

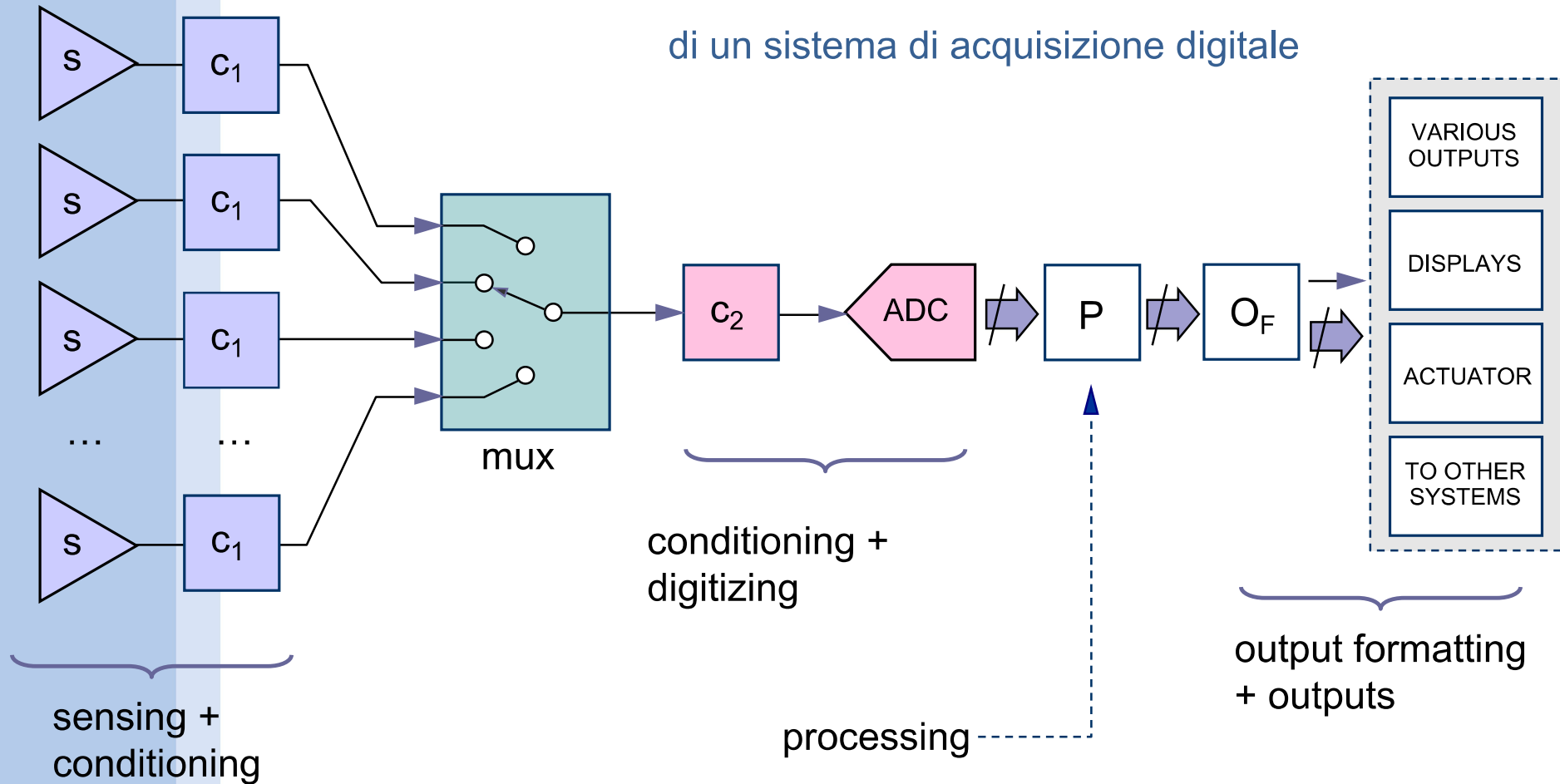
5.

