

Lezione LACD

Inizio 23 febbraio 2026 + continua
Appunti dal cap.11 Leo

"Pulse signal terminology"

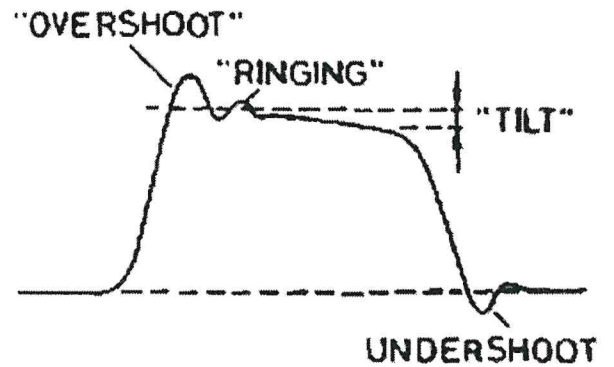
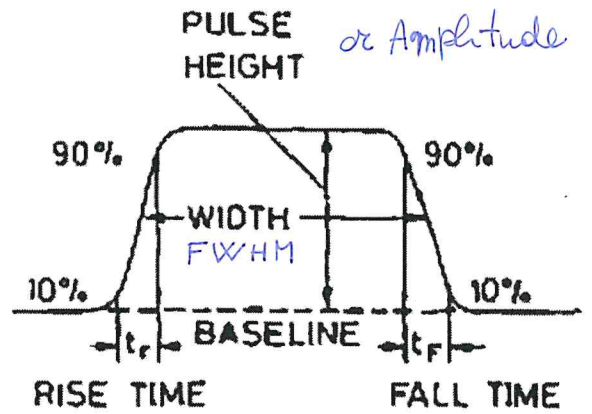
riprendiamo dalla terminologie per un impulso in corrente $i(t)$

o in tensione $V(t)$

Nel tempo:

- iniziale \rightarrow leading edge

- finale \rightarrow falling edge o tail



Possibili distorsioni \rightarrow

Teniamo anche conto che ci possono essere impulsi unipolari e bipolari



Nella lezione sui cavi coassiali: già visto "distorsioni" ed esempio attenuazione.

Si misura in dB

$$\text{Att(dB)} \equiv -10 \log_{10} \frac{P_{\text{out}}(W)}{P_{\text{in}}(W)}$$

$$\approx -20 \log_{10} \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}}$$

attenuazione in potenza
da non confondere con quella in ampiezza

se c'è adattamento in impedenza, cioè se non ci sono variazioni fra imp. ingr. e imp. uscite

(2)

- Esempi di valori:	Att. in dB
Se la potenza si riduce del 50%	3
10x	10
100x	20
1000x	30

- Applicazioni

Per i cavi coassiali visti (LEMO e BNC)

$$v \approx \frac{2}{3} c \approx 20 \text{ cm/ms}$$

e l'attenuazione dipende dalla frequenza

Ad es. per BNC (RG-58C/U)

$$\alpha = 0.17 \text{ dB/m a } 100 \text{ MHz}$$

- Esercizio

lunghezza max cavo BNC che trasmette segnale NIM

$$V_{in} = -800 \text{ mV}$$

$$\text{min } V_{out} = -600 \text{ mV}$$

⋮

$$\text{Att(dB)} = -20 \log_{10}(0.75) = +2.5 \text{ dB}$$

$$L = 2.5 / \alpha = 14.7 \text{ m}$$

Frequency Domain & Bandwidth


(3)

Per capire meglio le possibili distorsioni di un impulso $f(t)$ è molto istruttivo descriverlo anziché rispetto al tempo, in termini delle sue componenti in frequenza ω .

