

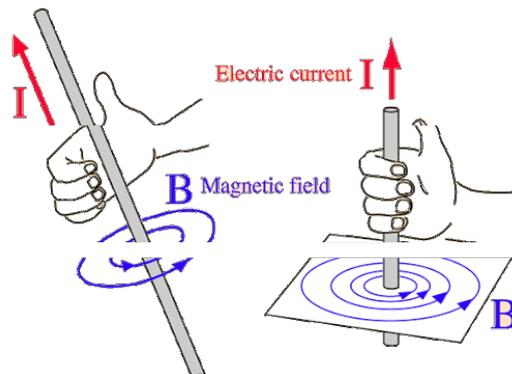
Campi magnetici

Giuseppe Sottile

28 giugno 2021

1 Abstract

Nella seguente prova si determina il campo magnetico indotto da un filo percorso da corrente a coppia e se ne analizzano le caratteristiche riguardo all'orientazione del medesimo vettore campo di induzione magnetica nello spazio.



2 Keywords

Magnetic - Field - Magnetismo - Solenoide - Biot-Savart

◇

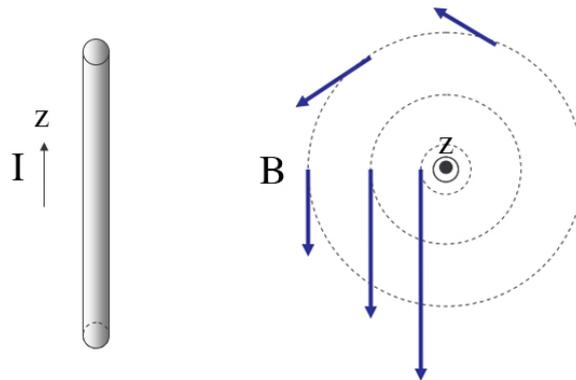
3 Materiale

- Smartphone Mate 10 Pro BLA-L09 con Sistema operativo Android 10 - 6Gb RAM, Processore HiSilicon Kirin 970.
- Multimetro digitale
- Doppino telefonico
- Nastro
- Pile da 1.5V AA, C, D
- righello

4 Introduzione

Quando un filo è percorso da una corrente dalla teoria classica dell'elettromagnetismo, secondo la legge di Biot-Savart, il campo di induzione magnetica \vec{B} , dipende dalla distanza d ed è orientato lungo l'azimuth, secondo la seguente relazione:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \hat{\phi}$$



5 Procedimento

5.1 Misurazioni

Le misure si sono effettuate spostando eventuali oggetti magnetici che avrebbero potuto inficiare i dati. Si è avvicinato lo smartphone alla coppia di fili e per pochi secondi si è effettuata la misura evitando troppo di surriscaldare la batteria e le mani.



Figura 1: Misurazioni

6 Risultati

Di seguito i risultati relativi alle misurazioni. La tabella riassume i valori grezzi misurati direttamente dal sensore magnetometro lungo le tre direzioni spaziali. L'ultima colonna riporta il valore del modulo secondo la relazione tipica in uno spazio metrico euclideo a curvatura nulla