I sensori all'interno di un sistema di acquisizione dati e di controllo



Architettura

di un sistema di acquisizione digitale

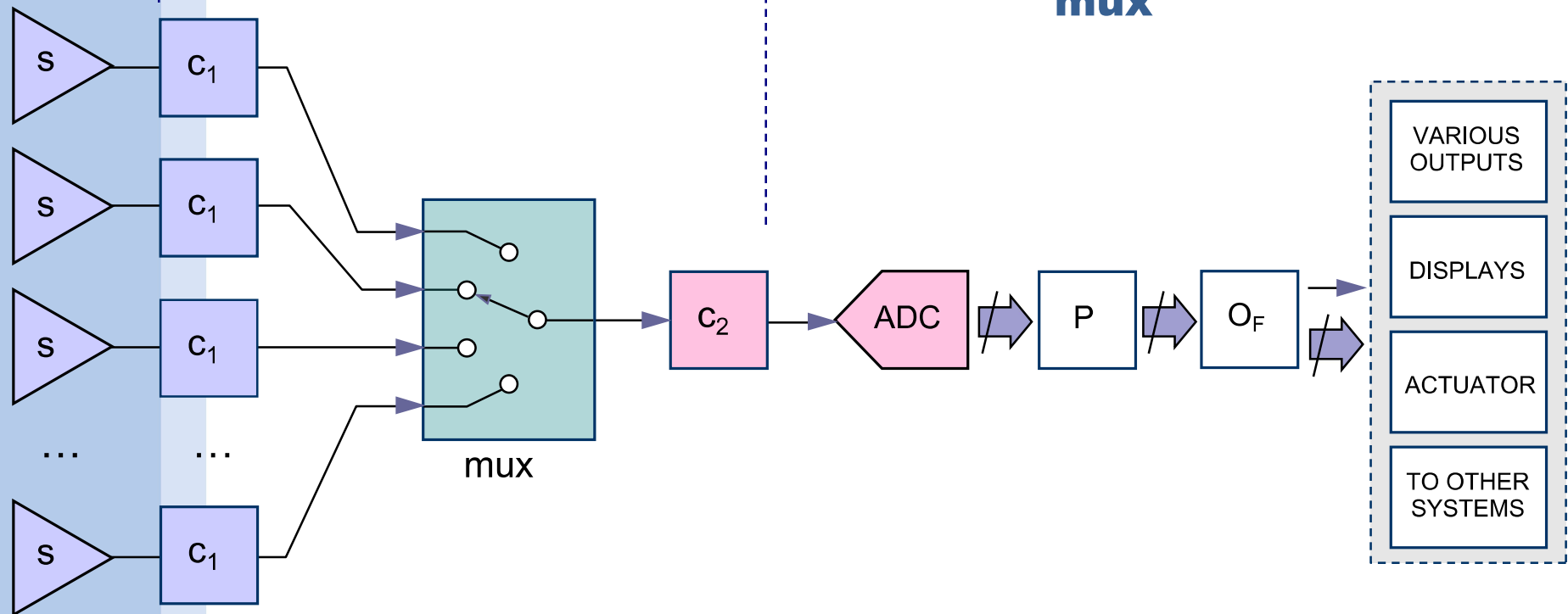


funzionalità e proprietà di
base dei blocchi

C₁

C₂

mux





La principale funzione dei blocchi c_1 e c_2 è di adattare le caratteristiche del sensore al sistema di acquisizione (ADC)

Il multiplexer ha la funzione di permettere la connessione di più linee di ingresso/sensori ad un unico ADC

In un sistema di misura: molte delle problematiche (in termini di prestazioni) sono dovute ad errori nella progettazione/setup del signal conditioning stage

parametri come la linearità, accuratezza, reiezione al rumore dipendono molto dalle decisioni prese per questo blocco

Funzioni fondamentali

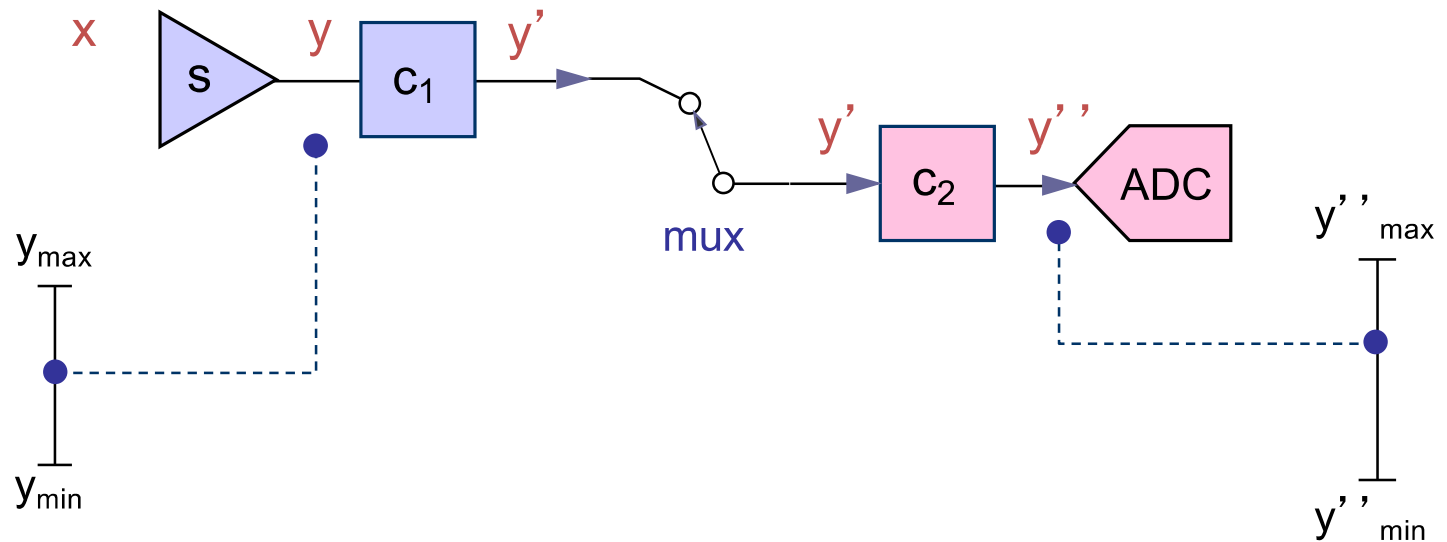
di un blocco di condizionamento



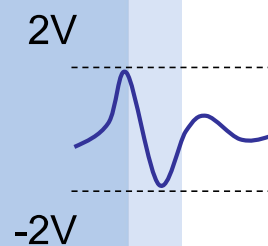
1

Adattamento di scala

L'intervallo di valori che il segnale di uscita può assumere e l'intervallo di valori accettato dall'ADC sono quasi sempre diversi (mismatching)



