

CIFRE SIGNIFICATIVE

0.00123 \rightsquigarrow 3

12.3 \rightsquigarrow 3

20 \rightsquigarrow 2

001230 \rightsquigarrow 4

1340,0 \rightsquigarrow 5

Cifra da scartare è 5 e la
cifra precedente è ...

 PARI $\rightsquigarrow +0\text{ C.S.}$
DISPARI $\rightsquigarrow +1\text{ C.S.}$

PARI
4.6445 \rightsquigarrow 4.644

DISPARI
2.3455 \rightsquigarrow 2.376

INCERTEZZA DI TIPO A:

Prendiamo come valore atteso la media:

$$\text{Varianza: } S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

media

Deriazione Standard:

$$S(x_j) = \sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

VARIANZA
DEV. STANDARD

$$= \text{INCERTEZZA A: } u(x_i) = \frac{S(x_i)}{\sqrt{N}}$$

INCERTEZZA

* Se abbiamo una sola misurazione $N=1$ e la Dev Std è ∞

"SIGMA"

$$\Rightarrow \textcircled{1} \text{ MEDIA} \rightarrow \textcircled{2} \text{ DEV STD} = \sqrt{\text{VARIANZA}} \Rightarrow \textcircled{3} \text{ INCERTEZZA} = \frac{\text{DEV STD}}{\sqrt{N \text{ MISURE}}} = \frac{\sqrt{\text{VARIANZA}}}{\sqrt{N \text{ MISURE}}}$$

INCERTEZZA DI TIPO B

MISURA DIRETTA

Basata sull'esperienza
che si ha dello strumento di misura.
Misurano direttamente la grandezza di interesse

MISURA INDIRETTA

Si trova il valore di interesse tramite una formula
e si applica la legge della prop. dell'incertezza:

$$u_{\text{Vout}}^2 = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial V_o}{\partial D_i} \right)^2 (u_{D_i})^2$$

Variabile corrente

Si basa sull'incertezza di ogni variabile coinvolta, quindi si deve calcolare

TIPO B - MISURA DIRETTA

MISURA: 47.717 mV

$$1) \text{ MISURA} = (\% \text{ of Read} + \% \text{ of Range})$$

Si consulta il manuale dello strumento
e si prelevano le incertezze per il range di INPUT

$$2) 0.0050 + 0.0035$$

$$\begin{cases} \text{Range: } 100.0000 \text{ mV} \\ \text{ON: 1 Year a } 23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C} \end{cases}$$

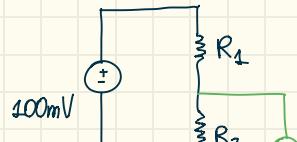
$$3) 0.005\% \text{ of } 47.717 \text{ mV} + 0.0035\% \text{ of } 100.000 \text{ mV} = 0.006 \text{ mV}$$

INCERTEZZA DI TIPO B

$$4) \text{ Incertezza Estesa } k=2 \sim 95\% \Rightarrow U(y) = k \cdot U_c(y) = 2 \cdot 0.006 \text{ mV} = 0.012 \text{ mV}$$

$$5) \text{ Misura finale } V_{\text{out}} = (47.717 \pm 0.012) \text{ mV}$$

TIPO B - MISURA INDIRETTA



$$V_0 = 100mV \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_1} = 50mV$$

Dal manuale: $0.05\% + 5mV$

$$\mu_{V_{in}} = (0.05\% \cdot V_{in} + 5mV) = (0.05 \cdot 100 \cdot 10^{-3} V + 5 \cdot 10^{-3} V)$$

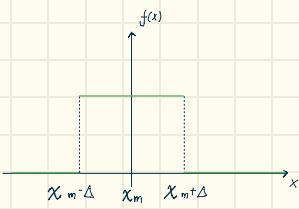
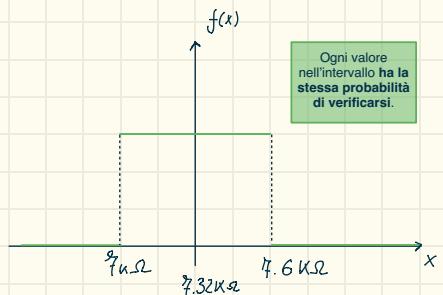
$= 5mV$ INCERTEZZA INGRESSO

INCERTEZZA RESISTORI

Tolleranza del $\pm 5\%$. $\rightarrow 7.32k\Omega \cdot 5\% = \pm 316\Omega$

$$L_0 = 7k\Omega$$

$$H_1 = 7.6k\Omega$$



$$\sigma_x^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} p(x) \cdot (x - x_m)^2 dx = \int_{x_m - \Delta}^{x_m + \Delta} \frac{1}{2\Delta} (x - x_m)^2 dx$$

$$= \frac{1}{2\Delta} \left[\frac{(x - x_m)^3}{3} \right]_{x_m - \Delta}^{x_m + \Delta} = \frac{1}{2\Delta} \left[\frac{(x_m + \Delta - x_m)^3}{3} - \frac{(x_m - \Delta - x_m)^3}{3} \right]$$

$$= \frac{1}{2\Delta} \cdot \frac{2\Delta}{3} = \frac{\Delta^2}{3}$$

VARIANZA DIST UNIFORME

$$\Rightarrow \sqrt{\sigma_x^2} = \sigma = \frac{\Delta}{\sqrt{3}}$$

DEV. STANDARD

$$\Rightarrow \mu_R = \frac{5\% \text{ of } 7.32k\Omega}{\sqrt{3}} = \frac{316\Omega}{\sqrt{3}} = 211\Omega$$

LEGGE DELLA PROPAGAZIONE DELL' INCERTEZZA

Siccome $V_0 = V_{in} \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_1}$ $\rightsquigarrow V_0(V_{in}, R_1, R_2)$

3 INCERTEZZE

Numero di variabili:

$$\mu_{V_{out}}^2 = \sum_{i=1}^N \left(\frac{\partial V_0}{\partial D_i} \right)^2 (\mu_{D_i})^2 = \left(\frac{\partial V_0}{\partial V_{in}} \right)^2 (\mu_{V_{in}})^2 + \left(\frac{\partial V_0}{\partial R_1} \right)^2 (\mu_{R_1})^2 + \left(\frac{\partial V_0}{\partial R_2} \right)^2 (\mu_{R_2})^2$$

$$= \left(\frac{R_2}{R_2 + R_1} \right)^2 (\mu_{V_{in}})^2 + \left(\frac{-V_{in} R_2}{(R_1 + R_2)^2} \right)^2 (\mu_R)^2 + \left(\frac{V_{in}}{R_1 + R_2} \right)^2 (\mu_R)^2$$

$$\mu_{V_{out}}$$

$$= 3mV$$

$$\text{Estesa } (K=2) \rightarrow \mu = 6mV \Rightarrow \text{MISURA } (50 \pm 6)mV$$

Incertezza composta

$$U_c^2 = \sum_{i=1}^N \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} (x_i - \mu_i) \right]^2 + \gamma(x_i, x_j) \cdot 2 \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \frac{\partial f}{\partial x_i} \frac{\partial f}{\partial x_j} U(x_i) \cdot U(x_j)$$