$$|B| = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$$

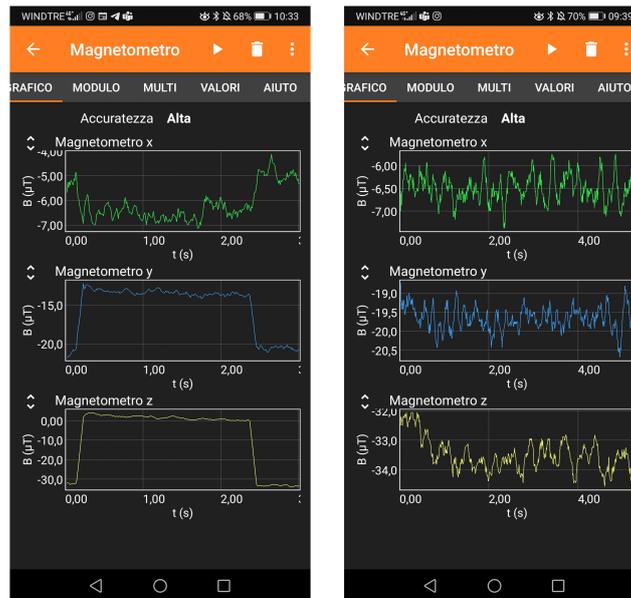


Figura 2: Misurazioni

"Time (s)"[X]	"Magnetic Field x (\hat{A})	"Magnetic Field y (\hat{A})	"Magnetic Field z (\hat{A})	"Absolute field ($\hat{A}\mu T$)
0,0224458	-4,3125	-21,0625	-32,8125	39,2286
0,0324458	-3,8125	-20,8125	-32,8125	39,043
0,0424458	-3,75	-20,6875	-32,6875	38,8653
0,0524458	-4	-20,625	-32,25	38,4896
0,0624458	-4,0625	-20,4375	-32,375	38,5011
0,0724458	-4,25	-20,375	-32,4375	38,5408
0,0824458	-4,1875	-20,1875	-32,3125	38,3297
0,0924458	-4,1875	-20,125	-32,4375	38,4024
0,102446	-4,125	-20,0625	-32,1875	38,1517
0,112446	-4,125	-19,75	-32,375	38,1473
0,122446	-4,25	-19,5625	-32,1875	37,905
0,132446	-4,25	-19,5625	-32,3125	38,0112
0,142446	-4,1875	-19,3125	-32,625	38,1431
0,152446	-4,25	-19,375	-32,5	38,075
0,162446	-4,0625	-19,25	-32,625	38,098
0,172446	-4,25	-19,125	-32,625	38,0555
0,182446	-4,3125	-19,25	-32,375	37,9117
0,192446	-4,5	-19,0625	-32,4375	37,8922
0,202446	-4,5625	-19,25	-32,25	37,8344
0,212446	-4,5625	-19,375	-32,3125	37,9513
0,222446	-4,625	-19,4375	-32,125	37,8315
0,232446	-4,625	-19,625	-32	37,8224
0,242446	-4,6875	-19,5625	-32,0625	37,8506
0,252446	-4,875	-19,625	-32	37,8537
0,262446	-4,875	-19,6875	-32,4375	38,2564
0,272446	-4,8125	-19,6875	-32,5625	38,3546

Figura 3: misure con corrente

6.0.1 Risultati mediati

Di seguito i risultati analizzati statisticamente: si riporta il valore in modulo del campo di induzione magnetica per ciascuna direzione rispettivamente $|\vec{B}_x|$, $|\vec{B}_y|$, $|\vec{B}_z|$ con un'incertezza pari alla deviazione standard σ . I valori di B sono espressi in μT .

- $|\vec{B}_x|$ in assenza di correnti = $(6.49 \pm 0.29)\mu T$
- $|\vec{B}_y|$ in assenza di correnti = $(19.66 \pm 0.30)\mu T$
- $|\vec{B}_z|$ in assenza di correnti = $(33.48 \pm 0.53)\mu T$
- $|\vec{B}_x|$ in presenza di correnti $(4.36 \pm 0.47)\mu T$
- $|\vec{B}_y|$ in presenza di correnti $(23.12 \pm 3.89)\mu T$
- $|\vec{B}_z|$ in presenza di correnti $(49.51 \pm 17.64)\mu T$

	Time (s)[X]	Magnetic Field x (Ât)	Magnetic Field y (Ât)	Magnetic Field z (Ât)	Absolute field (ÂµT)
1	0,025774	-7	-18,75	-32,5	38,1682
2	0,035774	-6,5625	-19,0625	-32,1875	37,98
3	0,045774	-6,875	-19,4375	-32,3125	38,3299
4	0,055774	-6,625	-19,3125	-32,3125	38,2225
5	0,065774	-6,5625	-19,1875	-32,5	38,3077
6	0,075774	-6,3125	-19,4375	-32,25	38,1802
7	0,085774	-6,3125	-19,3125	-32,1875	38,0638
8	0,095774	-6,3125	-19,1875	-32,1875	38,0006
9	0,105774	-6,0625	-19,375	-32,25	38,1078
10	0,115774	-6,125	-19,5625	-32,125	38,108
11	0,125774	-6,125	-19,5625	-32,125	38,108
12	0,135774	-5,9375	-19,4375	-32,25	38,12
13	0,145774	-6,1875	-19,3125	-32,125	37,9904
14	0,155774	-6,1875	-19,375	-32,0625	37,9695
15	0,165774	-6,3125	-19,0625	-32,3125	38,0437
16	0,175774	-6,3125	-19,1875	-32,5	38,2656
17	0,185774	-6,375	-19,375	-32,5625	38,4233
18	0,195774	-6,375	-19,3125	-32,375	38,2329
19	0,205774	-6,3125	-19,1875	-32,375	38,1595
20	0,215774	-6,5625	-19	-32,375	38,1078
21	0,225774	-6,375	-19,125	-32,1875	37,9795
22	0,235774	-6,1875	-19,1875	-32,3125	38,086
23	0,245774	-6,25	-19,1875	-32,25	38,0432
24	0,255774	-6,1875	-19,3125	-32,125	37,9904
25	0,265774	-6,3125	-19,1875	-32,0625	37,8947
26	0,275774	-6,3125	-19,3125	-32,0625	37,9582

Figura 4: misure senza corrente

6.1 Distanza (misura)

La distanza misurata tramite righello espressa in metri è riportata di seguito: Si è assunto un valore per l'incertezza pari al millimetro, essendo il righello "millimetrato" ed essendo difficile misurare ad un ordine inferiore.

