**Osservazioni sull’induzione magnete-spira 21.10.2023 (**in aggiornamento)

o**vverosia: Faraday aveva quasi sempre ragione**  in rosso punti da rivedere

<https://digilander.libero.it/gino333/induzione7.pdf> <http://digilander.libero.it/gino333/induzione7.docx>

*Chi riesce a dire con venti parole ciò che può essere detto in dieci,*

*è capace pure di tutte le altre cattiverie. (Giosuè Carducci)*

Perché fare osservazioni 150 anni dopo Faraday e Maxwell? Perché dopo essermi divertito a costruire alternatori amatoriali in totale ignoranza della fisica connessa (e della fisica in generale) ho cercato spiegazioni in un forum di fisici e un paio di risposte mi hanno lasciato perplesso. E’ vero che secondo Galileo “la *filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi, ma non si può intendere se prima non s’impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne’ quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica …* “ lingua che non è mestier mio, però un testo per licei scientifici del Caldirola non sembra così rigido:

*“Fin dall'antichità la matematica fu considerata come una dottrina capace di determinare \*a priori\* la natura delle cose. Nella sua opera Galileo utilizza* ***la matematica*** *come un semplice strumento concettuale utile a sviluppare la teoria scientifica, ma che* ***non ha un valore conoscitivo intrinseco”***

Quindi (nonostante la celebre frase prima riportata) Galileo avrebbe declassato la matematica? Strano! Eppure il Caldirola insiste descrivendo le 3 fasi del metodo galileiano:

*a) L’analisi preliminare del fenomeno che mette in evidenza la sua vera essenza fisica attraverso* ***l’eliminazione di tutti gli aspetti secondari*** *… guidata dal criterio di semplicità e dall’assunzione di alcune ipotesi … che potranno in seguito essere … mutate.*

*b) La progettazione e l’esecuzione di un esperimento …*

*c) L’elaborazione dei dati … attraverso grafici e tabelle e****, se possibile****, attraverso una relazione* ***matematica*** *che lega fra loro le grandezze utilizzate nella descrizione dei fenomeni … di solito un’equazione, costituisce* ***la legge fisica*** *che descrive il fenomeno considerato*

Forse Caldirola pensava ai pitagorici per i quali (certamente esagerando) tutto era numero. O forse quella frase va vista in un contesto più ampio dove viene dato il giusto valore ad ogni cosa. Pertanto non credo di far vana cosa nell’occuparmi solo di a) di b) e di metà di c) lasciando ad altri la matematica, strumento sul quale anche un certo prof Selleri (vedi appendice-5) scrive che “*… La correttezza del formalismo matematico non è sufficiente ad omologare una struttura scientifica come coerente e non contraddittoria …”.* Che poi si possa esagerare nel pretendere la matematica risulta pure dal capitolo 8-VII di “Una forza della natura” dove Fabio Toscano racconta *“l’enorme scetticismo”* che accolse le estemporanee estrinsecazioni di Faraday al Friday Evening Discuorses del 3.4.1846 solo perché prive di un sostegno matematico. A me pare fossero idee assai moderne (mancavano gli atomi, ma li immaginava come addensamenti di forze). Dico questo per scusarmi della mia inettitudine matematica e aggiungo che queste osservazioni, dalle quali tenterò di dedurre un modello fisico, non sembrerebbero incompatibili con la matematica corrente (si veda il cap.5 dove mi sono confrontato con esperti).

A conferma dei limiti della matematica, anticipo d’aver trovato una descrizione geometrico-matematica presente in molti libri di testo smentita dall’osservazione: si tratta della sinusoide generata da una spira rotante fra poli cilindrici (un punto importante sull’argomento, ma non osservabile nell’800). Ciò significa che disponendo di nuovi strumenti è sempre lecito verificare se le vecchie convinzioni sono ancora valide. Se uno studente volesse verificare ciò che gli viene insegnato e scoprisse che non è vero, cosa pensate penserebbe dei suoi maestri? S’accontenterebbe di sapere che si trattava, di una rappresentazione “pittorica” come dicono taluni (messi in difficoltà dalla mia osservazione) ma che nessuno ha mai dichiarato essere tale? (i dettagli al capitolo 4)

Quanto al meccanismo che fa “correre” gli elettroni un professore di fisica mi scrisse: *Se per "come", intendi "il meccanismo sottostante", tranquillizzati,* ***non lo sa nessuno****, e meglio uno conosce il fenomeno* ***meno gli interessa***. *Se intendi invece "seguendo quale legge quantitativa", tranquillizzati egualmente: le relazioni che legano fra loro le grandezze EM e le loro variazioni sono ben note. Il calcolo, nei casi reali, é complesso \*solo\* perché richiede una gran quantità' operazioni aritmetiche.* Possibilissimo, ma a me interessa **farmi almeno un’idea del “meccanismo sottostante**” (e non credo che non interessi a nessuno).

**Capitoli** 1 - Il funzionamento di un alternatore assiale amatoriale

2 - Un Omopolare particolare fornisce un indizio sul flusso magnetico

3 - Attrazione e repulsione fra Magneti e generazione della Corrente

4 – Il modello fisico

5 - Appunti sulla matematica

6 - Un’unica teoria per corrente, radiazione e corrente di spostamento?

**Appendici** 1 – Le asimmetrie di Einstein e la duplice spiegazione di Feynman

2 - Divenire della teoria, teorie correnti e lettere da esperti

3 - Osservazioni archiviate

4 - Galileo, il metodo scientifico e una ruota idraulica

5 - Relatività Ristretta

6 - Costanza di c

7 - Omopolari

**Introduzione e Riassunto**

L’esperienza m’aveva fatto immaginare che l’induzione derivasse da una interazione fra il campo magnetico del magnete e il filo della spira, invece la fisica mi parla di un “campo elettrico” che si forma nell’area della spira e che poi “eccita” gli elettroni del circuito, difatti in *“****L’evoluzione della fisica”***diEinstein-Infeld scrivono che *“un campo magnetico variante è accompagnato da un campo elettrico* ***… il campo elettrico esiste anche in mancanza del circuito necessario per accertare la presenza di una corrente indotta****”* (maggiori dettagli in appendice-1).

Un fisico(lo chiamerò X)cercò di farmi capire che le **spire** di un alternatore si comportano come un’antenna **ricevente di onde elettromagnetiche** così come avviene in una trasmissione radio. Vero però che a un certo punto X ammise qualche sua perplessità scrivendo che: “… *nell'intorno di un magnete che si muove c'è sicuramente un campo elettromagnetico e quindi un* ***campo elettrico variabile****. Se invece vogliamo intendere il campo come una realtà Fisica, cioè come* ***un'onda*** *che trasporti veramente energia io non ci credo. Perché la Termodinamica mi dice che se il mio magnete dovesse emettere energia questa energia dovrebbe andare da* ***qualche parte …****Ma se la bobina non c'è?...* ***La risposta definitiva verrebbe dall'osservazione di un campo elettrico variabile in assenza di correnti indotte in un qualche circuito. Purtroppo è impossibile fare questa osservazione*** *… Posto che non si può dimostrare nulla, la domanda non è interessante dal punto di vista della Fisica ... Però è una* ***domanda*** *che ci porta a riflettere sul significato della Fisica e che quindi ha una natura* ***prettamente filosofica****..”*

Invece io sono di diverso avviso e tenterò di riflettere sull’argomento mettendomi nei panni di Faraday, come lui privo di strumenti matematici, sfruttando però le informazioni **qualitative** che mi sono giunte all’orecchio (ovviamente la ‘zucca’ è di qualità diversa). Mi limiterò a ciò che può essere ‘osservato’ e a ciò che può essere dedotto dalle osservazioni (qualche osservazione è anche di mano mia). Mi è stato detto più volte che se non trovassi i risultati attesi allora vuol dire che non mi sono messo nelle condizioni per osservarli. E’ un’affermazione inaccettabile: sono proprio le condizioni insolite e massimamente semplificate che possono consentire di trovare stranezze (se mai ce ne fossero) ecco perché sovente ho usato spire grandissime in modo da limitare le interazioni a soli tratti rettilinei di filo. Vero che il campo è infinito e che la somma di minimi segnali lontani non può essere trascurata, ma la curva della diminuzione dell’effetto del segnale all’aumentare della distanza consente di giudicare quando la spira si può considerare svanita e che resta solo un tratto di filo; se così non fosse non esisterebbero segnali puliti, ma solo un guazzabuglio proveniente da tutto l’universo. Al riguardo <https://digilander.libero.it/gino333/scalini.jpg> è un test specifico che rafforza le mie convinzioni. C’è chi non è d’accordo, si veda l’ultima lettera in appendice-2. Mi è stato pure detto che non è lecito uscire dal seminato senza modificare la matematica connessa, ma non mi pare che quanto m’immagino richieda una matematica diversa, anzi non capisco quale matematica sia connessa a quella variazione di campo elettrico che io andrei a disturbare, si veda al capitolo-5. Viste le critiche ricevute avrei dovuto scoraggiarmi, ma ho trovato perplessità espresse anche da fisici patentati.

Difatti Il prof. **Cosmelli** in <https://www.phys.uniroma1.it/fisica/sites/default/files/masterclass/cosmelli-induzione.pdf> scrive: “*la legge di Faraday … una legge <<difficile>> che può portare a tanti problemi … legge fisica o* ***comoda formula****? … La regola del flusso non è una legge causale* ***e non è una legge di campo*** *…”* questo pur riconoscendo che matematicamente ***“tutto tornava”.*** Segnalava pure che anche secondo Feynman c’erano casi in cui la Legge di Faraday (variazione del flusso) non funzionava in modo chiaro, ad esempio col disco di Faraday, cioè con gli omopolari (appendice-7 dove anche il Prof. **Pegna** si mostra perplesso).

Stessi problemi li segnala pure il prof. **Giuliani** in <http://fisica.unipv.it/percorsi/pdf/ind_aq.pdf> dove si legge che: “*La ‘legge del flusso’ ha validità limitata; inoltre, essa non è né una legge causale né una ‘buona’ legge di campo. Un’analisi dei lavori di Faraday e Maxwell mostra come il radicamento della ‘legge del flusso’ costituisca un problema storico aperto”* e conclude dicendo che:

*1. La fisica delle linee di forza magnetica di Faraday non ha mai ricevuto una trattazione matematica completa (ammesso che tale trattazione sia possibile)*

*2. la ‘legge del flusso’ non è una traduzione matematica della fisica delle linee di forza magnetica*

*3.* … (richiama problemi matematici non alla mia portata)

*4. l’esplicita formulazione della espressione della forza di Lorentz avrebbe dovuto suggerire una revisione dell’intera materia*

*Credo che sussista uno stimolante problema di ricostruzione storica”*

PS. Ai professori Cosmelli e Giuliani ho segnalato queste note senza aver avuto riscontro Pure il prof. Pegna (che citerò per gli omopolari), dopo uno scambio assai cortese, si è rapidamente defilato. Non si pensi pertanto che qualcuno del mestiere abbia avallato queste pagine.

Aggiungo che **induzione e radiazione** sono fenomeni certamente **imparentati, ma non identici** eppure sono descritti con la stessa matematica. L’onda radio si disperde nello spazio e quanta parte ne viene ricevuta non modifica l’energia richiesta a chi la genera. Invece in un alternatore l’energia fornita è in relazione a quella richiesta dall’utilizzo e può mutare in continuazione (vedi capitolo-1); esiste cioè una **retroazione fra statore e rotore** e come faccia il carico a far sapere a chi muove i magneti quant’è l’energia che deve immettere è proprio il cuore della questione. L’Induzione è stata descritta con una matematica che ha evocato la radiazione elettromagnetica e le conferme sulla radiazione hanno avallato la matematica di Maxwell, ma a me sembra che se questa matematica è esatta nel confronti della radiazione potrebbe però essere solo un’ottima approssimazione per l’induzione.

Credo pertanto sia **lecito cercare di immaginare un “modello fisico” più aderente a ciò che si osserva** e, per dare un’idea di ciò che ipotizzerò,  **RIASSUMO** quanto sarà più estesamente esposto nel capitolo-4. .

|  |
| --- |
| areaspiraX3X.jpg |

Un magnetino cade sfiorando il lato di una **grandissima** **bobina** (la si vede appoggiata di piatto sui quattro libri), l'oscilloscopio mostra cosa succede (i tubi bianchi servono a guidare la caduta di un magnetino). Se muovo il filo tenendo fermo il magnete e mantenendo lo stesso moto relativo, nulla cambia. Idem se il magnete cade dall'altro lato del filo ma l'onda s'inverte. Infine man mano che mi allontano dal filo (sia dentro che fuori dalla bobina) l'intensità diminuisce (nello stesso modo a parità di distanza) fino a sparire. Quindi non esiste alcuna differenza fisica legata a chi è chi si muove e non c’è differenza fra l’esterno e l’interno della spira: conta solo la distanza dal filo. Assumere per vero ciò che si osserva comporta il **rischio d’essere ingannati**, pertanto dovrò trovare nel modello le debite giustificazioni.

Il magnete cade e si avvicina al filo (oppure il filo sale): a un certo punto, il campo magnetico (B) **inizia** a far correre gli elettroni del filo (si vedrà poi come), questa corrente genera attorno al filo un primo minuscolo B (manicotto rosa) e un primo minuscolo campo elettrico E (irrilevante in questa ipotesi). Il secondo B interagisce più intensamente col B del magnete incrementando la corrente. Proseguendo nella caduta B aumenta progressivamente d’intensità: si verifica perciò un’**iterazione** che continua fino a raggiungere il massimo compatibile con le caratteristiche del dispositivo e con l’energia potenziale posseduta dal magnete in caduta. **Gli elettroni** del filo avvertono **un variazione d’intensità del campo magnetico** in cui sono immersi a causa dell’avvicinarsi e dell’allontanarsi del magnete e sentono così la **Forza di Lorentz che li fa ‘correre’** mentre la tensione passa da valori di un segno a valori di segno opposto perché s’inverte l’orientazione del flusso del magnete rispetto al manicotto rosa

Quanto ai **trasformatori** (dove le teorie correnti escludono la forza di Lorentz) essi rientrano perfettamente nel modello: difatti all’accensione il primario eccita il secondario ad iniziare la generazione del manicotto rosa dopo di che il campo magnetico alternato del secondario si muove dentro e fuori dal nucleo dove oscilla pure il campo del primario (è la spiegazione che fornì lo stesso Faraday dopo aver scoperto l’induzione grazie al suo rudimentale trasformatore).

Negli **omopolari** (appendice-7) opera certamente la forza di Lorentz ma il modello fisico deve essere diverso perché non è presente variazione di flusso magnetico. Modello diverso anche per il volo di elettroni liberi nel tubo catodico, nel ciclotrone e simili di cui qui non mi occupo.

**1 – Il funzionamento di un alternatore assiale amatoriale**

|  |
| --- |
| alternatore4y |

Ecco la causa delle mie curiosità: non è dei migliori ma un oggetto simile (16 poli trapezoidali, 500 mm di diametro, 4kg di neodimio e 8kg di rame ha un rendimento costante (!) che oscilla attorno al 92% da 50 giri in su (interpolando dai 350 giri che sono alla mia portata dovrebbe arrivare a 8 kW a 1000 giri) I prodotti commerciali a magneti permanenti si avvicinano a questo rendimento solo a giri elevati e per grandi potenze, idem succede agli asincroni che rendono qualcosa di più ma solo per grandi potenze. Qualche dettaglio in più c’è in <http://digilander.libero.it/gino333/rend.alt..jpg> (ma l’oggetto è poi stato modificato e meglio testato). In <http://digilander.libero.it/gino333/misure2.jpg> è esposto il metodo di calcolo del rendimento (molti dubitano delle miei dati, ma finora non mi hanno segnalato errori). Confesso d’essere io stesso perplesso sui risultati e mi ripropongo di cercare un verifica da terze parti, ma l’errore (se c’è) non può essere grande.

Per esigenze dovute alla misura del rendimento, statore e rotore possono essere montati folli su di uno stesso albero e possono essere lasciati liberi di scorrere sull’albero stesso (sono cioè capaci di avvicinarsi-allontanarsi fra loro, vedi foto del banco prova negli allegati) in questo modo possono essere mossi a mano sentendo nelle proprie mani cosa succede, questo perché le grandi dimensioni dell’oggetto consentono di ottenere tensioni e flussi magnetici significativi pur con rotazioni parziali e lente.

Se 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, cioènella testa dell’operatore, lì dove arrivano anche i nervi dalle 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 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):

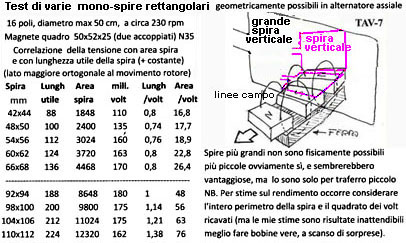
- si deve trattenere lo statore dal ruotare e da una forza che vorrebbe allontanarlo dal rotore.

- 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).

Concorda con quanto è noto: un flusso magnetico visto variabile da una bobina induce corrente nella stessa bobina che a sua volta diventa un magnete, si scalda e disperde energia. A me sembra evidente che dall’ ”abbraccio” dei due flussi magnetici nasce **una specie di “frizione”** che consente di **trasferire energia** dal mio braccio alle bobine dello statore.

Il test che segue (fatto per cercare di migliorare i rendimenti dei miei alternatori) mostra come varia la tensione modificando gradualmente l’area della spira: **il rapporto lunghezza “utile” del filo con la tensione è molto più costante del rapporto con l’area** (dico “utile” perché si vedrà più avanti che **il filo parallelo al moto del magnete non genera tensione).**



E come mai **le spire poste in posizione verticale generano circa metà tensione della normale spira posta di piatto?** Ad un giudizio ingenuo si direbbe perché metà del tratto di filo utile è troppo lontano dai magneti.

Questi “fatti” mi fecero dubitare che i conteggi basati sull’area della spira corrispondessero alla realtà fisica. Però il modello mostrato nel precedente riassunto poco diverge da quello corrente perché **l’interazione avverrebbe col filo attraverso i “manicotti rosa” che si estendono nello spazio concentrandosi proprio nell’area della spira** giustificando così il moltiplicare per l’area.Si noti come **solo facendo misure variando gradualmente l’area** che ci si renda conto di quest’altra possibile interpretazione dei fatti.

Quando mi passavo il tempo con gli alternatori c’era chi faceva previsioni abbastanza precise sulla tensione generata usando semplici formule dove però c’era un “coefficiente di forma” da modificare in funzione del numero e dello spessore dei magneti ed altro. Formula ora dimenticata perché mai usata (procedevo per approssimazioni successive alla ricerca del maggior rendimento possibile). Magari ad uso professionistico esistono programmi di calcolo che forniscono risultati di grande precisione anche per un alternatore come quello prima mostrato: disponibilissimo ad averne notizie e a cambiare idea arricchendo il mio cestino della carta straccia, ma vedi alla fine del capitolo 5 che tale possibilità non è nota a persona esperta.

Prima di proseguire ricordo che la mia preparazione è inadeguata e quanto alla terminologia preciso che userò il termine **“corrente”** per indicare il movimento di elettroni lungo un conduttore e dirò che gli elettroni sono in **“tensione”** o perché già corrono o perché vorrebbero farlo ma non possono perche impediti dal fatto che il circuito è aperto (le giuste distinzioni fra f.e.m., d.d.p. eccetera, in questa sede non mi paiono rilevanti). D’ora in poi userò sovente il termine **“flusso magnetico”** in luogo di “campo magnetico” (Faraday mi perdoni) questo perché voglio esprimere anche verbalmente ciò che io immagino avvenga fisicamente attorno **e dentro** ad un magnete, Chiamerò **ortodossi** i fisici che espongono le teorie correnti. Infine per me **non esistono “carich**e**”** esistono **elettroni** e **protoni** ed esistono “corpi” dove gli elettroni sono di più o di meno di quelli che dovrebbero esserci: 150 anni dopo Maxwell mi pare assurdo dover ignorare l’esistenza e il comportamento dell’elettrone e quindi terrò conto di quanto la divulgazione mi racconta al riguardo (anche perché mi pare cosa conveniente cercando di immaginare cosa succede di fatto).

Come già detto, lo scopo di queste osservazioni è la ricerca di un modello fisico che descriva il trasferimento di energia in un alternatore: **è un’onda elettromagnetica ad agire o è una interazione diretta fra flussi magnetici?** Poiché conviene sempre porsi in situazioni limite dove le variabili da valutare siano il più possibile ridotte e considerando che indubbiamente siamo in presenza di due flussi magnetici che si respingono, penso opportuno cominciare ragionando sulle **relazioni fra due magneti.**

Se con le mani avvicino un magnete ad un altro (tenendoli ben saldi ed orientati in modo che si respingano) le due mani devono fornire l’energia necessaria e, per reazione, i magneti si caricheranno come molle. Le mani hanno la netta sensazione di una interazione diretta fra i due magneti tramite il loro “campo”, ma i libri e i professori mi dicono che per ragionare su queste cose occorre prima spendere una vita per comprendere la quantistica. Addirittura il fisico X mi dice che farei pure bene ad ignorare l’elettrone e parlare solo di “cariche”. Non obbedisco (non sono come Garibaldi), ma mi limiterò a ciò che si osserva sostituendo però le “cariche” con elettroni, con protoni e con squilibri fra di essi.

Mi sono riletto il capitolo 4 di "La realtà non è come ci appare" di Rovelli, nella sezione "campi e particelle sono la stessa cosa": leggo che “*Le onde elettromagnetiche sono sì vibrazioni delle linee di Faraday, ma anche a scala piccola, sciami di fotoni*” perciò ho immaginato che le **linee di Faraday** potessero essere **sciami di fotoni** ma fisico X mi dice che non lo possono essere perché i fotoni (virtuali) volano diritti mentre quelle linee disegnano curve chiuse e aggiunge:

*… Il campo statico con le sue linee di forza ha l’unico scopo di rendere la teoria completa e di descrivere cosa sia quell’onda che poi si propaga … .* ***Il problema dell’azione a distanza rimane …*** *L’aver riconosciuto che* ***esista un problema*** *non significa risolverlo ...* ***non lo si può risolvere immaginando movimenti di oggetti che poi in realtà non sono osservabili*** *...la teoria è onesta ... Dice semplicemente che se metto un magnete vicino ad un altro allora misuro una forza tra i due magneti … descrivibile in maniera rigorosa …* col *“campo” …* che *mi consente di calcolare con esattezza la forza che agirà tra i due magneti reali.* ***Ma quale sia la causa della forza io, al momento non lo so!*** *La teoria mi dice che la causa è il campo. Ma sappiamo tutti benissimo che questa non è una causa fisica. E’ solo una causa fittizia (o virtuale se preferisci) che al momento mi consente di andare avanti. La* ***motivazione*** *dei fotoni virtuali è* ***puramente matematica****. E’ una questione che ha a che fare intimamente con la natura matematica della teoria quantistica. Serve certamente anche se è ovvio che tu non possa comprendere a cosa. Non puoi perché non sai quasi nulla di Matematica ed ancor meno di quantistica. Non posso fare altro che dirti che ostinarsi a voler parlare di ciò che non è comprensibile senza un lungo percorso mi pare un po’ eccessivo!*

Capisco d’osare troppo, ma visto cosa scrive X non mi pare che le teorie correnti siano esenti da ogni possibile dubbio: se i **fotoni “virtuali”**sono **inosservabili** perché escludere che possano muoversi in curve chiuse? Difatti un altro prof. di fisica scrive: *“… Che le onde e.m. siano stati di molti fotoni, non c'e' dubbio nella teoria attuale.  Come non c'è dubbio sul fatto che NON si possa dire qualcosa sulla traiettoria dei fotoni. Andar dritti equivale a dire qualcosa sulla traiettoria. Non so chi te lo ha detto ma c'è qualche problema con quella affermazione*. …”

Poi in [*https://groups.google.com/g/it.scienza.fisica/c/dpYFzYZxRmg/m/Fu3yp9uDGAAJ*](https://groups.google.com/g/it.scienza.fisica/c/dpYFzYZxRmg/m/Fu3yp9uDGAAJ)un altro fisico conferma che le particelle virtuali: “*… Vivono un tempo brevissimo, mediano tutte le interazioni, compresa l'attrazione tra due magneti …” p*ertanto mi sento autorizzato ad immaginare **le “linee del campo” come un flusso di “particelle virtuali”** che circolano permanentemente attraverso e attorno ai magneti e immagino che siano capaci di trasportare energia (quando disponibile) senza dover ricorrere alla mediazione di “onde elettromagnetiche” formate solo al momento in cui compare l’energia da trasportare (riprenderò la questione al capitolo-3).