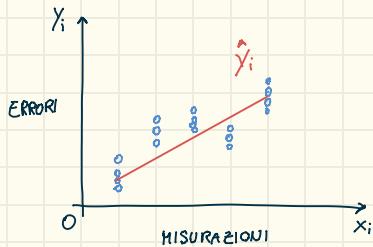
Varianze

$$U_c^2(y) = \sum_{i=1}^N C_i^2 U_i^2(x_i) + 2 \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N C_i^2 C_j^2 \gamma(x_i, x_j) \cdot U_i^2(x_i) \cdot U_j^2(x_j)$$

Coeff di sensibilità

Coeff di Correlazione

REGRESSIONE LINEARE



$$\hat{y}_i = B_0 + B_1 x_i$$

MINIMI QUADRATI

$$\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^N (y_i - B_0 - B_1 x_i)^2$$

B_0 e B_1 si trovano facendo le derivate parziali rispetto a B_0 e B_1

Coefficiente di Determinazione

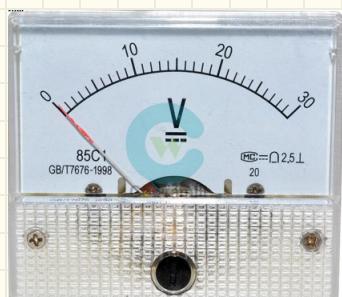
$$0 \leq R^2 \leq 1 \quad \rightarrow \quad R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}$$

HIGH IS BETTER

Reg
Misure
media

$$R \approx 1$$

$$R \approx 0$$



$$\Rightarrow (\text{numero di deviazioni}) \cdot K = \text{Valore letto (ES SV)}$$

$$\begin{cases} 30 \text{ TACCHE} = FS \\ 30V = \text{PORTATA} \end{cases} \Rightarrow K = \frac{30V}{30} = 1V$$

Leggo $\frac{1}{2}$ Tacche \Rightarrow Lettura $= \frac{1}{2} \cdot K = \frac{1}{2} \cdot 1V = \frac{1}{2}V$ BANALISSIMO

Errore Standard di Stima

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\hat{y}_i - y_i)^2}{N-2}}$$

LOW IS BETTER

COSTANTE STRUMENTALE

$$K = \frac{\text{PORTATA}}{\text{FONDO SCALA}}$$

Il valore in ingresso che ci permette di arrivare al FS
Tacchette dello strumento

Classe dello Strumento - ERRORE

(0.05)-(0.1)-(0.2)-(0.3)-(0.5)-(1)-(1.5)-(2)-(2.5)-(3)-(5)

$$E = \frac{\text{Classe} \cdot \text{PORTATA}}{100} \Rightarrow \text{Classe} = \frac{E \cdot 100}{\text{PORTATA}}$$

Nell'esercitazione $E = |E_{\max}|$ e $\text{PORTATA} = 30V$ $\Rightarrow C = \frac{0.356980V}{30V} \cdot 100 = 1.19933 \approx 1.9$

CLASSE 2

CIFRE SIGNIFICATIVE

ARROTONDARE

Cifra da scartare è 5 e la
Cifra precedente è ...

PARI $\rightsquigarrow +0\text{ C.S.}$
DISPARI $\rightsquigarrow +1\text{ C.S.}$

PARI
4.645 $\rightsquigarrow 4.64\cancel{4}$
2.3455 $\rightsquigarrow 2.3\cancel{7}6$
DISPARI

Si approssima
per eccesso alle classi

CALCOLI

SOLUZIONE 1

- 1) Arrotondiamo alla minore C.S. $\rightsquigarrow 2.689 \rightsquigarrow 2.69$
- 2) Somma: $2.69 + 3.25 = \underline{5.94}$

SOLUZIONE 2

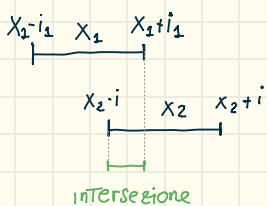
- 1) Somma considerando 'zero' le c.s. mancanti $\rightsquigarrow 5.939$
- 2) Arrotondiamo il risultato alla minore C.S.: $5.939 \rightsquigarrow \underline{5.94}$

DEVIAZIONE STANDARD

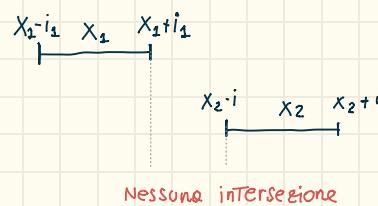
2 cifre dopo la virgola

RIFERIBILITÀ'

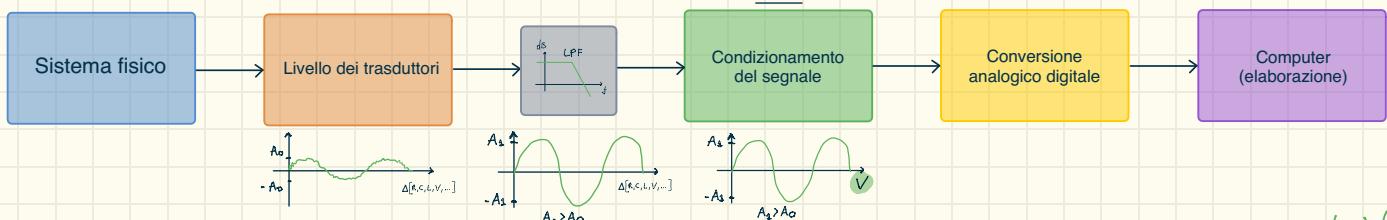
COMPATIBILI



NON COMPATIBILI



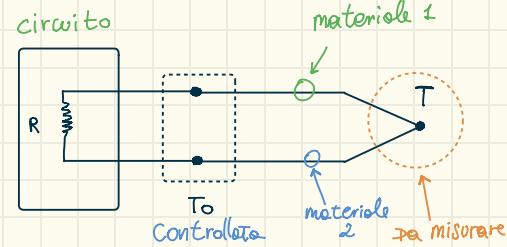
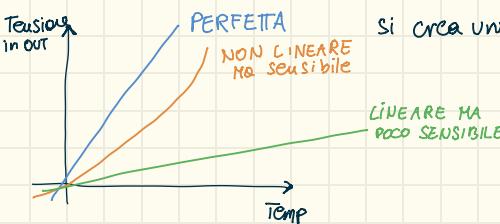
SISTEMI DI ACQUISIZIONE DATI



LIVELLO DI TRASDUZIONE

Resistivi

- TERMOCOPIE → Seebeck: Se abbiamo due metalli diversi disposti così: si crea una ddp che si rileva nel circuito



- PORTATA MASSICA

$$Q_m \cdot C_p (T_1 - T_2) = R I^2$$

Misuro la temperatura a monte ed a valle e tramite un bilancio calcolo la massa

- FOTORESISTIVI

- ESTENSIMETRI

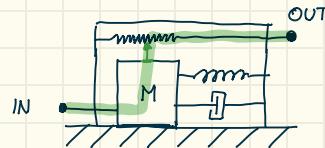
IMPO

Allungandosi la loro resistenza cambia

- IGROMETRO RESISTIVO

Due elettrodi separati da un materiale che cambia la sua resistenza a seconda dell'umidità

