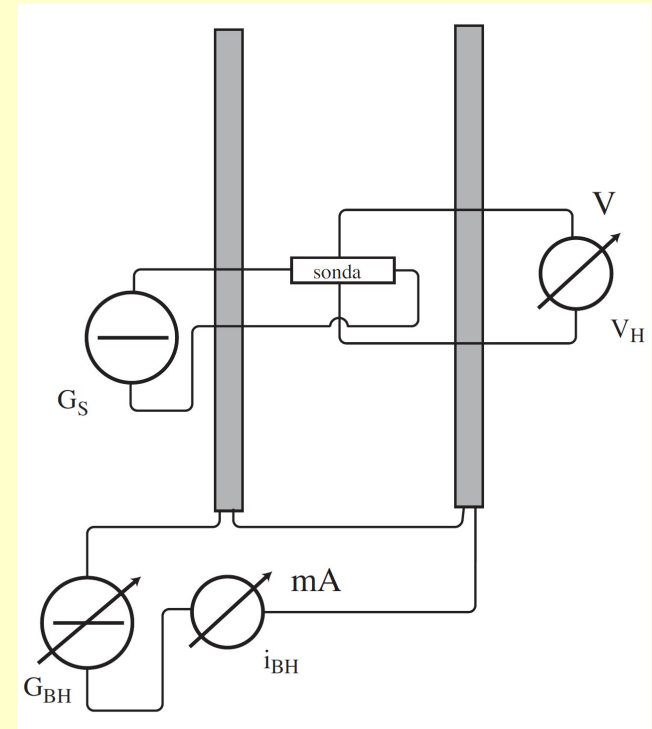
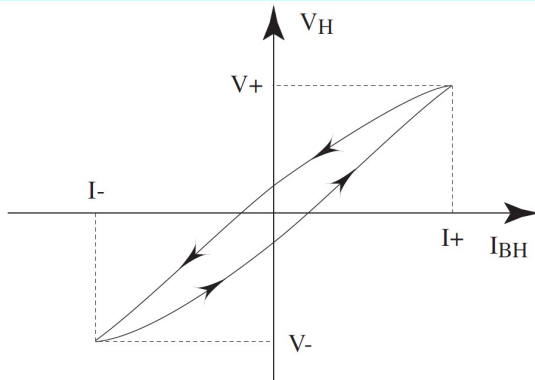


Con $n = 120$, $R = (0.313 + 0.005)$ m si ha $k_{BH} = (3.45 + 0.06) 10^{-4} \text{ T A}^{-1}$,
 $n = 60$, $R = (0.313 + 0.005)$ m si ha $k_{BH} = (1.72 + 0.03) 10^{-4} \text{ T A}^{-1}$

Taratura della sonda di Hall

Si orienta l'asse delle bobine e della sonda in direzione Est (minimo campo terrestre)

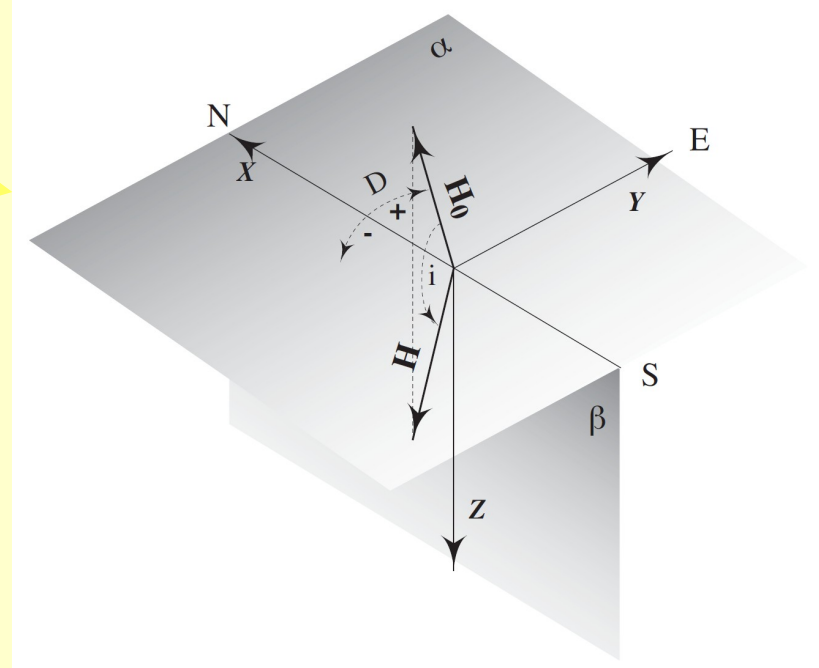
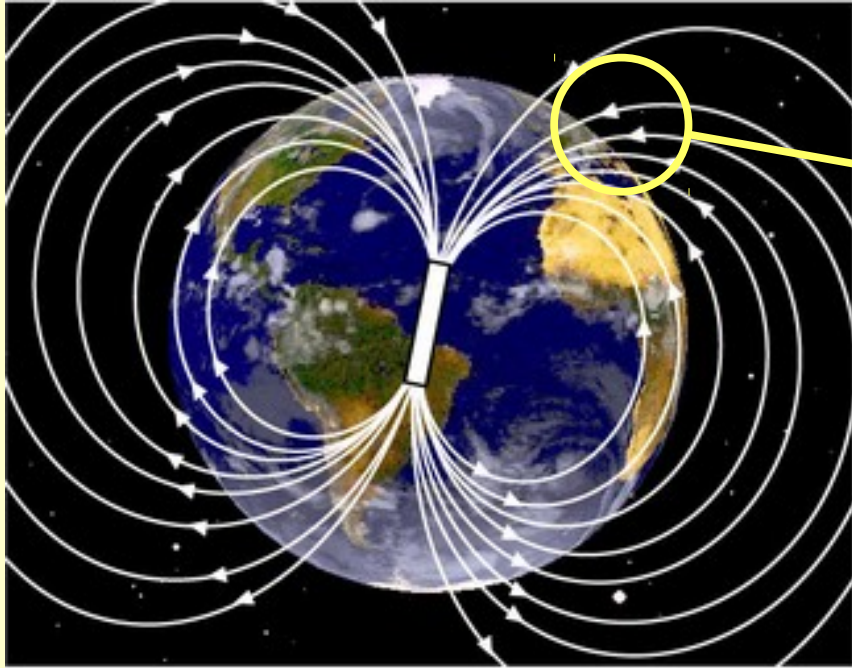
Taratura della sonda per correnti nelle bobine $|i_{BH}|$ da 0 a 150 mA ($B_{BH} = 2 - 5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$). Per ogni valore di $|i_{BH}|$ verranno registrate le misure per corrente positiva (V_H^+) e negativa (V_H^-) ripetendo, per compensare l'isteresi, le misure fino a che non si stabilizzano.



