

29-01-2004

## Esperimenti di laboratorio-Effetti elettromagnetici

Progetto FIS-LAB a.s. 2003/2004

Prof.ssa Amicone Giuliana

Saranno effettuati esperimenti di laboratorio in modo qualitativo.

- 
1. Visualizzazione dei campi magnetici di un filo conduttore, di una spira, di un solenoide;
  2. Esperimento di Oersted;
  3. Azione magnete corrente con il banco di Ampere;
  4. Solenoide percorso da corrente;
  5. Elettromagnete;
  6. Forza portante di un elettromagnete;
  7. Campanello elettrico.

Ricordo agli studenti che ogni esperimento prevede la redazione di una relazione di laboratorio nella quale dovranno essere presenti:

1. il **titolo** dell'esperimento;
  2. la **descrizione** dell'esperimento, cioè il progetto dell'esperienza;
  3. lo **schema** del dispositivo o del circuito oggetto di indagine empirica;
  4. l'**elenco** degli strumenti e dei materiali adoperati;
  6. l'**analisi** dei dati mediante la quale si discutono i risultati ottenuti alla luce della teoria e/o dei modelli;
  7. le **considerazioni critiche** conclusive contenenti il giudizio che viene dato dallo studente circa la validità dei risultati ottenuti.
-

## Esperienze di laboratorio del 29-01-2004 sugli effetti dell'elettromagnetismo

### ◆ Visualizzazione dei campi magnetici di un filo conduttore e di un solenoide

L'apparecchio per la visualizzazione delle linee di forza del campo magnetico è costituito da una lastra trasparente su cui sono montati due conduttori paralleli e verticali, un solenoide con 5 spire e due solenoidi affacciati. (tutto si può proiettare tramite una lavagna luminosa).

La tensione di alimentazione deve essere continua e l'intensità di corrente di 2-4 A.

Quale indicatore delle linee di forza deve essere usata della limatura di ferro molto fine.

I due conduttori paralleli possono essere alimentati in serie o in parallelo, ponticellando opportunamente le boccole di ingresso; inoltre, con lo stesso sistema, si può far sì che gli stessi siano percorsi da corrente di uguale senso o di senso inverso. Analogamente per i solenoidi.

Collegare i conduttori alla sorgente di corrente, spegnere l'alimentatore sul valore di corrente desiderato e cospargere la lastra con la limatura di ferro. Riaccendere l'alimentatore e favorire la disposizione della limatura con leggeri colpi sulla lastra.

**Risultati:** un filo rettilineo percorso da corrente genera un campo magnetico; le linee di forza sono circonferenze concentriche con il centro sul filo, il verso è quello secondo cui ruota una vite destrorsa che avanza nel verso della corrente. Per ottenere un sufficiente orientamento della limatura di ferro è necessario operare con correnti intense, praticamente di alcuni ampere.

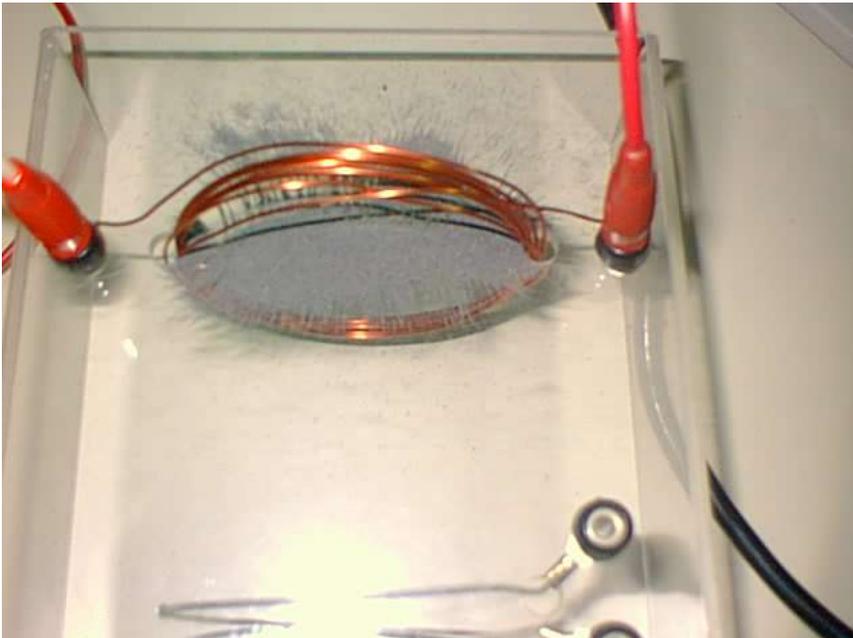
**Risultati:** le linee di forza di una serie di spire, cioè di un solenoide, molto vicine tra loro e realizzate con un unico filo, è analogo a quello di un magnete permanente; all'interno le linee sono parallele, quindi il campo magnetico è uniforme. All'esterno invece, se il diametro della bobina è piccolo rispetto alla lunghezza, il campo magnetico è nullo.

### ◆ Visualizzazione del campo magnetico di una spira

Considerare una spira di rame inserita più volte nella stessa fessura di un dispositivo trasparente e collegarlo ad un alimentatore.

La tensione di alimentazione deve essere continua e l'intensità di corrente di 2-4 A.

Quale indicatore delle linee di forza deve essere usata della limatura di ferro molto fine.



**Risultati:** le linee di forza di una spira percorsa da corrente tendono ad assumere una forma circolare man mano che ci si avvicina alla spira, quindi analogo a quello di un filo percorso da corrente, all'interno sono più fitte e all'esterno più distanziate. All'interno i campi magnetici prodotto dalle due parti opposte della spira hanno lo stesso verso quindi si sommano, all'esterno gli stessi campi hanno verso opposto e quindi si sottraggono.

Nel centro della spira è diretto perpendicolarmente al suo piano e verso quello di avanzamento di una vite destrorsa che ruota nel verso della corrente.

## ◆ Esperimento di Oersted

### OBIETTIVO

Dimostrare la regola di Oersted.

