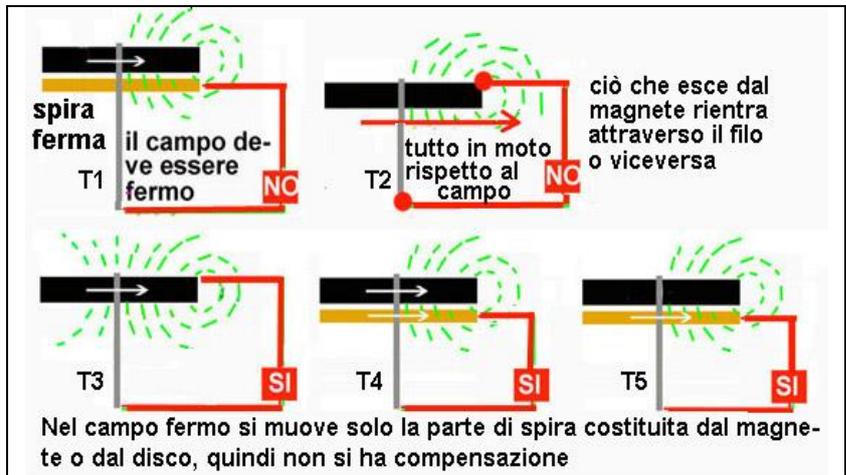


Per chi non conoscesse già questi oggetti <https://www.youtube.com/watch?v=lrr7eZKLAyY> oppure si veda alla pagina seguente l'articolo illustrato della SISSA (ne è autore il prof. Pegna di Sassari)

Visti i test a seguire, mi pare giusto concordare con Faraday sul fatto che **il campo magnetico di questi oggetti è fermo**. Se è vero che il campo è un flusso di fotoni (così dicono i quantisti) io me lo immagino come il getto di un tubo per innaffiare: se sposto il tubo il getto segue ovviamente il movimento ma l'acqua già uscita non si sposta. Vero che i fotoni del campo rientrano nel polo opposto ed è vero che se il polo opposto si sposta si sposteranno anche i singoli fotoni che stanno rientrando, ma se il moto del magnete rotondo è di semplice rotazione, il polo opposto non si sposta e questo non modificherà la traiettoria di ritorno del flusso di fotoni costituente il campo: questo mi pare renda lecito considerare fermo il campo e/o i suoi *fotoni*.

Sintetizzo la spiegazione più convincente ricevuta da terzi per le configurazioni più significative. In nero il magnete, il disco è giallo, una freccia indica che cosa è in rotazione, i contatti strisciano (a meno che non ci sia un pallino) lo strumento che segnala la tensione è rosso (SI-NO). I vari casi non contrastano fra loro se si assume che il campo magnetico resta fermo (test T1), questo nonostante il moto del magnete e considerando che la forza di Lorentz agisce solo nei tratti della spira in moto rispetto al campo.

Per spira si intende il circuito costituito dal filo (rosso) e dalle sezioni del perno e del disco (oppure del magnete qualora il contatto avvenga con esso). Il campo è ovviamente una specie di *manicotto* (verde) attorno al magnete circolare, ma del disco e del suo *manicotto* considero solo una sezione complanare con la spira. Se ad es. il filo fosse di 1mm di diametro, assumo un fettina di 1mm del disco e/o del magnete e considero solo le linee del campo che attraversano questa spira spessa 1mm. Vero che il campo agisce sull'intero disco (o magnete) facenti parte del circuito (come se nella spira ci fosse un pezzo di filo di grande sezione) ma in termini di tensione (volt) ciò non ha importanza (la tensione di una spira non muta con la sezione del suo filo).



Ciò precisato risulta possibile ragionare in termini di taglio delle linee del campo: se il numero delle linee in entrata eguaglia quelle in uscita la tensione sarà nulla. Nel test T2 si muove l'intera spira perciò tutte le linee che entrano pure escono, perciò la tensione sarà nulla. Nei testi T3 T4 T5 solo il magnete (o il disco) si muove nel campo e genera tensione che non è compensata dal resto del circuito (fermo rispetto al campo).

Nulla cambierebbe nei casi T3 T4 T5 se invece del disco o del magnete fosse il circuito a ruotare (a conferma si vedano i miei test **A** e **B** inseriti nell'articolo della SISSA).

