

# Introduzione all'uso dell'oscilloscopio

*Università degli Studi di Milano, Corso di laurea in Fisica LT  
Laboratorio di Fisica con Elementi di Statistica, Corso A  
Anno Accademico 2022-2023*

***All'esperienza sarà dedicata l'ultima parte (~1 ora) dell'attività in laboratorio***

## **Nelle date:**

Turno 1 - lunedì 08-05-2023, h 08:30-12:30

Turno 2 - martedì 09-05-2023, h 15:00-19:00,

Turno 3 - mercoledì 02-05-2023, h 08:30-12:30

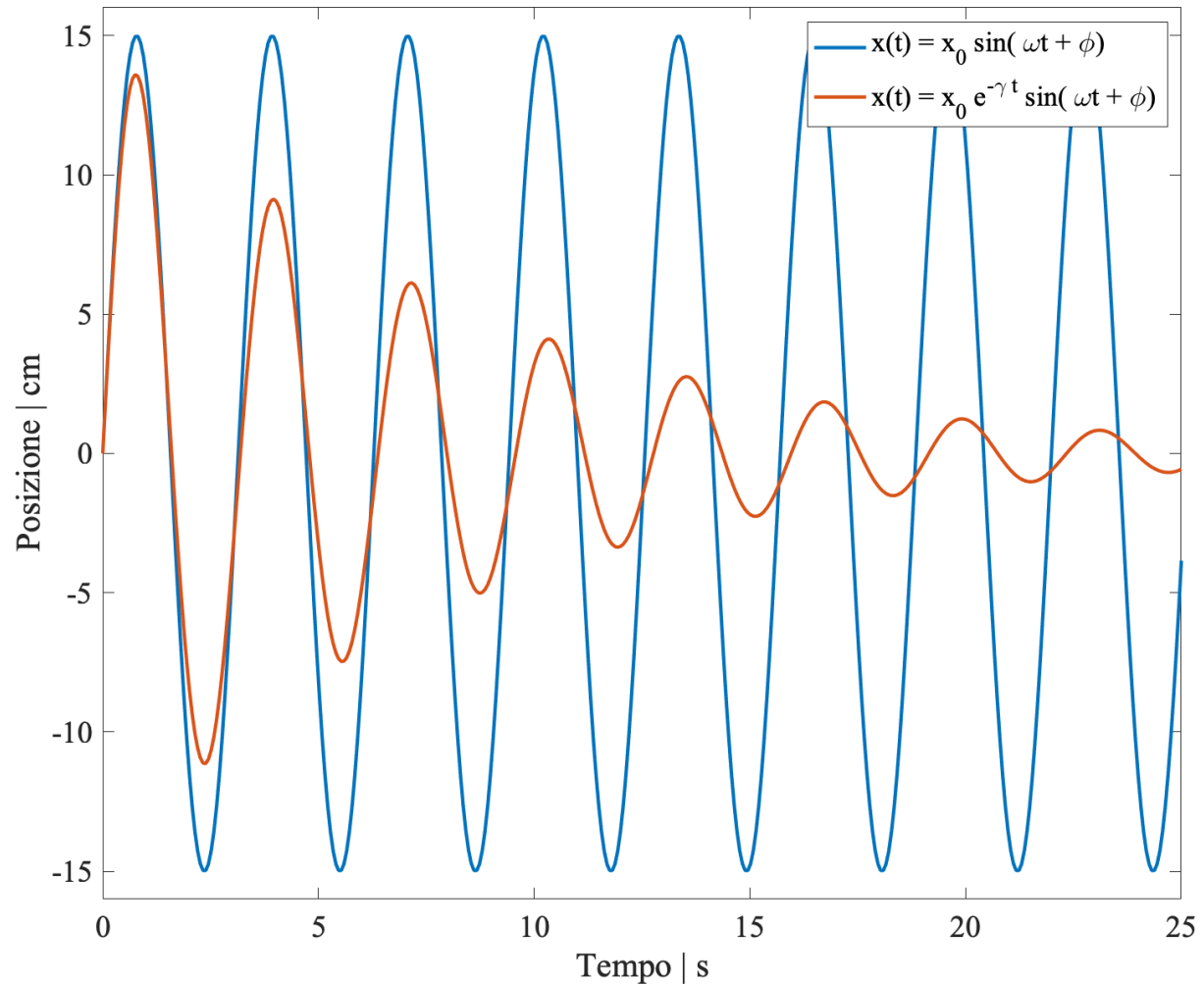
Turno 4 - giovedì, 03-05-2023, h 14:30-18:30

Turno 5 - venerdì 04-05-2023, h 08:30-12:30

# Visualizzare la legge oraria

Per studiare la dinamica di un sistema è spesso utile rappresentare graficamente l'evoluzione temporale di una sua osservabile.

Esempio: la posizione verticale di una massa appesa ad una molla



# 1897 Nasce l'oscilloscopio

Per segnali elettrici oscillanti la tecnologia nasce relativamente presto\*:

Karl Ferdinand Braun (1897)

E trova applicazione alla trasmissione radio per cui Braun condivide con Guglielmo Marconi il premio Nobel 1909

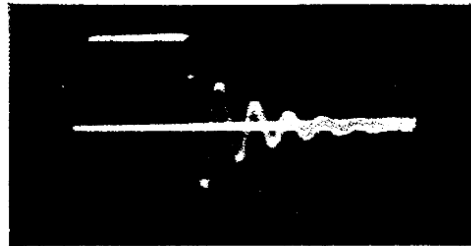
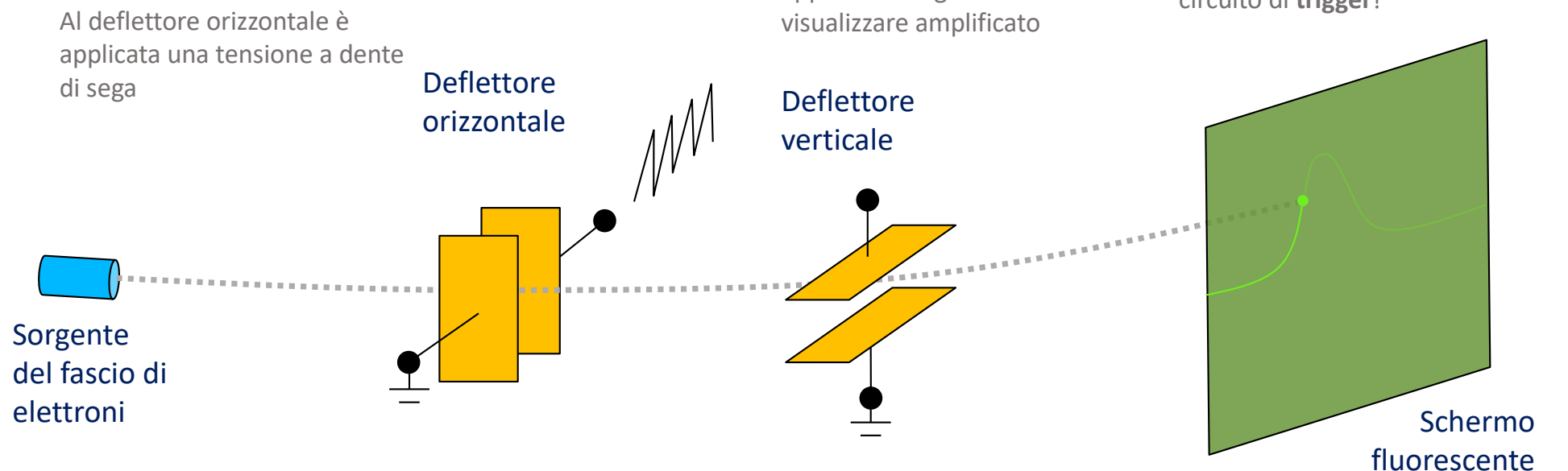


Fig. 9.  
da: K.F. Braun Nobel Lecture 1909



\* l'uso di fosfori da parte di William Crookes per rivelare i raggi catodici è del 1878