Vero che la fantasia consente di immaginare qualsiasi cosa, ma ho un indizio.

**2- Un Omopolare particolare fornisce un indizio sul flusso magnetico**

L’appendice-7 è dedicata a questi oggetti. Qui uno stretto magnete anulare è fissato al centro di un grande disco di alluminio e due spazzolini, collegati ad un tester, vengono fatti strisciare sul disco (C,B,A sono possibili punti di contatto). NB. Il mio test P2 nell’appendice-7 mostra come è fatto il magnete anulare.

|  |
| --- |
| Xaliotta.jpg |

La tensione è più alta fra C e B che fra C e A perché B è un punto dove il flusso magnetico è più intenso che in A; la maggior velocità in A non com-pensa (allontanandosi dal centro a un certo punto la tensione scende a zero).

Disco e magnete sono solidali quindi il flusso magnetico dovrebbe essere fermo relativamente agli elettroni dell’alluminio eppure fra A e B abbiamo 8mv. Dovremmo avere 0mv come nei due casi a destra dove il contatto fra i punti A e B non avviene tramite il disco, ma tramite il filo di rame evidenziato in rosso (in questi test gli spazzolini non toccano il disco). In questi due ultimi casi non c’è tensione e lo si può giustificare **sia** perché non c’è variazione di flusso e la cosa è stata verificata con una bobina di molte spire (molto più sensibile di una singola spira) piazzata grossomodo dove c’è il filo rosso, **sia** perché la forza di Lorentz non può produrre effetti visto che **tutte le linee del flusso magnetico entranti nella spira escono dalla stessa spira**  (teorema di Gauss). Perché allora quegli 8mv quando al tratto A-B provvede il disco? Ecco la risposta del fisico X:

*Il disco rotante insieme al magnete è andato a sostituire un tratto di circuito rispetto al quale il campo magnetico era in moto. Quindi sul vecchio tratto di filo agiva la FdL ma sul disco che si muove col magnete non agisce alcuna FdL. Se la FdL che prima agiva sul tratto ora eliminato andava in equilibrio con tutte le altre FdL agenti sul resto del circuito, l'aver eliminato quelle componenti fa si che ora la risultante sia diversa da zero...e quindi circola corrente ...*

**Ma allora *tutte le altre FdL agenti sul resto del circuito* varrebbero -8mv!** Secondo le teorie correnti l’induzione può essere giustificata tanto con la forza di Lorentz quanto con la Legge di Faraday e io ho controllato che dove si trova il filo della spira nessuna variazione di flusso é presente, **pertanto non capisco da dove possa saltar fuori quella tensione che compenserebbe quella perduta utilizzando il disco.**

*E dovrebbe essere chiaro* (prosegue il fisico X) *perché occorra* ***qualche acrobazia*** *per salvare la legge di Faraday. La legge di Faraday parla di un circuito chiuso ma, come tutte le leggi fisiche deve essere applicata all'interno di un sistema di riferimento. Invece il test degli omopolari è perverso perché viene eseguito a cavallo di due sistemi di riferimento distinti e, peggio ancora, non inerziali. E' un incubo per i cambi di coordinate! Ti illude che ci sia una spira ma qual è la spira? Intendo in quale sistema di riferimento si trova la spira? Perché il flusso devo calcolarlo attraverso una superficie ed il calcolo mi deve fornire la risultante delle forze che agiscono sul perimetro. Ma il perimetro deve essere solidale alla spira! Qui un lato fa quello che vuole. Ruota come un folle! Anzi, il lato è costituito da materiale diverso ad ogni istante. La legge di Faraday concepita come l'aveva concepita Faraday, non è applicabile!...*

il sistema di riferimento non può essere altro che il pavimento su cui su cui tutto è posato, osservatore compreso (e quella legge a me pare concepita più da Maxwell se non da Heaviside)

*Faraday non ce la può fare. Solo* ***una legge rivisitata da Maxwell*** *può farcela... La FdL non soffre di questa difficoltà perché fa veramente il conto punto per punto e poi calcola la risultante. La legge di Faraday invece calcola la risultante in un colpo solo sotto l'ipotesi che tutto il circuito sia solidale con se stesso. Se tu cambi le carte in tavola ti metti in una condizione in cui il teorema del flusso non è più valido e quindi ti trovi in imbarazzo...soprattutto se non ti è chiaro il trucco matematico con cui ti stanno ingannando.*

Va bene, però o non ho capito, oppure **non mi è stato detto come “rivisitare” Faraday.** Il prof. Pegna (appendice-7) dice che secondo Faraday **il flusso magnetico NON è trascinato dai magneti in rotazione** (cosa pensi Pegna non mi è chiarissimo) comunque con questa ipotesi **tutto funziona benissimo**. Quando interviene il disco i suoi elettroni sono in moto nel flusso fermo e sentono la forza di Lorentz mentre quando la spira è chiusa col filo rosso non c’è bisogno neanche della legge di Gauss: flusso e spira sono entrambe ferme. Non sarà sicuro al 100% (se è vero che con qualche acrobazia a me sconosciuta si può rimediare) ma non da escludere. Certo sembra **assurdo** pensare ad un flusso **non trascinato** dal magnete che lo genera. Le linee del flusso attraversano il magnete, come possono essere ferme quando il magnete si sposta? Sarebbe come dire che il raggio di luce emesso da una torcia non segue il movimento della torcia.

Però qui il discorso è diverso, si tratta di un magnete cilindrico con polo rotondo, fermo o in una rotazione centrata sul polo quindi **è un oggetto la cui “ombra” non cambia da fermo o in rotazione**. Quale potrebbe essere il meccanismo che rende indistinguibile la stasi dalla rotazione per chi si trova nel flusso magnetico? A mio parere **bisognerebbe che il flusso magnetico fosse fatto di particelle aventi qualche analogia di comportamento coi fotoni** (quelli veri, non quelli virtuali). Ora cerco di spiegarmi.

Faccio un parallelo proprio con una torcia: se la punto contro un muro e la faccio ruotare su se stessa senza modificarne l’orientamento, il cerchio di luce resta fisso, ma i fotoni attraversando il vetro di protezione della lampadina vengono trascinati dal vetro? In prima battuta non è dato saperlo perché il cerchio luminoso non cambia. Per risolvere la questione posso però puntare la torcia (ortogonalmente e tenendola ferma) contro un disco di vetro in rotazione (puntandola fra bordo e centro di rotazione): viene deviato il fascio di luce? No, il fisico X me l’ha confermato. Ma i fotoni "sgusciano" fra gli atomi del vetro? No, ogni fotone viene assorbito da un elettrone che subito risputa un nuovo fotone che viene assorbito da un altro elettrone ecc. ecc. fino a che non esce dal vetro (fig.69 in QED di Feynman). Quindi i fotoni attraversando il vetro **non cambiano l’angolo di rifrazione per effetto del moto del vetro**, certamente usciranno un po’ “spostati” (in funzione del tempo di attraversamento del vetro) ma il cerchio di luce sul muro non cambia e chi fosse immerso nel flusso luminoso non avvertirebbe alcuna differenza.

Pertanto **se il flusso magnetico fosse fatto di particelle** che viaggiano (da polo a polo, dentro al magnete e fuori) con lo stesso metodo usato dai fotoni luminosi (dentro il vetro e fuori), potrebbe benissimo **essere un flusso visto fermo** come lo è un raggio luminoso nonostante attraversi un vetro in movimento. In questo caso il flusso magnetico “di ritorno” verso il polo opposto (meglio chiamarlo ”varco” come direi giustamente lo chiamava Faraday) non deve spostarsi perché il magnete è rotondo, gira su se stesso e quindi il varco o l’insieme dei “varchi” **non si sposta** e il flusso può mantenere la sua traiettoria **come se il magnete fosse fermo** (se invece del magnete si usasse un solenoide in rotazione l’ipotesi sembrerebbe assai meno strana).Ovvio che il flusso dovrebbe essere fatto di particelle perché se si trattasse di uno “spaghetto continuo” che esce da un polo e rientra dall’altro sarebbe necessariamente trascinato dalla rotazione.

Su questo Faraday sarebbe d’accordo? Fabio Toscano in “Una forza della natura” cap.8.V, racconta che secondo Faraday *“… tutti i corpi, sia paramagnetici sia diamagnetici, si disponevano in maniera tale da perturbare il meno possibile la preesistente distribuzione delle linee di forza. Così un qualunque corpo paramagnetico, che tendeva a far convergere le linee di forza su di sé, si spostava verso le zone di maggior concentrazione delle linee …”* questo a differenza dei materiali diamagnetici oblunghi che si dispongono trasversali alle linee del campo perché rifiutano le linee di forza. Queste linee, sempre a parere di Faraday, erano una realtà “fisica” perché erano capaci di spostare la materia (cap.8.VIII). Per Faraday tutto era materia e immagino che trovasse l’etere superfluo perché le sue “linee” già facevano il lavoro attribuito all’etere, ma non vedo perché si sarebbe opposto a considerare le sue linee come un flusso di particelle. Certo avrebbe dovuto prima accettare l’ipotesi che anche il campo elettromagnetico fosse fatto di fotoni, ma già allora egli immaginava onde trasportatrici di energia, onde materiali perché aborriva l’azione a distanza (si veda nel Toscano il cap.8 dove parla dell’elettrolisi).

Concludendo, visto cosa succede in quel particolare tipo di omopolare, **la cosa che mi pare più ragionevole è pensare che il flusso magnetico sia fatto di particelle** in grado di trasportare energia (se c’è energia da trasportare) o di tener appiccicato il magnete a qualcosa di ferro, oppure di circolare a vuoto in attesa di un incarico ☺ e questo è propedeutico al capitolo che segue..

**3- Attrazione e repulsione fra Magneti e generazione della Corrente**

Riprendo il discorso interrotto al capitolo-2 dopo aver spezzato una lancia a favore del flusso magnetico visto come sciame di particelle.

Mio padre mi regalò una calamita un sacco di anni fa quando ero a letto con l’influenza e da allora mi è rimasta la curiosità di sapere come funziona: se avvicino due magneti tenendoli NS SN essi si respingono, direi riutilizzando l’energia fornita avvicinandoli, difatti il fisico X mi scrisse che:

*… hai due magneti che si comportano ognuno come stazione emittente e come stazione ricevente. L'onda emessa da ognuno dei due viene assorbita dall'altro. L'energia che ognuno dei due emette viene accumulata nei valori del campo magnetico nell'intorno di ognuno dei due magneti. Cosa che, incidentalmente, implica che i campi seguano i due magneti: i magneti si muovono, i campi con loro, la somma dei campi cambia e l'energia è immagazzinata in questo cambiamento. Cioè viene trasformata in energia potenziale che poi viene rilasciata trasformandola in energia cinetica...”*

Un’ottima spiegazione, ma se invece avvicino due magneti NS NS o meglio ancora un pezzo di ferro a un magnete, a un certo punto essi si attirano violentemente: da dove proviene quell’energia? Forse da chi fabbricò i magneti, oppure, se fossero prima uniti, da chi li separò e immagino sarà il “campo” a conservare a tempo indeterminato questa energia, ma non potrebbe trattarsi invece di **qualcosa di simile alle forze che tengono assieme i componenti dell’atomo e delle molecole?** Se così fosse il precedente respingimento dipenderebbe dal fatto che si impedisce ai due oggetti di rigirarsi nel modo giusto. E perché devo accettare quest’onda invisibile se lo stesso fisico mi scrive:

*l'onda è un'astrazione dato che la Fisica Moderna è a conoscenza dell'esistenza dei fotoni*. *Se ci sono i fotoni* ***la Realtà non ha alcuna necessità dell'onda****! … macroscopicamente, le cose funzionano come se l'onda esistesse. Un rivelatore rileva un segnale ogni volta che la teoria di Maxwell prevede che ci sia un segnale. Quindi, in ogni problema macroscopico, mi affido al modello che palesemente funziona, faccio finta che descriva la realtà e vado avanti sino a che non troverò un caso in cui il modello fallisce. Il che vuol dire che* ***faccio tranquillamente finta*** *che l'onda elettromagnetica esista … L'importante è che in questi discorsi non ci si illuda che stiamo parlando della Realtà. Noi stiamo parlando di come il Modello* (matematico, non fisico, nota mia) *rappresenti la Realtà, così da trovare una maniera per manipolarla. Sulla Realtà non c'è molto da dire:* ***è quella che è e basta!*** *E non si interessa di ciò che a noi pare o non pare ragionevole …*

bene, X dice **<<*Se ci sono i fotoni la Realtà non ha alcuna necessità dell'onda!>>*** ok, son quasi contento, ma se il flusso magnetico fosse fatto di particelle capaci di trasportare energia non servirebbe altro. **Il flusso và già da magnete a magnete: perché non potrebbe essere fatto di particelle capaci di trasportare energia?** Altrimenti **chi porta l’energia dalla mia mano ai fotoni virtuali del campo elettromagnetico** che poi la trasporteranno se non il flusso stesso?

Ecco perché nell’interazione fra due magneti assumo il modello di flusso magnetico suggerito dal capitolo-2, assumo cioè che attraverso i magneti circoli un flusso di particelle, magari di fotoni virtuali. Le mani che tengono ben stretti due magneti sanno che ci sono di mezzo le linee del campo, sanno che queste provengono dagli elettroni (Giancarlo Ghirardi in "Un'occhiata alle carte di Dio" subito dopo la figura 3.5 scrive che gli elettroni possono essere considerati *minuscoli aghi magnetici*) e quindi il padrone delle mani immagina che gli elettroni subiranno una retroazione e che la sentirà pure il magnete che contiene gli elettroni (vedi anche in fondo a <http://www.ba.infn.it/~depalma/lezioni/ampere_gauss.pdf> ). Mi è stato detto che i singoli elettroni, vista la loro quantizzazione, non possiedono un campo magnetico fatto come quello di una calamita. Ok, sono i “dominii” a provvedere al magnetismo, saranno questi a sentire la retroazione, ma cosa cambia? i dominii sono fatti di elettroni.

Credo che oggi Faraday, aggiornato alle osservazioni che confermano la natura particellare di tutto (vuoto compreso) non si scandalizzerebbe più di tanto nell’immaginare le sue “linee” come un “flusso di particelle”: nulla cambierebbe nella sua spiegazione dell’attrazione-repulsione fra materiali diversamente permeabili al magnetismo. Per i dettagli rimando al Capitolo-8 VIII del libro di Toscano, in particolare all’esperienza Bancalari dove una fiamma di candela viene deviata se posta fra i poli di un magnete. Io m’immagino un flusso di particelle poco permeabili alla fiamma che “spingono via” la fiamma. Altrimenti quali altre onde elettromagnetiche dovrebbero entrare in gioco nel caso del fumo?

Ciò premesso io m’immagino un magnete come una specie di asciugacapelli (con ventola assiale) i cui flussi possano interferire con altri flussi magnetici come mostrato in questi schizzi:



* Se i due asciugacapelli si \*soffiano contro\* (al centro) ho un modello \*respingente\*.
* Idem nel caso a sinistra: si può immaginare che si \*respingano\* i due flussi \*di ritorno\*
* Se invece \*soffiano nella stessa direzione\* (caso di destra) il flusso emesso da un magnete, viene \*aspirato\* dall'altro (non è cosa inconcepibile avendo assunto che le particelle del flusso vengono “aspirate” dal polo opposto a quello che le ha emesse)

Ripeto dal capitolo precedente che Farady aveva scritto che “*tutti i corpi* …*si disponevano in maniera tale da perturbare il meno possibile la preesistente distribuzione delle linee di forza* …” e questo è proprio quello che si nota nei respingimenti mentre nell’attrazione le linee tendono a fondersi (quindi non si perturbano).

Anche nell’induzione magnete-spira abbiamo due flussi magnetici che si respingono, ma uno dei flussi è generato dagli **elettroni di conduzione** che, a differenza di quelli del magnete, **possono correre** e che correndo generano il flusso magnetico che si oppone a quello dei magneti equesto **rispecchia proprio la sensazione da me ricevuta facendo funzionare a mano l’alternatore del capitolo-1.**

|  |
| --- |
| campo2.jpg |

Ma è lecito pensare che le linee del flusso delle bobine siano fisicamente connesse agli elettroni dei fili così come si può immaginare nei magneti? Sicuramente non sono altro che l’insieme delle **linee circolari** che si possono osservare attorno ad un filo grazie a un cartoncino e a un po’ di limatura di ferro (disegno tratto da “L’evoluzione della fisica” di Einstein-Infeld).

|  |
| --- |
| phon5.jpg |

Ma come mai appaiono (come qui a destra) dei cerchi di limatura di ferro attorno ai fili? Forse perché gli elettroni (o insiemi di elettroni che generino l’equivalente dei “dominii” nei magneti) si orientano attorno al filo (qui in sezione blu) così come schizzato a destra. Questo però sembra falsificare il modello prima esposto perché due fili paralleli con la corrente che va nello stesso senso si attirano nonostante il loro flusso risulti contrastante (si veda la direzione delle frecce), però si può però estendere ai due fili paralleli ciò che le teorie correnti affermano con riferimento alle spire delle bobine: a cominciare dai cerchi più ampi, si potrebbe verificare via-via una “fusione” delle linee del flusso così come si vede in <https://people.unica.it/alessiofilippetti/files/2012/04/Fisica-2-Lezioni-16-17.pdf> (da cui ho tratto bobina a destra): i flussi non si scontrano più, circondano entrambi i fili i quali così si attraggono.

In <http://storiascienza.wikifoundry.com/page/Faraday+e+l%27elettromagnetismo> si vede il “motore elettrico” di Faraday: è chiaro che c’è un trasporto di energia là dove si osservano le linee circolari del flusso magnetico che circonda il filo percorso da corrente: anche in questo caso si dirà che opera un’onda elettromagnetica, un’onda che però posso solo immaginare mentre il flusso magnetico lo tocco con mano. Perché devo immaginare quando il fenomeno è evidente? Le linee del campo sono certamente connesse con gli elettroni di conduzione (magari via dominii di elettroni) ed essi saranno soggetti ad una retroazione se sono le linee del campo a trasportare energia.

**4 – il modello fisico**

Credo opportuno premettere alcune notizie storiche. Nel sito <http://www.fisicamente.net/FISICA/index-4.htm> (ora non più in linea) si leggeva che: *“… 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, Hamilton, Maxwell***…” **ma si mostravano anche i tentativi** fatti dai medesimi fisici **d’immaginare cosa potesse succedere “fisicamente**”. Se Maxwell ci provò, il mio tentativo non dovrebbe essere cosa vergognosa (a parte le differenti carature ☺).

|  |
| --- |
| magnetespira4BX |

Riassumo ora dal libro di Toscano (che a me pare bellissimo) “Una forza della natura” (capitoli 10-11) notizie storiche che legano il \*campo elettrico\* alle \*ruote oziose\* di **Maxwell,** immaginate presenti nello spazio e capaci di condurre l’elettricità. Naturalmente l’eventuale lettore di queste note sarà già meglio informato; faccio questa sintesi estrema perché ciò che mi frulla in capo dipende anche da questa lettura. Naturalmente sperando che citando citazioni di citazioni non si commettano errori e pure che la sintesi di una sintesi non distorca la realtà dei fatti accaduti ormai due secoli fa (scrivo in corsivo anche se non si tratta di una vera citazione ma il riassunto di ciò che ho letto).

*W.Thomson nel 1845 aveva \*matematicizzato\* l’idea di Faraday di una* ***trasmissione delle forze a mezzo di particelle contigue*** *trovando “un’analogia matematica fra le forze elettriche e magnetiche e le tensioni meccaniche che si propagano in un solido elastico” in modo però da non contrastare con l’idea dell’* ***\*azione a distanza\**** *di Weber, astenendosi perciò dal proporre un modello fisico.*

*Nel febbraio 1856 Maxwell presenta “On Faraday’s Lines of Force” e, riprendendo le idee di Thomson, immagina le linee come tubi in cui vortica un \*fluido\*, tubi di sezione variabile (in modo che l’intensità potesse variare). Si trattava di un modello “geometrico-idrodinamico” adattabile ai fenomeni elettrico-magnetici ma che non faceva ipotesi sulla reale fisicità dei fenomeni. Un modello quindi incompleto, anche perché non comprendeva lo \*stato elettrotonico\* di Faraday.*

*Nella primavera del 1861 Maxwell riprende l’idea dei tubi come vortici rotanti attorno alle linee di forza attribuendo a queste rotazioni le \*spinte\* dei fenomeni elettromagnetici. Quanto alla natura delle \*correnti elettriche\* ne trovò il modello meccanico nelle \*ruote oziose\* che era necessario immaginare presenti fra vortice e vortice affinché essi potessero ruotare tutti nello stesso senso. Quindi* ***“l’elettricità*** *… anziché essere un fluido confinato nei conduttori, si configurava come il prodotto di minutissime particelle sparse* ***per tutto lo spazio*** *…* ***nei conduttori avevano libertà di muoversi da vortice a vortice (e da molecola a molecola) e di formare quindi una corrente elettrica****”. Muovendosi, queste particelle originavano o alteravano la rotazione dei vortici, quindi generando a loro volta fenomeni magnetici. Tutto questo era supportato da “una solida trattazione matematica” che si allargava pure allo “stato elettrotonico”. Tuttavia lo stesso Maxwell “era il primo a dirsi scettico su quell’incastellatura di sferette” e rimandava la sua ricerca di una “vera interpretazione dei fenomeni”: difatti il modello non poteva ancora rivaleggiare con la più esauriente teoria di Weber fondata sull’azione a distanza perché non includeva l’elettrostatica e non motivava l’attrazione-repulsione fra corpi elettricamente carichi (difatti le minutissime \*ruote oziose\* sparse ovunque nello spazio non possedevano carica elettrica).*

*Nell’estate 1861 risolse il problema attribuendo alle ruote oziose una certa \*elasticità\*, come se fossero “pallini di gomma” che in presenza di campo magnetico si ponevano in rotazione” oppure, se impedite, tentavano di farlo. L’elasticità di queste particelle consentiva loro di accumulare energia potenziale oltre che cinetica e quindi potevano descrivere anche l’elettrostatica e prevedevano pure una* ***corrente*** *\*dovuta\* allo spostamento elastico che doveva essere presente anche negli isolanti e* ***persino nello spazio apparentemente vuot****o: una corrente momentanea destinata a ripresentarsi in direzione opposta al venir meno delle condizioni che l’avevano generata. Da questo ne derivava che le cariche elettriche erano dovute ad accumuli o diradamenti di quelle particelle (ruote oziose) dovute al meccanismo di spostamento* (reale o anche solo elastico, direi). *“Queste distorsioni ponevano … l’etere elettromagnetico attorno ai corpi carichi in uno stato di tensione elastica corrispondente ad un campo elettrico**dal quale i corpi erano spinti ad avvicinarsi o allontanarsi fra loro”. Da qui nascono le altre deduzioni riguardanti la natura elettromagnetica della luce: la corrente di spostamento e le equazioni suggerivano che “un campo elettrico variabile nel tempo generava un campo magnetico anch’esso variabile. Quest’ultimo … generava a sua volta un campo elettrico variabile e così via…”. La* ***comunità scientifica*** *trovò il modello* ***interessante ma troppo pieno di ipotesi ad hoc*** *e così Maxwell svincolò la sua teoria dal modello qui esposto per “farla* ***discendere solo dalle evidenze sperimentali e dall’astrazione matematica****”. Il suoi colleghi restarono però perplessi e persino l’amico W.Thomson (che aveva criticato i primi modelli fisici di Maxwell) nel 1884 criticò la teoria in quanto priva di un modello meccanico* (!!!)*.* A conferma Fabio Toscano riferisce la celebre analogia con *la “cella campanaria” dove i campanari sanno cosa succede tirando le corde, senza però conoscere il meccanismo in azione. Nel 1984 Heaviside pubblicò una versione matematica semplificata e la teoria trionfò nel 1888 grazie alla scoperta delle onde elettromagnetiche fatta da Hertz.* Un trionfo anche per **Faraday** *(riconosciuto dallo stesso Maxwell)* ***che aveva giudicato la luce un fenomeno elettromagnetico*** *(cap. 8 VII).*

|  |
| --- |
| areaspirapic2x.jpg |

Ciò premesso, mostro cosa succede sollevando rapidamente un magnete tenuto sia vicino che lontano dal centro di un lato di una **bobina 30x40 cm** (non si forma un’onda completa perché ci si allontana sempre dal filo). L’intensità del segnale non muta stando alla stessa distanza dal filo sia **dentro** che **fuori dalla spira.** Sembrerebbe perciò che **l’interazione avvenga proprio col filo**

Innanzitutto ricopio dalla prima pagina ciò che un professore di fisica mi aveva scritto: *<<Se per "come", intendi "il meccanismo sottostante", tranquillizzati,* ***non lo sa nessuno****, e meglio uno conosce il fenomeno* ***meno gli interessa***. *Se intendi invece "seguendo quale legge quantitativa", tranquillizzati egualmente: le relazioni che legano fra loro le grandezze EM e le loro variazioni sono ben note. Il calcolo, nei casi reali, é complesso \*solo\* perché richiede una gran quantità' operazioni aritmetiche.>>* Uno scarso interesse per la “fisica” in favore della “matematica” ?

