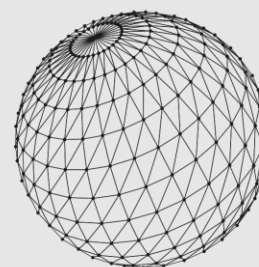
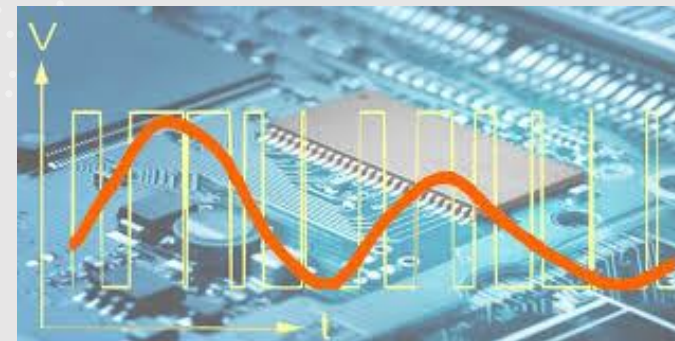


# CONDIZIONAMENTO DEI SEGNALI

## Lezione 2



**ITS ACADEMY**  
MECCATRONICO VENETO  
ISTITUTO TECNOLOGICO SUPERIORE

# CAPITOLO 1

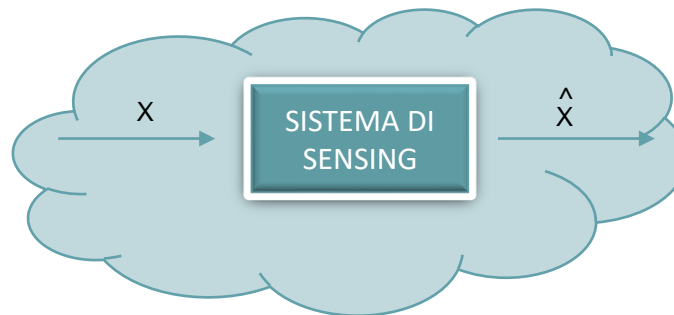


**Riepilogo delle giornate  
precedenti**

# Sistema di sensing

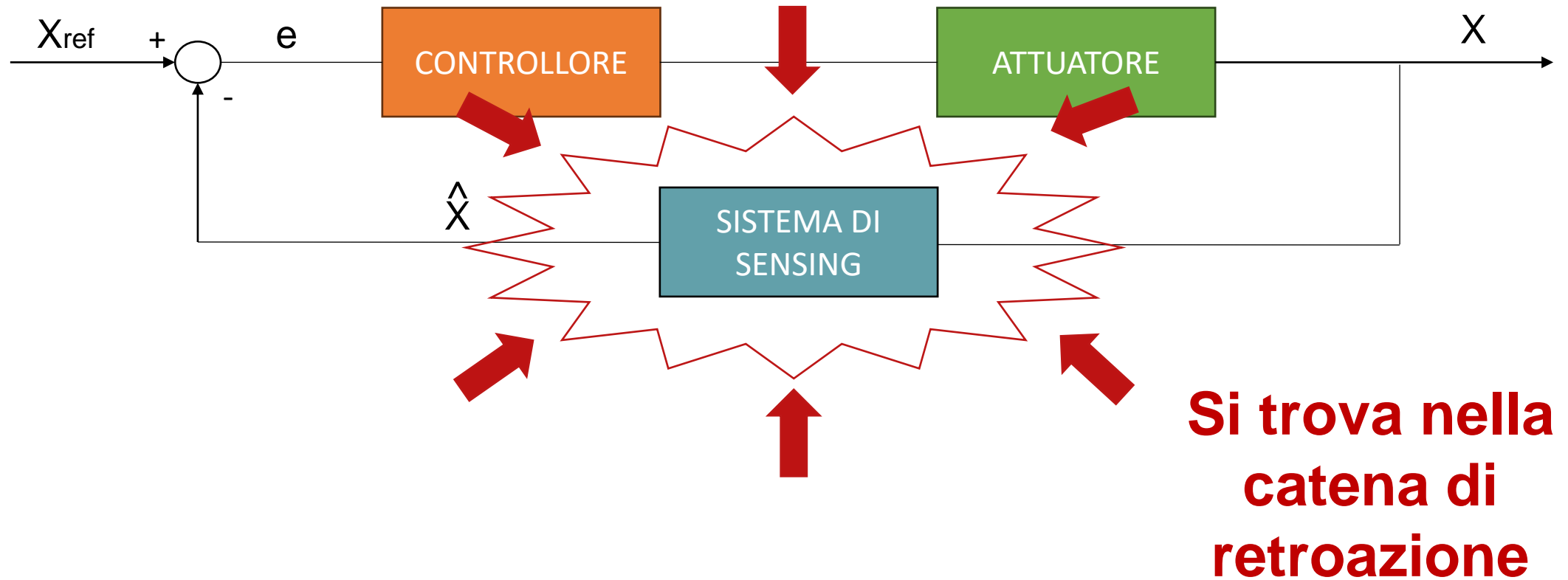
Oggetto del corso è il sistema di sensing, detto anche sistema di acquisizione, il quale ha come scopo quello di effettuare una **MISURAZIONE**.  
Tale misurazione ha come output una **STIMA** della grandezza fisica misurata in ingresso.