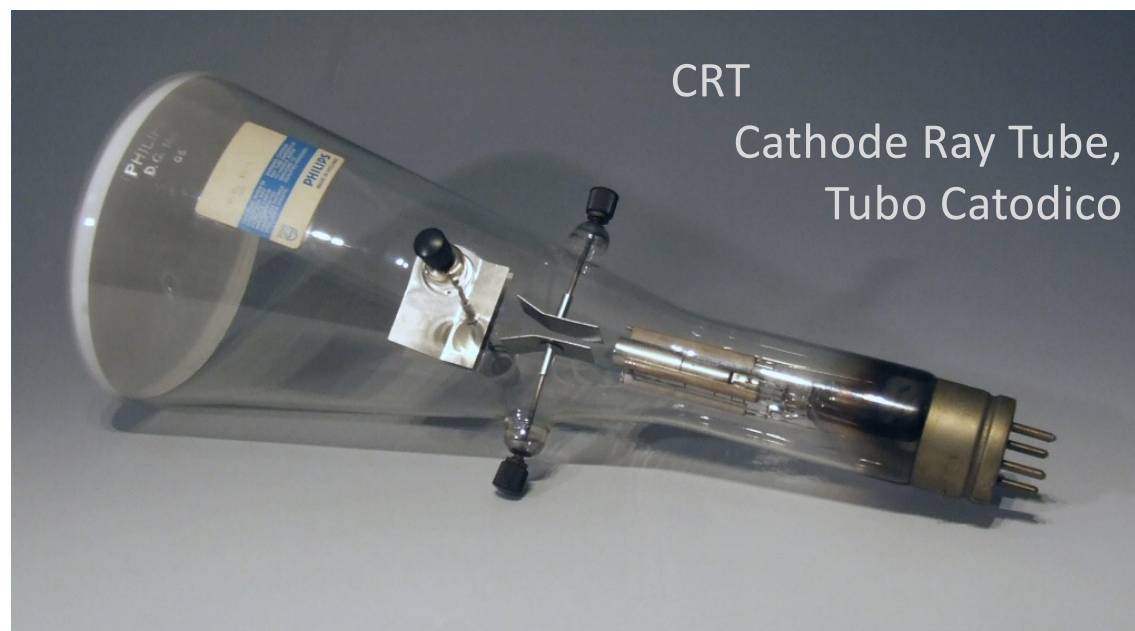
# L'oscilloscopio analogico



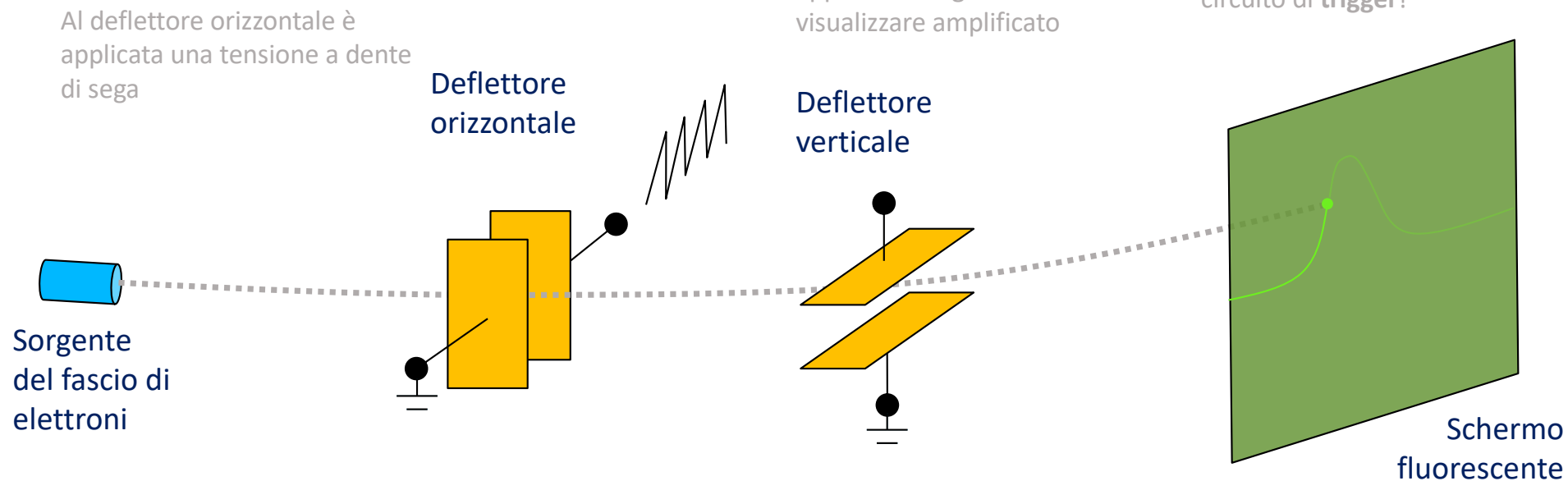
Lo strumento permette di visualizzare **l'evoluzione di un segnale elettrico** fino a scale di tempo inferiori al ns.

Per una qualunque osservabile fisica traducibile in un segnale elettrico attraverso un **sensore**, **l'oscilloscopio** ci permette di visualizzarne la **legge oraria**.

Oggi si usa un campionamento del segnale, che viene digitalizzato a intervalli regolari, ma la resa grafica tende spesso a replicare effetti tipici degli strumenti a CRT (e.g. persistenza)



# L'oscilloscopio analogico

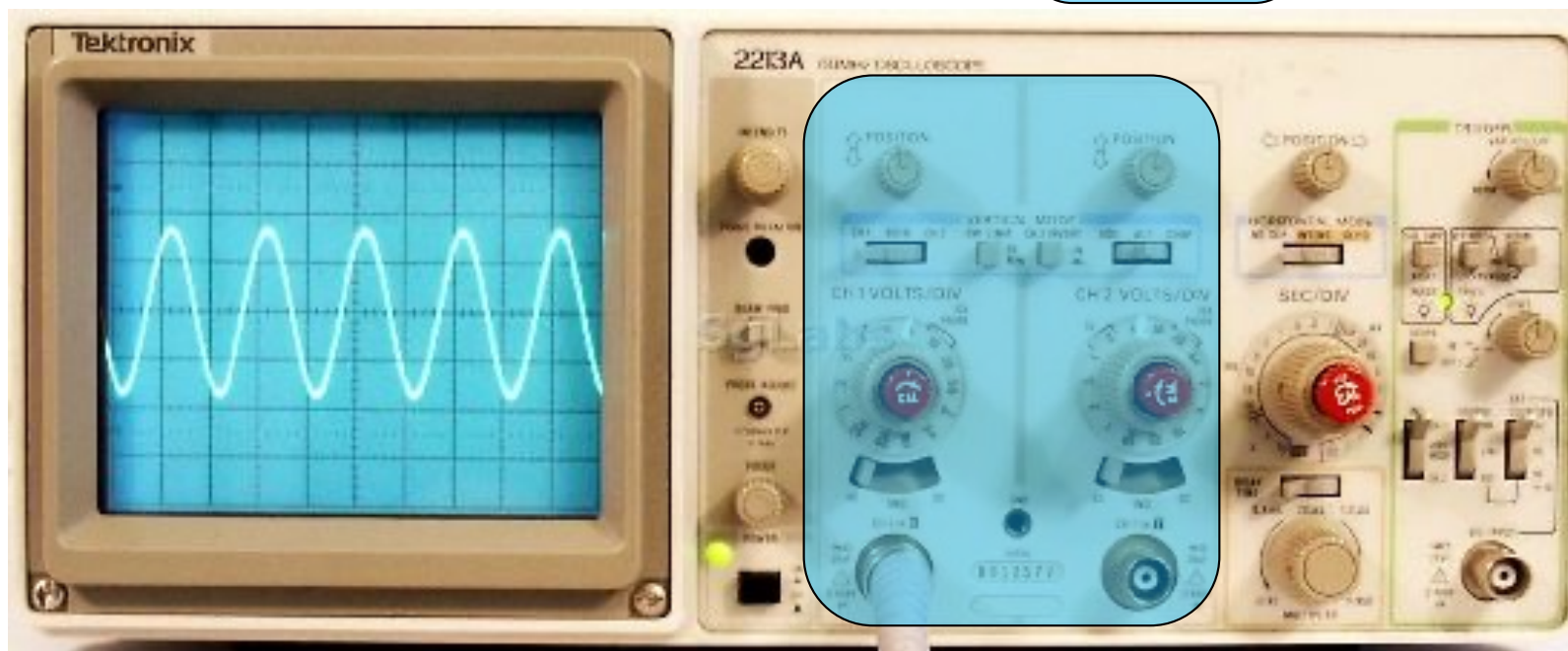
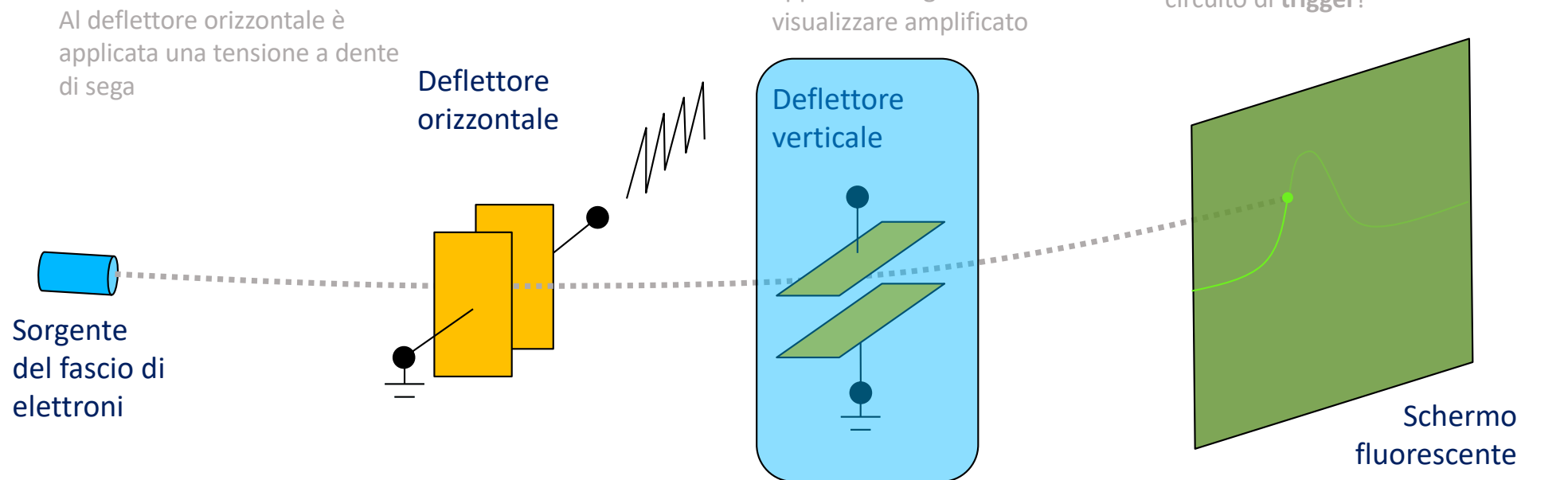