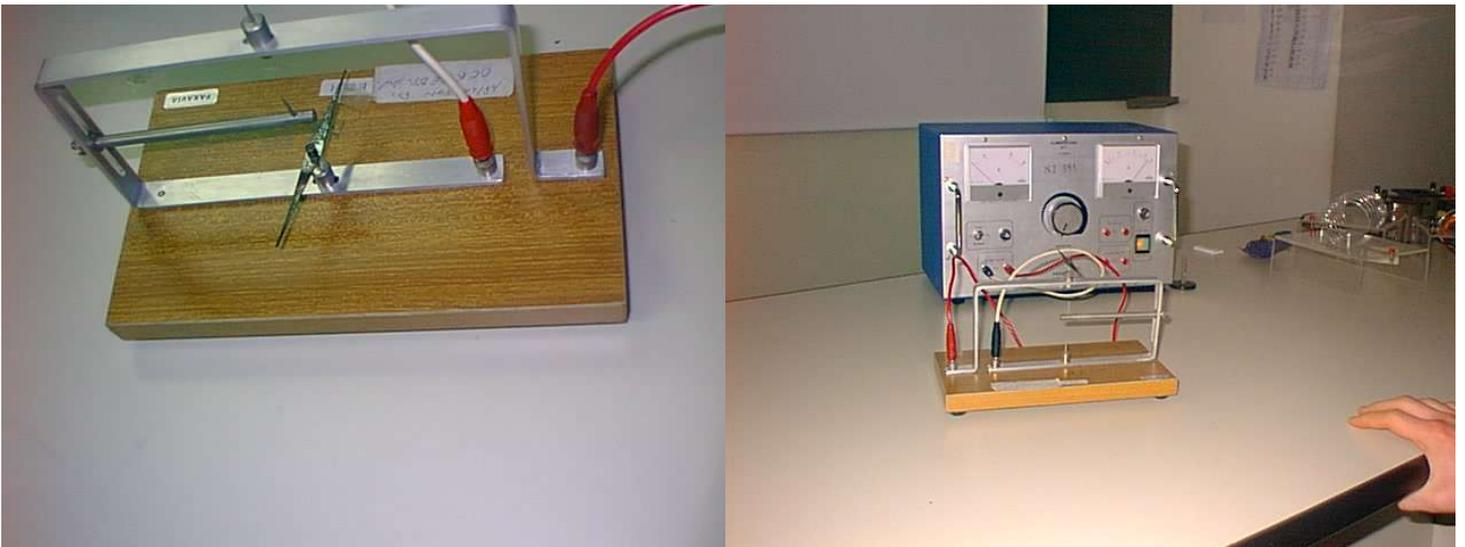
### MATERIALE

Apparecchio di Oersted  
Alimentatore  
Cavi di collegamento  
Ago magnetico

### PROCEDIMENTO

Collegare l'apparecchio ad un generatore di corrente con i cavi di collegamento e disporre un ago magnetico pochi centimetri al di sotto di questo. Chiudere il circuito in modo da far passare la corrente nell'apparecchio. Controllare il verso della corrente nel conduttore e il verso di rotazione dell'ago.

Ripetere l'operazione scambiando i collegamenti con i due poli del generatore, in modo da invertire la corrente.



**Risultati:** Un filo rettilineo percorso da corrente genera un campo magnetico. La direzione del campo dipende dalla direzione della corrente e dalla sua intensità: l'ago ruoterà di  $90^\circ$  disponendosi perpendicolarmente al filo secondo la seguente regola: se si dispone la mano destra aperta sopra al conduttore in modo che la corrente penetri per il polso ed esca per il dito medio, l'ago magnetico posto al di sotto del conduttore, devia nella direzione del pollice.

Chiacchiari Cosma  
Ricci Valentina  
Tarquini Marco  
Vittoriosi Pasquale

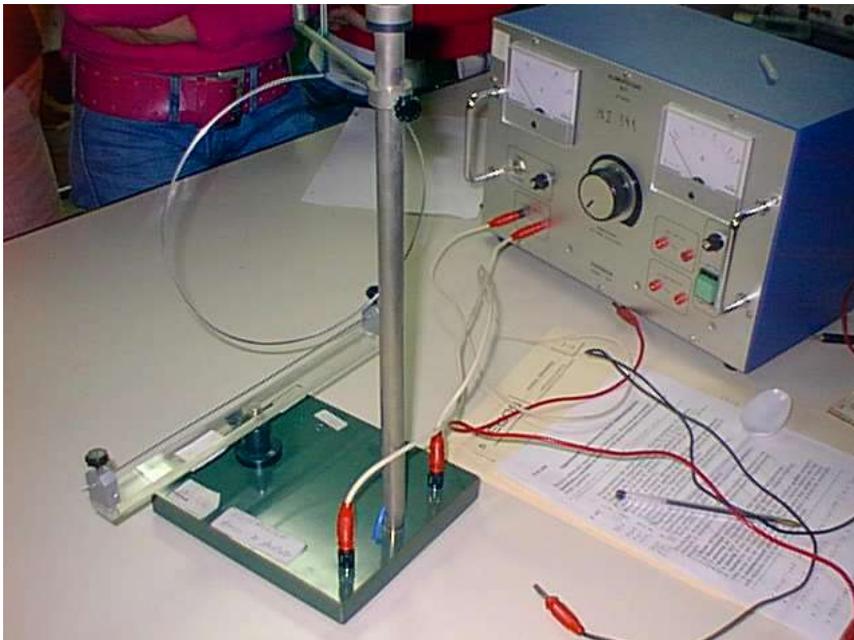
Classe IV D

#### ◆ Azione magnetica corrente con il banco di Ampere

Questo apparecchio è costituito da una colonna fissa alla cui estremità superiore vi sono due braccia metalliche parallele, elettricamente isolate e collegate a due serrafilati montati sulla base; il braccio inferiore è regolabile in altezza per sorreggere con minimo attrito i circuiti mobili. Questi ultimi sono formati da un grosso filo di alluminio ed i loro capi terminano con due punte di acciaio allineabili lungo l'asse di rotazione. La distanza tra le punte di acciaio di ciascun circuito mobile (spira, solenoide, ...) deve essere leggermente inferiore alla distanza tra i vertici delle due scodellette, così che sospendendo un circuito sul banco, esso appoggia per la parte superiore che agisce da perno per la rotazione del circuito stesso. Nelle scodellette si deve mettere il mercurio per garantire il contatto elettrico.

La corrente continua che deve passare nei circuiti mobili è piuttosto intensa: almeno 5-6 A.