Grandezza fisica

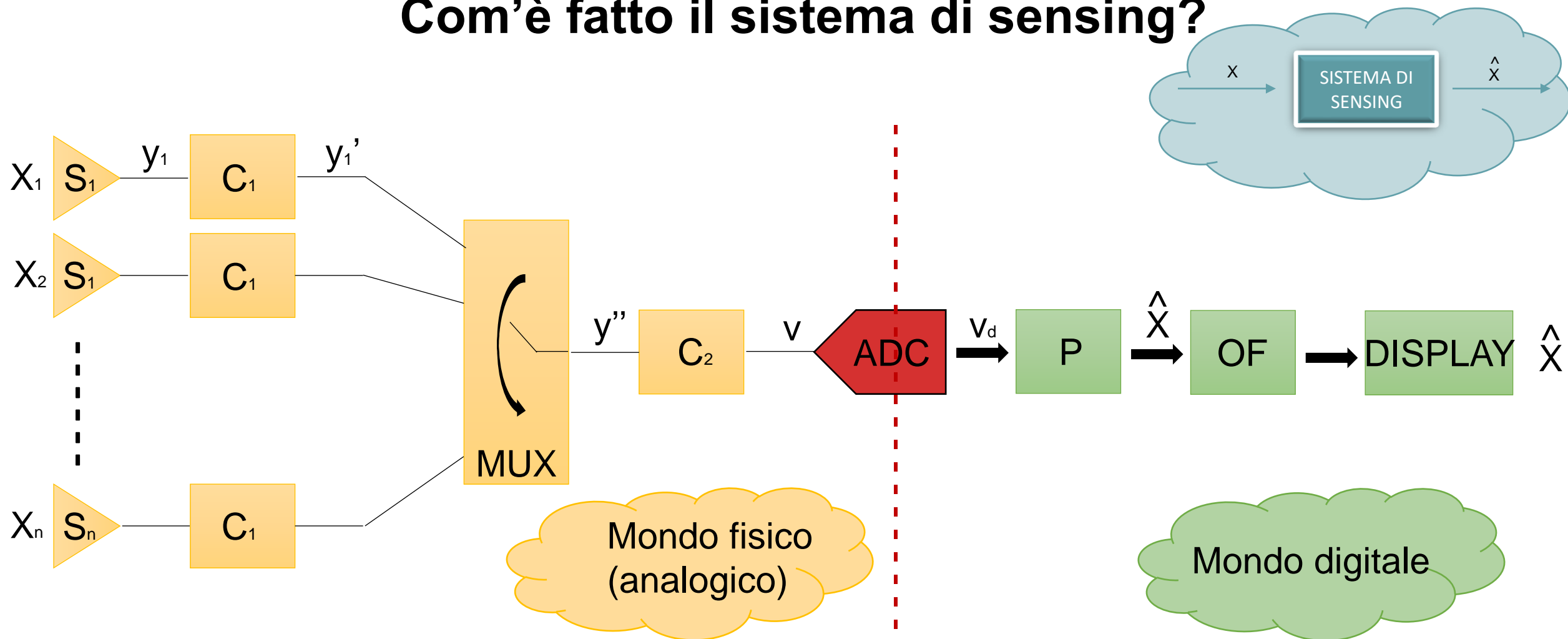


Stima della  
grandezza fisica

# Collocazione del sistema di sensing all'interno del sistema meccatronico



# Com'è fatto il sistema di sensing?

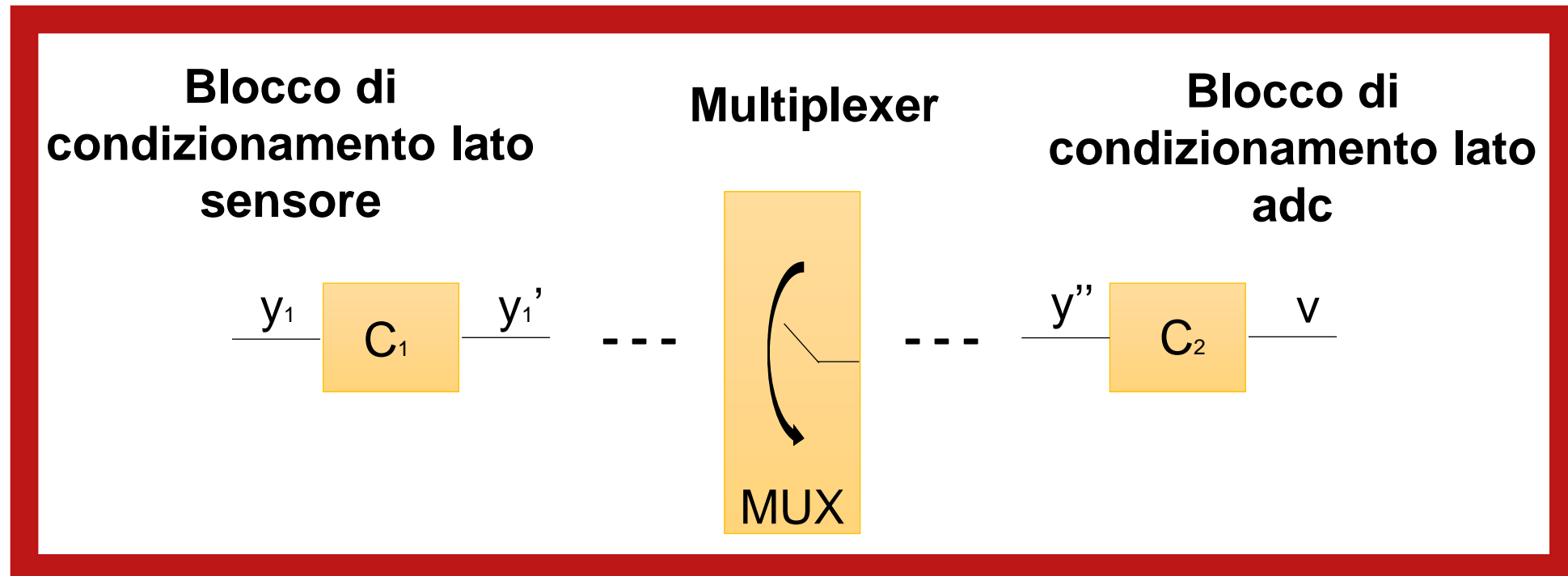


# Cosa vedremo oggi?

Blocchi di condizionamento:

- caratteristiche
- funzioni
- composizione

## BLOCCO DI CONDIZIONAMENTO



# CAPITOLO 2



## Introduzione

# Blocco di condizionamento

## Scopo:

**Adattare** le caratteristiche del segnale di uscita proveniente dal sensore, a quelle del successivo blocco di conversione ADC.



## Com'è fatto?

I blocchi di condizionamento sono circuiti composti prevalentemente da **resistori**, **condensatori**, **induttori**.



# Blocco di condizionamento

!! Il blocco di condizionamento INCIDE sulla misurazione !!



## Esempio:

Cavo encoder si trova a fianco del cavo motore, che porta molta corrente.

Tanta corrente = Campo magnetico alto

Campo magnetico alto = DISTURBI ELETTROMAGNETICI

Blocco di condizionamento deve amplificare il segnale.

Si parla in questo caso di **REIEZIONE AI DISTURBI**



# Parametri fondamentali per un blocco di condizionamento

1. TRANSCARATTERISTICA
2. FUNZIONE di TRASFERIMENTO
3. LARGHEZZA DI BANDA
4. TEMPO di SALITA
5. IMPEDENZA DI INGRESSO e USCITA

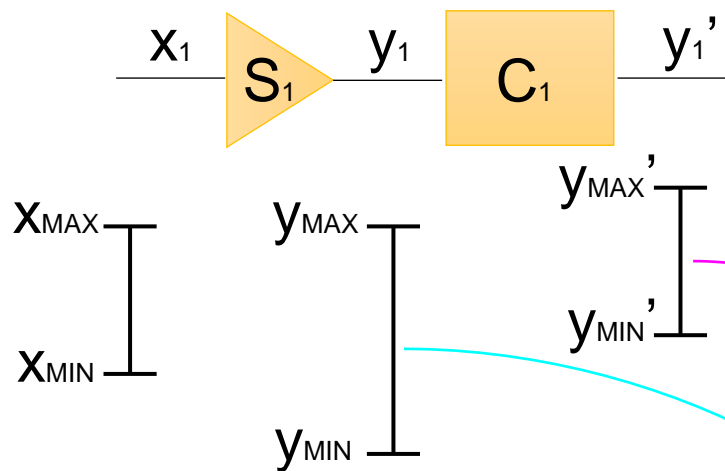
Vediamo una per volta...

# CAPITOLO 3



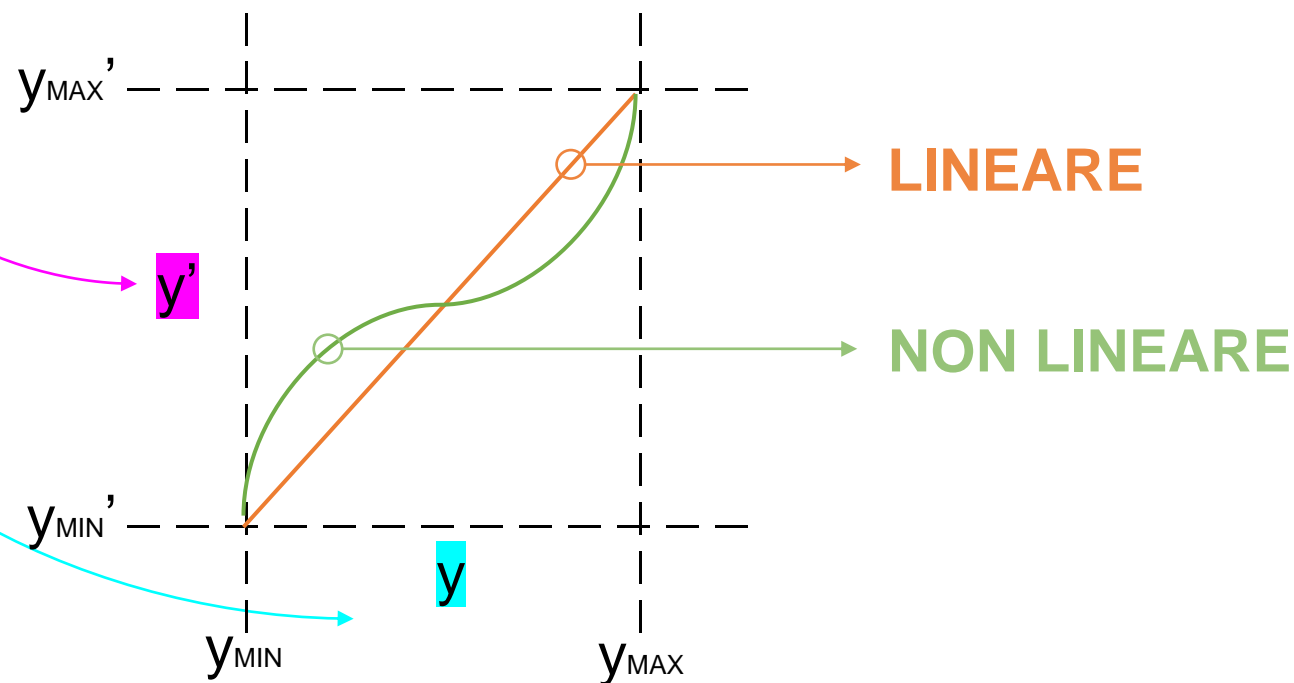
## **Transcaratteristica del blocco di condizionamento**

