

Onde elettromagnetiche

github.com/asdrubalini

May 10, 2021

1 Onda elettromagnetica

Come suggerisce il nome, un'onda elettro-magnetica è una combinazione di un'onda elettrica ed un'onda magnetica che si propaga all'interno dello spazio e che è in grado di trasportare energia da un punto di partenza ad un punto di arrivo.

2 Definizione del campo elettrico

Il campo elettrico si rappresenta con la lettera E

$$\bar{E}^+(x, t) = E_M^+ \cdot e^{j\omega(t - \frac{x}{u})} \quad (1)$$

Con k si indica la costante di fase che è definita con seguente rapporto

$$k = \frac{\omega}{u} \quad (2)$$

quindi

$$\bar{E}^+(x, t) = E_M^+ \cdot e^{j(\omega t - kx)} \quad (3)$$

3 Definizione del campo magnetico

Il campo magnetico si rappresenta con la lettera H

4 Velocità di onde elettromagnetiche

La velocità di un'onda elettromagnetica è costante e si può calcolare con

$$u = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}} \quad [m/s] \quad (4)$$

dove μ è la permeabilità magnetica e ε è la permittività elettrica. Nel vuoto, la formula diventa

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0}} = 299792458 \text{ [m/s]} \quad (5)$$

La permeabilità magnetica si può esprimere come il prodotto

$$\mu = \mu_0 \mu_r \quad (6)$$

dove μ_0 è la permeabilità magnetica del vuoto e μ_r è la permeabilità magnetica relativa del materiale.

Allo stesso modo, la permittività elettrica si può esprimere come il prodotto

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r \quad (7)$$

dove ε_0 è la permittività elettrica del vuoto e ε_r è la permittività elettrica relativa del materiale.

5 Impedenza caratteristica

L'impedenza caratteristica del vuoto è costante e si può calcolare con

$$Z_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} = c_0 \mu_0 \approx 377 \text{ } [\Omega] \quad (8)$$

In generale, l'impedenza caratteristica di un mezzo diverso dal vuoto si calcola con

$$Z = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} = c\mu = Z_0 \frac{u}{c} \text{ } [\Omega] \quad (9)$$

$$Z = Z_0 \sqrt{\frac{\mu_r}{\varepsilon_r}} \text{ } [\Omega] \quad (10)$$

6 Lunghezza d'onda, frequenza e altre caratteristiche di un'onda

Con la lettera greca lambda si rappresenta la lunghezza d'onda che si misura in metri.

$$\lambda = uT = \frac{u}{f} \text{ } [m] \quad (11)$$

$$\lambda = \frac{\omega}{kf} \quad (12)$$

Da cui ricaviamo che la costante di fase (k) si può calcolare, sapendo la lunghezza d'onda, con:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \quad (13)$$

7 Densità di potenza

Il campo elettromagnetico, essendo composto da una part di campo elettrico (E) ed una parte di campo magnetico (H), ha associata una potenza S che rappresenta l'energia che nell'unità di tempo attraversa una sueprficie.

$$S = \frac{1}{2} E_M H_M \quad (14)$$

Dove $H_M = \frac{E_M}{\zeta}$, quindi:

$$S = \frac{1}{2} \frac{E_M^2}{\zeta} \left[\frac{W}{m^2} \right] \quad (15)$$