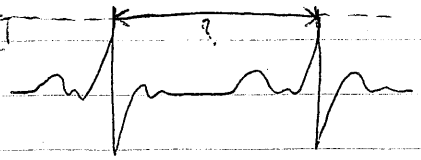
MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

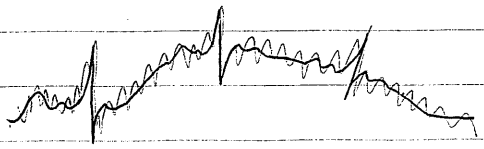
ANALISI SEGNALI BIOMEDICI

24-09-2015



Fondamentale è l'analisi di Fourier

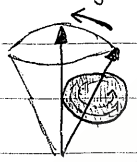
ECG a riposo cerco di misurare i picchi del segnale. Misuro ddp in punti specifici del corpo.



Ma se siamo in attività fisica?

C'è una somma di contributi del lavoro dei muscoli e di altri apparati. Come mi comporto? Cerco un sistema per analizzare il segnale.

- La risonanza magnetica si concentra sulle differenze di velocità di precessione dei protoni.



Altri esempi di segnali sono quelli sonori, elaborati nella coclea dell'orecchio interno e al complesso staffa-incudine-martello. Un altro esempio è la luce, codificata dai coni e bastoncelli nell'occhio.

20-09-2015

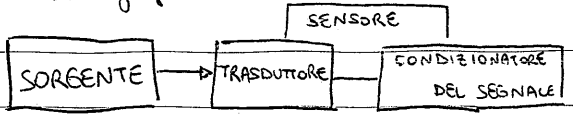
⇒ La magnetoencefalografia misura l'intensità del campo magnetico generato dagli impulsi nervosi.

⇒ I segnali possono essere di natura chimica (pH), termica, magnetica, elettrica...

⇒ Per segnale si intende una misura nel tempo rappresentabile graficamente (funzione del tempo). Il dato invece è statico.

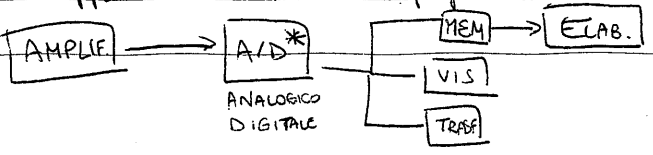
⇒ I segnali possono essere spontanei o indotti da determinate sorgenti (raggi X, PET positron emission tomography). Con la PET si possono marcare le molecole di glucosio e rilevare squilibri di metabolismo o malattie neurodegenerative.

I segnali danno luogo a bioimmagini. L'unica bioimmagine che non sia indotta è la termografia.



trasduttore: converte una forma di energia in un'altra

condizionamento del segnale: operazione di filtraggio che consiste in una sovrapposizione e in un'amplificazione

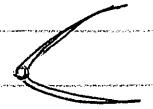


MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

solitamente in entrata

trasduttori attivi: Hanno bisogno di un'energia esterna modulante (un termistore)
passivi: non hanno bisogno di un'energia esterna (una termocoppia)

termocoppia giunzione di due leghe metalliche come Cromel e alucchel

se la temperatura è diversa tra la giunzione e gli estremi si genera una differenza di potenziale.

termistore oggetto conduttore che conduce più o meno bene a seconda della temperatura a cui si trova. All'aumentare della temperatura aumenta la resistenza al passaggio di corrente PTC positive temperature coeff.
NTC negative temperature coeff.

I LED sono dei tipici trasduttori in uscita.

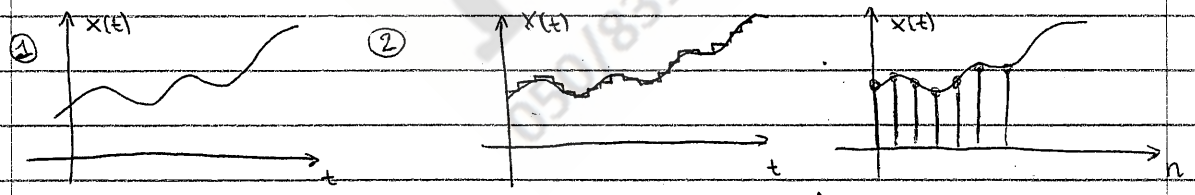
⇒ I segnali possono essere determinati, se sono noti andamento e forma del segnale, oppure aleatori se sono ignoti i comportamenti a priori e sono i più diffusi.