Non dicono molto di “fisico” neppure in<https://www.roma1.infn.it/~didomeni/corso0405/draftdiodo.pdf> dove leggo che ***se si applica al metallo un campo elettrico esterno per effetto della conseguente forza elettrica, ciascun elettrone viene accelerato … Al moto termico disordinato degli elettroni si sovrappone un moto ordinato …*** “. Un po’ troppo sbrigativo direi, forse altrove si trova di più.

Io invece credo che quando il flusso magnetico dei magneti raggiunge il minuscolo flusso magnetico dei singoli elettroni di conduzione ancora fermi (magari previa generazione di “dominii” analoghi a quelli dei magneti permanenti), allora essi cominceranno a muoversi (forza di Lorentz), cosa che produrrà un primo minimissimo flusso magnetico anulare attorno al filo (assieme a un piccolissimo campo elettrico che qui non considero). Questo flusso magnetico addizionale, sempre collegato agli elettroni di conduzione, interagirà con quello dei magneti, aumenterà la retroazione sugli elettroni aumentandone il moto. Questo si ripeterà rapidissimamente, avremo cioè una **iterazione** del fenomeno che porterà la corrente a raggiungere il livello consentito dal dispositivo e dall’energia fornita. La differenza con le correnti teorie consiste solo nel fatto che non sarebbe un’onda elettromagnetica (una variazione di campo elettrico) a indurre gli elettroni a correre, ma un’interazione diretta fra i flussi magnetici, cosa che avverrebbe **“prevalentemente” nell’area della spira** (e quindi l’ipotesi sarebbe in buonissima parte compatibile con la matematica corrente).

Se gli elettroni non riescono a muoversi perché il circuito è aperto, non verrà richiesta energia perché il nuovo flusso magnetico (manicotto rosa nello schizzo qui sotto) non si forma (e il fornitore di moto non avvertirà resistenza) altrimenti **più aumenta l’energia raccolta, più aumenta il movimento degli elettroni, più aumentano le dimensioni del manicotto** e quindi più aumenta l’energia richiesta perché trasferita: un processo ricorsivo che porterà (in un tempo inavvertibile) alla corrente più intensa compatibile con l’energia fornita e con le particolarità del dispositivo. Ripeto l’immagine del RIASSUNTO, mi si scusi anche per questa ripetizione, ma si tratta del punto centrale di queste note.

|  |
| --- |
| areaspirapicX3.jpg |

Perciò questo modello (veramente “fisico”) spiegherebbe anche molto bene come mai il moto del magnete **parallelo** al filo della spira non genera tensione: im-maginate il filo (punto nero a destra) posto in verticale e parallelo al freccione grigio (traiettoria del magnete): le freccette nere **“non ingranano”**

Nel test inferiore abbiamo invece un magnete che va avanti e indietro verso un lato di spire poste “di taglio”: la corrente verrà indotta principalmente in questo lato in quanto più vicino al magnete (le spire sono avvolte attorno ad un parallelepi-pedo di polistirolo)

Nella posizione centrale **2** non c’è tensione. Questo dipende sicuramente dal fatto che il flusso magnetico magnete è inclinato sia a destra che e a sinistra (compensandosi così gli effetti) mentre ciò non accade in **1** e **3** dove però i segni sono invertiti (appunto perché l’orien-tazione del flusso magnetico è opposta). Più complicato ancora con la spira rotante nel campo magnetico, ma ugualmente assimilabile (schema in basso e a destra).

Quindi le cose sono fisicamente assai più complicate di quanto si dedurrebbe dalla matematica corrente.

A conferma che il modello corrente potrebbe essere in conflitto con la realtà si vede qui sotto come la rotazione di una spia fra poli cilindrici mostrò un **comportamento** (traccia gialla su fondo blu nella seconda immagine da sinistra) **completamente diverso** dalla sinusoide mostrata nella prima immagine e ancor oggi proposta.



Maggiori dettagli in <http://digilander.libero.it/gino333/ALTERNATORIFARDAYPAGx.jpg> (l’ondina della traccia blu indica quando la spira è al centro dei magneti)

In fondo all’appendice-7 sugli omopolare si veda il test P1 che mostra ancor più chiaramente come si forma quella curva cornuta. Segnalato il problema a un esperto, questi, usando un simulatore, vide che il campo fra poli cilindrici non era “affatto” uniforme come un tempo si doveva pensare e che la **curva “cornuta”** era comunque conforme alla Legge di Faraday così come lo sarebbe pure l’onda regolare generata dai poli piani (dove la disuniformità è massima !!!). Non dubito che il suo simulatore funzioni bene come non dubito che abbia fatto i conti giusti (non potendo controllare devo fidarmi) ma credo che Faraday nel caso dei poli piani avrebbe attribuito la **regolarità dell’onda al fatto che la spira si avvicina e si allontana con regolarità dal o dai poli piani** (speriamo che Faraday non si rivolti nella tomba). In ogni caso viene smentita la condizione di **“uniformità” del campo** sempre posta come prerequisito di molti testi. Prerequisito che, vista la difficoltà di realizzarlo **è molte volte solo immaginato.**

Probabile che **l’induttore terrestre** (una bobina che ruota nel flusso magnetico terreste, certamente uniforme vista l’enorme distanza dei poli) se tenuto ortogonale al flusso terrestre, produca la curva attesa. Solo questo test potrebbe salvare l’enunciato corrente della Legge di Faraday. Anche testi recenti continuano a mostrare fantasie, come in <http://www.edutecnica.it/elettrotecnica/alternata/alternata.htm> dove la presenza di notazioni matematiche non garantiscono sulla bontà dell’esposizione. Peccato non poter informare Faraday, digiuno quanto me di matematica! Prima di comperarmi (appositamente) un oscilloscopio dubitavo della sinusoide, immaginavo piuttosto (coi poli cilindrici) un’onda quadra, ma nello stesso tempo potevo vedere la sinusoide (senza uso di matematica) immaginando di porre l’occhio al posto di uno dei magneti e osservando le variazioni dell’area della spira rotante (e per questo mi trovavo fra l’incudine e il martello). Con 300 euro mi sono cavato un dubbio ☺ .

<https://groups.google.com/g/free.it.scienza.fisica/c/mrj0zUWud5Y/m/Y4uAYB_JBQAJ> rimanda ad *una bisticciata internettiana a proposito di questa esperienza*

Tutto questo mi conforta nell’idea **che l’interazione avvenga direttamente col filo** e che l’area della spira subentri solo grazie al “manicotto rosa” che si sviluppa prevalentemente nel’area della spira. Credo che ciò mi autorizzi a pensare che la legge di Faraday potrebbe essere soltanto **una buona approssimazione** (cosa che dovrebbe far piacere ai professori Cosmelli e Giuliani citati nell’introduzione nonostante non abbiano reagito al mio tentativo di contattarli).

Anche i **trasformatori** rientrano perfettamente nel modello: difatti all’accensione il primario eccita il secondario a cominciare la generazione del manicotto rosa dopo di che il flusso magnetico alternato del secondario si espande e si contrae nel nucleo dove oscilla il flusso del primario: si tratta della stessa **spiegazione che fornì Faraday dopo aver scoperto l’induzione grazie al suo rudimentale trasformatore.** Invece secondo le teorie correnti opererebbe solo la Legge di Faraday (ripeto che a me pare di Maxwell), difatti tempo fa un professore di fisica mi scrisse che **“… l’*interazione campo/filo via forza di Lorentz, fallisce miseramente se consideri un trasformatore dove nulla si muove, solo l'intensita' del campo magnetico varia”,*** ma si sbagliava, come diceva Faraday, cambia ritmicamente anche la forma, la dimensione e la posizione delle linee del campo, pertanto esse si “muovono”.

|  |
| --- |
| barrettapic.jpg |

Negli **omopolari** opera certamente la forza di Lorentz e se è problematico descriverla anche come variazione di flusso questo è un problema che vale pure per le teorie correnti. L’anomalia dipende dal fatto che nell’interazione magnete-spira non basta il moto dell’elettrone nel flusso, serve anche la variazione d’intensità del flusso: a conferma si vedano i miei test 13, P1 e P2 nell’appendice-7 cosa che non sembra necessaria negli omopolari (ho tentato di ragionarci sopra, ma senza successo).

Il caso della **sbarra conduttrice** mi pare assimilabile agli omopolari perché la sbarra si muove in un campo costante. NB. per testare personalmente anche questo caso non disponendo di un campo “uniforme” ho mosso la sbarra a distanza “costante” dal polo di un lungo magnete come quello del mio test P1 nell’appendice sugli omopolari

Il caso degli **elettroni in volo** in un campo magnetico non rientra nell’induzione magnete-spira.

Soprattutto (come evidenziato in giallo nella pagina precedente) il modello spiega molto bene perché **il moto parallelo magnete-filo non produce induzione**. Confesso di non aver trovato come le teorie correnti spiegano la cosa. Forse perché non c'è variazione di flusso rispetto al FILO (ma che ne sanno gli elettroni d'essere in un filo disposto in un certo modo?). Oppure perché gli elettroni vengono indotti a muoversi "attorno" al filo e non "lungo" il filo? (ma se tocco una palla metallica con un filo in tensione prendo la scossa ovunque) quindi se dipendesse all’ortogonalità della “spinta” rispetto al filo dovrebbe poi riflettersi nelle altre direzioni. Molto più semplice e spero più convincente il modello in giallo nella pagina precedente

Il modello proposto (che vede la causa nell’interazione fra due flussi magnetici) sembra conforme anche all’opinione **di Faraday** il quale (cap.7 di “Una forza della natura”) pare spieghi il noto **test di Arago** affermando che la rotazione dell’ago magnetico sopra il disco di rame innesca correnti nel rame generanti a loro volta un campo magnetico poi interagente col campo magnetico dell’ago stesso (quindi un’interazione fra due flussi magnetici e nient’altro). Si tratta proprio della **tesi di queste osservazioni** e questo è solo uno dei motivi che mi hanno indotto ad aggiungere il sottotitolo “Faraday aveva ragione”..

Vero però che Faraday pare attribuisse l’induzione al “taglio delle linee di forza”, mentre ho trovato casi in cui questo è falso, vedi il caso di destra all’inizio dell’appendice-3, ma in quelle situazioni particolarissime il “taglio” non si accompagna alla “variazione del flusso” che a mio parere è un fatto necessario, omopolari esclusi. Questo non diminuisce la mia sconfinata ammirazione per Faraday (e simpatia, considerando che pure lui non era dotato di competenze matematiche).

**5 – Appunti sulla matematica**

Scriveva Faraday a Maxwell il 13.11.1857 *… Quando un matematico … è pervenuto alle proprie conclusioni, queste non potrebbero essere esposte nel linguaggio comune … traducendole dai geroglifici nei quali sono espresse …?* Come volpe di fronte ad uva troppo alta, sono costretto ad associami, ma immagino che la matematica in uso debba essere assai più articolata di quanto appare dalle quattro di Maxwell perché occorrerà tener conto dei molti fattori che ho osservato giocando con gli alternatori (non tutti i fattori di mia esperienza li ho visti considerati negli esempi matematici che seguono).

Cioè mi domando **se la matematica corrente conduce a risultati esattissimi o se si tratta di buone approssimazioni.** Mi domando pure **se nella matematica in uso compare veramente la variazione del campo elettrico E.** Se tale variazione non fosse considerata (perché basta tener conto della variazione di quello magnetico su cui non ci piove) e se i risultati fossero soltanto un’approssimazione, non vedo perché la matematica corrente non potrebbe essere tranquillamente usata anche se si adottasse il modello fisico da me proposto. Certo ci si può domandare che senso avrebbe questa fatica se non avesse conseguenze matematiche. Beh, soddisferebbe almeno le mie curiosità di quand’ero bambino, eliminerebbe un ente (l’onda) che mi pare un doppione inutile e metterebbe in sintonia la fisica con ciò che l’uomo comune osserva.

Sulla possibilità di fare previsioni esattissime con la matematica corrente ho avuto pochissimi riscontri. Riporto una discussione internettiana (dove mi sono permesso piccoli aggiustamenti formali):

**IO:** Un rotore assiale di 32 magnetini N35 20x20x20 mm disposti N-S-N-... diametro 350mm, a 240 giri al minuto. Con una spira quadrata (distate 0,5mm) di dimensioni tali che i due lati paralleli siano sorvolati contemporaneamente da N e S, leggo 60 millesimi di volt in alternata

***ESPERTO:*** *Quei magnetini dovrebbero generare un campo massimo dell'ordine di 1.2 T. Stimo l'ordine di grandezza della tensione indotta:* ***DeltaV = Deltaphi / Deltat = 1.2 T \* (2 \* 10^-2 m)^2 \* 4 Hz \* 32 = 60 mV****, siamo stati fortunati e abbiamo riottenuto il tuo risultato*

**IO:** Con un singolo filo, ortogonale al movimento dei magneti, risultano 30 millesimi di volt. Se poi il filo è parallelo si leggono 3-4 millesimi (parallelismo non perfetto)….

***ESPERTO:*** *Ma se colleghi il "singolo filo" allo strumento di misura tramite i cavi di connessione allora si chiude il circuito e il singolo filo diventa parte di una spira.*

**IO:** A giudicare da questi risultati **ciò che succede nel foro è irrilevante** ...

***ESPERTO: No di certo****, la tensione indotta ai capi della spira dipende dalla variazione del flusso del campo magnetico concatenato con la spira.*

**IO:** Poiché le formule in uso funzionano, la mia constatazione dev'essere stata non significativa, però mi sembra strano. Anche perché è “umanamente” comprensibile immaginare una “sferzata” impressa al filo dal campo magnetico che transita, mentre quello che succede nel foro dovrebbe influire sul filo tanto quello che succede fuori dal foro a parità di distanza. Qualcuno può confermare o chiarire?

***ESPERTO:*** *Secondo me nel campo magnetico c'e' ben poco di "umanamente comprensibile", cioe'* ***esula completamente dal senso comune e dalle esperienze della vita quotidiana.***

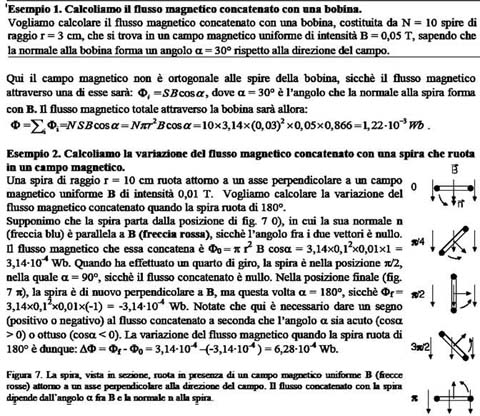
Nella formula dell’ESPERTO intravedo la “forza” dei magneti (Tesla), una frequenza, il numero dei poli, immagino ci sia anche l’area e la velocità dei poli. Anche se il risultato è ottimo mi pare comunque una approssimazione: il campo non era certo uniforme, so poi per esperienza che bastano piccole varianti nella conformazione delle parti per avere grosse differenze. Non credo proprio che quella la formula rappresenti ciò che succede nei minimi dettagli: penso che il risultato centratissimo sia frutto del caso e che basterebbe modificare di poco la spira (che non mi pare sia stata considerata) per ottenere misure diverse.

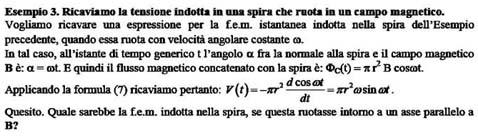
L’ESPERTO non sembra aver utilizzato la variazione del campo elettrico E neppure motivò il dimezzamento dei volt. Se si guarda la tavola in fondo al capitolo-1 si vede che aumentando le dimensioni della spira la tensione aumenta fino a che si rispetta la regola di non far sorvolare i due lati attivi della spira dalla stessa polarità. In quel test, con la spira era enorme in verticale, solo un lato della spira risentiva del passaggio dei magneti: ecco perché la tensione si dimezzò. Ci fu chi parlò di tensioni opposte lungo il filo lontano dai magneti, ma, come già detto, venne smentito dal test <https://digilander.libero.it/gino333/scalini.jpg> (il test era stato fatto per un altro problema risolto però più semplicemente utilizzando una descrizione della “variazione del flusso” migliore di quella che usavo allora, e che era incompleta, pur avendola tratta da un testo universitario, vedi appendice-3).

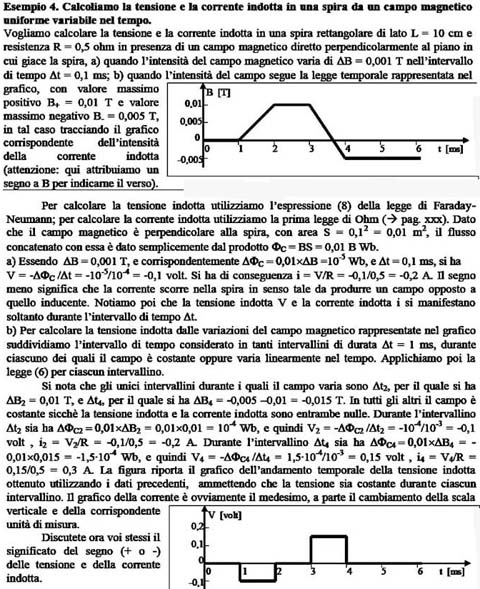
Quando chiesi verifiche di casi più significativi mi dissero che le previsioni risultano sempre esattissime. Sarà anche vero, ma a me piacerebbe toccar con mano, mi calcolassero: ad esempio i volt generati dall’alternatore del capitolo-1. Invece il fisico X ammise che calcoli esattissimi riferiti agli alternatori in commercio **non** gli risulta che vengano fatti (riferisco con più dettagli in fondo a questo stesso capitolo).

In assenza di contributi diretti trascrivo dalle pagine 4,5,6 di

<https://www.roma1.infn.it/rog/pallottino/bacheca/IV-3-2%20F%20Induzione%20EM.pdf>







Anche nell’esempio-4 **non mi pare d’aver visto nulla collegato in modo esplicito a quella variazione di campo elettrico E** (onda elettromagnetica) che sarebbe a fondamento dell’induzione (cioè non ho visto il simbolo E, magari qualcuno mi dice dov’è o da dove si deduce).

Quanto alla precisione dei calcoli, bisognerebbe farli con riferimento a casi reali e vedere che succede, però il fatto che si presupponga sempre l’impossibile B uniforme **mi conforta nell’idea che i calcoli siano sempre e soltanto buone approssimazioni**.

NB. Sull’impossibilità di B **uniforme** (a parte il campo magnetico terrestre) si veda <https://digilander.libero.it/gino333/magneti.jpg> . A mio parere è solo possibile far transitare un conduttore in una zona in cui il campo è costante, si veda ad es. i miei test P1 e P2 nell’appendice-7

Ho chiesto lumi al solito gentilissimo fisico X:

”… dove posso trovare evidenza della variazione del campo elettrico nei calcoli che forniscono l'intensità dell'induzione magente-spira in un caso reale? non vedo degli E nelle pag 4-5-6 di <https://www.roma1.infn.it/rog/pallottino/bacheca/IV-3-2%20F%20Induzione%20EM.pdf>, magari sono scritti in altro modo. Oppure devo cercare altrove?”