- ACCELEROMETRI

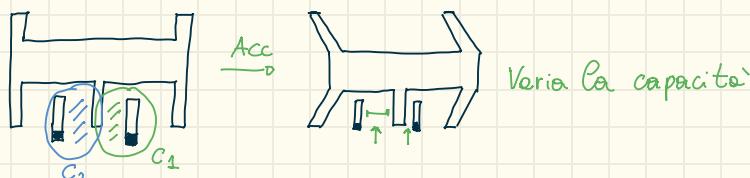


CAPACITIVI

$$C = \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d}$$

- IGROMETRO CAPACITIVO Il materiale dielettrico è composto da una sostanza che cambia il coefficiente Epsilon0 a seconda dell'umidità
- TRACK PAD COMPUTER / SCHERMI TOUCH VECCHI

MEMS (CAPACITIVO)

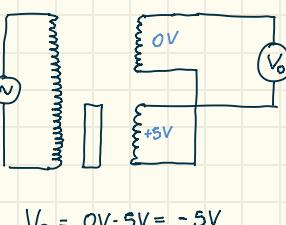
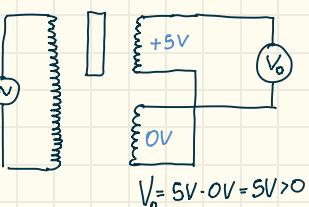
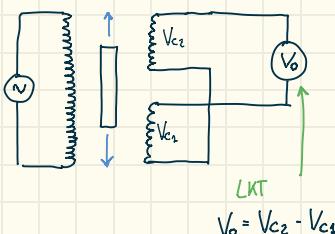


I MEMS sono sensori stampati sul silicio
E quindi microscopici

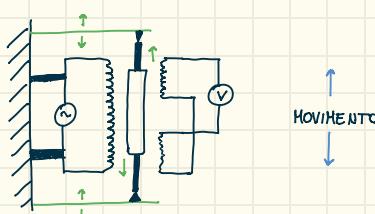
INDUTTIVI A VARIAZIONE DI RILUTANZA

$$L = \mu_0 \cdot n^2 \cdot \frac{A}{\epsilon}$$

A seconda della posizione della barra Metallica possiamo avere maggiore tensione sulla prima o sulla seconda coil. Di conseguenza possiamo conoscere la posizione della barra e quindi dell'orientazione del trasduttore.



ACCELEROMETRO LVDT



MAGNETICI

A CORRENTI PARASSITE

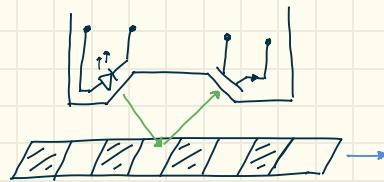
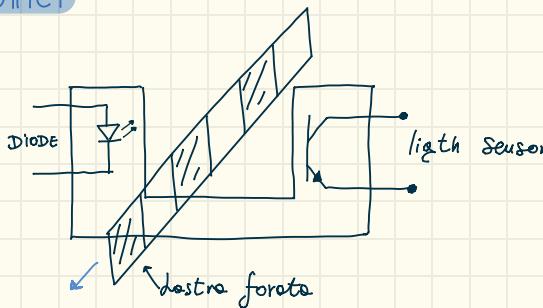
Questo trasduttore serve a rilevare **microfrazioni** in un materiale **ferromagnetico**. Questo è possibile andando a creare un campo magnetico indotto e misurandolo. Se questo campo magnetico indotto è simile a quello che lo ha generato, allora il materiale non ha microfrazioni.

MAGNETO RESISTIVI

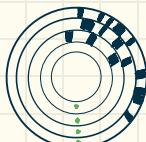
$$F_L = q \vec{V} \wedge \vec{B}$$

La forza di Lorentz fa spostare le cariche in una piastra a destra o a sinistra a seconda del loro segno. Otteniamo quindi una lastra avente a sinistra tutte cariche (+) ed a destra tutte cariche (-) (esempio). Si crea quindi una differenza di potenziale misurabile.

OTICI

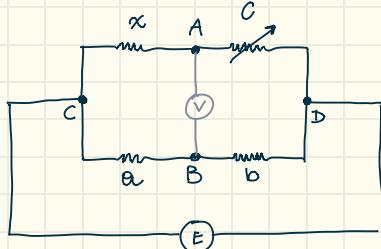


ENCODER OTICI



LIVELLO DI CONDIZIONAMENTO

PONTI IN CC



Dopo aver azzerato il ponte (ovvero non c'è tensione tra il punto A e B) possiamo trovare la resistenza x conoscendo gli altri resistori.

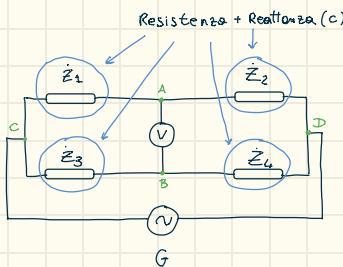
INCERTEZZA RELATIVA

$$\left(\frac{\mu_{R_x}}{R_x} \right)^2 = \left(\frac{\mu_{R_a}}{R_a} \right)^2 + \left(\frac{\mu_{R_b}}{R_b} \right)^2 + \left(\frac{\mu_{R_c}}{R_c} \right)^2 + \left(\frac{\mu_g}{R_g} \right)^2$$

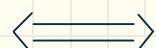
Incertezza di
Sensibilità

$$\mu_g = \frac{dx}{x} \quad \leftarrow \text{Ovvero la variazione di Alimentazione del ponte}$$

PONTI IN CA



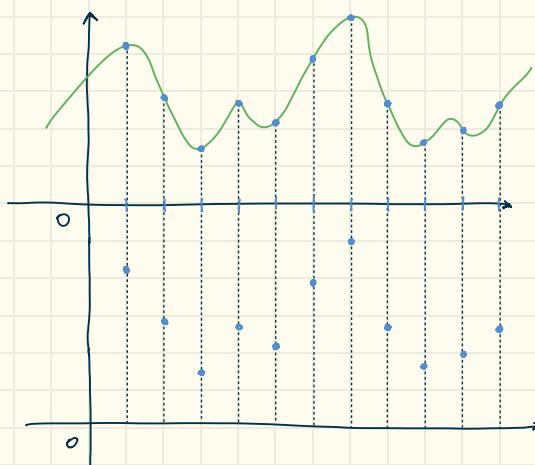
$$\dot{Z}_1 \dot{Z}_4 = \dot{Z}_2 \dot{Z}_3$$



$$\begin{cases} \operatorname{Re}(Z_1 \cdot Z_4) = \operatorname{Re}(Z_2 \cdot Z_3) \\ \operatorname{Im}(Z_1 \cdot Z_4) = \operatorname{Im}(Z_2 \cdot Z_3) \end{cases}$$