- I controlli dello strumento sono generalmente riuniti in gruppi:
- Verticale
  - Orizzontale
  - Trigger

anno 1985



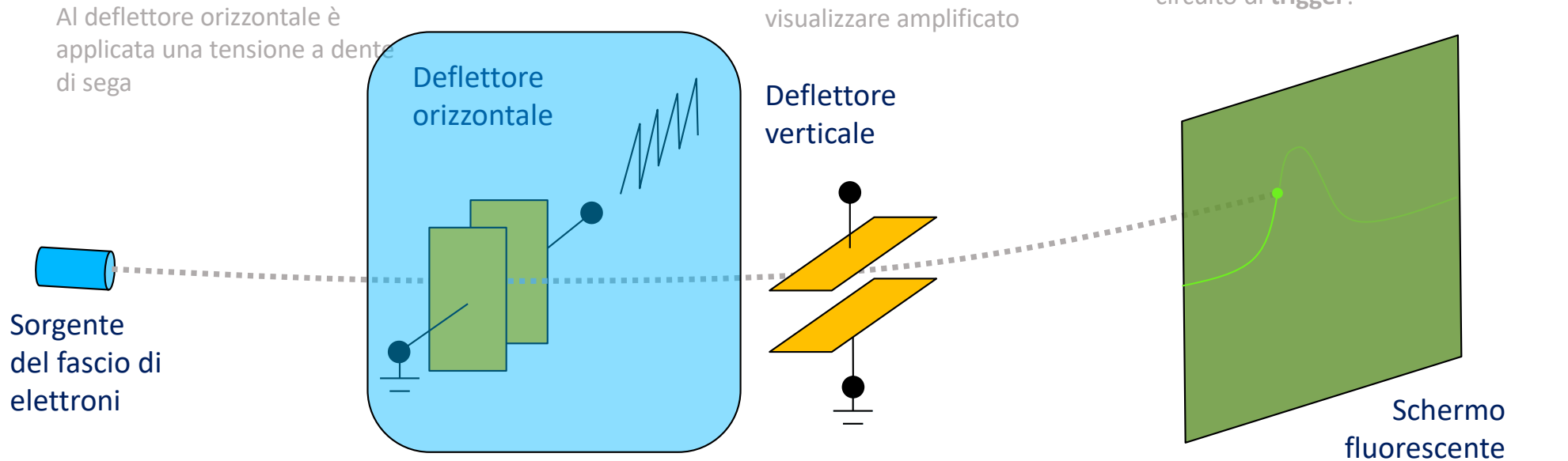
# L'oscilloscopio analogico



I controlli dello strumento sono generalmente riuniti in gruppi:

- Verticale
- Orizzontale
- Trigger

# L'oscilloscopio analogico



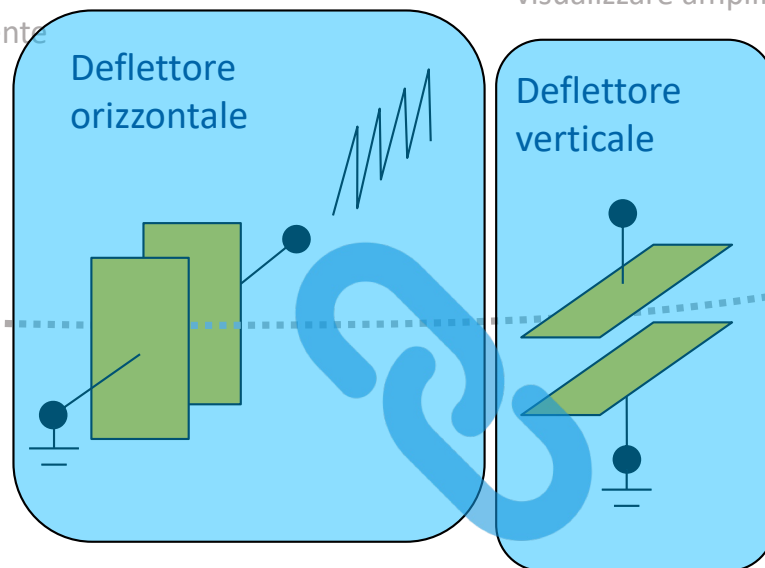
I controlli dello strumento sono generalmente riuniti in gruppi:

- Verticale
- Orizzontale
- Trigger

# L'oscilloscopio analogico

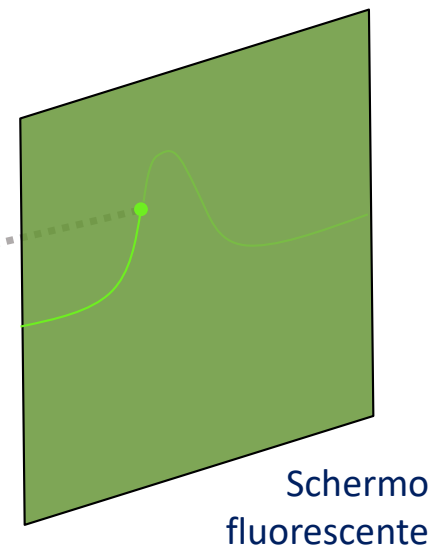
Al deflettore orizzontale è applicata una tensione a dente di sega

Sorgente del fascio di elettroni



Al deflettore verticale è applicato il segnale da visualizzare amplificato

La relazione temporale tra i segnali di deflessione determina la posizione della forma visualizzata. E' importante controllarla: serve il circuito di **trigger**!