Risposta: *Non trovi gli E da nessuna parte perché, dato che si parla di induzione, si parla soprattutto di variazioni di flusso, di correnti indotte e di f.e.m. La forza elettromotrice (che è una funzione del tempo) è data dall’eq.5 il cui significato dovrebbe più o meno esserti noto e che comunque è esplicitato in dettaglio nel testo. Ricordando che i Volt non sono altro che E/metro il gioco è fatto … almeno dal punto di vista matematico. Dal punto di vista fisico tu potresti, in linea di principio, calcolarti tramite la 5 il valore del campo E in ogni punto dello spazio e in ogni istante (sempre essendo in grado di manipolare correttamente la matematica). Comunque anche così non avresti E ma solo una serie di valori locali di E. Per avere un’espressione di E dovresti essere in grado di descrivere in un’unica equazione tutti i possibili valori di E in tutte le possibili posizioni ed in ogni immaginabile istante di tempo. Ovviamente è un compito possibile e quasi automatico. Ma è altrettanto ovvio che non sia alla tua portata … altrimenti l’eq. 5 ti avrebbe già raccontato tutto. Te l’ho detto un sacco di volte, la Matematica a te appare come una complicazione. Invece serve proprio per semplificare! L’eq.5 è sintetica, semplice e priva di ambiguità. Molto meglio che diverse pagine di testo. Ma se per te il significato di tutti i simboli utilizzati nelle eqs. 4-5 non è chiaro e non sono chiare le relazioni tra le varie grandezze è ovvio che l’eq. 5 ti racconti molto poco.*

Al che gli ho ribadito che in quel link gli imput riguardavano il campo magnetico (irrealisticamente supposto uniforme), l’area delle spira, l’angolo del campo, la velocità eccetera tutte cose ovvie (anzi insufficienti per una descrizione realistica) **mentre non vedevo E**. Risposta:

***… è ovvio che nessuno possa utilizzare E per calcolare E***

Avrei quindi motivo per cantar vittoria però quel fisico mi ha subito ricordato che la variazione di campo elettrico è comunque sempre presente a causa della natura dell’elettrone. Io ho ribattuto come segue: “non dubito che B sia causato da quello che stanno facendo gli elettroni e poiché gli elettroni posseggono una carica elettrica non ho motivo per dubitare che il loro B sia legato a questa carica elettrica. C'è un campo elettrico che sta variando per colpa degli elettroni? O ci sono dei "fotoni" che si rincorrono? Possibile tutto, ma gli elettroni ci sono anche in un pezzo di pane che non possiede B: forse che gli elettroni del pane sono congelati? Ho l'impressione che siano come tutti gli altri ma che se ne stiano giù d'ordine: **se così è la causa di B non mi pare sia la variazione del campo elettrico E, ma l'ORDINE della moltitudine dei B degli elettroni che li generano**” ma non l’avessi mai scritto **!!! ☺,** ecco l’inevitabile rimprovero:

*qui tu forzi tutto oltre i limiti della teoria classica e chiami in ballo la quantistica ma a sproposito perché non puoi comprenderla. Per la teoria dell’elettromagnetismo l’unica maniera per produrre un campo magnetico è generare una corrente. Questa spiegazione va bene per tutto tranne che per il caso di un magnete permanente. La spiegazione in termini di ciò che fanno gli elettroni è una spiegazione a posteriori. Per la teoria dell’elettromagnetismo il campo di un magnete permanente esiste punto e basta. La spiegazione a posteriori deve essere compresa. Ma non è facile farlo. L’elettrone non è più una semplice carica. L’elettrone è un oggetto che possiede una carica ma possiede anche un’energia. Il punto è che l’energia dell’elettrone è esprimibile come una frequenza. Cosa che vuol dire che l’elettrone è sia una particella dotata di massa che un’onda dotata di frequenza. Sei in pieno dualismo onda-particella. Così come sei in pieno dualismo quando devi descrivere l’energia scambiata tra due elettroni. Lo scambio avviene tramite un fotone. Ma un fotone è sia una particella che un’onda. Quindi, tecnicamente parlando, non è una particella ma un quanto. Ti ripeto che* ***non dovresti mai parlare di elettroni dato che sono oggetti che non comprendi****. Puoi utilizzare la parola elettrone ma intendendola come un sinonimo di carica elementare. Un elettrone però non è solo una carica elementare. E’ un quark con tutto ciò che ne consegue. Quindi, io ti suggerisco di accontentarti di sapere che il campo magnetico di un magnete permanente è determinato da una proprietà collettiva degli elettroni in un certo tipo di conduttore e fermarti li. Per dire di più dovresti sapere cosa veramente è un elettrone e comprendere le proprietà collettive di uno sciame di oggetti che sono fermioni (cioè che obbediscono alla statistica di Fermi). Non è proprio possibile entrare minimamente in dettaglio senza costruire prima le basi necessarie.*

Sarà tutto verissimo, ma quello che affermano i quantisti non è roba osservabile e io ho dichiarato che intendo mettermi nei panni di Faraday tenendo però presenti le cose indubitabili venute alla luce nel frattempo. Non ho molta fiducia in vikipedia ma il passo che segue è confermato da molte fonti:  ***"****occorre tenere conto del fatto che i moti di agitazione termica tendono, in generale, a disporre casualmente tutti questi microscopici dipoli magnetici, così che normalmente l'effetto magnetico complessivo è nullo. Solo in taluni minerali, i magneti, i micromagnetini si autodispongono secondo direzioni comuni formando su scala macroscopica le cosiddette regioni o dominii di Weiss con dipoli tutti orientati nella stessa direzione"* Quindi fino a prova contraria **il flusso magnetico attorno ad un filo dev’essere determinato dall’orientamento degli elettroni che stanno correndo**. La corrente è la causa prima, ma l’orientamento mi sembra la causa diretta.

Quanto all’esattissima previsione che si potrebbe fare con riferimento a un alternatore simile a quelli che faccio io lascio la parola allo stesso gentilissimo fisico X (che ho dovuto parecchio strattonare perché parlasse chiaramente):

***ai fini pratici non credo che nessuno che fosse interessato a produrre un alternatore commerciale si sia mai avventurato in calcoli rigorosi****. Non ne capirei il motivo. E’ decisamente più conveniente fare delle semplici stime e poi caratterizzare il prodotto ottenuto. Per quanto riguarda le bobine invece i calcoli si fanno spesso rigorosamente. Il caso del sincrotrone è un esempio. Lì non è possibile sbagliare altrimenti dovresti cambiare il raggio di curvatura della ciambella! … Nel caso di un sincrotrone non si bada a spese. Ma un avvolgimento è solo un avvolgimento. Se non fosse economicamente proibitivo potresti progettare un alternatore perfetto … ma poi dovresti trovare un acquirente!*

Il motore asincrono (che può essere usato anche come alternatore) viene prodotto in miliardi di esemplari, se potesse essere “calcolato” con grande precisione, lo si farebbe di certo. Quindi è senz’altro vero che <<… *le relazioni che legano fra loro le grandezze EM e le loro variazioni sono ben note. Il calcolo, nei casi reali, é complesso \*solo\* perché richiede una gran quantità' operazioni aritmetiche.>>* ma questo non mi pare porti a risultati così esatti da rendere la teoria in uso esente da ogni ragionevole dubbio. Aggiungo che uno dei professori di fisica consultati mi confermò che per le ottimizzazioni occorreva **provare e riprovare**.

**6 – un’unica teoria per corrente, radiazione e corrente di spostamento?**

Ho già detto che a mio parere induzione e radiazione **sono fenomeni certamente imparentati ma non identici** nonostante siano descritti con la stessa matematica: nella radiazione viene generata un’onda elettromagnetica che, se non ricevuta, si disperde nello spazio. Nell’induzione magnete-spira abbiamo invece due attori che dialogano fra loro: il magnete e la spira. Cambiando il carico sulla spira abbiamo una retroazione su chi fornisce l’energia. Quel fisico X che si prodigò nel vano tentativo di farmi intender ragione, sostenne invece che **una trasmissione radio e l'induzione magnete-spira sono proprio la stessa cosa**: *“… Dire che non c’è retroazione è equivalente a dire che stai pensando di trasmettere gratis, cioè stai violando il principio di conservazione dell’energia …”* Gli risposi dichiarando d’essere ben consapevole che trasmettendo 100 watt non più di 100 watt possono essere raccolti dai ricevitori ma che se durante la trasmissione i ricevitori fossero distrutti, la trasmittente non ne risentirebbe in alcun modo, anche se un attimo prima buona parte dei 100 watt fossero ricevuti, ma non bastò per fargli cambiare idea.

Trovo incredibile che con radiazione e corrente si faccia di tutt’erba un fascio. La fisica classica vede la causa della corrente in un’onda che si forma nell’area della spira e che a sua volta genera la corrente. **Io viceversa credo che la corrente sia causata dall’interazione di due flussi magnetici e che il moto degli elettroni sia a sua volta sia causa del campo elettrico e magnetico** che si forma attorno al filo.

La stessa divergenza d’opinioni era sorta a proposito della **”corrente” di spostamento** sulla cui natura (manco a dirlo) ho qualche perplessità. E’ fuor di dubbio che fra le piastre di un **condensatore** si osservi un **campo elettrico** visto che le piastre si attraggono, addirittura i condensatori possono bruciarsi a causa di un reale e indesiderato “salto” di elettroni fra le piastre. Sono fenomeni certamente connessi con una variazione del campo elettrico. Ma il termine “corrente” di spostamento mi pare avesse senso per Maxwell perché non conosceva gli elettroni e perché credeva nell’etere. Vero che sull’induzione la mia ignoranza è alleviata da osservazioni e che questo non accade per la corrente di spostamento, tuttavia mi azzardai ad esprimere la mia opinione (eretica) al quel fisico X (sempre in *corsivo* le risposte ricevute):

… se prendo una spira in cui circola corrente continua e la taglio, la corrente si fermerà e a un capo troverò per un attimo un addensamento di elettroni mentre all'altro capo troverò un diradamento. Se ora predispongo la spira con inserite in mezzo due piastre (tenute a contatto per dar continuità), faccio girare corrente continua e poi apro un pochino le armature, avrò come prima un addensamento di elettroni in una piastra e un diradamento nell'altra, ma permanente e molto maggiore di prima, sia perché i capi della spira interrotta sono molto più grandi sia perché è noto che fra due corpi diversamente \*carichi\* c'è una forza di attrazione dovuta al fatto che gli elettroni in abbondanza su di una piastra vorrebbero trasferirsi sulla piastra scarica, sentono cioè una “forza” che li trattiene sulla piastra anche quando la corrente viene interrotta. Fornendo tensione continua il moto degli elettroni continuerà fino a che l'affollamento su di una piastra non diventerà eccessivo. Se la tensione sul filo viene invertita (quindi la corrente diventa alternata) gli elettroni si dirigeranno verso l'altra piastra. Perciò la corrente di elettroni ci sarà solo nel filo mentre fra le piastre io sarei ereticamente indotto a pensare che **fra le armature ci sia solo ciò che viene chiamato “campo elettrico” e** **che fa da \*molla\*** e quindi **non ci vedo nessuna “corrente” di spostamento**.

*… La dizione "corrente di spostamento” ha un'origine storica. Maxwell notò che il volume tra le due armature in cui non c'era contatto elettrico poneva un problema. La corrente che caricava le armature non poteva continuare nel volume tra di loro e creava una contraddizione logica.* ***Pensò che effettivamente ci fosse una corrente tra le armature*** *e che fosse dovuta allo* ***spostamento dell'etere****. Introdusse quindi un termine aggiuntivo in cui tale corrente veniva derivata dalla variazione nel tempo del campo.*

Ecco quindi una “corrente” immaginata come un’onda elettromagnetica

*Oggi* ***è del tutto evidente che l'interpretazione di Maxwell fosse scorretta. Ma, sorprendentemente l'equazione rimane ancora valida.***

OK, ma la “corrente” non c’è. Quindi Selleri (appendice-5) aveva ragione di scrivere: “**La correttezza del formalismo matematico non è sufficiente ad omologare una struttura scientifica …”** (e la stessa cosa è successa con Ampere per l’azione in linea a distanza).

*Ed il termine correttivo è esattamente il termine che porta alla non separabilità dei fenomeni elettrici e magnetici. In pratica il termine è proprio quello che consente di dire che se ho una variazione del campo magnetico allora osserverò un campo elettrico variabile. E poi consente di dire: se ho una variazione del campo elettrico allora avrò un campo magnetico variabile. Tutto ciò elimina ogni asimmetria tra campo elettrico e campo magnetico …*

Va bene, però non è questa l’asimmetria di cui si lamentava Einstein (vedi Appendice-1). Qui la questione è diversa: se la corrente è un moto di elettroni, fra le piastre la corrente non c’è,

*… e ci dice come e perché una variazione temporale del campo elettrico sia equivalente ad una corrente. In definitiva la* ***teoria di Maxwell va oltre l'errore*** *commesso dal suo autore e si dimostra perfettamente valida.*

Allora i miei sospetti erano fondati: se una variazione di campo elettrico (un’onda elettrica) equivale ad una corrente ecco che l’onda elettrica (una radiazione) secondo le teorie fisiche in essere equivale ad una corrente.

*Ma è del tutto evidente che l'interpretazione odierna e quella originale di Maxwell hanno ben poco in comune. In sostanza, tu inizi la tua interpretazione in maniera perfettamente corretta e coerente con le osservazioni.* ***Poi sbagli quando affermi che non ci sia alcuna analogia con ciò che avviene nella radiazione.*** *Al contrario, questa è proprio l'osservazione che porta alla formulazione dell'analogia. Una volta compreso che la "corrente di spostamento" non è una corrente vera e propria (pur essendo misurabile in Ampere) tutto dovrebbe divenire abbastanza evidente****.***

A me non sembra un ragionamento adamantino, limpido come l’acqua di un ruscello. Di radiotecnica non so nulla. Mi limito ai fatti a me noti. Se alimento un condensatore con una pila creo una “tensione” fra le piastre e quindi creo ciò che chiamano “campo elettrico” (le piastre si attraggono). Se al posto della pila ci metto una lampadina, questa si accende grazie alla corrente che riequilibra le due piastre. La causa di questa corrente è un’onda elettromagnetica o in movimento di elettroni dovuto al loro squilibrio fra le piastre? Se sono gli elettroni ad accendere la lampadina il campo elettrico è solo una “molla” che in questa situazione risulta insufficiente a mantenere lo squilibrio di elettroni fra le piastre.

Mi sembra quindi che l’idea dell’onda elettromagnetica domini il mondo dell’elettrodinamica classica oltre al ragionevole. Come detto anche nell’Introduzione, poiché la matematica dell’induzione evoca pure la l’onda della radiazione elettromagnetica, la conferma di questa può aver indebitamente avallato un’onda elettromagnetica pure nell’induzione. Vero che anche in Faraday compare qualcosa di simile; si vedano alla fine del cap.8 le vicissitudini dei cavi telegrafici oceanici: Faraday aveva previsto i problemi che poi si verificarono: *“… una gigantesca bottiglia di Leida: accumulava grandi quantità di carica elettrica. Tale processo si sovrapponeva allo* ***stato di tensione polare*** *nel cavo che, secondo Faraday, doveva* ***precedere*** *la conduzione di elettricità …”* Ma, mi ripeto, Faraday non conosceva gli elettroni ed era “costretto” ad immaginare una specie di onda elettromagnetica, ma oggi cosa penserebbe? E cosa penserebbe Maxwell?

Può anche essere che l’ostilità a **separare l’induzione dalla radiazione** dipenda **dallo spirito unificante della fisica** (che spera sempre di trovare l’unica formula che governerebbe il mondo ☺). Difatti quel fisico X mi accusò di complicare le cose. Riconoscere l’evidenza non mi pare un errore, inoltre nel modello fisico che ho osato proporre **scomparirebbe l’attuale separazione fra trasformatori ed alternatori** e non mi pare poco: tirando le somme la semplificazione ci guadagnerebbe.

Molti fisici non si preoccupano troppo dei modelli fisici e considerano inutile “filosofia” cercare di capire come “realmente” si comporta la natura: essi ritengono sufficiente una formula che funzioni. Lo dice Giancarlo Ghirardi in "Un'occhiata alle carte di Dio" (alla fine del punto 16.3) dove scrive che mentre nella meccanica e nella termodinamica i risultati sono umanamente ”sensati” così non è nella quantistica (e l’onda dell’induzione vi rientra per effetto dei fotoni che costituirebbero l’onda). Ghirardi scrive che ci sono fisici “*che non pensano che la scienza possa portare a una qualche forma di comprensione del reale, ma che il suo scopo si riduca alla previsione di eventi futuri o alla costruzione di marchingegni utili”.* Dice pure che a volte facendo *“ricorso ad una approssimazione* (ci si) *porta a situazioni accettabili*”, non mi è chiarissimo cosa intende dire, ma sembra portar acqua al mio mulino. Ad ogni modo, se il libro di Toscano non distorce i fatti a me sembra chiaro che Maxwell non potendo trovare un vero modello fisico, **si accontentò** della matematica. Chi metteva la matematica avanti tutto mi pare fossero gli Ampere, i Weber, eccetera, coloro che non si stupivano dell’azione a distanza.

Come dice il prof.Bevilacqua in appendice-2, se Maxwell un po’ tradì il pensiero di Faraday, **forse pure i posteri forse tradiscono Maxwell** e non solo per la questione etere. A me pare che si vogliano congelare i personaggi storici a ciò che la situazione del tempo permise loro. Come si può pensare che genii come Faraday e Maxwell non avrebbero tratto vantaggio dalla conoscenza degli elettroni? Se la quantistica è difficile (e magari ancora in costruzione) perché oggi non si deve non tener subito conto di ciò che è noto?

Come si fa a dire che le linee che disegnano il flusso magnetico indicano qualcosa fatto di niente (a dispetto di Faraday) quando poi si dice che il ferro, il burro, l’aria, il vuoto e il fumo di candela hanno una specifica “permeabilità” magnetica?

Come fa il niente che attraversa qualcosa a rendersi conto della natura fisica di quel qualcosa?

Mi è stato detto più volte che l’elettromagnetismo di Maxwell è stato confermato dall’elettrodinamica quantistica, ma ho sempre venuto il dubbio che tale corrispondenza potesse essere stata forzata. Recentemente in una discussione in un forum ho chiesto: “Chissà se è possibile far intuire a chi non sa di matematica come mai coi gravitoni s'arriverebbe alle stesse formule della Relatività Generale“. Risposta: “E` come chiedersi **come mai dai fotoni si arriva a giustificare le equazioni di Maxwell: semplicemente perché nello sviluppare la QED si e` partiti da quelle formule lì”.** Chi l’ha scritto non era un luminare, ma era ben giudicato dai luminari, pertanto dovrebbe essere persona credibile.

Per finire non sono il solo ad avere turbamenti eretici. Cito ad es.:

# *Quale universo? Come la fisica fondamentale ha smarrito la strada di* [*David Lindley*](https://www.ibs.it/libri/autori/david-lindley)

[*https://www.ibs.it/quale-universo-come-fisica-fondamentale-libro-david-lindley/e/9788806247355*](https://www.ibs.it/quale-universo-come-fisica-fondamentale-libro-david-lindley/e/9788806247355)

*All'inizio del Seicento, Galileo si liberò dal giogo dell'antica filosofia platonica e aristotelica. Affermando che la comprensione della realtà si sarebbe dovuta basare su ciò che possiamo osservare e non sul pensiero puro, Galileo rivoluzionò drasticamente la nostra visione del mondo naturale. In questo modo inventò quella che è stata chiamata scienza e preparò il terreno a Keplero, Newton ed Einstein. Ma all'inizio del Ventesimo secolo la scienza inizia a cambiare rotta. Quando la fisica quantistica condusse in regni sempre piú lontani da ciò che si poteva osservare direttamente,* ***i teorici furono costretti ad affidarsi alle virtú estetiche della matematica per sviluppare la loro concezione della realtà fisica. Per molti fisici, il potere della matematica iniziò a sostituire le intuizioni scientifiche*** *su cui si erano basati i predecessori. Questo processo, però, rese le loro teorie sempre piú resistenti all'esame sperimentale e all'osservazione. Di conseguenza, oggi gran parte della fisica teorica è ancora una volta piú simile alla filosofia di Platone che al modello secolare di scienza da cui ha avuto origine. Ma la scienza che ha perso ogni collegamento con i fenomeni misurabili, si chiede David Lindley in questo libro, è ancora scienza? «Immaginare che la fisica potesse rendere conto di ogni singolo dettaglio della costruzione e dei contenuti del nostro universo era senza dubbio esagerato, ma ora la ricerca sembra essere finita all'estremo opposto. Secondo l'ipotesi del multiverso, la risposta a quasi ogni domanda su come o perché il nostro universo ha l'aspetto che ha è che una risposta non esiste. Nel nostro universo le cose hanno questo aspetto, ma in qualche altro universo ne hanno uno diverso. È un bel passo indietro rispetto alle stravaganti speranze di qualche decennio fa. In più, ne deriva una domanda provocatoria: esattamente, che cosa stanno cercando di ottenere oggi gli studiosi di fisica fondamentale? Se le loro teorie non hanno uno specifico potere esplicativo riguardo al nostro universo in particolare, a quale domanda più generale, se ne esiste una, stanno cercando di rispondere? Questo nuovo libro è la mia esplorazione di quella domanda e giunge ad alcune conclusioni che pochi fisici che si occupano di questioni fondamentali o cosmologiche saranno felici di sentire.»*

All’inizio del ventesimo secolo? All’inizio delle mie scorribande nella divulgazione (esecrata da molti ortodossi) anch’io avevo capito fosse stato Einstein la causa del prevalere della matematica, poi ho pensato di dover retrodatare a Maxwell. Ora mi sono pentito, come detto prima già Ampere.e Weber erano su questa linea mentre Maxwell più di altri comprese Faraday (che mi pare il più grande di tutti) e se fosse campato più a lungo chissà cosa ci avrebbe dato. Fra l’altro pare fosse una bravissima persona, come Faraday del resto e come moltissimi dei loro colleghi.

Non ho idea dell’attendibilità di Lindley ma quello che scrive mi ricorda “La rinascita del Tempo” di L.Smolin dove il poco che credo d’aver compreso mi è sembrato più pazzesco che stupefacente. Immagino che pochi fisici concordino con Lindley, ma c’è qualche contatto con le considerazioni finali di Smolin in “La rivoluzione incompiuta di Einstein” dove sembra che pure per Smolin la fisica sia finita in un vicolo cieco. Ho fotografato l’epilogo del testo in <https://ibb.co/Wyk4G1C> e <https://ibb.co/7S5SRXQ>

Vero però che nel libro di Smolin ho trovato una frase assai scoraggiante per chi, come me, tenta di mettere il becco in cose che non lo riguardano *”… E’ così che la ricerca viene insegnata, riconosciuta, finanziata e ricompensata dalla comunità accademica. Una comunità, va detto, di cui dobbiamo essere parte attiva affinché il nostro lavoro sia preso sul serio*” Quindi niente spazio per chi non ha titoli mentre pure chi ha titoli deve stare ben attento perché*:*  *“cercare di inventare una nuova fisica è rischioso per la mia carriera e dannoso per la mia stabilità emotiva”.* A compensare l’autore nel capitolo 19 di “La rinascita del tempo”, smitizza la matematica, ecco alcune frasi: *“… il linguaggio che governa la scienza è il linguaggio naturale … la fisica non può essere interpretata come la ricerca di un doppione matematico … la matematica continuerà ad essere un’ancella della scienza, ma non può più essere la sua regina”* . Significativo quel *“non può più*”: intendo che ora lo è e che non dovrebbe esserlo.

Mi pare ci sia assonanza col cap.11 di Lindley dove parla dell’equazione dell’elettrone di Dirac la cui matematica predisse l’antilettrone (trovato) ma pure il monoplo (non trovato). Formula che però può assumere forme diverse, pertanto più che “formule” mi paiono “titoli” di cose assai più complesse, pertanto la loro eventuale “bellezza” non mi pare possa significare qualcosa.

La “bellezza” è opinabile: un tempo le donne piacevano grasse, ora non più ☺.

**Appendice 1– Le asimmetrie di Einstein e la duplice spiegazione di Feynman**

Einstein scrisse nel 1905: *“E’ noto che l’elettrodinamica di Maxwell … porta a delle* ***asimmetrie****,* ***…*** *Se infatti il magnete è in moto e il conduttore è a riposo, nei dintorni del magnete esiste un campo elettrico … 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 …”* riflessione da cui (unitamente alla costanza di c) nacque la Relatività Ristretta.

In una precedente versione di questi appunti cercavo di dimostrare inesistenti tali asimmetrie, ma un ***professore eretico***(che non crede alla Relatività Ristretta) mi scrisse: *“… Asimmetrie in campo elettromagnetico sono teoricamente prevedibilissime secondo le equazioni di Maxwell, che non dimentichiamoci erano inizialmente aether-based. Di conseguenza non e' vero che il moto va trattato come unicamente relativo tra i corpi, ma deve essere inteso come relativo all'etere …* “, ma allora perché doveva preoccuparsi **Einstein** che nel 1905 aveva abolito l’etere?

