

Camp magnètic generat per una bobina recta

Objectiu

Mesurar el camp magnètic generat per una bobina en el seu eix. Comprovar la seva dependència en el nombre d'espines i la intensitat. Observar la dependència en funció de la distància al centre de la bobina.

Fonament teòric

Camp magnètic creat per una càrrega en moviment

Quan una càrrega q es mou amb una velocitat v crea un camp magnètic B al seu entorn donat per l'expressió:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q}{r^2} (\vec{v} \times \vec{u}_r)$$

on u_r és un vector unitari en la direcció que uneix la càrrega i el punt on calculem el camp, r és la distància entre la càrrega i aquest punt, i μ_0 és la permeabilitat magnètica de l'aire ($4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$).

Camp magnètic creat per un corrent elèctric

Per a un circuit elèctric on circula una intensitat de corrent I , el camp magnètic generat ve donat per la **lei de Biot-Savart**:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I}{r^2} (d\vec{l} \times \vec{u}_r)$$

on $d\vec{l}$ és el diferencial de circuit elèctric (mesurat en m).

Camp magnètic creat per una bobina

Una bobina recta està constituïda per un fil enrotllat formant un cilindre. La circulació d'una intensitat I genera un camp magnètic, més intens a l'interior de les espines que a l'exterior, i que segueix aproximadament l'eix de la bobina.

Per a una bobina cilíndrica, llarga en comparació amb les seves dimensions transversals (secció de les espines) i amb les espines molt juntes i uniformement repartides, el camp a l'interior és molt uniforme, i segueix l'eix de la bobina. El valor del camp magnètic B a l'interior es pot trobar mitjançant l'expressió:

$$B_{\text{int}} = \mu_0 \frac{N}{L} I$$

on I és la intensitat, N el nombre d'espines, L la longitud de la bobina, i μ_0 és la permeabilitat magnètica de l'aire ($4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$).

Just als extrems de la bobina, la teoria prediu que el camp magnètic val la meitat que al centre.

Mètode operatiu

En aquesta pràctica:

- ◆ Comprovarem experimentalment les dependències implícites del camp magnètic a l'interior d'una bobina: com depèn de la intensitat i el nombre d'espires.
- ◆ També veurem com varia el camp amb la distància al centre de l'espira.
- ◆ Utilitzarem també el muntatge de la pràctica per mesurar el camp generat per un imant.