DIGITALIZZAZIONE

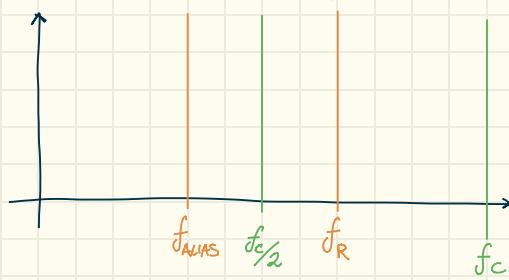
CAMPIONAMENTO



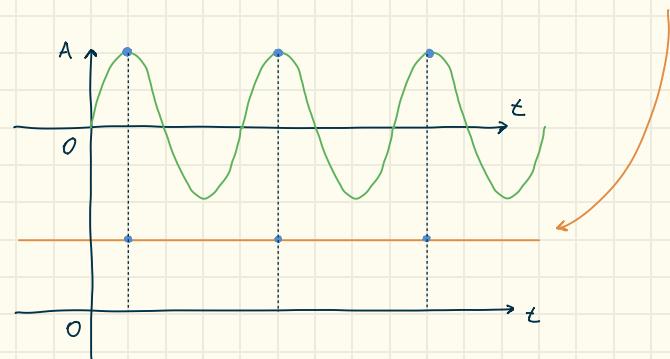
$$f_c > 2f_{\max}$$

Teorema
del Campionamento

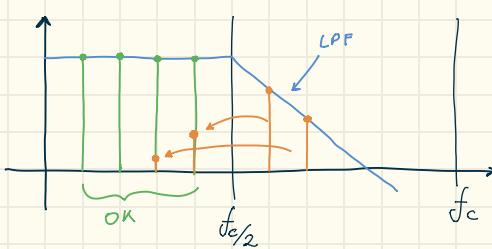
ALIASING



Se $f_{in} = f_c \Rightarrow$ Alias a $f = 0 \text{ Hz} \equiv$ Segnale Continuo!

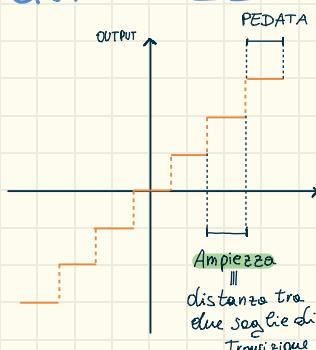


Soluzione: FILTRO LP



QUANTIZZAZIONE

QUANTIZZATORE



Passo di quantizzazione

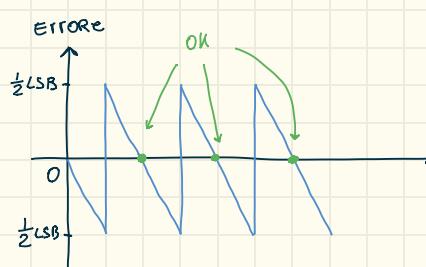
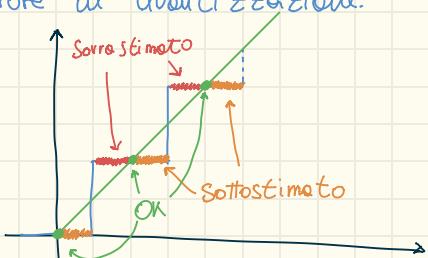
$$Q = \frac{FS}{2^b}$$

Valore Max - Val Min
del segnale in input

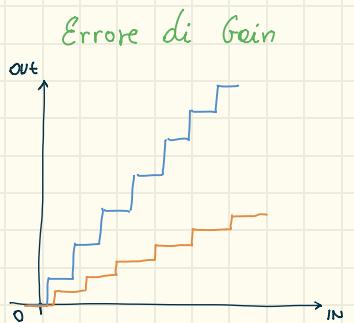
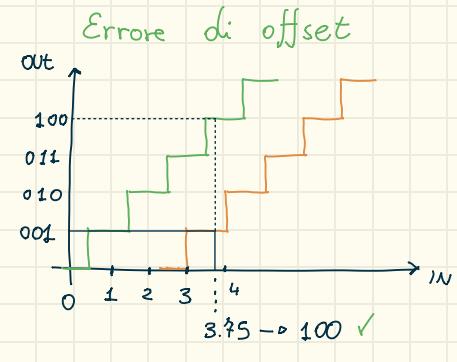
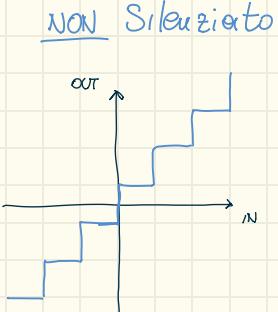
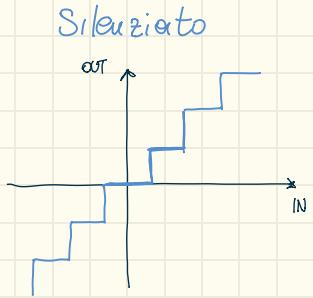
NUMERO DI LIVELLI

Usato nella Dimostrazione "D"

Errore di Quantizzazione.



$\pm 1/2 \text{ LSB}$ = Livello di quant.



DNL

$$DNL[k] = \frac{T[k+1] - T[k] - Q}{Q}$$

$\rightarrow DNL = \max(DNL[k])$ Low is Better

\rightarrow Ideal m. $DNL[k] = 0$

Ci dice quanto è sbagliato il singolo gradino del convertitore

INL

$$INL[i] = \sum_{k=1}^i DNL[k]$$

$$INL = \max(INL[i])$$

Ci dice, fino al gradino k, quanto il convertitore sovraconverte o sottoconverte (errore)

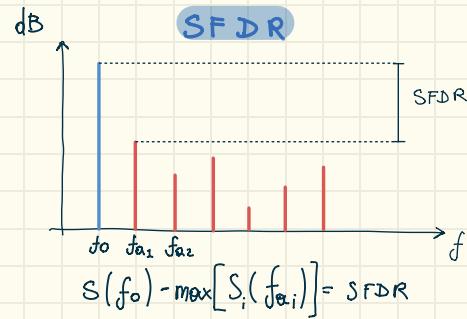
THD - TOTAL HARMONIC DISTORTION

$$THD(-dB) = 20 \log \left(\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2} \right)$$

LOW IS BETTER

Armonica fondamentale

Tutte le altre



SNR - Signal-Noise Ratio

$$SNR = 20 \log_{10} \left(\frac{V_{x rms}}{N_{rms}} \right)$$

in dB

Segnale

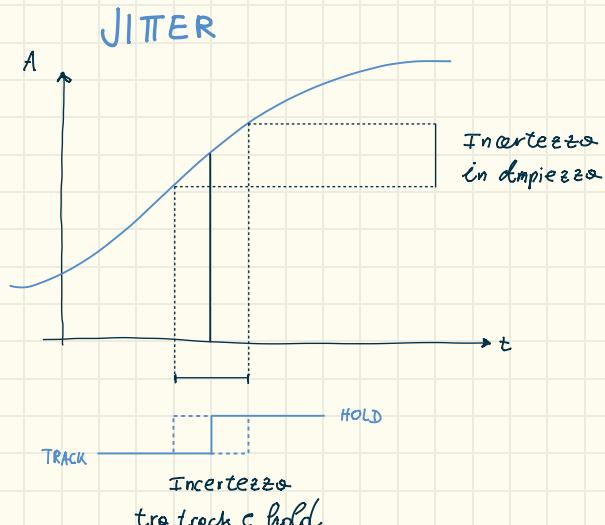
Rumore senza ARMONICHE

"NOISE"