I collegamenti elettrici si fanno in serie.



Per la spira: chiuso l'interruttore collegato in serie, si regola l'alimentatore a 8 V e fino a 7-8 A.

**Risultati:** la spira mobile si orienta in modo da disporsi perpendicolarmente al campo magnetico terrestre e pertanto può ruotare in un senso o nell'altro.

Si noti il verso della corrente nella spira sospesa, applicando la

regola: un osservatore che guarda la spira vede la faccia N o la S secondo che egli veda circolare la corrente in verso antiorario o orario rispettivamente.

Se viene individuata la superficie nord della lamina si impugna la calamita rettilinea con il polo S e la si avvicini alla spira percorsa da corrente.

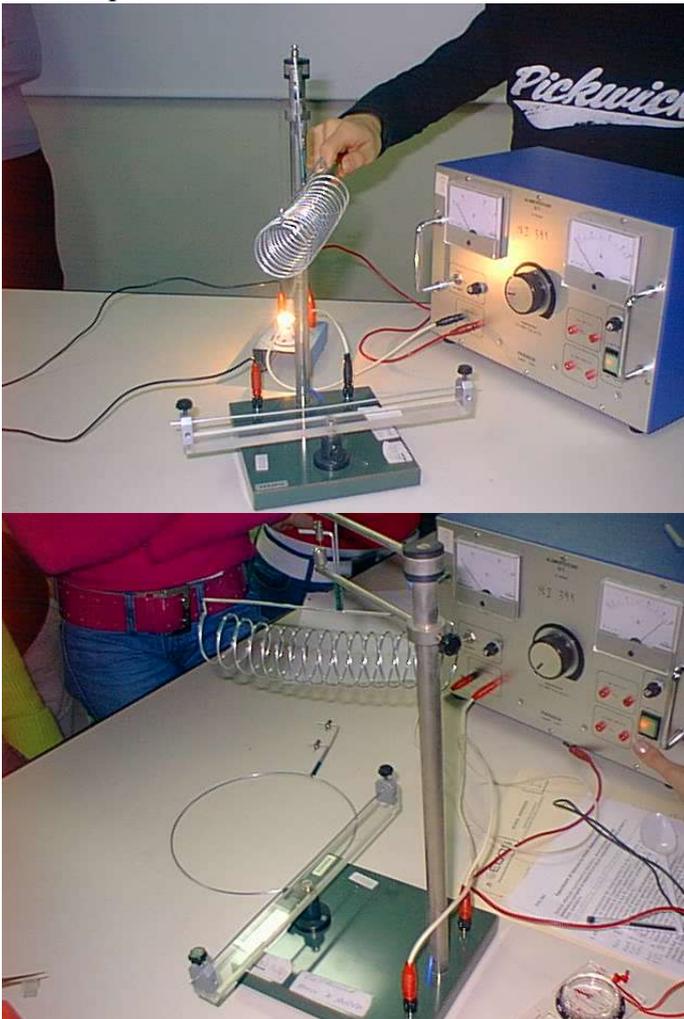
**Risultati:** la spira sente l'influenza del polo della calamita e ne viene attratta, se si avvicina il N, viene respinta.

### ◆ Azione magnetica corrente con il banco di Ampere

Obiettivo → dimostrare che un conduttore in seguito al passaggio di corrente diventa un magnete.

Materiali e strumenti:

- Banco di Ampere
- Solenoide
- Spira
- Alimentatore
- Cavi di collegamento
- Mercurio
- Lampadina



Procedura

1. Montiamo il dispositivo: poniamo nelle scodelle del banco poche gocce di mercurio per evitare eventuali scintille; appoggiamo gli estremi del solenoide nelle scodelle.
2. Verifichiamo inizialmente che, senza il passaggio di corrente, il solenoide non è magnetizzato (lo si vede mediante l'uso di una calamita).
3. Accendiamo l'alimentatore e la lampadina collegata in serie si accenderà (il circuito è chiuso).

Ripetiamo lo stesso procedimento con la spira.

Conclusione:

Abbiamo dimostrato l'obiettivo (per mezzo della calamita abbiamo identificato i due poli nel solenoide e nella spira).

Nella spira i poli si sono identificati con le due circonferenze e nel solenoide con gli estremi.

Brillante Chiara  
De Lellis Emanuela  
Di Geronimo Emiliana  
Monaco Marina  
Classe IV D

### ◆ Solenoide percorso da corrente

Collocare l'ago magnetico sulla base e lasciare che si orienti nella direzione N-S, disporre poi la bobina davanti ad esso. Collegare la bobina di 300 spire all'alimentatore con un d.d.p. di 4 V; l'ago devia in una direzione.

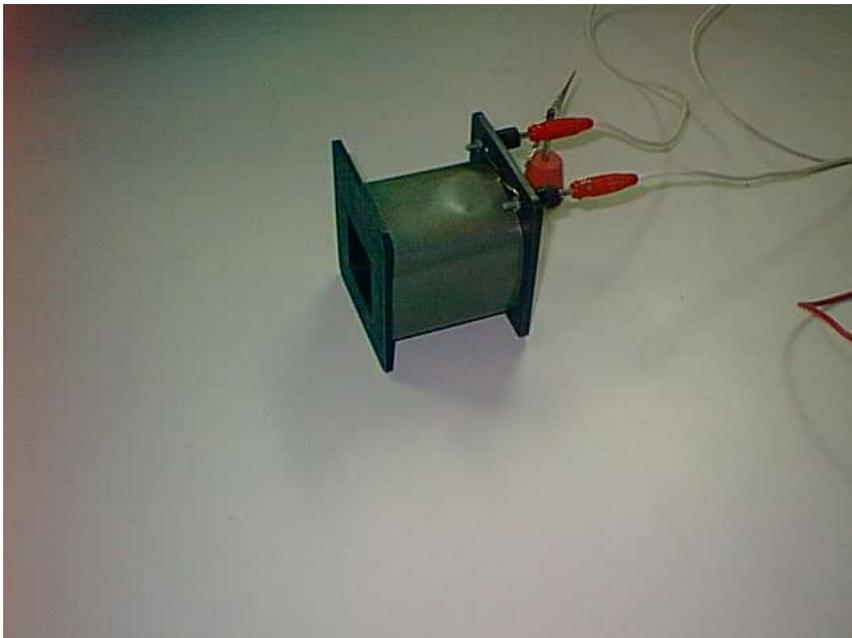
Ruotare la bobina di 180°, l'ago devia in direzione opposta.

