Simmetrizzazione delle equazioni di Maxwell con l'introduzione del campo gravitazionale, un'idea bizzarra?

(Sabato Scala)

Introduzione

Sono passati circa 15 anni da quando, con un carissimo amico oltre che compagno di studi, affrontammo la preparazione dell'esame di Campi Elettromagnetici con il simpaticissimo oltre che preparatissimo prof. Giorgio Franceschetti.

Fu proprio da una accattivante introduzione al suo libro dedicato a questa affascinante e complessa materia, che, un po' per gioco, nacque l'idea bizzarra che voglio proporre al paziente lettore.

Il tempo passato e la ruggine accumulatasi per effetto della mia attuale professione interamente centrata sullo sviluppo software ben distante dai miei passati interessi, potrà farmi compiere più di un errore per i quali chiedo venia tenendo soprattutto conto che quanto propongo vuole essere semplicemente ciò che fu allora: un complesso gioco di fantasia.

Onestà vuole, anche per inquadrare nella corretta luce il presente articolo, che narri anche del piccolo retroscena che ispirò l'idea di fondo del nostro "gioco" fisico-matematico.

Era appena uscito un volumetto di fanta-storia estremamente affascinante dedicato al famoso "Esperimento Philadelphia". La storia mai confermata dai vertici militari americani, narra di un esperimento svoltosi alla fine del 1945 che, nelle intenzioni degli studiosi che vi presero parte, avrebbe dovuto consentire la "deviazione" della luce con la conseguente mimetizzazione di un qualsiasi oggetto consentendo, in pratica, di vedere ciò che si trovava dietro di esso e quindi rendendo invisibile l'oggetto frapposto.

Il libretto, estremamente ben congegnato con tanto di "soffiate", di "scienziati dissociati", interviste, esperimenti preparatori, ecc., non sembrava affatto scritto da un semplice giornalista ma da qualcuno che aveva una conoscenza notevole di fenomeni elettromagnetici.

Eppure qualcosa non quadrava: nel libro c'era praticamente tutto ciò che serviva per una succosa ricetta di fanta-fisica, ma senza la necessaria conclusione.

L'idea di fondo, del testo, era basata sulla adozione di un campo elettromagnetico prodotto in una apparato contenuto in una misteriosa sfera, collegato ad un alternatore ed impiantato sulla nave che nel libro aveva il nome di Eldridge.

Il nome, che nel libro si dice sia stato attribuito all'esperimento dagli allora vertici militari americani, è "Rainbow Experiment".

La cosa che ci affascinò non fu tanto lo straordinario esito dell'esperimento - che provocò, a detta dell'autore, la reale sparizione della nave - ma i sub-effetti di quell'esperimento, narrati dall'autore con chiaro sensazionalismo e gusto dell'orrido.

La nave sparisce, ma compare in un porto a vari chilometri di distanza e in pochi istanti, ritorna al suo posto. Alla sua riapparizione i marinai sono, in parte impazziti, in parte fusi con la materia del vascello, in parte scomparsi del tutto.

Altra cosa interessante è la narrazione puntigliosa degli esperimenti che precedono quello definitivo, fatta utilizzando condensatori con dimensioni dell'ordine del metro, bobine giganti, e alternatori appositamente realizzati, il tutto condito con segnalazione delle frequenze di alimentazione, della capacità dei condensatori, della entità delle correnti impiegate, ecc.

Tra gli effetti segnalati c'è il sollevamento degli apparati, la loro vibrazione e oscillazione con frequenza pari a quella dell'alternatore ecc.

Insomma il tutto, anche se mai in alcuna parte del testo viene riportato, sembra chiaramente dovuto alla generazione di un campo gravitazionale collegato ai campi elettrici e magnetici ad alta frequenza utilizzati per alimentare gli apparati.

La variazioni nello spazio-tempo, anche se mai viene detto nel libro, sembrano dovute proprio agli effetti di un gigantesco campo gravitazionale tale da provocare la deviazione delle onde elettromagnetiche luminose intorno alla nave.

Per dirla in sintesi, sebbene il testo non ne faccia mai riferimento, esso descrive gli effetti del sogno dei fisici di quegli anni (1945): *l'unificazione dei campi*.

La simmetrizzazione

Da qui veniamo a questa bislacca idea e alla ispirazione venutaci dal libro del prof. Franceschetti, che nulla mai seppe di questo nostro "gioco", visto il motivato timore di "saltare" la seduta d'esami per eccesso di "stupidità".

Prima di tutto andiamo all'oggetto del contendere: *le equazioni di Maxwell*, vediamole nella forma differenziale:

1) $\nabla \cdot \underline{D} = \rho$

2) $\nabla \cdot \underline{B} = 0$

3) $\nabla \times \underline{E} = -\dfrac{\partial \underline{B}}{\partial t}$

4) $\nabla \times \underline{H} = \underline{J} + \dfrac{\partial \underline{D}}{\partial t}$.

Franceschetti faceva notare nel suo libro l'anomalia costituita dalla mancanza di simmetria del sistema di equazioni, evidente nell'assenza nella equazione 2) di un equivalente della densità di carica elettrica ρ che si trova nella equazione 1) , e nella equazione 3) di un equivalente della densità di corrente $\underline{J}$ che si trova nella 4) , per non dire dei *segni* con cui appaiono le due derivate temporali, una volta meno e una volta più.

L'asimmetria ha un effetto fisico evidente che si rileva integrando la 1) e la 2):

$$\iiint (\nabla \cdot \underline{D})dV = Q$$

$$\iiint (\nabla \cdot \underline{B})dV = 0 .$$

In pratica, mentre esiste in natura una entità chiamata "carica elettrica" (Q) , in grado di generare un campo le cui linee partono a raggiera da essa, lo stesso non si può dire per il campo magnetico, poiché non sembra esistere in natura la "carica magnetica".