I controlli dello strumento sono generalmente riuniti in gruppi:

- Verticale
- Orizzontale
- Trigger



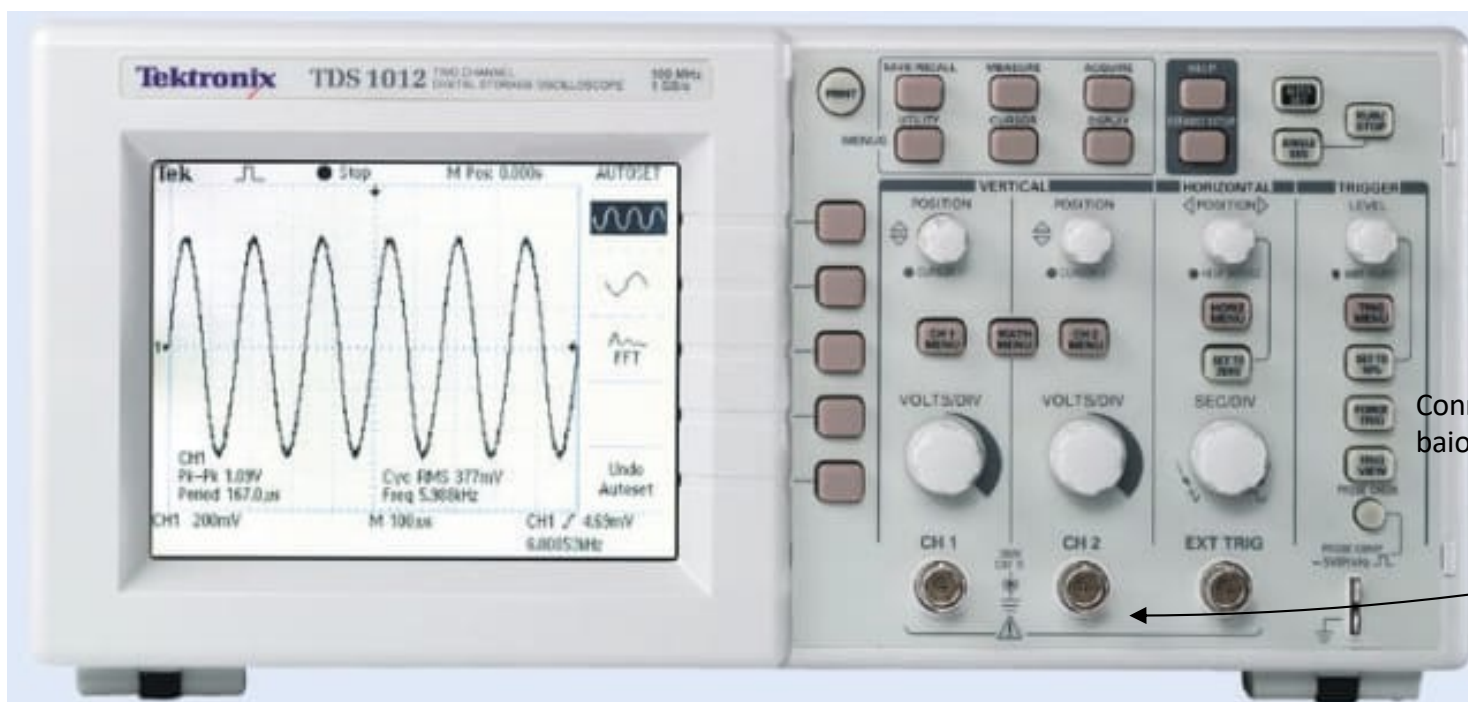
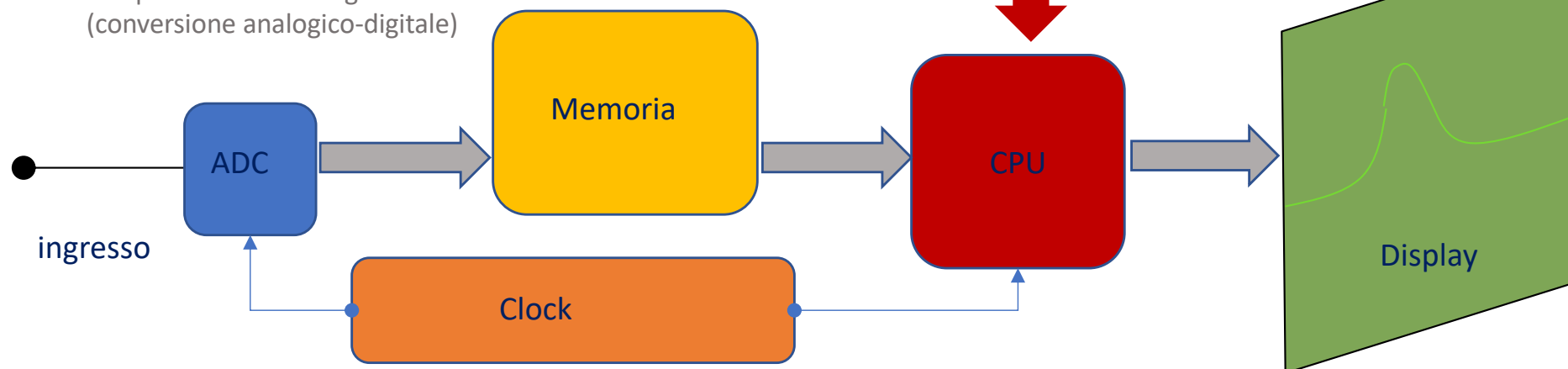
# L'oscilloscopio digitale

La scala temporale è definita dall'intervallo tra i diversi campionamenti del segnale (conversione analogico-digitale)

I valori campionati sono salvati in memoria (buffer circolare tipo FIFO – *First-In First-Out*)

Aprire nuove possibilità rispetto allo strumento analogico!

Il circuito di **trigger** determina quale porzione di dati deve essere visualizzata !



Connettori per segnali a baionetta, tipo BNC

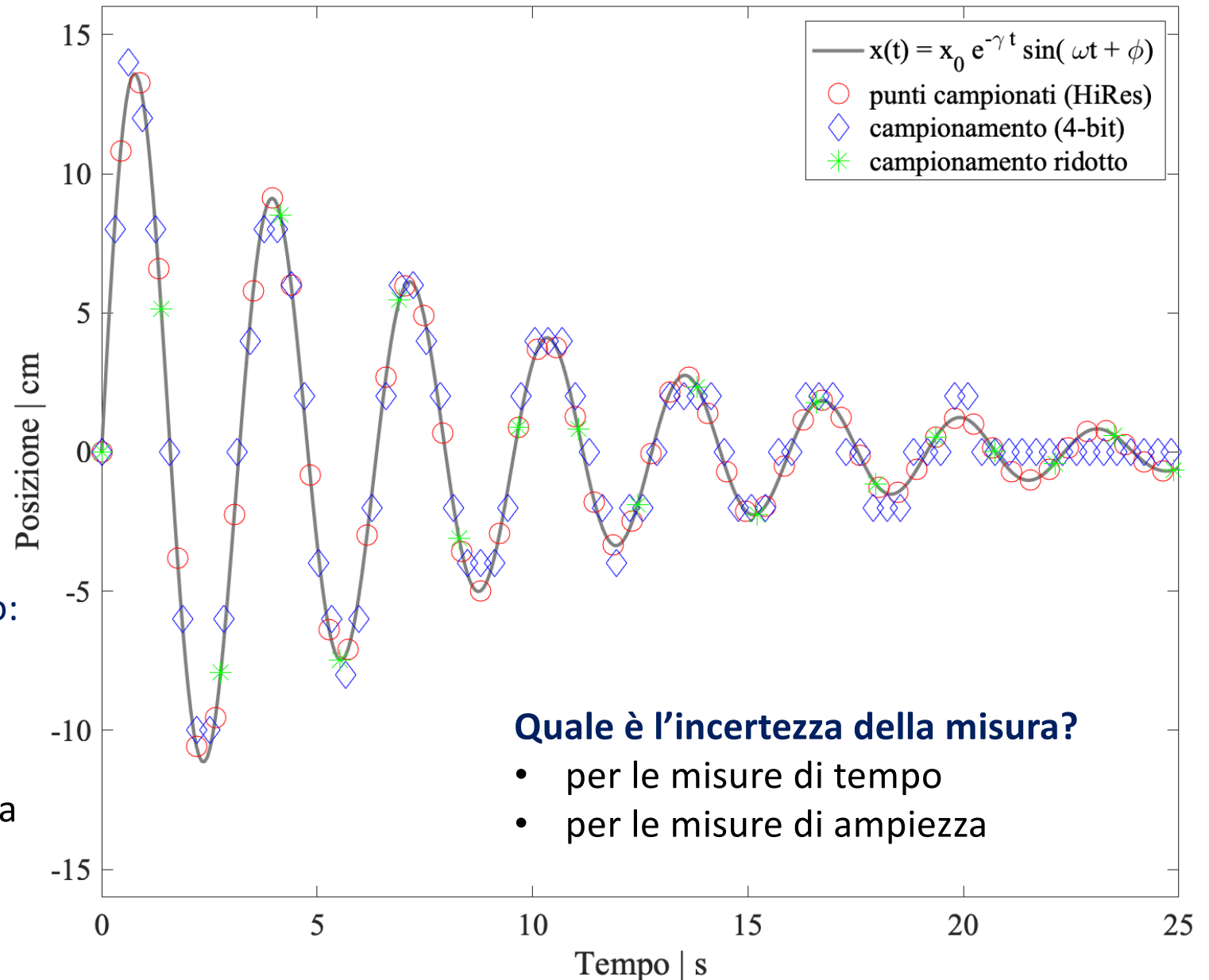
anno 2005

# Il Segnale Campionato

La forma del segnale è descritta dai valori discreti che questo ha nei punti in cui viene misurato  
(**campionamento**)