- **Distanza(m)** = $(0.20 \pm 0.01)m$

7 Discussione sull'orientazione del vettore campo magnetico nello spazio

La direzione del campo magnetico (supponendo di trovarci in assenza di disturbi esterni che potrebbero alterarne la direzione) ad esempio nel vuoto segue, anzitutto, la regola della mano destra (se si opera, come di consueto, in una terna di riferimento destrorsa). Questo significa che se la corrente va nella stessa direzione del vettore di orientazione della superficie che ha come bordo una curva attorno al filo il campo magnetico ha componente positiva, altrimenti negativa; questo fatto è correlato al concetto di circuitazione del campo secondo le convenzioni standard dell'elettromagnetismo.

7.0.1 Assetto del campo magnetico nel caso "in assenza di corrente nel filo"

Dalle misure effettuate, il campo magnetico ha assunto tutte e tre le componenti negative, essendo l'esperimento svolto naturalmente, in presenza del campo terrestre e di eventuali altri campi presenti (PC, ecc), con un modulo complessivo di circa $(39.37 \pm 0.51 \mu T)$

7.0.2 Assetto del campo magnetico nel caso "in presenza di corrente nel filo a coppia"

Anche dopo il passaggio della corrente il campo ha mantenuto tutte e tre le componenti negative, ma esse si sono discostate dalle precedenti, per la presenza del campo lungo il filo. **Essendo il filo posizionato "a coppia", naturalmente c'è stato un effetto di annullamento, in quanto la corrente percorre il filo una volta in un verso, mentre l'altra volta nel verso opposto e questo provoca una somma vettoriale di campi opposti.** Infatti il modulo in presenza di correnti è risultato essere pari ad un valore di circa $(54.59 \mu T)$ con un'incertezza di ± 17.50 , questo dovrebbe mostrare come l'aver introdotto una coppia abbia prodotto un campo debolissimo per via della somma vettoriale.

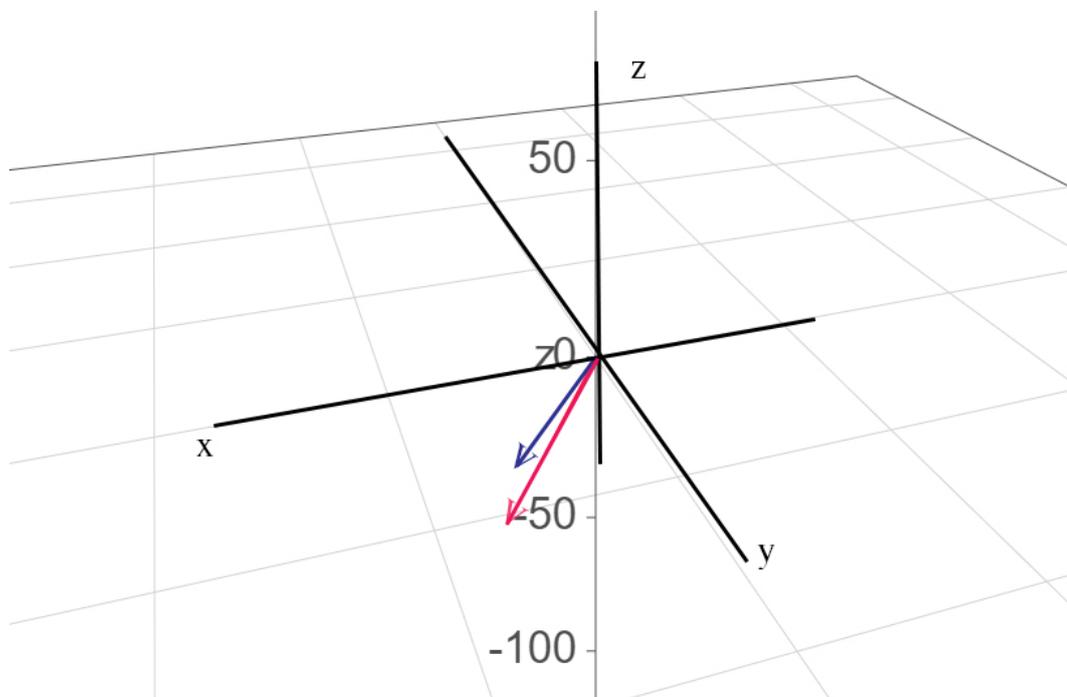


Figura 5: Campo magnetico nello spazio: In blue il campo in assenza di correnti, in rosso quello in presenza di correnti