Nel libro si ipotizza esistente la carica magnetica ρ_m e si perviene alle seguenti equazioni:

1') $\nabla \cdot \underline{D} = \rho$

2') $\nabla \cdot \underline{B} = \rho_m$

3') $\nabla \times \underline{E} = \underline{J}_m - \frac{\partial \underline{B}}{\partial t}$

4') $\nabla \times \underline{H} = \underline{J} + \frac{\partial \underline{D}}{\partial t}$.

In esse è stata introdotta, come dicevamo, una ipotetica densità di carica magnetica ρ_m e la corrispondente densità di corrente magnetica $\underline{J}_m$. Non esistendo il primo dei due termini (o quantomeno non essendo mai stata trovata la carica magnetica) risulta inesistente e quindi inessenziale anche il secondo.

Unica anomalia nella simmetria, resta il segno meno nella derivata parziale rispetto al tempo per il vettore $\underline{B}$.

Da questa e da altre scarne osservazioni, tra cui l'einsteiniana "Dio non gioca a dadi!", ci ponemmo il problema di un possibile intervento di simmetrizzazione sulle equazioni che, però, includesse anche il campo gravitazionale.

Cominciamo a far osservare le analogie tra il campo elettrico e gravitazionale partendo dalla legge di Coulomb che descrive l'intensità dell'interazione tra due cariche elettriche:

$$F_q = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

ove $\varepsilon_0 = 8{,}854188 \times 10^{-12}\ Kg^{-1}m^{-3}s^2C^2$.

Questa espressione, formalmente, è simile all'intensità della forza di gravità che agisce tra due masse:

$$F_g = G\frac{M_1 M_2}{r^2} .$$

Dalla equazione della forza di Coulomb si ricava quella del campo elettrico (scalare):

$$E_q = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2} ,$$

mentre da quella della forza di gravità si ricava l'analoga espressione per il campo gravitazionale (scalare):

$X = G \frac{M}{r^2}$.

A questo punto, supponendo di voler creare un campo elettrico equivalente a quello gravitazionale, introducendo una carica "equivalente" alla massa, uguagliando le forze dovremmo far uso di un'equazione del tipo seguente:

$Q_{mequiv} = \kappa_0 M$,

ove κ_0 sarà una costante tale che $\kappa_0^2 = 4\pi \varepsilon_0 G$.

Ricordando che $G = 6{,}670 \times 10^{-11}\ Nm^2Kg^{-2}$, si ottiene:

$\kappa_0 = 4{,}306 \times 10^{-10}\ CKg^{-1}$.

Introduciamo quindi una densità di carica equivalente ρ_{mequiv} definita come:

$\rho_{mequiv} = \kappa_0 \rho_k$,

ove ρ_k = densità di massa per unità di volume.

Per esprimere un'equazione formalmente analoga a quella del campo prodotto da una carica elettrica anche per il campo gravitazionale è necessario introdurre anche un termine omologo all'ε_0 , che chiameremo ζ_0 , definito ovviamente dalla:

$\zeta_0 = \kappa_0 / 4\pi G$.

La precedente equazione del campo gravitazionale (scalare) assume, quindi, la seguente forma (dove abbiamo abbreviato *mequiv* in *meq*):

$X = \frac{1}{4\pi\zeta_0} \frac{Q_{meq}}{r^2}$.

Ricordando la relazione tra il vettore $\underline{D}$ e il vettore $\underline{E}$, campo elettrico nel vuoto (all'interno di altri materiali è necessario moltiplicare per una costante ε tipica dello specifico materiale):

$\underline{D} = \varepsilon_0 \underline{E}$,

per analogia definiamo un omologo vettore $\underline{R}$ associato al vettore $\underline{X}$ del campo gravitazionale:

$\underline{R} = \zeta_0 \underline{X}$.

A questo punto possiamo scrivere le equazioni del campo gravitazionale in forma differenziale, indicando, come detto dianzi, con ρ_k la densità di massa:

5) $\nabla \cdot \underline{R} = \kappa_0 \rho_k = \rho_{meq}$

6) $\nabla \times \underline{X} = \underline{0}$.

La seconda equazione si ricava ricordando che il campo gravitazionale è irrotazionale (conservativo), in pratica il lavoro che si compie muovendosi lungo un percorso chiuso è nullo (il lavoro lo si ottiene integrando la 6)).

Fin qui nulla di nuovo, salvo una forma diversa per le equazioni del campo gravitazionale. Ora supponiamo per un attimo che le equazioni di Maxwell possano essere messe insieme a queste aggiungendo qualche termine di collegamento. Supponiamo anche che la forma delle equazioni di Maxwell contenga già la "forma" in cui appariranno tutti i termini di collegamento. Intendiamo con ciò dire che ci dovranno essere dei termini omologhi dei termini $\underline{J}$, $\frac{\partial \underline{D}}{\partial t}$ che appaiono nelle predette equazioni. Questo vuol dire che dovremo introdurre, ove manca, un termine $\underline{J}_k$ omologo della densità di corrente elettrica $\underline{J}$, ed un altro termine gravitazionale omologo del termine (differenziale) corrispondente al contributo del vettore $\underline{D}$. Il tutto andrà fatto supponendo che il termine differenziale per il vettore $\underline{R}$ dovrà comparire con segni alternati + e – , in modo che il complesso delle equazioni presenti una certa *simmetria* matematica. Fermi mantenendo i termini ρ_m e $\underline{J}_m$ già introdotti da Franceschetti e comunque inessenziali (a valore nullo), a causa della inesistenza della carica magnetica, non resta che introdurre una densità di corrente di massa $\underline{J}_k$ che si affiancherà alle densità di corrente $\underline{J}$ e $\underline{J}_m$. In buona sostanza i termini *nuovi* che affiancheremo a quelli già presenti a destra del segno di uguaglianza nelle equazioni di Maxwell - nella forma con gli apici - saranno $\underline{J}_k$ e una sorta di *densità di corrente di massa di spostamento* $\frac{\partial \underline{R}}{\partial t}$. Bisogna anche tenere ovviamente conto della necessaria omogeneità dimensionale delle quantità fisiche che si sommeranno tra loro, per il che sarà necessario introdurre, oltre alla costante κ_0 , anche un'altra costante λ_0 , che ragioni di "simmetria fisica" fanno presumere di poter definire come:

$$\lambda_0 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 c} = \frac{\mu_0}{4\pi} c \sim 30 \text{ Kg m}^2\text{C}^{-2}\text{s}^{-1} ,$$

ove $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}}$ è la velocità della luce nel vuoto (μ_0 indica, come usuale, la *permeabilità magnetica*).

In definitiva, ecco come si presenterebbero le *equazioni unificate* ottenute per estensione-simmetrizzazione di quelle di Maxwell con l'introduzione del campo gravitazionale:

7) $\nabla \cdot \underline{D} = \rho$

8) $\nabla \cdot \underline{B} = \rho_m$

9) $\nabla \cdot \underline{R} = \rho_{meq}$

10) $\nabla \times \underline{E} = \lambda_0(\underline{J}_k + \frac{\partial \underline{R}}{\partial t}) - \underline{J}_m - \frac{\partial \underline{B}}{\partial t}$

11) $\nabla \times \underline{H} = \underline{J} + \frac{\partial \underline{D}}{\partial t} - \underline{J}_k - \frac{\partial \underline{R}}{\partial t}$

12) $\nabla \times \underline{X} = \kappa_0(\underline{J}_m + \frac{\partial \underline{B}}{\partial t}) - \kappa_{0\lambda 0}(\underline{J} + \frac{\partial \underline{D}}{\partial t})$.

Dalle equazioni si vede come i tre termini di corrente, uno per ciascuno dei 3 campi, compaiono alternativamente nelle 10), 11) e 12) insieme ai termini differenziali dei tre campi $\underline{R}$, $\underline{D}$, $\underline{B}$ (che appaiono sotto forma di derivate parziali rispetto al tempo), con i segni più e meno in forma ciclica. Questa ipotesi di simmetrizzazione spiegherebbe anche l'anomala presenza del segno meno nelle equazioni già ampliate da Franceschetti con l'introduzione dei termini magnetici.

Non resta che verificare se:

a) le equazioni producono effetti che non hanno a quel che si sa un equivalente fisico, nel qual caso il nostro discorso cadrebbe senz'altro;

b) le equazioni generano effetti che hanno qualche rispondenza in fenomeni noti ma non ancora spiegati, o ne prevedono di ancora non noti che potrebbero però essere reali.

In pratica non resta che verificare la "sostenibilità" del precedente sistema di equazioni nel mondo reale, dopo di che "divertirsi" a dedurne eventuali effetti pratici ancora sconosciuti.

Coerenza delle equazioni con fenomeni fisici osservati

Cominciamo con considerazioni di carattere generale.

In assenza di correnti di massa e di variazioni del campo gravitazionale le equazioni classiche di Maxwell restano invariate poiché: $\underline{J}_k = \underline{0}$ e $\frac{\partial \underline{R}}{\partial t} = \underline{0}$.

Ferma restando la costanza della massa nelle normali situazioni sperimentali, le variazioni possono esser dovute unicamente ad azioni dinamiche e quindi a movimenti di masse (flussi di massa).

Quali sono le masse in movimento, coinvolte nei fenomeni elettromagnetici?

Sappiamo che la corrente elettrica è dovuta ad un flusso di elettroni all'interno di campi elettromagnetici, di conseguenza un flusso di elettroni produce sia una corrente elettrica grazie alla carica dell'elettrone, sia una "corrente di massa", grazie alla massa dello stesso elettrone. Calcolando la divergenza della 11) , e ricordando che la divergenza di un rotore è sempre uguale a zero, si ha:

$$\nabla \cdot (\nabla \times \underline{H}) = (\nabla \cdot \underline{J}) + (\nabla \cdot \frac{\partial \underline{D}}{\partial t}) - (\nabla \cdot \underline{J}_k) - (\nabla \cdot \frac{\partial \underline{R}}{\partial t}) =$$

$$= (\nabla \cdot \underline{J}) + \frac{\partial(\nabla \cdot \underline{D})}{\partial t} - (\nabla \cdot \underline{J}_k) - \frac{\partial(\nabla \cdot \underline{R})}{\partial t} = 0 ,$$

la quale diventa, in virtù delle equazioni 7) e 9) :

$$(\nabla \cdot \underline{J}) + \frac{\partial \rho}{\partial t} - (\nabla \cdot \underline{J}_k) - \frac{\partial \rho_{meq}}{\partial t} = 0 .$$

Passando all'integrale di superficie si ottiene:

$$I + \frac{\partial Q}{\partial t} - I_k - \frac{\partial Q_{meq}}{\partial t} = 0 .$$

In questo caso sembrerebbe negata la legge di conservazione della carica elettrica, che si esprime nella seguente formula:

$$I = - \frac{\partial Q}{\partial t} ,$$

ma si ottiene una sorta di conservazione di "carica totale":

$$13)\ I - I_k = - \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial Q_{meq}}{\partial t} .$$

Ricordiamo inoltre che, essendo la massa dell'elettrone pari a: $m^e = 9{,}1091 \times 10^{-31}$ Kg , e il termine moltiplicativo $4\pi \varepsilon_0 G$ pari a: $1{,}8544 \times 10^{-21}$ $Kg^{-3}m^{-1}s^2C^2N$, per la quantità totale di massa di elettroni che attraversano la sezione del conduttore nell'unità di tempo si ottiene un termine moltiplicativo dell'ordine di grandezza di un 10^{-51} che, per quanto numerosi siano gli atomi all'interno di detta sezione, rende totalmente irrilevante da un punto di vista quantitativo il termine correttivo nella precedente legge di conservazione della carica totale.

