

BOBINE DI HELMHOLTZ

Scopo:

Caratterizzare e misurare il campo magnetico generato da due bobine in configurazione di Helmholtz.

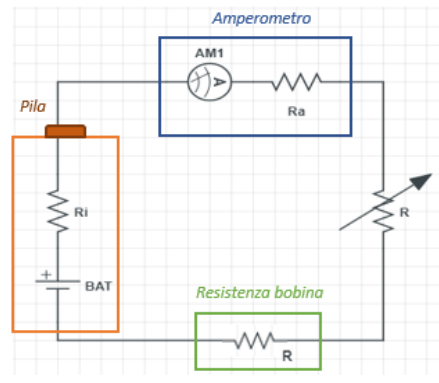
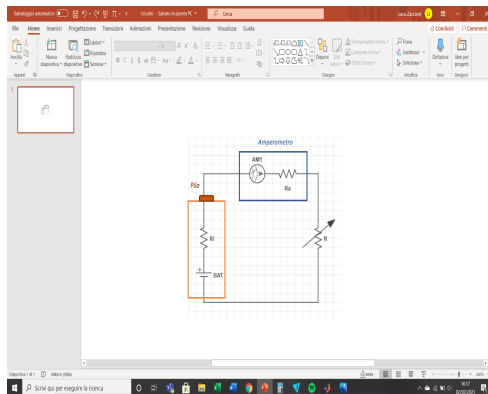
Strumenti:

- Bobina: ricavabile mediante avvolgimento compatto di un filo conduttore verniciato (ad esempio il filo di rame, facilmente reperibile), per evitare che le spire adiacenti rimangano elettricamente isolate le une dalle altre; costruirne due il più possibile uguali come dimensioni e numero degli avvolgimenti. Cercare di mantenere un rapporto elevato fra raggio delle bobine e spessore dell'avvolgimento
- Pila ricaricabile: se in casa si ha a disposizione un generatore di corrente, usare quest'ultimo;
- Resistenza: usare una resistenza di 10-100 Ohm fra il generatore e le bobine, al fine di evitare il corto circuito. Se possibile acquistare in un negozio specializzato o su un sito di vendita un set di resistenze;
- Magnetometro: necessario per la misura quantitativa del campo magnetico delle bobine. Non è necessario acquistare lo strumento, sono reperibili applicazioni scaricabili per cellulare che sono più che soddisfacenti, esiste anche un software che permette l'elaborazione dei dati (link alle applicazioni sono disponibili nella sezione "link utili");
- Due multimetri digitali per la lettura della corrente e del voltaggio: acquistabili a prezzo modico su siti di vendita o in negozi specializzati di elettronica;
- Bussola.

Procedimento:

- Prendere nota dal manuale il valore della resistenza interna del multimetro (dichiarata dalla casa costruttrice). È utile misurare la resistenza della pila. Per fare questo utilizzare il circuito di Fig.1A inserendo in serie nel circuito una resistenza R nota e uno dei due multimetri in configurazione di amperometro e, con il secondo multimetro in configurazione di voltmetro, leggere la tensione ai capi della pila. Attenzione! Se si chiude il circuito senza una resistenza si rischia di provocare un cortocircuito con il conseguente surriscaldamento e danneggiamento della pila. Riportare in grafico la differenza fra tensione ai capi della pila a circuito aperto e quella sotto carico per diversi valori di corrente. Ottenere dalla pendenza la resistenza interna della pila.
- Costruire un circuito come in Fig.1B per caratterizzare la bobina, inserendo una delle due bobine in serie nel circuito di Fig.1A. Misurare il valore della corrente con multimetro in modalità amperometro a una delle bobine per un fissato valore della resistenza. Leggere ai capi della bobina la tensione. Determinare la resistenza della bobina dal rapporto tensione/corrente. Il processo va ripetuto per entrambe le bobine. La misura risulterà più

accurata se effettuata per diversi valori della resistenza R e quindi dalla pendenza del grafico della tensione in funzione della corrente.