Analisi di Fourier

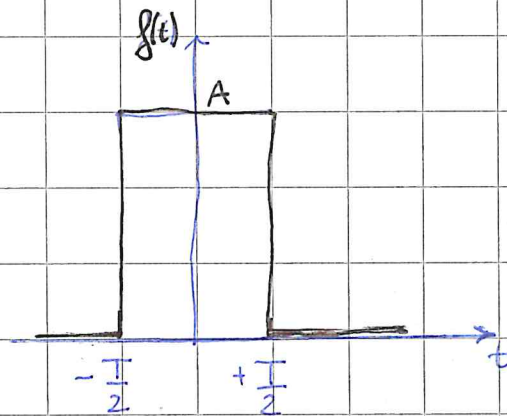
$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} g(\omega) e^{i\omega t} d\omega$$

$g(\omega)$ trasformata di F. $g(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt$
o spettro in frequenza di $f(t)$

Es. 

impulso rettangolare

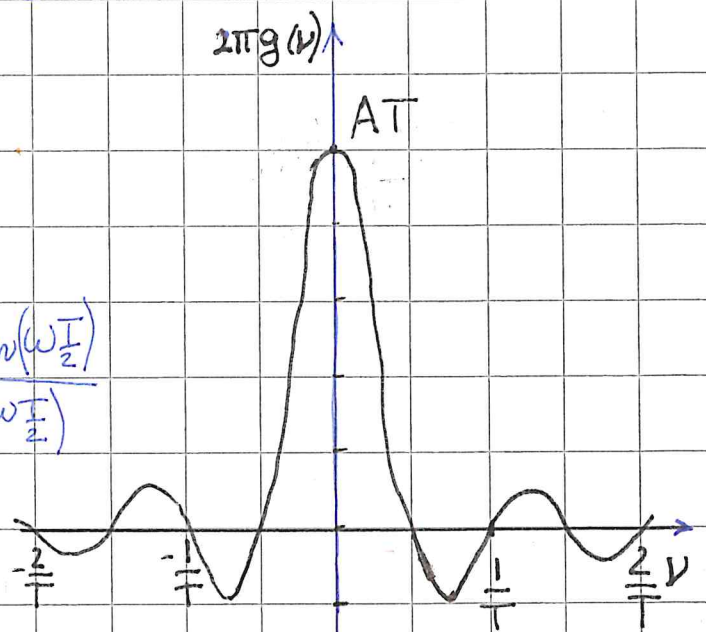
$$f(t) = \begin{cases} A & |t| < \frac{T}{2} \\ 0 & |t| > \frac{T}{2} \end{cases}$$



il suo spettro

$$g(\omega) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} A e^{-i\omega t} dt = \frac{AT}{\sqrt{2\pi}} \frac{\sin(\omega \frac{T}{2})}{(\omega \frac{T}{2})}$$

uso la frequenza $\nu = \frac{\omega}{2\pi}$



L'energia o potenza "contenuta"

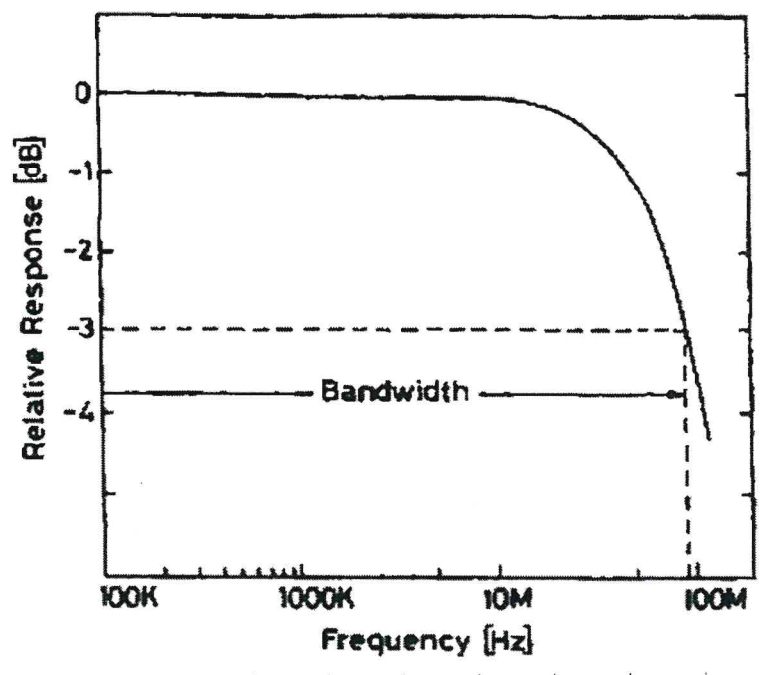
in ogni componente in frequenza $E(\omega) = |g(\omega)|^2$

Tutte le frequenze giocano il loro ruolo per ricostruire la funzione $f(t)$ di partenza.

