**L’induzione e la Relatività 13.8.2017** (in aggiornamento)

[http://digilander.libero.it/gino333/induzione4.docx](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fdigilander.libero.it%2Fgino333%2Finduzione4.docx&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNGoPr7GlpF4YeBj_cM82o4ik7mbjw) **i problemi che vedo io sono in rosso**

**SOSTITUITO DA NUOVA VERSIONE**

[**https://digilander.libero.it/gino333/induzione6.pdf**](https://digilander.libero.it/gino333/induzione6.pdf)[**http://digilander.libero.it/gino333/induzione6.docx**](http://digilander.libero.it/gino333/induzione6.docx)

Relatività Ristretta lascia perplessi e la legge di Faraday a volte non concorda con ciò che si osserva. Io sono privo di una preparazione specifica e mi sono imbattuto nell’induzione costruendo alternatori amatoriali come questo:



non è dei migliori ma un oggetto simile (16 poli trapezoidali, 500 mm di diametro, 8kg di neodimio e 9 di rame, filo molto sottile) rende sul 93% da 50 giri in su (interpolando: 4 kW a 600 giri) <http://digilander.libero.it/gino333/rend.alt..jpg> (i prodotti commerciali rendono di più ma a giri elevati)

Statore e rotore possono essere montati folli su di uno stesso albero e lasciati liberi di scorrere sull’albero (essere cioè capaci di avvicinarsi-allontanarsi fra loro): in questo modo possono essere mossi a mano sentendo nelle proprie membra cosa succede, questo perché le grandi dimensioni dell’oggetto consentono di ottenere tensioni e campi magnetici significativi pur con rotazioni parziali e lente.

Teniamo il rotore (quello coi i magneti) con una mano e con l’altra lo statore (quello con le bobine): basta ruotare mezzo giro per vedere parecchi volt nel tester e sentire nelle braccia le forze in gioco. Tutto viene osservato in un **unico riferimento,** cioè nella testa dell’operatore dove arrivano i nervi delle due braccia.

- Si faccia girare il rotore tenendo lo statore aperto: le braccia non sentono resistenza.

- Si lasci procedere la rotazione (energia cinetica disponibile) e poi, con la mano liberata, si chiuda lo statore:

- il rotore s’arresterà di colpo (avendo ceduto la sua energia cinetica).

- si sentirà che lo statore vorrebbe girare come girava il rotore (non può perché lo si trattiene).

- Se si riprende a far girare il rotore (fornendo energia in modo continuo):

- si deve trattenere lo statore dal ruotare ed anche da una forza che vorrebbe allontanarlo dal rotore.

- se si insiste a sufficienza, dopo un po’ si sentirà con un dito che le bobine si sono scaldate.

- Stessa cosa facendo girare lo statore trattenendo il rotore (l’uso di strumenti mostra valori identici).

Tutto concorda con quanto è noto: un campo magnetico visto variabile da una bobina chiusa induce corrente nella stessa **bobina che a sua volta diventa un magnete**, si scalda e disperde energia.

Perché allora non è lecito pensare che **dall’ ”abbraccio” dei due campi magnetici** nasca una specie di **frizione** che consente di **trasferire energia** dal braccio (che fatica nel muovere uno dei due componenti) alle bobine dello statore?

Le teorie correnti non negano questo, ma dicono che in realtà, gioca la **forza di Lorentz** oppure un **campo elettrico** a seconda **del riferimento** **da cui si osserva** e questo lascia perplessi (lasciò perplesso pure Einstein tant’evvero che da questa perplessità nasce la Relatività). Quanto al meccanismo fisico derivabile dalla **legge di Faraday** come espressa in **Maxwell** risulta che l’interazione avviene **nell’area della spira** e che di lì l’effetto procede verso i fili (circuitazione del campo elettrico, Stokes etc) ma si tratta di **considerazioni più matematiche che fisiche,** in genere dicono che si tratta di una \*proprietà\* del campo elettrico. D’altra parte lo stesso Maxwell, dopo inutili tentativi, abbandonò ogni riferimento a modelli fisici per basarsi solo “sulle evidenze sperimentali e sull’astrazione matematica” (vedi Appendice-0).

Qui cerco di verificare **se l’interazione di due campi magnetici** può essere assunto in tutte le situazioni come **modello \*fisico\* dell’induzione** e se esso sia compatibile con la matematica corrente, questo senza ipotizzare la presenza del campo elettrico prevista dalle teorie correnti.

**Indice delle Appendici :**

**0:** notizie utili raccolte da “Una forza della natura” di Fabio Toscano

**1:** altri test

**2:** Forza di Lorentz in campo costante.

**3:** magneti e lunghezza del filo della spira

**4:** notizie storiche sull’induzione

**5:** una bellissima descrizione di come avverrebbe il fenomeno dell’induzione nella teoria corrente

**6: Omopolari**

7: vecchi tentativi e annotazioni varie

**Legge di Faraday:** in un vecchio testo per ingegneri (dove: intcirc=integrale circolare int=integrale di superficie) si legge: “… *Se il campo magnetico nella regione in cui si trova la spira viene modificato in una qualunque maniera (ad esempio modificando la corrente nei circuiti vicini, ovvero muovendo tali circuiti senza alterarne la corrente), si induce nella spira una f.e.m. uguale alla derivata, cambiata di segno, del flusso di induzione magnetica concatenato con la spira stessa. Si intende per flusso di induzione magnetica concatenato con il circuito, il flusso dell’induzione magnetica attraverso una qualunque superficie che abbia il circuito come contorno. Indicando con E=intcirc Esds la f.e.m. indotta e con Ф= int BndS il flusso concatenato con il circuito, la legge dell’induzione elettromagnetica si può scrivere E= -dФ/dt Il segno – sta ad indicare il verso della f.e.m. indotta e quindi anche quello della corrente indotta”.* Quanto alla forma dell’onda, se ne deduce che se il campo fosse \***uniforme\*,** tanto la curva del flusso che attraversa la spira quanto la sua derivata, sarebbero \***sinusoidi\***. Lo si capisce facilmente anche senza matematica: basta immaginare di mettere un occhio dove c’è un polo e di guardare l’altro polo: si vedrà un’area che va da un rettangolo massimo a una semplice linea (cioè a zero) e registrando graficamente le misure dell’area man mano che spira ruota si otterrà una sinusoide. Stesso risultato si avrà tenendo ferma la spira e facendo ruotare i magneti**.** Comunque in sintesi **la tensione dipenderebbe dalla \*variazione\* del campo magnetico che attraversa la superficie circondata dalla spira.**

|  |
| --- |
| rotazione4 |

Però **il particolarissimo test qui a destra non è conforme** e farebbe piuttosto pensare alla **variazione del campo così come lo sente il filo \*diret-tamente\*,** ma questa ipotesi è incompatibile coi trasformatori dove il campo magnetico è in massima parte concentrato nel nucleo e quindi lontano dai fili del circuito indotto.

C’è chi dice che dipende dal fatto che le linee del campo non \*tagliano\* i fili, ma anche nei trasformatori il \*taglio\* è minimo (si veda inoltre in Appendice-1 dove il \*taglio\* non è la causa prima dell’induzione).

Altri dicono che quando il magnete ruota centrato, **la tensione và a zero perché compensata da tensioni op-poste lungo il filo:** sarà vero?

Non è possibile verificare ciò che succede lungo il filo, ma lo si può dedurre disponendo il filo facendo tanti “scalini” di diversa larghezza e altezza. Così facendo risulta che è vero che a un certo punto, lontano da dove ruota il magnete, la tensione diminuisce (mostrando l’apparire di correnti opposte, cosa è comprensibile visto che a un certo punto le “linee” tornano indietro), ma il fenomeno è modesto e tende a zero man mano che lo scalino si riduce d’altezza. Perciò anche questa spiegazione non sembra convincente.

Credo che la perplessità si possa superare grazie a un **modello (\*fisico\* in senso stretto)** che sembra compatibile sia con le osservazioni che mi sono note e con altre personalmente eseguite (questa compresa) sia con la \*forma\* della legge di Faraday cioè, con la \*matematica\* in uso.

**Il modello**

Deriva da ciò che disse un prof. di fisica proprio a sostegno della legge di Faraday (e ringrazio un altro prof. che riportò l’attenzione su questo punto). Quel signore mi descrisse una specie di trasformatore fatto con un nucleo toroidale di ferrite avvolto di spire in tensione e attraversato da una sola spira, grande a piacere, messa come l’anello di una catena passante nel foro del toroide. Il prof. scrisse che nella monospira si generava una tensione pari a quella di alimentazione divisa per il numero delle spire, che a quel dispositivo **non era applicabile la forza di Lorentz** perché il campo magnetico era tutto confinato nel nucleo *“…All'esterno, hai voglia a cercarlo: anche al centro dell'anello, e' meno di un milionesimo di quello che c'e' nel nucleo*….” e che questo dimostrava che la legge di Faraday non era il mero artificio matematico che si potrebbe supporre visto che è derivabile per via matematica dalla forza di Lorentz; si poteva invece pensare proprio ad una specie di “radiazione” dall’area della spira verso il filo. Altri fisici però dissentono su questa \*radiazione\* e propendono una meno impegnativa \*proprietà del campo\*.

L’argomentazione non mi convinse, non è vero che il campo è tutto confinato nel nucleo difatti se avvicino qualcosa di ferro al nucleo di un trasformatore si avverte distintamente il campo per un paio di millimetri, quanto basta perché cominci a \*correre\* un po’ di corrente in un filo cortocircuitato lì posizionato.

Vero però che il campo che raggiunge il filo è solo una piccola parte del totale: come farebbe allora il primario a trasmettere tutti i \*watt\* che il carico al secondario può richiedere? Verrebbe proprio da pensare che non sia una cattiva idea darne l’incarico alla *“proprietà del campo”* invocata dagli esperti. Però, ricordando le osservazioni fatte con l’alternatore in prima pagina, mi sono domandato perché non considerare il **campo magnetico che si forma nel secondario** quando comincia a scorrere la corrente.

Si osservi quella specie di \*manicotto\* (qui sotto in rosa) che si allargherà man mano che cresce la corrente: è quello scoperto da Oersted (e pure da Gian Domenico Romagnosi vent’anni prima).

|  |
| --- |
| trasformatore4.JPG |

Quando comincia a correre la corrente si potranno trasferire solo pochi watt, ma poi **il campo magnetico che circonda il filo penetrerà nel nucleo e lì, verrà investito dall’intero flusso magnetico,** perciòl’intensità del fenomeno potrà essere vista dipendere dall’area della spira così come dice la legge di Faraday (trascurando gli altri fattori, velocità ecc.). Questa ipotesi è un modello fisico perché utilizza fatti noti e osservabili:dal nucleo un po’ di magnetismo sfugge e lo si sente, il campo magnetico attorno al filo in cui passa corrente è una delle prime cose osservate nell’800.

Se questa ipotesi fosse vera **occorrerebbe una diversa legge di Faraday dotata di una diversa matematica? Non vedo perché:** l’interazione utile avverrebbe prevalentemente dentro l’area della spira, un modo diverso di immaginare \*fisicamente\* cosa succede: un collegamento diretto fra gli elettroni dei fili indotti e \*cose\* che avvengono prevalente-mente nell’area della spira, “cose” che deriverebbero dall’interazione di 2 campi magnetici, quello dell’elettromagnete e quello che circonda il filo indotto (il manicotto rosa). Posso immaginarmi il “flusso” come un vento magnetico che va avanti-indietro (se la corrente fosse continua non ci sarebbe \*variazione\*) mentre il campo magnetico (manicotto rosa) attorno ai fili sentirebbe una forza che vorrebbe farlo \*ruotare\* avanti-indietro attorno al filo (uso il termine \*ruotare\* ben certo che è solo una \*analogia\*, chissà cosa succede in realtà, anche perché in altri casi di induzione si osserva una \*variazione\* ma non un \*avanti-indietro\*). Questo manicotto rosa nasce dagli elettroni e questi potrebbero subire una **\*retroazione\*** ed essere **indotti a correre o in avanti o indietro** (il su-giù della curva). Sarebbe un modello eretico che però concorda con le teorie correnti nell’ignorare **la forza di Lorentz** (quella che si \*osserva\* nei tubi catodici, nei ciclotroni etc.) che, nelle teorie correnti, viene citata nei casi in cui è il filo che si muove.