Invertire la direzione della corrente scambiando i morsetti dell'alimentatore: la deviazione dell'ago è uguale al primo caso.

Collegare la bobina da 600 spire e ripetere l'esperimento con la stessa d.d.p. L'effetto magnetico è maggiore. Il campo magnetico intorno alla bobina diventa più forte.

Ripetere l'esperimento aumentando la d.d.p. a 8 V.

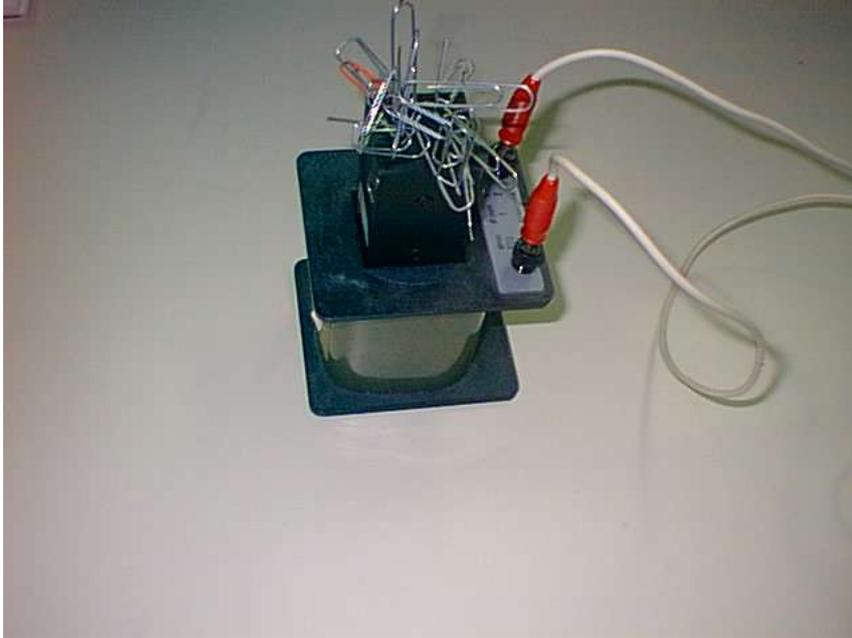
Ripetere l'esperimento con 4 V introducendo nella bobina da 300 spire il nucleo di ferro. Si osserva che malgrado una d.d.p. minore l'effetto magnetico risulta rinforzato.



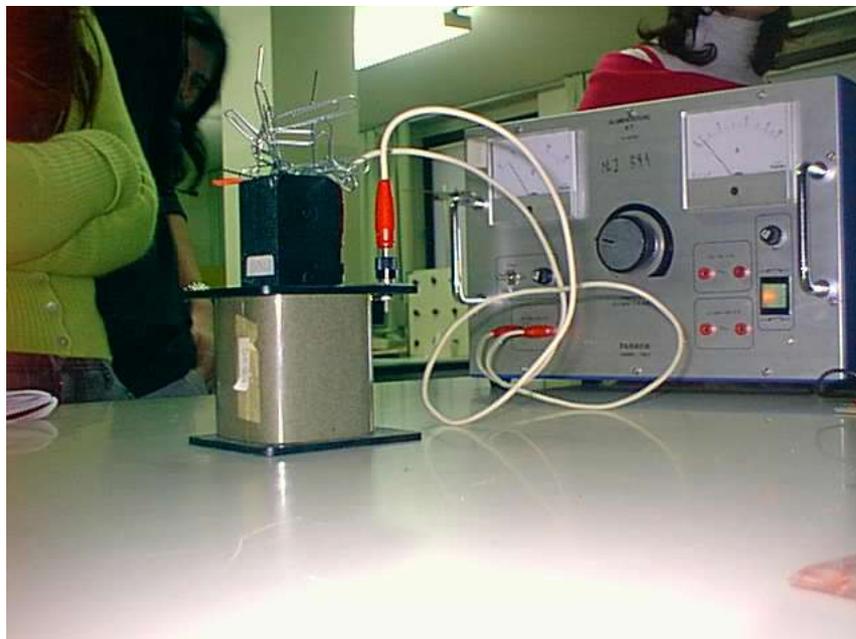
**Risultati:** Un conduttore rettilineo avvolto a spirale si chiama solenoide. Quando esso è percorso da corrente ogni spira forma un campo magnetico. Ne consegue che l'intensità del campo magnetico aumenta col numero delle spire dell'avvolgimento. Inoltre, l'intensità del campo dipende dall'intensità di corrente che circola nel solenoide. L'effetto risulta maggiormente rafforzato se si introduce un nucleo di ferro nell'interno dell'avvolgimento.

### ◆ Elettromagnete

Introdurre il giogo nella bobina da 600 spire e collegarla. Avvicinare il giogo e bobina ad un mucchietto di spezzoni di ferro e rame miscelati, quelli di ferro vengono attratti. Interrompere la corrente, gli spezzoni cadono.



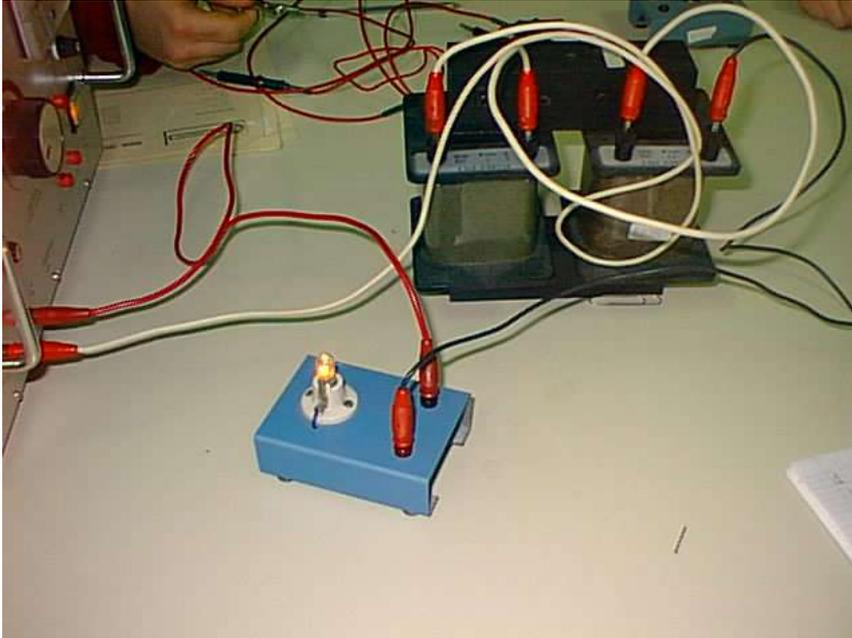
**Risultati:** un pezzo di ferro intorno al quale è stato avvolto un conduttore costituisce un elettromagnete, che ha la proprietà se il circuito è attraversato dalla corrente, di attirare materiali ferromagnetici.