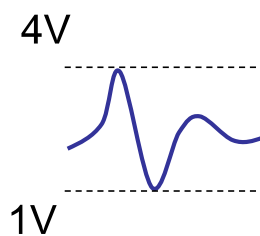
Problema n.1



10V 11111111

0V 00000000

Problema n.2



10V 11111111

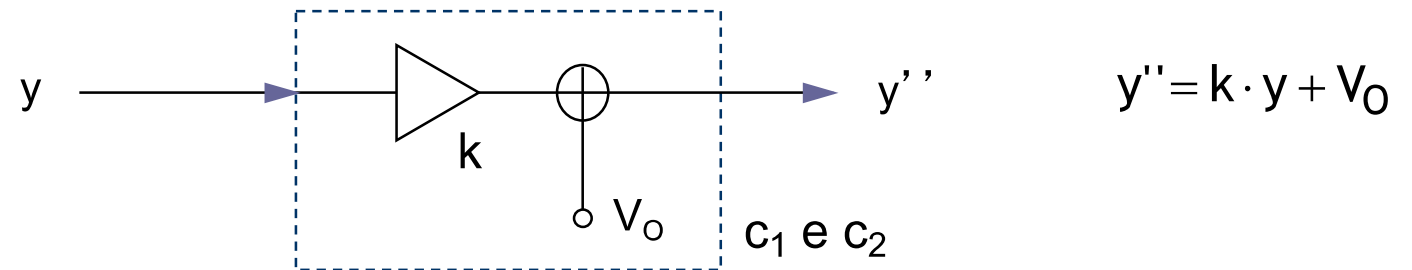
0V 00000000

0 1 1 0 0 0 0 0
0 1 1 1 1 1 1 1

bit
non utilizzati

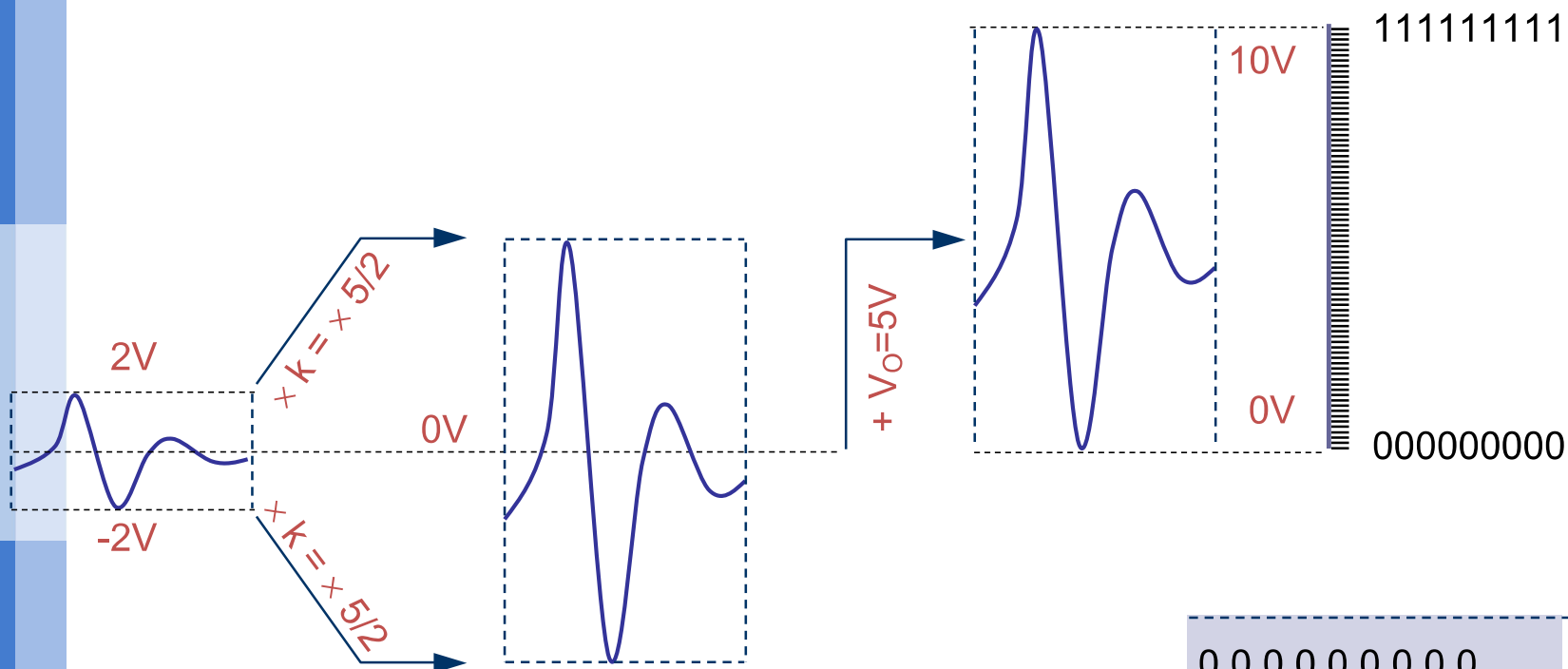
Soluzione:

Range matching, adattare i due intervalli mediante amplificazione e traslazione (somma di offset):



Tale operazione:

Viene svolta mediante un sommatore e un riferimento di tensione V_0 e un amplificatore con guadagno k



Le due operazioni consentono di sfruttare al massimo la dinamica di ingresso dell' ADC

000000000
111111111

tutti bit utilizzati

2

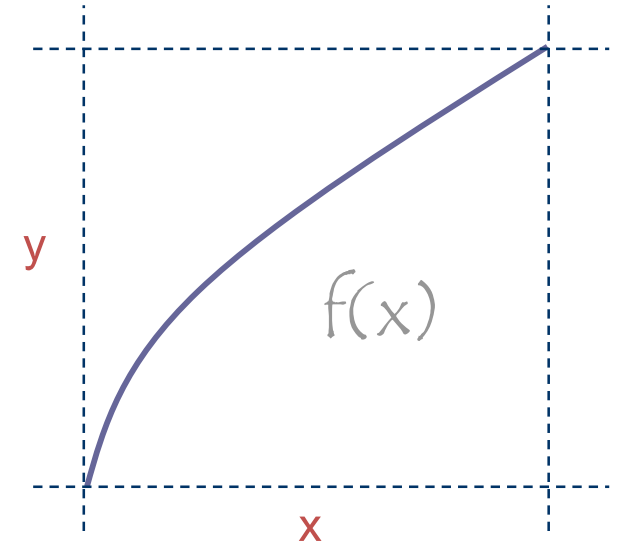
Linearizzazione

Nei sensori reali, il legame $y=f(x)$ non è sempre lineare

Inoltre:

f non sempre esprimibile come funzione analitica

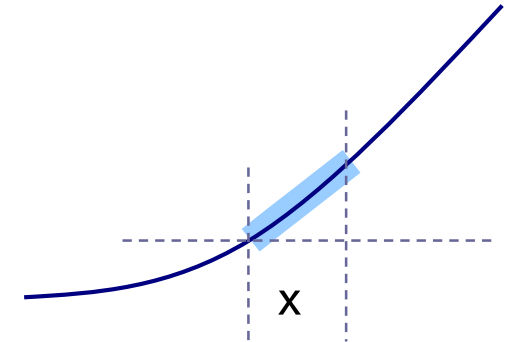
f non sempre facilmente invertibile mediante struttura elettronica