⇒ Segnali analogici, quantizzati, campionati, digitale

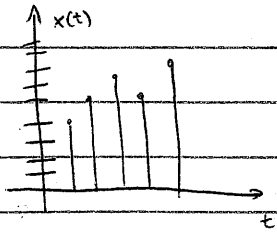
① analogico: definito su una variabile temporale continua. Continui nel tempo e nell'ampiezza

② quantizzati: segnali continui nel tempo e discreti nell'ampiezza

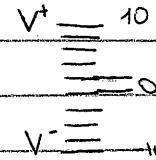
③ campionati: Continui nelle ampiezze e discreti nel tempo



④ digitali: Discreti nel tempo e nelle ampiezze



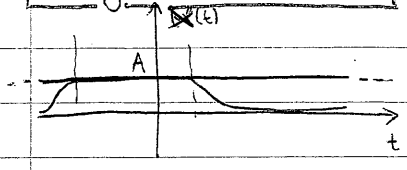
*// Il convertitore A/D prende segnali da un valore minimo e massimo



Esempio: elettroencefalogramma ha un'ampiezza di 5 μV e non può essere registrato nella scala a sinistra. Allora va prima amplificato

SEGNALI DI TIPO ANALOGICO

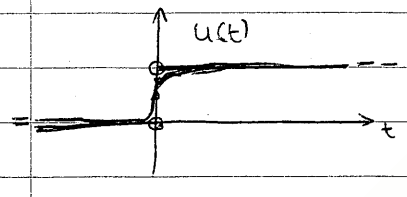
Segnale costante



$x(t) = A$

In natura non esiste, ma con una determinata approssimazione può descrivere segnali reali.

Segnale a gradino

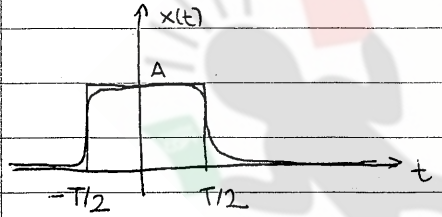


$$u(t) = \begin{cases} 1 & t>0 \\ 1/2 & t=0 \\ 0 & t<0 \end{cases}$$

Non esiste in natura a causa della discontinuità di prima specie. Il segnale passa da 0 a 1/2 in modo istantaneo.

Con una certa approssimazione può descrivere segnali reali.

Segnale rettangolare

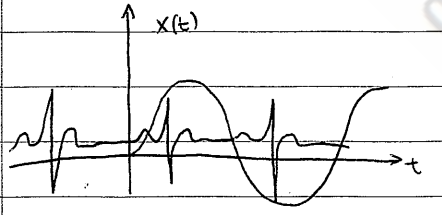


$x(t) = A\,\mathrm{rect}(t/T) =$

$$= \begin{cases} A & |t| \leq T/2 \\ \emptyset & |t| > T/2 \end{cases}$$

Anche questo non esiste in natura, ma può approssimare segnali reali. Può essere visto come sottrazione di due segnali a gradini. $\mathrm{rect}(t/T) = u(t+T/2) - u(t-T/2)$

Segnale periodico



$s(t) = s(t+t_0) \quad \forall t$

Segnali sinusoidali e cosinusoidali.