In questi dispositivi opera certamente la forza di Lorentz mentre la "variazione di flusso" della Legge di Faraday (che può essere sempre utilizzata come derivazione matematica) appare a molti fisicamente problematica (vedi articolo SISSA) e a mio parere non concepibile almeno in questi miei ultimi test eseguiti:



Poiché la tensione non cambia se i contatti disegnano una spira più o meno grande, mi pare evidente che opera solo la forza di Lorentz. In questi casi, tale forza riesce a muovere gli elettroni solo nella parte di disco evidenziata in blu (negli schemi in alto) grazie alla circuitazione creata coi fili rossi e con lo strumento.

Riporto a seguire materiale di terzi ed altre mie precedenti considerazioni (anche quelle sbagliate).
 Articolo tratto da **ULISSE (SISSA Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati, Trieste)**
<http://ulisse.sissa.it/chiediAulisse/domanda/2008/Ucau080915d004/Ucau081117r001>
 (non è più in linea ma è reperibile in http://pangloss.ilbello.com/Tmp/disco_faraday_Ulisse.pdf)

Parte di questi esperimenti sono mostrati nel video https://pegna.vialattea.net/11NonVariaz_Flusso.htm in cui **l'autore sembra decisamente propendere per la forza di Lorentz escludendo la variazione del flusso (legge di Faraday)** mentre in questo articolo l'autore sembra più titubante.

I miei commenti sono spostati a destra e non sono in corsivo, le numerazioni **a) b) ...** sono mie

Disco di Faraday Un disco metallico di raggio R , immerso in un campo magnetico di induzione B , può ruotare attorno al suo asse, anch'esso metallico. Vi sono due contatti striscianti: uno sull'asse e l'altro alla periferia del disco; questi sono collegati a un sensibile strumento di misura della differenza di potenziale. Quando si fa ruotare il disco attorno al suo asse con velocità angolare ω , si trova che fra i contatti striscianti si manifesta una differenza di potenziale u proporzionale alla velocità di rotazione, alla intensità del campo magnetico e al quadrato del raggio del disco: $u = \omega R^2 B m$

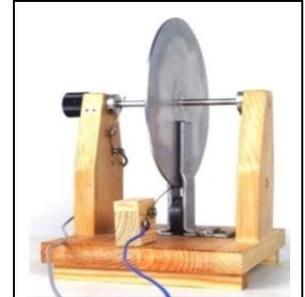


Figura 1. Il disco di Faraday. Sono visibili: in basso il magnete, il contatto sull'asse e l'altro contatto alla periferia del disco, in mezzo alle espansioni polari.

Per esempio, se come nella figura seguente si avesse $R = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$, $B = 100 \text{ Gauss} = 10^{-2} \text{ T}$ e si facesse ruotare il disco con la velocità di 10 giri/s, si troverebbe $u = 10^{-3} \text{ V}$, ma la corrente potrebbe essere grande, essendo essenzialmente limitata dalla sola resistenza del carico esterno. Questo apparecchio è il primo generatore elettrico basato sull'induzione, ed è particolarmente interessante per il fatto che ha sempre costituito fonte di perplessità e di paradossi. Infatti quando il disco ruota, il raggio conduttore che si sposta nel campo magnetico costante **non è apparentemente sede di una variazione del flusso di induzione magnetica, quindi la legge di Faraday non è applicabile e non è chiaro il meccanismo della apparizione di una forza elettromotrice.** Elemento di interesse è anche il fatto che esso genera una forza elettromotrice **continua** senza la necessità di commutatori, come in tutte le altre macchine generatrici conosciute.

Nella figura 2 seguente è riportato un disco di Faraday in una configurazione leggermente differente. Il magnete è ora di forma anulare, con i due poli sulle sue facce piane, è posto sopra il disco e può ruotare indipendentemente o solidalmente con esso. Il flusso magnetico uscente dal polo inferiore ora interessa (quasi) tutta la superficie del disco (per inciso, da qui il nome di generatore **unipolare** dato a questo genere di dispositivi)... Il magnete anulare in alto può ruotare indipendentemente o solidalmente al disco. Il contatto sull'asse del disco è in basso, non visibile, mentre il contatto strisciante alla sua periferia è la lamina metallica superiore. Il disco più piccolo in basso e il relativo contatto strisciante servono per lo scopo spiegato in seguito. Con questo apparecchio si possono fare le seguenti prove.