# TRANSCARATTERISTICA



Definizione:

La transcaratteristica è la **funzione** di  $f'()$  che associa a ciascun valore del segnale di **ingresso  $y$** , un corrispondente valore di **uscita  $y'$** .



# TRANSCARATTERISTICA

Gli intervalli delle grandezze  $y$  e  $y'$  possono essere molto diversi tra loro.

E' fondamentale conoscere adeguatamente la transcaratterstica per poter **RICOSTRUIRE** il segnale a **POSTERIORI**.

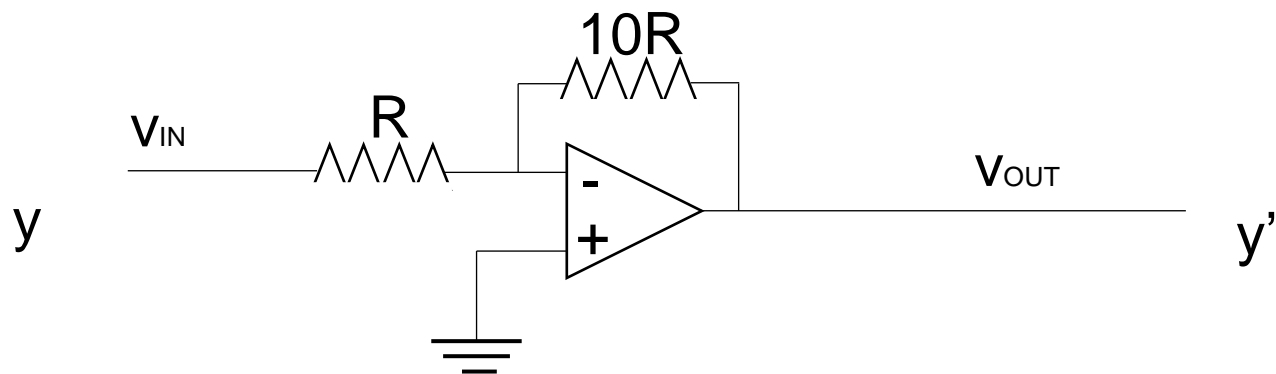


**E' QUESTO L'OBIETTIVO PRINCIPALE DEL  
SISTEMA DI ACQUISIZIONE**

# TRANSCARATTERISTICA

Esempio di un circuito di condizionamento:

Amplificatore operazionale in configurazione invertente  $\longrightarrow$  Elettronica di segnale



$$V_{OUT} = \frac{-10R}{R} V_{IN}$$

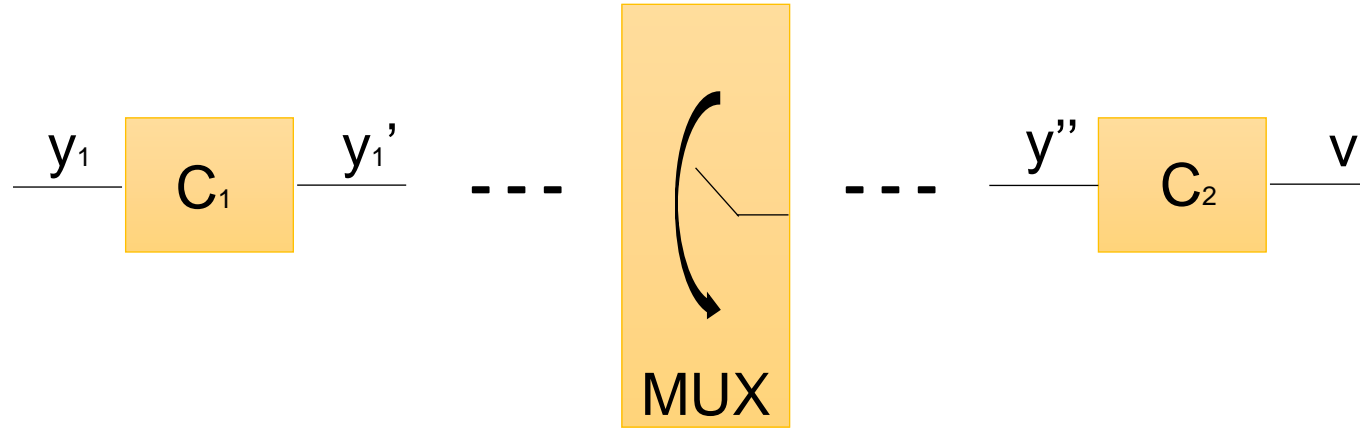
$$V_{OUT} = -10V_{IN}$$

$$y' = -10y$$

E' la **TRANSCARATTERISTICA**.

Invertendola, posso risalire al segnale in ingresso, ossia quello del sensore

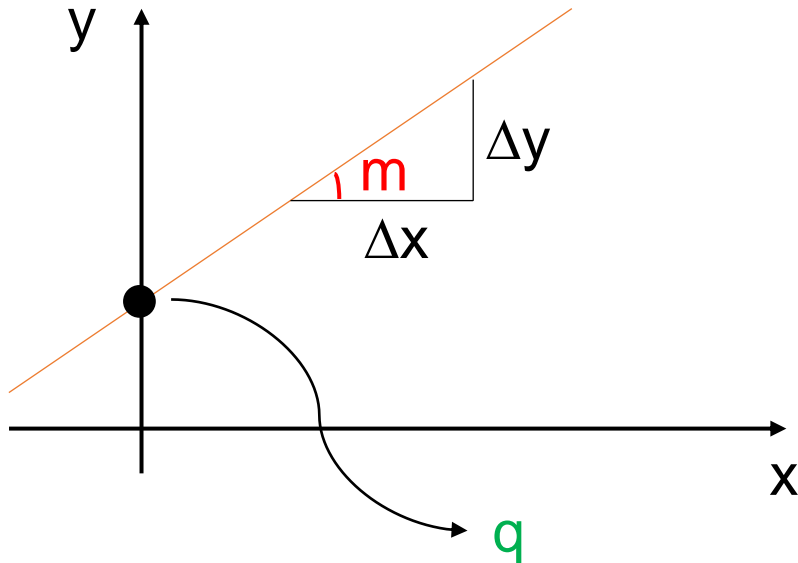
# Precisazione



I blocchi di condizionamento  $c_1$  e  $c_2$  lavorano combinati, quindi le loro transcaratteristiche talvolta si considerano insieme, implementando un'unica transcaratteristica per entrambi.