### Forza portante di un elettromagnete

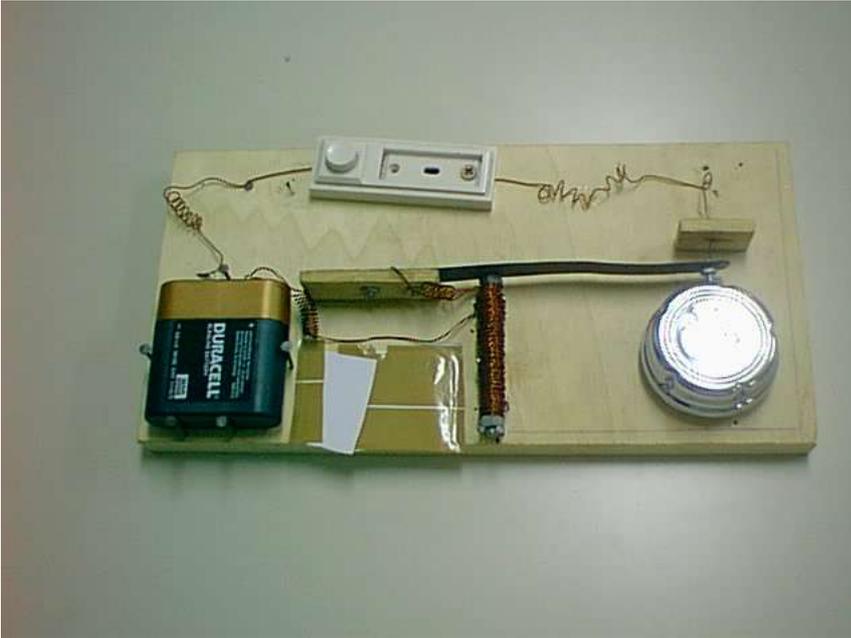
Prendere una bobina da 600 spire ed effettuare il collegamento su una estremità del nucleo ad U. Chiudere il circuito. Si nota che tutte e due le estremità del nucleo sono magnetizzate; entrambe attraggono il ferro.

La forza di attrazione del magnete aumenta se entrambi i bracci del nucleo sono provvisti di bobine, una di 600 spire e una di 300 spire sull'estremità del nucleo ad U mettendo il giogo sul nucleo e chiudendo il circuito.



**Risultati:** La forza portante di un elettromagnete dipende dal numero di spire che lo compongono a parità di corrente.

- **Campanello elettrico**



Materiale occorrente:

una batteria da 4.5 V

un campanello

una lamina

un chiodo

un filo di rame

un pulsante

Ad una base di compensato viene applicata una batteria da 4.5 V. Applicare il martelletto all'estremo libero della lamina. Premendo il pulsante la corrente della pila passa nell'avvolgimento dell'elettrocalamita che si magnetizza: questa attira la lamina che porta il martelletto provocandone l'urto contro la campana. L'attrazione da parte dell'elettrocalamita interrompe il circuito e l'elettrocalamita si smagnetizza. Allora la lamina è richiamata indietro e il contatto si ristabilisce; nuovamente l'elettrocalamita si magnetizza e il ciclo si ripete.

**Risultati:** il risultato è una serie di colpi del martelletto sulla campana. Cessando di premere il pulsante il circuito è interrotto in modo definitivo e il campanello cessa di funzionare.

05-02-2004

## **Esperimenti di laboratorio-Effetti elettromagnetici**

Saranno effettuati esperimenti di laboratorio in modo qualitativo.

---

1. Il galvanometro: principio di funzionamento
2. Induzione nel caso di un conduttore rettilineo
3. Induzione con un magnete
4. Induzione con un elettromagnete
5. Il trasformatore
6. Legge di Lenz
7. Principio di funzionamento degli alternatori
8. Motore in c.c. con eccitazione elettromagnetica in serie
9. Motore in c.c. con eccitazione elettromagnetica in parallelo

## IL GALVANOMETRO

Materiale occorrente :

Bobina 300 spire

Cavetti di collegamento

Galvanometro con equipaggio mobile

Alimentazione: 2V c.c.

Montaggio: (vedi foto)

Un galvanometro verticale è costituito da una bobina fissa e da un magnete mobile. Quando è attraversata dalla corrente, influenza il magnete che ruota attorno all'asse e quindi l'indice si sposta. La deviazione dipende dalla corrente attraversante la bobina e dalla sua intensità.



## INDUZIONE CON UN MAGNETE

Materiale occorrente :

Galvanometro con equipaggio mobile (vedi foto precedente) con bobina da 1200 spire

Bobina 300 spire

Cavetti di collegamento e 2 magneti rettilinei

Montaggio :

- Applicando il galvanometro in una delle bobina da 1200 spire e collegare alla bobina da 300 spire. Introducendo lentamente uno dei magneti rettilinei nella bobina da 300 spire ed estraendolo l'indice del galvanometro devia.
- Inserendo il magnete nel senso inverso la deviazione dell'indice del galvanometro è contraria.
- Ripetere l'esperienza prima con un solo magnete e poi con due magneti uniti insieme ed aventi i poli di nome uguale dalla stessa parte, muovendoli alla stessa velocità: osservare la deviazione dell'indice del galvanometro e paragonare con i casi precedenti.

### Conclusioni:

Un campo magnetico può provocare in un circuito una corrente elettrica: questo fenomeno si chiama induzione; il campo magnetico deve essere variabile e la corrente indotta che esso produce è proporzionale alla velocità con cui si varia il campo e il numero delle spire del circuito. Il magnete si chiama induttore; il circuito si chiama indotto.