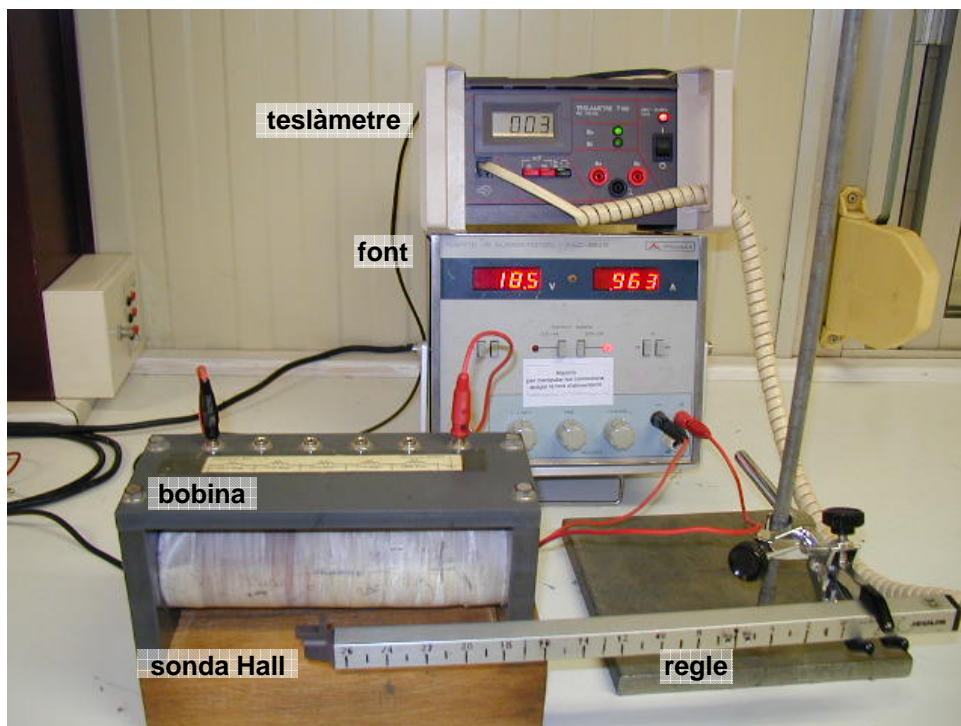


Figura 1: Muntatge experimental

Disposem d'una bobina de la qual podem triar el nombre d'espires i podem ajustar la intensitat que hi circula. La **bobina** que tenim al laboratori en realitat es tracta de diverses bobines amb la mateixa longitud i aproximadament la mateixa secció (la geometria no varia). Canviant els borns d'alimentació de la bobina podem treballar amb 200, 400, 600 o 800 espires.

Per prendre mesures del camp magnètic generat per la bobina utilitzarem un **teslèmetre** (fig.1), el qual disposa d'una **sonda Hall** (el sensor de camp magnètic) situada a l'extrem de la barra graduada (regle). En presència d'un camp magnètic, la sonda Hall subministra una tensió que és amplificada i convertida a valors de camp magnètic.

El teslèmetre del laboratori permet mesurar el camp en la direcció paral·lela a la barra graduada o perpendicular. Com que volem mesurar el camp magnètic axial (en la direcció de l'eix de la bobina), per fer les mesures utilitzarem el teslèmetre en la posició B_x (direcció paral·lela a la barra graduada) i situarem la sonda de Hall l'interior de la bobina.

!! Cal considerar la **font d'alimentació** com una eina potencialment perillosa ja que pot subministrar intensitats de diversos amperes. Per tant, quan feu canvis de connexions al llarg de la pràctica o manipuleu la bobina, apagueu la font.

Realització de mesures

- a)** Connecteu el sistema d'alimentació del teslàmetre. Poseu l'interruptor en la posició B_x . Deixeu el teslàmetre uns 15 minuts connectat (per assolir l'estabilització tèrmica).
- b)** Poseu la sonda Hall allunyada de qualsevol font de camp magnètic. El teslàmetre hauria de marcar zero. Si no és així, caldrà ajustar-lo fins que marqui $B_x = 0$.
- c)** Poseu la sonda Hall dins la bobina, al centre, i feu circular per la bobina diferents intensitats I proporcionades per la font (utilitzem valors inferiors a 1A). Anoteu aquestes intensitats i els valors mesurats del camp magnètic B . Anoteu també la longitud L de la bobina i el nombre d'espines N .
- d)** Amb la cel·la Hall al centre de la bobina, feu passar una intensitat constant I per la bobina, tot variant el nombre d'espines N . Anoteu els valors del nombre d'espines N i del camp magnètic mesurat B . Anoteu també els valors de la intensitat I i de la longitud de la bobina L .
- e)** Fixant la intensitat en la bobina, mesureu el camp magnètic al llarg de l'eix de la bobina (aprofiteu l'escala mètrica de la sonda). Anoteu el valors del camp magnètic B per a cada posició x . Preneu valors també fora de la bobina.
- f)** Acosteu un imant permanent a la sonda Hall i anoteu el valor màxim de camp magnètic que pugueu mesurar. Localitzeu els pols de l'imat.

Tractament de dades i qüestions

- 1)** A partir dels valors de l'apartat **c**, construïu una gràfica del camp al centre de la bobina en funció de la intensitat que hi circula. Comenteu el resultat.
- 2)** Trobeu el pendent de la gràfica de l'apartat **1** i compareu el resultat amb el valor teòric que es pot obtenir de l'expressió per al camp al centre de la bobina. Calculeu l'error relatiu per comparar els resultats.
- 3)** A partir dels valors de l'apartat **d**, construïu una gràfica del camp al centre de la bobina en funció del nombre d'espines. Comenteu el resultat.
- 4)** Trobeu el pendent de la gràfica de l'apartat **3** i compareu el resultat amb el valor teòric que es pot obtenir de l'expressió per al camp al centre de la bobina. Calculeu l'error relatiu per comparar els resultats.
- 5)** A partir dels valors de l'apartat **e**, construïu una gràfica del camp al llarg de l'eix de la bobina. Comenteu el resultat i verifiqueu que el camp magnètic als extrems de la bobina és igual a la meitat que el camp magnètic al centre.
- 6)** Estimeu la intensitat necessària per aconseguir, al centre de la bobina i amb totes les espines (800), un camp magnètic equivalent al màxim que heu trobat per l'imat a l'apartat **f**.