a) Ci si può chiedere: cosa succede se faccio **ruotare il disco tenendo fermo il magnete?** La risposta è ovvia: siamo nella stessa situazione del classico disco di Faraday della figura 1 e avremo una **generazione di forza elettromotrice.**



b) Cosa succede ora se faccio **ruotare il magnete e tengo fermo il disco?** Questa prova fornisce la risposta a **un vecchio dilemma:** le linee di forza di un magnete vengono trascinate nella rotazione insieme a esso? L'esperimento mostra che **non** vi è generazione di forza elettromotrice, con la conseguente risposta al dilemma delle linee di forza: **le linee di forza non sono solidali con il magnete e non vengono trascinate, neppure parzialmente, nella sua rotazione.**

Test miei: **A** e **C** mostrano il comportamento unipolare del magnete anulare (qui descritto a pag.5 test P2) anche senza la presenza del disco. Avevo giudicato **B** in contrasto con l'ipotesi campo fermo non considerando la compensazione di tensioni descritta in riferimento a T2: **mio errore**

Magnete anulare ricoperto da anello di ferro in rotazione: tensione dai bordi come un omopolare versione magnete e disco solidali

il segnale era molto disturbato

facendo girare i contatti sui bordi o facendo girare il disco a circa 50 rpm (per evitare disturbi momentanei) si osservano circa 4 mV

se l'anello gira trascinato dai contatti: 0 mV nessuna variazione stringendo, allargando, intrecciando i fili: fenomeno SIMMETRICO

Tester fissato al magnete anulare in rotazione, nessuna tensione prelevata dai bordi. Se, come diceva Faraday il segnale fosse indipendente dal magnete, allora il disco di ferro sopra ai magneti si sarebbe mosso nel campo e avrebbe dovuto dare tensione

come test C coi contatti trascinati dall'anello in rotazione

Ma rispetto a quale sistema di riferimento esse restano fisse?

A questa domanda amletica l'autore risponderà in modo che a me non pare chiaro (vedi dopo). Aggiungo che eseguendo il test **C** mi sono domandato se la causa della tensione non potesse dipendere dal moto della Terra e/o del suo campo magnetico? Direi di no perché ho ruotato di 90° l'apparato del test **C** e l'ho anche inclinato di 45°, ma l'intensità non è cambiata (avevo migliorato l'aggeggio per poter crescere di giri arrivando sui 15 mV mentre prima ero sui 2-3 mV).

c) Cosa succede se faccio ruotare insieme disco e magnete? Nella visione di Faraday si ha generazione di forza elettromotrice quando un conduttore taglia le linee di forza del campo magnetico. Per Faraday le linee di forza avevano vera realtà fisica. Questa prova fornisce un risultato che può apparire **sconcertante: si ha una forza elettromotrice uguale a quella fornita nel caso a)**. Questo è dunque un generatore del tutto speciale, nel quale la parte magnetica e la parte elettrica si muovono insieme.

Dato che in **b)** dice che non c'è tensione perché il campo è visto fermo dal disco fermo, a me parrebbe che l'autore dovrebbe dire che ora il disco si muove in un campo fermo. Non capisco pertanto lo stupore dell'autore.

Un commento sull'esito dei tre casi illustrati. Nella visione dell'induzione di Faraday, la forza elettromotrice è proporzionale alla velocità con la quale vengono tagliate le linee di flusso magnetico.

Se si immaginano le linee di flusso come originate nel magnete, allora esse dovrebbero restare **ferme nel riferimento del magnete**.

Ferme nel riferimento del magnete mi pare significhi che chi vede il magnete muoversi vede anche il suo campo in moto. Se così fosse allora l'opinione dell'autore non coincide con quella da me recepita a pag.1 e che consente di sciogliere i dubbi su questi fenomeni: **pertanto non capisco**.

Allora, o ruotare il disco relativamente al magnete, o ruotare il magnete relativamente al disco dovrebbe originare una forza elettromotrice, mentre ruotarli insieme non dovrebbe. **Questo è proprio l'opposto di ciò che si verifica in realtà**. Questo è il paradosso al quale si accennava.

A questo punto parrebbe che l'autore affermi di non comprendere il fenomeno. Poi sembra estrarre il coniglio dal cilindro.

Dopo la scoperta dell'elettrone e delle forze che agiscono su di esso il paradosso può essere sciolto con una analisi microscopica dei fenomeni.

