Appunti di Fondamenti di Telecomunicazioni

Giacomo Sturm

AA: 2023/2024 - Ing. Informatica

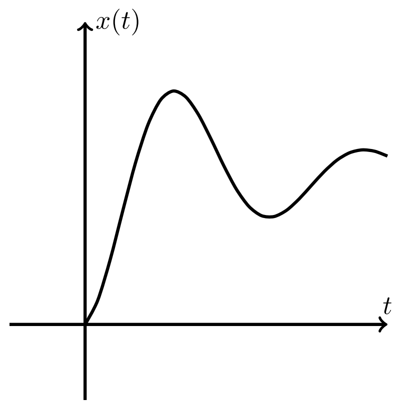
Sorgente del file LaTeX disponibile su
https://github.com/00Darxk/Fondamenti-di-Telecomunicazioni

Indice

1 Segnali

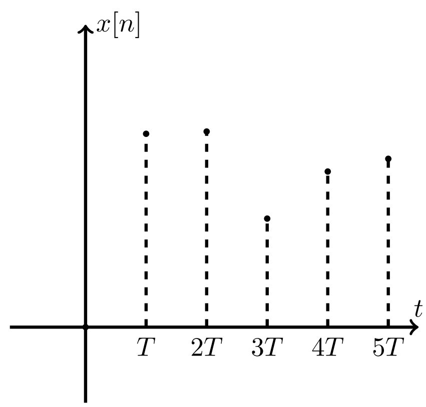
Un segnale è definito come una qualsiasi grandezza fisica che varia nel tempo in maniera deterministica o aleatoria. Può essere un'onda di pressione come la voce, o un onda elettromagnetica come segnali wireless e bluetooth. Un segnale è in grado di contenere informazioni come una sequenza di bit. Generalmente un segnale analogico viene convertito in digitale come un segnale elettrico tramite un trasduttore, per facilitare la processazione, per poi essere riconvertito in analogico; alcuni segnali sono creati direttamente in digitale. Un segnale è definito dalla sua banda, o spettro di banda, che ne determina la capicità di trasmettere informazione. L' occupazione in frequenza di un segnale è analoga al numero di bit di un dato digitale.

Un segnale comune è il segnale voce, definito da un'onda di pressione, per cui è sempre strettamente positivo. Questo segnale è analogico, quindi continuo, ed il suo valoro è noto in ogni istante di tempo t, e si identifica come $x(t)$.



Campionando un segnale anlogico si crea un segnale digitale, considerando prima alcune condizioni definite dal teroema del campionamento. Per campionare un segnale si estraggono valori, o campioni, dal segnale analogico ogni intervallo T. Il segnale così ottenuto è un segnale discreto x_n o $x[n]$, che presenta un valore ogni multiplo del tempo di campionamenoto T scelto.

$$x[n] := \{x(n \cdot T)\, \forall n \in \mathbb{N}\}$$



Questi valori vengono poi convertiti in digitale assegnando un certo numero di bit per rappresentare l'intervallo massimo di valori descritti dal segnale. Questo processo viene chiamato quantizzazione, si divide l'intervallo dei valori in piccoli intervalli ognuno con un univoco valore in bit, in modo da convertire tutti i valori in quell' intervallo in una sequenza di bit. Aumentando il numero di bit, quindi il numero di suddivisioni dell'itnervallo di partenza, aumenta la precisione, ma aumenta anche il costo per processare lo stesso segnale. Dopo aver covnertito tutti i valori in una sequenza di bit, questo segnale in bit viene tramesso, ed in seguito decodificato in analogico. Spesso i segnali vengono creati in digitale, per cui non è necessario campionare un segnale analogico.

Campionando un segnale si perdono le informazioni contenute tra i campioni, ma è possibile applicare fitri e trasformazioni in digitale utili da giustificare la questa perdita di informazioni, per cui la maggior parte dei segnali vengono trasmessi in digitale.