## INDUZIONE NEL CASO DI UN CONDUTTORE RETTILINEO

Materiale occorrente :

Galvanometro con equipaggio mobile

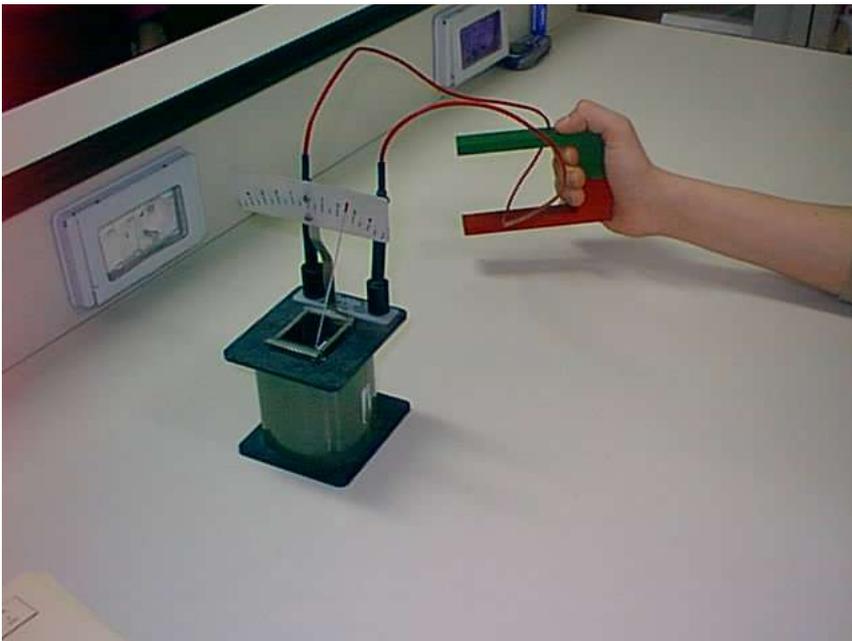
Bobina 1200 spire

Magnete ad U

Cavetto di collegamento

Montaggio :

-Dopo aver collegato le due estremità del filo al galvanometro posto dentro la bobina da 1200 spire, muovendo il filo lentamente su e giù fra le espansioni polari si produce una debole corrente alternata.



### Conclusioni:

Se un conduttore rettilineo si sposta in campo magnetico in modo che tagli le linee di forza, si genera in esso una corrente indotta. Il verso della corrente indotta dipende sia dal verso del moto del conduttore che dal verso del campo magnetico che esso taglia.

## INDUZIONE CON ELETTROMAGNETE

Materiale occorrente:

Bobina da 300 spire

Bobina da 600 spire

Bobina da 1200 spire

Galvanometro con equipaggio mobile

Cavetto di collegamento 25 cm

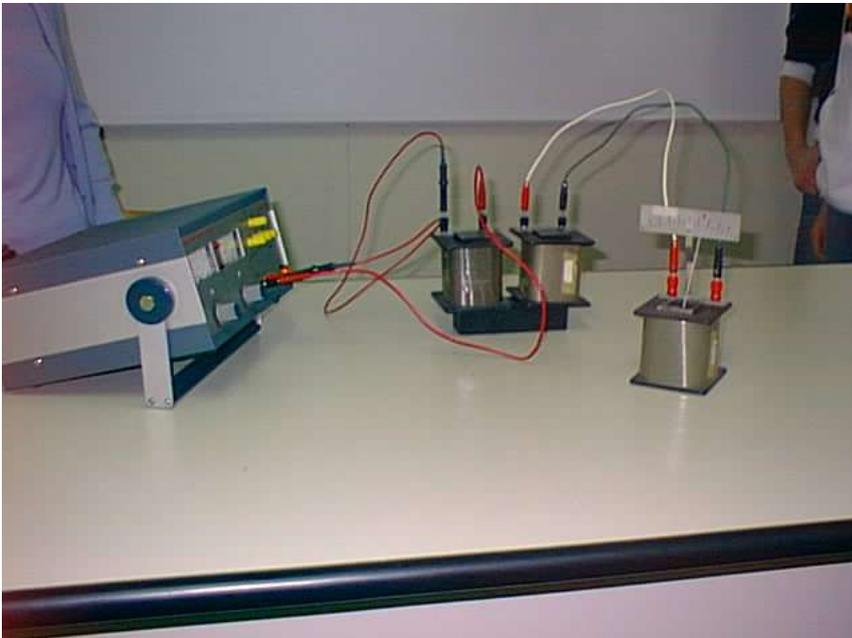
4 cavetti di collegamento  $\frac{1}{2}$  m

Nucleo ad U

Giogo

Alimentazione: 4-6 V c.c.

Montaggio: vedi foto



- Montare e collegare le bobine ed applicare il galvanometro ad una bobina da 1200 spire come in foto.
- Chiudere il circuito tenendo ferma la bobina a 300 spire (primaria) e spostare avanti e indietro quella di 600 spire (secondaria), in direzione dell'altra: si ha una corrente indotta.
- Accostare le due bobine disponendo il giogo in modo che sia comune a tutte e due le bobine. Aprire e chiudere il circuito: si ha lo stesso effetto descritto in (b).
- Applicare le due bobine sui bracci del nucleo ad U. Chiudere ed aprire il circuito. Nel circuito secondario si ha una corrente alternata indotta.
- Mettere il giogo sugli estremi del nucleo ad U e chiudere e aprire di nuovo il circuito. La f.e.m. indotta è più elevata.

