16/03

INTRODUZIONE

Cosa sono i mezzi trasmissivi?

I mezzi trasmissivi sono oggetti che stanno tra un trasmettitore (TX) ad un ricevitore (RX). Attraverso il mezzo scorre informazione

I segnali

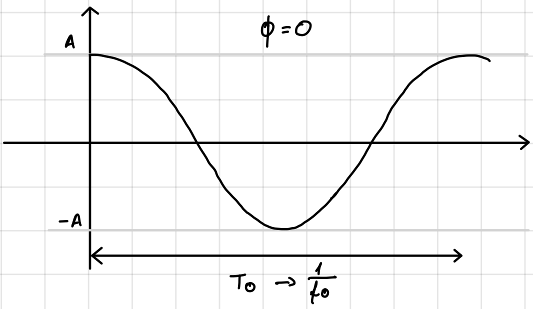
Per "trasmettere informazione" intendiamo la trasmissione di un segnale. Per segnale intendiamo una generica grandezza fisica che varia nel tempo. Questa grandezza può essere una tensione, corrente, campo elettrico, campo magnetico.
Per ora consideremo un generico segnale $s(t)$ definito da una funzione matematica.

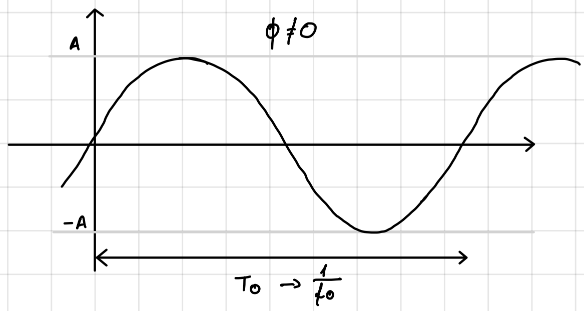
L'informazione trasportata sta proprio nella variazione temporale del segnale. Ad esempio una sinusoide non trasporta informazione mentre la variazione di questa sì.

Durante la trasmissione, il segnale viene modificato da vari effetti
- attenuazione: riduzione dell'intensità
- distorsione: cambiamento di forma del segnale
- rumore: interferenza non deterministica (non affrontato)

La porzione di segnale dedicata a ciascun bit è detta simbolo (o impulso).

Scriviamo il seguente segnale $s(t) = A\cos(2\pi f_0 t - \phi)$:





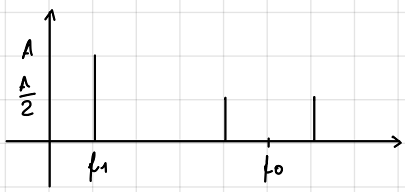
Ogni mezzo trasmissivo risponde in modo diverso a diverse frequenze di sinusoide. Significa che ogni mezzo ha un range di frequenze in cui attenuazione/distorsione sono minori. Il comportamento di un mezzo dipende moltissimo dalla frequenza del segnale. È quindi importante scegliere la frequenza migliore per ogni mezzo.

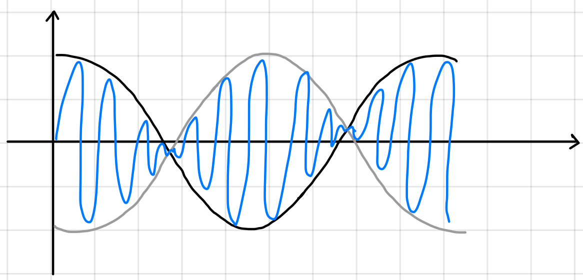
Una fase ϕ diversa da 0 comporta una traslazione della sinusoide. Scrivendo $s(t) = A\cos\left[2\pi f_0\left(t - \frac{\phi}{2\pi f_0}\right)\right]$ notiamo che $\frac{\phi}{2\pi f_0}$ è un tempo. Quel termine indica il ritardo del segnale.

Frequenza portante

L'operazione di prendere un segnale a frequenza f_1 e portarlo ad una frequenza f_2 è chiamata modulazione.
L'oggetto che compie la modulazione è chiamato modulatore. L'operazione consiste in:

$$s(t) = A\cos(2\pi f_1 t) \rightarrow \tilde{s}(t) = s(t)\cos(2\pi f_0) = \frac{A}{2}\cos[2\pi(f_0 - f_1)t] + \frac{A}{2}\cos[2\pi(f_0 + f_1)t]$$





La frequenza f_0 viene detta frequenza portante.