Un modo per
ridurre lo scostamento dalla
linearità:

limitare il campo di variabilità
della grandezza di ingresso x

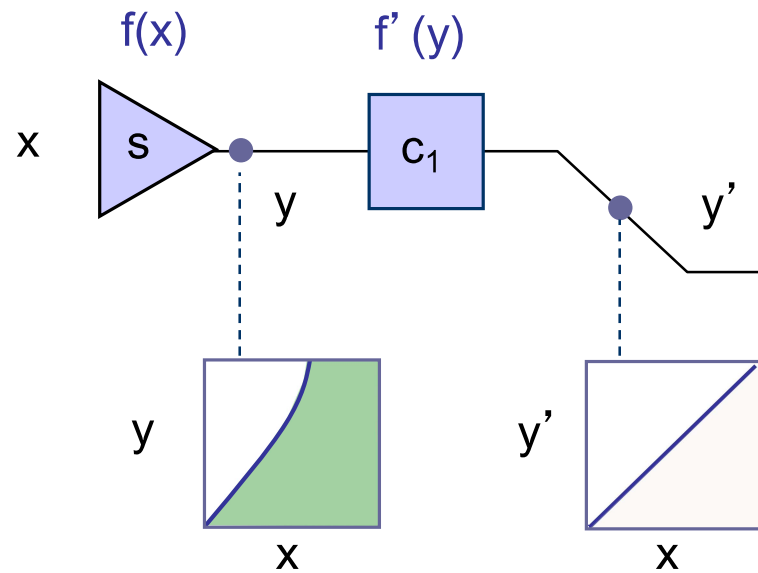
spesso non possibile



Altre possibilità di operare:

- a. Linearizzazione di tipo analogico
- b. Linearizzazione mediante elaborazione numerica

Linearizzazione di **tipo analogico**

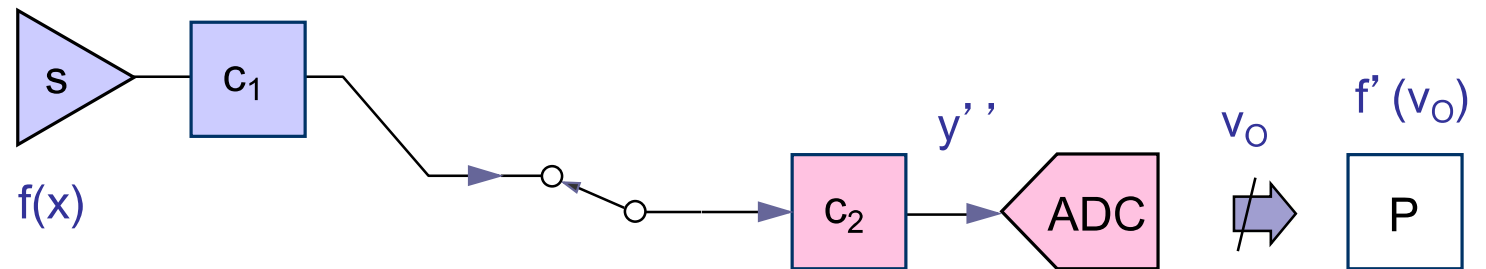


A livello hardware mediante blocco di condizionamento c_1

c_1 è tale da far sì che la cascata sensore + c_1 abbia comportamento lineare

o almeno con scostamento dalla linearità inferiore rispetto al sensore isolato

Linearizzazione di **tipo digitale**



L'operazione inversa (di linearizzazione) viene effettuata a livello numerico dal blocco P

Il blocco P agisce sui valori (campioni) di y'' , v_o , acquisiti dall'ADC

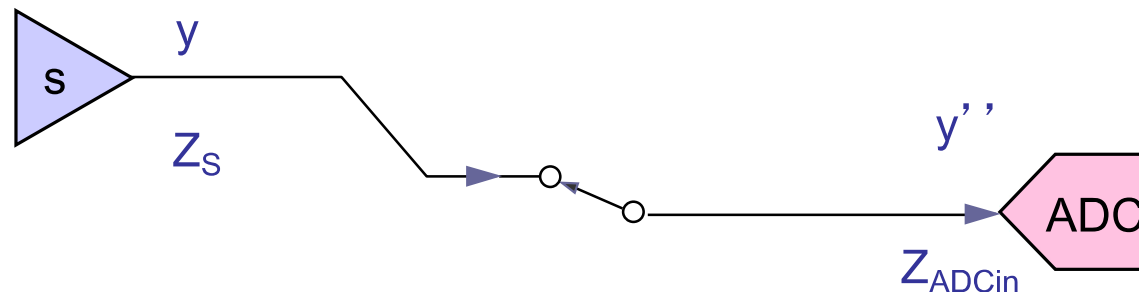
3

Adattamento di impedenza

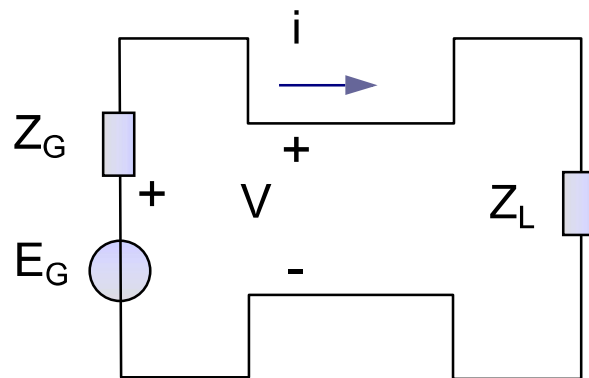
I valori di impedenza di uscita del sensore e impedenza di ingresso dell' ADC sono in genere diversi tra di loro