I segnali possono essere classificati in certi (deterministici) o aleatori (non deterministici). I segnali certi sono segnali di cui è noto tutto l'andamento, come file salvati su un supporto, per cui non è necessario trasmetterli. Mentre i segnali aleatori non sono noti a priori e vengono studiati dal punto di vista della statistica.

In generale un sistema di trasmissione di segnali è formato da un trasmettitore che processa e codifica il segnale, un canale che lo trasmette, ed un ricevitore che lo decodifica:

1.1 Segnali a Tempo Continuo

Vengono definiti una serie di segnali canonici:

1.1.1 Seno Cardinale

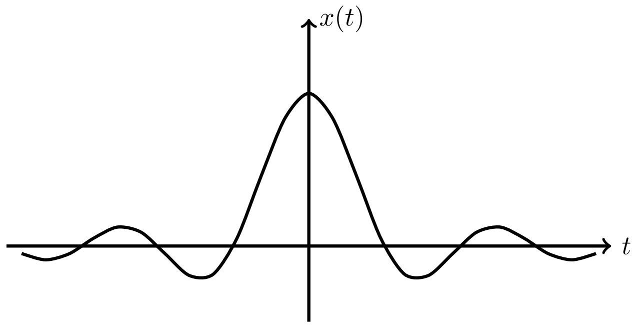
$$x(t) = \operatorname{sinc}(t) := \frac{\sin(\pi t)}{\pi t} \tag{1.1.1}$$

Questo segnale si attenua asintoticamente come $1/t$:

$$-\frac{1}{t} \leq \operatorname{sinc}(t) \leq \frac{1}{t}$$

Viene incluso il fattore π nell'argomento in modo che la funzione si annulli per ogni valore intero:

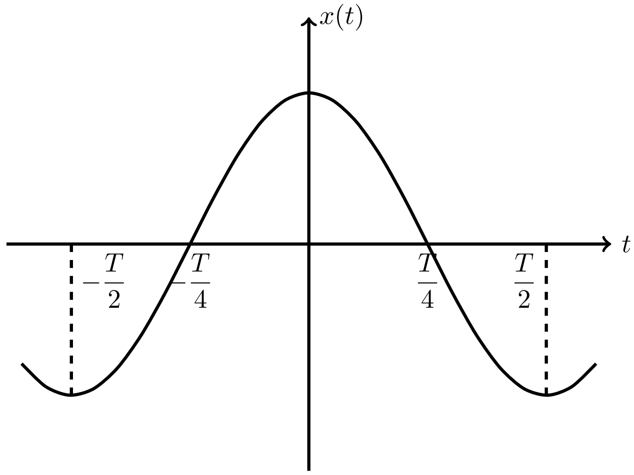
$$\operatorname{sinc}(t) = 0 \, \forall t \in \mathbb{Z}$$



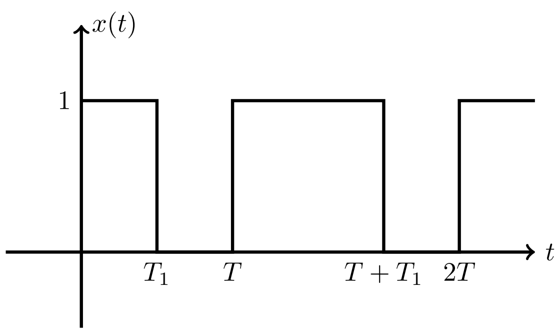
1.1.2 Coseno

$$x(t) = \cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right) \tag{1.1.2}$$

Il parametro T rappresenta il periodo della funzione, per cui il valore della funzione ad un certo valore t corrisponde al valore in $t - T$. Invece del periodo si può usare la frequenza f_0, inverso del periodo.