- In alternativa e/o come verifica di legge la tensione ai capi della pila. Il rapporto fra tensione e corrente in questo caso sarà uguale alla somma della resistenza R , la resistenza della bobina, la resistenza dell'amperometro e la resistenza della pila. Quindi per misurare la resistenza della sola bobina, avendo questa valore molto basso, si dovrà sottrarre al risultato la resistenza stessa del multimetro, della pila e della resistenza esterna.
- Confrontate questo valore anche con quello determinato collegando gli avvolgimenti direttamente al multimetro in modalità ohmetro.

Domanda:

Le due bobine hanno la stessa resistenza? Sarebbe un problema se così non fosse?

Collegate ora le due bobine in configurazione di Helmotz (vedi Fig.2), ossia in una coppia di bobine con le seguenti caratteristiche:

- hanno entrambe raggio R ;
- hanno spessore molto più piccolo del raggio R ;
- sono disposte, a distanza R , in modo che gli assi di simmetria delle due bobine siano coincidenti;
- hanno lo stesso numero N di avvolgimenti;
- sono elettricamente collegate in serie, in modo che il verso di percorrenza delle due correnti sia lo stesso.

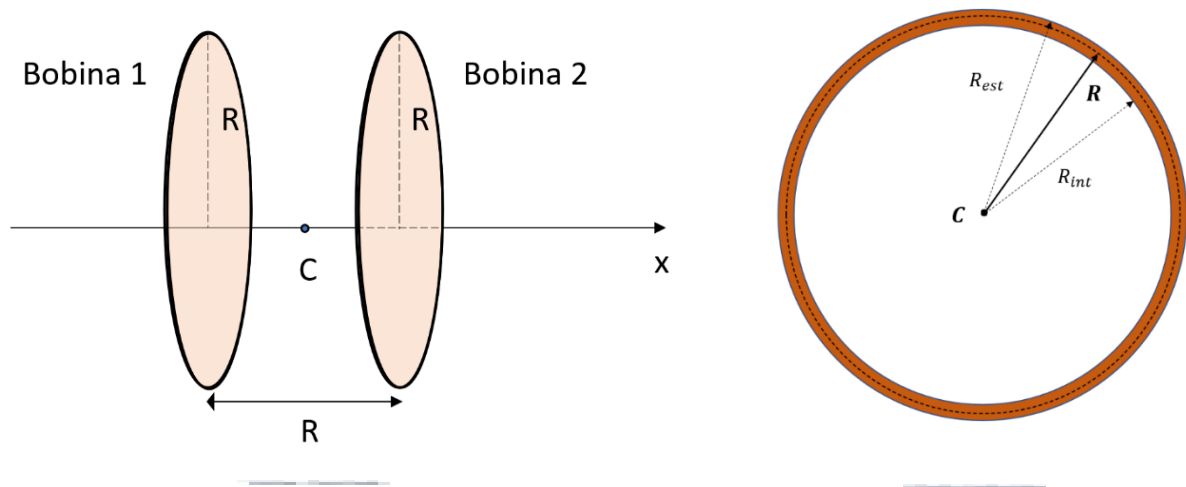
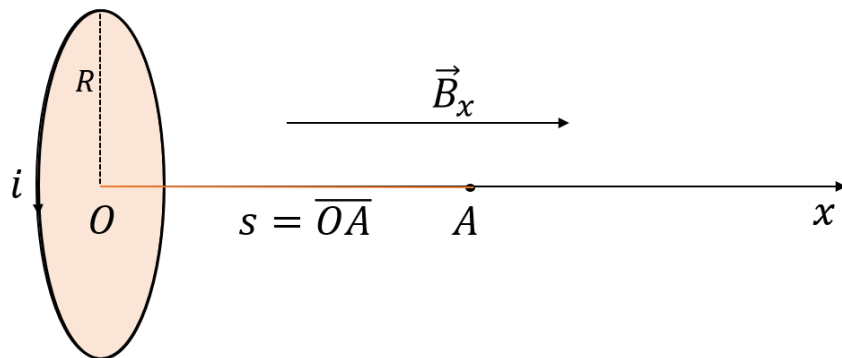


Fig 2

Vogliamo calcolare il campo prodotto da tali bobine nel punto C.