# Riepilogo transcaratteristica

È il coefficiente angolare della retta,  
detto **SENSIBILITA'**: rappresenta la  
pendenza della transcaratteristica



$$y = mx + q$$

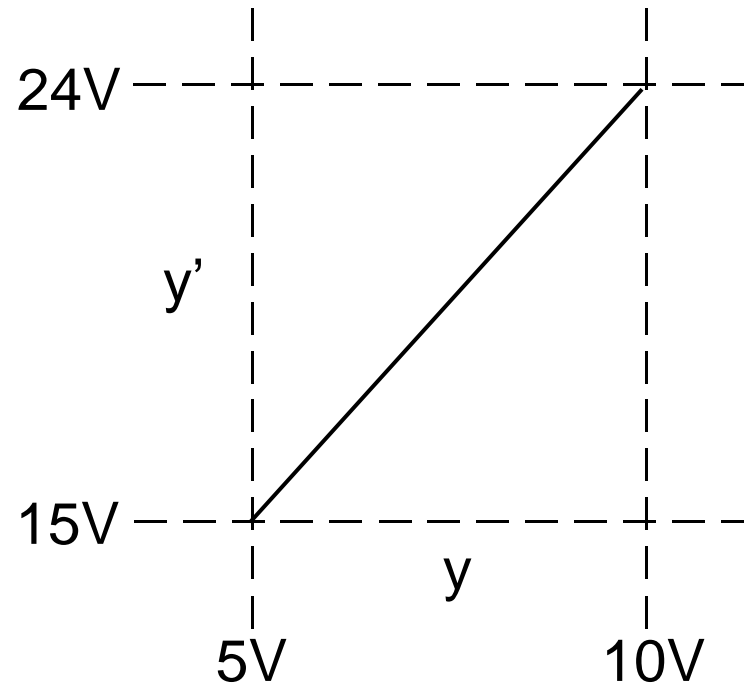
Prende il nome di **OFFSET**: è il valore che  
l'uscita ha quando l'ingresso vale zero



# BREAK - ESERCIZIO



Trovare la transcaratteristica del blocco c1 sapendo che  $y \in [5, 10]\text{V}$  e che  $y' \in [15, 24]\text{V}$



# CORREZIONE ESERCIZIO



STEP 1:          adattare → calcolo dell'm

STEP 2:          tralsare → calcolo dell'offset q

TRANSCARATTERISTICA:

Verifica della correttezza:

$y=5 \rightarrow$

$y=10 \rightarrow$

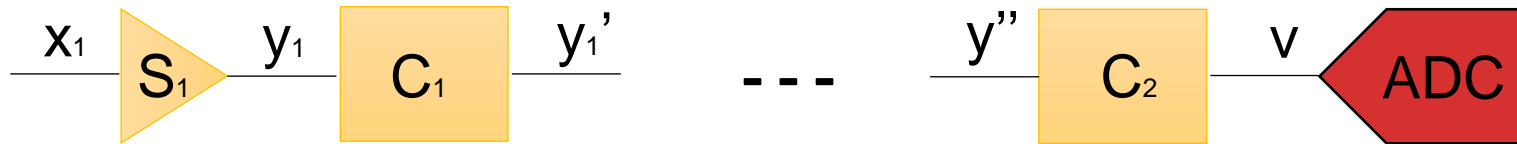
# IMPORTANTE

*QUESTA OPERAZIONE VIENE EFFETTUATA OGNI QUALVOLTA SI DEVE  
**TARARE** UN SISTEMA DI ACQUISIZIONE O ANCHE BANALMENTE UN SOLO  
SENSORE*

E' la **COSA PIU' IMPORTANTE DEL CORSO!**

# Adattamento di scala

Quanto appena fatto, ossia adattare il campo di valori di uscita del sensore, al campo di valori di ingresso dell'ADC, prende il nome di ADATTAMENTO DI SCALA



E' un'operazione fondamentale perché va a risolvere due problemi:

1. Range del sensore è fuori rispetto al range dell'adc

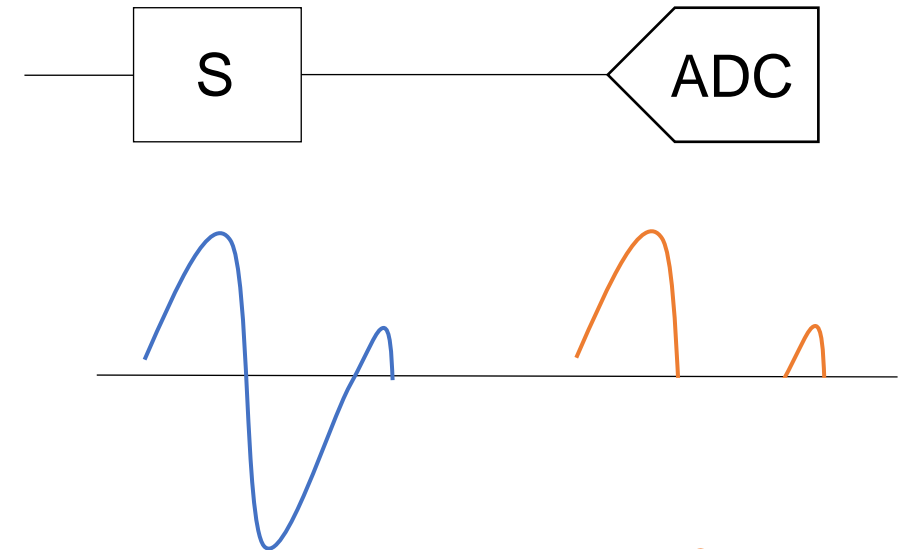
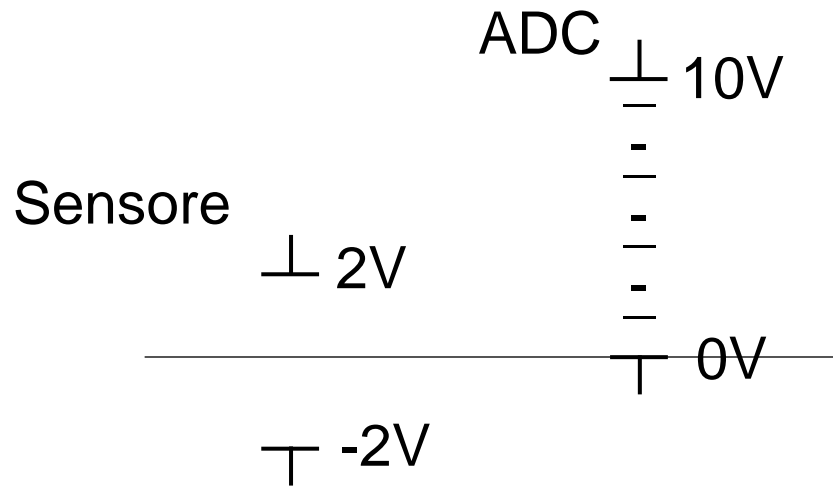
2. Range del sensore comprende parzialmente quello dell'adc

# Adattamento di scala

1. Range del sensore è fuori rispetto al range dell'adc

Significa che:

Il campo di valori y di uscita del sensore, fuoriesce dal campo di valori di v d'ingresso dell'ADC



Il risultato della  
misurazione è  
giusto, ma ho  
buttato i soldi!