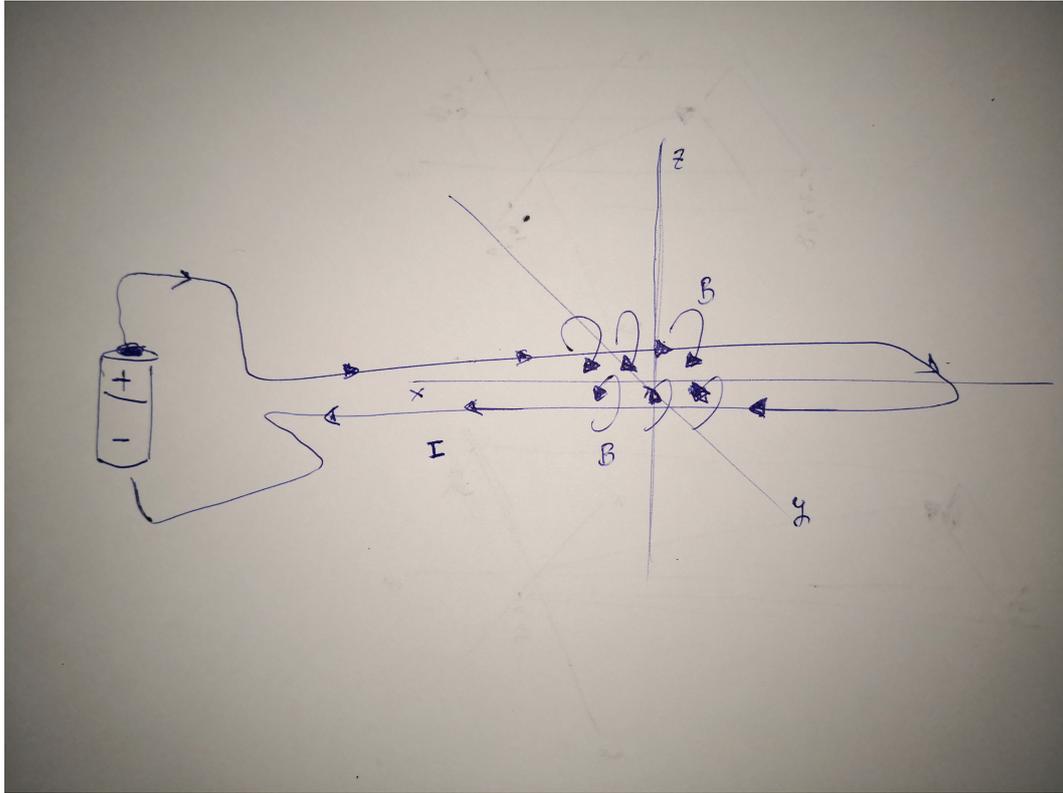


Figura 6: Schema del circuito

Naturalmente essendo dipendente dalla distanza l'effetto complessivo del campo magnetico indotto dai due fili percorsi dalla medesima corrente ma in senso opposto dipende dalla distanza tra i due fili medesimi, minore è la distanza maggiore è la tendenza del campo allo 0, come espresso dalla seguente formula:

$$B_{coppia} = B \cos \theta = 2 \frac{\mu_0 I R}{2\pi d} \frac{R}{d}$$

dove, R è la distanza tra i due fili diviso 2, mentre θ è l'angolo del piano i due fili e la normale, verificando tale relazione con una corrente di circa $50A$, una distanza di $1cm$, si è ottenuto un valore di circa 0.00005 per il modulo di B a dimostrare come il campo prodotto dai due fili in un punto sull'asse z ad esempio è quasi nullo.

8 Conclusioni e note

Nell'esperimento si è osservato come un campo magnetico prodotto in un filo a coppia sia relativamente molto debole, al diminuire della distanza tra la coppia dei singoli fili.

9 Bibliografia

- Mencuccini Silvestrini / Fisica 2 (Elettromagnetismo Ottica), Liguori Ed
- Mazzoldi Nigro Voci / Fisica 2, Edises