Invece **ex-professore dell’università** **di Pisa**, particolarmente orientato sulle questioni relativistiche mi assicurò che l’interpretazione \*consueta\* cui accennava Einstein era ancora attuale e che l’\*asimmetria\* veniva risolta dalla Relatività Ristretta perché l’uno dei due meccanismi (moto dei magneti oppure della spira) si trasformava nell’altro cambiando il riferimento da cui si osserva. Confesso d’essere rimasto ugualmente perplesso: mi serve la R.R. per constatare una cosa che mi sembra ovvia?

Neppure *“****L’evoluzione della fisica”***diEinstein-Infeld, mi ha chiarito le idee.

Dal capitolo “la prima grave difficoltà” (i numeri 1-2-3 sono contrassegni aggiunti da me):

***Oersted:*** *una spira percorsa da corrente deflette un ago magnetico posto al centro della spira.*

***Rowland:*** *una carica rotante attorno ad ago magnetico produce lo stesso effetto,*

Poi alla fine del capitolo “Campo come rappresentazione” si legge:

**1)** *moto della carica🡪****variazione di un campo elettrico***

**2)** *moto della carica🡪 corrente🡪****campo magnetico associato***

*Pertanto … la variazione di un campo elettrico, prodotta dal moto di una carica è sempre accompagnata da un campo magnetico … l’associazione di un campo elettrico, variabile nel tempo, con un campo magnetico è essenziale per l’ulteriore svolgimento dei nostri ragionamenti*

… ***Faraday*** *scoprì che la* ***variazione di un campo magnetico è accompagnato da un campo elettrico***

**3) *…*** *Cosa significa una corrente dal punto di vista della teoria del campo? Essa significa l’esistenza di un campo elettrico che obbliga i fluidi elettrici a circolare...Se si ignorasse il linguaggio del campo sarebbe assai difficile spiegare il fenomeno …* *... in una spira in cui muta il numero delle linee del campo magnetico* (si) *induce corrente, ma poiché corrente equivale a carica in moto se ne deduce che c’è un campo elettrico”… “un campo magnetico variante è accompagnato da un campo elettrico* ***… il campo elettrico esiste anche in mancanza del circuito necessario per accertare la presenza di una corrente indotta …****.*

Mica tanto chiaro a mio parere. Considerando 3) credo che 1) e 2) potrebbero essere sintetizzati così:

**moto della carica🡪variazione di un campo elettrico🡪corrente🡪campo magnetico associato,** ma questo deve convivere pure col fatto che una ***variazione di un campo magnetico è accompagnato da un campo elettrico,*** concatenazioni che lasciano però perplessi perché moto della carica e corrente sono **sinonimi** mentre non è chiaro “**chi nasce da**”.

Credo che il mio modello sia più semplice e chiaro: una variazione nel campo magnetico genera una corrente che sua volta genera tanto un campo magnetico quanto uno elettrico attorno al filo. Certamente **tutti i fenomeni elettromagnetici sono interconnessi**  ma l’unica asimmetria che vedo sta nel “pensare” alla forza di Lorentz quando si muovono le spire e nel “pensare” alla legge di Faraday quando si muovono i magneti.

Mi sembra che a questo si riferisse Feynman scrivendo: ***“Non si conoscono altre località della fisica in cui la reale comprensione di un così semplice ed accurato principio generale richiede l'analisi di due fenomeni distinti.”*** *(The Feynman Lectures on Physics*). Vero che gli esperti mi dicono che io non sono in grado di capire cosa Feynman realmente intende dire: così sarà, io mi limito al senso letterale, i doppi sensi e/o la scrittura fra le righe eccedono le mie capacità (e chi scrive fra le righe meglio farebbe ad impiegare un po’ di carta in più).

Forse Feynman esprimeva stupore per le conseguenze del corrente modello (matematico). Vedi ad es.**INFN:**

<https://scienzapertutti.infn.it/chiedi-allesperto/tutte-le-risposte/887-156-perche-una-carica-in-movimento-genera-un-campo-magnetico-e-perche-una-corrente-variabile-genera-un-campo-elettromagnetico>

*Si, è stato capito perché una carica in moto genera un campo magnetico ed anche perché una corrente variabile genera un campo elettromagnetico (o per meglio dire un campo elettrico), … possiamo anche dire che il campo magnetico in realtà sia soltanto un artificio* (?) *per spiegare il comportamento di una carica in movimento in una regione di spazio ove sia presente un magnete o una corrente elettrica. In realtà anche il campo elettrico è un artificio* (?) *per spiegare l’interazione fra cariche elettriche ferme le une rispetto alle altre, mentre la grandezza che ha un significato fisico è il campo elettromagnetico che, a secondo del sistema di riferimento in cui osserviamo un fenomeno, può apparire come un campo elettrico oppure un campo magnetico oppure come una sovrapposizione* (?) *dei due. Nel caso dei fenomeni elettromagnetici gli effetti relativistici compaiono anche per piccole velocità, a differenza dei fenomeni meccanici in cui invece occorre raggiungere velocità prossime a quelle della luce per vedere comparire delle discrepanze rispetto a quanto previsto dalla meccanica di Newton ….*

l’inciso (?) l’ho messo io ed esprime il mio stupore visto che i campi si toccano con mano. Non trascrivo né commento l’intero articolo perché non posso dire d’averlo compreso a fondo, risulta però chiaro che **la questione impatta sulla Relatività Ristretta.**

*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”….* (seguono notizie storiche) … *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 …***

Ho riportato il passi precedenti sia perché si ammette che **la cosa può apparire confusa**, sia perché la frase sottolineata mi risulta in contrasto con quella che sottolineo nel un passo successivo:

*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.***

E’ la stessa cosa che si legge nell’ ”elettrodinamica dei corpi in movimento”: *“Le leggi secondo le quali evolvono gli stati dei sistemi fisici sono indipendenti da quale di due sistemi di coordinate che si trovino uno rispetto all’altro in moto traslatorio uniforme queste evoluzioni di stato siano osservate”* Sottoposi la questione ad un forum di fisici e uno di essi scrisse: *“… 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…****”*

In effetti lo dice più avanti anche INFN:

***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. 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.*

Decisamente al disopra delle mie facoltà di comprensione (e in contrasto con le mie esperienze). Per comprendere una cosa strana (l’asimmetria) che condusse Einstein alla RR devo usare la RR? Perdonatemi se mi viene da pensare ad una **dimostrazione circolare.** Se anche fosse vero che non c’è nessuna asimmetria da giustificare **la RR resterebbe necessaria a causa della costanza di c!** Parrebbe cosìsemplice**!** **Con la sinistra agito una spira e con la destra un magnete,** se le mie braccia avessero una sensibilità adeguata **avvertirei l’agire di una forza: sarebbe un’informazione che nasce in un unico "sistema di riferimento"** (mani, braccia, nervi e zucca, sono tutte mie) **deve cambiare qualcosa se muovo simmetricamente la sinistra o la destra?** Non credo, Galileo sarebbe contento e io pure. Vi pare una banalità dovuta alla mia incompetenza? Aprite il libro di Lindley al capitolo quindicesimo, lui se ne serve per dire che il campo non è matematica, ma realtà. Io me ne servo per dire che il campo magnetico e il campo elettrico sono entità distinte anche se nascono entrambe dall’elettrone e che se questo giustifica il parlare di campo elettromagnetico, non impedisce di affermare che si tratta di due fenomeni distinti. Mi dite che l’elettrone è una particella espressa dal campo elettromagnetico? Possibilissimo, ma io mi limito a ciò che osservo.

Più accessibile di INFN la spiegazione di un professore di Fisica (non è X) che riporto per intero:

*...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.*

Sembra corrispondere all’articolo INFN; questa versione la trovo un po’ più comprensibile, ma è sempre al disopra delle mie forze: Dio non solo gioca a dadi, ma ama pure gli indovinelli. Quando scrissi all’autore che forse l’unico vero fenomeno era la forza di Lorentz (tesi del professore Giuliani) così rispose:

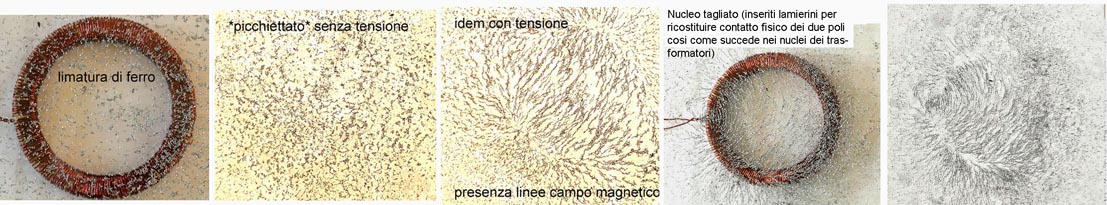
*… tu consideri "fisico" il campo magnetico B (e certamente lo e', se ci immergi un magnetino tenendolo fra le dita lo senti venir attratto da una parte e respinto dall'altra, e magari messo in rotazione), altrettanto "fisiche" le cariche elettriche (probabilmente hai fatto esperimenti anche con l'elettrostatica), 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,* *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' corretto, 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). 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\*.* ***FINO A QUI, tu puoi considerare la legge di Faraday come un semplice artificio matematico, utile per \*semplificare i calcoli\* e basta.*** *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 …*

È il caso del trasformatore e ho già fatto vedere che rientra anch’esso nel modello proposto, diverso è il caso estremo che segue:

*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 voglia a 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 estremità', trovi 100 mV. 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.*

Non capisco cosa sia questa “paralleleità” del filo, comunque campo disperso fuori dal nucleo esiste: vedi cosa combina con la limatura questo toroide in continua (50 volt)



*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. Fatta questa misura, e' giocoforza ammettere che con la variazione del campo magnetico \*dentro\* la spira*

Il test precedente dimostra che in minima parte c’è anche “all’esterno” delle spire, cosa confermata in <http://museo.liceofoscarini.it/virtuale/escamagn.html>. Quindi posso pensare che quella minima variazione di campo magnetico inneschi la corrente nel filo come in un normale trasformatore. Vorrei poi sapere se e come influisce il diametro del foro attraverso cui passa quel filo (al termine del cap.4 ho dimostrato che muovere un magnete in una grande spira allontanandosi dal filo a un certo punto non genera più tensione).

*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.*

Non capisco bene come collegare queste considerazioni al caso in esame: certamente attorno ad un filo percorso da corrente abbiamo campo magnetico e campo elettrico. Noto poi che anche questo fisico sembra considerare la corrente nel filo come un sottoprodotto del campo elettrico che circonda il filo (mentre a me pare viceversa, così come per il campo magnetico). NB. Il campo elettrico attorno al filo lo accetto perché mi assicurano che c’è, ma non l’ho osservato mentre ho osservato quello magnetico; certamente per “prendere la scossa” il filo lo devo toccare, non così per il magnetismo..

**Trascrivo ora altre frasi di Einstein 1905 che mi lasciano perplesso:**

*… 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,*

giusto, ma "in questo caso" mi pare sarebbe meglio toglierlo: quale sarebbe l’altro caso? Non può esistere nessun altro caso: fra magnete e spira può esserci solo moto “relativo”

*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 l’affermazione precedente è giusta, l'interpretazione consueta è sbagliata: perché non dirlo?

*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*

E se si muovono entrambi? Che venga generata corrente è fuor di dubbio, ma per poter dire con certezza che ciò dipenda da un campo elettrico nei pressi del magnete bisognerebbe osservarlo.

*Ma se il magnete `e in quiete e si muove il conduttore, nei dintorni del magnete non esiste alcun campo elettrico, e si ha invece nel conduttore una forza elettromotrice, alla quale non corrisponde nessuna energia..*

che energia? Neppure quel prof. di Pisa specializzato in relatività seppe dirmi di che si trattava. In ogni caso energia dev’essere resa disponibile ed è fornita da chi procura il moto relativo.

E se magnete e circuito sono relativamente fermi ma in moto rispetto a me, secondo le teorie correnti “per me” dovrebbe essere presente il campo elettrico quindi “per me” dovrebbe esserci corrente nel circuito (e mi sembra di sentir odore di paradosso). Molto più chiara una più tarda espressione di Einstein (trovata nel cap.6 di “Due intrusi nel mondo di Einstein” di Amanda Gefter), corrisponde a quanto scrisse il medesimo prof. di Pisa:

*Che ci fossero due casi in linea di principio differenti era per me intollerabile. Ero convinto che la differenza fra i due potesse essere solo una differenza nella scelta del punto di vista, non una differenza reale: giudicando la cosa dal magnete* (in moto) *certamente non vi era alcun campo elettrico.* ***Giudicando dal circuito elettrico, ce n’era certamente uno***(grassetto mio). *L’esistenza del campo elettrico era dunque relativa, in riferimento allo stato di moto del sistema di coordinate utilizzato, e solo al campo elettrico e magnetico insieme poteva venire attribuito un tipo di realtà oggettivo … Il fenomeno dell’induzione elettromagnetica mi obbligò a postulare il principio (speciale) di relatività*” (si noti però che altrove Einstein attribuì la vera motivazione della RR alla costanza di c, vedi all’inizio dell’appendice-6).

Se Einstein a scriveva “***Giudicando dal circuito elettrico, ce n’era certamente uno****”* vuol dire che la matematica di Maxell questo prevedeva nonostante nessuno avesse mai osservato direttamente quel campo elettrico: Pertanto se il modello da me proposto fosse corretto, la Relatività Ristretta si appoggerebbe solo alla costanza di c (anzi, pare lo pensasse pure Einstein vista la citazione esposta all’inizio del ll’appendice-6).

**2- Divenire della teoria, teorie correnti e lettere da esperti**

[**http://ppp.unipv.it/Silsis/Pagine/PDF/induzione.pdf**](http://ppp.unipv.it/Silsis/Pagine/PDF/induzione.pdf)

dove il prof **Bevilacqua** mostra come le cose non siano andate così linearmente come oggi sembrerebbe.

***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*.

***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*

A mio parere il taglio non è la vera causa, ma è quasi sempre presente al verificarsi della vera causa, cioè della variazione del flusso (variazione delle linee concatenate con la spira), così come giustamente afferma Maxwell

***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;*

mentre a me pare che sia l’interazione di due campi magnetici a produrre la corrente che poi produrrà campo magnetico ed elettrico attorno al filo (l’innesco a me pare connesso al magnetismo dei singoli elettroni del circuito, mancando inizialmente il magnetismo generato dalla corrente).

*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****.***

Invece a me il fenomeno sembra simmetrico (e lo pensava pure Einstein)

***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”)*

Corrisponde a quanto mi disse il fisico X: per Maxwell la corrente di spostamento era una vera corrente (non conoscendo gli elettroni mi pare naturale che immaginasse una vera corrente fra le piastre, ma sbagliava, come afferma lo stesso X).

***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.*

Non capisco

***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 trasformazioni 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.*

E allora perché insegnare la versione di Lorentz fino al biennio dell’università?

***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.*

Gli approfondimenti non ci sono, peccato

**In questa lettera il professore che cercò di farmi comprendere le considerazioni di INFN, propone**

**un metodo per la misura del il campo elettrico generato dai magneti in movimento**

*Si potrebbe pensare di mettere al posto del filo una barretta composta da due cilindri di rame a contatto, di \*separarli\* facendo scorrere fra i due una lamina di ottimo isolante quando il centro del magnete vi transita sotto, e misurare la carica elettrica in eccesso su uno e in difetto sull'altro con un "galvanometro balistico" (in versione moderna: picoamperometro). Facciamo due conticini.*

*Il campo magnetico B superficiale centrale dei magneti in neodimio di grado N52 arriva a 5000 gauss, pari nel SI a 0.5 tesla (uno lungo 10 cm costa sui 100 $, ma largheggiamo pure e accostiamone piu' d'uno).   
 Un cilindro di rame di superficie delle basi S e alto h puo' essere modellizzato come un condensatore "in aria" formato dalle due facce, dove si accumulano le cariche elettriche, in serie alla sua resistenza e a un generatore di FEM Ey\_medio\*h.*

*La capacita' del condensatore vale C = eps0\*S/h e la resistenza rho\*h/S, per cui la costante di tempo RC e' eps0 rho, ossia 8.8\*10^-12 F/m \* 1.7\*10^-8 ohm/m =~ 10^-21 s. Il tempo in cui il cilindro si porta all'equilibrio elettrico non sara' un problema, qualunque sia la velocita' del magnete.*

*Il campo elettrico Ey vale B\*v, la ddp che annulla il campo elettrico fra le basi caricate del doppio cilindro B\*v\*h, la carica separabile sulle facce Q = C\*B\*v\*h = eps0\*S/h\*B\*v\*h = eps0\*S\*B\*v. L'altezza del cilindro e' sparita dal calcolo.*

*Con S=1 cm^2, B=0.5 tesla, eps0= 8.8\*10^-12 F/m otteniamo Ey = 0.5 \* v volt/m*

*Q = 0.0001 \* 0.5 \* 8.8\*10^-12 \* v = 4.4\*10^-16 v (v in m/s).*

*Con v=10 m/s (36 km/h) Q e' quindi dell'ordine di 0,005 pC.*

*\*Oggi\* e' disponibile anche un oggetto come questo:* [*http://www.keithley.com/data?asset=11894*](http://www.keithley.com/data?asset=11894)

*Costa sui 7000 $ e sembra sia in grado di rilevare cariche di 0,01 pC.*

*Aumentando la superficie delle basi a 10 cm^2 e la velocita' a 100 m/s (cioe' 360 km/h, e' la velocita' periferica di un copertone di Ferrari sulla macchine per equilibrare le ruote) la carica da misurare diventerebbe dell'ordine di 0,5 pC, e con l'elettrometro del link sarebbero possibili anche misure quantitative.   
 Per cui il set-up dell'esperimento "si limiterebbe" alla parte meccanica (isolamento fra i due semicilindri al momento del transito, tanto piu' difficile quanto piu' grandi sono le basi) e al problema di conservare la carica accumulata per tutto il tempo necessario al magnete per allontanarsi e fermarsi, eliminando il rumore delle correnti indotte dai cavi che vengono portati a contatto con i due semicilindri.*

*Effettivamente la misura non e' facile oggi, e non era neanche concepibile qualche lustro fa. Se fosse stata facile, sarebbe gia' stata eseguita parecchie volte e avrebbe fatto piazza pulita di tutte le   
interpretazione dell'ED per cui un magnete in rotazione "trascina con se'" il campo magnetico; o, in alternativa, avrebbe falsificato tutta l'ED di Maxwell :-).*

Non capisco bene se l’autore sia favorevole o meno al trascinamento delle linee del flusso magnetico. Comunque il test sull’omopolare del capitolo-2 mi hanno convinto che aveva ragione Faraday nell’affermare che il flusso magnetico **non** è solidale col magnete che lo genera (ovviamente solo dopo essere uscito da un polo e prima di rientrare dall’altro polo, vedi dettagli al capitolo 2). Non capisco però se questo fatto (sul quale un tempo ne dubitavo anch’io) sarebbe davvero capace di falsificare “*tutta l'ED di Maxwell”,* a mio parere fornirebbe solo vero modello fisico e non un’analogia idraulica, e questo anche senza impattare sulla matematica in uso.

*Invece i sostenitori del "trascinamento" si ostinano a proporre (e mettere in atto!) misure basate su strani percorsi del circuito che porta a un voltmetro, ripetendo in varie diverse versioni lo stesso   
abbaglio che ho preso qui (e che ho invece scovato piu' volte proprio analizzando le relazioni su tali esperimenti). Mi piacerebbe che qualcuno \*serio\* (…) mi facesse le bucce ai calcoli e mi dicesse che pensa dell'esperimento progettato.*

Non ho capito di quale abbaglio parli, ma sarebbe interessante approfondire, peccato che sia scomparso da Internet. Forse si riferisce a Faradayparadox.pdf citato in fondo all’appendice-7

**Certamente io non potevo essere considerato *\*serio\*,* nessun’altro intervenne e la cosa morì lì.**

**Commento ora due lettere del fisico X che toccano lo stesso argomento.**

**Prima lettera**

*… tu stai dando un significato fisico … ad altri concetti che sono pure astrazioni esplicative. Se il campo è un'astrazione deve esserti chiaro che anche il flusso del campo attraverso la superficie della spira è un'astrazione. Le linee di campo sono solo astrazioni per visualizzare le linee di forza. Il flusso del campo attraverso la spira è solo un modo per farti vedere come varia la distribuzione delle accelerazioni dovute al campo lungo la superficie della spira … Tu fai un'osservazione che è fisicamente corretta.* ***Tu, in pratica dici: se le uniche cariche esistenti sono gli elettroni e gli elettroni esistono solo nel conduttore perché dovrei tirare in ballo l'area della spira e non dovrei parlare semplicemente delle forze, ad esempio la forza di Lorentz, che agiscono direttamente sugli elettroni? In linea di principio avresti ragione,*** *ma ti dimentichi di un dettaglio fondamentale. Per poter calcolare la forza di Lorentz io dovrei conoscere in ogni punto il valore del campo elettrico e del campo magnetico (cioè il valore del campo elettromagnetico).*

Capisco che ci possa essere un problema di calcolo, ma a me interessa il “modello fisico”.

*Ma se tutto ciò che io conosco riguarda solo il magnete (cioè il campo magnetico da esso prodotto) il campo elettrico indotto è proprio l'incognita del mio problema. In soldoni io so solo che il moto degli elettroni lungo la spira è dato dalla somma degli effetti dei vari vettori campo elettrico lungo la spira che producono l'accelerazioni degli elettroni.*

Questi “vettori” non si toccano con mano come invece succede con i due campi magnetici

*Per calcolare tutto dovrei calcolare l'integrale del campo indotto lungo il percorso chiuso rappresentato dalla spira (quello che si chiama circuitazione). Fortunatamente, esiste un teorema matematico dovuto a Gauss …*

forse <https://www.youtube.com/watch?v=sO91VeDGIJ8> ? a me non racconta fatti fisici.

*che dimostra che il valore di questo integrale di linea è uguale, ma di segno opposto, al valore della derivata temporale (la variazione istantanea) del flusso del campo magnetico attraverso la superficie. Se matematicamente le due operazioni producono lo stesso risultato è ovvio e conveniente adottare quella praticabile o quella più semplice. Se io conosco il campo magnetico e so calcolare come cambia nel tempo è ovvio che utilizzo un calcolo effettuato sulla superficie della spira. Ma qualsiasi calcolo adotti, ciò non significa che stia cambiando la fisica del problema. Cambia solo la procedura di calcolo. E se i calcoli sono equivalenti, come sono****, la fisica è sempre la stessa****. Gli elettroni sono accelerati dalla forza elettromotrice indotta sulla spira. In sintesi,* ***come tu correttamente dici, l'azione del campo è esclusivamente un'azione sugli elettroni del conduttore e non sull'area della spira****. Tutto ciò è corretto ma le equazioni non hanno mai detto cosa diversa.*

Lo dicono anche Einstein-Infeld e pure Sara Barbieri In "Grandangolo, vol. 23" del Corriere della Sera “*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 …”* La mia critica l’ho già fatta, aggiungo solo che non capisco l’utilità di moltiplicare le entità quando non si osservano: ho due campi magnetici che indubbiamente interferiscono, perché devo aggiungere un campo elettrico che potrebbe essere frutto della corrente invece d’esserne la causa?

**Seconda Lettera**

**Dove vengo rimproverato per il mio uso di una spira grandissima (100x100cm)**

Io sostenevo che se muovendo un magnete ad una certa distanza dal filo di quella spira non si osservava tensione, raddoppiando la distanza del magnete dal filo potevo essere certo che il movimento del magnete non produceva alcun effetto e che il mio movimento cessava d’essere una “forza” e che non c’era “energia” in ballo.