Si può calcolare la forza elettromotrice generata dal disco di Faraday nel modo seguente. Una carica q che sta nell'elemento conduttore del disco, che si muove con velocità v di modulo $v = \omega r$ e vede il campo di induzione \mathbf{B} a essa perpendicolare, è soggetta ad una forza F , la forza di Lorentz [3], perpendicolare a \mathbf{B} e a v , data da:

$$F = q \mathbf{v} \times \mathbf{B} \quad (\times: \text{simbolo di prodotto vettoriale}) \text{ di modulo } F = q v B.$$

La matematica non fa per me e mi fido ciecamente, tuttavia la descrizione fisica di cosa succederebbe sembra chiara: un elettrone in moto rispetto a \mathbf{B} sente una "spinta" ortogonale al suo moto.

Fig.3 La forza di Lorentz si esercita su una carica q che si muove con velocità v in un campo di induzione \mathbf{B} . La forza che agisce sull'unità di carica è il potenziale elettrico:

$$E = F/q$$

e la forza elettromotrice agli estremi dell'elemento dr è allora:

$$u = E dr = (F/q) dr = v B dr = \omega r B dr \quad (3)$$

L'integrale di u esteso da 0 a R fornisce la forza elettromotrice totale:

$$u_{\text{tot}} = \omega R^2 B$$

Come si vede, sia che il magnete stia fermo sia che si muova, ciò che conta è semplicemente il fatto che esso genera una induzione \mathbf{B} e che la carica q abbia una velocità v perpendicolare a \mathbf{B} .

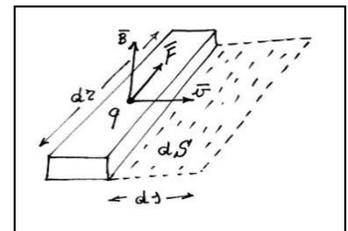
Notiamo ancora: il penultimo termine della (3) può essere scritto:

$$u = v B dr = (ds/dt) B dr = d\Phi/dt$$

essendo $ds dr = dS$ la superficie elementare "spazzata" dall'elemento di conduttore nel suo movimento. Si ritrova così l'usuale espressione della forza elettromotrice di induzione. Questa **inaspettata riapparizione del flusso di induzione magnetica e della sua velocità di variazione danno da pensare, ma il presente contesto ce lo impedisce**.

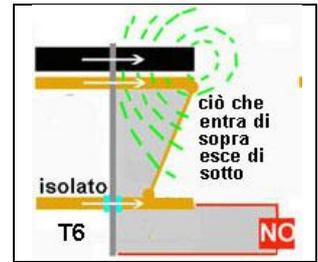
Sembra voler dire che se dall'espressione matematica della forza di Lorentz se ne deduce la matematica della legge di Faraday, allora siamo ancora in presenza del modello variazione di flusso. Poi scrive "ma il presente contesto ce lo impedisce": devo dedurre che ho capito male? Però questo contrasterebbe con la premessa che "il paradosso può essere sciolto con una analisi microscopica dei fenomeni". **Come devo intendere?** Forse l'autore ha volutamente lasciato le cose nel vago? Capisco che $ds \cdot dr = dS$ è un'area e che qui c'è della roba che gira, ma quando un elettrone vola fra i rebbi di un magnete a ferro di cavallo e viene deviato, mica ho delle aree.

d) Vi è un'ultima domanda, ancora più interessante. Cosa succede se il contatto alla periferia del disco ruota con esso? Questa prova può essere effettuata per mezzo del disco inferiore con il relativo contatto strisciante visibile nella figura 2. In questa si vede un filo che partendo dalla periferia del disco superiore è collegato con il centro del disco inferiore. Il contatto strisciante sul disco inferiore vede dunque la eventuale



forza elettromotrice sviluppata dal contatto fisso alla periferia del disco superiore, contatto che ruota nel campo magnetico del magnete di ferrite insieme a tutto il disco superiore... **non si ha forza elettromotrice.**

Se si sposa la tesi di campo fermo come a pag.1 la spiegazione è la stessa data per T2: tutte le linee che entrano (od escono) dal magnete o dal disco, escono (o rientrano) attraverso il filo discendente **(posto che il disco inferiore sia troppo lontano per esserne influenzato)**. Ovviamente le linee che interessano il disco o il magnete sono molte di più di quelle che interessano il filo discendente, ma valgono al riguardo le stesse considerazioni fatte a pag.1. **(Ho a lungo erroneamente interpretato questo caso risoltosi con la spiegazione ricevuta da terzi ed esposta in apertura)**



aggiungo un ulteriore caso segnalatomi direttamente che **corrisponde al mio test C in cui disco+magnete sono fermi mentre il contatto striscia in presenza di campo magnetico.**

e) Tenendo fermo il disco superiore e facendo strisciare il contatto 1 con il ruotare il disco inferiore, **si ha f.e.m. esattamente uguale a quando si tiene fermo il disco inferiore (contatto alla periferia fisso) e si ruota il disco superiore.**



- **rotazione disco inferiore:** la situazione sembra inversa ai casi T3-4-5: dipende dalla parte di linguetta che si muove nel campo fermo generando tensione non compensata dal tratto di circuito annidato nel disco perché questo è fermo.