Ma il modello **si può applicare anche al caso dell’interazione magnete-spira?** Ancor meglio: tutto il campo abbraccia interamente le bobine, e da subito.

|  |
| --- |
| magnetespira4A.jpg  [*http://www.kjmagnetics.com/fieldcalculator.asp*](http://www.kjmagnetics.com/fieldcalculator.asp) |

Comincio con un caso semplicissimo: un magnete va avanti-indietro verso un lato di due spire posizionabili a piacere rispetto al magnete stesso: qui il modello pare fatto su misura, basta osservare la tavola (è un test vecchio di due-tre anni, e tanto mi ci è voluto per interpretarlo in questo modo). Qui però la \*rotazione\* del manicotto non dipenderebbe da un \*vento magnetico\* ma le “linee di flusso” sembrerebbero agire come \*cremagliere\* (più o meno \*grasse\*, come i \*tubi\* di Maxwell) uscenti dal magnete e che \*ingrananerebbero\* coi manicotti rosa.

Più difficile immaginare cosa potrebbe succedere quando c’è una **spira rotante**, ma ci si può ispirare proprio al caso precedente (i casi semplici aiutano a fantasticare su quelli più complessi).

|  |
| --- |
| magnetespira4A2.jpg |

- La **direzione** della curva (il **su-giù, più-meno,**) sembra legata al senso di

“rotazione” del manicotto rosa

- I **massimi** dove è più forte la **variazione della \*rotazione\*** del manicotto.

- **minimi** (tensione=zero) quando la stessa **variazione** è minima.

(questo considerando i molti test che mostrano l’andamento della curva in funzione della posizione della spira, vedi ad es. la traccia blu nei test 4-6-10).

Ovvio poi che **l’intensità** dipenda anche all’intensità del campo dei magneti, da come sono disposti e dalla velocità del movimento (relativo)

Considerando poi che questi \*manicotti rosa\* si estendono molto nello spazio, normalmente tutta **l’area della spira** sarà interessata al fenomeno e quindi la sua area può essere presa come parametro di calcolo (così come è nella espressione matematica della legge di Faraday) anche se altrettanto bene, anzi meglio (mi si perdoni), si potrebbe fare con la lunghezza utile dei fili (vedi tabella in Appendice-3 magneti e lunghezza del filo).

L’ipotesi poi si sposa bene col fatto che **quando il moto relativo magnete-spira è \*parallelo\*, non si ha tensione**. Difatti in questo caso il movimento delle ipotetiche \*cremagliere\* sarebbe \*ortogonale\* al manicotto rosa che avvolge i fili e quindi non potrebbe farle \*ruotare\* (mentre per angoli intermedi l’effetto si ridurrebbe solo in proporzione, proprio come si osserva).

Col “moto parallelo” anche nella teoria corrente si dice che gli elettroni sono spinti ortogonalmente rispetto alla lunghezza del filo e perciò non possono contribuire alla corrente. I due modelli quindi portano agli stessi risultati, ma nel modello qui proposto **fra impulso ed elettroni, si interpone il \*manicotto rosa\* che evita un problema**: se questo \*impulso\* fosse una specie di radiazione proveniente radialmente dal centro della spira e se agisse direttamente sui singoli elettroni, sarebbe mediamente a 90° per tutti i tratti del filo e tutti gli elettroni dovrebbero reagire nello stesso modo, in contraddizione coi fatti (quindi, mettendosi nell’ottica della fisica corrente, forse é meglio parlare di \*proprietà del campo\* piuttosto che di \*radiazione\*).

Vero che si tratta solo di ipotesi, ma nessuno ha mai visto cosa succede realmente e fra le ipotesi io preferirei quelle che, in qualche modo, pur grossolano, posso tentare di immaginare fisicamente.

Certo in fisica più che modelli \*fisici\* si assumono modelli \*matematici\* e questo fin dall’800 (Faraday escluso), difatti i modelli fisici non portarono a risultati soddisfacenti e così furono abbandonati (vedi Appendice-0). Ecco due fra i tentativi fatti da Maxwell, Boltzman, Lord Kelvin ed altri. Sono tratti dal sito <http://www.fisicamente.net/FISICA/index-4.htm> dove si legge fra l’altro: “… alle concezioni di Faraday era possibile applicare gli stessi metodi matematici con i quali erano state trattate la teoria dell'elasticità e dell'idrodinamica… **una teoria eminentemente matematica, elaborata con Green, Stokes ed Hamilton** ..

|  |
| --- |
| magnetespira4BX.jpg |

|  |
| --- |
| palmieri4.jpg |

Segnalo poi che non tutte le esperienze dell’800 sono state rifatte e riconsiderate criticamente con le strumentazioni moderne. Allora si pensava certamente che fra poli **cilindrici** il campo fosse “abbastanza uniforme”, e che tanto la curva del flusso che attraversa la spira quanto la sua derivata, sarebbero state \***sinusoidi\*** come quelle qui disegnate a fianco dell’apparecchio. Però **il test 3 mostra una curva completamente diversa** da quella prevista in molti manuali e creduta vera anche da molti fra i fisici da me contattati. Questo dimostra che non tutto è stato verificato a dovere e che tutto può sempre essere ancora messo in discussione a fronte di nuove osservazioni (affermazione che però scandalizza molti).

Stimolato da questa contestazione, un fisico ha poi verificato che la curva “cornuta” in 3, è compatibile con la matematica della legge di Faraday assumendo i valori del campo magnetico forniti da un programma di simulazione (che mostra come il campo fra poli cilindrici non sia affatto uniforme). Non è il caso di riferire la polemica che ne scaturì (si trova in giro nei link dell’Appendice-7), ma si noti che per ottenere curve regolari (tendenti alla sinusoide) conviene piuttosto che i poli siano piani (vedi i test 4-6-10 nella pagina precedente), questo nel caso di dispositivi didattici come i precedenti (il vero alternatore multipolare a pag. 1 fornisce un’onda estremamente regolare: vero che i poli sono piani, ma i fili si muovono paralleli ai poli come nel caso dei poli cilindrici mostrato in precedenza, le cose non sono mai così semplici come si può pensare).

Comunque coi poli cilindrici abbiamo quindi 4 zone di maggior variazione di intensità e in quei punti si trovano le punte dei corni (l’ondina blu mostra il passaggio del filo attivo della spira nella mezzeria del polo). Evidente che coi poli piani esiste anche un movimento di avvicinamento-allontanamento filo-polo che addolcisce la curva e anche questo farebbe pensare a una interazione diretta fra campo e filo così come detto a pag. 2, ma il trasformatore di pag. 3 lo impedisce.

Se si cerca una spiegazione che accomuni trasformatori e generatori l’ipotesi del ”manicotto rosa” sembra fatta su misura, l’interazione avverrebbe \*prevalentemente\* nell’area della spira e quindi sarebbe compatibile con la forma matematica della legge di Faraday. La differenza sarebbe minima: non sarebbe la \*proprietà del campo\* nell’area della spira ad agire, ma l’intreccio di due campi \*grossomodo\* presenti in quell’area. Non sembrerebbe strano pensare che le linee del campo di Oersted emesse dagli elettroni del filo, possano \*retroagire\* sugli elettroni medesimi, anche perché è esattamente la sensazione che si prova manovrando a mano l’alternatore di pag. 1 (ma basta anche sentire cosa succede cercando di avvicinare due magneti con polarità opposte).

Quanto al **“campo uniforme”**, sia a buon senso che per osservazioni fatte, io **non ci credo affatto** e temo che molte “osservazioni” basate su tale uniformità, siano in realtà **derivazioni matematiche,** cioè **disegni**, e quindi da prendere con le molle. A conferma si può valutare il seguente programma di simulazione fra due poli piani. <http://www.kjmagnetics.com/images/MagneticFieldAttraction.gif>

Certo il \*manicotto rosa\* è solo un \*modello\*di qualcosa che non si può osservare, ma soddisfa tanto il desiderio di potersi aggrappare all’immaginazione umana quanto alla compatibilità con la descrizione matematica corrente (che funziona ottimamente da due secoli). Vero che questo modello **non include la forza di Lorentz,** ma se le due formulazioni sono matematicamente derivabili, non vedo che problema ci sia.

Come si può leggere In Appendice-5 un professore mi scrisse: *”… FINO A QUI, tu puoi considerare la legge di Faraday come un semplice artificio matematico, utile per \*semplificare i calcoli\* e basta”,* direi quindi che se invece fosse proprio la legge di Faraday ad essere conforme al fenomeno nella sua interezza **potrei considerare l’attuale matematica connessa alla forza di Lorentz come un artificio da usare quando opportuno.**

Questo modello è **perfettamente simmetrico,** obbediente alla relatività di Galileo, **dove non è necessario** ipotizzare la presenza di un **\*campo elettrico\*** che si dice osservabile\*solo\* ponendosi nell’opportuno riferimento. **Ho chiesto più volte se questo \*campo elettrico\* fosse stato misurato a prescindere dalla corrente generata (la corrente non è un prova, perché non cambia cambiando riferimento): mi è stato detto che oggi lo si potrebbe fare, ma la cosa non interessa a nessuno (!). Confesso che questa questione del campo elettrico è per me indigeribile e attendo una prova oggettiva prima di accettarlo.**

Invece Einstein-Infeld in “L’evoluzione della fisica” dicono che il campo, nato come una descrizione grafica del fenomeno, è un vero e proprio oggetto fisico: “**Dobbiamo ammettere che il campo elettrico esiste anche in mancanza del circuito necessario per accertare la presenza di una corrente indotta”** (direi nella situazione in cui l’osservatore vede i magneti che si muovono). Vero che cambiando punto di vista, ciò che si vedeva in un modo, dopo si può vedere in un altro, ma è una questione che ha senso porsi solo se effettivamente si nota un comportamento strano che occorre giustificare. Sembra quasi che una stranezza presente nelle teorie correnti abbia indotto a \***ipotizzare** una osservazione\* ☺.

Einstein-Infeld, se ho ben inteso, dicono che partendo dalle esperienze di Faraday e di Oersted si è immaginato di ridurre le spire ad un punto infinitesimo, fino al punto in cui l’interazione avviene col punto, quindi “col campo, perdendosi così ogni criterio meccanicistico” (il \*modello\* che io tento di costruirmi) “Nella teoria di Maxwell non vi sono attori materiali”. Per la verità altri divulgatori non citano la spira \*infinitesima\* ma anche per loro è il campo che recepisce ciò che succede nell’area della spira e che lo \*trasporta\* al filo (vedi in “Grandangolo” subito qui sotto).