*… Quale forza non arriva fin là? Quella che viaggiava era un'onda, cioè energia. Descritta come variazione del flusso o come moto delle cariche rispetto al campo...ma sempre di energia parlavamo. La forza non deve raggiungere nessun posto. La forza viene generata sul posto spendendo energia. Ovviamente l'energia viene spesa solo dove c'è energia spendibile, il che significa che la forza viene a generarsi in alcuni punti e non in altri. La distanza non annulla la forza! Semplicemente l'energia diminuisce col quadrato della distanza per cui se la distanza raddoppia l'energia disponibile diviene un quarto … ma prima di arrivare a spinta zero ce ne vuole. Inoltre, conta l'orientazione: se il tratto di conduttore vicino al magnete in moto è orientato male la forza che agisce su un tratto di conduttore lontano, ma orientato opportunamente, diviene immediatamente preponderante.* ***Questa tua continua fissa dell'effetto che si annulla a distanza è un errore che è contraddetto dall'esperienza****. Poi è ovvio che se tu metti due fii paralleli (cioè con la stessa orientazione rispetto al campo) gli effetti su quello più vicino al magnete siano quelli dominanti. Ma sei tu che hai costruito le cose per ottenere questo effetto.*

Evidente che la disposizione delle parti influisce (come detto nel capitolo 4 il moto di un magnete parallelo al filo non genera tensione) ma se agito un magnetino a 20 cm da una spira quadrata 100x100cm (stando al centro di un lato) e osservo che l’oscilloscopio è inerte mentre a 19 cm avevo un segnale, posso dedurre che solo quel lato della spira genera tensione. Se poi muovo il magnete al centro della spira o a 50 cm dalla spira 100x100 e non vedo segnale, mi pare evidente che l’area della spira, almeno in quel caso, è ininfluente.

*… E ti rendi conto che stai facendo una misura differenziale perché la corrente che verrà generata è proporzionale alla differenza tra e forze agenti nel tratto vicino e in quello lontano? E' banale che se la differenza diviene troppo grande la differenza tende a coincidere col termine più grande. E' un banale problema di ottica ….*

Se intendeva dire che ciò che succede nel filo “troppo lontano” dal magnete è irrilevante saremmo stati d’accordo, ma non lo ammise.

*Chiaro perché i tuoi test con le spire enormi in cui un tratto è vicino al magnete e l'altro lontano sono esperimenti mal congegnati? Sono esperimenti ideati per minimizzare un contributo ed esaltarne un altro!*

Sono ideati proprio per far vedere che è il filo che interagisce e che l’area della spira potrebbe essere solo un “campo di battaglia”.

*Tu trovi banalmente il risultato che hai imposto a priori e poi ne trai una deduzione generale!*

Non impongo proprio nulla, tolgo dalle balle l’area della spira e molta parte del filo, poi vedo cosa succede.

*Che commento vuoi che ti dia? Spesso non ti do alcun commento. Mi racconti di tanti test sui quali dovrei scrivere fiumi di commenti. Faccio prima a provare a raccontarti cosa dice il costrutto logico della Fisica, sperando che tu faccia un minimo di sforzo per capire, così dopo riuscirai da solo ad evitare di fare test insulsi. Inutile che io mi accanisca contro un tuo singolo test quando è più che evidente una sorta di fraintendimento generale. Comunque, non è per nulla vero che i tratti lontani non contribuiscano. Devi tener conto di tutti i parametri rilevanti per decidere quali siano i contributi dominanti, di volta in volta. E la distanza è solo un parametro che non ha un peso maggiore di altri (ad esempio, l'orientazione relativa ha un peso decisamente maggiore: questa porta l'effetto ad annullarsi veramente cosa che la distanza non può fare).*

Dialogo fra sordi

**3 – Osservazioni archiviate**

Non so se queste pagine dovranno essere ancora gettate-rifatte-modificate.

|  |
| --- |
| problemi |

Già tante volte ho creduto d’essere arrivato alla fine, ma poi ho dovuto riprendere la penna.

Fra i tanti tentativi messi da parte, cito la versione <http://digilander.libero.it/gino333/induzione4.pdf> dove cercavo di screditare la legge di Faraday grazie ai questi due test che contrastano con la definizione di variazione del flusso presa da una esposizione della legge di Faraday tratta da vecchio testo per ingegneri dove 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”.*

Questa formulazione mi indusse in errore. Il mio problema stava nella posizione del termine "concatenato": leggendo “alla lettera” sembrerebbe che è "concatenato" il "flusso dell’induzione magnetica attraverso una qualunque superficie che abbia il circuito come contorno". Invece da tutto ciò che attraversa la spira bisogna escludere ciò che “non è concatenato". Io ragionavo come ragionavano i computer dei tempi miei: alla lettera e in modo rigidissimo (alla Dirac, perché se così non mi fossi comportato, me la sarei presa nei denti). Se vogliamo è una mia deformazione professionale, ma credo che una formulazione migliore della parte in grassetto poteva essere**: *<<Assunto che le "linee" del campo descrivano il flusso e assunto che dove le linee sono più numerose l'intensità è maggiore, si intende "concatenata" la linea di flusso che attraversa una volta sola l'area della spira. Ciò premesso si può affermare che avremo induzione quando varia il numero delle linee concatenate dalla spira a causa del moto relativo fra magnete e spira.>>***

Nel caso di sinistra e col filo centrato **non ci sono linee concatenate**, in quello di destra **non varia** il **numero** di linee (concatenate o non concatenate che siano). Non capisco perché non si usino i criteri di completezza e sinteticità (tipici delle espressioni matematiche) anche quando si usano le parole. Per colpa di una definizione (a mio parere) approssimata ho perso un sacco di tempo. Devo anche aggiungere che nessuno dei miei interlocutori (a cui avevo mostrato l’ingannevole definizione da me presa come oro colato) mi avvertì: li scuso perché per loro l’elettromagnetismo classico è argomento per il quale non sono possibili sorprese (ma li scuso solo in parte).

NB quei due test risultano conformi pure al modello da me proposto dove l’induzione è condizionata ad una variazione di intensità del flusso magnetico avvertita dagli elettroni di conduzione del circuito. Il test di destra dimostra poi che il solo “taglio” delle linee del campo non è condizione sufficiente (Faraday mi perdoni).

A seguire qualche link alla rinfusa. Descrivono osservazioni fatte; contengono sicuramente anche cavolate delle quali mi sono pentito, ma se non altro dimostrano che **mi sono parecchio spellato le dita ☺.**

<http://digilander.libero.it/gino333/mistero4.jpg>

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

<https://digilander.libero.it/gino333/mistero.jpg>

<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://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/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)

<https://digilander.libero.it/gino333/induzionivarie.JPG>

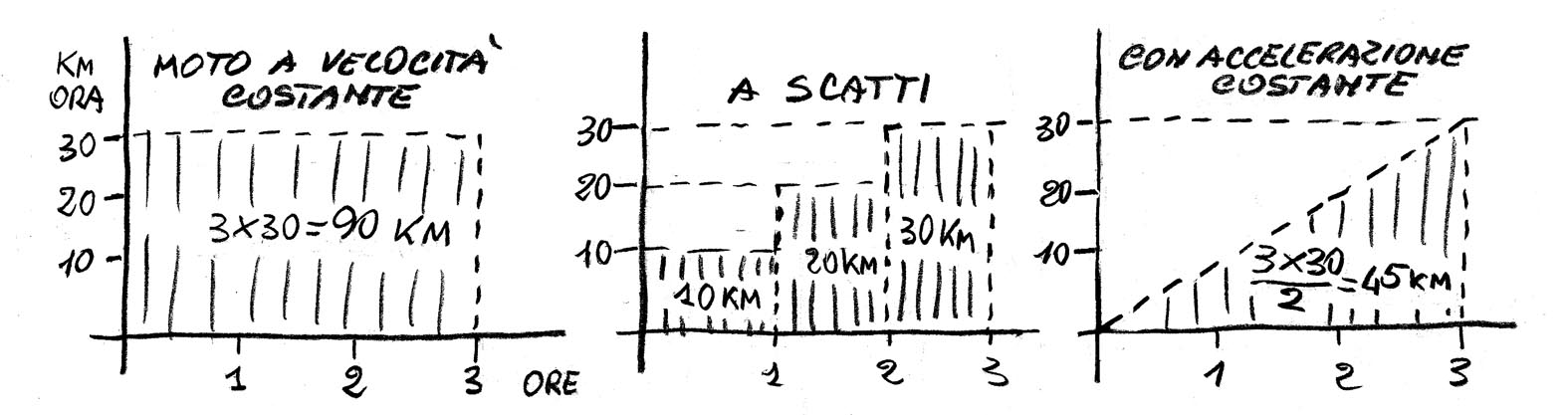
<https://digilander.libero.it/gino333/Stern-Gerlac.jpg>

**4- Galileo e il metodo scientifico**

Questa appendice non riguarda l’induzione, mi serve per ribadire la mia impreparazione e ciò nonostante per giustificare in parte l**’impudenza** e la **presunzione** di queste note. Magari anche un po’ per punzecchiare chi idolatra la matematica a dispetto di Faraday e dei suoi geroglifici.

Non riuscivo a capire Galileo come esposto in un vecchio libro per liceo scientifico. Fortuna che in Internet trovai alcune pagine molto chiare (“Elementi di fisica applicati al paracadutismo” di Angelo Dei) che ora trascrivo alla mia maniera per fissare la questione. Naturalmente è indispensabile qualche vago ricordo delle regole e delle convenzioni dell’algebra.

Consideriamo tre esempi di moto esposti graficamente:



Dovrebbe risultare chiaro come calcolare i km percorsi in un certo tempo in funzione di com’è il moto (li ho scritti dentro le aree tratteggiate). I primi due casi sono talmente ovvii che infastidiranno chi legge. Non così il terzo caso (quello a destra) che però si capisce facilmente osservando come dal primo si passa al secondo caso. Infatti il terzo è come il secondo dove però lo “scatto” tende a diventare infinitesimale, dopo di che basta sapere che l’area di un triangolo si ottiene facendo base x altezza : 2 (ecco da dove salta fuori il famigerato coeff. 0,5 che compare in tante formule a prima vista misteriose! e magari questi infinitesimi sono fratellini di quelli di Newton e di Leibniz).

Nel caso a destra l’accelerazione è costante: dopo ogni ora la velocità è aumentata di 10 km all’ora. Si tratta proprio del **moto uniformemente accelerato** di cui si occupò Galileo quando si stufò di riverire gli accademici del suo tempo (razza mica estinta, permane tuttora e persino un “galileo”, invecchiando, rischia di ritrovarsi accademico lui pure).

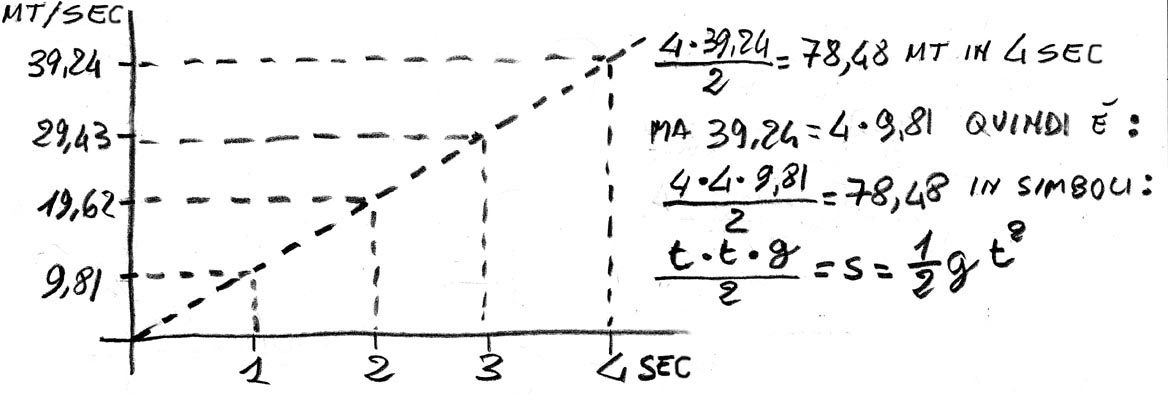
Prima di lui, altri s’erano accorti che una palla di fucile cascava a terra quasi nello stesso tempo di una palla di cannone e già avevano intuito che fosse solo l’aria a rallentare assai di più la piuma del piombo. Ma fu Galileo a costruirsi tutta l’attrezzatura necessaria per fare le misure (allora mica si poteva andare all’OBI, né usare il telefonino per calcolare e cronometrare). Galileo non si limitò ad esporre a chiare lettere cosa aveva trovato, trascrisse pure il tutto in quei simboli matematici che tanto ci affliggono. Ma se ben ci pensiamo, quelle “chiare lettere” tanto più chiare delle corrispondenti “formule” non sono, né poi consentono di eseguirci sopra facilmente quelle operazioni logiche che da un fatto ci consentono di derivarne altri che magari a prima vista ci potrebbero sfuggire. Anche Faraday le chiamava \*geroglifici\* ☺, ma per sgradite che sieno, con le formule è più facile fare “i conti” e prevedere cosa succederà in termini numerici.

Stevino (uno di quelli che avevano capito la questione già prima di Galileo) non avrebbe saputo rispondere se gli avessimo detto: “Ok, le due palle arrivano assieme, ma quanto tempo ci mettono ad arrivare a terra cadendo dalla torre di Pisa?” Egli poteva solo salire sulla torre munito di palle e clessidra, mentre Galileo, avendo “provato e riprovato” fino a desumerne la giusta formula matematica, avrebbe potuto rispondere senza fare tutte quelle scale. Ecco perché si dice che la scienza l’ha inventata lui (sarà stata una questione di pigrizia o di reumatismi ?).

Ma Galileo e i suoi discendenti mica hanno “provato” tutto! Né tutto è derivabile da quello che è stato già provato (anzi, se si smettesse di “provare” rifiniremmo all’istante nelle grinfie degli accademici). Ecco perché si spendono miliardi per cercare il famigerato bosone. Ed è pure bene sporcarsi le mani con robe assai più modeste e magari risapute. Non si sa mai, qualcosa d’interessante può sempre essere sfuggito.

Vabbè, ma cosa scoprì Galileo? Tramite accurate misurazioni (tanto più ammirevoli quanto più si pensa alla scarsità dei mezzi a sua disposizione) egli scoprì che i gravi cadevano con moto uniformemente acceleratopari a 9,81 metri al secondo quadrato (lasciamo al momento perdere il significato di questo “quadrato”) costante che si è poi meritata un importantissimo simbolo specifico: **g** = 9,81 mt/sec2 (accelerazione di gravità a livello del mare)

Ma come avrebbe fatto Galileo a dirci il tempo di caduta delle palle di piombo dalla torre di Pisa (trascurando la resistenza dell’aria)? Rifacciamo il precedente grafico di destra con i dati misurati da Galileo per l’accelerazione di gravità:



Dove **t** è il **tempo** (in secondi) **s** è lo **spazio** percorso. Se quindi la torre di Pisa fosse alta 100 metri, rovesciando la formula precedente in **t = rad2(s**/ **½ g)** = radice quadrata di 100/0,5x9,81 = 4,52 ecco ottenuti i secondi occorrenti alle palle di piombo per arrivare a terra.

Verifichiamo se non mi sono sbagliato

4,52x9,81=44.34 mt/sec di velocità dopo 4,52 secondi

44,34x4,52x0,5=100,2 ok, i rotti non contano ☺ Risulta pure evidente che **velocità = v = g.t**

Aggiungo che ora capisco il significato di  **mt/sec2** : và letto “un’accelerazione di tanti metri al secondo per ogni secondo, o meglio,  **ad** ogni secondo” Non era una cosa tanto difficile da capire, no? Forse è una nostra “resistenza psicologica alla formula” oppure è cattiva esposizione della medesima. Decidete voi.

Tuttavia l’insospettabile e didatticamente orribile libro di mia figlia scrive: “*Fin dall'antichità la matematica fu considerata come una dottrina capace di determinare \*a priori\* la natura delle cose. Nella sua opera Galileo utilizza la matematica come un semplice strumento concettuale utile a sviluppare la teoria scientifica****, ma che non ha un valore conoscitivo intrinseco****"* **!!!!** quindi Galileo avrebbe declassato la matematica rispetto al pensiero degli antichi? strano! eppure Caldirola insiste descrivendo le 3 fasi del metodo galileano:

*a) L’analisi preliminare del fenomeno che mette in evidenza la sua vera essenza fisica attraverso l’eliminazione di tutti gli aspetti secondari … guidata dal criterio di semplicità e dall’assunzione di alcune ipotesi … che potranno in seguito essere … mutate.*

*b) La progettazione e l’esecuzione di un esperimento …*

*c) L’elaborazione dei dati … attraverso grafici e tabelle e****, se possibile****, attraverso una relazione matematica che lega fra loro le grandezze utilizzate nella descrizione dei fenomeni … un’equazione la legge fisica che descrive il fenomeno considerato*

Già, ora che mi ricordo i pitagorici erano fanatici dei numeri, per loro tutto era numero. Quindi forse Galileo ebbe anche il merito di dar il giusto valore ad ogni cosa. Peccato che i professori d’oggidì a volte se ne dimentichino. Avrei solo da criticare la parola *“legge”* perché fa pensare a qualcosa di “definitivo” mentre si tratta sempre di approssimazioni. Pare evidente che la natura debba avere le sue “leggi”, ma credo sia bene essere modesti visto che gli stessi fisici dicono d’essere ben lontani dall’aver conquistato la verità intera. Difatti Newton completò le scoperte di Galileo, Einstein le migliorò e molto probabilmente altri supereranno quelle che oggi chiamiamo imprudentemente “leggi”.

**E ora un caso pratico: giri di una ruota idraulica ”per di sopra”.**

|  |
| --- |
| **testruota** |

Alcuni antichi testi di meccanica dico-no che questi giri si calcolano facen-do il rapporto fra la metà della velocità del getto d’acqua *(calcolato rad.q. di 2\*g\*h dove h è il salto fra il pelo sup. dell’acqua e il bordo sup. della ruota)* e la circonferenza della ruota. Questo significherebbe che raddoppiando il diametro i giri si dimezzerebbero e questo inciderebbe molto sulla potenza perché: menogiri=menoacqua=menopotenza. E’ una formula ragionevole se riferita alle ruote “per di sotto”, ma in una ruota “per di sopra” si dovrebbe considerare soprattutto l’accelerazione di gravità (difatti mie misure smentiscono tale formula). Una “formula” esatta dev’essere assai difficile da impostare perché l’acqua cade su di una ruota già in movimento, viene spostata in due direzioni orizzontali, un po’ esce prima e un po’ dopo del punto inferiore (in funzione delle forma delle cassette e della velocità stessa di rotazione). Naturalmente anche la velocità del getto in entrata ha la sua influenza, ma dev’essere marginale (viste le misure).

Ecco un conteggio grossolano che tiene conto della sola accelerazione di gravità e dove, considerando che l’acqua non fuoriesce istantaneamente dal punto più basso, il “salto” viene considerato pari a 3/4 del diametro.

Sapendo che **g=9,81 v = g.t** **s = ½ .g.t2** da cui  **t = rad2(s**/ **½ g)**  ne deduco che:

- con diametro ruota (metri) 0,44 1 1,5 2 2,5 4 (modelli \*stretti\*, per poca acqua)

- per salto utile di “ 0,33 0,75 1,13 1,5 1,9 3

- tempo del salto (secondi) 0,26 0,39 0,48 0,55 0,62 0,78 **t = rad2(s**/ **½ g)**

- velocità a fine salto (mt/sec) 2,55 3,83 4,71 5,40 6,08 7,67 **v = g.t**

Supponendo che la velocità di fine salto (utile) corrisponda alla velocità periferica di rotazione, allora:

- circonferenza (metri) 1,44 3,14 4,71 6,28 7,85 12,56

- giri al minuto 106 73 60 52 46 36 (**v / circonf). 60**

- metà giri (\*) 53 36 30 26 23 18 (ritenuto punto di max rendim.)

***Dati osservati:***

- giri dei modelli con carico 35 33 30 (giri “medi”: variano modificando il getto dell’acqua)

*- con ruota \*vera\* 0,98x1 (con carico ) 32 (al punto di max potenza e con getto dell’acqua realistico)*

*- idem senza carico 49 (con getto dell’acqua realistico)*

(\*) I testi tecnici dicono che la max potenza si ricava a metà dei giri senza carico; questo è sicuramente giusto per le ruote per “di sotto” e “di spalle” ma con questo tipo di ruota risulta invece a 3/4 (si direbbe che questo avvenga per effetto della “centrifugazione” che si osserva aumentando i giri oltre il punto di max potenza, fatto che determina ovviamente un improvviso rallentamento della ruota, forse questo spiega perche la piccola ruota da 0,44 si discosti molto dai giri teorici) fenomeno simile quello che si vede nella foto centrale causato dall’assenza di carico sulla ruota (sta girando troppo veloce). Se interessassero maggiori informazioni <http://digilander.libero.it/gino333/appunt2015x.docx>

Il “conteggio grossolano” sembra quindi confermato dai test e fa pensare ad una diminuzione dei giri molto più contenuta del dimezzamento al raddoppiare del diametro, però si è osservato che con velocità periferiche poco più alte del punto di max potenza, si verifica la “centrifugazione” prima citata. E’ quindi possibile che la diminuzione dei giri sia fortemente progressiva al crescere dei diametri; difatti la ditta Wasserrad dichiara 6,5 giri per una ruota da 4 metri e si legge che le antiche grandi ruote giravano molto lentamente (per dire che conviene provare prima di fare affermazioni avventate come feci anch’io).

**Risposta di un prof di fisica interpellato al riguardo** *… Come ho avuto gia' occasione di dire, io d'idraulica non so niente. Per curiosità' ho cercato con Google, anche in inglese, ma in tante voci su ruote idrauliche non ho visto neppure una formula*

*Quindi non so immaginare di che formula si tratti.*

*In base ad argomenti generali mi aspetterei per la potenza una formula che contenga:  
- il raggio della ruota*

*- la densita' dell'acqua*

*- l'accel. di gravita'*

*- il numero di camere*

*- il volume di una camera*

*- la velocita' angolare*

*tutte moltiplicate fra loro e con una costante (numero puro) forse empirica. Pero' densita' dell'acqua e accel. accel. di gravita' sono quelle che sono,e quindi possono essere inglobate nella costante. Forse questo spiega perche' g non compare esplicitamente?*

Il prof. dice bene, ma g (9,81) lo considerano solo nel conteggio della velocità dell’acqua che colpisce la ruota. In ogni caso la lista delle cose da considerare secondo l’opinione del prof. è incompleta. Ne deduco che una formula che descriva compiutamente il funzionamento di un così semplice (e visibile) oggetto non è disponibile. Quella che propongo io sembra andare abbastanza bene, ma i test sono troppo scarsi e in ogni caso è evidente che la \*fisicità\* della ruota non è per niente descritta neanche dalla mia formulazione.

Ora mi domando: se un formula consente di calcolare abbastanza bene gli effetti quantitativi di un fenomeno (come ho fatto qua io), chi mi autorizza ad affermare che quella formula descrive il fenomeno anche qualitativamente?

**5-Relatività Ristretta**

Tutte le fatiche connesse all’induzione hanno aumentato le mie perplessità sulla Relatività:

- non vedo asimmetrie da sanare nel fenomeno dell’induzione

- la logica dell’induzione, come esposta da INFN, sembra afflitta da un ragionamento circolare

Resta però la questione della costanza di c a rendere necessaria la RR, ma questo non mi salverà dalla scomunica dovuta a ciò che ho scritto sulla RR nell’Appendice-1,perciò, senza temere gli ulteriori danni, annoto a seguire altre mie perplessità sulla Relatività.

