MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 368 9837145

INTRODUZIONE AI SEGNALI

Che cos'è un SEGNALE?

La definizione non è immediata, ma possiamo associare un segnale a molti esempi della vita quotidiana

↳ segnale acustico prodotto da uno strumento;
segnale luminoso emesso da un semaforo;
segnale registrato da un sismografo;

↓

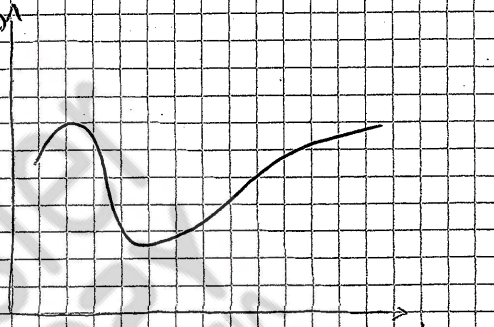
gli esempi sono dei più svariati, ma possiamo dire in generale che un SEGNALE è PORTATORE DI UN'INFORMAZIONE associata ad una grandezza fisica che varia nel TEMPO

↓

per questo un segnale viene schematizzato come una funzione nel tempo

$x(t) : {}^{*}\mathbb{R} \to \mathbb{R}$

* si sono anche a più variabili ma noi lo tratteremo



- CLASSIFICAZIONE DEI SEGNALI

I segnali possono essere suddivisi in: Alternativo Non

- DETERMINISTICI: quando il segnale è completamente determinato, cioè per ogni istante se ne conosce la funzione $x(t)$ che lo esprime

  ↓

  questo accade quando il segnale è noto attraverso un grafico, una registrazione o un'espressione matematica

- ALEATORI: quando non si conosce a priori o con esattezza, il valore assunto da un segnale a un certo istante

  ↓

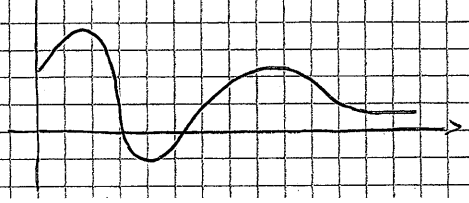
  la sua conoscenza avviene solo a posteriori, cioè dopo l'osservazione del segnale

  ↓

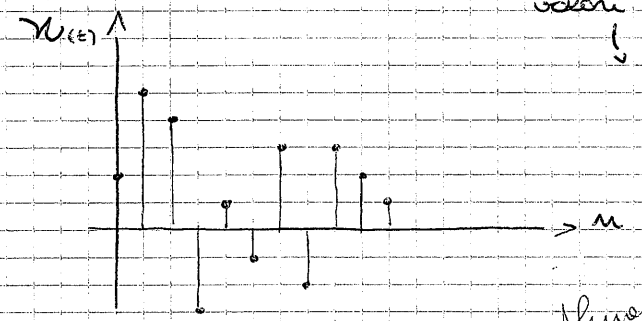
  per studiare i segnali aleatori non bastano gli strumenti dell'analisi matematica, ma si deve ricorrere alla teoria della PROBABILITÀ

inoltre i segnali possono essere suddivisi in base al tempo

- SEGNALI A TEMPO CONTINUO: il tempo assume qualsiasi valore reale (o quantomeno tutti i valori di un suo intervallo)



- SEGNALI A TEMPO DISCRETO: il tempo assume solo alcuni valori discreti (es: 1, 2, 3, ...)



↓ in questo caso

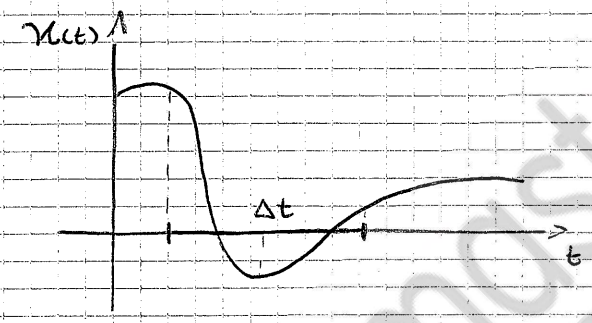
$x(nt) = x[n]$

$n = 1, 2, \dots$

Alessandro Nori

possiamo fare ulteriore distinzione in:

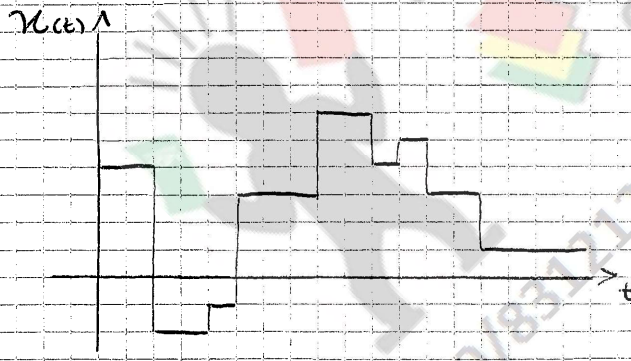
- SEGNALI AD AMPIEZZA CONTINUA: se il segnale può assumere qualsiasi valore reale in un intervallo di tempo



↓ cioè in un Δt il segnale assume tutti i valori reali compresi tra un massimo e un minimo

(DISCRETA)

- SEGNALI AD AMPIEZZA QUANTIZZATA: i valori assunti dall'ampiezza del segnale appartengono a un insieme di valori finito



↓ es: semaforo (rosso, giallo, verde)

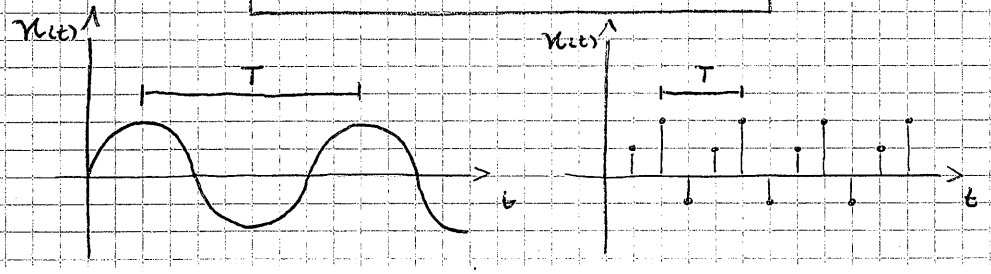
da queste distinzioni definiamo

- SEGNALI ANALOGICI: i segnali a tempo e ampiezza continua
- SEGNALI DIGITALI: i segnali a tempo e ampiezza discreta

↓

i segnali DETERMINISTICI possono essere PERIODICI, se per un T vale:

$$x(t) = x(t+T), \ \forall t$$



MASTER COPY
tel. 050 8312126
cell. 388 9637745

• POTENZA ED ENERGIA ASSOCIATA AD UN SEGNALE

Dato un segnale $x(t)$ si definisce POTENZA ISTANTANEA del segnale

$$P_{x(t)} = x^2(t)$$

nota: in realtà sto considerando una potenza normalizzata, nella quale ho omesso una resistenza R

$$P_{x(t)} = \frac{x^2(t)}{R}$$

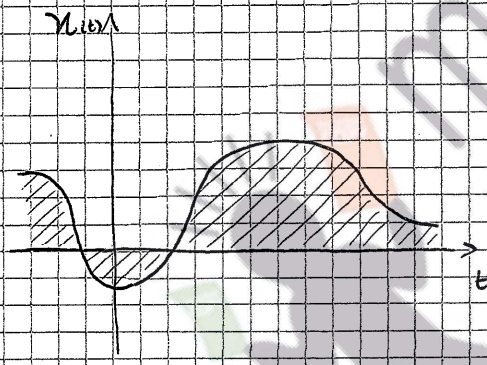
ma poiché R è un fattore di scala e dipende dal contesto (per esempio se è una resistenza elettrica o termica) per la teoria dei segnali posso non considerarla

↓

quindi avrò un unità di misura in $[V^2]$ invece che $[W]$

integrando la potenza nel tempo trovo l'ENERGIA del segnale

$$E_x = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2(t)\,dt$$



tale integrale può convergere o divergere e si avrà quindi energia finita o infinita

↓

per la nostra semplificazione diremo come unità di misura $[V^2 \cdot s]$ invece di $[J]$

se considero un intervallo di tempo T, posso calcolare una POTENZA MEDIA in tale intervallo

$$P_x = \frac{1}{T}\int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x^2(t)\,dt$$

facendo tendere all'infinito l'intervallo si trova la POTENZA MEDIA DEL SEGNALE

$$P_x = \lim_{T\to+\infty}\left(\frac{1}{T}\int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x^2(t)\,dt\right)$$