Io però sono ancora all’età della pietra, continuo a voler immaginare le cose con modelli meccanicistici e non penso di far male perché un fisico mi ha recentemente informato che **i “campi” non sono una realtà oggettiva** come dicevano Einstein-Infeld, **ma una approssimazione**. Quel fisico scriveva che nei manuali non si potrà mai trovare niente di più, che vengono esposte le cose in modo da renderle comprensibili utilizzando il campo come mattone di base. Con questo mattone elementare si può costruire tutto l'edificio dell'elettrodinamica, ma se si cerca una spiegazione della natura intima del campo, la ricerca sarà infruttuosa, cercare una sua spiegazione all'interno della teoria che il campo stesso definisce è un discorso ricorsivo che porta solo a delle tautologie. Bisognerebbe invece scendere al livello delle quantistica, ma senza una preparazione adeguata non è possibile capire né intendersi *(mia libera e rischiosa sintesi).*

Non posso che concordare, però ne discende che: a) ho il diritto di considerare il campo una approssimazione, perciò b) ho il diritto di tentare di immaginare un modello meccanicistico (ben conscio che sarà una approssimazione) a patto che esso non contrasti con le osservazioni disponibili. Se poi dalla quantistica uscirà una descrizione \*fisica\* più convincente ad uso degli umani, ma che ben venga.

Nel frattempo a noi curiosi continuano a propinarci le teorie antiche.

Maxwell "Grandangolo, vol 23" Corriere della Sera (a cura di Sara Barbieri),  
"... Cosa accadrebbe se non ci fosse un conduttore? Scomparirebbe anche la circuitazione del campo elettrico? Certamente no, ciò che scomparirebbe sarebbe soltanto la corrente elettrica semplicemente perché il campo elettrico non troverebbe nessuna carica libera da poter spostare. Ma il campo elettrico, con queste sue nuove linee chiuse, esisterebbe tale e quale..."

Questa citazione l’ho \*postata\* pure in un forum di fisica col commento che segue: *Come si fa a non capire una cosa così semplice e bella? Fate conto di un pugno che c'entra un occhio che poi diventa nero. Supponete che il malcapitato si sposti a tempo. Forse che il pugno non sarebbe stato scagliato? Però qui c'è un passaggio in più: qui il pugno lo dai al \*campo\* il quale lo \*trasmette\* al filo: come lo trasmette? Semplice: è un \*proprietà del campo\* (magnifica descrizione \*fisica\*). Inoltre: "le equazioni di Maxwell conoscono l'elettromagnetismo meglio di Maxwell" ma secondo me lo conosceva meglio Faraday anche se col \*taglio delle linee\* si sbagliò (ma mica c’aveva un oscilloscopio lui e neanche il neodimio).* Naturalmente mi sono preso un coro di insulti.

Casi particolarissimi sono in **Appendice-1**: **altri test** e in **Appendice-2: forza di Lorentz in campo costante** (non \*uniforme\*).Sono stati messi a parte per non appesantire troppo l’esposizione principale, ma, **salvo una particolarità evidenziata rosso**, sembrano anch’essi conformi al modello.

Che nelle teorie correnti sull’induzione ci siano cose non chiare lo dice pure il prof. G. Giuliani dell’università di Pavia <http://fisica.unipv.it/percorsi/pdf/ind_aq.pdf> dove sostiene che è la forza di Lorentz ad essere la vera, unica spiegazione del fenomeno**.** Egli dice grossomodo che la legge del flusso ha validità limitata, non è \*causale\*, non è una \*buona\* legge del campo, che i manuali introducono ipotesi \*ad hoc\* per salvare la legge del flusso, che Feynman si sbaglia e che si può arrivare a una legge generale dell’induzione in cui la legge del flusso è un caso particolare e che, leggendo Faraday, Maxwell e Einstein, si vede che la **legge del flusso è un problema storico aperto**. Cita da Ludvik Flecvk: “Quando una concezione si diffonde … fino nelle locuzioni linguistiche … una contraddizione sembra impensabile e inimmaginabile”. Lui vede qualcosa di “**non causale perché … il campo dovrebbe agire a distanza e con velocità infinita**” … . Chissà se il modello “manicotto rosa” potrebbe riconciliarlo con la legge di Faraday. Comunque la forza di Lorentz non può essere totalmente ignorata, si veda il caso esposto in Appendice-1.

L’argomento andrebbe però completato con la questione degli **Omopolari**. Dispongo di alcune osservazioni che si aggiungono a quelle che ho trovato in Internet. Ho messo il tutto in **Appendice 6: Omopolari** che è ancora da esaminare a fondo, comunque pare che gli omopolari non siano ancora ben compresi neppure dalle teorie correnti.

\* \* \*

C’è però un problema grave. La \*simmetria\* del fenomeno contrasterebbe con una delle motivazioni della Relatività Ristretta, difatti **Einstein 1905 L’elettrodinamica dei corpi in movimento:** “E noto che l’elettrodinamica di Maxwell - come la si interpreta attualmente – *(ed anche oggi, come mi disse uno specialista della RR)* nella sua applicazione ai corpi in movimento porta a delle asimmetrie, che non paiono essere inerenti ai fenomeni. Si pensi per esempio all’interazione elettromagnetica tra un magnete e un conduttore. I fenomeni osservabili in questo caso dipendono soltanto dal moto relativo del conduttore e del magnete, mentre secondo l’interpretazione consueta i due casi, a seconda che l’uno o l’altro di questi corpi sia quello in moto, vanno tenuti rigorosamente distinti. Se infatti il magnete `e in moto e il conduttore `e a riposo, nei dintorni del magnete esiste un campo elettrico con un certo valore dell’energia, che genera una corrente nei posti dove si trovano parti del conduttore. Ma se il magnete `e in quiete e si muove il conduttore, nei dintorni del magnete non esiste alcun campo elettrico …”

Non sarebbe la prima volta che si scopre l’America cercando la via per le Indie. Devo però ammettere che in realtà il mio interessamento all’induzione era proprio legato alle perplessità che la RR induce a causa di certe sue conseguenze che stridono coi limiti della comprensione umana. Tento perciò una riflessione.

**Induzione e Relatività Ristretta**

Mi aggancio a **“Scienza per tutti”** (un sito che dovrebbe essere credibile) e a un articolo che parte proprio dall’induzione <http://scienzapertutti.lnf.infn.it/index.php?option=com_content&view=article&id=887:156-perche-una-carica-in-movimento-genera-un-campo-magnetico-e-perche-una-corrente-variabile-genera-un-campo-elettromagnetico&catid=142&Itemid=347> *il testo è in corsivo.* Tre asterischi \*\*\* identificano i miei commenti.

Sull’induzione l’articolo mi è sembrato chiaro, conciso ed esauriente (le mie perplessità sono quelle prima esposte). Dal punto che ora trascrivo commento punto per punto.

*… Tuttavia non abbiamo ancora risposto completamente alla domanda ma abbiamo solo illustrato a grandi linee gli esperimenti che hanno condotto alla comprensione attuale; dobbiamo però ancora aggiungere un ulteriore ingrediente. Quando una particella carica si muove con una velocità v in una regione di spazio dove è presente un campo magnetico B, essa subisce una forza che è proporzionale alla velocità v, al campo B ed al seno dell’angolo compreso tra la direzione della velocità e quella del campo magnetico; questa forza si chiama forza di Lorentz . Quando la particella è ferma essa non subisce nessuna forza, quindi la forza di Lorentz dipende dal sistema di riferimento nel quale osserviamo il fenomeno ….*

\*\*\* Però questa mi sembra una affermazione in contrasto con ciò che leggo dopo, cioè: "quello che accade in natura non può dipendere dalla scelta del sistema di riferimento".

*… Poco fa abbiamo detto che il campo magnetico è generato da una corrente elettrica, cioè la sua intensità è proporzionale al valore della corrente elettrica, ed in qualche misura quindi alla velocità delle cariche in movimento, pertanto sembrerebbe che cambiando il sistema di riferimento debba cambiare anche l’intensità del campo B. Per aggiungere ulteriore confusione a questo quadro, ricordiamo che abbiamo detto che le equazioni di Maxwell predicono l’esistenza di onde elettromagnetiche che hanno una velocità pari a quella della luce, ma rispetto a quale sistema di riferimento****? E’ proprio per rispondere a questo interrogativo che Einstein nel 1905 ha pubblicato la sua teoria della relatività ristretta, il cui articolo originale si intitolava: “sull’elettrodinamica dei corpi carichi in movimento”***

\*\*\* Già, sembra un bel pasticcio

*Torniamo alla forza di Lorentz, cerchiamo di capire cosa succede con un esempio: immaginiamo un elettrone che si muova con velocità v costante lungo una direzione parallela a quello di un filo rettilineo molto lungo (al limite infinito) percorso da una corrente I continua. La velocità v e la corrente I hanno versi opposti. La corrente I genera un campo magnetico e sull’elettrone agirà una forza di Lorentz che lo attrae verso il filo*

\*\*\* **Ok, ma qui abbiamo un elettrone in volo che attraversa un campo magnetico e in questo caso sulla forza di Lorentz non ci piove**. Comunque mi pare che potrei anche dire che se il moto degli elettroni nel filo genera un campo magnetico posso pure semplicemente pensare che il volo in direzione opposta dell’elettrone genera un campo magnetico opposto: campi opposti si attraggono … mica che con questo si neghi la forza di Lorentz.

*Scegliamo ora un sistema di riferimento inerziale in cui l’elettrone appaia fermo (è sufficiente scegliere un sistema di riferimento che abbia la stessa velocità v dell’elettrone), di conseguenza in questo sistema di riferimento non c’è forza di Lorentz e l’elettrone non devia verso il filo; è corretta questa affermazione? Ovviamente no,* ***se in un sistema di riferimento l’elettrone si muove verso il filo, allora in qualsiasi altro sistema di riferimento deve avvenire la stessa cosa****, perché quello che accade in natura non può dipendere dalla scelta del sistema di riferimento. Questo vuol dire che nel sistema di riferimento in cui l’elettrone è fermo* ***deve*** *essere presente un* ***campo elettrico*** *perpendicolare al filo che attragga l’elettrone verso il filo stesso;*

\*\*\* E' un sospetto più che lecito, ma proprio considerando che ***"quello che accade in natura non può dipendere dalla scelta del sistema di riferimento****"* (parole dell’autore)  **non mi parrebbe lecito ipotizzare un \*campo elettrico\* che dipenda dal sistema di riferimento**. Inoltre (mi ripeto da sopra), **questo campo elettrico è mai stato osservato direttamente?** Cioè posso mettere in moto dei magneti e misurare il campo elettrico da essi generato con qualcosa che non utilizzi una corrente elettrica indotta, né il moto degli elettroni?