A conferma della Relatività risulta che gli orologi in volo ritardano, che i muoni campano più a lungo e che pure il GPS è d’accordo eccetera eccetera, tuttavia tutto questo si spiegherebbe anche con le Trasformazioni di Lorentz anteriori al 1905. Perciò ho chiesto più volte: **c’è qualche conferma della RR che NON dipenda da dette Trasformazioni?** Risposte non ne ho avute, ma qualcosa ho trovato in "Sherlock Holmes e i misteri della scienza" di Colin Bruce. A pag. 323 leggo: *"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.”.* Però nel Capitolo 8 Bruce mostra una derivazione di E=mcquadro (<http://digilander.libero.it/gino333/bruce.jpg>) dove non si vedono né le trasformazioni né qualcosa che mi ricordi la RR (sembra solo collegata al fatto che 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 è una prova della Relatività Ristretta.

Quanto all’etere, proprio Einstein-Infeld in “L’evoluzione della fisica” si mostrarono assai disponibili a riabilitarlo e aggiungo da <https://it.wikipedia.org/wiki/Etere_luminifero>che *“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) “*

Come già detto in prima pagina, Faraday (cap.8 VII in “Una Forza della Natura” di Fabio Toscano) al posto degli atomi immaginava addensamentidi forze: affermava che *“tutto nell’universo era forza*” (come già detto,guadagnandosi l’*“enorme scetticismo”* dei fisici “veri” perché non dotato di strumenti matematici). Era contrario all’etere, ma lo sostituiva con qualcosa di simile. E perché questo etere, comunque lo si voglia chiamare, non potrebbe essere la lavagna su cui è disegnato il mondo? Magari una nebbia di energia che ruota assieme alle galassie giustificandone il comportamento? Una nebbia che si addensa in particelle osservabili mentre il restante 95% ci sfugge? Perdonate queste fantasie.

Un fisico (non eretico) scrisse che anche la “Teoria dell’etere” di Lorentz spiegherebbe bene ciò che si osserva. In questa teoria non compare la stranezza dello spaziotempo, ma compare quella del “tempo locale”, però il \*tempo\* a me pare solo un’illusione,:credo che esso sia solo il divenire della natura (ho saputo solo recentemente che questo è già stato detto da molti). Pure J. Barbour in ”La fine del Tempo” lo sostiene, però in modo complicatissimo (credo per non doversi mettere in urto con la RR). Io penso che come in certe situazioni i regoli si potrebbero accorciare a causa dei legami elettrici che legano le molecole, così gli orologi potrebbero ritardare per gli stessi motivi elettrici. Se questo fosse vero, non tutti i tipi di oscillatori dovrebbero essere influenzati allo stesso modo, ma purtroppo solo quelli atomici sono abbastanza precisi per fare una verifica, pertanto questo resta una fantasia, però è una cosa di cui si parla, vedi ad es.:

<http://fisica.unipv.it/percorsi/pdf/note_tempo.pdf> oppure:

[http://isonomia.uniurb.it/wp-content/uploads/2016/12/Isonomia\_Epistemologica\_2015\_Borghi\_-Il\_tempo\_generato\_dagli\_orologi-1.pdf](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fisonomia.uniurb.it%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F12%2FIsonomia_Epistemologica_2015_Borghi_-Il_tempo_generato_dagli_orologi-1.pdf&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNEEzv2n3dxiVB40-dQ74Wf6T0Wv5A) )

Un concetto di \*tempo\* analogo (da usare solo però solo a livello quantistico) lo esemplifica in modo assai convincente da Rovelli in “La realtà non è come ci appare” dove l’autore riferisce l’aneddoto del polso e del candelabro di Galileo. Certamente è un esempio \*macro\* usato per dare un’idea di cosa succede nel \*micro\*, però è un esempio che trovo convincente ad ogni livello.

Trovo poi straordinario come Lee Smolin (buon amico di Rovelli e di Barbour) in “La rinascita del Tempo” affermi che nella fisica corrente (le cui formule sono piena di “t”) il Tempo **non esiste** mentre **per motivi cosmologici deve esistere (sembra l’opposto delle teorie correnti)**. Troppo complicato tentare di riferire di più (anche perché potrei aver preso l’otto per il diciotto). Nelle considerazioni finali poi si legge che “*Il mondo accademico è stato modellato sui monasteri che avevano lo scopo di perpetuare il sapere antico e contrastare il nuovo”* **☺** Sembrerebbe una critica al mondo scientifico**,** ma scrive ancheche ciò che è condiviso dal mondo scientifico non deve essere messo in discussione (e allora?). Comunque sull’elettromagnetismo l’autore non ha i dubbi che lo affliggono sulla quantistica.Tornando al “tempo” trascrivo un passo del cap. 15 che mi ha lasciato di stucco.

*… il tempo, nel senso del continuo divenire del momento presente, è fondamentale in natura. In verità, la nostra esperienza del passaggio del tempo è l'unica cosa del mondo da noi percepita direttamente che è davvero fondamentale. Tutto il resto, compresa l'impressione che esistano leggi immutabili, è approssimato ed emergente. Questa concezione, insieme alle argomentazioni a suo sostegno, è stata sviluppata nel corso di una lunga collaborazione con Roberto Mangabeira Unger. Una conseguenza importante è che le leggi della natura, anziché essere atemporali, si evolvono nel tempo. Tra i fisici è comune la credenza che il tempo non sia presente nelle leggi più fondamentali e invece emerga da quelle leggi. Al contrario, noi sosteniamo che il tempo, nel senso del momento presente e del suo passaggio, è fondamentale, mentre le leggi sono emergenti e soggette a cambiamento. Un punto su cui insisteva Marina Cortês era che al livello più fondamentale le leggi devono essere irreversibili, in due sensi. In primo luogo, le leggi non restano identiche se si inverte la direzione del tempo. Se filmate un processo che obbedisce alle leggi fisiche, riproducendo il filmato al contrario non ottenete un altro processo permesso dalle leggi. Questo contraddice direttamente la credenza molto diffusa che l'inversione della direzione del tempo lasci invariate le leggi della natura. Ma tutte le leggi fondamentali note, comprese la meccanica quantistica, la relatività generale e il modello standard, sono invarianti rispetto all'inversione del tempo. Devono esistere leggi più fondamentali, che non sono reversibili …*

Stupefacente, a me sembra invece che il TEMPO proprio NON ESISTA, a nessun livello. Mi fa però piacere sapere che devono esistere leggi più fondamentali perché quelle vigenti sarebbero approssimazioni sulle quali risulta lecito arrovellarsi.

**Un inciso**. Smolin ne “La rivoluzione incompiuta di Einstein” a pag. 198 affronta anche un argomento che da tempo m’incuriosisce. A suo parere la teoria dell'onda pilota sarebbe da preferire alle correnti teorie quantistiche però non c’è reciprocità di azione fra onda e particella inoltre la funzione d'onda non collassa mai, neanche quando la particella si rivela in qualche modo, pertanto tutte le alternative restano vive (come nella teoria dei molti mondi). Anche le altre ipotesi alternative alla scuola di Copenaghen non lo soddisfano appieno, dichiara necessario trovare una nuova teoria, ma confessa di non saper da dove cominciare

Se sapessi come raggiungerlo mi permetterei di raccontagli qualcuno dei miei vaneggiamenti. Ad esempio così come l’onda elettromagnetica sarebbe fatta di fotoni virtuali perché non supporre che le particelle siano in realtà agglomerati di componenti più piccoli? Agglomerati che quando si spostano liberamente possano “diffondersi” creando un “nuvoletta” analoga all’immagine normalmente usata per descrivere la probabilità di trovare la particella in un punto? Avremmo la particella suddivisa in tante minutissime parti, procedenti casualmente a zigzag, parti tutte “entangled” il cui punto di maggior addensamento identificherebbe dove si manifesterà la particella al momento della rilevazione.

Nel caso delle due fessure quando “l’addensamento-particella” riesce ad attraversare una delle fessure avrà però parte di sé che attraversa l’altra fessura e che interferirà a mo’ di onda con l’altra parte modificando la posizione di detto “addensamento”, cioè del punto di “collasso” (una cosa fisica quindi, niente “dualismo” niente astratto collasso di “funzione d’onda”). A sostegno di questa mia fantasia, Rovelli a pag.147 di "La realtà non è come ci appare" scrive che gli “atomi di spazio” della gravità quantistica a loop sono un miliardo di miliardi più piccoli dei nuclei atomici mentre Smolin in "La rinascita del tempo" sostiene a pag. 231 che il \*movimento\* di una palla da tennis consiste nel salto delle sue particelle da un "atomo di spazio” all’altro e così farebbe pure la luce (pag. 227). Se così stanno le cose dovrebbero necessitare molti “atomi di spazio” per far transitare una particella, foss’anche un minuscolo fotone. Questo mi sembra autorizzi ad immaginare che una particella in moto debba potersi dividersi in tante minutissime parti in funzione degli atomi di spazio necessari per procedere. La particella (o il quanto d’energia) potrebbero essere “spalmata spazialmente” come fosse di gomma, ma al momento buono essere capace di ricostituirsi nel grumo di partenza. Certo è un vaneggiare sfrenato, ma cosa c’è di più misterioso dell’entanglement? nella figura 16 di “La rinascita del tempo” Smolin rende vicini due punti lontani con una specie di quarta dimensione: magari esiste qualcosa di simile fra le membra sparpagliate di una particella in volo e che consente alla medesima di “collassare” in un unico punto quando richiesto dai casi della vita. Quindi un fenomeno meccanico (ancora oscuro) dove una particella, indivisibile quando si manifesta, non lo è quando viaggia.

Chiederò le royalties a Smolin perchè In <https://digilander.libero.it/gino333/Vaneggi.pdf> a pag. 7anch’io avevo considerato il “movimento” così come lui lo descrive. Avevo saputo delle “stringhe” (se vogliamo anch’esse atomi di spazio) e m’ero immaginato che il movimento vero e proprio “non esistesse” e che una “stringa” di materia che volesse cambiare la sua collocazione nello spazio dovesse solo scambiare la sua vibrazione con quella della sua vicina nella direzione desiderata, la quale così avrebbe fatto a sua volta con la di lei vicina … il tutto quante volte necessarie.

A conforto di queste fantasie, pure Einstein-Infeld nel capitolo "campo e materia" di "L'evoluzione ella scienza" alla fine della parte terza, dicono che "un sasso lanciato in aria è un campo variabile nel quale gli stati di maggior intensità del campo attraversano lo spazio".

Purtroppo quando tentai di comprendere qualcosa sulla quantistica, arrivato alla pagina esposta in <https://digilander.libero.it/gino333/Stern-Gerlac.jpg> mi arenai così come mi successe osservando le onde coi poli cilindrici .

Tornando ai miei pensierini sulla Relatività segnalo che il già citato Prof. Giuliani (per il quale la forza di Lorentz sarebbe la vera causa dell’induzione) scrive cose interessanti anche sul “tempo” <http://fisica.unipv.it/percorsi/pdf/note_tempo.pdf>

Non sono poi solo ad avere dei dubbi sulla Relatività, li hanno anche persone del mestiere, o perlomeno ammettono che certi fenomeni possono lasciar perplessi:

[http://www.selnet.org/is1/16-34Selleribari.pdf](%20http://www.selnet.org/is1/16-34Selleribari.pdf) è testo un po’ troppo complicato per me, ma da cui cito: “La correttezza del formalismo matematico non è sufficiente ad omologare una struttura scientifica come coerente e non contraddittoria“ frase che riecheggia quanto scriveva Caldirola a proposito del metodo scientifico di Galileo.

<http://www.cartesio-episteme.net/> dove un prof. di Perugia ritiene la Relatività assurda anche se matematicamente inoppugnabile. Ora ha rinunciato a dibattere queste questioni vistane l’inutilità (almeno con me). In questo sito, molto interessante anche per altri argomenti, ho visto citati molti degli eretici in cui mi sono imbattuto. Uno di questi (un po’ esagitato) **nega addirittura la presenza del campo magnetico nella corrente di spostamento** **dei condensatori** (dubbio che assilla pure me).

Nel 1905 Einstein parla di costanza di c riferendosi solo all’emittente, ma sembra che questo postulato, combinato col principio di relatività, estenda detta costanza anche all’osservatore (cosa poi esplicitata più tardi nel libro divulgativo fatto con Infeld). E’ facile accettare la costanza rispetto all’emittente (lo fa anche il suono) mentre è umanamente inconcepibile la costanza rispetto all’osservatore in moto. A me pare che questa costanza potrebbe “apparire” tale solo perché gli orologi che usa l’osservatore in moto mutano di ritmo a causa del loro moto. Ma se così fosse non comprenderei come mai il Caldirola (testo citato all’inizio) commenti una delle formule delle trasformazioni di Lorentz in questo modo: "la durata di un fenomeno VISTO in movimento risulta dilatata di (formula) rispetto alla durata dello stesso fenomeno VISTO in quiete". Il misuratore in movimento viaggia col fenomeno, lui e i suoi orologi non lo VEDONO muoversi,

Poi come mai abbiamo il doppler luminoso quando si muove l’osservatore se la velocità della luce per lui non muta? Se ho ben inteso il mio vecchio Caldirola, pare che non esistendo un riferimento privilegiato, non si sa chi è chi si muove, perciò si può sempre dire che è l’emittente a muoversi, ma oggi si legge che il sistema solare si muove rispetto alla radiazione di fondo a 370 km/s e questo è dimostrato appunto dal doppler di questa radiazione. In questo caso lo dice la fisica stessa che è il misuratore a muoversi. Inoltre se sono nello spazio, faccio delle misurazioni e poi accelero perché non posso addebitare alla \*mia\* variazione di velocità le eventuali differenze nelle osservazioni?

Insisto su questo punto perché Amada Gefter in *“Due intrusi nel mondo di Einstein”* scrive: *“E’ facile non rendersi conto di quanto sia pazzesca un’affermazione che lo è veramente … Perché la luce viaggi sempre alla stessa velocità a prescindere da quanto velocemente si muova un osservatore … lo spazio e il tempo stessi devono cambiare da osservatore ad osservatore …”.* e questo è niente in confronto al casino cosmologico che ne deriva (ben descritto nel medesimo testo). A me pare che dovremmo rassegnarci all’impossibilità di osservare l’Universo con l’occhio di Dio, ma Amanda non pare disposta a farlo (e neanche Smolin). La Gefter scrive pure che Einstein trovava contrario al principio di relatività l’ipotesi che inseguendo un raggio di luce alla sua stessa velocità lo si potesse vedere \*fermo\*, ok, ma perché non si scandalizzò per la stessa cosa nei confronti del suono? Forse perché per noi uomini il suono è \*lento\*? Magari un formica non è d’accordo. Forse perché Maxwell non considera la velocità dell’osservatore, ma se l’avesse trascurata perché giudicata irrilevante per il problema che si poneva? E se fosse vero che la sua matematica è solo un’ottima approssimazione alla “fisica” reale?

Capisco che la mia ignoranza dovrebbe impedirmi di mettere il becco in queste questioni, ma è lo stesso Einstein che si rivolge anche alle persone comuni e se mi lascia perplesso credo d’essere libero di dirlo. Da Einstein-Infeld in“L’evoluzione della fisica - Parte Prima - Un indizio negletto:*... l’accelerazione di un corpo in caduta aumenta in proporzione alla sua massa pesante e diminuisce in proporzione alla sua massa inerte, e siccome tutti i corpi in caduta hanno la medesima accelerazione costante, le due masse devono essere uguali …”* Forse rendendosi conto della difficoltà del ragionamento, offrono pure una versione per non addetti ai lavori (ammettendo però che si tratta di un *"ragionamento alquanto intricato")* e cioè che: “*... La Terra attira una pietra con la forza di gravità, senza saper niente della sua massa inerte. Dunque 1) la forza sollecitante della Terra dipende dalla massa pesante; 2) il moto rispondente della pietra dipende dalla sua massa inerte; 3) e poiché il moto rispondente è sempre il medesimo – da una stessa altezza tutti i corpi cadono a un modo – dobbiamo inferire che massa pesante e massa inerte sono uguali”*

Invece a me il buon senso dice (e forse lo diceva anche ai fisici classici) che A fatto della materia-x deve avere metà inerzia di B se B è fatto con un volume doppio della stessa materia-x. Il buonsenso mi dice pure che la A deve avere mezza capacità di attirare altri corpi (vedi anche i test di Eötvös). Pertanto sia l'inerzia che la gravità rispettano la logica umana 1 a 2 Ovvio che A "peserà" metà di B qualunque sia il "g" in cui ti trova. Quindi non mi stupisco se la massa si comporta nello stesso modo tanto nella gravità che nell'inerzia. Anche il fatto che i gravi cadano tutti nello stesso tempo non mi stupisce: M1\*M2 nella gravità di Newton mi dice che ogni particella dell’universo attira ogni altra particella dell’universo e le particelle sono di massa simile (neutroni e protoni) o trascurabile (elettroni), pertanto due pietre legate assieme, una singola pietra, e una piuma d’oca verranno attirate con la stessa accelerazione perché fatte tutte con particelle di massa molto simile.

ù

Anche al capitolo "Geometria ed esperienza" Einstein-Infeld scrivono una cosa che mi pare strana sulla misura della circonferenza di un disco quando è fermo e quando ruota: le due misure risulterebbero diverse perché il regolo misuratore s'accorcia muovendosi assieme al disco. Però a me pare che anche la fila di atomi in corrispondenza della circonferenza dovrebbe accorciarsi.

Tutte queste perplessità mi hanno indotto a scrivere l’appendice successiva.

.

**6–Costanza di c**

Einstein scrisse che: *“La teoria della relatività speciale si discosta … dalla meccanica classica non per il postulato di relatività, ma* ***soltanto per il postulato della costanza della velocità della luce nel vuoto****, dal quale, in congiunzione con il principio della relatività speciale, discendono in modo noto la relatività della simultaneità, come pure la trasformazione di Lorentz e le leggi con questa associate sul comportamento in moto dei corpi rigidi e degli orologi.” (*<https://www.roma1.infn.it/exp/webmqc/A.%20Einstein%20-%20Relativita%27%20Generale-%20Estratto.pdf>). Ciò che stupisce non è la costanza quando si muove l’emittente (cosa accettata da tutti), stupisce quando è l’osservatore a muoversi. Possibile che dopo tanti anni sia ancora un postulato? Oggi si legge che tale costanza è dimostrata dal GPS, ma è cosa complicata e c’è chi contesta (vedi <https://www.naturalphilosophy.org/pdf/abstracts/abstracts_1785.pdf> “Relativity and GPS" di Ronald R.Hatch).

Una misura specifica invece sarebbe chiara per tutti. Ai tempi di Einstein era impensabile, oggileggo in <https://www.inrim.it/> che gli orologi agli ioni di mercurio, grazie a un laser con impulsi di un **milionesimo** di miliardesimi di secondi consentono una \*risoluzione\* di almeno un **millesimo** di miliardesimo di secondo. Anche il moto del sistema solare di 370 km/s recentemente scoperto grazie all’osservazione della radiazione di fondo fa pensare che una verifica dovrebbe essere possibile: riduco i 370 km/s a 300 per avere un po’ tolleranza negli orientamenti, con una risoluzione di un millesimo di miliardesimo/s, mentre la luce percorre 3 km, avremmo 3/300.000=0,00001x1.000.000.000.000=10.000.000 tictac e se il moto dell’osservatore si componesse con c, due misure in direzioni opposte rispetto al quel movimento di 300 km/s porterebbe a (300+300):300.000=0,002x10.000.000=20.000 tictac di differenza. Si noti che i 20.000 tictac si riducono a 200 per 30 metri di distanza, quindi direi ancora osservabili e si può sperare in **ulteriori progressi** tecnologici visto che ora **si sfrutta solo un millesimo di ciò che fornisce quel laser.** Però misurare la velocità della luce in favore e in sfavore del moto di 370 km/s del sistema solare non è possibile perché è impossibile sincronizzare due orologi lontani (vedi a pag 23 di <http://www.sagredo.eu/PI-14-fismod/Pisa-2014-fismod-2.pdf> ). Usare un solo orologio implica un percorso di andata e ritorno perciò l’eventuale influenza del moto del misuratore si compenserebbe. Quindi una verifica “diretta” è impossibile,

Sembrerebbe invece possibile **discriminare fra la Relatività Ristretta (RR) e la Teoria dell’etere di Lorentz (TEL) tramite un mezzo meccanico,** tuttavia l’ipotesi è stata giudicata **irrealizzabile** da un esperto perché qualunque materiale si usasse subirebbe **flessioni e vibrazioni inaccettabili**. Espongo il metodo nel caso si trovasse una soluzione: poniamo due orologi A e B su di un **parallelo terrestre** e, per non esagerare con le dimensioni del “meccanismo”, siano separati solo da 30 metri. Da A vengano spediti impulsi luminosi verso B (poniamo in senso opposto alla rotazione della Terra). La velocità di questi impulsi è indipendente dal moto dell’emittente e quindi se B per 12 ore va incontro all’impulso luminoso, se ne allontanerà per le successive 12 ore. A e B giacciono nello stesso **riferimento** il quale però **non è strettamente inerziale** perché è in rotazione (d’altra parte lo sono anche i satelliti del GPS) sembra tuttavia che non esistano forze significative che agiscano **diversamente** fra A e B modificandone il ritmo (la gravità dei luoghi non dovrebbe cambiare molto, anche se transita la Luna). Pertanto, secondo la RR, il ritmo di A e B non dovrebbe subire modifiche visto che un vecchio testo per licei scientifici dice che “*la durata di un fenomeno VISTO in movimento risulta dilatata di* un certo fattore *rispetto alla durata dello stesso fenomeno VISTO in quiete”* e i due orologi sono ben fermi nel prato assieme a chi li osserva. Non così nella TEL dove le velocità si compongono mentre A e B si desincronizzano perché durante 12 ore in cui l’orologio A da dietro passa a davanti si muove più velocemente della Terra rispetto all’etere, per cui il suo tempo scorre mediamente più lentamente. Nello stesso tempo l’orologio B da davanti passa a dietro, per cui si muove più lentamente della Terra, per cui il suo tempo scorre più velocemente, Facendo i conti, il tempo che si guadagna con la composizione delle due velocità lo si perde a causa della variazione di ritmo degli orologi (ringrazio Dino Bruniera che mi esibì i debiti conteggi e che trascrivo in fondo a queste considerazioni).