- **rotazione disco superiore:** come nei casi T3-4-5

- come mai l'intensità non cambierebbe nei due casi? ... **ripensarci**

Come accade in genere con i generatori elettrici basati sull'induzione, uno si può chiedere **se questa macchina sia reversibile, cioè se possa funzionare come motore. La risposta è affermativa.** ... (trascuro il resto che però è reperibile dal link) **La stranezza di questi fenomeni e il fatto che le cose appaiano differenti a seconda che ci si ponga nel sistema di riferimento fisso del laboratorio o nel sistema ruotante del magnete furono alla base del lavoro di Einstein Sulla elettrodinamica dei corpi in movimento del 1905, atto di fondazione della relatività speciale. In essenza, "La fisica non può dipendere dal sistema di riferimento".**

Sembra quindi che l'autore trovi la soluzione del problema nella Relatività stessa. Perciò mi ritrovo qui con lo stesso problema che avevo con l'induzione magnete-spira nella Relatività

<https://digilander.libero.it/gino333/induzione5.pdf> <http://digilander.libero.it/gino333/induzione5.docx>

* * *

Ipotesi "variazione del flusso" un'eccezione in http://www.fisicamente.net/FISICA_2/Faradayparadox.pdf dove leggo che **"Il Paradosso di Faraday nasce da una erronea scelta del Sistema a cui riferire i vari moti. L'intero apparato di prova non si compone di disco conduttore e magnete, bensì da disco, magnete, contatti striscianti ed amperometro. Ed è esattamente il Sistema di Riferimento "amperometro", rigidamente connesso al "mondo esterno", il sistema a cui debbono essere riferiti i vari moti"** **Confesso di non aver capito le considerazioni dell'autore**, perché solo nei casi T1 e T2 di pag.1 abbiamo lo strumento rigidamente connesso alla spira.

Poi a pag. 6 del link si legge che la spira si può immaginare costituita dai fili dello strumento di misura + il materiale del disco che va da un contatto all'altro. Questo corrisponde a quanto detto a pag. dove si assume che una parte della spira sia costituita da una sezione del disco o del magnete, ma là si ragionava in termini di f.d.L., di linee entranti uguali a quelle uscenti. Qui invece si ragiona in termini "fisici" di variazione di flusso, quindi la cosa mi ha lasciato perplesso, possibile che pure Feynman sia cascato in un tranello?.

Perciò ho preparato una spira di 20 cm di diametro e l'ho collegata a un oscilloscopio (settato 2 mV): il moto di un magnetino N35 20x20x10mm vicino al filo genera segnali visibili che scompaiono posizionandosi al centro. Se si interrompe la spira e se si inserisce un quadrato di ottone 15x15 cm (nel quale posso immaginare presente una linea congiungente il filo interrotto) vedo che il moto del magnetino al centro del quadrato non genera segnali. Usando un magnete più grosso vedo qualcosa sia stando al centro della spira sia al centro del foglio di ottone, ma sono segnali modestissimi (immagino che in tal caso un po' di campo arrivi al filo o al bordo del quadrato). Perciò credo sia poco prudente immaginare fili nascosti in lastre bidimensionali (e questo in parte mi preoccupa anche per quanto detto a pag.1).

Altri autori interessante <https://digilander.libero.it/bubblegate/weird1.html> e soprattutto <https://digilander.libero.it/bubblegate/weird2.html> dove si vedono apparati simili agli omopolari ma senza la presenza di magneti. L'autore dice che nonostante tutti i suoi test resta confuso e che non esiste una spiegazione matematica dei fenomeni.

https://it.wikipedia.org/wiki/Effetto_triboelettrico (citato dall'autore) fa pensare alla elettrostatica. Risulterebbero però solo millesimi di watt ed ampere mentre altri parlano di milioni di ampere

Cercare "The Big Machine" giant homopolar generator for AU physics research ricordo aver visto, non so dove, apparato gigantesco)

Aggiungo altre considerazioni e altri miei test che ritengo superati da quanto già riferito

Questa tabella (fatta prima di ricevere le informazioni sui test T1-T6) considerava le 12 combinazioni possibili dei test finora mostrati e dimostrava che la tensione compare solo in presenza di contatti striscianti; ora posso aggiungere che il contatto strisciante richiede anche la presenza del campo magnetico

In rosso l'identificazione dei test (quelli tratti dalla SISSA sono contrassegnati con lettera minuscola).