*ma per avvenire questo il filo deve risultare carico, mentre sappiamo che esso è neutro. Il filo percorso da corrente risulta essere neutro nel primo sistema di riferimento, dove il filo era fermo e l’elettrone si muoveva con velocità v; se osserviamo meglio ciò che accade notiamo che nel filo vi sono delle cariche positive ferme e degli elettroni in movimento che costituiscono la corrente elettrica. In questo sistema la densità di carica positiva e quella negativa sono uguali e quindi il filo risulta neutro e non genera nessun campo elettrico. Se ci mettiamo ora nel sistema di riferimento in cui l’elettrone è fermo, il filo risulta in movimento e quindi anche le cariche positive sono in moto e le cariche negative hanno una velocità diversa dalla precedente.* ***Una delle previsioni della teoria della relatività ristretta dice che la densità di carica dipende dal sistema di riferimento*** *(questo perché mentre la carica è un invariante relativistico, il volume non lo è perché esso si contrae all’aumentare della velocità), quindi la densità delle cariche positive e quella delle cariche negative non si compensano più nel filo in moto e questo risulterà carico positivamente generando un campo elettrico che attira l’elettrone verso il filo. Questo vuol dire* ***che nel sistema di riferimento in moto è comparso un campo elettrico*** *che non era presente nel primo sistema di riferimento, ed anche il campo magnetico B ha un valore diverso da quello che era presente nel sistema di riferimento in cui l’elettrone era in moto*

\*\*\* Quest'ultimo paragrafo mi pare assai intricato (e ci vedo sempre il cane che si morde la coda). Io credo che sia **lecito ipotizzare che il campo elettrico non abbia ragion d'essere**, e visto che il "sistema di riferimento" non deve avere conseguenze fisiche, provo a toglierlo di mezzo: nella sinistra metto una spira e nella destra un magnete, suppongo che le mie braccia siano in grado di avvertirmi di eventuali forze, quindi le informazioni nascono nell’unico "sistema di riferimento" esistente: mani, braccia, nervi e zucca, sono un tutt'uno. Per il principio di relatività di Galileo che io muova la sinistra o la destra (in modo simmetrico) nulla deve cambiare. **Che cosa mi impedisce di immaginare le cose a questo modo?** (che è poi quello che ho scritto a pag. 1)

*In conclusione possiamo dire che sia il campo magnetico che il campo elettrico sono due diverse manifestazioni del campo elettromagnetico, che viene descritto dando sei grandezze (le tre componenti del campo elettrico più le tre componenti del campo magnetico), che possono trasformarsi le une nelle altre cambiando il sistema di riferimento nel quale si osserva il fenomeno (così come succede alle componenti di un vettore  quando si ruota il sistema di riferimento). Il campo elettromagnetico è generato dalla cariche elettriche, le quali quando si muovono di moto accelerato, come in un’antenna, emettono delle onde elettromagnetiche. Se invece esse sono ferme, o si muovono di moto rettilineo uniforme, esse generano nello spazio un campo elettromagnetico statico, che può apparire come un campo elettrico o come un campo magnetico o come una sovrapposizione di entrambi, a secondo del sistema di riferimento che scegliamo per osservare il fenomeno.*

***------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------***

**Mi sembra veramente tutto molto complicato** (si veda in Appendice-4 il divenire storico della questione) **pare tutto dipendere da un "campo elettrico"  forse non osservabile** (riferito ai magneti in movimento)**e in contraddizione col principio "quello che accade in natura non può dipendere dalla scelta del sistema di riferimento"** (sintesi delle parole di Einstein: “Le leggi secondo le quali evolvono gli stati dei sistemi fisici sono indipendenti da quale di due sistemi di ordinate che si trovino uno rispetto all’altro in moto traslatorio uniforme queste evoluzioni di stato siano osservate.” Frase, forse un po’ ingarbugliata, che si legge sempre nell’ ”elettronica dei corpi in movimento” del 1905 )

Sottoposi la questione ad un forum di fisici e uno di essi si tradì: *“… per capire che cosa significa: "quello che accade in natura non può dipendere dalla scelta del sistema di riferimento", perlomeno riguardo all'elettrodinamica (e buona parte della meccanica)* ***DEVI usare la Relativita' Ristretta…****”* confermando (almeno a mio giudizio) che si trattava della  **classica dimostrazione circolare.**

Perciò la Relatività Ristretta sarà certamente sacrosanta, ma devo dire:

a- non vedo asimmetrie da sanare nel fenomeno dell’induzione

b- la sua logica è afflitta da un ragionamento circolare

Quanto alla costanza della velocità della luce anche rispetto alla velocità dell’osservatore si invocano le equazioni di Maxwell, ma in quelle equazioni la velocità dell’osservatore non è stata neppure presa in considerazione (cosa confermata da un professore specialista in RR). E’ poi vero che finora nessuno ha mai visto c variare, così come è dimostrato che gli orologi in volo ritardano e che i muoni campano più a lungo, che il GPS eccetera eccetera, ma tutto questo si spiega, mi pare, con le trasformazioni di Lorentz: **c’è qualche conferma della RR che non dipenda da dette trasformazioni?**

Se non c’è, perché non posso allora accettare le trasformazioni come proposte prima della RR? La matematica è identica, inoltre pare che la teoria dell’etere di Lorentz sia predittivamente equivalente alla RR. Nessuno poi mi ha detto cosa si osserva o cosa si derivi dalla RR che non dipenda dalle trasformazioni di Lorentz.

Per la verità Colin Bruce in "Sherlock H. e i misteri della scienza" scrive a pag. 323: *"Le trasformazioni della relatività speciale sembrarono inizialmente solo un utile artificio matematico, ma finirono per portare alla fondamentale scoperta che la massa non è che una forma di energia.”* Ma nel capitolo 8 Bruce aveva mostrato la derivazione di E=mcquadro (<http://digilander.libero.it/gino333/bruce.jpg>) dove non vedo né le trasformazioni né qualcosa che mi ricordi la RR (sembra solo collegata al fatto che secondo Maxwell la quantità di moto di un raggio di luce è pari alla sua energia diviso la velocità c). Eppure moltissimi dicono che la bomba atomica dimostra che Relatività è giustissima. O io non ho capito niente, oppure il collegamento fisico-matematico è sostituito da figura fisica di Einstein in persona.

Inutile ricordare che Einstein-Infeld in “L’evoluzione della fisica” si mostreranno assai più disponibili sull’etere e aggiungo da [*https://it.wikipedia.org/wiki/Etere\_luminifero*](https://it.wikipedia.org/wiki/Etere_luminifero) *...Einstein, tuttavia, riconoscerà di avere in tal modo sostituito l'antico concetto di etere con una nuova concezione dello spazio pur sempre dotato di sue specifiche proprietà fisiche, uno spazio che consiste cioè nella struttura quadrimensionale dello spaziotempo « Sarebbe stato più corretto se nelle mie prime pubblicazioni mi fossi limitato a sottolineare l'impossibilità di misurare la velocità dell'etere, invece di sostenere soprattutto la sua non esistenza. Ora comprendo che con la parola etere non si intende nient'altro che la necessità di rappresentare lo spazio come portatore di proprietà fisiche. »(Albert Einstein, da una lettera a A. H. Lorentz, 1919) Negare l'etere condurrebbe, secondo Einstein, a «supporre che lo spazio vuoto non possieda alcuna proprietà fisica, il che è in disaccordo con le esperienze fondamentali della meccanica» (Grundgedanken und Methoden der Relativitätstheorie in ihrer Entwicklung dargestellt, § 13, 1920)*

Tutto questo per dire che io mi accontenterei delle Trasformazioni ante-RR. Vero che ci sarebbe la stranezza del “tempo locale” (non più strano dello “spaziotempo” però), ma francamente il \*tempo\* a me pare solo un’illusione: credo che esso non sia altro che il divenire della natura e così come in certe situazioni i regoli si possono accorciare, così gli orologi (al cesio, mica i Rolex) possono ritardare. Sarebbe lo stesso \*signor tempo\* della “gravità quantistica” esemplificato in modo assai convincente da Rovelli (in “La realtà non è come ci appare”) usando il polso e il candelabro di Galileo. Un esempio macro per convincermi di cosa succede nel micro? Ok, ma ancor più mi convince nel macro.

Appendice-0: notizie utili raccolte da “Una forza della natura” di Fabio Toscano Sironi editore 2017

*(* posteriori a queste note, confermano i miei sospetti sul \*modello fisico\* espressi a pag.5)

riassumo pericolosamente, le “citazioni” sono fra apici *mentre i miei commenti sono in corsivo*

Dice che **Maxwell** si basa “sulle evidenze sperimentali e sull’astrazione matematica”, non usa modelli fisici *Vediamo come ci si arriva (è una storia proprio interessante)*

pag.166 **Ampere** “qualunque sia la causa fisica alla quale si vogliano attribuire i fenomeni, la formula che ho ottenuto rimarrà sempre l’espressione dei fatti” *lasciando l’amaro in bocca a chi vorrebbe avere un’idea \*fisica\* di come funziona il mondo (comunque pare mancasse la \*corrente di spostamento\*)*

pag.206 **Faraday** spiega un fenomeno scoperto da **Arago**: un disco di rame in rotazione fa ruotare un ago magnetico perché questo induce corrente nel disco “e il magnetismo generato da tali correnti interagiva con quella dell’ago” (*quindi il mio \*modello\* equivarrebbe* ***alla scoperta dell’ombrello,*** *ma pare che i successori se ne siano dimenticati).*

pag.210-212 **Faraday** attribuisce l’induzione al \*taglio\* delle linee del campo magnetico da parte del filo della spira, questo anche nel caso del \*disco di Faraday\* *(un omopolare, vedi Appendice-6)* e pure nel caso dell’ \*anello di ferro\* *(un trasformatore, in questo caso però Faraday è poco convincente, almeno nelle parole di Toscano, perché le spire del secondario sono raggiunte solo marginalmente dal campo del primario, vedi pag. 3).* Comunque nel caso dell’anello di ferro Faraday dice che il \*taglio\* efficace è quello che avviene quando le \*linee\* si allargano o si riducono, cioè all’apertura-chiusura del primario, *quindi quando c’è una \*variazione\* (ma nel testo di Toscano la parola \*variazione\* non compare). Citazione da Faraday al riguardo*: “Mi conforta non poco constatare che l’esperimento non deve temere il confronto con la matematica *(che poi battezzerà \*geroglifici\*)*, e anzi è in grado di eguagliarla in fatto di scoperte”

pag.231-232-234-236-240-242 **Faraday** l’induzione elettrostatica opera via catena di molecole polarizzate – la carica di un di un conduttore si distribuisce su tutto il conduttore – la sua carenza matematica e le sue difficoltà con l’ortodossia – il credito concesso alle linee di forza da parte di Thomson (lord Kelvin) - connessione fra luce e magnetismo – “Se un uomo potesse essere sospeso …nel \*campo\* magnetico, egli si orienterebbe in direzione equatoriale…” cioè disponendolo in lunghezza trasversalmente rispetto ai poli (diamagnetismo) *scopre che* *tutte le sostanze risentono del magnetismo, agevolando o ostacolando il flusso delle linee di forza (però dai miei giochetti con gli alternatori, risulterebbe che l’ostacolo è modesto).*

pag.253-254 **Faraday** suggerì che le onde luminose fossero in realtà vibrazioni delle linee di forza elettrica e magnetica *(precedendo Maxwell)* … non credeva all’etere … al suo posto c’erano le linee di forza *(quindi aveva un suo \*etere\* personale, comunque sarà poi vendicato da chi sostituirà l’etere coi \*campi\*, termine che aveva inventato proprio lui* ☺*) -* quasi nessuno gli dava credito a causa della sua incompetenza matematica.

pag.258 **Faraday** discutendo di sostanze paramagnetiche e diamagnetiche, di permeabilità magnetica etc. suppone che fra due larghi e piatti poli magnetici opposti vi siano linee di forza diritte e parallele, cioè un campo magnetico \*uniforme\* *(a me non risulta, ho fatto molte misure al riguardo).*

pag.259-261 **Faraday** attrazione-repulsione: non un’azione a distanza, ma la risposta dei singoli corpi alla condizione dello spazio, cioè del campo magnetico in cui il corpo si trova. I poli magnetici non sono \*centri di forza\* ma \*varchi\* dai quali entrano ed escono le linee di forza e questo dimostra che non possono esistere \*monopoli\* N o S; ribadisce che **“La quantità di elettricità messa in moto nella corrente è proporzionale alla quantità di linee intersecate” fatto che và considerato** (dice Toscano) **l’enunciato della legge d’induzione elettromagnetica** *(a patto però, dico io, che il taglio comporti una variazione, pertanto mi parrebbe che la vera causa sia la \*variazione\*, vedi in fondo in Appendice-1)*

pag.273 *arrivano i nostri* ☺: **Thomson, Maxwell** e **matematica.**

pag.324-326 **Thomson** rappresentazione matematica (non \*fisica\*) in chiave faradayana poi ripresa da **Maxwell** il quale afferma che. Faraday pensava per immagini: “… aveva visto con gli occhi della mente le linee di forza … dove i matematici vedevano centri di forza che attraggono a distanza …” mancava solo un po’ di matematica, ma avrebbe rimediato lui.

