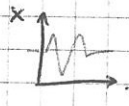
Def. SEGNALE
= una qualunque grandezza variabile che porta con sé un'informazione
es: segnale elettrico, segnale vocale, video, accelerazione/velocità.
Tipicamente sono funzioni di una variabile, generalmente il TEMPO.

SEG. MONODIMENSIONALE
del tipo $x(t)$: al variare di t, x assume diversi valori.
Il grafico sarà:



SEG. BIDIMENSIONALE
es: le immagini. Oltre al valore di x, abbiamo anche le posizioni.

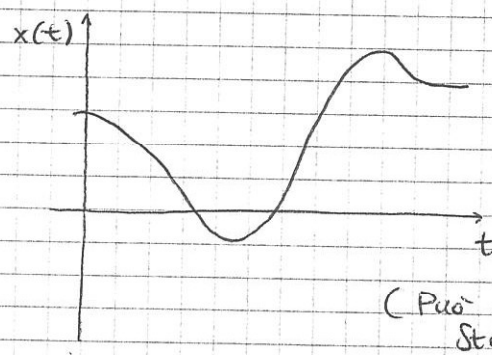
$s(x,y)$
valore — coordinata

Se varia col tempo $\Rightarrow$ $s(x,y)(t)$ — tempo

- DOMINIO
  insieme di def. della variabile indipendente (t).
- CODOMINIO
  insieme di def. della funzione stessa (x).

In base alle loro due definizioni, distinguiamo 4 tipi di segnali.

(1) Segnale $x(t)$, per cui sia dom. che cod. sono CONTINUI.



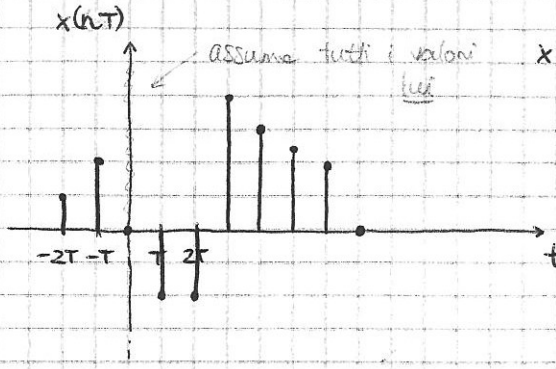
$t \in \mathbb{R}$
$x \in \mathbb{R}$

t variabile reale che assume valori da $-\infty$ a $+\infty$.
(Può assumere anche valori e intervalli).
Stessa cosa per $x(t)$.

Può accadere anche che studiamo segnali complessi, dove $x, t \in \mathbb{C}$.

Il segnale appena visto è un SEGNALE ANALOGICO.

(2) DOMINIO DISCRETO, cioè la x può assumere un num discreto di valori, appartiene a un intervallo.
CODOMINIO CONTINUO.

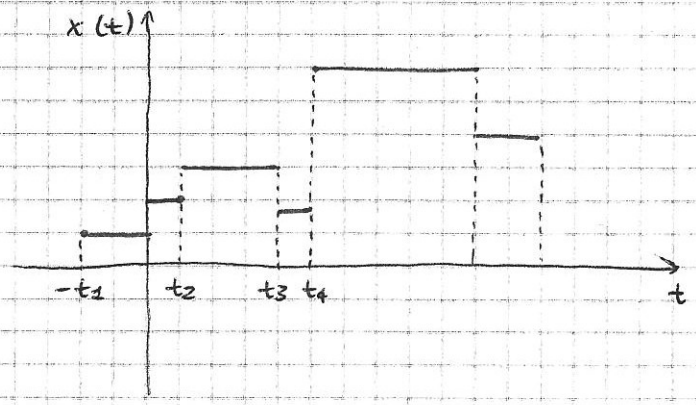


$x(nT) = x(n) = x[n]$

[$x \in [a,b]$, al limite con $a,b = \pm\infty$.]

Chiamiamo questo segnale "SEQUENZA".

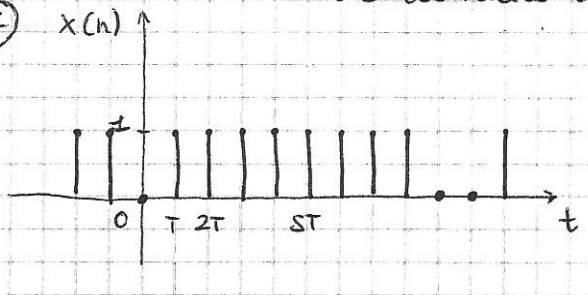
③ DOMINIO CONTINUO
CODOMINIO DISCRETO ⇒ $x(t)$ assume solo det. livelli.