Se il punto P giace sull'asse di simmetria delle spire, è sufficiente considerare soltanto le componenti del campo dirette lungo l'asse x.



Se prima volete caratterizzare il campo magnetico prodotto lungo l'asse x da una sola bobina, costituita da N spire, esso sarà dato dalla relazione:

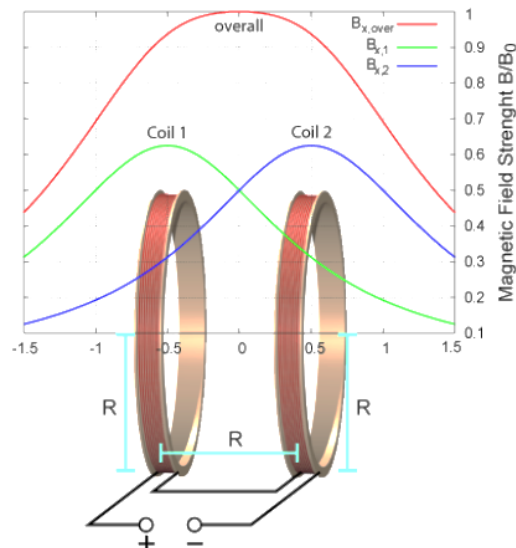
$$B_{x,1}(s) = \frac{\mu_0}{2} i N \frac{R^2}{(R^2 + s^2)^{\frac{3}{2}}}$$

dove μ_0 è la permeabilità magnetica del vuoto, i l'intensità di corrente e R il raggio della bobina.

Per verificare la correttezza di ciò che ottenete potete inserire nella relazione precedente qualche valore arbitrario di s e poi misurare il campo magnetico a quelle stesse distanze s e vedere se ottenete valori simili.

Se invece collegate le bobine in serie in configurazione di Helmholtz e vi ponete nel punto $s = R/2$, dovrete misurare il seguente valore di campo uniforme:

$$B_{x,over}\left(s = \frac{R}{2}\right) = 2 \frac{\mu_0}{2} iN \frac{R^2}{\left(R^2 + (R/2)^2\right)^{\frac{3}{2}}} = \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \frac{\mu_0 iN}{R}$$



Provate a muovervi di poco lungo x dalla posizione $s = \frac{R}{2}$: siccome in quell'intorno il campo è uniforme, dovrete misurare un valore di campo magnetico non troppo diverso dal precedente.

Suggerimenti

- Cercare di riportarsi alla condizione di bobina ideale: avvolgere le spire nel modo più compatto possibile;
- Se non si raggiunge tale condizione, cosa accade? Provare a muovere la bussola all'interno della spira;
- Per ottenere una buona bobina è necessario avvolgere (in maniera compatta) il filo conduttore attorno a un tubo cilindro e applicare, con le mani, due pressioni opposte sul filo stesso, in modo tale da ottenere degli avvolgimenti.

Link e altri materiali utili:

- Scaricare la seguente App per controllo e acquisizione dati dei dispositivi MEMS del cellulare
<https://phyphox.org/>
- Altra App per il magnetometro:
<https://play.google.com/store/apps/details?id=uk.co.spacerocket.magnetometer>
- Spiegazione e trattazione bobine di Helmholtz:
http://hep.fi.infn.it/ol/samuele/didactics/campo_bobine.pdf
- Prendere spunto dal video illustrativo rappresentante un solenoide (non il vostro caso):
https://drive.google.com/file/d/19orG2xkAn9FFetFdGDnkXvi_Ypst3nqa/view?usp=sharing

**Organizza in modo originale il tuo esperimento e mandaci il tuo video:
pubblicheremo le idee più originali
buon lavoro!**