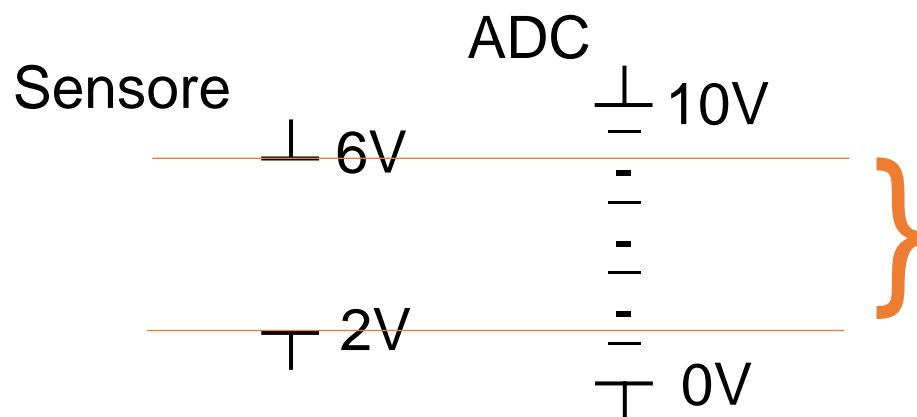


## Adattamento di scala

2. Range del sensore  
compre parzialmente  
quello dell'adc

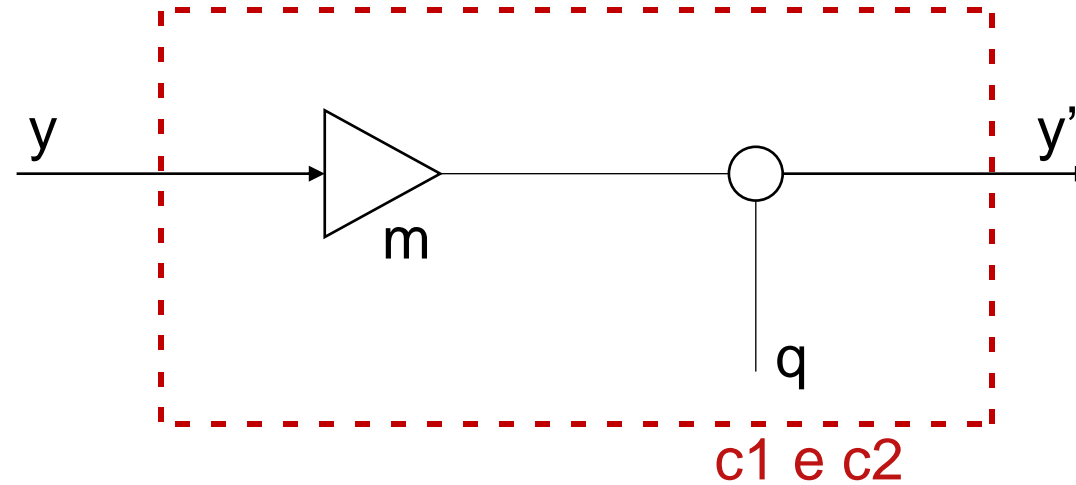
Significa che:

Il campo di valori  $y$  non è ampio a sufficienza da coprire tutto il range e i bit a disposizione dell'ADC



Non utilizziamo tutti i  
bit dell'ADC

# Schema riassuntivo dell'azione del blocco di condizionamento



Questo schema a blocchi rappresenta l'azione combinata di  $c1$  e  $c2$

E' un circuito analogico



**Fine primo  
tempo**



# CAPITOLO 4



**Labview**

# TASTO <RUN>

Serve per mandare in esecuzione il codice ossia per fare in modo che LabVIEW lo compili ed esegua quindi le operazioni desiderate.



La compilazione e l'esecuzione non è possibile in quanto sono presenti degli errori. Cliccandoci sopra è possibile visualizzare la lista degli errori presenti

La compilazione e l'esecuzione avvengono senza problemi. I terminali ed i nodi svolgono la funzione per la quale sono stati progettati

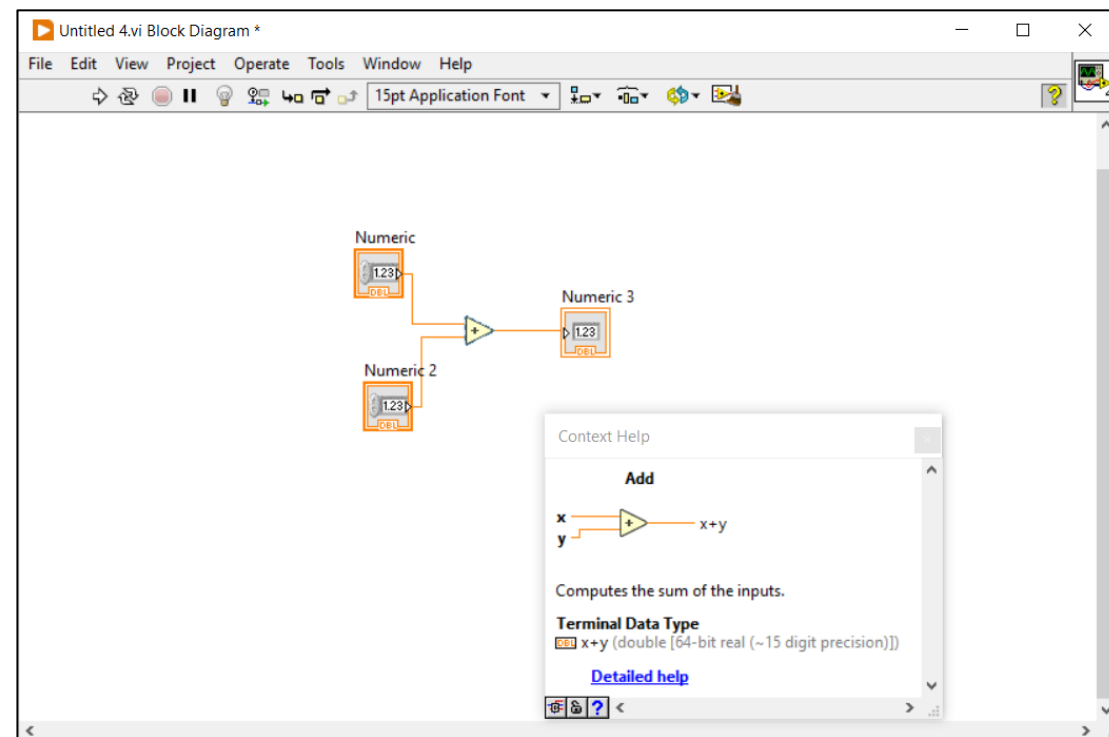
L'applicazione è in esecuzione senza errori. La freccia rimarrà in questo stato finché non intercorreranno errori o fino a quando il processo non verrà interrotto

# MENU <HELP>

Il menù «HELP» è indispensabile per avere più informazioni su LabVIEW, installare nuovi componenti e avere maggiori dettagli sugli oggetti che vengono utilizzati nel programma.

Una funzione utile è il «Context Help». Tale finestra può essere aperta cliccando prima sul menù «Help» e poi sulla voce «Show Context Help».

Una volta fatto ciò, cliccando sopra ad un nodo di interesse (ad esempio un nodo «add») se ne potranno vedere le caratteristiche e i dettagli.

