

## DISTORSIONI DI AMPIEZZA E DI FASE

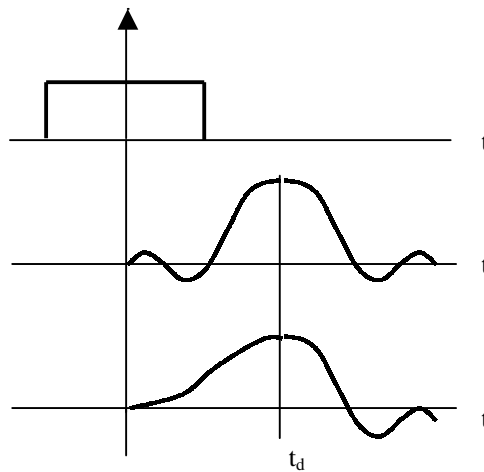
Le distorsioni di ampiezza e di fase determinano distorsioni sulle forme d'onda.

Le sole distorsioni di ampiezza mantengono la simmetria delle forme d'onda rispetto al ritardo costante introdotto dall'andamento lineare della fase.

Le distorsioni di fase provocano effetti non simmetrici.

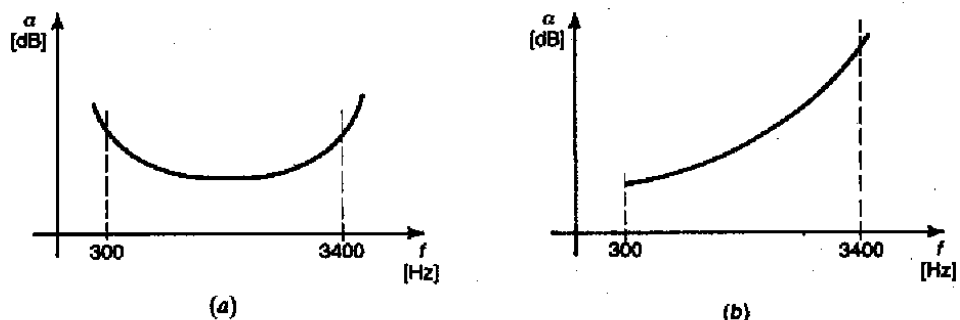


$$H(j\omega) = |H(j\omega)| e^{-j\theta(\omega)}$$



## DISTORSIONE DI AMPIEZZA

La distorsione di ampiezza deriva dalla diversa attenuazione che subiscono le varie componenti spettrali del segnale. Ogni alterazione dello spettro di frequenza di un segnale si riflette sull'andamento nel dominio del tempo variandone la forma d'onda e introducendo effetti di coda.



Andamento tipico della caratteristica attenuazione-frequenza per canali in alta frequenza (a) e per coppie in cavo (b).

## DISTORSIONE DI FASE

Ogni scostamento dall'andamento lineare della fase con la frequenza comporta una distorsione di fase per cui componenti a frequenza diversa subiscono ritardi diversi

se  $x(t) = A \cos \omega t$

$$t_f = \frac{\vartheta(\omega)}{\omega} \quad \text{è il tempo di ritardo di fase}$$

cioè il tempo che impiega un valore di riferimento del segnale a frequenza  $\omega$  per comparire in uscita.

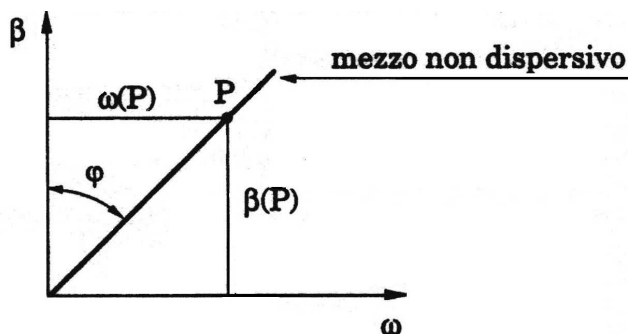
Particolare interesse assume il caso in cui la fase è relativa alla propagazione di componenti a frequenza diversa.