Nei dispositivi elettronici, nei circuiti, compresi cavi e connettori bisognerebbe essere in grado di rispondere uniformemente a tutte le frequenze. Naturalmente non è possibile nella realtà per la presenza di componenti resistive e reattive.

Si definisce banda passante "band width" (anche larghezza di banda) l'intervallo delle frequenze per le quali l'attenuazione rimane entro i 3 dB.

Tipica curva di risposta in v



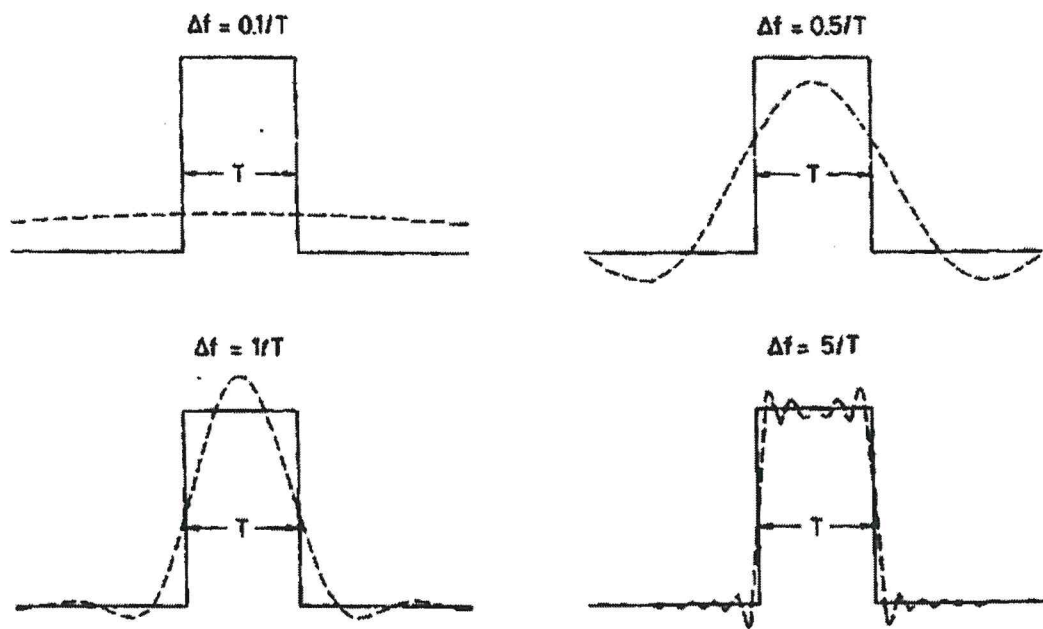
Si ottiene

ad esempio inviando un segnale sinusoidale in ingresso e guardando in uscita

- Ampiezza (o energia)
- e sfasamento

Con uno "scan" (varando) in frequenza

Vediamo in pratica come diversi tagli ΔF distorcerebbero un impulso rettangolare :



Il segnale distorto tratteggiato riesce a riprodurre la larghezza T solo per $\Delta f = 1/T$

Per riprodurre il fronte di salita mi servono anche le frequenze più alte.

Quelle basse riproducono le parti piatte
 " alte le variazioni rapide.

Ad esempio per un segnale NIM veloce
 largo 5 ns $\Delta f \geq 200 \text{ MHz}$

per tener conto del fronte di salita 1 ns $\Delta f > 1 \text{ GHz}$

Per le frequenze basse, ovviamente dipende dalle applicazioni, spesso si possono eliminare quelle sotto 100 kHz, senza perdere troppe informazioni.

6
NOTA finale : avendo a che fare con segnali molto veloci, c'è un effetto "collo di bottiglia" che bisogna sempre soddisfare.

Il limite viene dal componente più lento dispositivo, cablaggio, connettore, ecc.