$A\cos(2\pi t/t_0)$

periodo: t_0

pulsazione $\omega_0 = 2\pi/t_0$

Un esempio di segnale biomedico che approssimativamente possiede un andamento periodico è l'elettrocardiogramma (ECG)

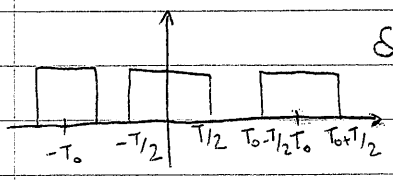
Si possono ottenere periodicizzando un segnale base.

$$s(t) = \mathrm{rep}_{T_0}(s_0(t)) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} s_0(t - k t_0)$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

01-10-2015

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} s_0(t - kT_0) = \underbrace{rep_{T_0}(s_0(t))}_{\text{periodicizzo di periodo } T_0}$$



$\delta = \frac{T}{T_0}$ duty cycle

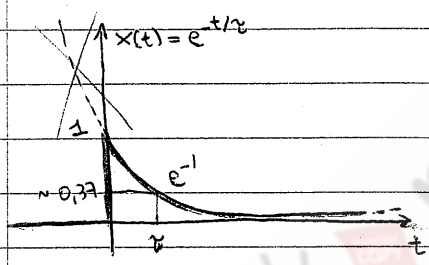
Es: $s_0(t) = A \cdot rect(t/T) \quad T \leq T_0/2$

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} A \cdot rect\left(\frac{t-kT_0}{T}\right) =$$

$$= A\,rect\left(\frac{t+2T_0}{T}\right) + A\,rect\left(\frac{t+T_0}{T}\right) + A\,rect\left(t/T\right) + A\,rect\left(\frac{t-T_0}{T}\right) + \dots$$

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

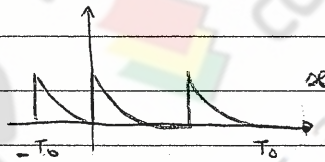
- se $T_0 = T$ si ha un segnale costante.
- se $T_0 < T$ si sovrappongono le onde  e le ampiezze sovrapposte si sommano



Se moltiplico punto per punto $e^{-t/\tau}$ con una funzione a gradino che vale 0 per $t<0$ e 1 per $t \geq 1$ ottengo un segnale esponenziale unilatero.

Si può periodicizzare

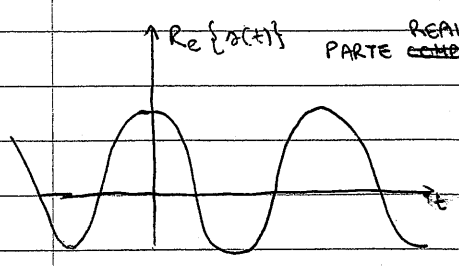
$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} e^{-\frac{(t-kT_0)}{\tau}} u(t-kT_0)$$

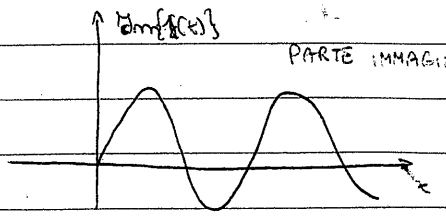


se $\tau << T_0$ ma è sbagliato perché ogni esponenziale avrebbe un asintoto dunque avrei una somma di infiniti contributi nulle ~~altezze~~ ampiezze.

$$e^{-t/\tau} + e^{-\frac{(t_1-T_0)}{\tau}} \dots$$

Es: $s(t) = \cos(2\pi t/T_0) = \cos(2\pi f_0 t)$



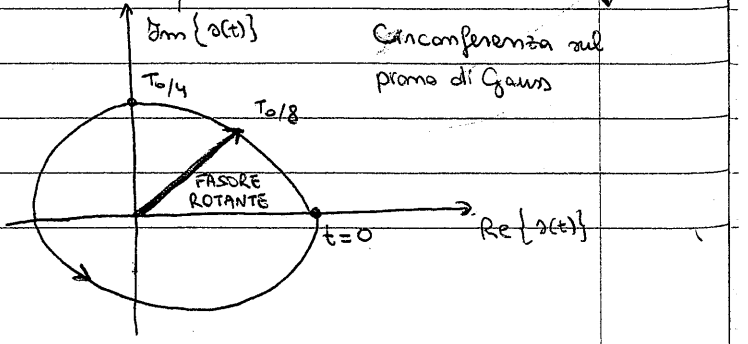


$$s(t) = e^{j2\pi \frac{t}{T_0}} = \text{esponenziale complesso}$$

$$e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta$$

FORMULA DI EULERO

$$= \cos 2\pi \frac{t}{T_0} + i \sin \frac{2\pi t}{T_0}$$



Circonferenza sul piano di Gauss

$e^{i\theta} = \cos\theta + i\sin\theta$ $\quad \theta = \begin{cases} \arctan\frac{Im}{Re} & \text{se } Re \geq 0 \\ \pi + \arctan\frac{Im}{Re} & \text{se } Re < 0 \end{cases}$ $\quad$ per $e^{-i\theta}$ il fasore ruota in senso orario