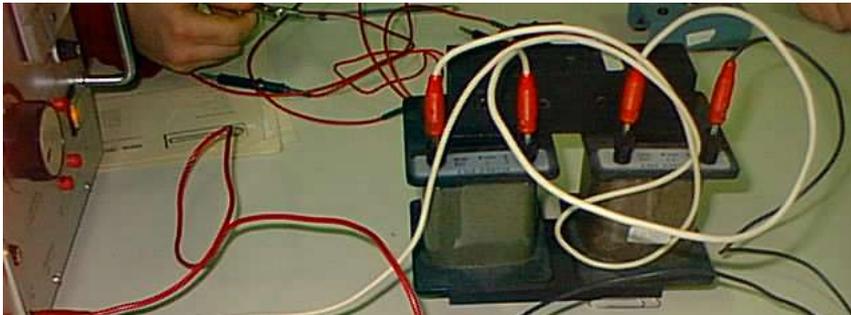
## IL TRASFORMATORE

Bobina da 300 spire  
Bobina da 600 spire  
Cavetto di collegamento 25 cm  
4 cavetti di collegamento ½ m  
Nucleo ad U  
Giogo

Si compone di un nucleo di ferro strutturato mediante fili o lamierini isolati l'uno dall'altro, sul quale sono disposti due avvolgimenti di spire (bobine), isolati tra loro e magneticamente connessi al nucleo. Si chiude il nucleo con l'apposito giogo di chiusura.

L'avvolgimento alimentato dalla tensione da trasformare è chiamato primario, l'altro da cui si preleva la tensione da trasformare secondario.

Si completi il circuito con l'alimentatore collegato ad una bobina e il galvanometro all'altra. (non come in figura)



### Conclusioni:

alla chiusura del circuito primario sul secondario viene indotto un impulso di tensione, ciò è dovuto al fatto che alla chiusura la corrente del primario sale da zero al valore massimo e con essa il campo magnetico e quindi il flusso magnetico che si concatena con il secondario. E' appunto tale variazione del flusso che induce sul secondario un impulso di tensione.

## LEGGE DI LENZ

Materiale occorrente:

Bobina da 300 e 600 spire

Galvanometro con equipaggio mobile

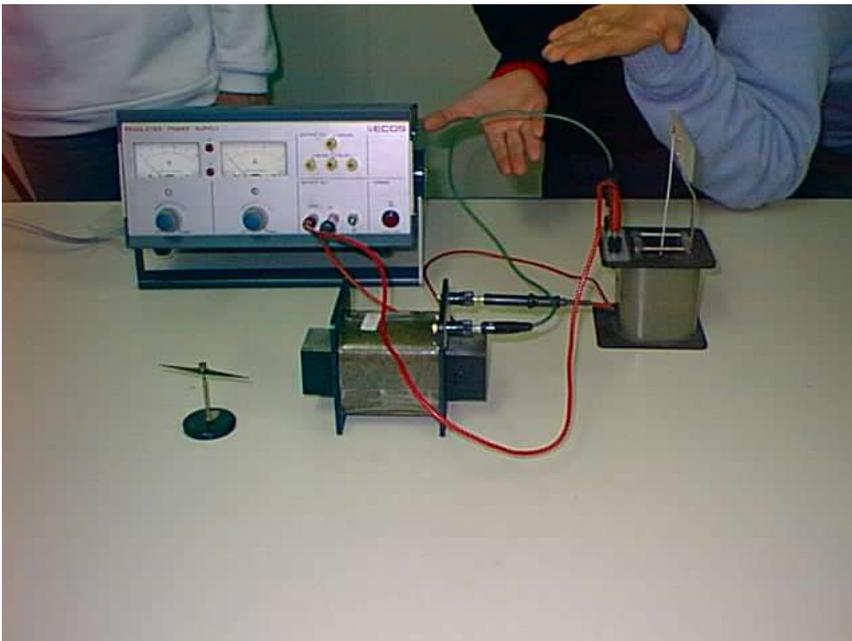
Cavetti di collegamento

Sostegno per ago magnetico

Ago magnetico

Alimentazione: 4 V in c.c.

Montaggio: vedi foto



a) Chiudere il circuito ed osservare il senso della deviazione del galvanometro, prendere nota del senso di avvolgimento della bobina da 300 spire, ossia della espansione rivolta verso l'ago magnetico.

b) Togliere dal circuito l'alimentatore e collegare la bobina da 300 spire direttamente a quella del galvanometro. Avvicinare il polo nord del magnete rettilineo ad un'estremità della bobina da 300 spire e tirarlo indietro. Fare lo stesso con il polo sud.

### Conclusioni:

La natura di per se stessa tende ad opporsi a qualsiasi variazione con i mezzi che ha a disposizione. Nel caso della variazione di un campo magnetico, causata da un movimento di un magnete, l'unico mezzo a disposizione è generare un polo che si oppone a quello del magnete.

Quindi se avviciniamo al solenoide il polo nord, la corrente indotta sarà di verso tale da creare un polo nord che si opponga per repulsione al polo nord del magnete. Se il polo nord viene allontanato, la corrente si inverte creando un polo sud che attrarrà il nord che si allontana.

La legge di Lenz dice che:

*Il senso della corrente indotta è tale che il suo effetto magnetico tende ad opporsi al moto che ha generato la corrente stessa.*

## PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DEGLI ALTERNATORI

Materiale occorrente :

Bobina 600 spire

Bobina 300 spire

Galvanometro con equipaggio mobile

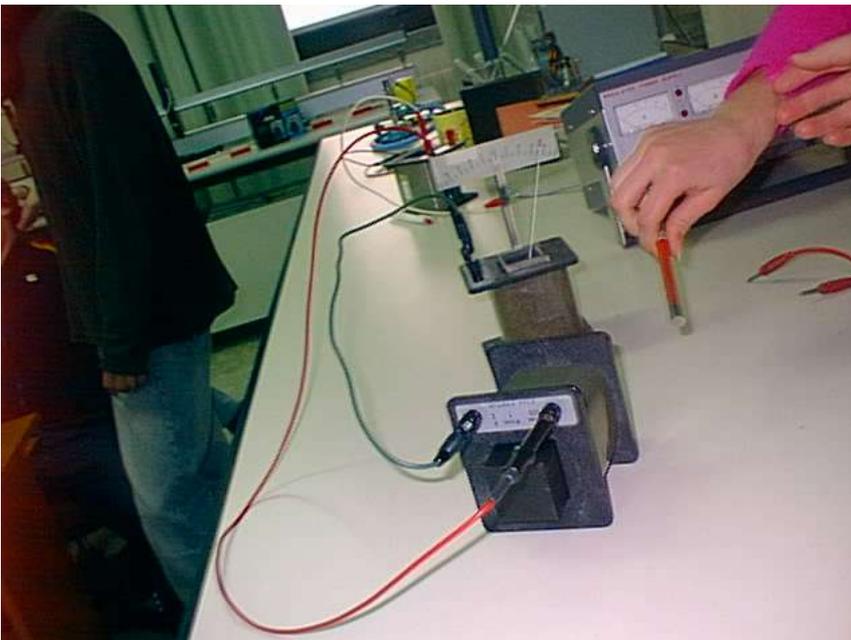
Giogo

2 cavetti di collegamento

Magnete rettilineo

Montaggio:

- Montare il galvanometro nella bobina nella bobina da 300 spire e collegare quest'ultima a quella da 600 spire.
- Introdurre il giogo nella bobina da 600 spire.
- Collocare il magnete rettilineo davanti al giogo e lontano dal galvanometro.
- Far ruotare il magnete vicino la bobina da 600 spire



### Conclusioni:

Facendo ruotare il magnete, il galvanometro accusa una corrente indotta alternata, principio di funzionamento dell'alternatore.