Poniamoci, ora, nella ipotesi di assenza di cariche coulombiane in movimento (corrente elettrica), e di presenza di un campo magnetostatico. L'equazione di conservazione della carica totale prende adesso questa forma:

$$14)\ I_k = - \frac{\partial Q_{meq}}{\partial t} .$$

Ricordando ancora una volta il valore numerico della costante moltiplicativa $4\pi \varepsilon_0 G$, quando una massa di 1 Kg attraversa una superficie unitaria in 1 secondo, si otterrebbe una corrente di "massa equivalente" pari a $6{,}18\ 10^{-21}$ A, praticamente non misurabile. Questo conferma l'applicabilità del principio di conservazione della carica coulombiana come ottima approssimazione della equazione generale della conservazione della carica totale anche in presenza di masse in movimento.

Altra legge che parrebbe violata è quella della irrotazionalità del campo elettrico in un campo magnetostatico che si ricava integrando la 10) :

$$\oint \underline{E} \cdot \underline{ds} = \lambda_0 I_k .$$

In buona sostanza si otterrebbe la previsione che una massa in movimento produce un campo elettrico perpendicolare alla direzione del movimento, e disposto con simmetria circolare intorno alla massa. Ovvero, che mettendo una massa in movimento attraverso una spira chiusa si produce un campo elettrico nella spira, e quindi una corrente.

L'osservazione fatta in precedenza, però, ci porta ad affermare che la irrotazionalità del campo elettrico in un campo magnetico statico resta sostanzialmente valida, cioè con buona approssimazione, fintantoché non entrano in gioco masse in movimento dell'ordine di 10^{12} tonnellate, in grado di produrre, correnti di 1 micro Ampere.

In altre parole, ammettendo per un attimo che le equazioni siano valide, non si può ottenere corrente apprezzabile semplicemente facendo passare per esempio dell'acqua all'interno di un tubo.

Un problema serio è invece posto dalla 12) , che nega la irrotazionalità del campo gravitazionale (vedi 6)) in presenza di campi elettrici e magnetici non statici, ferma restando la inesistenza di correnti magnetiche create da un monopolo magnetico, e quindi l'identità $J_m = 0$. La 12) prevede nuovi inattesi fenomeni fisici, perché, se è vero, come abbiamo appena visto, che gli effetti dei moti di masse su campi elettrici e magnetici sono sostanzialmente inapprezzabili, viceversa per quelli dei campi elettromagnetici sui moti delle masse (sul campo gravitazionale) sarebbe vero esattamente il contrario.

Effetti delle equazioni unificate sulla possibilità di creare un campo gravitazionale a partire da campi elettromagnetici

Vediamo come si trasforma la 12) scrivendola in forma integrale:

15) $$\oint \underline{X} \cdot \underline{ds} = - \kappa_0 \lambda_0 I + \kappa_0 \frac{\partial}{\partial t} (\text{flusso di } \underline{B}) - \kappa_0 \lambda_0 \frac{\partial}{\partial t} (\text{flusso di } \underline{D}) .$$

Supponiamo di voler realizzare un apparato elettromagnetico che sfrutti la 15) per generare un campo gravitazionale opposto a quello terrestre, in pratica un apparato elettromagnetico per la *levitazione gravitazionale*.

Considerando i termini al secondo membro, ci vengono offerte due possibili vie:

1 - Sfruttare il termine di corrente e quindi adoperare una corrente continua.

2 - Sfruttare i termini di flusso elettromagnetico e quindi adoperare generatori di corrente alternata in grado di generare campi elettromagnetici tempovarianti.

La prima soluzione parrebbe quella più abbordabile anche per la semplicità degli apparati composti da un generatore di corrente continua ed una bobina.

Sarebbe, infatti, sufficiente far circolare una corrente opportuna, in una spira circolare per produrre un campo gravitazionale orientato perpendicolarmente al campo della spira e, quindi, in grado di farla sollevare.

La presenza del termine moltiplicativo $\kappa_0 \lambda_0$, purtroppo, rende impraticabile questa soluzione. Supponendo, infatti, di essere in presenza di campi elettrostatici, e considerando il campo $\underline{X}$ prodotto costante in intensità e direzione lungo il piano della spira (questa è in realtà solo una approssimazione, in quanto il campo gravitazionale è perfettamente verticale al piano della spira solo al centro di essa, mentre tende a ruotare intorno al conduttore quando ci si allontana dal centro) la 15) può essere scritta come segue:

$$X \oint \underline{ds} = X\, 2\pi R = \kappa_0 \lambda_0 I ,$$

da cui:

$$X = \kappa_0 \lambda_0 I/2\pi R .$$

A questo punto, ricordando che $g = 9{,}8 \text{ m s}^{-2}$ (ovvero N/Kg) è l'accelerazione di gravità media sulla terra, e supponendo di disporre di una spira di raggio R = 1 m , se ne ricava che la corrente necessaria per produrre il sollevamento sarebbe pari a:

$I = 6,28 \times 9,8 / (30 \times \cdot 4,306 \times 10^{-10}) = 4,76\ 10^{9}$ Ampere ,

che è purtroppo un valore del tutto incompatibile con la dissipazione per effetto Joule che affligge i tradizionali conduttori, oltre che una corrente difficilmente generabile.