NB. La Teoria dell’etere sembra non essere indegna d’essere considerata, almeno a leggere <https://groups.google.com/g/free.it.scienza.fisica/c/SNgdvgKQXfQ/m/0W1TOKmgkDYJ> dove un professore di fisica certamente non eretico, scriveva: *“… Se poi qualcuno preferisce pensare che la propagazione delle onde EM richiede un mezzo che pervade l'intero Universo, di cui ogni parte sia immobile rispetto a tutte le altre, e che definisca perciò' un riferimento "assoluto" nel quale esso si trova a riposo, in cui tutti gli orologi sincronizzati segnano lo stesso "vero" tempo assoluto e le distanze misurate siano quelle "vere", libero di farlo. Se quest'idea lo tranquillizza, e gli permette di calcolare esattamente le stesse identiche previsioni sperimentali ottenibili tramite la RR e finora sempre confermate dalle osservazioni, che male fa?”*

La ridotta distanza fra A e B mi ha fatto pensare ad un **sistema “meccanico”** capace di far agire all’unisono A e B per memorizzare periodicamente i valori dei loro contatori, questo senza l’invio segnali luminosi evidenziando così **solo quello che fanno gli orolog**i. Prendo esempio dalla centrifuga che la NASA usa per simulare l’accelerazione <https://blogs.esa.int/luca-parmitano/it/2013/04/24/lets-centrifuge-some-questions/> e immagino un grosso tubo lungo 30 metri imperniato al centro, in lenta rotazione (pochi giri al minuto), le cui estremità eccitino A e B affinché memorizzino contemporaneamente il valore del loro contatore. Non occorre sincronizzare A e B **anzi possono benissimo avere ritmo diverso** .Se i due sensori non fossero proprio esattamente sul diametro si vedrebbero oscillazioni costanti ogni mezzo giro, quindi identificabili e facili da regolare. Anche le variazioni di lunghezza del tubo potrebbero non disturbare. Resta il problema delle flessioni e delle vibrazioni: l’esperto mi dice che persino un rumore potrebbe disturbare troppo (mi domando allora se basterebbe usare un disco invece di un tubo, certo costerebbe parecchio). Supponiamo d’aver superato il problema. Si registrino i contatori ogni ora per diversi giorni: se non si vedono variazioni negli incrementi di tictac (distintamente in A e in B perché possono anche aver diverso ritmo) allora la RR ha ragione e non ci sono disturbi a rompere le scatole, neanche quelli dovuti alla Luna e alle altre forze che rendono il riferimento non strettamente inerziale. Se invece si vede che tutti i giorni c'è un disallineamento crescente fra A e B per 12 ore riassorbito nelle successive 12 ore, allora ha ragione la TEL. Se poi si vedessero variazioni di tipo diverso bisognerebbe ragionarci sopra e io credo che sarebbe d'aiuto fare test con l'asse A----B orientato sul meridiano: in questo modo, escludendo lo sfasamento nella rotazione di A e B, si dovrebbero evidenziare, per confronto, gli eventuali effetti dovuti allo sfasamento stesso.

\* \* \*

Con gli stessi A e B ugualmente collocati sarebbe poi possibile **fare una verifica “indiretta” one-way”** ma sarebbe un test **complesso e molto costoso** (opinione dell’esperto precedentemente citato).A pag 22 di <http://www.sagredo.eu/PI-14-fismod/Pisa-2014-fismod-2.pdf> leggo che **è possibile verificare se due orologi lontani hanno lo stesso ritmo** (inviando due segnali distanziati da un orologio all’altro e verificando se i due intervalli sono uguali per i due orologi). Aggiungo che se il loro “ritmo” non fosse uguale, dovrebbe essere possibile regolarli, magari cambiando l’altezza da terra di uno dei due perché questo ne modifica il ritmo. Si tratterrebbe di una **misura di sola andata** che **non misura la velocità della luce**, mostrerebbe solo l’eventuale effetto dovuto al moto a favore e a sfavore del moto di 370km/s.

1- Quando A e B si allineano il più possibile col moto di 370 km/s si mandi un impulso da A verso B che **azzeri** i loro contatori di oscillazioni. Si noti che B si sta muovendo rispetto all'impulso in arrivo per una parte significativa dei 370 (in funzione della precisione dell’allineamento).

2- Da quel momento, se mantengono lo stesso ritmo, A e B viaggeranno separati del tempo di volo.

3- Dopo 12 ore B si starà muovendo in direzione opposta rispetto alla precedente. Si mandi un impulso sempre da A verso B che faccia **memorizzare** il valore dei due contatori, valori che si andranno poi a leggere con calma. Rispetto ad A, B si è incrementato del **nuovo** tempo di volo.

Se si temesse che la contrazione dei regoli di cui parla la RR potesse disturbare, si potrebbero collocare A e B a cavallo di un polo terrestre in modo che il regolo A----B si limiti a ruotare, ma non sembra necessario perché nelle due misure distanziate di 12 ore, il moto, anche se opposto, è sempre uguale. *(la lunghezza di un'asta in movimento, parallela alla direzione del moto, risulta contratta di* un certo fattore *rispetto alla stessa asta misurata inquiete –* sempre dal testo scolastico )

Se i contatori di A e B saranno uguali allora bisognerà ammettere che il moto dell’osservatore è irrilevante (anche se io continuerei a non riuscirei a spiegarmi **fisicamente** come ciò possa avvenire).

Aggiungo che **due contatori potrebbero non essere uguali** disobbedendo tanto alla RR che alla TEL. Potrebbero invece corrispondere a quello che umanamente ci si aspetterebbe dal moto dell’osservatore (cioè la somma c+-v e quindi un’oscillazione molto forte nelle 24 ore) oppure le cose più strane quindi: **perché non provare?** Si buttano tanti soldi in ricerche che non producono risultati!. Amada Gefter in *“Due intrusi nel mondo di Einstein”* scrive: *“E’ facile non rendersi conto di quanto sia pazzesca un’affermazione che lo è veramente … Perché la luce viaggi sempre alla stessa velocità a prescindere da quanto velocemente si muova un osservatore … lo spazio e il tempo stessi devono cambiare da osservatore ad osservatore* …” ma in questo caso, secondo la RR, allo spazio e al tempo, non succede proprio nulla. A conferma un esperto (Paolo Russo) mi scrisse:: “ … *non solo un'asta in moto si contrae, ma gli orologi alle due estremità non segnano la stesa ora****, anche se la segnano nel riferimento solidale con l'asta***” (ovviamente a parte la presenza di forze di disturbo, perché il riferimento non è strettamente inerziale). Quindi in questo caso lo stupore di Amanda dovrebbe essere **doppio.**

\* \* \*

PS. Ecco il conteggio fornitomi da Dino Bruniera (ho un po’ riassunto la parte descrittiva):

*… durante le 12 ore nelle quali l’asse A---B si muoverà rispetto all’etere in modo tale che A e B posti alle estremità invertano le loro posizioni rispetto all’etere, essi si desincronizzano della stessa differenza di tempo che risulta tra i tempi di volo dei due lanci dei segnali.*

***1.*** *Calcolo della* ***differenza tra i tempi di volo***. **(ipotizzando che c non sia costante)**

*(3 km / (c - 300 km/s)) - (3 km / (c + 300 km/s)) = 0,000.000.02 secondi* (corrisponde ai 20.000 tictac da me prima calcolati supponendo una frequenza del picosecondo).

***2.*** *Calcolo della* ***desincronizzazione degli orologi A e B*** *posti alle estremità di 3 kilometri durante 12 ore in cui l’orologio A da dietro passa a davanti, quindi mediamente si muove più velocemente della Terra rispetto all’etere, per cui il suo tempo scorre mediamente più lentamente. Nello stesso tempo l’orologio B da davanti passa a dietro, per cui si muove più lentamente della Terra, per cui il suo tempo scorre più velocemente, naturalmente sempre mediamente. Comunque il confronto lo faccio senza tener conto della Terra, per non complicare i conti.*

*Calcolo la velocità degli orologi rispetto alla Terra, durante le 12 ore (12 x 60 x 60) 43.200 secondi.*

*(3.000 m / 43.200 s) = 0,069.444.4 metri al secondo. Quindi le velocità diventano:*

*(300.000 - 0,069.444.4) = 299.999,930.555.6*

*(300.000 + 0,069.444.4) = 300.000,069.444.4*

*Calcolo la differenza dei tempi applicando le formule di Lorentz sulla dilatazione dei tempi in funzione della velocità rispetto all’etere. (43.200 s \* sqrt(1 - 299.999,9305556^2/300.000.000^2)) –*

*(43.200 s \* sqrt(1 - 300.000,069.444.4^2)/(300.000.000^2) = 0,000.000.02 secondi (****come sopra)***

\* \* \*

Oltre alle precedenti mi domando se non ci siano altre soluzioni, ad esempio:

**misurare c usando come orologio** **un oscilloscopio a due tracce affidando il trasporto dei segnali di arrivo della luce ad un impulso elettrico, ipotizzando cioè che il segnale elettrico non risenta dell’orientamento del filo in cui scorre: se così fosse equivarrebbe a una misura one-way.** Alcuni \*eteristi\* affermano che anche l’impulso elettrico convogliato dai cavi in realtà sarebbe un’onda nell’etere e quindi l’eventuale discordanza verrebbe compensata. A me pare molto strano, comunque, visto che il test sembra semplice perché non tentarlo? O magari è già stato fatto? Supponiamo di no e supponiamo di eseguirlo: se **non** risultasse una discordanza nei tempi di volo si resterebbe nella presente situazione (certezza per taluni, insoddisfazione per altri), altrimenti si saprebbe che c non è costante (quindi perché non provare?).

In <https://www.youtube.com/watch?v=FV1_K6uT1ac> si vede come viene misurato il tempo di volo di un pacchetto di elettroni fra due sensori posti all’inizio e alla fine di un acceleratore lineare. I due cavi vengono “accordati” in modo che il tempo di transito di un impulso elettrico sia identico nei due cavi, poi uno dei cavi viene spostato in fondo all’acceleratore mentre l’altro resta all’inizio del tubo. Nel test che ora mi sto immaginando il tubo non serve, bastano due punti A e B la cui congiungente può essere orientata a piacere. L’oscilloscopio andrebbe piazzato a metà fra A e B e i due cavi (lunghi come metà della distanza fra A e B) andrebbero accordati tenendoli arrotolati allo stesso modo e poi stesi portando i due capi in A e B. Si dovrebbero fare due test in direzioni opposte quando la congiungente è allineata col movimento del Sole di 370 km/s rispetto alla radiazione di fondo. Come nel caso precedente la “congiungente” è anche un “regolo” e se si ritiene che potrebbe contrarsi diversamente nelle due misurazioni si potrebbe fare la cosa al Polo (portando seco il cappotto pesante). Si spedirà un segnale luminoso attraverso A e B (un laser, o magari anche la luce di una stella); In A e B ci saranno due sensori capaci di “sentire” il passaggio del raggio luminoso e di spedire un segnale elettrico all’oscilloscopio O, **interrompendo il raggio luminoso le due tracce mostreranno il tempo di volo A-B**. Cosa succederebbe nei tratti di filo A-O e O-B **per colpa dell’eventuale etere**: questo etere potrebbe veramente modificare la velocità del segnale elettrico? Se è vero che nei fili l’elettricità viaggia a 0,7c allora è il rame che influisce. Se il segnale elettrico deriva dal moto degli elettroni in un filo (come trasmissione della \*spinta\* reciproca degli elettroni) perché mai dovrebbe risentire dell’ipotetico vento d’etere cui sarebbe soggetta la radiazione al dire degli eteristi? Ben strano sapere che la velocità della luce cambia nel vetro, nell’acqua eccetera, ma trovo illuminante QED di Feynman dove leggo che il fotone che arriva viene \*diffuso\* dagli elettroni del vetro e quindi quello che procede è sempre un \*nuovo\* fotone. Qui addirittura stiamo parlando di un segnale elettrico nel rame: se un fotone nel vetro non avesse bisogno dell’etere per viaggiare, mi pare che a maggior ragione non dovrebbe averne bisogno neppure il segnale elettrico nel rame.

**7-Omopolari (rivedere)**

NB. Per chi non conoscesse già questi oggetti veda <https://www.youtube.com/watch?v=lrr7eZKLAvY> oppure a partire dalla pagina seguente l’articolo del prof. Pegna (lo schema infondo a questa pagina e all’inizio della successiva potrebbero essere troppo sintetici).

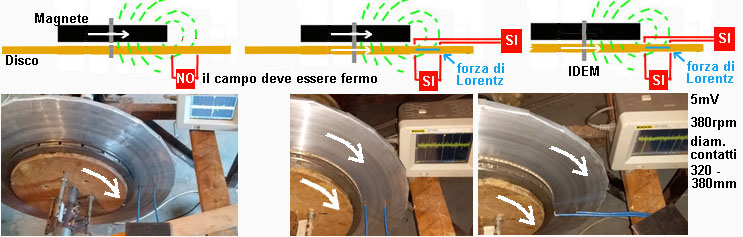
Molti si stupiscono perché in questi oggetti **si fatica ad osservare una variazione di flusso magnetico** questo perché la si ritiene condizione indispensabile per avere induzione. Lo pensavo anch’io, ma recentemente mi sono convinto che induzione magnete-spira, radiazione e omopolari sono fenomeni imparentati ma fisicamente diversi perché diverso il meccanismo con cui viene trasferita energia al dispositivo. A lungo ho pensato che per comprendere il meccanismo dell’induzione in un alternatore fosse necessario comprendere cosa succede negli omopolari. **Ora non più**, ma mantengo questa appendice, sia per la fatica che mi è costata, sia nella speranza di comprendere come funzionino gli omopolari. Dire che in essi agisce la forza di Lorentz non mi sembra una spiegazione “fisica”.

Come spiegato nel capitolo-2 **ritengo che Faraday avesse ragione nel considerare “fermo” il campo magnetico di questi oggetti** perché costituito da un **flusso di particelle** non trascinate dal moto del magnete, un po’ come il getto di un innaffiatoio: se roteo il tubo, il getto segue il movimento ma le gocce già uscite cadono più indietro rispetto alla direzione del getto in quel momento. Il fatto che nei magneti questo flusso rientri dal polo opposto non costituisce problema perché essendo i poli cilindrici, pur essendo in rotazione non si spostano da dove sono pertanto la circolazione del il flusso non viene disturbata. **Devo a un corrispondente internettiano la comprensione del caso T2** e lo ringrazio**.** Sintetizzo i casi principali: il magnete è nero, 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 è riferito alla tensione). Ovviamente la forza di Lorentz agisce solo nei tratti della spira in moto rispetto al campo.

|  |
| --- |
| omopolari-T1-T5.jpg |

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). Gli **elettroni in moto** nel campo e che riescono a “correre” sono quelli del **disco** in T4 e T5 e del **magnete** in T3 perché possono andare dal centro in periferia (o viceversa). Quelli del magnete in moto in T1 hanno entrambi i contatti al centro (e quindi non possono “correre”) mentre quelli in T2 sono contrastati con ciò che succede nel filo rosso in moto solidale col magnete. Sembra quindi agire una forza (di Lorentz) dovuta al moto degli elettroni in un campo magnetico pur in assenza di una variazione del campo magnetico

Anche qui attorno al filo spira si formerà un campo magnetico (e uno elettrico) dovuto alla corrente ma non risulta evidente un’interazione fra due campi magnetici come negli alternatori e che giustifica una azione (spinta) sugli elettroni a spese dell’energia richiesta da chi fornisce il moto (retroazione). Comunque anche qui è evidente da questi ulteriori test che l’area della spira è ininfluente.



Forse la Forza di Lorentz è presente qui e negli elettroni in volo ma non negli alternatori? Ricordo che gli elettroni di un filo posto parallelo al moto di un magnete “non corrono”.

Articolo tratto da ***ULISSE (***[*SISSA*](http://www.sissa.it/) ***Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati, Trieste)*** [*http://ulisse.sissa.it/chiediAUlisse/domanda/2008/Ucau080915d004/Ucau081117r001*](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](http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fpangloss.ilbello.com%2FTmp%2Fdisco_faraday_Ulisse.pdf&sa=D&sntz=1&usg=AFQjCNEJvtsawq3Krd47xnV-xB1Li4SEuA) ) 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 non sono in corsivo, le numerazioni ***a) b) …*** sono mie

|  |
| --- |
| Senza titolo-2 |

***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 = ω R2 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.*

|  |
| --- |
| omop |

*Per esempio, se come nella figura seguente si avesse R = 10 cm = 0,1 m, B = 100 Gauss = 10-2 T e si facesse ruotare il disco con la velocità di 10 giri/s, si troverebbe u = 10-3 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.***

|  |
| --- |
| ***omopolare5a*** |

**Test miei**: **A** e **C** mostrano il compor-tamento unipolare del magnete anulare (des-critto nel capitolo-2) anche senza la pre-senza del disco. Avevo giudicato **B** in contras-to con l’ipotesi di cam-po fermo: **mio errore;** non dà tensione sia che il campo sia fermo che trascinato. Se è fermo occorre consi-derare la compensazione di tensioni descritta in riferimento a T2:

*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. Viceversa di quello che avevo inteso prima. Comunque **io penso che il campo sia fermo per chi sta facendo l’osservazione**.

*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.*

Non sarebbe un paradosso se considerasse il campo fermo mente il magnete gira..

*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 = ω r e vede il campo di induzione* ***B*** *a essa perpendicolare, è soggetta ad una forza F, la forza di Lorentz [3], perpendicolare a* ***B*** *e a v, data da:*

*F = q v ×* ***B*** *(×: simbolo di prodotto vettoriale) 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 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 B.*

|  |
| --- |
| *Senza titolo-3* |

*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 = ω r B dr (3)*

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

*utot = ω R2 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* ***B*** *e che la carica q abbia una velocità v perpendicolare a* ***B****.*

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

*u = v B dr = (ds/dt) B dr = dΦ/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 dedurne 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\*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.

|  |
| --- |
| omopolarimolti2.jpg |

***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 per chi misura 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).. **(Ho a lungo erroneamente interpretato questo caso che si spiega come T2)**

|  |
| --- |
| pegna |

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 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 fondazine 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 Ristretta.** A me invece pare che basti supporre che il campo sia fermo per chi misura

ALTRI TEST MIEI (non completati e con problemi)



Il test D è un esempio dell’origine delle mie perplessità sul “meccanismo”. Vero che fra i due punti di contatto posso immaginare una linea congiungente i cui elettroni si muovono in un campo magnetico, ma questo sarebbe vero anche se facessi strisciare i contatti sullo stesso bordo (grazie al fatto che sono distanziati lungo la circonferenza provare meglio

La tabella che segue tabella 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)

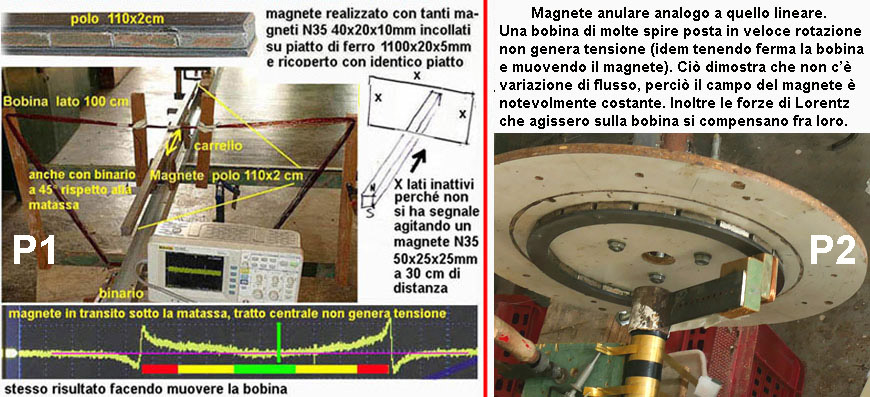
12-NO MD F ***d)*** (oppure come 2, è l’ipotesi di far ruotare il tutto solidalmente unito)

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.

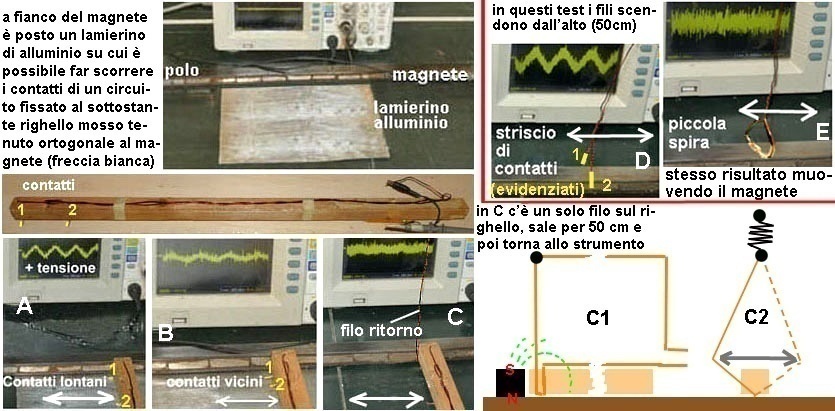
A lungo ho pensato che l’induzione dipendesse dallo \*strisciamento\* dei contatti in presenza di campo magnetico. Ora ho cambiato idea, lo strisciamento è necessario, ma non è la causa dell’induzione che dovrebbe essere dovuta alla forza di Lorentz. Questa però a volte sembra essere sostituita da qualcosa di diverso (situazione incerta occorrerebbe proseguire)

**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).

****

NB: P1 corrisponde a mezzo giro di una spira fra poli cilindrici (infatti come in P1 la spira si mantiene a distanza costante dal magnete e quindi si ottiene metà di quell’onda “cornuta” che gettò nello scompiglio molti fisici che ora fanno spallucce. ☺ **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 altrofenomeno più intenso ed inusuale potesse essere la causa della tensione osservata in A, B e D.

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 2x40=80mV. 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.

Questo mi ha portato a pensare che:

-il campo mette in \*tensione\* gli elettroni: tanto più quanto più il campo è intenso e maggiore è la velocità

-questa differenza di \*tensione\* fra i punti del lamierino non viene però compensata da \*correnti\*

-questo perché il vicino di ogni elettrone è in uno stato di tensione molto simile.

-se però un circuito collega direttamente due punti di tensione diversa una corrente livella la situazione

-questo livellamento è istantaneo, quindi non avvertibile dagli strumenti normalmente usati  
-se poi 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

Sembrava funzionare ma c’è un problema: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 per niente convincente

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.

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).

ALTRE IPOTESI E LINK

**Ipotesi “variazione del flusso”** un’eccezione in <http://www.fisicamente.net/FISICA_2/Faradayparadox.pdf> dove si leggeva (ora non è più presente) 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 (probabilmente corrispondono all’opinione di quel fisico X, in tal caso valgono le mie precedenti considerazioni).

A pag. 6 del link si legge(va) che la spira si può immaginare costituita dai fili dello strumento di misura + il materiale del disco che va da un contatto all’altro. 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.

**Altri autori** interessante <https://digilander.libero.it/bubblegate/weird1.html> e sopratutto

<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)

Forse una cosa simile https://www.escholar.manchester.ac.uk/api/datastream?publicationPid=uk-ac-man-scw:199410&datastreamId=FULL-TEXT.PDF

NOTE PERSONALI

In <https://groups.google.com/g/free.it.scienza.fisica/c/mrj0zUWud5Y/m/Y4uAYB_JBQAJ>

Bisticciata colossale con Tommaso Russo a proposito delle sinusoidi

https://www.media.inaf.it/2023/10/09/osservati-gli-eccitoni-di-hubbard/ ECCITONI LACUNE

LIBRO SU *FARADAY (sembra molto interessante)* [*https://media.fupress.com/files/pdf/24/773/773\_12209*](https://media.fupress.com/files/pdf/24/773/773_12209)

*Di J.M.Thomas tradotto da Luigi Dei* sembra che Toscano abbia preso molto di qua ☺

<https://fisica.unipv.it/percorsi/pdf/ind_aq.pdf>

Recentemente é apparso in rete un lavoro sperimentale riguardante gli argomenti trattati:

G. A. Kelly, ‘Faraday’s Final Riddle; Does the Field Rotate with a Magnet?’,

http://www.iei.ie/papers/faraday/faraday1.html#top

Il lavoro contiene anche un elenco di articoli (1895 - 1963) in cui sono riprodotti gli esperimenti di Faraday. Essendo venuto a conoscenza di questo lavoro solo poco prima della chiusura del presente scritto, non sono in grado di inserirne una approfondita discussione. Tuttavia, é possibile sin d’ora segnalare come l’ipotesi interpretativa dell’autore - secondo la quale le linee di forza magnetica ruotano insieme al magnete - sia in contraddizione con i suoi stessi dati.