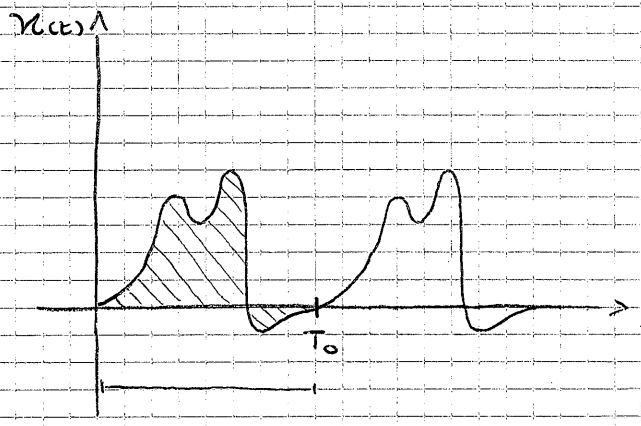
nota: se il segnale è PERIODICO non serve fare il limite, poiché la potenza media è uguale per ogni periodo T

=> basta usare la prima formula

MASTER COPY
Tel. 050 831226
Cell. 368 9837745

- esempi:

• calcoliamo l'energia di un segnale periodico

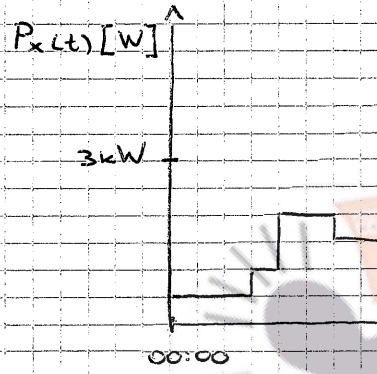


↳ poiché il segnale è periodico e quindi si ripete all'infinito e l'integrale di x(t) elevato al quadrato per un periodo T è positivo

=> E —> +∞

Alessandro Non

• vediamo alcuni esempi pratici



consideriamo la potenza elettrica assorbita in casa durante una giornata

↳ il grafico è quantizzato poiché in generale qualsiasi apparecchio a regime consuma la stessa potenza (trascuriamo il tempo per entrare a regime che è piccolo)

abbiamo espresso la potenza in kW poiché ci riferiamo alla realtà: solitamente la soglia di potenza massima per una casa è 3kW (dopo di che "salta la luce")

↳ per il calcolo dell'energia si fa riferimento a [W·h] (Watt-ora) o [A·h] (Ampere-ora)

un'altro esempio è quello di una sonda in viaggio verso Plutone

↳



la batteria della sonda ha un certo A·h e deve sostentare dei strumenti e funzioni durante il lunghissimo viaggio

↳ tutti i sottosistemi quali giroscopi e propulsori richiedono potenza per funzionare

per completare la missione è fondamentale conoscere il segnale della $P(t)$ e far sì che esso non superi l'asperaggio



↓

per preservare la batteria è prevista una fase di IBERNAZIONE in cui gli strumenti di bordo consumano il minimo della potenza e quasi non si ricevono segnali dalla sonda

↓

vista la durata della missione (anni), questa fase può essere molto lunga

diamo ora altre definizioni riguardanti un segnale $x(t)$:

diciamo VALOR MEDIO del segnale:

$$x(t)_m = \lim_{T\to+\infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x(t)\,dt$$

come già visto per l'energia, se il segnale è PERIODICO, il limite non serve:

$$x(t)_m = \frac{1}{T_0} \int_{-\frac{T_0}{2}}^{\frac{T_0}{2}} x(t)\,dt \qquad \text{con } T_0 \text{ periodo}$$

può tornare utile anche la definizione del VALORE EFFICACE di un segnale:

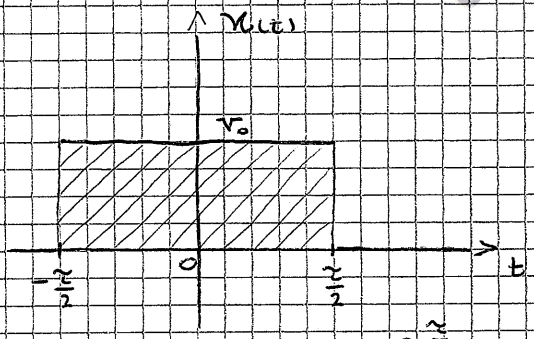
$$x_{Eff} = \sqrt{P_x}$$

(definito solo se la potenza è finita)

↑ è il valore che dovrebbe avere un segnale costante, con potenza uguale a quello dato

x_{RMS} (ROOT MEAN SQUARE)

- vediamo alcuni semplici segnali



per l'energia basta calcolare l'area del rettangolo e moltiplicare per V_0

$$E_x = V_0^2 \tau$$

calcoliamo la potenza

$$P_x = \lim_{T\to+\infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{\tau}{2}}^{\frac{\tau}{2}} V_0^2\,dt = 0$$

poiché banalmente il segnale è nullo per $t < -\frac{\tau}{2}$, $t > \frac{\tau}{2}$