Il problema potrebbe forse essere risolto nell'ambito della tecnologia dei superconduttori, ma vogliamo vagliare alternative differenti e tecnologicamente più agevoli. Ripieghiamo, quindi, sull'uso di campi elettrici e magnetici tempovarianti, soffermando la nostra attenzione sul termine legato alle variazioni nel tempo del flusso magnetico. Anche in questo caso, per poter generare un campo $\underline{X}$ opposto alla direzione della attrazione gravitazionale terrestre, si può pensare di ricorrere ad una spira "magnetica" circolare di raggio r , e nuovamente supporremo $\underline{X}$ costante (indipendente cioè da $\underline{ds}$, pur consci del fatto che questa approssimazione è valida solo nei pressi del centro della spira). Nell'attuale ipotesi il campo $\underline{X}$ ha una direzione ortogonale al piano della spira e dipende unicamente dal tempo, essendo indotto dal flusso dei campi elettromagnetici tempovarianti. Estraendo X(t) dall'integrale a sinistra della 15), tale termine diviene pari a: 2π r X(t) . A questo punto non resta che progettare la spira magnetica in grado di produrre le variazioni di campo che appaiono a destra della equazione 15).

Per generare un campo siffatto possiamo pensare di adoperare un solenoide toroidale avvolto su ferro. Questo accorgimento ci consente di "amplificare" l'effetto del termine μ_0 (permeabilità magnetica nel vuoto, che vale $1,2566 \times 10^{-6}$ m Kg C^{-2}), che nel nostro caso va moltiplicato per un termine aggiuntivo μ_r, una costante pura che per il ferro ha un valore di circa 800. Indicheremo con $\mu_{ferr} = \mu_0 \mu_r$ il termine che sostituisce la permeabilità magnetica nel vuoto, per avvolgimenti su ferro. Vediamo subito perché un simile dispositivo potrebbe rispondere, in linea di principio, alle nostre esigenze. Ogni spira dell'avvolgimento genera, percorsa da corrente, un campo magnetico ortogonale alla spira. Possiamo avvolgere le spire seguendo il "cerchio magnetico" che desideriamo realizzare. Ciò che si ottiene è, appunto, una bobina a forma di toro circolare. Indichiamo con N_s il numero di spire che formano la bobina, con R il raggio del toro e con r il raggio di ciascuna delle spire minori che avvolte formano il toro, e passiamo a calcolare il campo magnetico indotto dalla corrente I(t) . Partendo dall'integrale della 11) , calcolato nella ipotesi che $\underline{D}$ ed ed $\underline{R}$ siano costanti, si ha:

$$\oint \underline{H} \cdot \underline{ds} = I(t) .$$

Questa equazione è applicabile a ciascuna delle spire circolari che formano l'avvolgimento. Le linee del campo $\underline{H}$ divengono, per simmetria, circolari e coassiali e quindi il campo scalare H complessivo indotto è pari a:

$$H(t) = N_s I(t) / 2\pi r ,$$

da cui:

$$B(t) = \mu_{ferr} H = \mu_{ferr} N_s I(t) / 2\pi r .$$

Se utilizziamo un generatore di corrente alternata con pulsazione ϖ_0 si ottiene per la I(t) l'espressione sinusoidale: $I(t) = I_0 \sin(\varpi_0 t)$, e quindi:

$$B(t) = \mu_{ferr} H = \mu_{ferr} N_s I_0 \sin(\varpi_0 t) / 2\pi r .$$

A questo punto torniamo alla 15). Sappiamo che con correnti ordinarie il primo termine di corrente, a sinistra, può essere trascurato; inoltre trascuriamo, per ora, anche la derivata parziale di $\underline{D}$ rispetto al tempo, che andrà comunque riportata in conto alla fine del calcolo, poiché questa componente nasce per induzione ogni qual volta si generano campi magnetici tempovarianti, ed è inseparabile da essi (con la conseguenza che il rendimento complessivo del nostro "motore antigravitazionale" cala considerevolmente, tenuto conto del fatto che il lavoro associato al generatore del campo gravitazionale verrà in parte dissipato dalla resistenza del conduttore ed in parte impiegato per la generazione del campo indotto ma indesiderato $\underline{D}$). Ecco la forma che prende l'equazione, ferma restando l'ipotesi di indipendenza di $\underline{X}(t)$ da $\underline{ds}$:

$$2\pi R\, \underline{X}(t) = \kappa_0 \frac{\partial}{\partial t} (\text{flusso di } \underline{B}) .$$

Applicando ad essa il valore (scalare) di B(t) prodotto dal toro circolare si ottiene:

$$2\pi R\, X(t) = [\kappa_0 \mu_{ferr} N_s I_0 \frac{\partial}{\partial t} \sin(\varpi_0 t)] / 2\pi r .$$

Da qui si ottiene:

$$4\pi^2 rR\, X(t) = \kappa_0 \mu_{ferr} N_s I_0 \varpi_0 \cos(\varpi_0 t) ,$$

e quindi in definitiva:

16) $X(t) = \kappa_0 \mu_{ferr} N_s I_0 \varpi_0 \cos(\varpi_0 t) / 4\pi^2 rR$.

Per avere un'idea di come vanno quantitativamente le cose, supponiamo di utilizzare un toro di raggio R = 6 m , avente sezione circolare di raggio r = 0,005 m , e conduttori a sezione s = 0,001 m (sicché il numero di spire massimo ottenibile con un solo avvolgimento sarà: $N_s = 2\pi R / s = 37700$). Un siffatto toro avrà un volume pari a:

$$V = \pi r^2 \times 2\pi R = 2\pi^2 r^2 R = 2{,}95 \times 10^{-3}\ m^3 ,$$

e una massa che si deduce dal valore precedente moltiplicandolo per la densità del materiale di composizione. Sebbene l'avvolgimento sia su ferro, mentre il materiale di conduzione sarebbe, in generale, di rame, supporremo per semplicità che tutta la struttura toroidale sia in ferro, sicché, indicata con D_{ferr} la densità volumetrica di questo materiale, che considereremo pari a 9,7 10^3 Kg/m^3 , la massa complessiva risulterà pari a $M = D_{ferr} V = 28{,}7$ Kg .