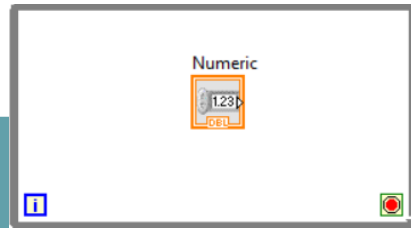


# STRUTTURE→CICLI

- Le strutture sono dei contenitori (cornici) che contengono alcune (o tutte) parti del programma
- I cicli (loops) sono un particolare tipo di strutture
- Ci sono due tipi di cicli: CICLI WHILE E CICLI FOR
- Per utilizzare tali strutture è necessario cliccare col tasto dx nel BD, scegliere la palette «Programming», selezionare la voce «Structures» e infine cliccare sul tipo di ciclo desiderato

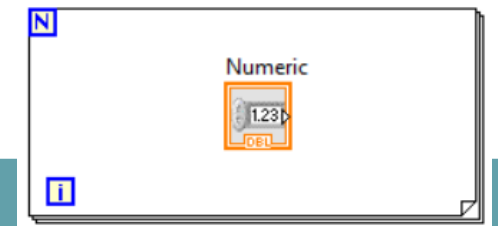
## CICLI WHILE

- L'iteratore i conta le iterazioni (viene inizializzato a zero)
- Viene eseguito almeno una volta
- Rimane in esecuzione finché la condizione non diventa «true» o «false» a seconda della modalità scelta



## CICLI FOR

- L'iteratore i conta le iterazioni (viene inizializzato a zero)
- Può eseguire anche zero volte
- Viene eseguito un numero di volte pari a N



# TEMPORIZZAZIONE DI UN LOOP

- Ogni tipo di loop è eseguito di default nella maniera più rapida possibile
- Tuttavia è possibile impostare la durata di una singola iterazione del ciclo utilizzando le funzioni di «Timing»
- Tale funzione è utile ad esempio per non sovraccaricare il PC ed è utilizzata soprattutto nei cicli while in quanto, a differenza dei cicli for, potrebbero durare all'infinito

Esistono due funzioni di temporizzazione  
differenti

## **WAIT**

È un tipo di temporizzazione software che permette di creare delle pause, tra un'iterazione e l'altra, pari al tempo impostato

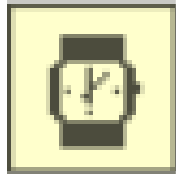
## **WAIT UNTIL NEXT MS MULTIPLE**

È un tipo di temporizzazione analoga alla precedente che sfrutta però il «tick count» ossia un registro del processore. Ciò rende tale funzione più precisa della precedente

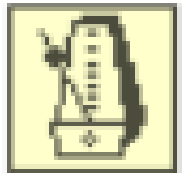
# TEMPORIZZAZIONE DI UN LOOP

Per aggiungere la temporizzazione ad un qualsiasi ciclo è necessario premere con il tasto destro nel BD (all'interno del ciclo), cliccare sulla palette «Programming», selezionare la voce «Timing», scegliere la funzione desiderata.

La funzione **WAIT** presenta la seguente icona:



La funzione **WAIT UNTIL NEXT MS MULTIPLE** presenta invece la seguente icona:



Per stabilire la durata della temporizzazione in millisecondi (ms) è necessario cliccare col tasto dx sull'icona della funzione scelta, selezionare la voce «Create Constant», impostare il valore della costante una volta che è stata creata.

# Esercitazione con labview



Trovare la transcaratteristica di un sensore di temperatura, il cui INPUT RANGE è di  $60^{\circ}\text{C}$  e il cui OUTPUT RANGE è di 20V. Si sa inoltre che in corrispondenza di una temperatura di  $5^{\circ}\text{C}$  si ottiene un'uscita di 1V.

1. Implementare l'esercizio prima su carta poi all'interno di labview.
2. Calcolare la transcaratteristica inversa e inserire a display la possibilità di verificare la temperatura al variare della tensione ricevuta
3. Creare infine un ciclo che continui a loopare e che consenta di inserire gli ingressi della transcaratteristica in qualsiasi momento

# CAPITOLO 5



## Funzione di trasferimento

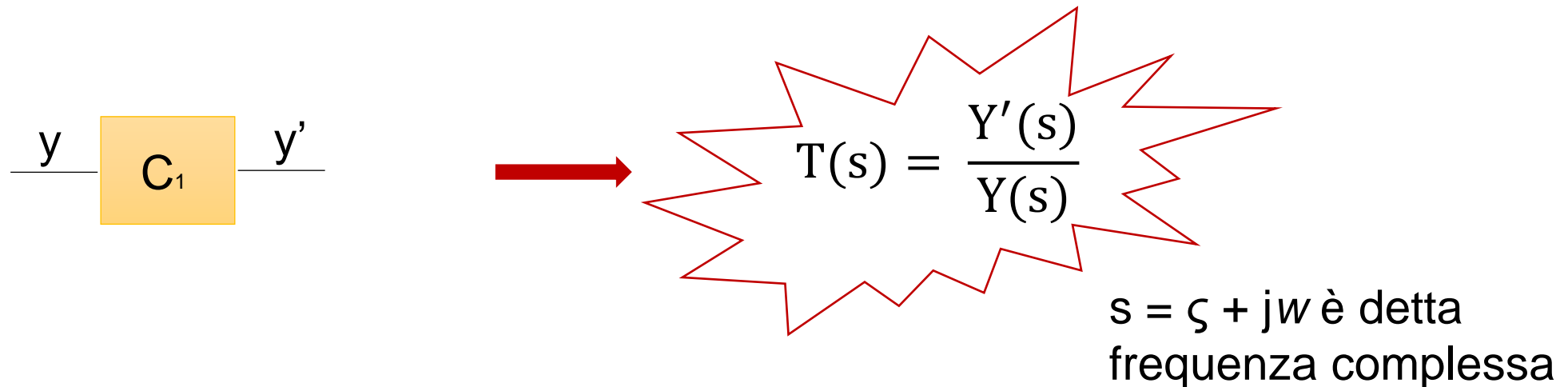


# Funzione di trasferimento

## Definizione:

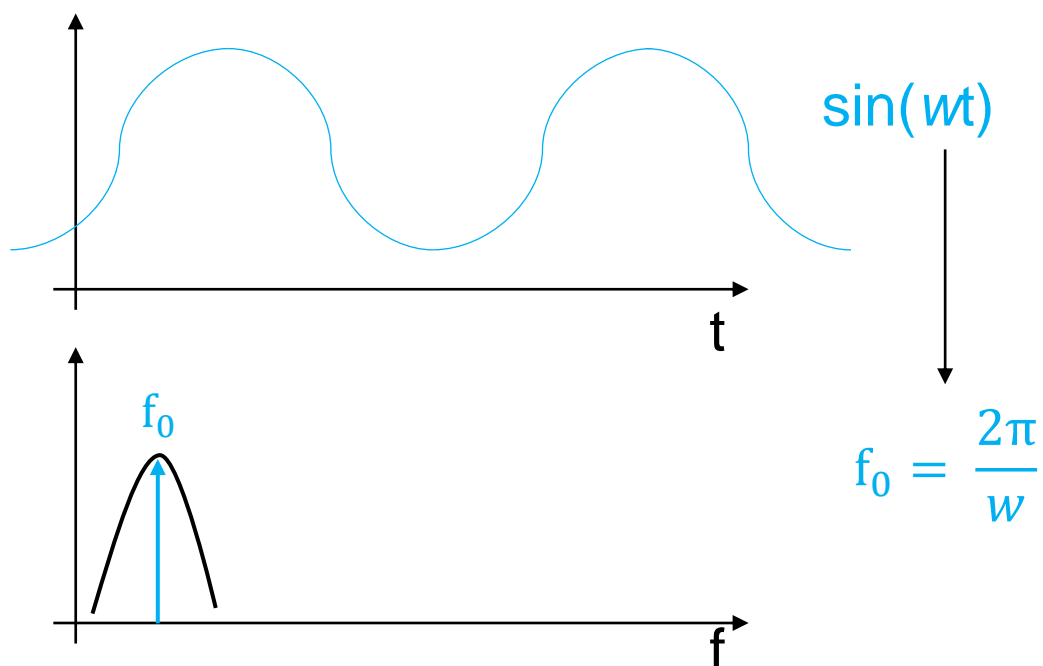
La funzione di trasferimento per un blocco di condizionamento è definita come il **rapporto** tra le **trasformate di Laplace** del segnale di **uscita**  $y'$  e del segnale di **ingresso**  $y$ .

Essa definisce la **prontezza** che ha il sistema a rispondere in base alle frequenze del segnale di ingresso.