Parametri chiave del campionamento sono:

- La **frequenza di campionamento**
- La **risoluzione** della conversione analogico-digitale (**ADC**)



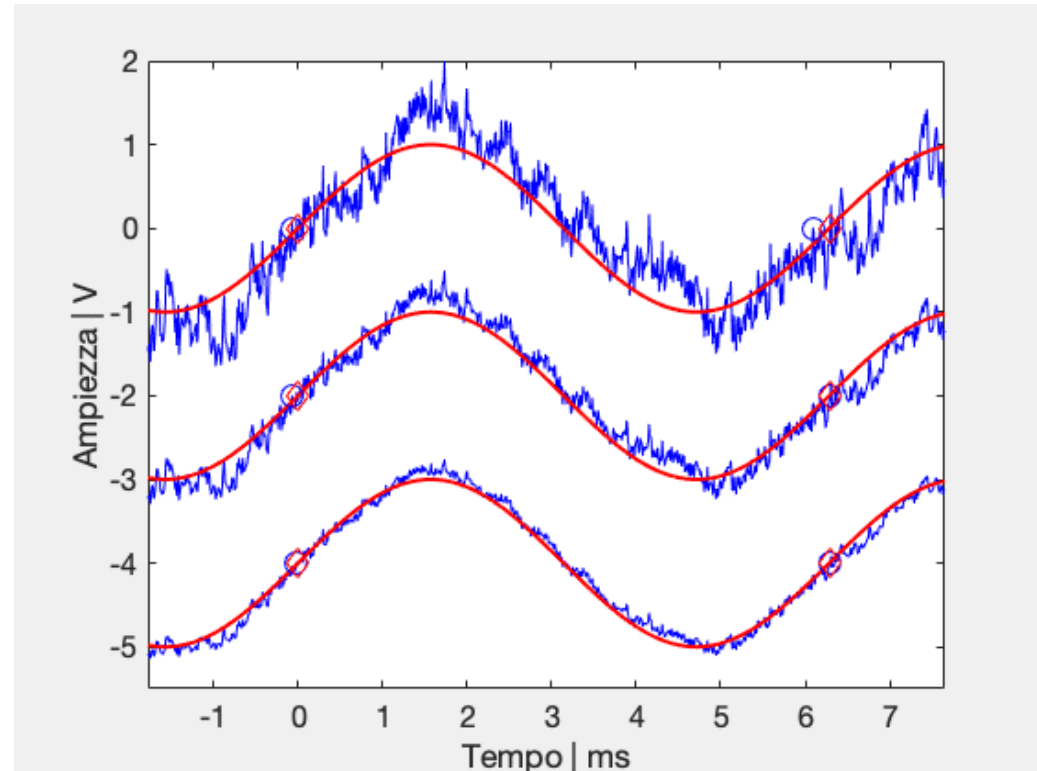
# L'oscilloscopio nell'esperienza in laboratorio

Useremo l'oscilloscopio per fare:

- misure di **ampiezza**
- misure di **frequenza**
- misure di **ritardo (fase)**

Nella terza giornata dell'esperienza con le molle: del segnale forzante le oscillazioni

Nell'esperienza con il tubo di Kundt: dell'ampiezza di un'onda sonora (variazione di pressione convertita in un segnale in tensione)



**E' utile discutere cosa succede in presenza di rumore!**

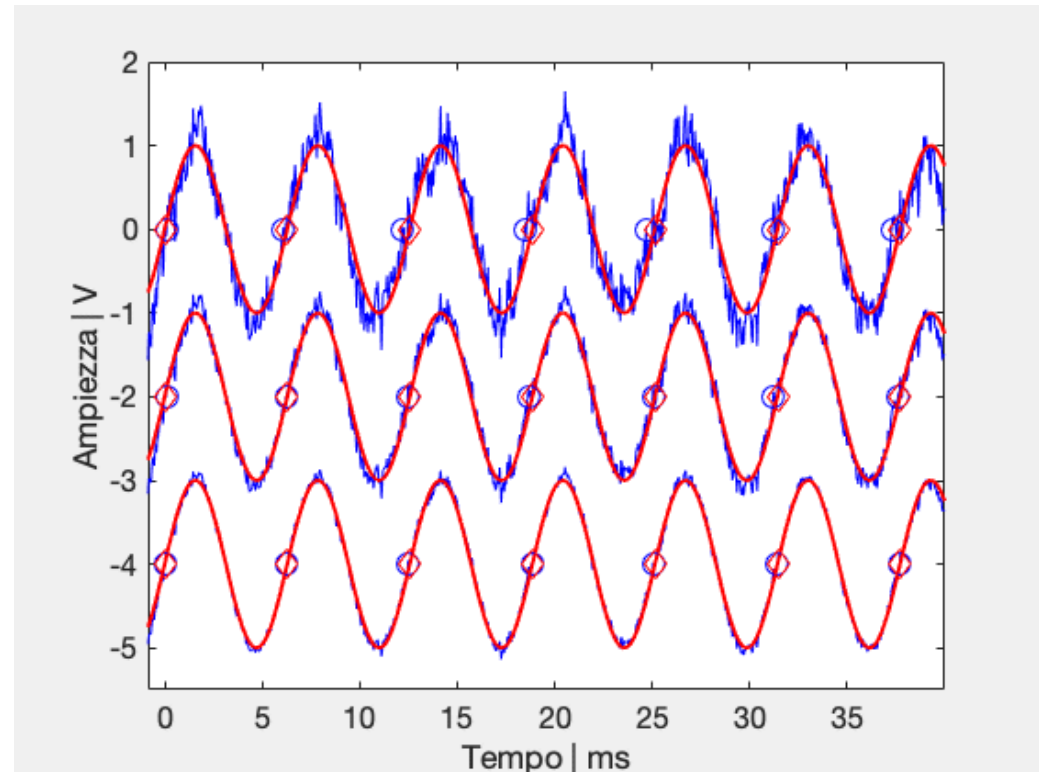
# L'oscilloscopio nell'esperienza in laboratorio

Useremo l'oscilloscopio per fare:

- misure di **ampiezza**
- misure di **frequenza**
- misure di **ritardo (fase)**

Nella terza giornata dell'esperienza con le molle: del segnale forzante le oscillazioni

Nell'esperienza con il tubo di Kundt: dell'ampiezza di un'onda sonora (variazione di pressione convertita in un segnale in tensione)



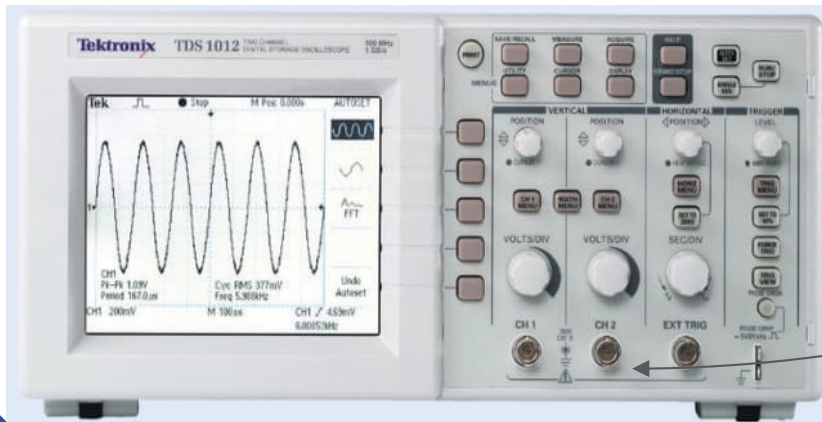
**E' utile discutere cosa succede in presenza di rumore!**



## Per cominciare:

<https://sox.sourceforge.net/>

Ci eserciteremo nell'uso dell'oscilloscopio usando una traccia audio che troverete su Ariel ed un software adatto a riprodurla (SoX – Sound eXchange).