Tornando al nostro punto, per sollevare il toro sarà necessario produrre un valore massimo di X(t) (che si ottiene considerando la condizione di picco del coseno, cioè quando questo raggiunge il suo valore massimo pari ad 1) pari al richiamato valore "critico" 9,8 N/Kg . Possiamo ricavare quindi la necessaria frequenza di alimentazione partendo dall'espressione del campo prodotto:

$$X = \kappa_0 \mu_{ferr} N_s I_0 \varpi_0 / 4\pi^2 rR = 9{,}8 ,$$

la quale implica:

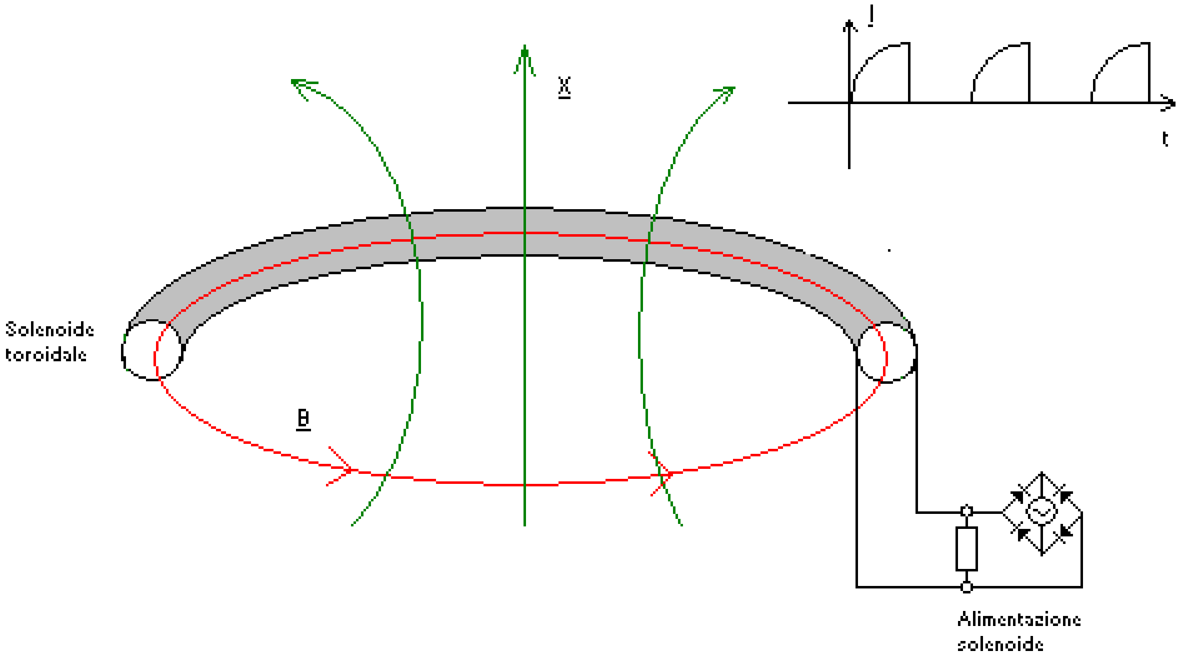
$$\varpi_0 = 2\pi f = 4\pi^2 rRX / \kappa_0 \mu_{ferr} N_s I_0 \ (f = \text{frequenza}) ,$$

ovvero:

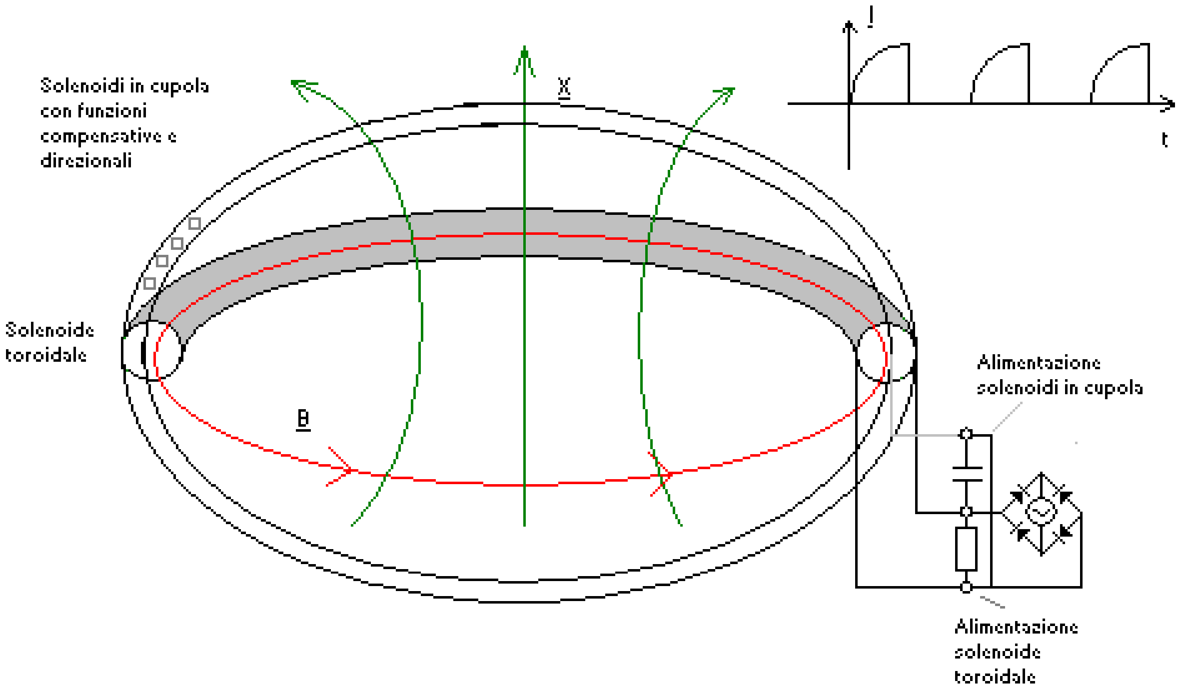
$$f = 2\pi\, rRX/\kappa_0 \mu_{ferr} N_s I_0 .$$

Ricorrendo ad una corrente di 1 Ampere si ottiene, per il generatore di corrente, che la frequenza di alimentazione necessaria per il sollevamento è di circa 110 Mhz.