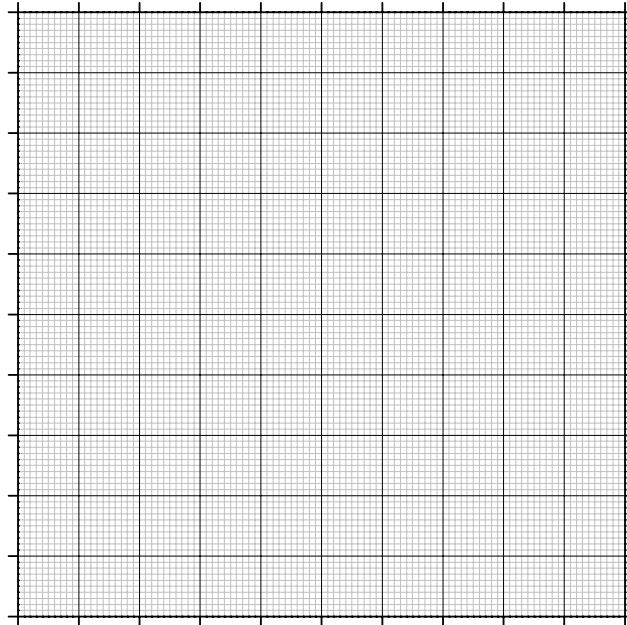
Camp magnètic generat per una bobina recta

1) Ompliu la taula amb els valors del camp magnètic per a diferents intensitats i anoteu el valor de N i L . Amb aquests valors construïu una gràfica del camp al centre de la bobina en funció de la intensitat que hi circula. Comenteu-ne el resultat.

I (A)	B (mT)

$N =$

$L =$



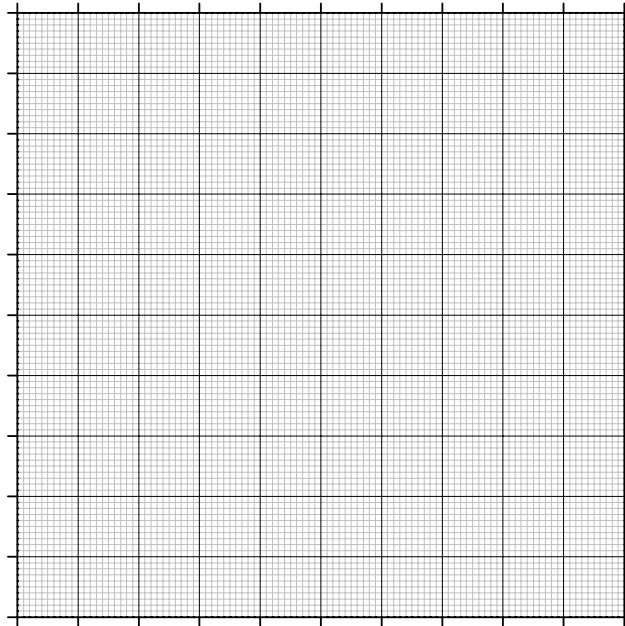
2) Trobeu el pendent de la gràfica de l'apartat 1 i compareu el resultat amb el valor teòric que es pot obtenir de l'expressió per al camp al centre de la bobina. Calculeu l'error relatiu per comparar els resultats.

3) A partir dels valors del camp magnètic per diferent nombre d'espines, ompliu la taula i anoteu el valor de I i L . Amb aquests valors construïu una gràfica del camp al centre de la bobina en funció del nombre d'espines. Comenteu-ne el resultat.

N	B (mT)

$I =$

$L =$



4) Trobeu el pendent de la gràfica de l'apartat 3 i compareu el resultat amb el valor teòric que es pot obtenir de l'expressió per al camp al centre de la bobina. Calculeu l'error relatiu per comparar els resultats.