Alla fine del ciclo si ottiene
 $V_H^+ - V_H^- = 2 V^* = 2 k_H B_{BH} (i)$

e questo ci permette di ottenere il valore del fattore k_H , che dovrebbe essere costante, per diversi valori di V^* , ovvero di B . L'incertezza su k_H , contiene un contributo dovuto all'incertezza sul raggio R ($B_{BH} = B(R)$) che, essendo comune a tutte le misure, deve essere eliminato nello studio dell'andamento.

Misura del B terrestre



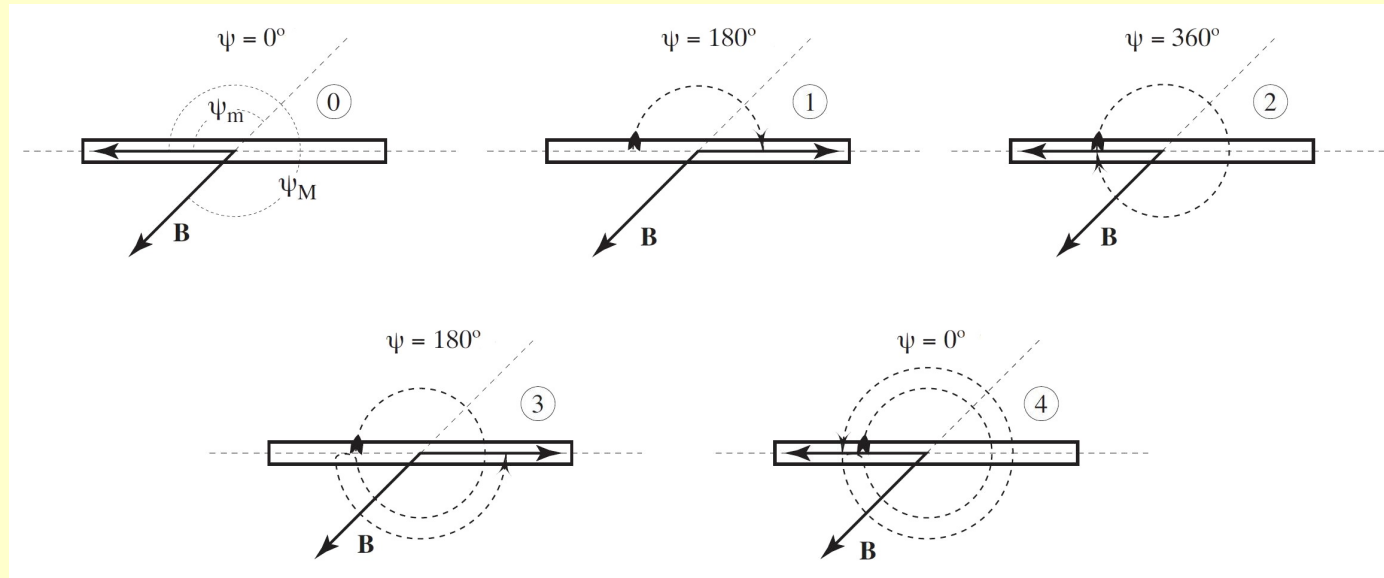
Nel sistema di riferimento mostrato, il campo magnetico terrestre è caratterizzato dalle componenti $B_X (= B_{\text{NORD}})$, $B_Y (= B_{\text{EST}})$ e B_Z (verticale discendente)

D = “declinazione magnetica”

I = “inclinazione magnetica”

Misura del B terrestre

Si allinea la sonda lungo ciascuno degli assi del sistema di riferimento e si eseguono le seguenti misure (mirate alla eliminazione di V_{off} e V_{IS})



$$V_H^0 = k_H B_x + V_{\text{off}} + V_{IS}^0$$

$$V_H^1 = -k_H B_x + V_{\text{off}} + V_{IS}^1$$

$$V_H^2 = k_H B_x + V_{\text{off}} + V_{IS}^2$$

$$V_H^3 = -k_H B_x + V_{\text{off}} + V_{IS}^3$$

$$V_H^4 = k_H B_x + V_{\text{off}} + V_{IS}^4$$

Ipotizzando che valgano le uguaglianze

$$V_{IS}^0 = V_{IS}^4 = V_{IS}^1 = -V_{IS}^2 = -V_{IS}^3$$

otterremo

$$V_H^* = V_H^2 + V_H^4 - V_H^3 - V_H^1 = 4k_H B_x$$