FASORE ROTANTE: Vettore che ruota in senso antiorario e rappresenta l'esponenziale complessa sul piano di Gauss.

05-10-2015

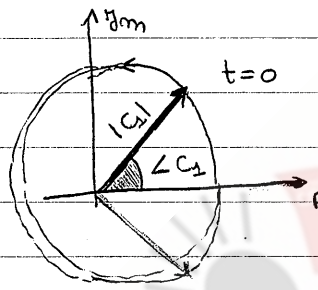
- LAB Ripasso funzioni di Matlab; Rappresentazione grafica esponenziale complessa.

06-10-2015

$C_1 \in \mathbb{C}$

$C_1 = a + ib = |C_1| e^{i \angle C_1}$ (FASE)

$s_1(t) = C_1 e^{j2\pi \frac{t}{T_0}} = |C_1| e^{j \angle C_1} e^{j2\pi \frac{t}{T_0}} = |C_1| e^{\pm j\left(2\pi \frac{t}{T_0} + \angle C_1\right)}$ = FASE ISTANTANEA



$s_2(t) = e^{-j2\pi \frac{t}{T_0}}$ Fasore che ruota in senso orario

$= \underbrace{|C_1| \cos\left(2\pi \frac{t}{T_0} + \angle C_1\right)}_{\text{PARTE REALE}} \pm j \underbrace{|C_1| \sin\left(2\pi \frac{t}{T_0} + \angle C_1\right)}_{\text{PARTE IMMAGINARIA}}$

$s_1(t) + s_2(t) = |C_1| e^{j\left(2\pi \frac{t}{T_0} + \angle C_1\right)} + |C_1| e^{-j\left(2\pi \frac{t}{T_0} + \angle C_1\right)} =$

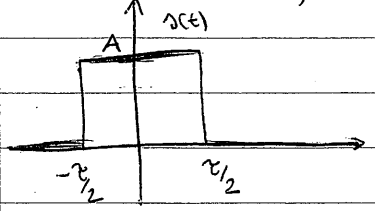
$= |C_1| \cos\left(2\pi \frac{t}{T_0} + \angle C_1\right) + \cancel{i |C_1| \sin\left(2\pi \frac{t}{T_0} + \angle C_1\right)} + |C_1| \cos\left(2\pi \frac{t}{T_0} + \angle C_1\right) \cancel{+ i|C_1|}$

$\cancel{- i |C_1| \sin\left(2\pi \frac{t}{T_0} + \angle C_1\right)} = 2 |C_1| \cos\left(2\pi \frac{t}{T_0} + \angle C_1\right)$

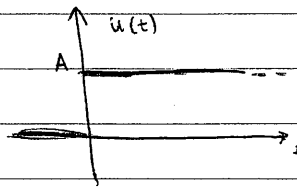
ENERGIA DEL SEGNALE $s(t)$

$E_s(T) \triangleq \int_{-T/2}^{T/2} |s(t)|^2 dt \qquad E_s = \lim_{T \to +\infty} E_s(T) = \lim_{T \to +\infty} \int_{-T/2}^{T/2} |s(t)|^2 dt$

$s(t) = A \cdot \text{rect}\left(t/\tau\right)$



$E_s = \lim_{T \to +\infty} \int_{-T/2}^{T/2} |s(t)|^2 dt = \lim_{\tau \to +\infty} \int_{-\tau/2}^{\tau/2} A^2 dt = \lim_{\tau \to +\infty} A^2 \tau = A^2 \tau$



$E_s = \lim_{\tau \to +\infty} A^2 \tau/2 = +\infty$ non ha energia finita

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745