La formula ci fa capire a quanti bit il segnale è stato processato

SNR della Sinusoida

$$SNR = 4.76 \text{ dB} + N \cdot 6.02 \text{ dB}$$



CONVERTITORI

ANALOG → DIGITAL (ADC)

- Singolo Bit : COMPARATORE
- A CONTATORE
- AD INSEGUIMENTO (Contatore UP/down)
- AD APPROXIMAZIONI SUCCESSIVE SAR
- ADC FLASH (parallelo)

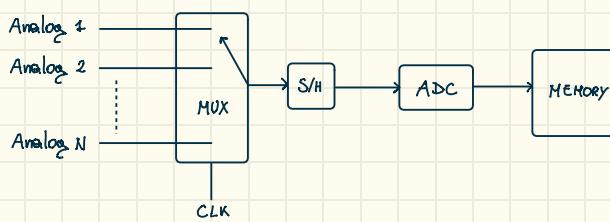


- * SOVRACCAMPIONAMENTO
- * NOISE SHAPING

DIGITAL → ANALOG

- A RESISTORI PESATI + OPAMP DIFFER.
- R - 2R

ADC AD INGRESSO MULTIPLO



FREQ DI CAMPIONAMENTO
LIMITATA

$$\bar{f}_c = \frac{f_c}{N}$$

CANALI

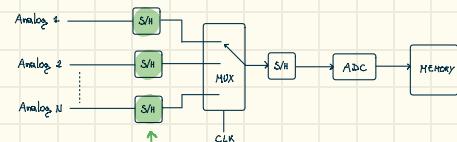
INOLTRE $f_c = \frac{\bar{f}_c}{2}$

NYQUIST

$$\Rightarrow \bar{f}_c = \frac{f_c}{N \cdot 2}$$

PROBLEMI

DATI NON
TEMPORALMENTE
SINCRONI



Mantengono i dati costanti
per il tempo necessario

OSCILLOSCOPIO

TRIGGER

I trigger ci permettono di memorizzare solo i dati che ci interessano a seguito di uno specifico evento (ad esempio il segnale supera una determinata soglia)

- Esempi di trigger:
- Il segnale supera una certa soglia di ampiezza
 - il segnale supera una certa pendenza
 - il segnale esce fuori da una certa maschera

TIPI DI CAMPIONAMENTO

TEMPO
REALE

TEMPI
EQUIVALENTI

CASUALE
IN TEMPO EQUIVALENTE

Campionamento classico che deve rispettare il teorema di Nyquist e quindi prendere almeno due punti a periodo di una sinusoida.

Prendo un punto a periodo ma ad ogni passaggio ritardo il punto di campionamento di δt in modo da campionare sempre un **punto diverso** del segnale. Mettendo insieme i campioni ottengo un segnale campionato rispettando il teorema di Nyquist anche se la frequenza di campionamento è inferiore di quella del segnale.

Si può usare solo con segnali periodici

Uguale al campionamento in tempi equivalenti con la differenza che i campioni sono prelevati casualmente e quindi **dobbiamo memorizzare anche l'istante di tempo** —> abbiamo bisogno di una **matrice**

INTERPOLAZIONE

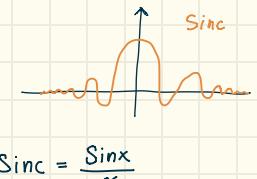
LINEARE

Abbiamo bisogno di **almeno 10 punti per periodo** per effettuare un'interpolazione lineare. Banalmente andiamo ad "unire i punti" con una retta.

FUNZIONE SINC

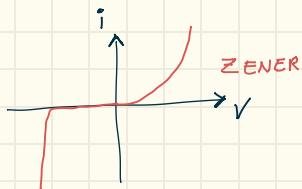
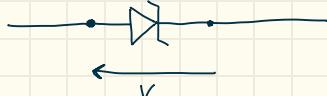
La funzione Sinc ci permette di interpolare avendo anche solo 2.5 punti a periodo.

Se applichiamo questa interpolazione ad una sequenza finita abbiamo delle oscillazioni agli estremi dette **oscillazioni di Gibbs**

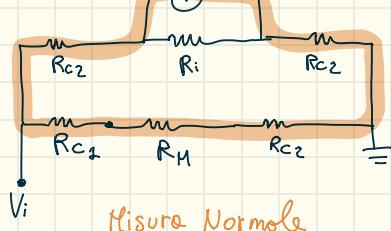


ELEMENTI CAMPIONE

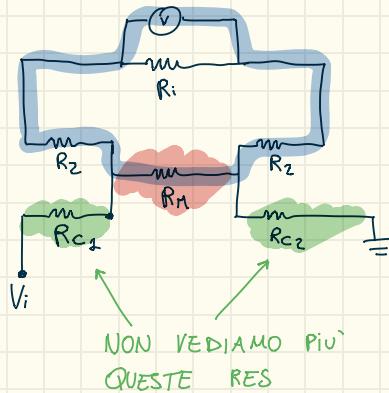
Tensione



RESISTENZA A 5 MORSETTI

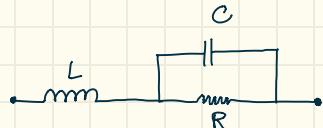


Misura Normale



Misura con FLUKE

MODELLO RESISTORE



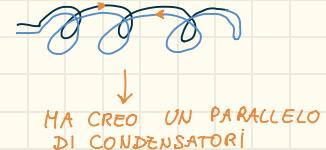
$$\text{Per } f \rightarrow 0 \quad \begin{cases} C \rightarrow 0 \\ L \rightarrow 0 \end{cases}$$

$$\text{perche' } \begin{cases} X_C \propto \frac{1}{f} \\ X_L \propto f \cdot L \end{cases}$$

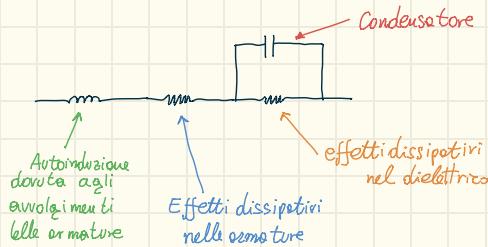
→ Modello L e C perche' :



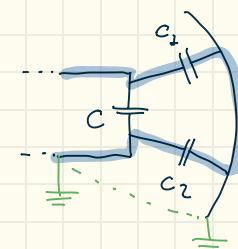
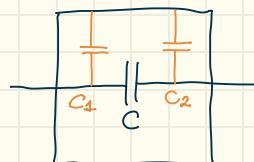
→ Risolvo con AWOLGIMENTI SPECUCARI



CONDENSATORE



Condensatore a 3 Morsetti

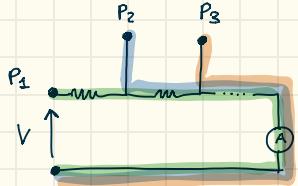


$$C_T' = C + \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

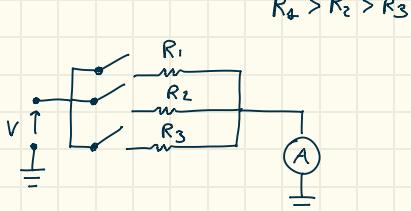
$$C_T'' = C + C_1 \quad \text{con } C_T' < C_T''$$