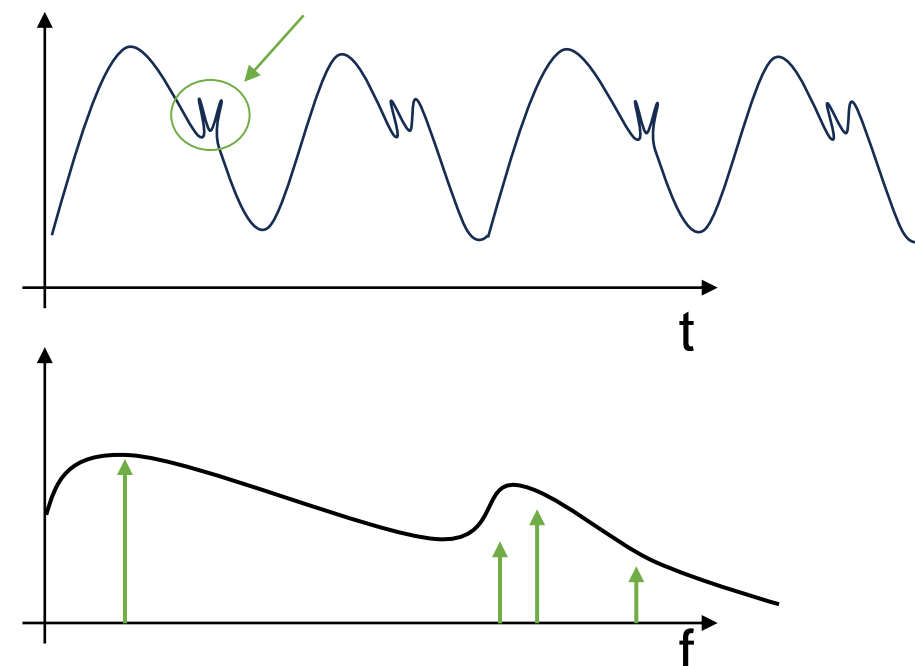
# Cenni al mondo delle frequenze

Un segnale morbido nel dominio del tempo ha uno spettro in frequenza basso e ridotto



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

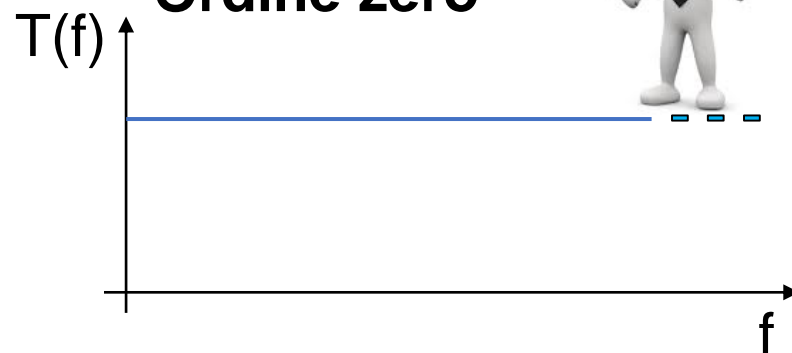
Un segnale spigoloso nel dominio del tempo ha uno spettro in frequenza ampio ed esteso



# Diverse tipologie di funzione di trasferimento

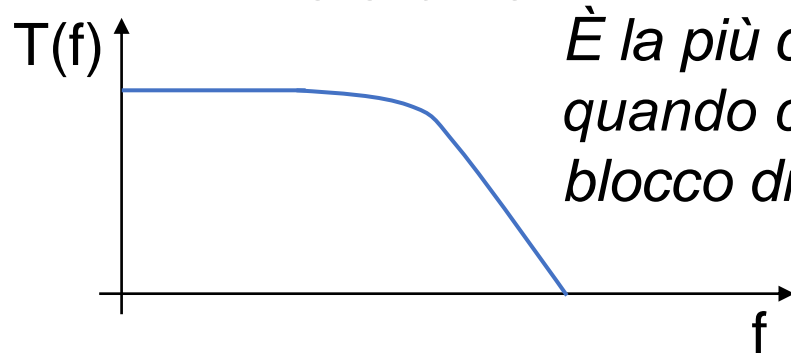
I circuiti di condizionamento possono presentare diverse funzioni di trasferimento:

## Ordine zero



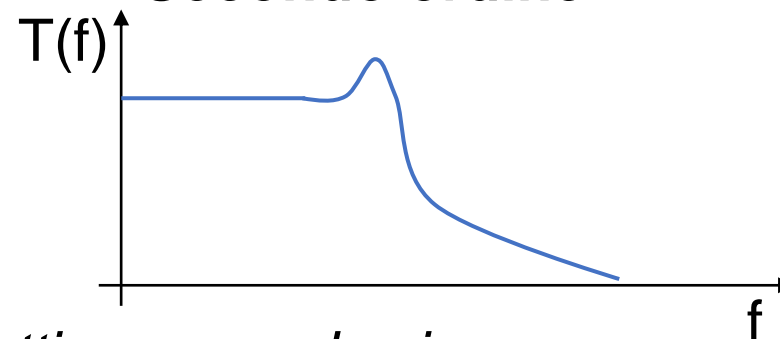
*Costante ad ogni frequenza. E' quella ideale, difficile da ottenere per fenomeni parassiti di tipo induttivo capacitivo*

## Primo ordine



*È la più comune, presente quando c'è un condensatore nel blocco di condizionamento*

## Secondo ordine



*Si ottiene quando ci sono un condensatore e un induttore nel blocco di condizionamento*

# CAPITOLO 6



## Larghezza di banda

# Larghezza di Banda

Uno dei parametri fondamentali per definire la funzione di trasferimento del blocco è la **BANDE PASSANTE**.

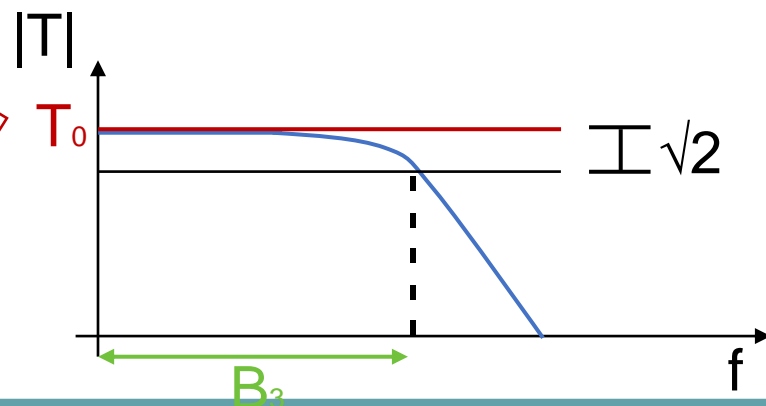
Essa è definita come quel range di frequenze entro il quale il segnale non subisce distorsioni in ampiezza e in fase.

Per definire la **LARGHEZZA di BANDA** ci si abbassa di un fattore  $\sqrt{2}$  dal valore massimo. Questo abbassamento corrisponde ad un valore di 3 decibel.