RAPPRESENTAZIONE DEI SEGNALI NEL DOMINIO DELLE FREQUENZE

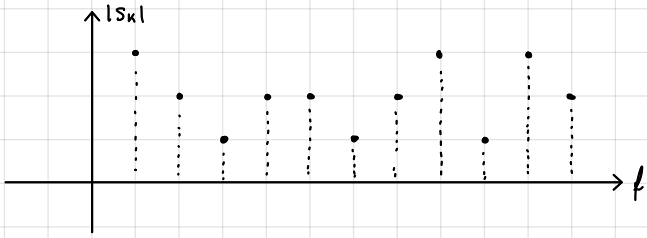
Analisi di Fourier di un segnale periodico

Un segnale periodico può essere sempre espresso come una combinazione lineare di funzioni elementari.

$$s(t) = \sum_{K=-\infty}^{+\infty} S_K e^{j 2\pi K F t} = \sum_{K=-\infty}^{+\infty} S_K \left[\cos(2\pi K F t) + j \sin(2\pi K F t)\right] \qquad \text{con} \quad S_K = |S_K| e^{j \phi_{S_K}}$$

Questa è la serie di Fourier. Il numero di elementi non per forza è infinito: per rappresentare sin/cos ci servono solo due termini ($K=1$ e $K=-1$). Frequenze negative è solo un formalismo matematico per garantire una corrispondenza biunivoca tra i due domini. Quando ci riferiremo ai segnali, li descriveremo solo con frequenze positive (nel dominio delle frequenze è però richiesto anche l'asse negativo)

Il grafico sarà una serie di step discreti in quanto K è incrementato discretamente.



Le singole funzioni nella sinusoide prendono il nome di armoniche. L'armonica corrispondente a $K=1$ viene detta armonica fondamentale. Tutte le altre armoniche sono, quindi, multipli dell'armonica fondamentale.

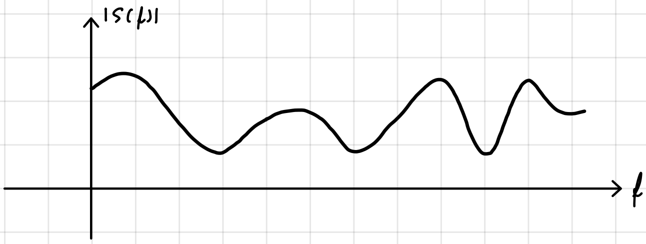
Il modulo di S_K ci da il peso dell'armonica K. La fase, invece, indica il ritardo dell'armonica rispetto all'armonica base.

Analisi di Fourier di segnali non-periodici

Per un segnale non periodico, si deve passare dal discreto al continuo:

$$s(t) = \int_{-\infty}^{+\infty} S(f) e^{j 2\pi f t} \, df \quad \longleftrightarrow \quad S(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(t) e^{-j 2\pi f t} \, dt$$

Il grafico, adesso, sarà una funzione continua. Valgono ancora tutte le considerazioni precedenti: $S(f)$ è una funzione complessa ed avrà modulo e fase. La funzione $S(f)$ è detta Trasformata di Fourier.



Chiamiamo banda l'insieme di tutte le frequenze usate dal segnale. Poiché il segnale non è periodico, non esiste una armonica fondamentale. La frequenza portante è la frequenza quella intorno al quale si concentra il segnale.

Proprietà delle Trasformate di Fourier

- Linearità: $z(t) = \alpha x(t) + \beta y(t) \rightarrow Z(t) = \alpha X(t) + \beta Y(t)$
- Traslazione nel tempo: $Z(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} s(t-\tau) e^{-j2\pi f t} dt \overset{\eta = t-\tau}{=} \int_{-\infty}^{+\infty} s(\eta) e^{-j2\pi f \eta} e^{-j2\pi f \tau} d\eta = e^{-j2\pi f \tau} \int_{-\infty}^{+\infty} s(\eta) e^{-j2\pi f \eta} d\eta = e^{-j2\pi f \tau} \cdot S(f)$

  Ciò significa che $|Z(f)| = |S(f)|$, quindi un ritardo non modifica banda/ampiezza; cambia però la fase