Agostino Monorchio
Mail: a.monorchio@iet.unipi.it

05.10.2015

RADIAZIONE = processo in cui un'energia viaggia attraverso un mezzo e si deposita in qualche modo

Le radiazioni sono IONIZZANTI e non IONIZZANTI

Quelle non ionizzanti ci interessano nel corso, e hanno:

- energia minore
- producono calore
- sono ultravioletti, radio & TV, infrarossi, ecc...
- causano cambiamenti di configurazione di molecole o atomi

Non si dimostra che fanno bene, né che fanno male → solo le compagnie telefoniche sono apparate per le linee elettriche ad alta tensione.

Lo spettro elettromagnetico distingue i 2 tipi di radiazioni (3 BLOCCHI:
10^2-10^{16} Hz → non ionizzanti
10^{16}-10^{20} Hz → ionizzanti)

SORGENTE (emettitore) ⟶ PERCORSO DI ACCOPPIAMENTO ⟶ RICEVITORE (vittima)

↑ intenzionale (es: cellulare)
non intenzionale (es: saldatore)

Importante valutare il percorso

Esempi: RM → acquisizione immagini

ABLAZIONE → permette di operare in day hospital tumori del fegato bruciando la zona

IPERTERMIA + RM → medicinali che riescono il principio attivo nelle zone calde

RIPASSO DI MATEMATICA, FISICA II

Soprattutto sistemi di coordinate sferiche per descrivere le antenne

CAMPO SCALARE = campo definito da una funzione scalare (es: curve isobare)

CAMPO VETORIALE = ad ogni punto è associata una direzione e un verso, detta un'intensità

Si usa $\underline{r}$ che indica r, θ, ϕ o x, y, z (secondo il sistema)

Ci possono essere componenti di campo che dipendono da altre componenti.

Campo elettrico e magnetico sono vettoriali

CAMPO ← STATICO → indipendente dal tempo
DINAMICO → dipendente dal tempo

Il GRADIENTE è un vettore che misura la rapidità di variazione del campo scalare ed è diretto nella direzione lungo la quale il campo è più rapidamente variabile: $\text{grad } f = \nabla f$

$$\nabla f = \left(\frac{\partial f}{\partial x}\hat{i}_x + \frac{\partial f}{\partial y}\hat{i}_y + \frac{\partial f}{\partial z}\hat{i}_z\right)$$

Linearità
regola del prodotto
" " quoziente

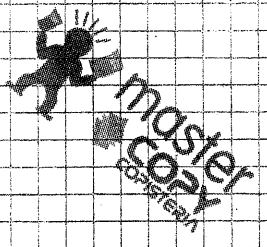
→ operatore grad

Il ROTORE descrive la capacità che ha un campo di vettore → è un vettore: $\text{rot}\,\underline{A} = \nabla \times \underline{A} = \left(\frac{\partial A_z}{\partial y} - \frac{\partial A_y}{\partial z}\right)\underline{i}_x + \left(\frac{\partial A_x}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial x}\right)\underline{i}_y + \left(\frac{\partial A_y}{\partial x} - \frac{\partial A_x}{\partial y}\right)\underline{i}_z$

$\underline{i}_n \cdot \nabla \times \underline{A} \triangleq \lim_{ds \to 0} \frac{\oint \underline{A} \cdot d\underline{l}}{ds}$ ← definizione

$\underline{i}_n$ → proiezione lungo la normale

Proprietà:
- il rotore di un gradiente è nullo → $\nabla \times (\nabla \cdot f) = 0$
- se è nullo il campo è irrotazionale
- linearità



Importante il teorema di Stokes:

$$\oint_L \underline{A} \cdot d\underline{l} = \iint_S (\nabla \times \underline{A}) \cdot \underline{i}_n \, dS$$

La DIVERGENZA è la tendenza del campo a divergere o a addensarsi in un punto: $\nabla \cdot \underline{A} \triangleq \lim_{\Delta V \to 0} \frac{\oint \underline{A} \cdot \underline{i}_n \, dS}{\Delta V}$

Proprietà:
- divergenza di un rotore = 0
- linearità
- ... vedi slide

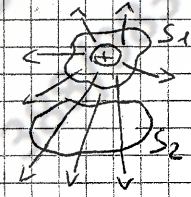
campo irrotazionale ↑ , campo solenoidale →

Teorema di Helmholtz: $\underline{Q} = \underline{Q}_i + \underline{Q}_s$

Teorema di Gauss: $\iint_S \underline{E} \cdot \underline{i}_n \, dS = Q$

Teorema della divergenza: $\iint_{S_2} \underline{E} \cdot \underline{i}_n \, dS = 0$

$\oint_S \underline{A} \cdot \underline{i}_n \, dS = \iiint_V (\nabla \cdot \underline{A}) \, dV$



— ∘ — ∘ — ∘ —

Dominio tempo & frequenza

Ci sono fenomeni che per forza vanno studiati nel tempo, non sempre si risolve con i fasori (es: con segnali a banda larga si frequenta)

I tessuti al variare della frequenza hanno permettività diverse quindi è utile lavorare nel dominio tempo.