MISURE IN CORRENTE CONTINUA

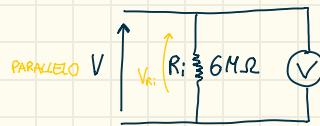
VOLTMETRO A PIU' PORTATE



$$V = R \cdot I$$



VOLTMETRO

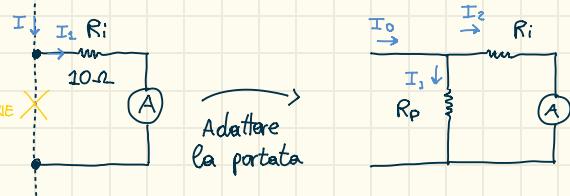


Il voltmetro deve avere una resistenza interna altissima per far passare poca corrente ed avere una caduta di tensione più bassa possibile

$$V_{Ri} = R \cdot I \quad \text{ma} \quad I = \frac{V}{R} \quad \text{con} \quad R \rightarrow \infty$$

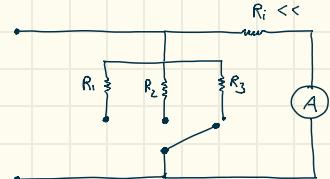
$$\Rightarrow I \rightarrow 0 \quad \Rightarrow \quad R_i \rightarrow \infty$$

AMPEROMETRO



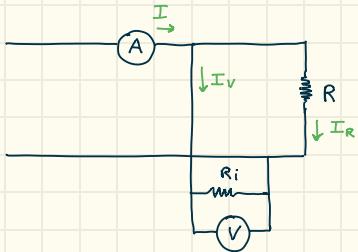
Scelgo R_p in modo che
 $I_1 > I_2$ Se l'amperometro
ha una portata bassa.

→ A piu' Portate :



METODO VOLTAMPEROMETRICO

VOLTMETRO A VALLE

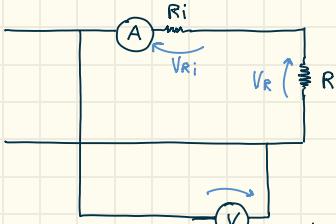


$$I = I_v + I_R \quad \text{d'Amp. legge anche la corrente assorbita dal Voltmetro}$$

Con questa configurazione l'amperometro misura anche la corrente che è assorbita dal voltmetro, mentre il voltmetro misura la corretta tensione.

E' preferibile usare questa configurazione quando la resistenza da misurare è molto più piccola di quella interna al voltmetro.

VOLTMETRO A MONTE

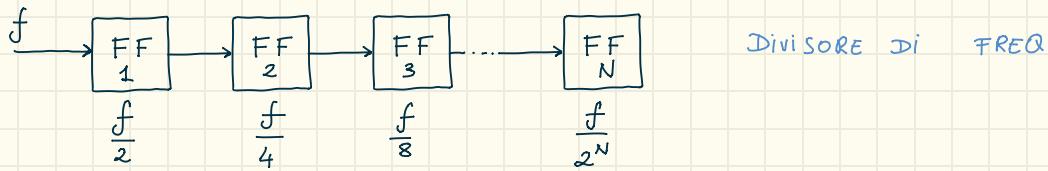


$$V = V_{Ri} + V_R$$

Il Voltm. legge anche la Caduta di Tensione dell'Ampm.

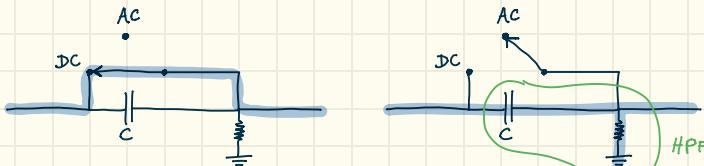
Con questa configurazione il voltmetro misura anche la caduta di tensione sull'amperometro, mentre l'amperometro misura la corretta corrente. E' preferibile usare questa configurazione quando la resistenza da misurare è molto più grande di quella interna all'amperometro.

OSCILLATORI E CONTATORI



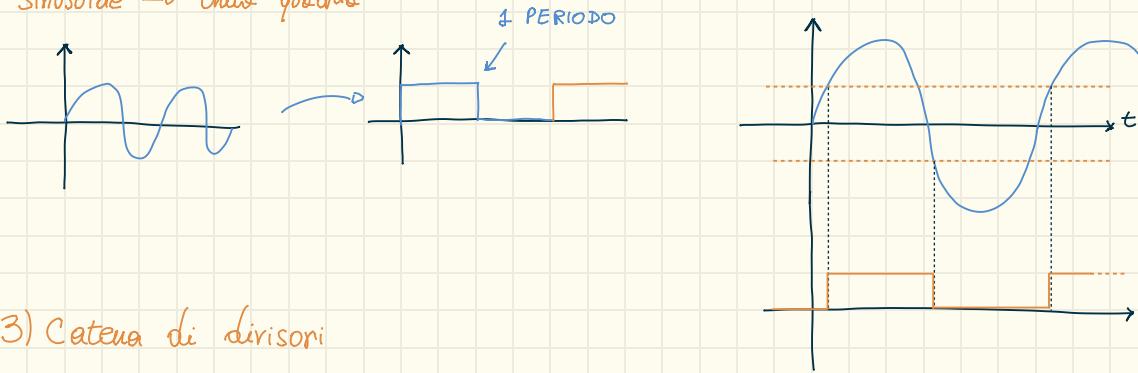
FREQUENZIMETRO

1) ACCOPPIAMENTO



HPF → FILTRA LA COMPONENTE CONTINUA

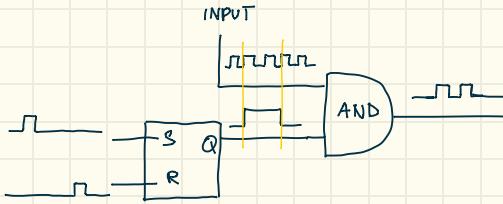
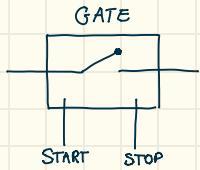
2) Sinusoida → onda quadra



Robusto Al Rumore

3) Catena di divisori

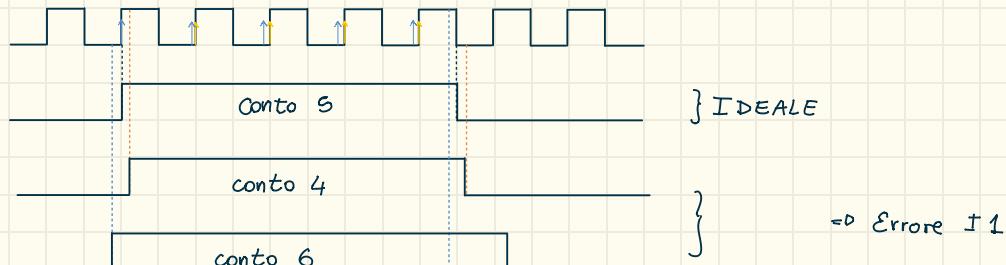
4) PORTA GATE



Il gate fa passare solo per un lasso di tempo
Il segnale va per un lasso di tempo