Dal loro valore dipende l' efficacia della trasmissione sensore-ADC

La condizione ottimale si ha nel caso di adattamento di impedenza



Problema 1



Trasferimento di potenza
non ottimale

$$P = V \cdot I = E_G \cdot \frac{Z_L}{Z_L + Z_G} \frac{E_G}{Z_L + Z_G} = E_G^2 \cdot \frac{Z_L}{(Z_L + Z_G)^2}$$

Massimo trasferimento di
potenza:

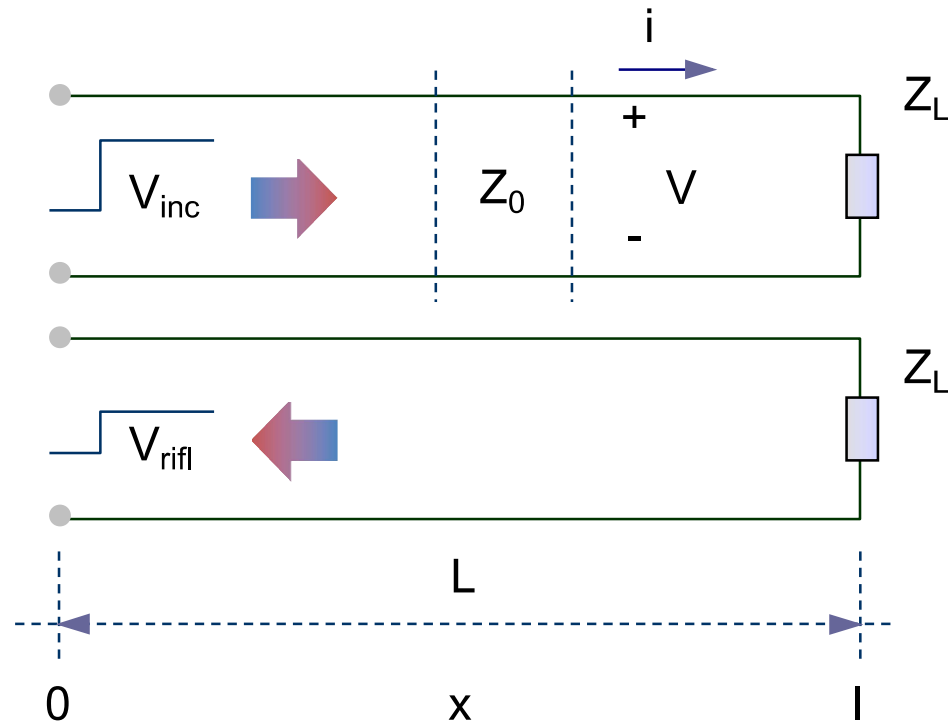
$$P = \frac{1}{4} \frac{E_G^2}{Z_L}$$

Condizione di
adattamento:

$$Z_G = Z_L$$

Problema 2

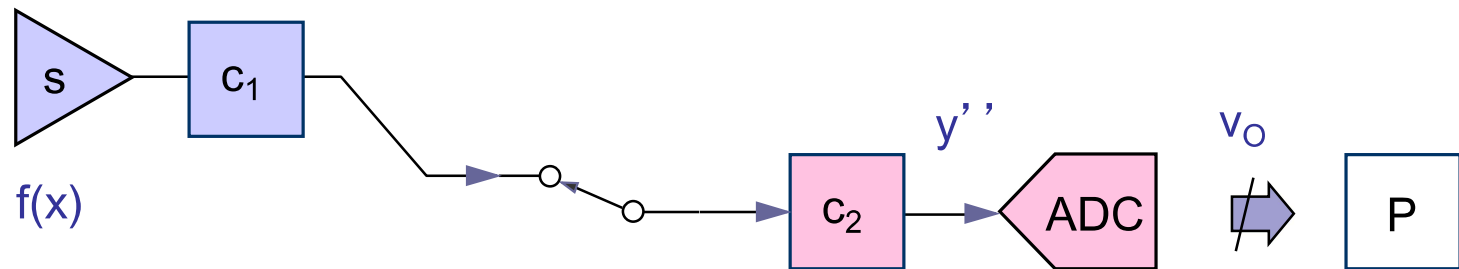
Riflessioni sulla linea



In questo caso, riflessione nulla (impedance matching) se:

$$Z_G = Z_0 = Z_L$$

Soluzione



Interporre i blocchi c_1 e c_2 , adattando l'impedenza di uscita del primo con l'impedenza di ingresso del secondo