Se siamo in regime monocromatico (1 frequenza), rappresento un punto con ampiezza e fase → FASORE

Una rappresentazione equivalente è parte reale + j parte immaginaria

$\to A e^{j\phi}$

$$\text{Re}\left\{A e^{j\phi} e^{j\omega t}\right\} = A\cos(\omega t + \phi)$$

Modulo e fase fanno riferimento alla funzione temporale, mentre nello spazio ho un campo, in cui ogni componente è un fasore con stessa ampiezza e fase: $\underline{E} = \underline{E}_x \underline{i}_x + \underline{E}_y \underline{i}_y + \underline{E}_z \underline{i}_z$ (fasore, fasore, fasore)

EQUAZIONI DI MAXWELL

06.10.2015

6 eq. in 6 incognite accoppiate tra di loro.
Ogni campo dipende sia dalla posizione sia dal tempo.

1) $\nabla \times \underline{e}(\underline{r},t) = -\frac{\partial}{\partial t}\underline{b}(\underline{r},t)$

2) $\nabla \times \underline{h}(\underline{r},t) = \frac{\partial}{\partial t}\underline{d}(\underline{r},t) + \underline{j}(\underline{r},t)$

3) $\nabla \times \underline{d}(\underline{r},t) = \underline{\rho}(\underline{r},t)$

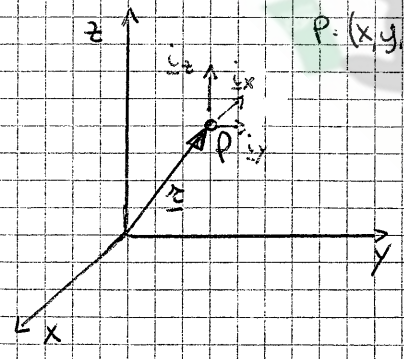
4) $\nabla \times \underline{b}(\underline{r},t) = 0$

La 4ª equazione è contenuta nella 1ª, mentre la 3ª nella 2ª.
Le equazioni di Maxwell si ottengono prendendo un punto in cui sono applicabili e facendo una media

1) È la legge di Maxwell - Faraday
2) " " " di Ampère generalizzata
3) " " " di Gauss
4) " " " di Gauss per il magnetismo

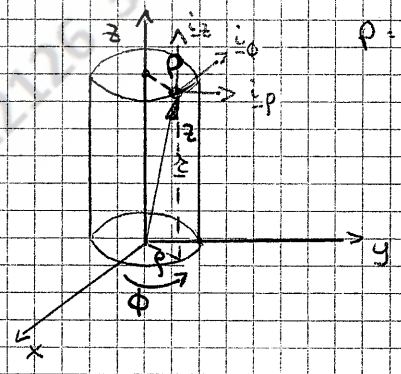
COORDINATE

- CARTESIANE



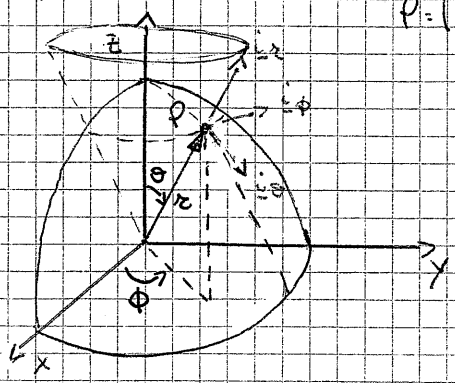
$P = (x,y,z)$

- CILINDRICHE



$P = (\rho, \phi, z)$

- SFERICHE



$P = (r, \vartheta, \phi)$

$x \to \rho\cos\phi \to r\sin\vartheta\cos\phi$

$y \to \rho\sin\phi \to r\sin\vartheta\sin\phi$

$z \to z \to r\cos\vartheta$

master COPY COPISTERIA

ELETTROSTATICA e MAGNETOSTATICA

Tutti i fenomeni elettrici e magnetici hanno origine dalle cariche elettriche → il CAMPO ELETTRICO è l'effetto prodotto da una carica elettrica in una certa zona di spazio e deriva dalla Legge di Coulomb che descrive le interazioni tra particelle elettricamente cariche.

Tra cariche elettriche si esercita una forza:

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}$$ LEGGE DI COULOMB

ε_0 = costante dielettrica del vuoto = $8.854 \cdot 10^{-12}\ \frac{F}{m}$

Insieme di cariche ⇒ campo di forze

CAMPO ELETTRICO = "forza per unità di carica" = $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ $\left[\frac{V}{m}\right]$

Equivale a → $\vec{E} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\vec{r}}{r^2}$

CAMPO ELETTRICO PER UN DIPOLO: $E_r = \frac{Q\,d}{4\pi\varepsilon_0 r^3}\,2\cos\theta$

$E_\theta = \frac{Q\,d}{4\pi\varepsilon_0 r^3}\,\sin\theta$

CAMPO ELETTRICO PER UN CONDENSATORE PIANO: $E = \frac{V_{12}}{d} = \frac{Q}{\varepsilon_0 S}$

$C = \frac{Q}{V_{12}}$ e $C = \varepsilon_0\frac{S}{d}$

CAMPO DI SPOSTAMENTO ELETTRICO = $\vec{D}$ → rappresenta lo spostamento per gli effetti di cariche libere all'interno dei materiali. È anche detto campo di induzione elettrica.

$$\vec{D} = \varepsilon_0\vec{E} + \vec{P} \qquad \left[\frac{C}{m^2}\right]$$

Nello spazio libero l'induzione elettrica è equivalente alla densità di flusso (Legge di Gauss).