pag.328-334 **Maxwell** “…l’analogia non è fra i fenomeni stessi, ma tra le relazioni che legano i fenomeni” *(intendendo “relazioni interne” come si legge più avanti). Sulla fisicità delle linee non dice nulla, le constata,* così pure per il magnetismo e l’elettricità.Considerava le linee come dei \*tubi\* dalla cui sezione dipendeva l’intensità *(vedi mio test pag. 4)*, arrivando ad un modello geometrico-idrodinamico per \*analogia\*; egli disse: “non sto tentando di stabilire alcuna teoria fisica di una scienza in cui a malapena ho fatto un solo esperimento … una fedele applicazione delle idee e dei metodi di Faraday …” *(che taluni però non dicono che fossero tanto fedeli, vedi Appendice-4*) e ammetteva che la vera teoria fisica era ancora di là da venire *(che sia il \*manicotto rosa\** ☺*?, ma no, sarà certamente nella quantistica)* e che comunque l’azione a distanza era da scartare

pag.338-340 **Faraday** comunica a **Maxwell** l’ipotesi che le forze magnetiche si propaghino come la luce e definisce in modo semiserio la matematica come \*geroglifici\*.

pag.357-370 **Maxwell** si propone d’arrivare a un’autentica teoria fisica sempre basata sulle linee di forza (sulle idee di Thomson e sull’ipotesi di vortici d’etere) da quella fase scaturiscono i modelli di etere (*qui a pag. 4*) ma c’era dei problemi, l’azione a distanza di Weber pareva più esauriente. Compare l’idea della “corrente di spostamento” presente fra i piatti di un condensatore: uno stato di tensione elastica corrispondente al “campo elettrico” tipico della elettrostatica. Da qui l’idea che anche la luce fosse un fenomeno elettromagnetico (corrispondenza fra velocità calcolate e misurate) “… riduceva la luce, le forze elettriche e magnetiche a manifestazioni di processi meccanici distinti in un unico etere” etere a cui Faraday non credeva *(ma non vedo molta differenza fra un mare di etere e un mare di linee, ho l’impressione che bisticciassero sulle parole)*

pag.376 **Monro** critica i modelli \*troppo artificiosi\* di etere *e così si arriva da dove siamo partit*i: **Maxwell abbandona ogni riferimento a modelli fisici per basarsi solo “sulle evidenze sperimentali e sull’astrazione matematica”** *che è la cosa che mi interessava evidenziare (per essere libero di proporre il mio manicotto rosa* ☺ *)*

pag.379 **Maxwell e altri** appendono una grande bobina di rame ruotante attorno a un ago magnetico grazie al campo magnetico terrestre (marchingegno escogitato per definire unità di misura ricavabili ovunque sulla terra). *Ecco finalmente comparire un campo magnetico che anche a me appare abbastanza UNIFORME*

pag.383-388 **Maxwell** il \*campo\* e lo \*etere\* coesistono non sono alternativi: un mezzo capace di deformazione elastica perché la comunicazione del moto non è istantanea, capace di accumulare energia sia cinetica (movimento) che potenziale *(carica elastica),* un mezzo “che pervade tutti i corpi ed è modificato solo parzialmente dalla loro presenza … *messo* in movimento da correnti elettriche e da magneti” senza però costruire alcun modello meccanico di etere: solo fatti sperimentali e il metodo matematico di Lagrange (comunque aveva espressamente abbandonato l’ipotesi dei vortici di etere)

pag.389-391 **Maxwell** e influenza di **Hamilton:** non più \*modelli\* ma \*relazioni\* perciò le 20 equazioni (relazioni) non necessitavano di modelli di etere, anzi **potevano fare a meno dell’etere.** Poi le misure di Focault e Fizeau confermarono tanto le formule di Maxwell quanto le idee di Faraday al riguardo

pag.412 **Maxwell** a capo di un laboratorio pagato da **Cavendisch** ripete vecchi esperimenti fatti dal finanziatore e scopre che costui aveva anticipato molti (Coulomb, Ohm **…)**

pag.413-414-419-423 **Thomson** nel 1884 critica severamente il vecchio amico Maxwell: una teoria fisica che non poggia su di un modello meccanico è una teoria vuota. L’unica differenza a favore di Maxwell è la previsione delle onde elettromagnetiche. Poi arrivano in sostegno i maxwelliani ( **Heaviside, Poynting**) e i problemi dei cavi sottomarini. **Hertz** osserva le onde elettromagnetiche, **Thomson** l’elettrone, si riconosce la realtà fisica del campo elettromagnetico *(ma ci sono frasi che mi paiono contorte) …. Tutte cose molto interessanti ma non rilevanti per lo scopo di queste note.*

*Inciso: non ho trovato nulla sul campo elettrico davanti ai magneti in movimento: fu un’idea di Maxwell?*

*Comunque se è vero che per taluni fisici seri, una teoria fisica che non poggia su di un modello meccanico è una teoria vuota, cercarla ove non ci fosse, dovrebbe essere un’azione meritoria: spero perciò che mi si perdoni.*

Appendice-1: altri test

Questa tavola dice che **può NON esserci tensione anche in presenza di “taglio delle linee del campo”**

|  |
| --- |
| magnete110x2.JPG |

Nonostante il taglio delle linee del campo il **lungo magnete** che sfiora il lato di una grande bobina trape-zoidale non genera tensione mentre muove il suo centro sotto la matassa: la tensione appare con l’avvicinarsi delle estremità.

Il magnete **anulare** (un sandwich di magnetini fra due anelli di ferro)non mostra mai ten-sione, forse perché la bobina non vede mai la fine del magnete. Quindi causa della tensione è la variazione del campo, non il taglio

Se il \*taglio\* non è la causa dell’induzione, neppure sembra es-serlo la forza di Lorentz se non accompagnata anche da una variazione del campo.Lo conferma pure il magnete anulare dove si sono usate due bobine disposte in modi diversi (vedi note).

Stupisce però la ten-sione che si osserva nelle zone non centrali del magnete dove il campo sembrerebbe an-cora costante (come fa la spira a \*sentire\* l’avvicinarsi del campo variabile delle estremi-tà?).

Se la causa stesse nella forza di Lorentz perché questa non agirebbe anche nella zona centrale e col magnete anulare? Avevo pensato che la forza di Lorentz potesse generare una corrente \*inavvertibile\* assieme ad un \*manicotto rosa\* però esteso nello spazio e capace di raggiungere la zona in cui il campo varia, ma l’ipotesi è risultata infondata: agitando un magnete in modo da indurre leggera tensione nella bobina del test in basso e a sinistra, il segnale non è risultato amplificato mettendo in movimento il magnete anulare (se si fosse formato un \*manicotto rosa\* avrebbe dovuto maggiormente interagire col campo del magnete in oscillazione; confesso d’essere rimasto deluso perché il modello \*manicotto rosa\* ne avrebbe tratto una conferma diretta).

L’unica spiegazione della tensione generata dal lungo magnete anche dove il suo campo sembra costante, sembra da attribuire ad una errata valutazione di questa costanza ☹. Questo nonostante fosse confermata anche da una costante forza di attrazione (di un filo di ferro 0,5x10mm tenuto verticale) in tutta la zona centrale e nonostante una tensione simile fosse stata rilevata agitando in modo uguale una bobinetta (30x20mm esterno) nella stessa zona centrale del magnete.

Ad ogni modo qui si voleva dimostrare che il \*taglio\* non c’entra con l’induzione. Se ciò contraddice Faraday (che ammiro moltissimo) mi spiace, ma lui non aveva certo i mezzi per fare test di questo genere. Quando lui scrisse che: “La quantità di elettricità messa in moto nella corrente è proporzionale alla quantità di linee intersecate” era comunque vicinissimo alla verità perché nella grande maggioranza dei casi \*taglio\*” corrisponde a \*variazione\*.

Note:

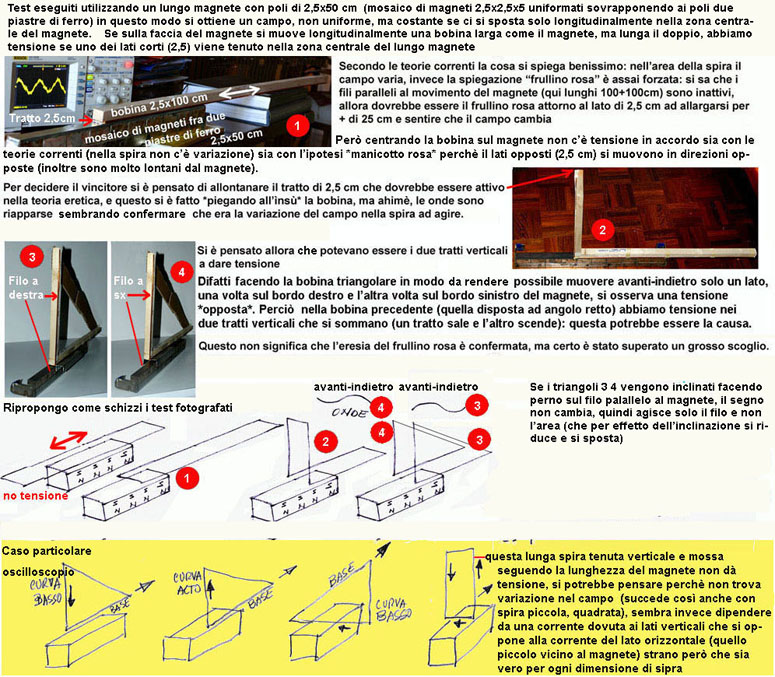
- Si ha traccia di forma simile a quella al centro tenendo fermo il magnete e muovendo la bobina. Per praticità si è usata la bobina 50x30cm. La grandissima bobina trapezoidale (base m. 100cm) si è usata per poter escludere con certezza l’influenza dei lati x dello schizzo, ma, visto il risultato identico, conviene usare una bobina come quella 50x30cm che fornisce più tensione e una traccia più netta grazie al maggior numero di spire.

- L’inclinazione a 45° fra magnete e la matassa della bobina lato 100cm (tanto col magnete lineare che con quello anulare) non ha modificato i risultati, perciò non si pone un eventuale dubbio di mancata \*concatenazione\* della spira con la linea del campo. In più si consideri che la bobina 50x30cm è stata testata spostandola variamete rispetto al magnete e anche in posizione non radiale.

- Il test con l’inclinazione dell’ago, è stato fatto anche tenendo fermo l’ago di fronte ad un riscontro fisso e muovendo il magnete: una osservazione più accurata che ha confermato i risultati, però tendendo distante l’ago fa magnete la zona che appare costante si riduce di qualche centimetro (ma non sufficienti per giustificare tutta la tensione che si osserva).

*- NB.Il caso del test 12 dell’Appendice-2 è diverso perché là almeno 3 lati della spira sono coinvolti.*

**Test precedenti che utilizzavano una magnete simile al precedente (più potente e più corto)**



Il test evidenziato giallo verrà utilizzato in Appendice-2 (è stato fatto ispirandosi ai test 3 e 4, serve per chiarire i test mostrati in Appendice-2 fatti molto tempo prima e che avevano lasciato perplessità).

|  |
| --- |
| Einstein.jpg |

Anche da questi test si deriva che per generare tensione gli elettroni che si muovono nel campo magnetico (forza di Lorentz) devono sempre sentire una \*variazione\* del flusso magnetico”, difatti nei test 2-3-4 gli elettroni del filo **ortogonale** al magnete si muovono in un campo magnetico localmente costante ma possono generare il solito manicotto rosa che può estende fin fuori dal magnete dove il campo varia per effetto del movimento di va e vieni. Non così possono fare gli elettroni dei fili paralleli al magnete: il loro manicotto rosa non si proietta verso la fine del magnete e non sente il campo variare.