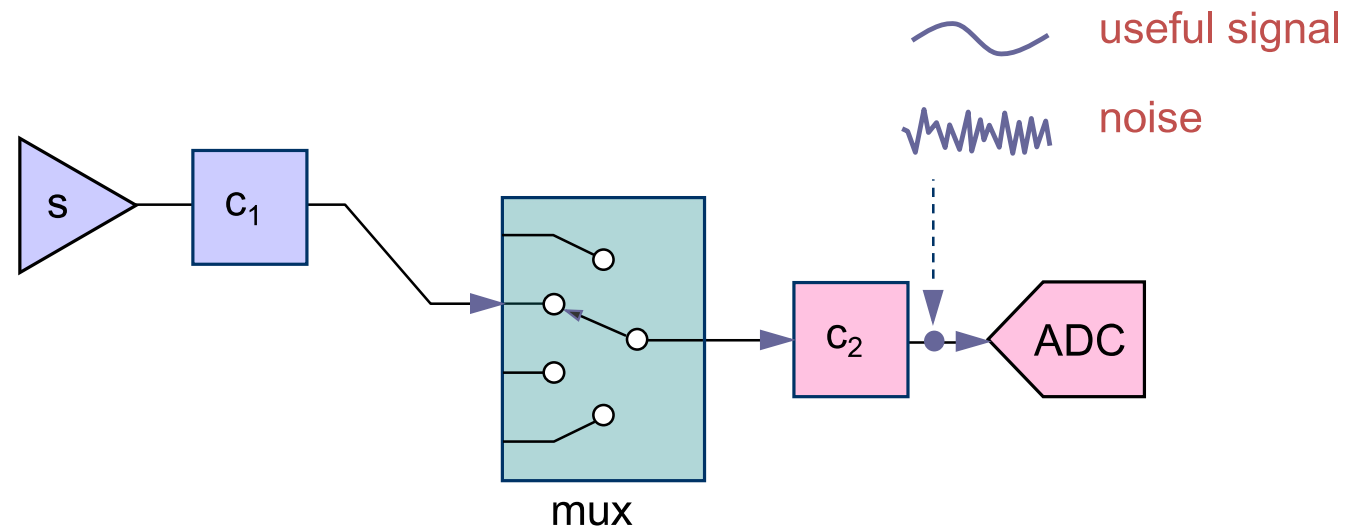
Tra S e c_1 e tra c_2 e ADC il disadattamento non provoca problemi (si tratta infatti di collegamenti tipicamente ravvicinati)

4

Riduzione del rumore

Il rumore in uscita dai sensori, o captato dai collegamenti tra sensore e ADC, o generato dai due blocchi di condizionamento c_1 e c_2 :

arriva all'ADC sovrapponendosi al segnale utile

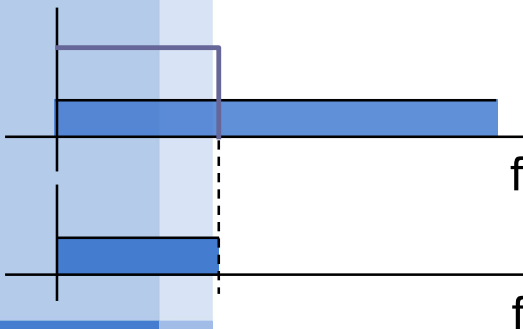


Riduzione del rumore:

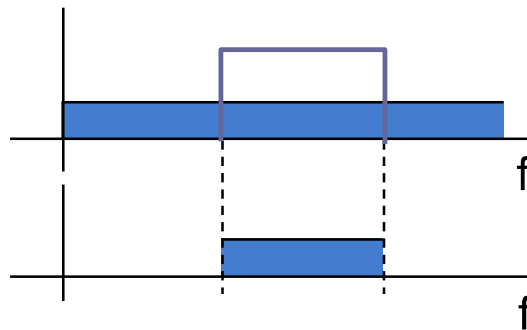
per ridurre l'entità del rumore all'ingresso dell'ADC, una possibilità consiste nel ricorrere a blocchi di condizionamento c_1 e c_2

in grado di limitare il più possibile il contenuto spettrale del rumore

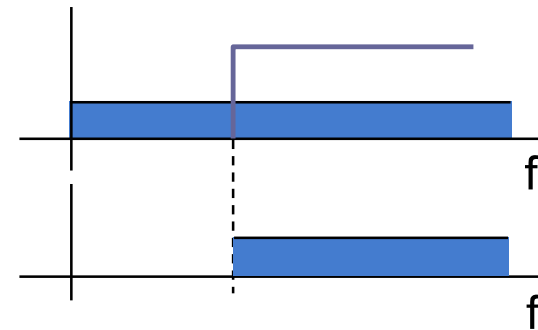
low-pass filter



band-pass filter

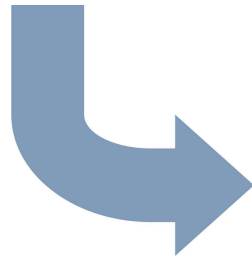


high-pass filter



5

Protezione

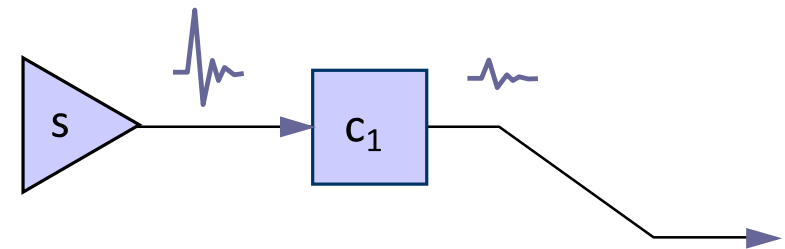


all'ingresso del blocco di condizionamento di segnale (nel front end),

necessario inserire opportuni dispositivi di protezione (soppressori)

I soppressori:

riducono l'entità di possibili sovratensioni o sovracorrenti in ingresso





Diverse tipologie di sovratensioni/sovracorrenti:

Burst (da apertura di interruttori/carichi induttivi)

Surge (da Fulmini)