In un materiale dielettrico ho, inoltre, di un campo elettrico causa perdite legate al materiale, ha separato le cariche e induce un momento di dipolo elettrico locale.

P = campo di polarizzazione ; E = campo elettrico

In un dielettrico isotropico (cioè omogeneo, P dipende linearmente dal campo elettrico:

$$\vec{P} = \varepsilon_0 \chi \vec{E}$$

N.B.: Un DIELETTRICO viene polarizzato dal campo elettrico, ma la conduzione è impossibile.

χ = suscettività dielettrica → nel vuoto vale 1, nell'acqua vale 78.5-80

$$\vec{D} = \varepsilon_0(1+\chi)\vec{E} = \varepsilon_0\varepsilon_r\vec{E} = \varepsilon\vec{E}$$

ε_r = costante dielettrica del mezzo (relativa)
(Nel caso di mezzi anisotropici ε_r è un tensore)

N.B.: POLARIZZAZIONE NEI MATERIALI → l'effetto della polarizzazione elettrica può essere descritto ricorrendo la polarizzazione dei dipoli microscopici o in maniera macroscopica che descrive il comportamento del materiale soggetto al campo elettrico esterno. IL VETTORE DI POLARIZZAZIONE P è il dipolo elettrico per unità di volume posseduto dal materiale.

Quando le cariche elettriche sono in movimento (quando c'è cioè corrente elettrica) esse danno origine a un CAMPO MAGNETICO.

Cariche immobili → solo campo elettrico
Cariche in movimento → campo elettrico + campo magnetico

Il campo magnetico è quindi prodotto da cariche elettriche in movimento, da campi elettrici variabili nel tempo e da campi magnetici "intrinseci" di una particella elementare (associati al suo spin). Deriva dalla Legge di Ampère che esprime l'interazione tra due spire percorse da corrente:

$$\oint_\ell \vec{H} \cdot d\vec{\ell} = i \qquad \text{LEGGE DI AMPÈRE}$$

H = campo magnetico $\left[\frac{A}{m}\right]$

A differenza delle linee di campo elettrico che si originano dalle cariche positive e terminano su quelle negative le linee di campo magnetico circondano le correnti e creano percorsi chiusi senza origine né fine.

CAMPO MAGNETICO PER UN FILO RETTILINEO INFINITAMENTE LUNGO:

$$H = \frac{i}{2\pi r} \qquad \text{LEGGE DI Biot-Savart}$$

Il campo magnetico agisce su un oggetto elettricamente carico mediante la forza di Lorentz (nel caso di una carica elettrica in movimento) oppure tramite il momento torcente che agisce su un dipolo magnetico.

Nei materiali solitamente si introduce un campo magnetico indicato con H (che si misura in A/m), mentre con B si indica il campo magnetico in un punto che sia nel vuoto o nel materiale (B è anche detto vettore di induzione magnetica o densità di flusso magnetico, e si misura in tesla, o anche Wb/m^2).

Weber

I vettori B e H nel vuoto indicano entrambi il campo magnetico in un punto. In un mezzo invece, il campo B nel materiale è diverso da quello esterno perché il materiale si polarizza → si introduce il vettore di magnetizzazione M, che rappresenta un contributo al campo applicato.
Tramite un fattore $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{m}$ si riportano le 3 grandezze a una comune unità di misura.

$$\underline{H} = \frac{\underline{B}}{\mu_0} + \underline{M} \qquad \text{con} \quad \underline{B} = \mu \underline{H} = \mu_0 \mu_r \underline{H}$$

(μ: permeabilità magnetica del materiale)

μ_0 = costante magnetica ; $\underline{M} = \frac{\mu}{V}$ (μ = momento di dipolo) = momento di dipolo magnetico per unità di volume posseduto dal materiale

$$\underline{B} = \mu_0 \underline{H} + \underline{M}$$

Tiene conto del fatto che gli elettroni allineano mediamente il loro momento magnetico intrinseco (spin) nella direzione del campo e inoltre compiono moti di precessione attorno a tale direzione in senso orario o antiorario secondo il segno della carica elettrica.

In ambito ingegneristico si utilizza la convenzione:

- $\bar{E}, H$ → campo elettrico e campo magnetico
- D, B → induzione elettrica e induzione magnetica (risposta del mezzo all'eccitazione elettromagnetica)