Connettori per segnali a baionetta, tipo BNC

Avrete il materiale necessario a collegare l'uscita audio del PC con l'oscilloscopio



Sui **2 canali audio** avremo segnali disegnati per sviluppare e mettere alla prova le nostre capacità di regolare i parametri di controllo dell'oscilloscopio.

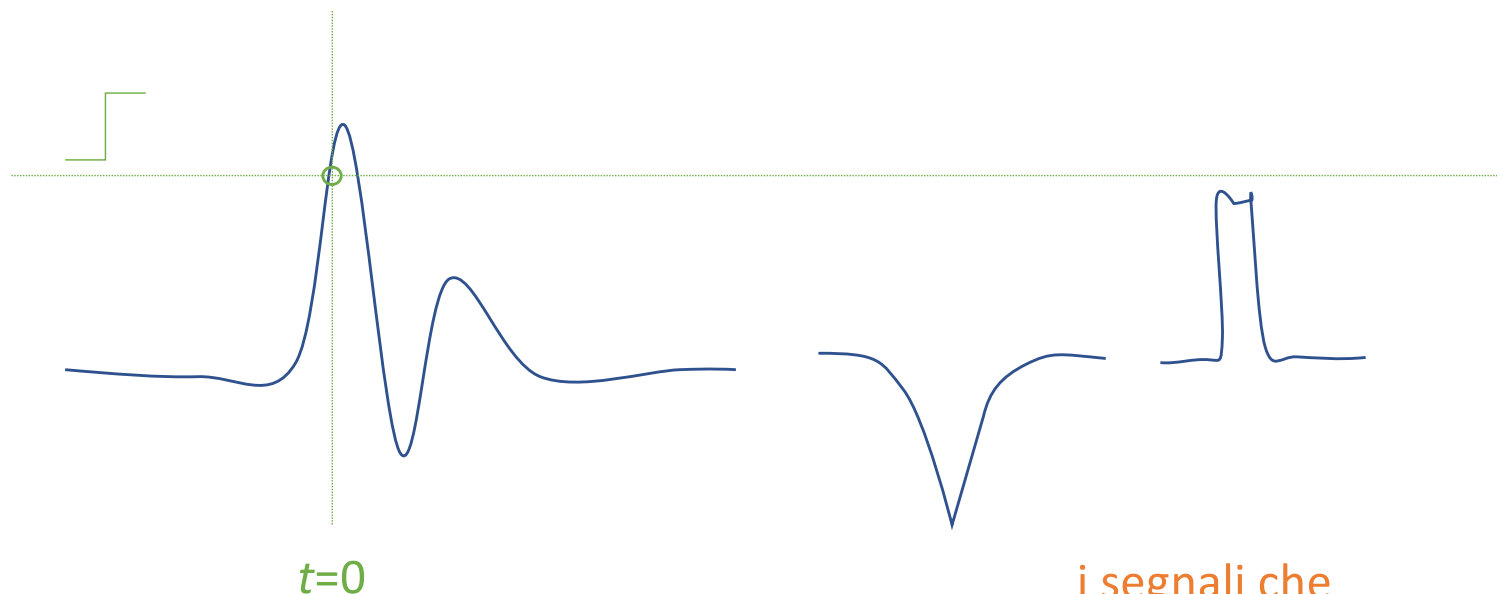
In particolare:

- Uno dei canali conterrà segnali con diverse forme, polarità ed ampiezza. Regolando i parametri del circuito di *trigger* dovremo **riuscire ad osservarli** separatamente sul display dell'oscilloscopio.
- L'altro canale conterrà un segnale con forma costruita per mettere in evidenza l'effetto di diverse impostazioni del *trigger* sulla **qualità delle misure** temporali e la rilevanza della possibilità di osservare correlazioni tra le tracce.



## Uso del *Trigger*

Canale 1

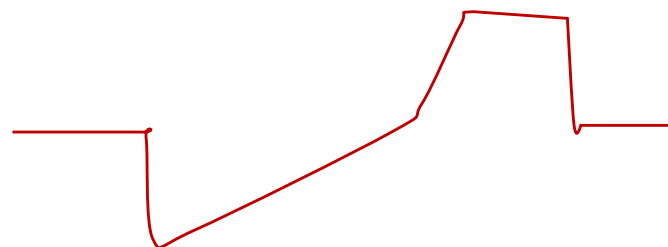


Ciò che viene mostrato (in una finestra temporale riferita al tempo  $t=0$ ) dipende dai parametri del *Trigger*

- Canale sorgente
- Livello
- Profilo (Ascendente/Discendente)
- ...

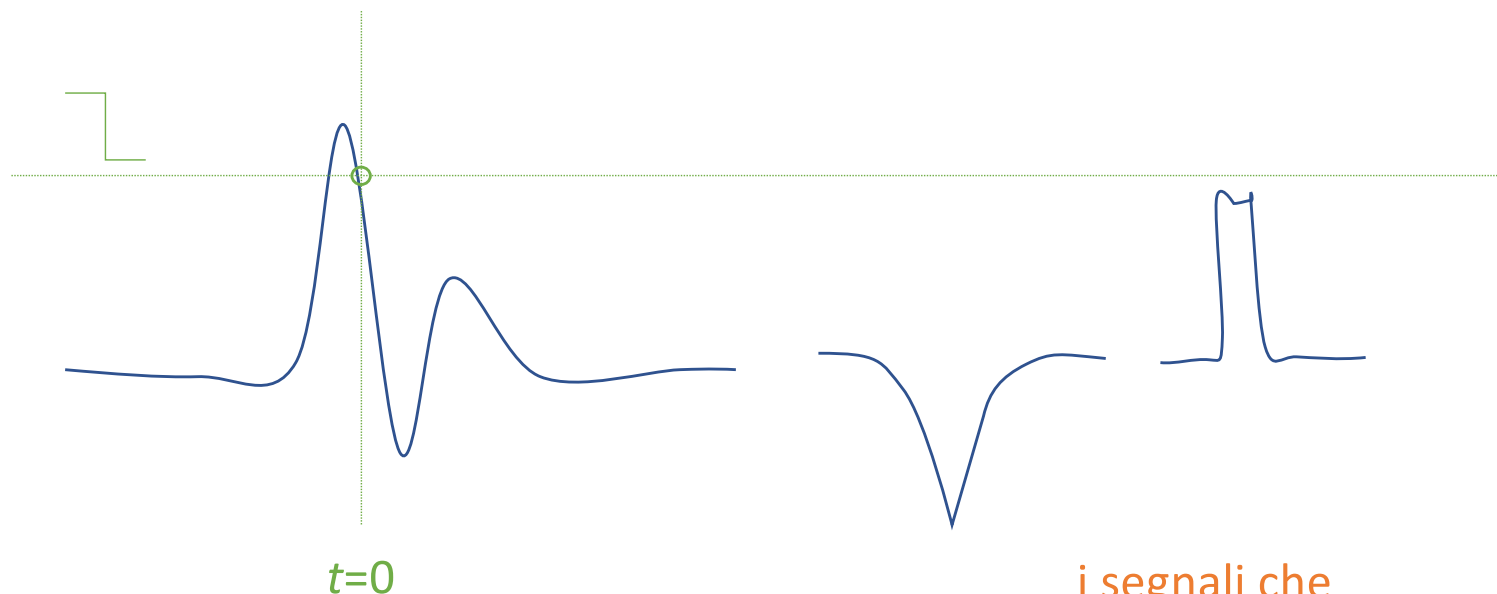
i segnali che  
giungono a tempi  
diversi possono  
sfuggire alla vista...

Canale 2



## Uso del *Trigger*

Canale 1

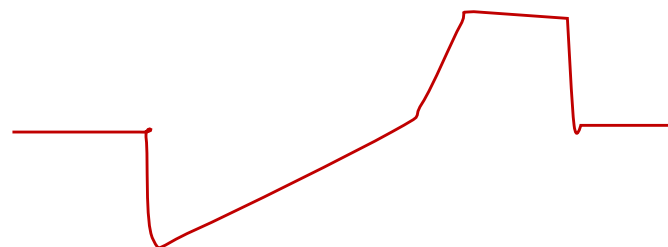


Ciò che viene mostrato (in una finestra temporale riferita al tempo  $t=0$ ) dipende dai parametri del *Trigger*

- Canale sorgente
- Livello
- Profilo (Ascendente/Discendente)
- ...

