SEGNALE pag 1, 3 periodico, 4 periodici, 5 periodi e pot. fin., 37 periodici
ENERGIA pag 2
POTENZA pag 2
TSF pag 6
Trasformata Seno pag 8, 36 generalizzata
Criterio Dirichlet pag 9
TCF pag 16, 17 anti-TCF, 21
Proprietà (1) Linearità 19, 67 TF
del Ritardo 19
cambiamento di scala 21
della derivata 22
dualità 24
Teorema Parziale dell'integrazione 23
Teorema della modulazione 23
Convoluzione 26, 28 proprietà, 67 TF
Teorema di Parseval 30
Delta di Dirac 33, 34 TF, 38 pettine
Proprietà (2) della traslazione in frequenza 31
campionatrice 33
Parità della delta 33
Delta è elemento neutro della convoluzione 34
- - - - - 34
del ritardo pag. 34
Trasformata vera 9 proprietà, 12 3° prop.
Trasformata coseno 7
Poisson 38 (I), 67 (II)
Laplace 42 trasformata
Sistemi 42 proprietà, 50 serie e parallelo, 68 BANDA
Risposta 44 impulsiva, 44 in frequenza, 104 invariante
BIBO Causalità 48
Stabilità BIBO 48
Filtro 48, 93 DIGITALE, 104 DIGITALE, 112 FIR-IIR, 116 NOTCH,
Distorsioni 63 lineari
Sequenze 65, 66 trasformate
Aliasing 68
Campionamento 69
Interpolatore 84
Trasformata Z 93
Anti-Trasformata 96
TRASFORMATA BILINEARE 107

MASTER COPY
Tel. 080 5012126
Cell. 388 9837745

MASTER COPY
Tel. 000 0812126
Cell. 000 9837745

master COPY

master COPY

27-10-18

MASTER COPY
Tel. 080 0512126
Cell. 388 9837745

Prof.ssa. Maria Sabrina Greco

Esame: • compitini ( Metà Novembre / Fine Lezioni )

Libro: TEORIA DEI SEGNALI (III edizione)
Luise - Vitetta
casa ed. Mc Graw Hill

Ricevimento: Giovedì 15:30 - 18:30 Dipartimento Ingegneria dell'Informazione
m.greco@iet.unipi.it

---

Che cos'è un SEGNALE ? È una qualunque funzione, di natura fisica varia, che contiene un'informazione. È funzione di una variabile il TEMPO.

$x(t)$ ⟶ SEGNALE

**Es:** accelerazione nel tempo delle macchine, segnale elettrico, segnale acustico...

$x(t)$ è MONODIMENSIONALE

Un'immagine è BIDIMENSIONALE ⟶ $S(x,y)$
un film è un'immagine che cambia nel tempo ⟶ variabili indipendenti $(x, y, t)$

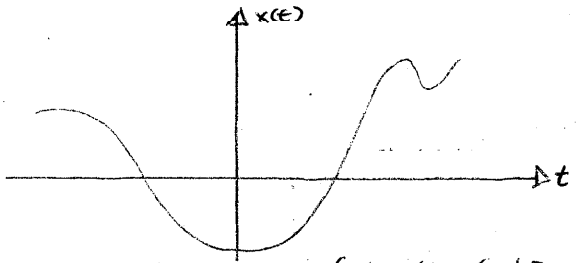
Noi Tratteremo segnali MONODIMENSIONALI.

$\begin{cases} t = \text{DOMINIO} \\ x(t) = \text{CODOMINIO} \quad (\text{valori assunti in base al dominio}) \end{cases}$

In base al dominio / codominio abbiamo 4 famiglie di SEGNALI:

1) SEGNALE ANALOGICO ⟶ continuo ( di solito affrontiamo i segnali reali ma usando numeri complessi )
2) SEQUENZE
3) SEGNALE QUANTIZZATO
4) SEGNALE DIGITALE

1) Segnale analogico:



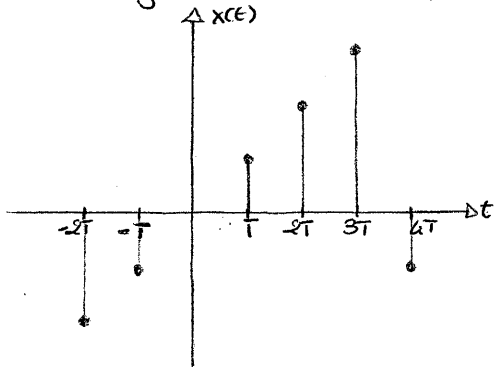

- DOMINIO CONTINUO
- CODOMINIO CONTINUO

tempo e ampiezza continui

Può assumere valori da $-\infty$ a $+\infty$

Ci sono segnali che hanno DOMINIO DISCRETO ( di solito la distanza $t_1, t_2, t_3$ ecc è costante e rappresenta un CONTINUO TEMPORALE )

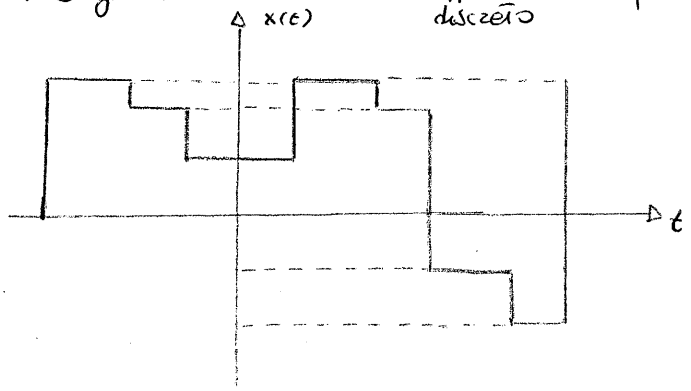
2) Sequenze (segnali discreti)




- DOMINIO DISCRETO
- CODOMINIO CONTINUO

Li individuiamo come $\boxed{x(nt)}$

3) Segnale Quantizzato — Al contrario possiamo avere dominio continuo e codominio discreto

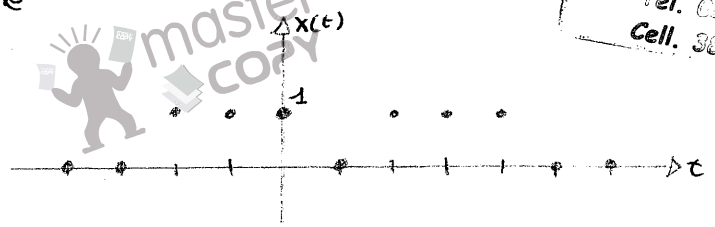



I livelli possono distare di quantità diverse.

4) Segnale Digitale

- Dominio discreto
- Codominio discreto

tempo e ampiezza discreti




MASTER COPY
Tel. 000 0012126
Cell. 333 9837745

Lavoreremo molto su SEGNALI CONTINUI e SEQUENZE.

# SEGNALI ANALOGICI

Possiamo suddividerli in: segnali <u>PERIODICI</u> $\rightarrow x(t) = x(t + kT_0) \quad \forall k$ intero

segnali <u>APERIODICI</u>

Questa proprietà vale anche per le SEQUENZE.

$$x(nT) = x(nT + kN_0)$$

ENERGIA (di un segnale):

Dato un segnale continuo:

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

ENERGIA

$\triangleq$ = "per definizione"

$|x(t)|$ → modulo perché potrebbe essere complesso.