Questo fa però capire (ma è ovvio) **che il “manicotto” non può essere un \*tutt’uno\*, ma la somma di tanti “dischi” indipendenti generati da ciascun elettrone:** la retroazione manicotto-filo in realtà sarebbe una retroazione del singolo disco versi il singolo elettrone che l’ha generato. Nello schizzo, copiato da Einstein, si vede come interagirebbero le linee dei due campi (il ”manicotto rosa” è sezionato attorno al filo, ovvio che ogni elettrone dovrebbe combinare una cosa del genere, stupefacente, ma tutto è stupefacente anche se taluni dico con tranquillità: “è una proprietà del campo descritta dal teorema di Stokes).

Aggiungo l’esperimento Blondel <http://www.physics.princeton.edu/~mcdonald/examples/blondel.pdf> che per taluni per alcuni fisici (titolati) darebbe problemi: qui parrebbe compatibile col “manicotto rosa”

|  |
| --- |
| blondelx.jpg |

La versione di destra dà tensione perché il tratto di filo radiale si muove nel campo magnetico, sente la forza di Lorentz perciò si forma il \*manicotto rosa\* attorno a \*tutto\* il filo; questo manicotto è investito dal campo fra i due poli circolari e \*c’è variazione\* perché, svolgendosi il filo, il manicotto rosa investito dal campo si accorcia così come si accorcia il filo posto fra i due poli. Nella versione di sinistra non c’è un filo che si muove ortogonale al campo, quindi niente innesco via forza di Lortentz.

\*\*\*\*\*

Aggiungo altre immagini a documentazione del primo test esposto in questo allegato. Si noti in particolare l’ago che si protende verso il magnete che viene fatto scorrere di fronte allo stesso ago: esso si inclina solo quando transitano le estremità del magnete (se l’ago è tenuto distante dal magnete si osserva da 5 cm di distanza dall’estremità, distanza che si riduce avvicinando l’ago al magnete). Il rettangolo bianco è un riferimento distante 20 cm dall’ago che consente di osservare la rotazione dell’ago (come nella 3.a foto da sinistra).

****

Questo test sembra spiegarsi solo con l’ipotesi “manicotto rosa\* pertanto e pertanto potrebbe essere sufficiente per sostenere il modello. Quindi non qualcosa che dall’area della spira si trasmette al circuito, ma qualcosa che avviene nei dintorni della spira che si protende nello spazio circostante dove la presenza di una variazione del campo magnetico induce tensione nel circuito (si tenga presente come il magnete anulare in rotazione non generi tensione così come non genera variazione nel suo campo magnetico). Pertanto è dal circuito che deve emanare qualcosa in grado di interagire col campo magnetico variabile e retroagire sugli elettroni del circuito. Facile da immaginare nei trasformatori e ancor più negli alternatori, meno facile in questi casi in cui un lato di una grande spira si muove in campo costante: gli elettroni dovrebbero muoversi ma non si misura corrente eppure un \*manicotto rosa\* deve formarsi egualmentei….

Test da fare

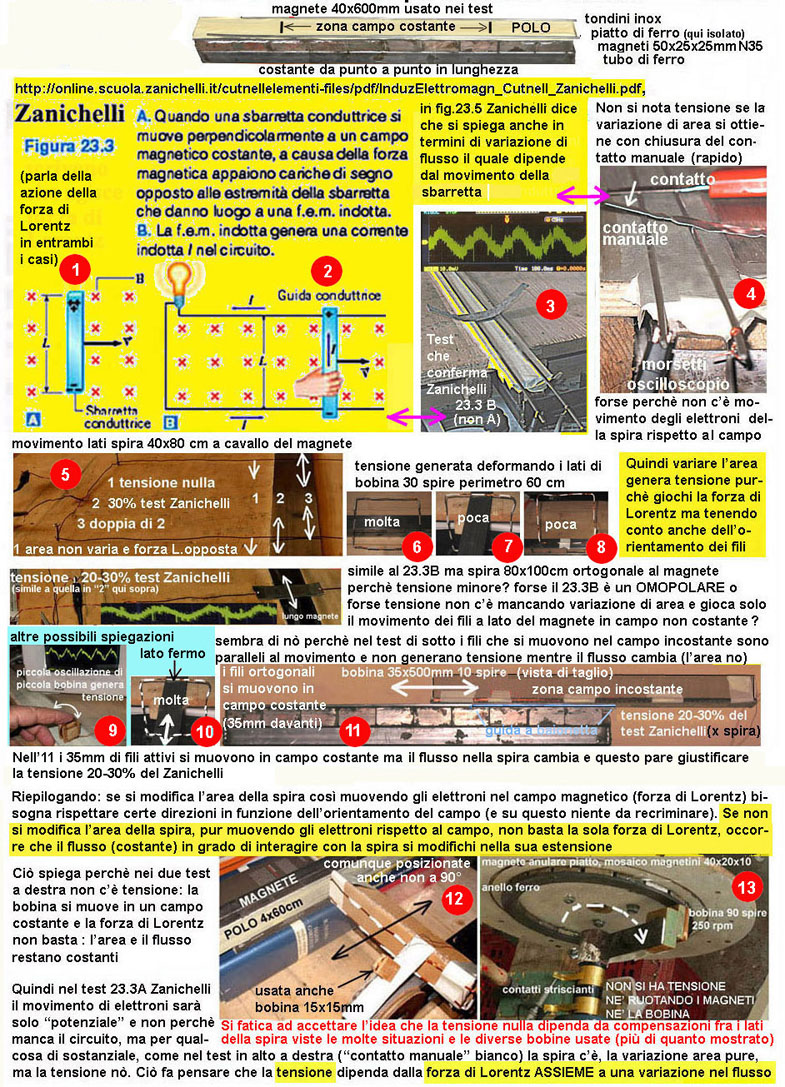
Magnete anulare rotante

Grande bobina inattiva

Muovere magnete a distanza dalla bobina tale da non generare segnali quando magnete fermo

Se magnete in moto compare tensione?

**Appendice-2 Forza di Lorentz in campo costante Conferma che per avere tensione non basta il movimento degli elettroni nel campo, ma occorre anche una \*variazione\*. Tuttavia compare una perplessità (in rosso) che va approfondita.** *Questa tavola risale a qualche tempo fa e il commento ai test 12-13 risentono ancora di un mio errore allora commesso, ne parlo nel commento a seguire.*



I test della precedente immagine derivano da un quesito posto 2-3 anni fa agli esperti: considerando il test 2, il 12 mostrerà tensione? (fu una mia cattiveria, sapevo benissimo il risultato, avendo già fatto debite prove). Ci fu chi in prima battuta previde di sì, la forza di Lorentz sul lato parallelo al magnete non poteva essere compensata da quella agente sul lato più lontano, neanche con la bobina 15x15mm. Un altro esperto previde invece una esatta compensazione dovuta al contributo dei lati verticali delle bobine. Aveva ragione quest’ultimo ed era lo stesso che giustificava con considerazioni analoghe il test di pag. 2 (magnete che ruota attorno a un filo) tesi, quest’ultima, però a mio parere smentita dalle misure mostrate sempre a pag. 2.

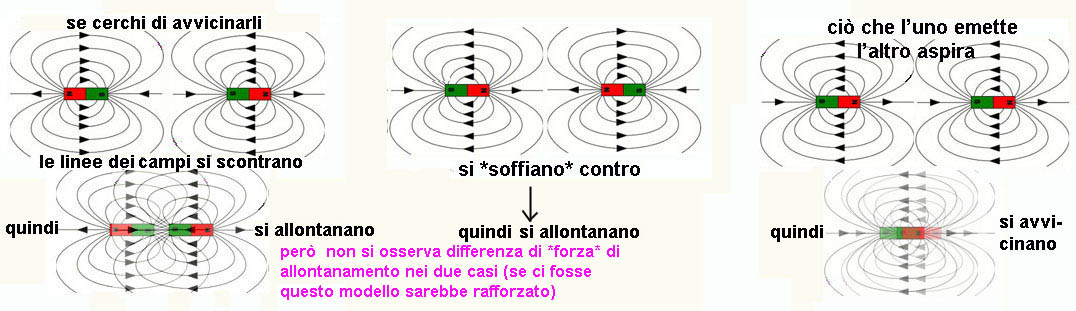
Io trovavo molto strana l’ipotesi vincente (compensazione di tensioni lungo il filo) anche considerando le grandi differenze nelle due bobine testate (15x15 e 40x250mm). Quando feci questi test non ero ancora approdato al modello manicotto rosa, e pensavo che la tensione dovesse essere nulla perché la spira nel suo insieme si muoveva in un campo \*costante\* contraddicendo però il metodo di misure puntuali usato a pag 2. Per coerenza non dovevo considerare la situazione complessiva della spira, ma i singoli quattro manicotti rosa dei 4 lati, ma non sapevo come fare. Inseguito trovai la maniera (test \*ingialliti\* in Appendice-1) ma non così buona per avere qualcosa di più di una indicazione imprecisa. **Devo perciò accettare il ragionamento che “se la spira si muove in campo costante non darà tensione”, ma mi manca un modello fisico a supporto. Sembra una cosa compatibile col buon senso comune, però è anche ciò che dice la teoria corrente e non vorrei che questo fosse una spina nel mio fianco. Dovrei cercare di capire (se esiste) il ragionamento matematico che c’è dietro, ma lascio ai miei nemici il piacere di mettermi in castagna (anche perché io non saprei come fare). Forse questo è uno dei casi in cui la matematica ti fa vedere oltre le tue capacità? Vale per la teoria corrente e non vale per il “manicotto rosa”? Aspetto con ansia.**

Mi permetto poi di aggiungere che il test 1 a me sembra una derivazione matematica e ho dei dubbi anche per il test 2: come avrebbero fatto nel primo 900 a procurarsi un campo costante di quelle dimensioni?

**Appendice-3 magneti e lunghezza filo della spira**

Trascrivo da una discussione internettiana: *“Nota che anche il tuo chiodino di ferro, quando viene avvicinato a uno dei tuoi magneti, diventa un piccolo magnete: e per questo ne e' attratto. L'attrazione non dipende dal campo magnetico, ma dalla \*variazione\* del campo magnetico fra il punto del chiodino piu' vicino al magnete e quello piu' lontano. Ossia dalla sua disuniformita' locale”* Obiettai: “L'attrazione mi pare dipendere proprio dai 2 campi magnetici, questo perché il fenomeno avviene in loro presenza; certamente il fenomeno mostra una \*disuniformità\*; quello che non è chiaro è il meccanismo sottostante. Io posso dire: “N e S si attirano” oppure “ i campi magnetici fanno sì che si attirino” oppure “c'è una disuniformità che li fa muovere” … ma cambiando le parole cosa ne so di più?”

