Onde Elettromagnetiche e Mezzi Trasmissivi

Davide

October 20, 2019

Contents

1 Basi

1.1 Parametri di base

Banda del Segnale $\mathbf{B_s}$ insieme delle frequenze contenute nel segnale.

Banda Passante $\mathbf{B_m}$ insieme di frequenze che soddisfano una certa qualità.

1.1.1 Attenuazione

L'ampiezza di un onda elettromagnetica viene attenuata in maniera di tipo esponenziale $e^{-\alpha z}$.

Attenuazione $\alpha[Np/m]$

Fattore di conversione per ottenere α in [dB/m] avendo α in [Np/m]

$$\begin{aligned} \alpha_{dB} z &= -10 \log_{10} e^{-2\alpha z} \\ &= \mathbf{8.68}\, \alpha\, \mathbf{z} \\ \alpha_{dB} &= \mathbf{8.68}\, \alpha \end{aligned}$$

1.1.2 Velocità

Costante dielettrica relativa: $\varepsilon_\mathbf{r}$ dipende dal mezzo di trasmissione

Indice di rifrazione: $\mathbf{n} = \sqrt{\varepsilon_\mathbf{r}}$

$$v_f = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r}} = \frac{c}{n} \tag{1}$$

Ritardo

$$\tau = \frac{l}{v} = \frac{l}{c}n$$

1.1.3 Lunghezza d'onda

$$\lambda = \frac{v_f}{f} = \frac{c}{nf} \quad [m]$$

1.2 Fasori

Avendo il seganle $s(t) = A\cos(2\pi ft + \phi)$ il **fasore** è s(t) con un numero complesso e la frequenza sottointesa.

$$\mathbf{S} = \mathbf{A}\mathbf{e}^{\mathbf{j}\phi}$$

1.3 Trasformata di Fourier

L'antitrasformata di Fourier

$$s(t) = \mathcal{F}^{-1}\{S(f)\} = \int_{-\infty}^{\infty} S(f)\, e^{j\,2\pi ft}\,\mathrm{d}f \tag{2}$$

$S(f)$ viene chimata **trasformata di Fourier**

$$S(f) = \mathcal{F}\{s(t)\} = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)e^{-j2\pi ft}\,\mathrm{d}t \tag{3}$$

Segnale ritardato Sia s(t) un segnale, il segnale ritardato $z(t) = s(t-\tau)$ ha trasformata

$$Z(f) = \mathcal{F}\{s(t-\tau)\} = S(f)e^{-j2\pi f\tau} \tag{4}$$

1.4 Funzione di trasferimento

$$H(f) = |H(f)|e^{j\varphi_H(f)}$$

Dove:

- φ_H è il ritardo di fase
- $|H(f)|$ indica l'ampiezza delle armoniche in uscita
- $|H(f)|^2$ indica la relazione tra potenza d'ingresso e d'uscita

$$S_{out}(f) = S_{in}(f)H(f)$$

1.4.1 Esempi

- Se $H(f) = H_0$ allora il mezzo **NON distorce il segnale ma lo attenua** ($H_0 < 1$) del fattore costante H_0.
  Per esempio se $H_0 = 0.2$ l'ampiezza del segnale viene ridotta dell'80%

- Se $H(f) = H_0 e^{j\varphi_{H_0}}$ con tutto indipendente dalla frequenza, questo mezzo non genera un ritardo temporale ma **le componenti armoniche subiscono uno sfasamento comune**. Infatti $S(f)H(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-j(2\pi f t - \varphi_{H_0})}$

- $H(f) = H_0 e^{-j2\pi f\tau}$ l'attenuazione è costante mentre **la fase ha una dipendenza lineare con la frequenza**. Dalla (4) si ottiene

$$s_{out} = H_0 s_{in}(t - \tau) \tag{5}$$

$$\tau_g = -\frac{1}{2\pi}\frac{\mathrm{d}\varphi_H(f)}{\mathrm{d}f} \qquad [s]. \qquad \text{(ritardo di gruppo)}$$

  in questo caso $\tau_g = \tau$.

- Se φ_H non è lineare. Ogni armonica si propaga con una velocità diversa infatti $\tau_g(f)$ sarà dipendente dalla frequenza. Questa dipendenza è detta **dispersione cromatica**.

1.5 Problemi

1.5.1 Selettività in frequenza

1.5.2 Dispersione cromatica