Esistono 3 tipologie di circuito teoricamente realizzabili:

## 1. CIRCUITO PASSA BASSO

*Si parla di banda  $B_3$*

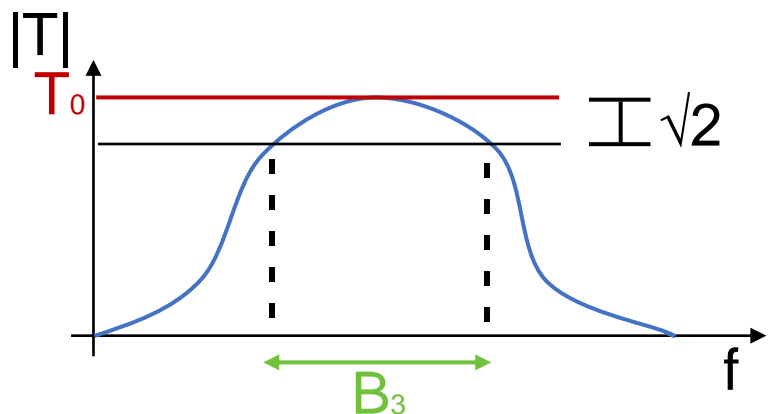


$T_0$  è detto **GUADAGNO DI BANDA**

Il circuito passa basso filtra le alte frequenze

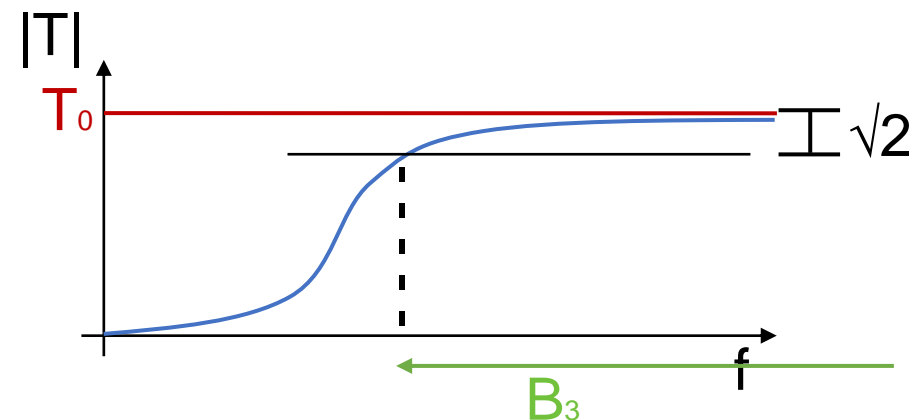
# Larghezza di Banda

## 2. CIRCUITO PASSA BANDA



È il tipo di circuito più comune, esso è «sordo» sia alle alte che alle basse frequenze

## 3. CIRCUITO PASSA ALTO

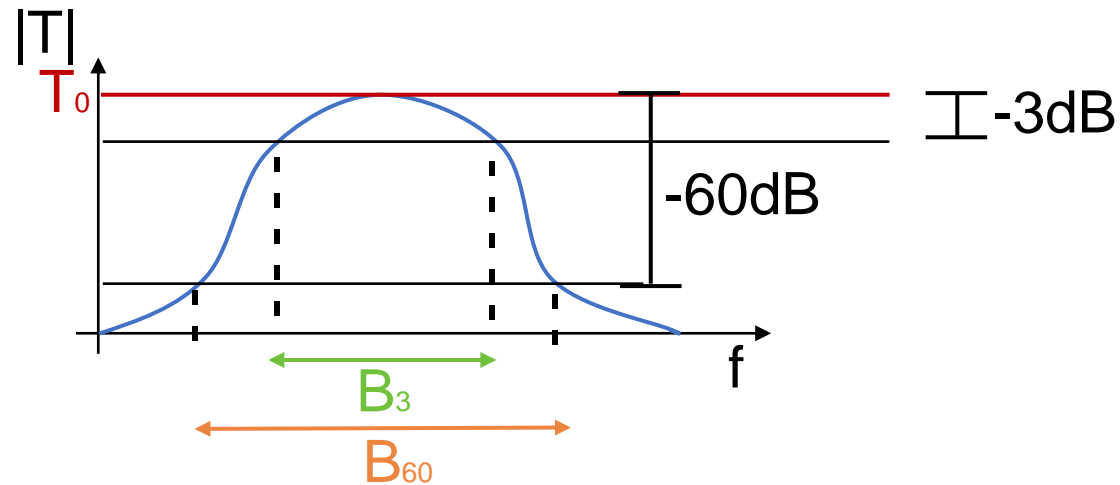


È un circuito fisicamente irrealizzabile. Prima o poi gli effetti parassiti producono un crollo del guadagno alle alte frequenze.  
*Avrebbe banda  $B_3$  infinita. È impossibile.*

# Larghezza di Banda

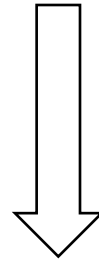
Oltre alla banda B3 esistono altre bande, banda B6 e B60, rispettivamente a 6dB e a 60dB. Esse sono meno usate tuttavia la banda a 60dB è utilizzata per definire il parametro **SELETTIVITA'**

$$SE = \frac{B_{60}}{B_3}$$



# Disclaimer sui decibel

$$3dB = 20 \log_{10} \frac{T_0}{T_0 / \sqrt{2}}$$



$$3dB = 20 \log_{10} \sqrt{2}$$



# Esercizio sulla larghezza di banda



Si supponga un blocco di condizionamento C con funzione di trasferimento passa banda, con frequenza centrale a 100MHz e larghezza di banda  $B_3$  a 70MHz. Ipotizzando un guadagno  $T_0$  in centro banda pari a 30, calcolare:

1. Di quanto cala il guadagno se si scende di 1dB.
2. Avendo un segnale di ingresso di ampiezza 2V, il valore di uscita che si avrà se la frequenza è di 135MHz.

Fare un disegno della funzione di trasferimento

# Esercizio sulla larghezza di banda



# CAPITOLO 7



**Tempo di salita**

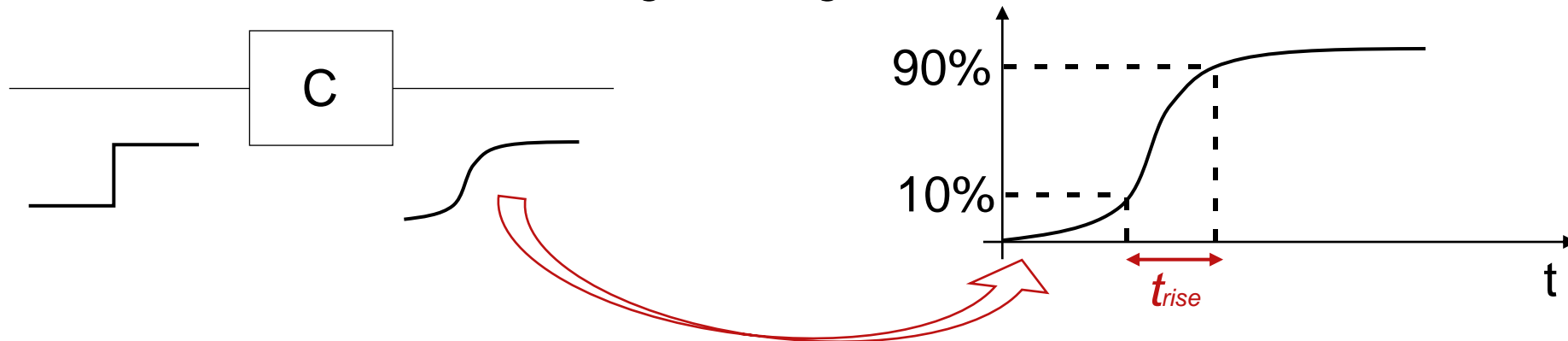
# Tempo di salita

È un altro parametro importante, legato alla funzione di trasferimento del blocco di condizionamento.

## Definizione:

Il **tempo di salita** detto  $t_{rise}$  è definito come il tempo impiegato dal segnale per passare dal 10% al 90% del suo valore quando attraversa il blocco di condizionamento.

Nello specifico si valuta questo tempo quando in ingresso al blocco di condizionamento viene fornito un segnale a gradino.



# Tempo di salita

È possibile calcolare il tempo di salita in funzione della banda del blocco di condizionamento attraverso la seguente formula:

$$t_{rise} = \frac{k_R}{B_3}$$

*$k_R$  è una costante. Per filtri del secondo ordine, ad esempio, vale 0.35*



**!!** Si nota che per avere un **tempo di salita piccolo**, sarebbe necessaria una **banda passante molto grande!**

Una **banda bassante grande** porta però anche molto **rumore** all'interno del sistema di acquisizione dati.  
È necessario un **TRADE-OFF!!**



**Vi ringrazio per l'attenzione**