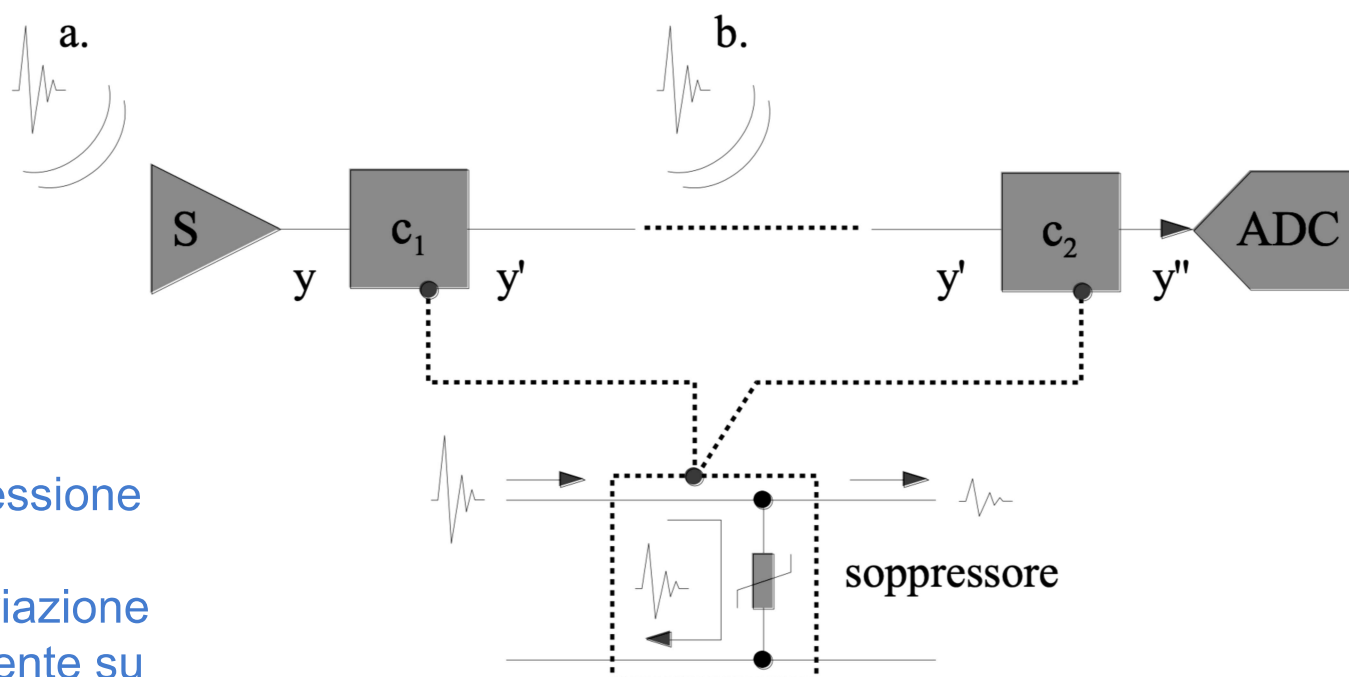
Scariche elettrostatiche (ESD)

Impulso EM dovuto ad esplosione nucleare (EMP)

Rappresentano un grave problema nei sistemi di acquisizione dati a causa della loro origine difficilmente identificabile

e della loro gravità
(danneggiamenti anche permanenti)

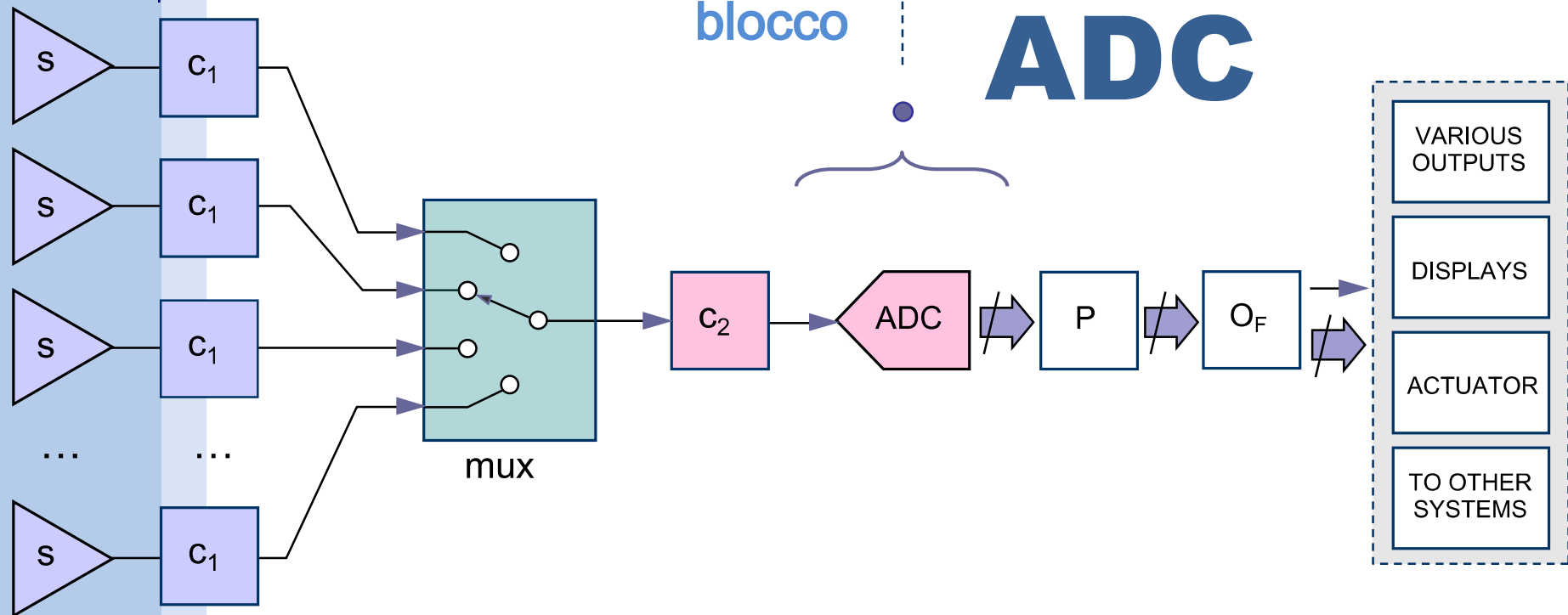
L' accoppiamento avviene a livello del sensore (a) o del collegamento tra sensore e stadio di acquisizione (b)



La soppressione avviene come deviazione della corrente su altre parti del circuito