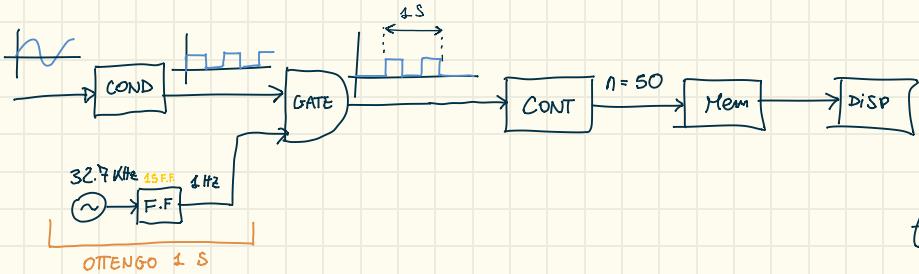
→ Per contare la frequenza ottiviamo la gate per esattamente 1 secondo

INCERTEZZA DI QUANTIZZAZIONE



CONSIDERAZIONI

FREQUENZIMETRO



$$f = \frac{1}{T}$$

$$t_{gate} = n_0 \cdot T \Rightarrow T = \frac{t_{gate}}{n_0}$$

$$\Rightarrow f = \frac{n_{oscillazioni}}{t_{gate}}$$

$$\Delta f = \pm \frac{1}{t_{gate}}$$

\Rightarrow MISURAZ FINALE : $f = \frac{n_0}{t_{gate}} \pm \frac{1}{t_{gate}}$

$$\frac{1}{t_{gate}} = \text{cost}$$

\Rightarrow Maggiore è n_0 (Numero di oscillazioni \rightarrow tempo di oss.)

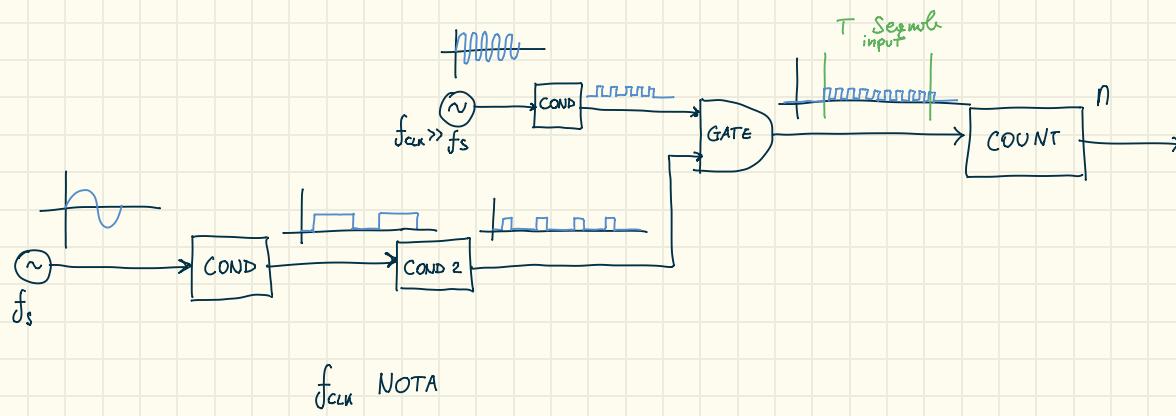
Migliore sarà la misura.

OPPURE Frequenza Alta

CONSIDERAZIONI

PERIODIMETRO

Segnale IN ha f bassa \rightarrow T lungo

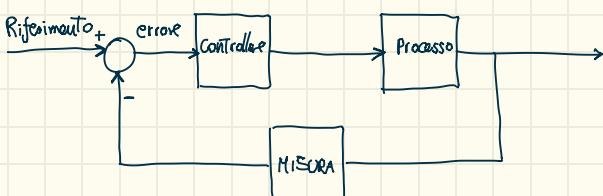


$$T_{on} = T_s = n \cdot T_{clk} = \frac{n}{f_{clk}} \quad \Delta T_{on} = \pm T_{clk}$$

\Rightarrow MISURA $T_{on} = n \cdot T_{clk} \pm T_{clk}$

Maggiore è n (e quindi la freq del clock f_{clk})
minore sarà l'incertezza relativa.

Misura automatica



RECAP FILTRI

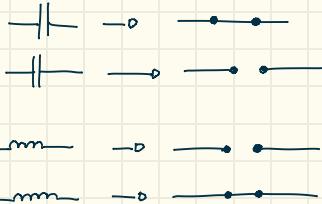
IMPEDENZE

$$\bullet \quad Z_C = -\frac{j}{\omega C} = -\frac{j}{2\pi f C}$$

$\left\{ \begin{array}{l} \text{Per } f \rightarrow \infty \quad X_C \rightarrow 0 \quad \text{C.C.} \\ \text{Per } f \rightarrow 0 \quad (\text{SEGNALE CONTINUO}) \quad X_C \rightarrow \infty \quad \text{C.A.} \end{array} \right.$

$$\bullet \quad Z_L = j\omega L = j2\pi f L$$

$\left\{ \begin{array}{l} \text{Per } f \rightarrow \infty \quad X_L \rightarrow \infty \quad \text{C.A.} \\ \text{Per } f \rightarrow 0 \quad (\text{SEGNALE CONTINUO}) \quad X_L \rightarrow 0 \quad \text{C.C.} \end{array} \right.$

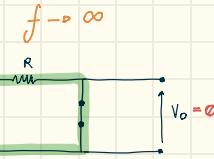
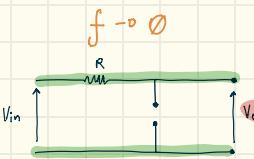
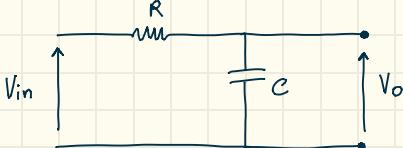


$$\bullet \quad Z_R = R$$

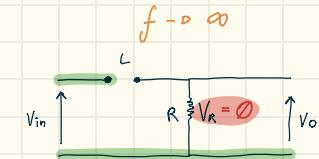
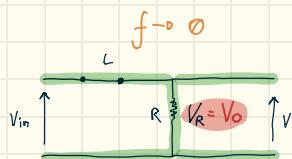
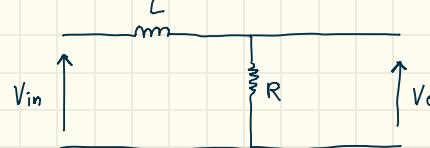
FILTRI PASSA BASSO - LPF

CONDENSATORE

USATO PER L'ESERCITAZIONE

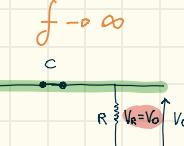
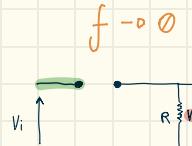
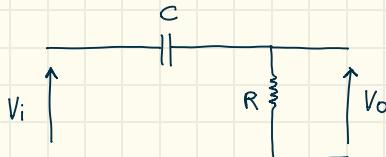