NON tutti i valori continui, ma solo alcuni, a "livelli".
lo definiamo SEGNALE QUANTIZZATO.

La successione di pieni e di vuoti dei CD vengono letti come 0 e 1.
In realtà sono un codice binario, che posso "trasformare" in codice decimale, che rappresenta un'ampiezza e, in questo caso, il suono.

Parto da un segnale continuo e arrivo a un SEGNALE DIGITALE
cioè costituito da DOMINIO e CODOMINIO DISCRETI
"numerico"

④ 

Il segnale vocale è una pressione che, nel nostro orecchio diventa suono. Nella "tecnologia" il trasduttore è il microfono

- Come viene memorizzato, visto che può essere infinito?
  Attraversa il campionatore, cioè vengono memorizzati solo alcuni segnali di tempo.

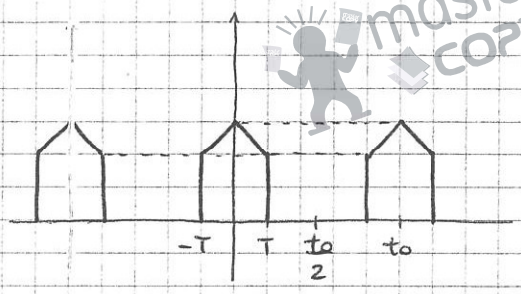
Si trasformano tutti i campioni in LIVELLI. ⇒ riesco a quantizzare ogni intervallo con UN SOLO valore.

La quantizzazione può essere lineare, nel caso della voce è LOGARITMICA, per distinguere i valori il più possibile = prima applico il logaritmo, poi quantizzo.

Il n° fisso di livelli, su base decimale, la traduco in BINARIA SEQ. che ora il mio telefono può leggere.
e il lavoro che fa è opposto a quello appena descritto, con la INTERPOLAZIONE.

Def. SEQ. PERIODICO
= che soddisfa l'uguaglianza $x(t) = x(t + K t_0)$

intero periodo



$$x(t) = \underset{t_0}{\text{rep}}\ x_0(t) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} x_0(t - n t_0)$$



Il segnale di base, chiaramente è
Il periodo è t_0.

Def. SEQ. APERIODICO
che non soddisfa l'uguaglianza appena vista.

Ovviamente entrambi esistono sia nel continuo che nel discreto.

Def: ENERGIA DEL SEGNALE sempre positiva $\forall_0$

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

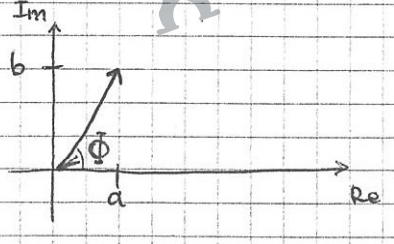
l'elevazione a potenza c'è perché se il numero è complesso il suo quadrato "ci va bene".

Def: POTENZA

$$P_x \triangleq \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} |x(t)|^2 \, dt$$

$c = a + jb$ $\quad a = \text{Re}\{c\}$, $b = \text{Im}\{c\}$

$= |c| e^{j\Phi}$



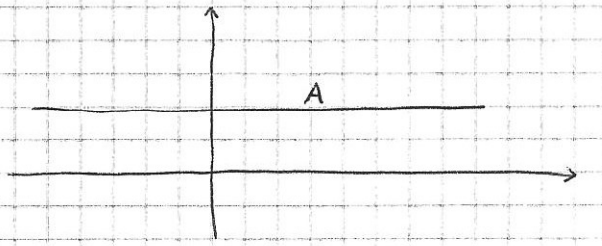
dove Φ è la fase del vettore c.

$|c| = \sqrt{a^2 + b^2}$
modulo

$\Phi = \arctan\left(\frac{b}{a}\right)$
fase

ESEMPIO:

① $x(t) = A$



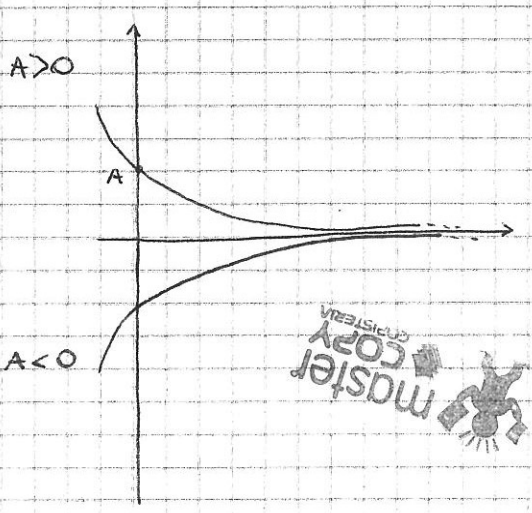
$$E_x = \int_{-\infty}^{+\infty} A^2 dt = +\infty \quad \Rightarrow \text{energia infinita.}$$

$$P_x = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} A^2 dt = \lim_{T\to\infty} \left[\frac{1}{T} A^2 t \right]_{-\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{\cancel{T}} A^2 \cancel{T} = A^2$$

potenza finita

② $x(t) = A e^{-2t}$ con $2 > 0$

ESPONENZIALE NEGATIVO



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

$$= \int_{-\infty}^{+\infty} A^2 e^{-22t} dt =$$

$$= \left[\frac{A^2 e^{-22t}}{-22} \right]_{-\infty}^{+\infty} = \frac{A^2}{-22} (0 - \infty) =$$

$$= +\infty$$

energia infinita

$$P_x = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{I}{2}}^{\frac{I}{2}} e^{-22t} dt = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} A^2 \frac{e^{-22t}}{-22} \Big]_{-\frac{I}{2}}^{+\frac{I}{2}} =$$

$$= \lim_{T\to\infty} \frac{A^2}{-22T} \left[e^{-\cancel{2}2\frac{I}{\cancel{2}}} - e^{+\cancel{2}2\frac{I}{\cancel{2}}} \right] = \lim_{T\to\infty} \frac{A^2}{-22} \underbrace{\left[\frac{0 - e^{2T}}{T} \right]}_{\text{l'esponenziale vince}} = +\infty$$

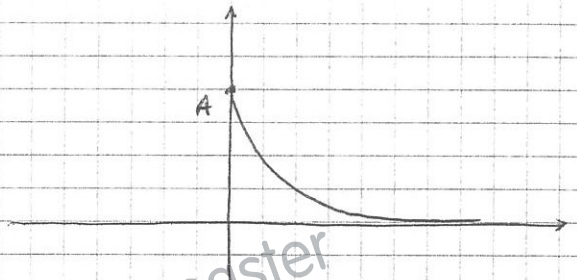
- Se potenza infinita ⇒ energia infinita.
- Se potenza finita ⇒ energia infinita.
- Se energia infinita ⇒ potenza può essere sia finita che infinita.

Se energia finita ⇔ potenza nulla.

numero finito diviso infinito = 0

③ $x(t) = \begin{cases} Ae^{-at} & t>0 \\ 0 & t<0 \end{cases}$ dove $a>0$

si chiama esponenziale negativo monolatero.



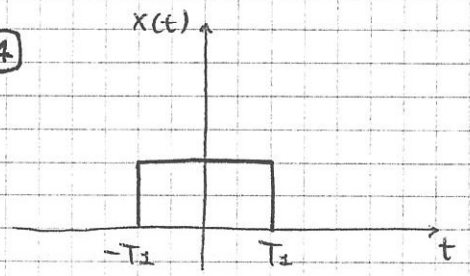
$$E_x = \int_{-\infty}^{+\infty} |x(t)|^2 dt = \int_0^{+\infty} A^2 e^{-2at} dt = \frac{A^2}{-2a} e^{-2at} \Big|_0^{+\infty} =$$

$$= \frac{A^2}{-2a} (0-1) = \underbrace{\frac{A^2}{2a} < +\infty}_{\text{energia finita}}$$

$$P_x = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} A^2 e^{-2at} dt = \lim_{T\to\infty} \frac{A^2}{-2aT} e^{-2at} \Big|_0^{\frac{T}{2}} =$$

$$= \lim_{T\to\infty} \frac{A^2}{-2aT} \left[e^{-aT} - 1 \right] = \lim_{T\to\infty} \frac{A^2}{2aT} = 0$$ come ci aspettavamo

④



$$x(t) = \begin{cases} A & |t| < T_1 \Rightarrow \begin{matrix} t<T_1 \\ t>-T_1 \end{matrix} \\ 0 & \text{altrove} \end{cases}$$

$$E_x = \int_{-T_1}^{+T_1} A^2 dt = A^2 \left[T \right]_{-T_1}^{T_1} = 2A^2 T_1$$ energia finita

$$P_x = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \int_{-T_1}^{T_1} A^2 dt = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} A^2 T_1 = 0$$ potenza nulla

sempre tra $-T_1$ e T_1 perché al di fuori dell'intervallo, il segnale è nullo