POTENZA

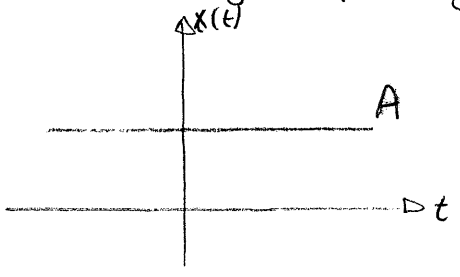
$$P_x \triangleq \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{T/2} |x(t)|^2 \, dt$$

POTENZA.

master COPY

<u>Segnale costante</u> $x(t) = A \quad A \in \mathbb{R}$

Calcoliamo l'energia di questo segnale




$$E_x = \int_{-\infty}^{+\infty} A^2 \, dt = +\infty \qquad \text{(area del rettangolo)}$$

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

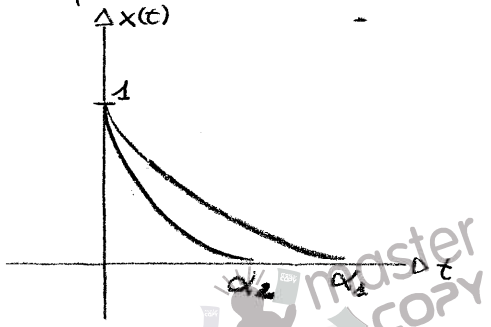
$$= \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} A^2 |t|_{-\frac{T}{2}}^{T/2} = \lim_{T \to \infty} \frac{1}{T} \cdot A^2 \cdot T = A^2$$

## SEGNALI CONTINUI APERIODICI

MASTER COPY
Tel. 080 881 2126
Cell. 338 9837745

① $x(t) = \begin{cases} e^{-\alpha t} & t \geq 0 \\ 0 & \text{altrove} \end{cases}$ $\quad \alpha \in \mathbb{R}^+$

Questo prende il nome di SEGNALE ESPONENZIALE MONOLATERO




$\alpha_2 > \alpha_1$

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

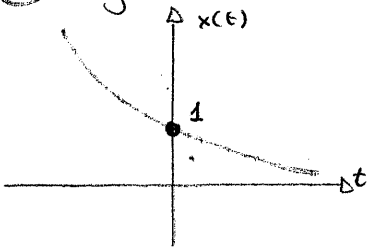
$$= \frac{0-1}{-2\alpha} = \frac{1}{2\alpha}$$

$$P_x = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{T/2} |x(t)|^2 dt = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \int_0^{T/2} e^{-2\alpha t} dt = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \frac{e^{-2\alpha t}}{-2\alpha} \Big|_0^{T/2} =$$

$$= \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \frac{e^{-2\alpha \frac{T}{2}} - 1}{-2\alpha} = 0$$

‖ I segnali che hanno energia finita hanno tipicamente potenza nulla.

② segnale non monolatero : $x(t) = e^{-\alpha t}$ $\quad \alpha \in \mathbb{R}^+$




$$E_x = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-2\alpha t} dt = \frac{e^{-2\alpha t}}{-2\alpha} \Big|_{-\infty}^{+\infty} = \frac{0-\infty}{-2\alpha} = +\infty$$

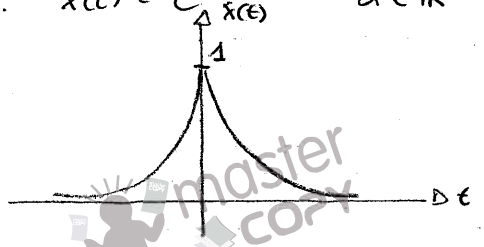
$$P_x = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{T/2} e^{-2\alpha t} dt = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \left| \frac{e^{-2\alpha t}}{-2\alpha} \right|_{-\frac{T}{2}}^{T/2} =$$

$$= \lim_{T\to\infty} \frac{1}{T} \frac{e^{-\alpha T} - e^{+\alpha T}}{-2\alpha} = +\infty$$

‖ Esistono segnali che hanno energia e potenza infinite.

③ Segnale ESPONENZIALE NEGATIVO BILATERO : $x(t) = e^{-\alpha|t|}$ $\quad \alpha \in \mathbb{R}^+$

$$x(t) = \begin{cases} e^{-\alpha t} & t \geq 0 \\ e^{\alpha t} & t < 0 \end{cases}$$




$$E_x = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-2\alpha|t|} dt = 2\int_0^{+\infty} e^{-2\alpha t} dt = \frac{1}{\alpha}$$

$P_x = 0$ $\quad \rightarrow$ È il monolatero per 2.