Ci sarebbe però un altro problema da risolvere. Essendo la corrente alternata di tipo sinusoidale, più che sollevarsi, il nostro veicolo sarebbe soggetto ad una vibrazione verticale di altissima frequenza, quale quella precedentemente stimata. L'alimentatore del sistema non può essere quindi puramente sinusoidale, ma andrebbe adoperata, semmai, una sinusoide raddrizzata con le "gobbe" troncate al primo quarto. L'operazione di "raddrizzamento" della sinusoide si può ottenere con l'uso di un ponte di raddrizzamento e di un filtro opportuno. Ecco una immagine dell'apparato proposto:



Si porrebbe, a questo punto, pure la questione dello spostamento dell'eventuale macchina volante nelle diverse direzioni. Una possibile soluzione sarebbe quella di costruire una cupola tale che le linee di forza del campo gravitazionale prodotto siano, punto per punto, ortogonali ad essa. Sulla cupola, poi, andrebbero alloggiati gli apparati per produrre il campo gravitazionale di compensazione. Un'idea potrebbe essere quella di ricoprire la cupola con una serie di solenoidi toroidali compositi di piccole dimensioni, ma si potrebbe anche tentare di utilizzare il campo elettrico, e quindi l'ultima componente della 15), approfittando inoltre del "piccolo" vantaggio offerto dal fattore moltiplicativo λ_0. La soluzione proposta consente di creare da un lato lo spostamento dell'apparato in qualunque direzione, dall'altro consente di riutilizzare i piccoli solenoidi toroidali per ridurre le vibrazioni del "velivolo", alimentandoli, magari, con una corrente sfasata di 90 gradi rispetto a quella che alimenta il solenoide toroidale principale. Ecco un'immagine dell'apparato proposto in sezione:



Non è difficile riconoscere, nella macchina, la classica forma a sfera schiacciata di un UFO, e non può, sempre rimanendo nel *fantastico*, non tornare alla mente l'apparizione dei primi di questi oggetti intorno agli anni 50. Il vero problema è che la frequenza di alimentazione sembra difficilmente compatibile con la tecnologia dell'epoca, quindi **il mistero resta**, anche se è interessante notare che questo tipo di apparecchio potrebbe produrre effetti molto simili a quelli che solitamente vengono associati agli avvistamenti di UFO, vediamone alcuni. L'elevata frequenza genera correnti indotte, e quindi può provocare bruciature o carbonizzare composti biologici (piante, animali, etc.) che si avvicinino all'apparato in funzione, esattamente come accade in un forno a microonde. La gravità inversa prodotta dall'oggetto provocherebbe una forza repulsiva gravitazionale nella parte inferiore di esso, e quindi lo schiacciamento di superfici (ad esempio manto erboso) pur senza che il sistema vi si sia fisicamente poggiato. La parte superiore della sfera, invece, presenterebbe una forza gravitazionale attrattiva che produce una compressione dell'aria con conseguente riscaldamento, rendendo possibili anche fenomeni di luminescenza. La compressione dell'aria indotta nella parte superiore potrebbe a sua volta provocare fenomeni di diffrazione, rendendo vaghi i contorni dell'ipotetico veicolo.

Infine, il sistema può interferire con sistemi elettronici, provocando disturbi radio o inducendo correnti tali da distruggere gli strumenti, o bloccarne temporaneamente il funzionamento. Possono, in questo caso, venire in mente i blocchi dei motori di normali autoveicoli, spesso segnalati nel corso di avvistamenti, a causa della interferenza per induzione elettromagnetica con le bobine degli spinterogeni.

L'esperimento Rainbow: possibile?

Visto che ci siamo già "screditati" abbastanza agli occhi del paziente lettore, arrivando a dare una "spiegazione" razionale alle fantasticherie ufologiche, perché non ritornare alla fantasia primitiva da cui eravamo partiti?

Veniamo, quindi, all'esperimento Rainbow che ci ispirò, quasi oltre 15 anni fa, le bizzarrie che abbiamo esposto. Da un punto di vista puramente teorico, disponendo i solenoidi su una sfera, anziché su una cupola, come per il famoso esperimento, si potrebbe generare un campo antigravitazionale centrato sul centro della sfera. Se, in linea di principio, i solenoidi sono alimentati ad alta frequenza e con intensità di corrente elevate, il campo antigravitazionale potrebbe provocare una deviazione della luce verso l'esterno del campo, e non verso l'interno come accade, ad esempio, nei pressi di un campo gravitazionale tradizionale ed attrattivo intenso quale quello di un buco nero.