1.1.3 Gradino Periodico



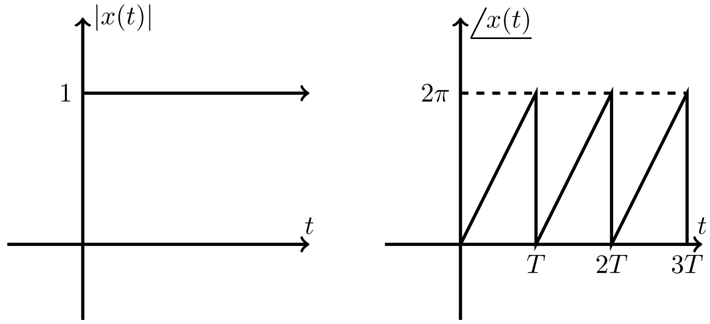
1.1.4 Esponenziale Complesso

$$x(t) = e^{i\frac{2\pi t}{T}} = \cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right) + i\sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right) \tag{1.1.3}$$

Un segnale complesso può essere anlizzato mediante la sua fase ed il uso modulo in funzione del tempo:

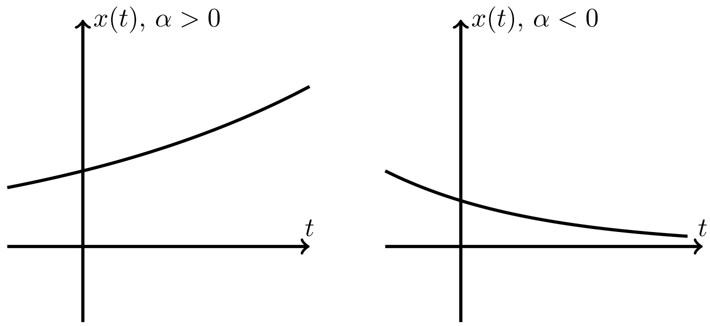
$$x(t) = |x(t)|e\underline{\angle x(t)}$$

Dato che la fase è periodica si può rappresentare come una serie di rampe.



1.1.5 Esponenziale

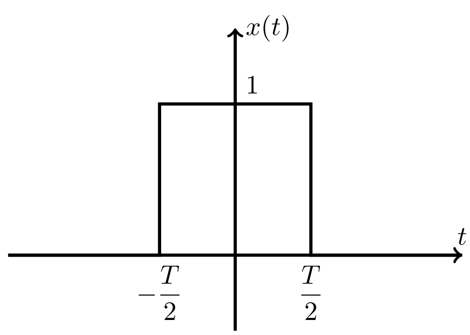
$$x(t) = e^{-\alpha t},\ \alpha \in \mathbb{R} \tag{1.1.4}$$



1.1.6 Finestra

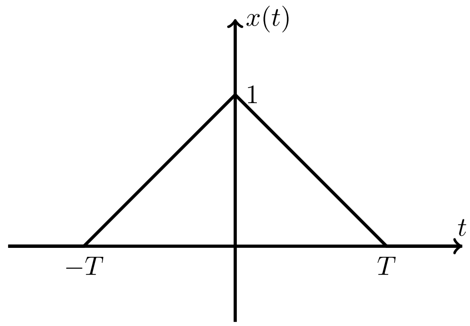
$$x(t) = \operatorname{rect}\left(\frac{t}{T}\right) := \begin{cases} 1 & -\frac{T}{2} \leq t < \frac{T}{2} \\ 0 & t < -\frac{T}{2} \wedge t \geq \frac{T}{2} \end{cases} \tag{1.1.5}$$

T viene chiamata base della finestra. Questo segnale presenta una discontinuità di salto per $t = \pm\frac{1}{2}$. La funzione finestra viene usata quando si vuole analizzare solo una parte di un segnale, poiché il restante sarà pari a 0. La trasformata di questa funzione rappresenta un filtro in frequenza.



1.1.7 Triangolo

$$x(t) = \operatorname{tri}\left(\frac{t}{T}\right) := \begin{cases} 1 - |t| & -T \leq t < T \\ 0 & t < -T \wedge t \geq T \end{cases} \tag{1.1.6}$$



1.1.8 Gradino

$$x(t) = u(t) := \begin{cases} 1 & t \geq 0 \\ 0 & t < 0 \end{cases} \tag{1.1.7}$$