Codici: **SI NO** per la tensione

m magnete fermo, **M** in movimento

d disco fermo, **D** in movimento (il disco può non essere presente e allora il contatto è sul magnete)

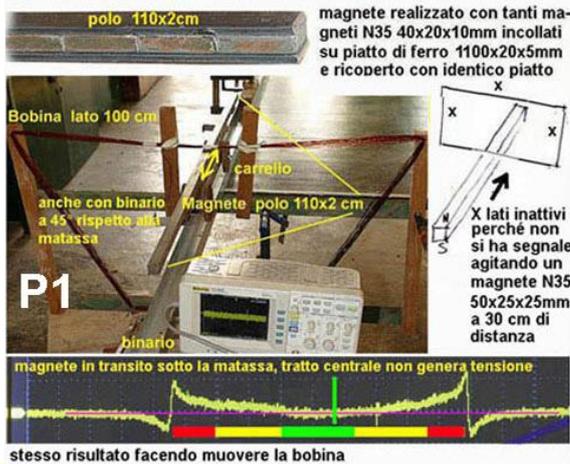
F contatti fissi, **S** striscianti (nei test SISSA considero solo il contatto col disco).

- 1-SI M S **A** contatti striscianti sui bordi dell'anello
- 2-NO M F **B** tester fissato al magnete (o **C** con i contatti che trascinano M, quindi non strisciano)
- 3-SI m S **C** i contatti girano attorno al magnete tenuto fermo (evidenziato perché importante).
- 4-NO m F **C** tutto fermo (sarebbe inutile citarlo, l'ho messo solo per completare la serie)
- 5-SI md S **e)** (oppure come 3 assumendo la piastra sui magneti come fosse il disco)
- 6-NO md F **A** tutto fermo c'è solo il moto del Terra, di un treno ecc (inutile, solo per completezza)
- 7-SI mD S **a)** si muove il disco (quindi un contatto striscia)
- 8- ? mD F non possibile per me (e la SISSA non lo ha provato): **a buon senso direi NO**
- 9-SI Md S come 1 dovendo far strisciare un contatto sul magnete (la SISSA non lo ha provato)
- 10-NO Md F **b)**
- 11-SI MD S **c)** (oppure come 1)
- 12-NO MD F **d)** (oppure come 2, è l'ipotesi di far ruotare il tutto solidalmente unito)

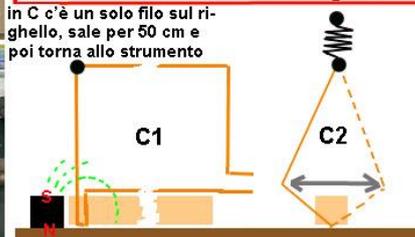
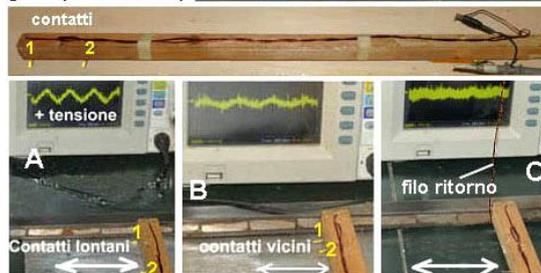
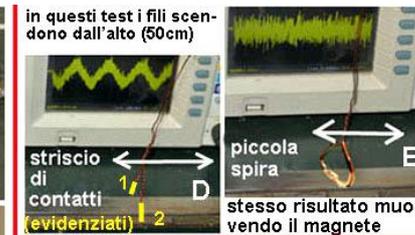
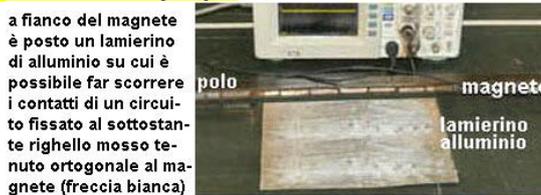
Abbiamo tensione (SI) se i contatti sono striscianti (1 3 5 7 9 11) e questa sembrerebbe condizione necessaria e sufficiente perché nel 3 e 5 c'è tensione anche se è certo che non c'è moto relativo fra campo ed elettroni del disco. Quindi sembrerebbe proprio che basti "strisciare" i contatti (o un contatto) per avere tensione (ma, a posteriori, anche presenza di campo magnetico)