Inutile dire che, proseguendo sulla via di speculazioni quasi fantasiose, ci sarebbero effetti anche sullo spazio-tempo. Sempre in teoria, mentre nei pressi di un campo gravitazionale attrattivo di notevoli dimensioni il tempo scorre più lentamente, in un campo antigravitazionale artificiale il tempo scorrerebbe più velocemente, facendo apparire "il mondo esterno" praticamente fermo. La stravaganza considerata consentirebbe lo spostamento della nave a velocità che per il mondo esterno sarebbero pressoché istantanee! Esisterebbero anche delle ulteriori particolari anomalie, dovute alla distanza dal centro della sfera che produce il campo. Infatti, il tempo, evidentemente, scorrerebbe più veloce man mano che ci si avvicina al centro della sfera, come dire in buona sostanza che l'interno della sfera viaggerebbe più velocemente della parte esterna della nave, con conseguenze difficili da immaginare.

Altro, straordinario, risultato sarebbe la possibilità di costruire una macchina del tempo che, vista la possibilità di generare campi gravitazionali inversi, potrebbe scorrere al contrario consentendo viaggi nel passato, e non solo quelli nel futuro già contemplati dalla relatività einsteniana!!

Soltanto un'idea bizzarra?

E' con mia somma meraviglia che, solo pochi giorni or sono, durante una delle mie peregrinazioni attraverso le autostrade telematiche, mi sono imbattuto in una sconcertante teoria, peraltro estremamente ben congegnata, e con basi logiche che vanno assai oltre la mia semplice idea di simmetrizzazione. Ebbene, la teoria espone risultati ed equazioni non molto dissimili da quelle illustrate in questo lavoro. Essa porta il nome del fisico tedesco Burkhard Heim (scomparso, purtroppo, il 14 gennaio del 2001), ed è reperibile in linea al seguente indirizzo:

http://www.mufon-ces.org/docs/heimphysics.pdf ,

relativo al documento: *The Physics of Burkhard Heim and its Applications to Space Propulsion*, by Illobrand von Ludwiger, M.Sc., realizzato per la presentazione al primo Workshop Europeo sulla Field Propulsion, 20-22, Gennaio 2001, University of Sussex, Brighton, GB.

Sintetizzarla in maniera corretta è pressoché impossibile, ma possiamo delineare le linee di fondo ed il percorso logico seguito da Heim. L'obiettivo che si è posto lo scienziato è stato quello di comprendere se le equazioni della Relatività Generale di Einstein potessero essere combinate e rese compatibili con quelle della fisica quantistica, adottando opportuni accorgimenti matematici ed in particolare una apposita matematica che fosse in grado di far transitare dallo spazio dei tensori della fisica dei sistemi macroscopici a quello della quantizzazione dello spazio-tempo, e quindi a ciò che Heim chiama spazio dei "selettori" per la fisica quantistica. Il tutto senza interruzioni o rotture, ma con un unico sistema di equazioni.

Ebbene, Heim non solo riesce nel suo intento, ma lo fa introducendo uno spazio ad 8 dimensioni ove, alle 4 tradizionali (3 per lo spazio ed una per il tempo) se ne aggiungono altre 4 virtuali. Uno spazio che potremmo definire "spazio delle configurazioni", ove sono allocate tutte le possibili forme della realtà, le dimensioni aggiuntive facendo riferimento al piano che descrive la probabilità dei cambiamenti di stato. Le equazioni spiegherebbero non solo la possibilità di considerare la Relatività e la Meccanica Quantistica come applicazioni particolari di esse, ma anche di desumere in maniera automatica, quali loro soluzioni, l'esistenza di 4 tipologie di particelle: fotoni, neutroni, cariche elettriche e gravitoni, di cui Heim calcola, sempre in base alle sue equazioni, il valore esatto delle rispettive costanti.

Ma non finisce qui. Le equazioni applicate allo cosmologia consentono di interpretare ciò che appare come espansione dell'universo quale effetto della espansione del *metrone* (quanto di spazio) e del *cronone* (quanto di tempo), e quindi di calcolare il momento iniziale corrispondente alla nascita dell'Universo (la teoria non prevede alcun Big-Bang).

Quello che, però, è più rilevante ai nostri fini, è la applicazione di questa teoria alla fisica dell'elettromagnetismo, che porta alle equazioni di seguito riportate:

$$\nabla \times \left(\overline{E} + \sqrt{\frac{\alpha}{\mu_0}}\,\overline{\Gamma} \right) = -\mu_0 \frac{\partial}{\partial t}\left(\overline{H} + \sqrt{\frac{\beta}{\mu_0}}\,\overline{\mu} \right)$$

$$\nabla \times \left(\overline{H} + \sqrt{\frac{\beta}{\mu_0}}\,\overline{\mu} \right) = \overline{j}_0 + \sqrt{\frac{\beta}{\mu_o}}\,\overline{j}_m + \varepsilon_0 \frac{\partial}{\partial t}\left(\overline{E} + \sqrt{\frac{\alpha}{\varepsilon_0}}\,\overline{\Gamma} \right)$$

Ove:

Γ = campo gravitazionale

μ = mesofield

α = permettività gravitazionale nel vuoto ($1/4\pi\gamma = 1.19 \times 10^{9}$ s^2kg/m^3)

γ = costante di gravitazione universale ($\gamma = 6.67422 \times 10^{-11}$ m^3/s^2 kg)

ß = $1/\alpha c^2$ (9.34×10^{-27} m/kg)

c = velocità della luce (3×10^{8} ms)

j_e = densità di corrente elettrica

j_m = densità di corrente di massa .

Heim aveva lavorato, fino al 1954, presso il Max-Planck-Institut di Goettingen, che abbandonò a causa di un grave handicap che lo privò dell'uso degli occhi e delle mani. Tra il 1979 e il 1984 pose mano ad una voluminosa opera (699 pagine) in cui espose l'intera teoria. Quando uscì il volume praticamente nessuno ricordava che Heim già nel 1959 era divenuto famoso proponendo un nuovo sistema di propulsione astronautico.

- - - - -

[Per una presentazione dell'autore si rimanda al suo articolo pubblicato nella prima parte di questo stesso numero di *Episteme*]

sabato.scala@libero.it