Si legge che il flusso magnetico sarebbe un \*segnale\* che viaggia a c uscendo da un polo  e rientrando nell'altro: questo mi fa pensare ad una specie di asciugacapelli (con ventola assiale) e mi fa pensare che se due flussi interferiscono, si dovrebbe pure avere una \*retroazione\* sugli elettroni generatori del segnale \*spingendo\* o \*tirando\* il magnete in cui essi si trovano così come ora descrivo:

- Se i due asciugacapelli si \*soffiano contro\* (al centro) ho un modello \*respingente\*.   
- Se invece \*soffiano in direzione opposta\* (caso a sinistra), si può immaginare che i due segnali \*di

|  |
| --- |
| spagetto |

ritorno\* si \*scontrino\* tendendo ad allontanarsi e  trascinando gli elettroni che li stanno generando.   
- Se invece \*soffiano nella stessa direzione\* (caso di destra) il segnale

emesso da un magnete, viene \*aspirato\* dall'altro inducendo i due

sposi a tentare poco casti connubi :-)

Certo se questi giochetti con photoshop \*rappresentassero\* davvero ciò che succede, avrei solo una \*immagine\* di quello che succede e continuerei a resterei perplesso sulla natura del segnale, ma m’illuderei d’averci capito qualcosa.

Il “manicotto rosa” si trova a suo agio con questo modello di magnete: quando uno dei magneti è costituito da una bobina eccitata dall’altro magnete (essendo in moto relativo) la forza di Lorentz “muove” gli elettroni, dà cioè un inizio alla corrente e al campo magnetico anulare attorno al filo, questo campo magnetico interagisce, la retroazione sugli elettroni aumenta, la corrente aumenta e così via senza dover immaginare campi elettrici a seconda del riferimento da cui si osserva

**Test per la scelta della forma delle spire di un alternatore come quello a pag.1.**

|  |
| --- |
| *testspire2* |

Il test praticamente non fu utile, ma mostra che per spire grossomodo quadrate, per calcolare la tensione ottenibile nei vari casi, sarebbe più significativo far riferimento a metà perimetro della spira più che all’area della medesima. Ma certo non ha senso cambiare le formule in uso (mi risulterebbe che vengono introdotti coefficienti specifici per correggere i dati a seconda della \*forma\* dei dispositivi).

NB. Le spire in posizione verticale generano circa metà tensione della normale spina di piatto: uno dei primi fatti che suscitò perplessità sulla forma della legge di Faraday. Più la spira è grande più la tensione tende a ½ . Ovvio che venisse da pensare a una interazione diretta col filo; per molto tempo mi sono arrovellato su questa ipotesi unitamente alla grande confusione indotta dalle fantasiose onde sinusoidali in presenza dei poli cilindrici (taluni affermano che si trattò di una licenza poetica, di una rappresentazioni pittorica, senza però fornire nessuna prova di una tale consapevolezza da parte di poeti e pittori).

**Appendice-4 notizie storiche sull’induzione** [**http://ppp.unipv.it/Silsis/Pagine/PDF/induzione.pdf**](http://ppp.unipv.it/Silsis/Pagine/PDF/induzione.pdf)

***Il fenomeno*** *Uno straordinario fenomeno avviene quando un filo conduttore è mosso in vicinanza di un magnete: una corrente si produce nel filo. E’ ancora più straordinario il fatto che si produce la stessa corrente se è mosso il magnete in vicinanza del filo con velocità uguale ed opposta*. (Che sia una cosa \*ancor più straordinaria\* mi pare assai strano, mai sentito parlare del naviglio di Galileo?)

***Il moto relativo*** *L’intensità della corrente dipende dalla velocità ed il fenomeno non può essere spiegato dalla legge di Coulomb per l’elettrostatica, dove le forze istantanee a distanza dipendono solo dalle posizioni: sembra dipendere solo dal moto relativo tra filo conduttore e magnete.*

***Faraday: le linee di forza*** *Un primo geniale tentativo fu fatto dallo stesso Faraday che, opponendosi alle forze istantanee a distanza, e dipendenti solo dalla distanza, di tipo newtoniano-coulombiano, introdusse il concetto di linee di forza che si stabiliscono nello spazio intorno ai magneti. Il taglio di queste linee da parte del conduttore produce la corrente : maggiore la velocità, maggiore il numero di linee tagliate, maggiore la corrente*

***Faraday: spiegazione relativistica*** *La spiegazione è relativistica come il fenomeno: se si muove il magnete con velocità uguale ed opposta rispetto al conduttore il numero di linee tagliate è lo stesso*

***Maxwell: la variazione di flusso*** *Un secondo importante tentativo di spiegazione fu fatto da Maxwell. Mentre alcuni sostenitori del programma newtoniano-coulombiano introducevano forze dipendenti dalla velocità (Weber), Maxwell ricondusse tutti i fenomeni d’induzione ad una regola: la variazione nel tempo del flusso magnetico produce una forza elettromotrice nel circuito, che a sua volta genera una corrente.*

***Maxwell: l’etere*** *Quindi sia la variazione del numero delle linee d’induzione, che della forma del circuito, che della posizione relativa del circuito e del conduttore erano ricondotte ad una regola aurea unitaria. Questa regola è ancora oggi valida*

***Maxwell: modifica le idee di Faraday*** *Maxwell spesso è considerato il matematizzatore delle idee di Faraday. Ma a guardare bene Maxwell introdusse delle idee molto diverse da quelle di Faraday. Egli, infatti, a differenza di Faraday, credeva in un riferimento privilegiato: l’etere, e quindi spiegava la legge del flusso in modo diverso a seconda che sia il magnete a muoversi (o al variare d’intensità) o il circuito*

***Maxwell: le asimmetrie*** *Nel primo caso le famose equazioni di Maxwell affermano che la variazione del “campo” magnetico produce un campo elettrico che a sua volta produce la corrente nel circuito; nel secondo caso la velocità rispetto all’etere del circuito interagendo con il “campo” magnetico produce una forza che genera la corrente senza la produzione di un campo elettrico. Mentre resisteva la simmetria del fenomeno, la spiegazione diventava asimmetrica, non relativistica****.***

***Maxwell: la propagazione contigua*** *Le novità introdotte da Maxwell furono in ogni caso notevolissime: sia il concetto di “campo” che l’ipotesi di una propagazione nel tempo e nello spazio delle interazioni elettromagnetiche (“radiazione” dovuta alla cosiddetta “corrente di spostamento”) avrebbero modificato completamente la fisica.*

***Maxwell: il meccanicismo*** *E’ interessante però’ notare le origini meccaniche delle idee elettromagnetiche di Maxwell: “Campo” per lui è un’effettiva regione dello spazio (come nell’espressione “campo di grano”); “spostamento” è un effettivo spostamento di cariche nella struttura dell’etere (“polarizzazione”)*

***Lorentz: propagazione nel vuoto*** *Toccò ad uno scienziato olandese, Lorentz,modificare le idee di Maxwell: il riferimento privilegiato, l’etere, rimane, ma perde le sue caratteristiche meccanico-materiali: diventa uno spazio vuoto. I campi non sono più zone dell’etere ma effettive entità fisiche che si propagano con la velocità’ della luce nello spazio vuoto. I campi sono prodotti dai movimenti delle loro sorgenti, le cariche, e producono a loro volta i loro effetti spostando queste cariche elementari, “gli elettroni”.*

***Lorentz: cariche e campi*** *La “Teoria degli elettroni” di Lorentz sintetizza le idee di Maxwell (campi) con quelle di Weber (forze che dipendono dalla velocità): il risultato più famoso è la formula di Lorentz che dà una spiegazione brillante, ma sempre asimmetrica come quella di Maxwell, del fenomeno dell’induzione.*

***Lorentz: l’elettromagnetismo classico*** *La velocità che compare nella formula di Lorentz è sempre una velocità rispetto all’etere. La teoria di Lorentz sintetizza bene l’elettromagnetismo classico ed è quella che ancora oggi viene insegnata a scuola e nel primo biennio dell’università.*

***Einstein: asimmetrie teoriche*** *Tutto sembra procedere bene all’inizio del secolo, ma Albert Einstein , un giovane scienziato d’origine tedesca che fa l’impiegato all’ufficio brevetti di Berna non è contento: perché un fenomeno relativistico come l’induzione deve avere una spiegazione non relativistica? Perché compaiono queste asimmetrie teoriche “non inerenti ai fenomeni”? si chiede nelle prime righe di un articolo del 1905 dal titolo rivelatore: “Sull’elettrodinamica dei corpi in moto”.*

***Einstein:campo elettromagnetico*** *Nasce con quest’articolo la teoria della relatività speciale che, attraverso una Reinterpretazione dei concetti di spazio e tempo, consentirà delle nuove tasformazioni tra sistemi di riferimento. I campi elettrico e magnetico sono ora due punti di vista di un più completo campo elettromagnetico.*

***Einstein: interpretazione relativistica*** *L’etere è abbandonato e la forza di Lorentz, pur formalmente valida, acquista una nuova interpretazione: la velocità v che vi appare non è più la velocità rispetto all’etere, ma la velocità tra sistemi di riferimento inerziali. L’induzione riacquista una spiegazione relativistica e questa riconquista ha delle conseguenze enormi non solo su tutta la fisica ma anche sulla cultura del nostro secolo.*

***L’induzione: approfondimenti*** *Un fenomeno notevole quello dell’induzione elettromagnetica, che ha suscitato l’attenzione di quattro grandi scienziati (e di tantissimi altri), ha meritato quattro importanti interpretazioni ed ha fortemente stimolato l’evoluzione del pensiero e delle tecnologie della nostra società.*

**Appendice-5** Una bellissima descrizione di come avverrebbe il fenomeno dell’induzione (teoria corrente)

Un professore di fisica, nei primi tempi del mio interessamento a questa questione, aveva tentato di erudirmi, ma ora di fronte alla mia cocciutaggine e insipienza mentale e matematica mi ha messo dietro la lavagna con le orecchie d’asino. Ecco come disperatamente tentava si togliermi dal brago.

*… tu consideri "fisico" il campo magnetico B (e certamente lo e', se ci immergi un magnetino tenendolo fra le dita lo senti venir attratto da una parte e respinto dall'altra, e magari messo in rotazione), altrettanto "fisiche" le cariche elettriche (probabilmente hai fatto esperimenti anche con l'elettrostatica), hai verificato gli effetti magnetici della corrente elettrica, non hai difficoltà' a capire che una carica in moto \*e' una corrente elettrica,*

*e quindi trovi "naturale" la legge di Lorentz: una carica in moto ortogonale ad un campo magnetico e' soggetta a una forza ortogonale sia al campo che al suo moto,*

\*\*\* sia al campo che al suo moto? Allora campo e moto sono fra loro paralleli (qui ci capisco poco).