Seguono altri test più semplici eseguiti sperando che consentissero una più facile spiegazione e che invece hanno portato ad un vicolo cieco (li espongo solo per completezza)

Test propedeutici: P1 descrive il magnete usato per i test successivi: nella zona mediana il campo non produce effetti avvertibili (la bobina è di 30 spire mentre nei test che seguiranno la spira è singola). P2 è una conferma indiretta della qualità di un magnete costruito in questo modo anomalo. Si noti che nei test ho ottenuto gli stessi risultati con un magnete lungo solo 40 cm, quindi assai più disturbante (perciò eventuali verificatori non dovrebbero avere problemi di attrezzatura).



Questi sono i test veri e propri



Nei test A B C un righello di legno tenuto ortogonale ed aderente al magnete viene mosso avanti e indietro (10-20cm, come indicato dalla freccia bianca).

I test A B sono simmetrici agli omopolari, al posto del disco c'è un lamierino sempre fermo investito dal campo costante del lungo magnete, Ovviamente l'intensità del campo diminuisce allontanandosi dal magnete fino a sparire.

Nei test A B due contatti (1-2) sporgenti dal righello strisciano sul lamierino cortocircuitando i fili che portano alla sonda dell'oscilloscopio. L'unica *spira* è costituita dal filo che sta sopra i contatti 1 e 2, dai brevi tratti che attraversano il legno diventando contatti e da un tratto del lamierino. Nel resto del tragitto i fili sono arrotolati assieme e quindi non possono generare variazione di flusso e pure l'eventuale forza di Lorentz viene compensata poiché un filo va e l'altro viene.

Il test D mostra che anche la sola diversa inclinazione del campo è in grado di generare il fenomeno.

Nel test C il lamierino non c'è, il filo che porta al contatto 2 non è utilizzato e dal contatto 1 viene tirato in verticale un filo per 50 cm che poi prosegue per arrivare alla sonda. Questo filo viene teso quanto basta per consentire le oscillazioni indicate dalla freccia bianca (C1).

In A B abbiamo un lamierino sempre fermo che sostituisce il disco, immerso in un campo magnetico costante ma *digradante* e i contatti sono sempre striscianti. Il contatto 2 (posto in un campo di minore intensità rispetto a 1) può essere assimilato al contatto sul perno degli omopolari normali. L'osservazione degli omopolari normali dice che la **generazione di tensione avviene solo in presenza di almeno un contatto strisciante e in presenza di campo magnetico**, lo stesso succede con questi dispositivi

A e B suggeriscono sia in opera la forza di Lorentz: difatti il filo sopra il righello e fra i contatti 1-2 si muove nel campo, subisce la f.d.L mentre il tratto sottostante nel lamierino è fermo e quindi non genera una tensione che contrasterebbe con quella generata nel pezzo di filo soprastante (questo vale anche per D dove il lamierino è sostituito dallo stesso magnete)..

- In B il contatti 1-2 sono più vicini e la minor tensione generata è giustificata dal minor tratto di filo.
- Ovvio che se il movimento viene eseguito allontanandosi dal magnete la tensione diminuisca fino a sparire.
- E' presente una piccola spira (che si potrebbe appiattire fin quasi a sparire) ma poiché essa si muove in un campo dove la variazione di flusso è minima (si vedano i test P1 ed E dove i due contatti sono uniti e formano una piccola spira che non striscia sul polo magnetico) non dovrebbe generare tensione avvertibile e quindi si conferma che negli omopolari **f.d.L. e variazione di flusso NON viaggiano in coppia.**

Il caso C potrebbe mettere dei dubbi sulla f.d.L: qui il filo sottoposto a f.d.L è ancora presente (anzi è più lungo) eppure si nota solo un modestissimo segnale, ma il fatto può essere attribuito a compensazioni lungo il circuito come nel test T2. Tali compensazioni sarebbero fra il filo sul righello e il filo che va in verticale (il resto è troppo lontano).