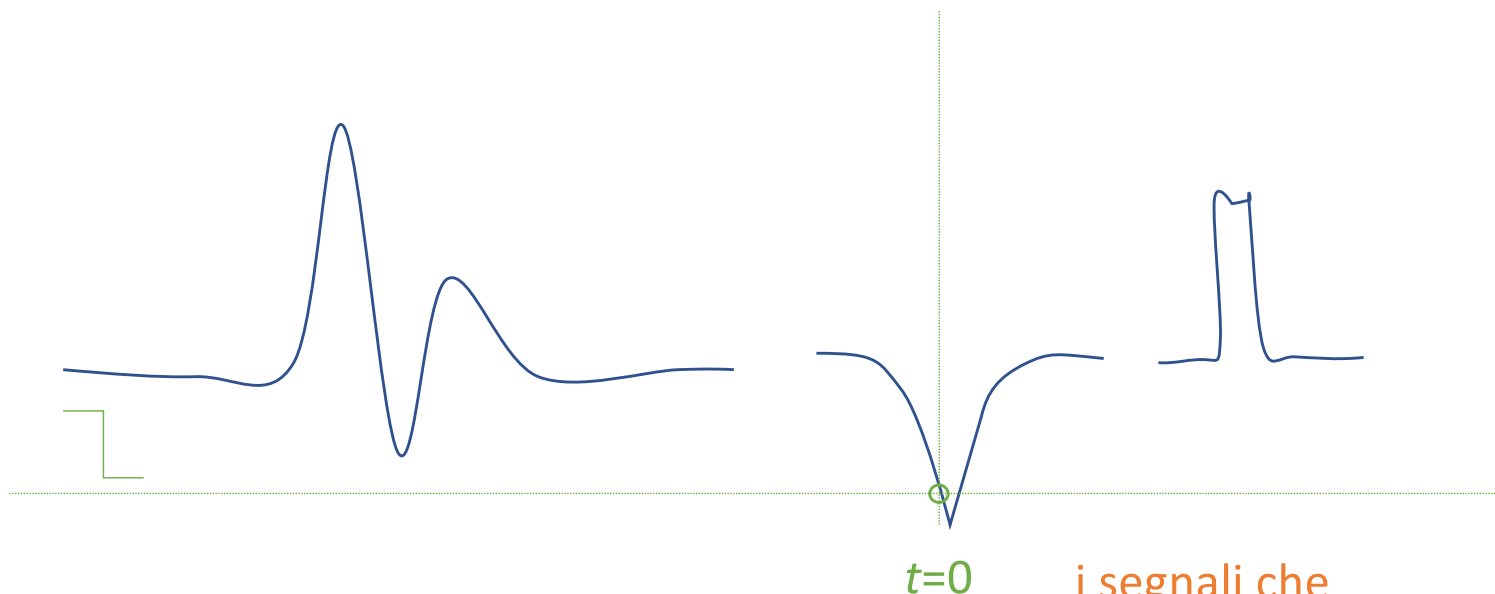
i segnali che  
giungono a tempi  
diversi possono  
sfuggire alla vista...

Canale 2



## Uso del *Trigger*

Canale 1

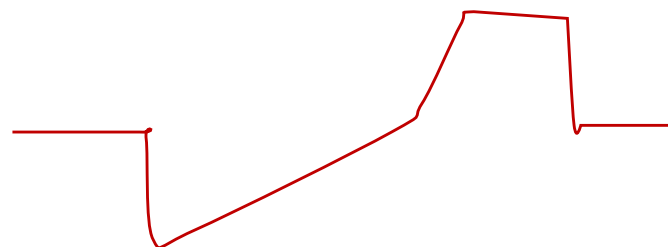


Ciò che viene mostrato (in una finestra temporale riferita al tempo  $t=0$ ) dipende dai parametri del *Trigger*

- Canale sorgente
- Livello
- Profilo (Ascendente/Discendente)
- ...

i segnali che  
giungono a tempi  
diversi possono  
sfuggire alla vista...

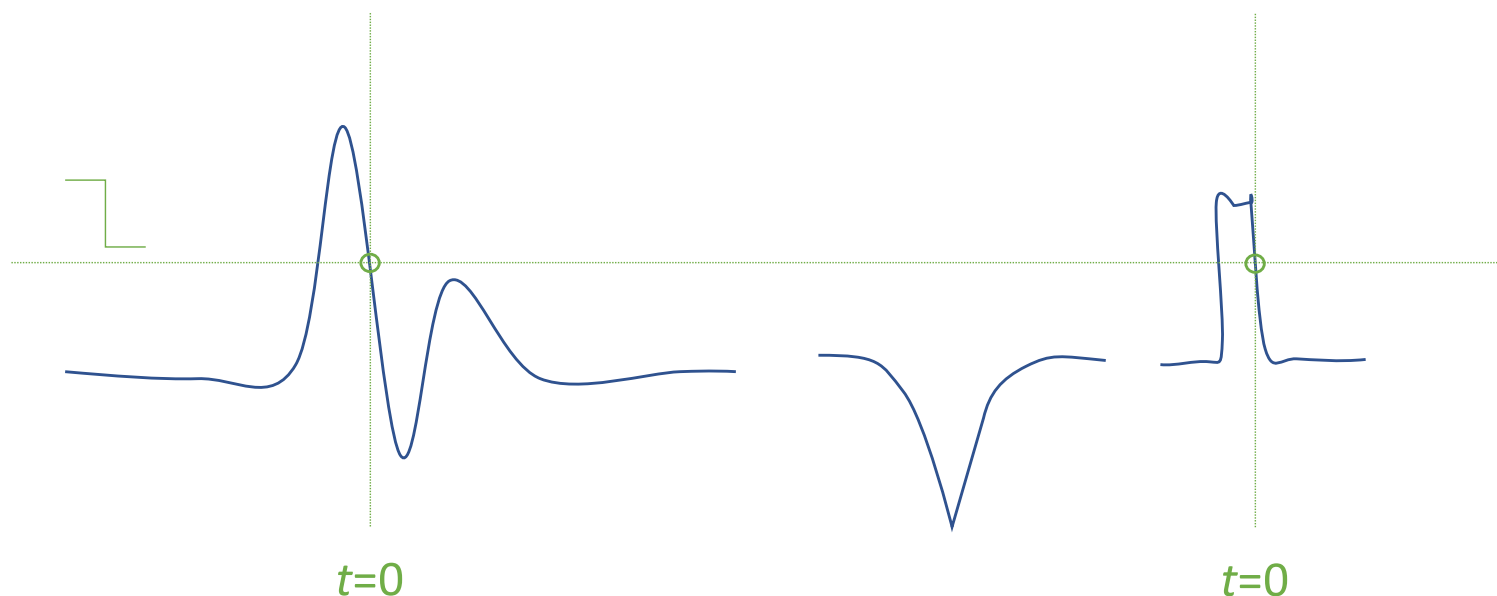
Canale 2





## Uso del *Trigger*

Canale 1

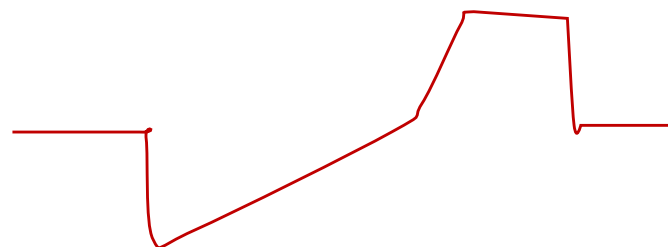


Ciò che viene mostrato (in una finestra temporale riferita al tempo  $t=0$ ) dipende dai parametri del *Trigger*

- Canale sorgente
- Livello
- Profilo (Ascendente/Discendente)
- ...