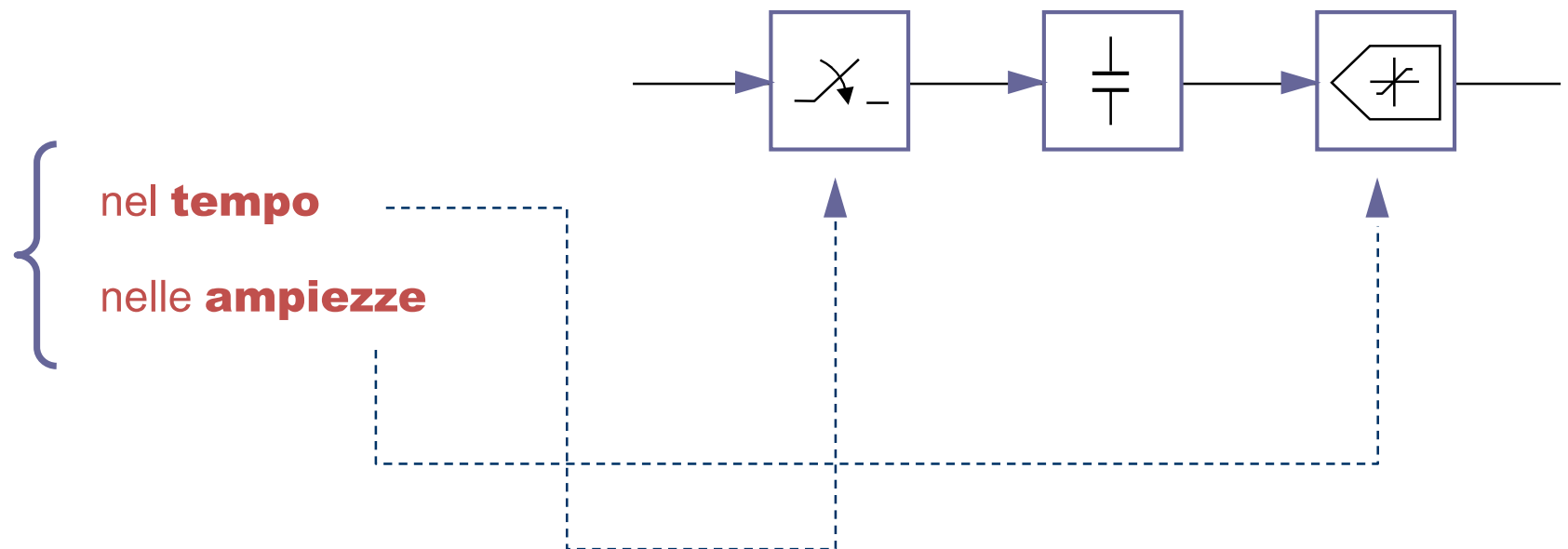
funzionalità e
proprietà di
base del
blocco

ADC

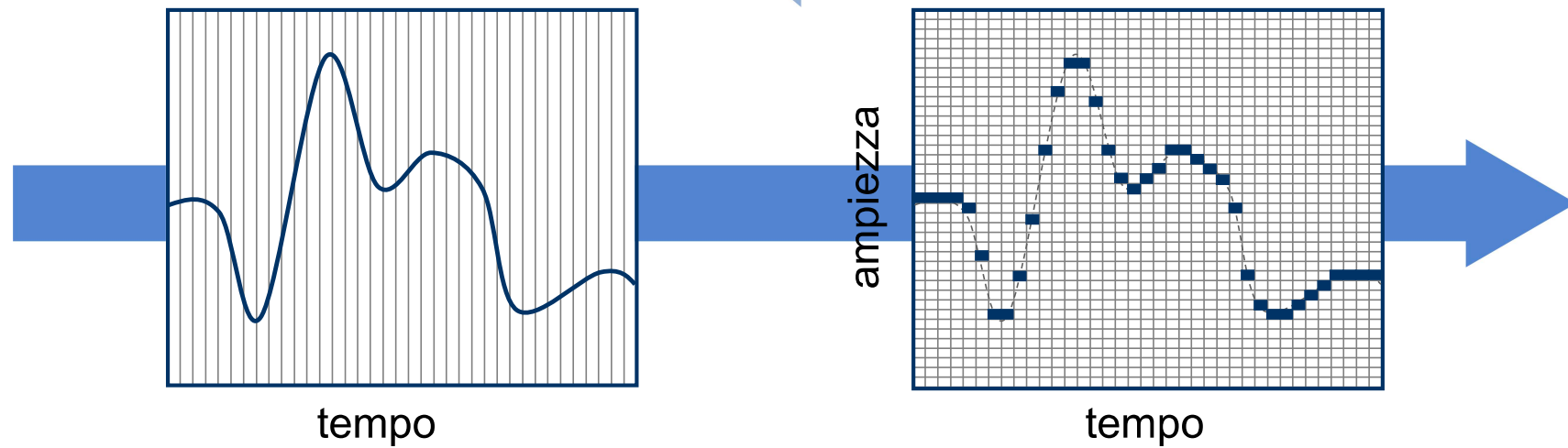


L'ADC (Analog to Digital Converter) converte il segnale analogico nel tempo e nelle ampiezze in una corrispondente versione digitalizzata

Tale operazione, detta **quantizzazione**, è effettuata a due livelli:



Quantizzazione



La risoluzione nel dominio del tempo dipende dal sampling rate dell' ADC

La risoluzione nel dominio delle ampiezze dipende dal numero di livelli discreti dell' ADC a disposizione

Proprietà dell'operazione di quantizzazione:

In talune condizioni

possibile risalire alla versione originale del segnale a partire dai soli campioni acquisiti.

Attraverso operazioni di interpolazione temporale (filtraggio passa basso) e dithering

24-bit. original



2-bit,
dithered



2-bit,
no dither