Però cercando di separare gli effetti nei due fili pare che in essi le tensioni siano minime, più basse di quelle osservate in A. Se si tiene fermo il righello e se il lungo filo verticale (fissato in alto) viene mosso variamente ed anche violentemente (C2), si ha solo un modestissimo segnale (forse dovuto a una minima variazione di flusso. Pertanto anche nel filo sul righello si dovrebbe avere un effetto analogo (di segno opposto, vedi tratteggio verde in C1). **Questo mi ha fatto venire il sospetto che un altro fenomeno più intenso ed inusuale potesse essere la causa della tensione osservata in A, B e D.** Un fenomeno causato dallo strisciamento dei contatti su di un conduttore e in presenza di un campo magnetico diverso nei due punti di contatto. **Il sospetto però non è stato confermato.** Riferisco il lavoro fatto, magari potrebbe essere d'ispirazione per qualcuno che volesse approfondire (o anche solo per il divertimento dell'eventuale lettore esperto).

Poiché le tensioni in gioco erano molto basse (in A circa 2 mV) poteva essere un problema di disturbi. Pertanto ho rifatto i test C1 e C2 usando una bobina di 40 spire. Con questa bobina il test A non si può ovviamente eseguire, però si possono estrapolare $2 \times 40 = 80 \text{ mV}$. Eseguendo il test C1 con questa bobina ho avuto onde che raggiungono i 20mV (dovrebbero essere disturbi per variazioni di flusso involontarie) mentre il C2 arriva sui 40 mV (giustificabili dalla maggiore precarietà del test).

Restava quindi un modestissimo margine per pensare a qualcosa di insolito, tuttavia calcolando (spannometricamente) **la tensione generata dalla f.d.L. nel tratto di filo attivo nel test A, essa risulta prossima a quella osservata, il che porta ad escludere la presenza di fenomeni addizionali.** A questo si aggiunge il fatto che l'unica spiegazione concepita portava a contraddizioni con ciò che si osserva.

In un primo momento avevo ipotizzato che:

- il campo mette in uno *stato* particolare gli elettroni: tanto più intenso quanto più il campo è intenso
- questa differenza di *stato* fra i punti del lamierino non viene però compensata da *correnti*
- questo perché non c'è nulla che possa modificare l'equilibrio imposto dal campo punto per punto
- se però un circuito collega direttamente due punti in diverso *stato*, una corrente livella la situazione
- questo livellamento è istantaneo, quindi non avvertibile dagli strumenti normalmente usati
- se però un contatto o entrambi *scorrono* sul lamierino, la *corrente* si rinnova continuamente
- quando i contatti cambiano di posto una corrente di ritorno ripristina gli *stati* nel lamierino
- perciò un nuovo passaggio dei contatti genererà nuovamente corrente

Aggiungo che il test A è stato fatto anche con un contatto "rotante" in 1 e non è cambiato nulla. Pertanto la causa non sta nella "strisciatura" in sé (che potrebbe far pensare all'elettrostatica). Inoltre la rotella usata è stata

sostituita anche con una rotella dentellata (in modo che il contatto col lamierino non fosse *continuo* ma per passi distanziati. Pur nell'imprecisione del movimento manuale, l'intensità del segnale non sembra diminuire, quasi che ad ogni nuovo passo venga comunque raccolto ciò che il passo ha saltato; a conferma, allungando la traccia dell'oscilloscopio si osserva una specie di *armonica* nell'onda, cosa che fa pensare a piccole correnti locali che si radunano (o si disperdono) ove si appoggia via via ogni dente.

Ma c'erano 2 problemi:

- anche gli elettroni del filo che collega i due punti di strisciatura sentono il campo, perché consentirebbero il transito di una corrente se ciò è impedito a quelli che stanno nel lamierino sotto di loro?
- come mai invertendo la direzione del moto il segno s'inverte? Se in **1** lo *stato* è più intenso che in **2** la corrente dovrebbe sempre mantenere la stessa direzione. Forse dipende dal fatto che anche la diversa *inclinazione* del campo ha effetto unipolare (vedi il test D). Forse allora si può immaginare che i contatti sul lamierino che procedono in una direzione e vedono il campo inclinato diciamo a destra, tornando indietro forse lo vedono inclinato a sinistra, ma bisognerebbe che i contatti fossero ometti che tornando indietro fanno dietrofront ☺.

Il magnete lineare usato fornisce certamente un campo costante nel tratto centrale. Come prima accennato, ho ottenuto gli stessi risultati con un magnete raffazzonato e lungo solo 40 cm, il campo sarà stato solo modestamente costante ma sufficientemente costante per non indurre disturbi per variazioni di flusso indesiderate. Se così non fosse, il test C avrebbe evidenziato problemi. Questo ad uso di chi volesse ripetere le esperienze. Il magnete anulare è realizzato con gli stessi criteri (però è più comodo procurarsi il magnete di un grosso altoparlante).