

Campo magnético terrestre

DETERMINACIÓN DE LAS COMPONENTES HORIZONTAL Y VERTICAL DEL CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE.

- Medición del ángulo que gira una aguja magnética orientada paralelamente a la componente horizontal del campo magnético terrestre al superponer el campo magnético horizontal de un par de bobinas de Helmholtz.
- Determinación de la componente horizontal del campo magnético terrestre.
- Medición de la inclinación y determinación de la componente vertical y la magnitud total del campo magnético terrestre.

UE3030700

04/16 MEC/UD



Fig. 1: Disposición de medición.

FUNDAMENTOS GENERALES

La tierra está rodeada por un campo magnético el cual es generado por el llamado geodinamo. Cerca de la superficie terrestre el campo magnético se parece al campo de un dipolo magnético, las líneas de campo saliendo del hemisferio sur de la tierra y volviendo a entrar en el hemisferio norte de la tierra. El ángulo entre la dirección del campo magnético terrestre y la horizontal se denomina "Inclinación". La componente horizontal del campo magnético tiene un curso, en principio, paralelo a la di-

rección geográfica norte-sur. Como la coraza terrestre tiene diferentes magnetizaciones, aparecen desviaciones llamadas en general "Declinación".

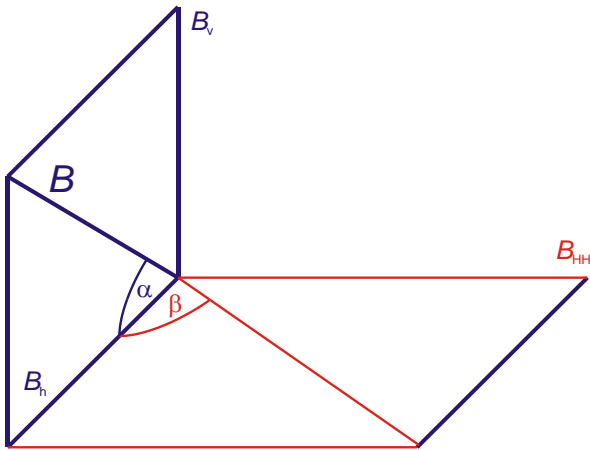


Fig. 2: Representación de las componentes los campos magnéticos considerados en el experimento y definición de los ángulos correspondientes.

En el experimento se determinan la inclinación y la magnitud así como las componentes horizontal y vertical del campo magnético terrestre en el lugar de experimentación.

Es válida la relación (Fig. 2):

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

α : Inclinación
 B_h : Componente horizontal
 B_v : Componente vertical

y

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

Es decir que es suficiente la determinación de las magnitudes B_h y α porque las dos siguientes se pueden calcular.

La inclinación α se determina con un inclinatorio. Para la determinación de la componente horizontal B_h se utiliza el mismo inclinatorio orientado en la horizontal de tal forma que su aguja magnética quede justada paralela a la componente horizontal y muestre hacia 0° . Un par de bobinas de Helmholtz genera un campo adicional B_{HH} , perpendicular a B_h y gira la aguja magnética en un ángulo β como indica la Fig. 2.

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

Para mejorar la exactitud se realiza esta medición para diferentes ángulos β .

LISTA DE APARATOS

1	Bobinas de Helmholtz 300 mm	1000906 (U8481500)
1	Fuente de alimentación CC 0-20 V, 0-5 A @230V	1003312 (U33020-230)
0		
1	Fuente de alimentación CC 0-20 V, 0-5 A @115V	1003311 (U33020-115)
1	Multímetro digital P1035	1002781 (U11806)
1	Inclinatorio E	1006799 (U8495258)
1	Resistore variable 100 Ω	1003066 (U17354)
1	uego de 15 cables de experimentación de seguridad, 75 cm	1002843 (U138021)

MONTAJE Y REALIZACIÓN

Observación:

El experimento se monta sobre una superficie plana y horizontal, en un lugar en el cual la medición no se vea distorsionada por campos magnéticos perturbantes.

Determinación de la componente horizontal B_h

- El inclinatorio se gira en la rueda manual de tal forma que el plano de la escala anular y la aguja magnética queden paralelos a la superficie de reposo.

La aguja magnética se orienta siempre a lo largo de la componente horizontal del campo magnético terrestre.

- El inclinatorio se gira en la placa base de tal forma que la marca 0° de la escala anular coincida con la dirección de la aguja magnética.
- Las bobinas de Helmholtz se deslizan alrededor del inclinatorio de tal forma que éste quede en el centro entre las dos bobinas (Fig. 1) con el eje de las bobinas orientado perpendicularmente a la dirección de la aguja magnética.
- Las bobinas de Helmholtz, el multímetro digital y la resistencia con contacto deslizante se conectan en serie con la fuente de alimentación de tensión (Fig. 1).
- La resistencia con contacto deslizante se ajusta en 100Ω .
- Se enciende la fuente de alimentación y se aumenta la corriente aumentando la tensión por medio del ajuste fino para tensión continua hasta que la dirección de la aguja magnética concuerde con la marca de 5° de la escala anular. El ángulo de desviación $\beta = 5^\circ$ se anota en la Tab. 1. Se lee a su vez el valor de la corriente I en el multímetro y también se anota en Tab. 1.
- La corriente se aumenta sucesivamente así que el ángulo de desviación aumente hasta $\beta = 75^\circ$ en pasos de 5° . El ángulo de desviación y el valor de la corriente se anota cada vez en la Tab. 1. Cuando el ajuste fino para tensión continua se encuentre en su extremo, la corriente se aumenta disminuyendo la resistencia por medio de la resistencia con contacto deslizante.