La fase dopo una **distanza di propagazione  $z$**  è  $\vartheta(\omega) = \beta(\omega) z$

Se un mezzo è **non dispersivo** tutte le componenti spettrali si propagano alla stessa velocità di fase  $v_f$

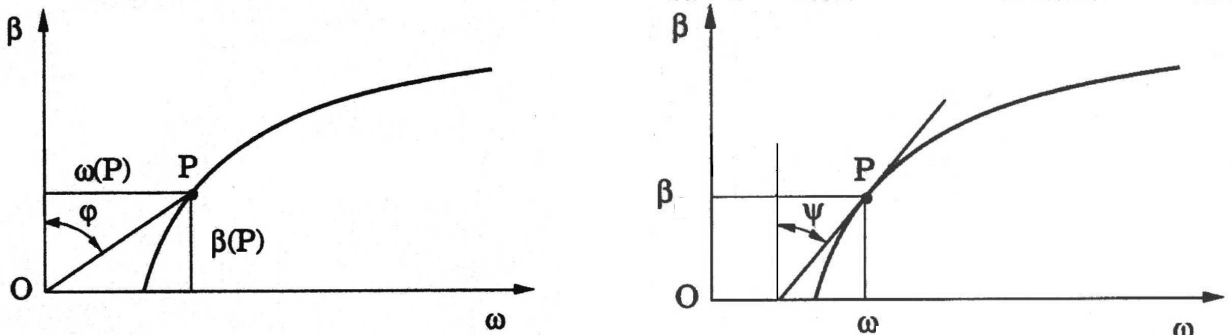
$$v_f = \frac{\omega}{\beta(\omega)} \quad ; \quad t_f = \frac{z}{v_f} ;$$

Quindi se il mezzo è non dispersivo la curva  $\beta(\omega)$  è una retta e la velocità di fase è costante per tutte le componenti spettrali



$$v_f = \frac{\omega}{\beta(\omega)} = \text{tang}\varphi$$

Se il mezzo è **dispersivo** la curva di dispersione non è una retta in quanto la funzione  $\beta(\omega)$  è non lineare



La velocità di fase dipende dalla pulsazione, per cui le componenti spettrali a frequenze diverse si propagano con velocità di fase diverse e la configurazione spazio temporale del segnale (involuppo) cambia con la propagazione.

Si definisce **tempo di ritardo di gruppo**

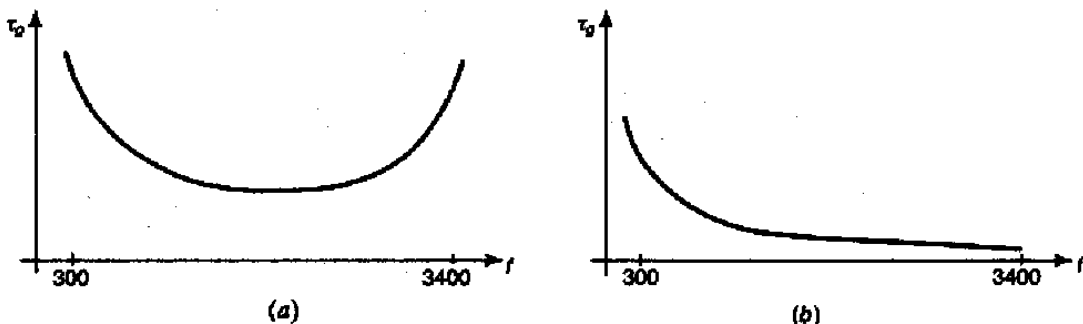
$$t_g = -\frac{d\vartheta(\omega)}{d\omega} \qquad v_g = \frac{1}{\frac{d\beta}{d\omega}}; \qquad t_g = \frac{z}{v_g}$$

il segno meno viene messo a indicare un ritardo di propagazione.

Se la fase è lineare con la frequenza la sua derivata è costante e si ha solo un ritardo  $t_d$  e nessuna distorsione.

La variazione di  $t_g$  con la frequenza rappresenta dunque la distorsione di fase

Si fornisce la distorsione di ritardo di gruppo (in msec)



Andamento tipico della caratteristica «ritardo di gruppo-frequenza» per canali in alta frequenza (a) e per coppie in cavo (b).