*esattamente come avviene per le cariche in moto lungo due fili conduttori paralleli percorsi da corrente, che si attraggono (o respingono, dipende dal verso) in direzione ortogonale \*sia\* al moto delle cariche al loro interno \*che\* al campo magnetico generato dall'altro filo. Perche' per te e' un'interazione \*locale\*, fra una carica elettrica e un campo presenti \*nello stesso punto\*. Mentre invece non accetti il fatto che la FEM misurabile in una spira possa dipendere da un campo presente solo in una zona limitata nel \*foro\* della spira, \*lontana\* dal filo e dalle cariche elettriche mobili contenute. Per cui la legge di Faraday ti sta più' "antipatica". Allora: confermo che il tuo modo di vedere le cose e' coretto, e funziona, in parecchi casi; e preciso: in tutti quei casi in cui esiste un riferimento in cui i campi magnetici sono \*costanti nel tempo\*, mentre vi si muovono dei conduttori (trascinando con sè le cariche elettriche "mobili" in essi contenute; che in realtà', almeno nei materiali d'uso comune come il rame, sono molto meno "mobili" (rispetto al filo) di quanto possa essere mobile il filo (rispetto ai campi magnetici).*

\*\*\* allora propendevo per la forza di Lorentz e pensavo fosse sempre applicabile visto che per la relatività di Galileo quello che conta è la relatività del moto

*Supponiamo per il momento che i fili siano sottilissimi, in modo da trascurare le correnti parassite. Allora, ogni carica mobile q che si muove rispetto al campo magnetico trascinata dal filo e' soggetta ad una   
forza di Lorentz F, che tende a farla muovere \*esattamente come farebbe\* un campo elettrico E = F/q. Lungo una piccola distanza s, questo campo elettrico genererebbe una "differenza di potenziale" E\*s. In realtà', è meglio non parlare qui di "potenziale", perché a differenza del campo E creato da cariche ferme,   
questo campo \*non\* e' conservativo: per questo si preferisce parlare di "forza elettromotrice" o FEM. Sommando lungo una spira che si sposta o si deforma, piccola distanza per piccola distanza, tutte le piccole FEM calcolate in questo modo, si trova la FEM totale misurabile con un tester di buona sensibilita' ai capi della spira.*

*Ora, c'e' un teorema matematico, che si dimostra facilmente con qualche passaggio di calcolo differenziale, per cui la FEM indotta misurabile ai capi della spira e' proporzionale (a meno di una costante che dipende   
dalle unita' di misura) alla velocita' di variazione del flusso del campo magnetico attraverso una qualsiasi superficie che ha per contorno la spira: che e' la legge di Faraday. Ossia, \*i due metodi di calcolo danno SEMPRE lo stesso risultato\*.*

\*\*\* forse Stokes o Gauss, comunque sia mi fidavo e mi fido ciecamente, ma il problema è sempre quello di partenza: “come si trasmette \*fisicamente\* ai fili ciò che succede nell’area? a quanto pare, dopo aver letto il testo citato in Appendice-0, Maxwell alla fine ha messo da parte il problema: si è accontentato di una matematica compatibile con le osservazioni; evidentemente anche Stokes non è un modello Fisico, non ho la data di questo teorema, ma le vite si sovrappongono e pare che in realtà quel teorema sia di Thomsom, l’amico di Maxwell che gli criticò il suo modello fisico)

*FINO A QUI, tu puoi considerare la legge di Faraday come un semplice artificio matematico, utile per \*semplificare i calcoli\* e basta.*

\*\*\* credo ora d’avere un modello valido tanto per il caso del trasformatore (che ora il prof. esporrà) e la spira in moto relativo: il modello pare compatibile con la forma della legge di Faraday e se questa può essere trascritta come forza di Lorentz, non mi pare che sia un problema.

*Esistono pero' altri casi, in cui \*in nessun riferimento\* il campo magnetico e' costante nel tempo, per esempio perche' "non si muove", ma e' \*la sua intensita'\* che passa da un valore massimo a zero a un valore massimo in verso opposto e via avanti … Prendi un nucleo toroidale di ferrite (ma anche un nucleo da trasformatore "ad anello", cioe' senza la colonna centrale). Avvolgici, diciamo, 2300 spire di rame smaltato in modo da coprirlo completamente,e attacca questo "primario" alla presa a 230 V c.a. Nel nucleo c'e' un campo magnetico alternato che puoi anche calcolare, conoscendo dimensioni e permeabilita' magnetica del nucleo. All'esterno, hai vogliaa cercarlo: anche al centro dell'anello, e' meno di un milionesimo di quello che c'e' nel nucleo. E tuttavia, se passi un filo \*anche di parecchi metri\* al centro esatto dell'anello e misuri la FEM fra le estremita', trovi 100 mV.*

\*\*\* allora di trasformatori non sapevo quasi nulla e quel \*diciamo 2300 spire” mi fece pensare andassero bene pure 2400 o 2200 spire ☺ e questo mi mandò in confusione, pensai si trattasse qualcosa di diverso da un trasformatore.

*Lungo la spira, il campo magnetico e' trascurabile: e quel poco che c'e', lo puoi neutralizzare facendo correre il filo in modo da essergli sempre parallelo. Niente forze di Lorentz sulle cariche nel conduttore.   
Eppure la FEM c'e', sempre di 100 mV, qualunque sia la lunghezza della spira: esattamente come prevede la legge di Faraday, CHE QUINDI RISULTA VERA SEMPRE, anche nei casi dove la legge di Lorentz non e' applicabile.*

\*\*\* infatti proprio questa considerazione mi ha indotta alla mia ultima versione eretica.

*Fatta questa misura, e' giocoforza ammettere che con la variazione del campo magnetico \*dentro\* la spira si trova sistematicamente un campo elettrico \*lungo\* la spira, e che quindi,   - o la variazione del campo magnetico che attraversa la spira "causa" o "genera" il campo elettrico, oppure che   - \*la stessa causa\* che fa variare il campo magnetico "nel foro" causa \*anche\* il campo elettrico lungo il filo.*

\*\*\* naturalmente resto favorevole alla mia eresia. Trascrivo pure come quel professore descriveva l’induzione forse tenendo conto della relatività di Einstein. Vero che io sono un reprobo, ma sono in grado di apprezzare esposizioni ben fatte anche quando la mia zucca non c’arriva.

***... La*** *tua perplessita' nasce dal fatto che ti raffiguri un campo elettrico come qualcosa di materiale, una "nebbiolina", che \*o\* c'e' \*o\* non c'e'. Ti sembra allora che il modello sia contraddittorio: come, se sto fermo non c'e' nessuna nebbiolina e rimango perfettamente asciutto; se invece mi muovo mi infradicio tutto (e non soltanto davanti, ma anche di dietro...) ma allora la nebbiolina c'e' o non c'e' ??? Quant'e' \*realmente\* l'umidita' presente nell'aria?*

***La*** *perplessita' sparisce (\*deve\* sparire) se tieni conto di come di \*definisce\* il campo elettrico: l'effetto che si riscontra (ossia la forza che si puo' \*misurare\*), in ogni punto di una zona di spazio, su una carica elettrica unitaria.*

***Considera*** *allora un magnete fermo, e vicino ad esso, circa nella stessa posizione ma abbastanza distanti da non interagire \*fra loro\*, un elettrone \*fermo\* F e un altro elettrone M che si muove con velocita' v (vettore).*

***F*** *rimane fermo: ne concludiamo che \*li'\* il campo elettrico e' nullo. M invece devia, e' soggetto ad un'accelerazione: ma questa non puo' essere dovuta al campo elettrico, che in quella posizione e' nullo; pero' M, a differenza di F, e' in moto: ne concludiamo che su M agisce una forza dovuta solo al campo magnetico ed alla velocita' v di M, la forza di Lorentz.*

***Mettiamoci*** *adesso nel riferimento in cui M e' in quiete (e quindi il magnete, ed anche F, si muovono a velocita' -v). M risulta accelerato: ma nel nuovo riferimento \*lui\* non si muove, quindi non possiamo addebitare la sua accelerazione ad una forza di Lorentz. Ne concludiamo che li' ov'e' M c'e' un campo elettrico di un certo valore E (vettore).*

***Nella*** *stessa posizione, allo stesso tempo, transita F; F si muove di moto rettilineo uniforme, quindi non e' accelerato; ma li' e' presente il campo elettrico E, perche' F non ne risente e continua il suo moto rettilineo uniforme, mentre M ne risente?*

***La*** *differenza e' che in questo riferimento M e' fermo, ma F no; quindi su M agisce solamente il campo elettrico, mentre su F puo' (e \*deve\*) agire un'altra forza che annulla esattamente l'effetto del campo elettrico. Fatti i calcoli, la forza di Lorentz risulta avere esattamente intensita' e direzione di E, e verso opposto.*

\*\*\* Ben scritta, ma per me resta un casino

**Appendice-6 Omopolari (**ancora da finire**)**

**Direi opportuno rifare dall’E in poi con più cura e con una spiaggia di ferro più spessa**

Non mi è chiaro se le teorie correnti sono perfettamente compatibili con questi oggetti (ho trovato fisici di diversa opinione). Se lo sono, ci si potrebbe accontentare della compatibilità del modello “manicotto rosa” con le dette teorie, però resto perplesso, forse gli omopolari richiedono un diverso modello fisico e per poter completare questa riflessione bisognerebbe riuscire a individuarlo, ma un certo prof. che pareva intenzionato a discuterne a un certo punto è sparito (forse ha sentito puzza di bruciato).

*Poiché questo testo completo eccedeva il limite concessomi dal server, questo capitolo può essere solo linkato* [*http://digilander.libero.it/gino333/omopolare4.docx*](http://digilander.libero.it/gino333/omopolare4.docx)

**Appendice-7 vecchi tentativi e annotazioni varie**

Non so se queste pagine dovranno essere gettate-rifatte-modificate (già tante volte avevo creduto d’essere arrivato alla fine) intanto metto i link a molte delle fatiche fatte, molte erano sbagliate, forse tutte, ma sono le fatiche che mi hanno permesso si tentare questa sintesi. Non sono da considerare, le ho messe solo per dimostrare che prima scrivere queste sciocchezze, mi sono parecchio spellato le dita ☺.

<http://digilander.libero.it/gino333/modellofaraday.docx> è il link al penultimo dei tentativi dove immaginavo un modello ingranaggio-cremagliera, molto prossimo a quello attuale, ma forse un po’ troppo “meccanico”.

A seguire link alla rinfusa.

<http://digilander.libero.it/gino333/magnetespira1.jpg>

<http://digilander.libero.it/gino333/xfaraday.jpg>

<http://digidownload.libero.it/gino333/magnetelungo.jpg>

<http://digilander.libero.it/gino333/magnetespira2.jpg>

<http://digilander.libero.it/gino333/testspire.jpg> .

<http://digilander.libero.it/gino333/taglio.jpg>

<http://digidownload.libero.it/gino333/FLotrentz.jpg>

[http://digidownload.libero.it/gino333/forzalorentz1.jpg](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fdigidownload.libero.it%2Fgino333%2Fforzalorentz1.jpg&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNE0m49exDccTW-KyFm4JL2ZlRC1Jw)

<http://digilander.libero.it/gino333/prove.jpg>

<http://digilander.libero.it/gino333/teoriaflusso.jpg>

<http://digilander.libero.it/gino333/magneti.jpg>

<http://digilander.libero.it/gino333/misuremagnete.jpg>

<http://digilander.libero.it/gino333/teoriaflusso.jpg>

<http://digilander.libero.it/gino333/teoriaflusso2.jpg>

<http://digilander.libero.it/gino333/pan.jpg>

<http://digilander.libero.it/gino333/bobinex.jpg>

<http://digilander.libero.it/gino333/sbarre.jpg>

<http://digilander.libero.it/gino333/faraday.jpg>

<http://digilander.libero.it/gino333/faraday22.jpg>   
<http://digilander.libero.it/gino333/omopolare.jpg>

<http://digilander.libero.it/gino333/provaonda2.jpg>

<http://digilander.libero.it/gino333/sintesiii.jpg>

<http://digilander.libero.it/gino333/nuovo.jpg>

<http://digidownload.libero.it/gino333/arrangiarsi.JPG>

<http://digidownload.libero.it/gino333/curiosita.jpg>

[http://digilander.libero.it/gino333/dicoltello.jpg](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fdigilander.libero.it%2Fgino333%2Fdicoltello.jpg&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNHtCx5CMnL7m1mrdwmh7TA8Tyr4fA)

e ce ne sarebbero altre

Colin Bruce in "Sherlock Holmes e i misteri della scienza" Raffaello Cortina Editore 2001 scrive a pag.1: "....I paradossi della natura ancora da risolvere sono più affascinanti di tutti i rompicapo ideati dall'uomo; però gli uni e gli altri hanno un punto in comune: la stuzzicante sensazione che per risolverli potrebbe bastare un unico lampo di genio." ma ho paura che sia un po’ troppo ottimista.