Determinación de la inclinación α

- El inclinatorio se gira en la rueda manual de tal forma que el plano de la escala anular y la aguja magnética se encuentren paralelas a la superficie de reposo.

La aguja magnética se orienta siempre a lo largo de la componente horizontal del campo magnético terrestre.

- El inclinatorio se gira en la placa base de tal forma que la marca 0° de la escala anular coincida con la dirección de la aguja magnética.
- El inclinatorio se gira en la rueda manual de tal forma que el plano de la escala anular y la aguja magnética se encuentren perpendicular a la superficie de reposo.
- Se espera hasta que la aguja magnética esté quieta.
- Se lee el ángulo de inclinación α_1 en la escala anular del inclinatorio y se anota en la Tab. 2.
- Con la rueda manual el inclinatorio se gira en 180° .
- Se espera hasta que la aguja magnética esté quieta.
- Se lee en la escala anular el ángulo de inclinación α_2 y se anota en la Tab. 2.

EJEMPLO DE MEDICIÓN Y EVALUACIÓN

Tab. 1: Ángulos de desviación β , corrientes ajustadas I y campos magnéticos B_{HH} de las bobinas de Helmholtz calculados según la ecuación (5).

β	I / 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

Tab. 2: La inclinación α determinada a partir del valor medio de los dos valores de medida α_1 y α_2 .

α_1	α_2	$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}$
65°	56°	60,5°

Determinación de la componente horizontal B_h

De (3) se obtiene:

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

La componente horizontal B_h es por lo tanto la pendiente de una línea que pasa por el origen en un diagrama $B_{HH} - \tan\alpha$.

El campo magnético B_{HH} del par de bobinas de Helmholtz se puede determinar muy fácilmente. En el interior del par de bobinas el campo es muy homogéneo y proporcional a la intensidad de la corriente I que pasa por cada una de las bobinas:

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

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

$N = 124$: Número de espiras

$R = 147,5 \text{ mm}$: Radio de las bobinas

- Campo magnético B_{HH} del par de bobinas de Helmholtz para las corrientes I ajustadas (Tab. 1) calculados de acuerdo a la fórmula (5) y notados en la Tab. 1.

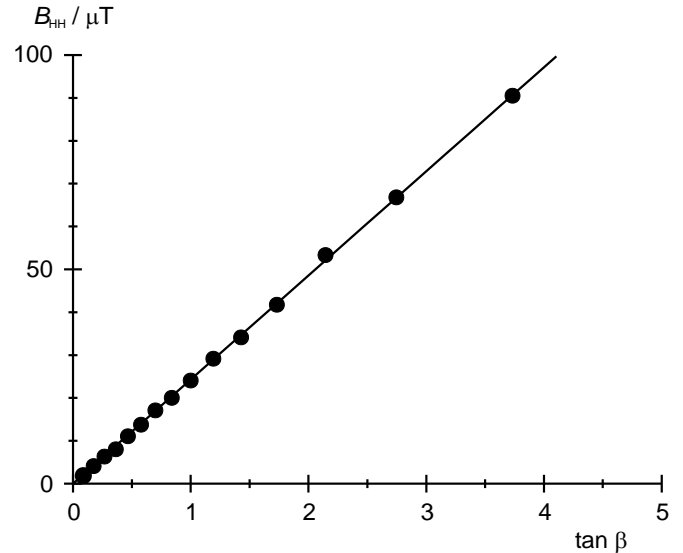


Fig. 3: Diagrama $B_{HH} - \tan\alpha$ para la determinación de la componente horizontal del campo magnético terrestre.

- Se hace un diagrama del campo magnético B_{HH} contra la $\tan\beta$ y se adapta un recta (Fig. 2).
- La componente horizontal B_h se determina directamente de la pendiente de la recta.
(6) $B_h = 23 \mu\text{T}$

Determinación de la componente vertical B_v a partir de la inclinación α

- Se determina la inclinación α a partir del valor medio de los dos valores de medida α_1 y α_2 (Tab. 2) y se anota en la Tab 2.
- Se determina la componente vertical por medio de la fórmula (1).

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

Determinación la magnitud total

- Se determina la magnitud total del campo magnético terrestre por medio de la fórmula (2).

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

Los valores determinados para la componente horizontal y la componente vertical concuerdan muy bien con los valores bibliográficos para Europa central $B_h = 20 \mu\text{T}$ y $B_v = 44 \mu\text{T}$.