INDUTTORE

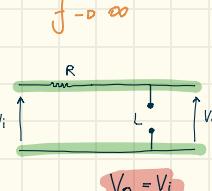
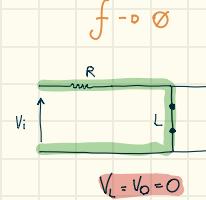
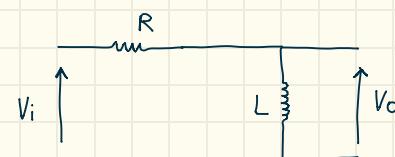


FILTRI PASSA ALTO - HPF

CONDENSATORE



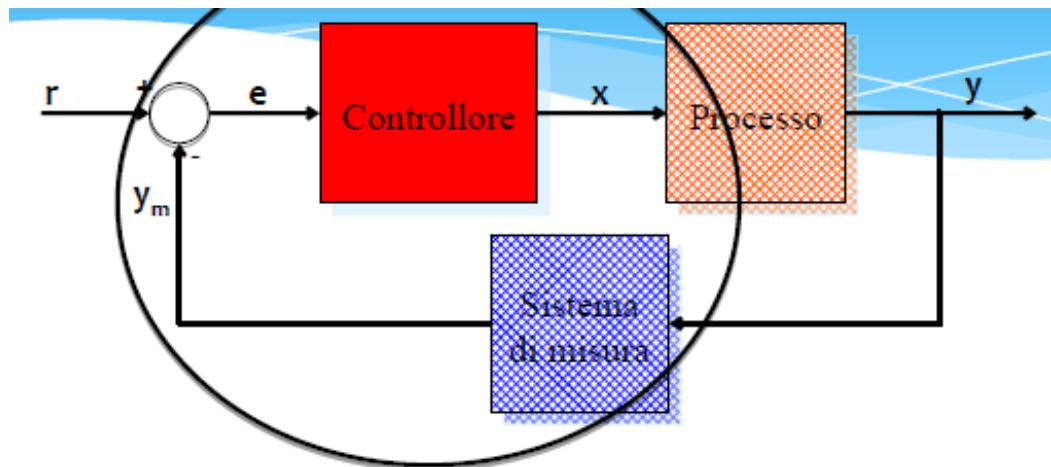
INDUTTORE



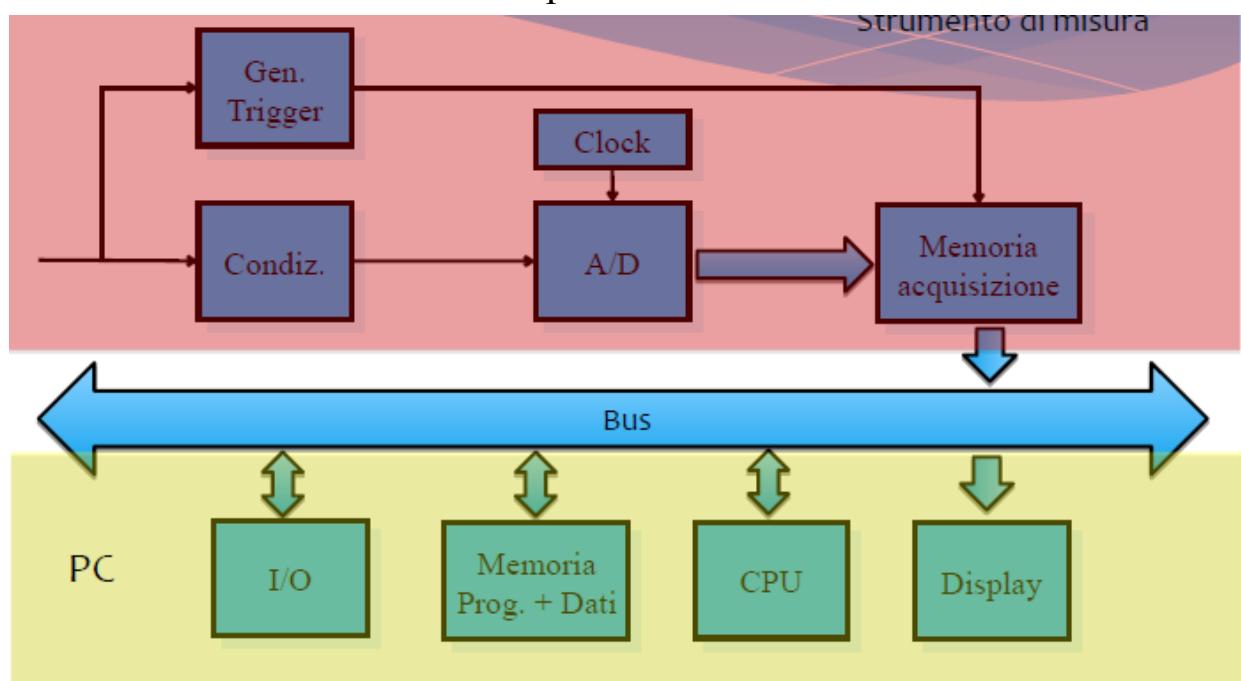
Sistemi automatici di misura (lezione FPica 2020):

sono misurazioni gestite automaticamente da un controllore.

La misurazione ha lo scopo di fornire una valutazione delle grandezze fisiche di interesse in maniera oggettiva.



dove il **sistema di misura** è composto da:



Comunicazione:

Serial RS-232: interfaccia seriale presente su tutti i pc e strumenti di misura, la velocità e la distanza di comunicazione sono limitati e può comunicare con un solo strumento alla volta.

GPIB (General purpose interface Bus): cavo sviluppato da HP negli anni 60 usato per la comunicazione tra strumento di misura e PC. Può

comunicare con più strumenti, presenta più linee di trasmissione e linee del bus.

Scheda di acquisizione dati: ingressi e uscite, i bus di comunicazione sono le porta PCI dove si inseriscono anche le schede video.

Sistemi di misura distribuiti: sono sistemi di misura lontani fra di loro e dall'operatore, gestiti da computers, necessitano di: interfaccia utente, elaborazione, misure, archivio, dispositivi da provare.

Sistemi strettamente accoppiati:

le unità di elaborazione condividono programma, memoria e I/O e comunicano attraverso la memoria condivisa.

Sistemi debolmente accoppiati: Un gruppo di computer che comunica mediante messaggi. Ciascuno è dotato di una sua memoria locale e di sue interfacce. Si tratta di sistemi fisicamente sparsi.

Strumento virtuale: uno o più strumenti controllati da un calcolatore tramite interfaccia GPIB o altri protocolli con un pannello frontale grafico: Strumenti composti da Hardware di misura, personal computer per elaborare ed un software applicativo. Hanno il vantaggio di essere flessibili, scalabili, facile connettibilità, aumento della produttività e abbattimento dei costi, tuttavia hanno prestazioni inferiori rispetto ad hardware dedicati. Esempio: Modello SAMI(Standard Architecture for Measurement for Instrumentation)

Resolution: Indica il massimo numero di valori di tensione diversi che possono essere misurati, Maggiore la risoluzione, più accurata è la rappresentazione del segnale. SBAGLIATO!

Range: Differenza tra il massimo ed il minimo valore che può essere misurato, minore è il range e più accurata sarà la rappresentazione.

Gain: Amplificazione o attenuazione del segnale per rientrare nel range fissato.

Risoluzione: è la più piccola variazione in input che genera una variazione dell'output