## MOTORE IN C.C. CON ECCITAZIONE ELETTROMAGNETICA IN SERIE

Obiettivo dell' esperimento: verificare il funzionamento del motore in corrente continua con eccitazione elettromagnetica

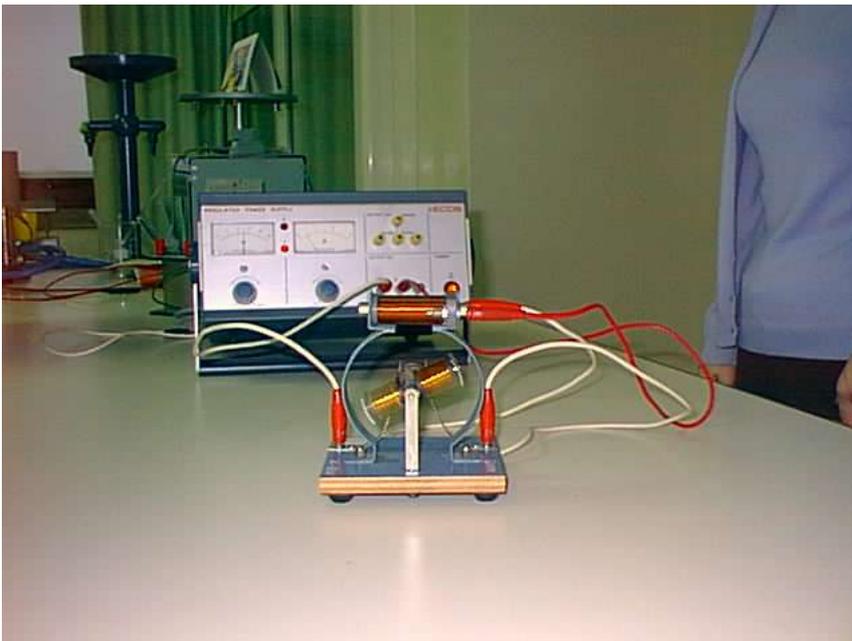
Materiale occorrente

- Statore con spazzole
- Rotore bipolare
- Magnete a ferro di cavallo
- Elettromagnete
- 2 viti di collegamento
- Cavetti di collegamento

Alimentazione : 10 – 12 V c.c.

Montaggio:

Collegare come in figura i cavi e alimentare in corrente continua



**Conclusioni:** abbiamo analizzato il funzionamento del motore e constatato che quando nel motore circola corrente avviene la rotazione del rotore. Quando abbiamo invertito la direzione di corrente il verso di rotazione non è cambiato, intuendo che il verso della rotazione è indipendente dalla direzione della corrente. Abbiamo visto che il motore in parallelo funziona come quello in serie.

Lemme, Forte, Giovinazzi, Di Re, Chiacchiari, Miele, Izzi, Melaragno, Altieri, Cialone, Tamasi.

## MOTORE IN C.C. CON ECCITAZIONE ELETTROMAGNETICA IN PARALLELO

Materiale occorrente:

Statore con spazzole

Rotore bipolare

Magnete a ferro di cavallo

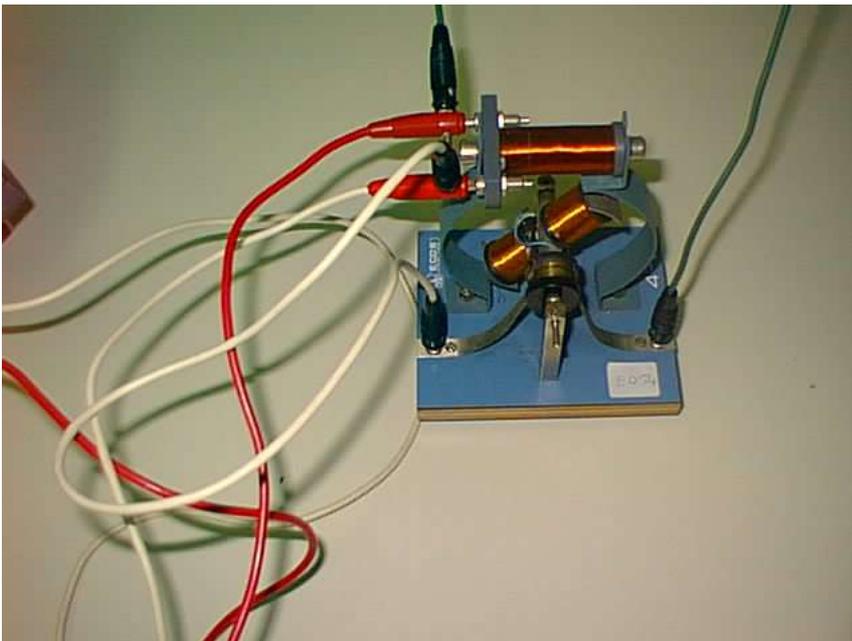
Elettromagnete

2 viti di serraggio per elettromagnete

6 cavetti di collegamento

Montaggio:

- Partendo dall'esperienza precedente montare l'elettromagnete eseguendo un collegamento in parallelo fra alimentatore e boccole della base e le boccole dell'elettromagnete.
- Alimentare con 6-8 V in c.c.
- Invertire il senso della corrente (il senso di rotazione non cambia)



### Conclusioni:

Il motore funziona come quello eccitato in serie (vedi esperienza precedente), il verso della rotazione è indipendente dal verso della corrente.