Canale 2

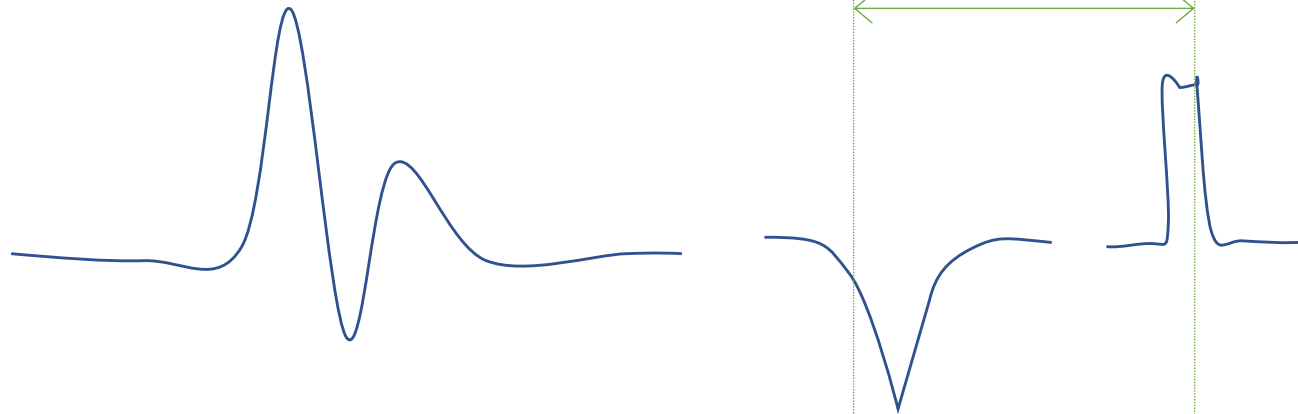
Può capitare che più di un punto sulla traccia soddisfi alle condizioni del *Trigger*!



## Uso del *Trigger*

i segnali su un canale possono essere osservati facendo uso di segnali correlati su un canale diverso...

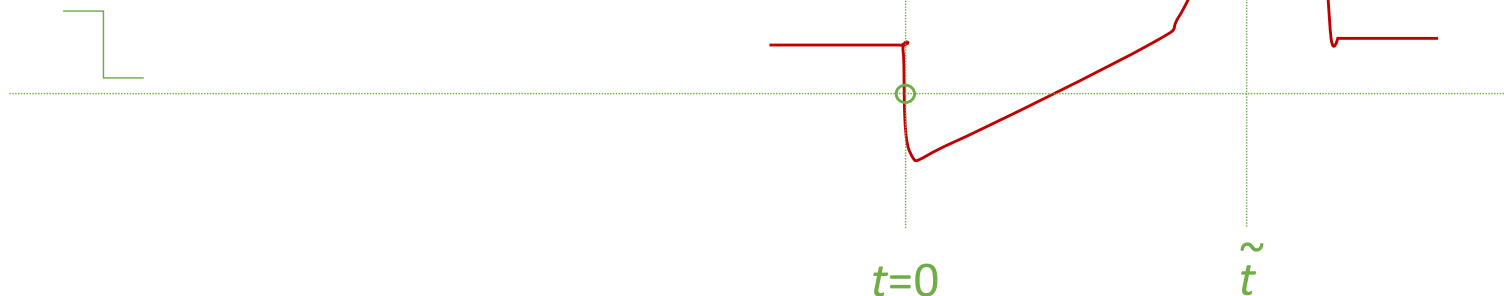
Canale 1



Ciò che viene mostrato (in una finestra temporale riferita al tempo  $t=0$ ) dipende dai parametri del *Trigger*

- Canale sorgente
- Livello
- Profilo (Ascendente/Discendente)
- ...

Canale 2



## Uso del *Trigger*

i segnali su un canale possono essere osservati facendo uso di segnali correlati su un canale diverso...

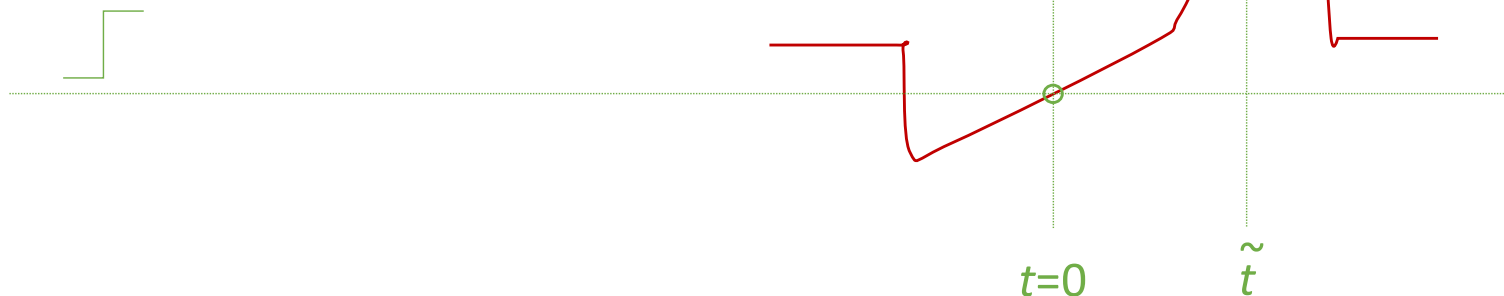
Canale 1



Ciò che viene mostrato (in una finestra temporale riferita al tempo  $t=0$ ) dipende dai parametri del *Trigger*

- Canale sorgente
- Livello
- Profilo (Ascendente/Discendente)
- ...

Canale 2



## Uso del *Trigger*

i segnali su un canale possono essere osservati facendo uso di segnali correlati su un canale diverso...

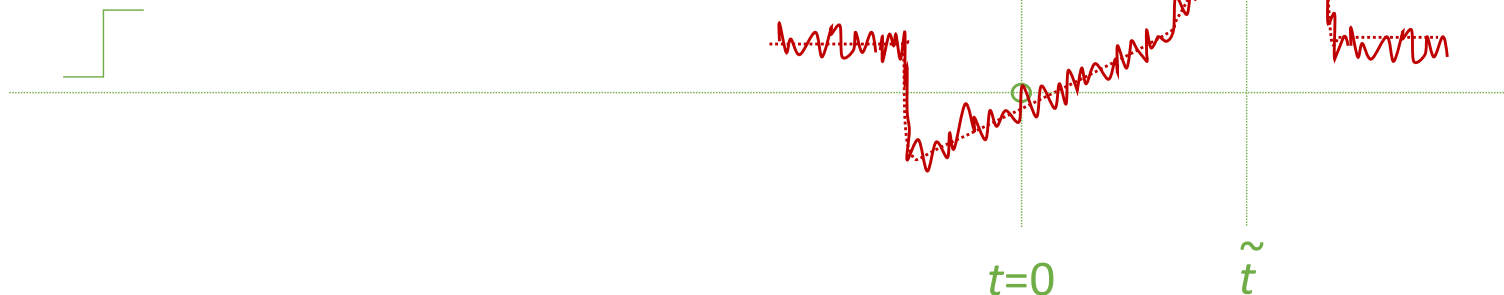
Canale 1



Ciò che viene mostrato (in una finestra temporale riferita al tempo  $t=0$ ) dipende dai parametri del *Trigger*

- Canale sorgente
- Livello
- Profilo (Ascendente/Discendente)
- ...

Canale 2



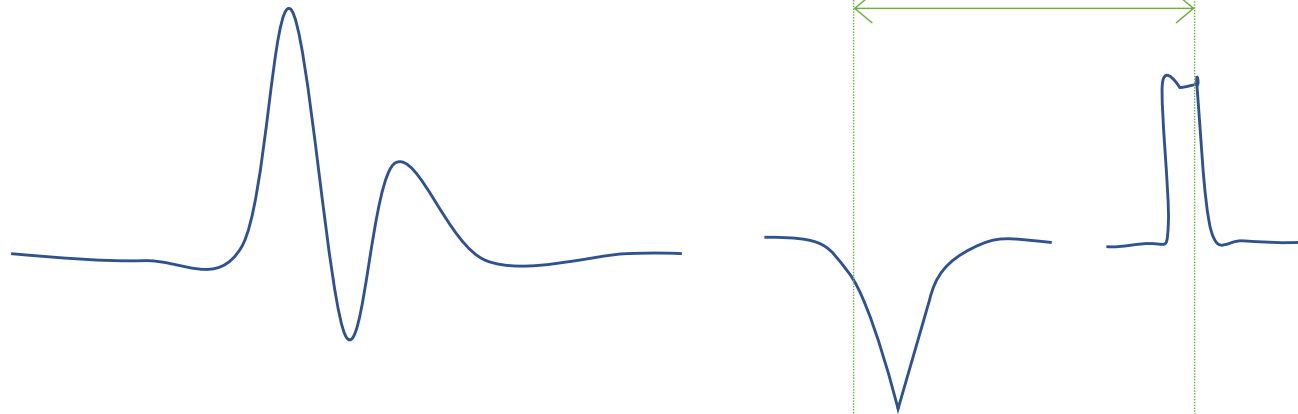
**Che effetto ha il rumore?**



## Uso del *Trigger*

i segnali su un canale possono essere osservati facendo uso di segnali correlati su un canale diverso...

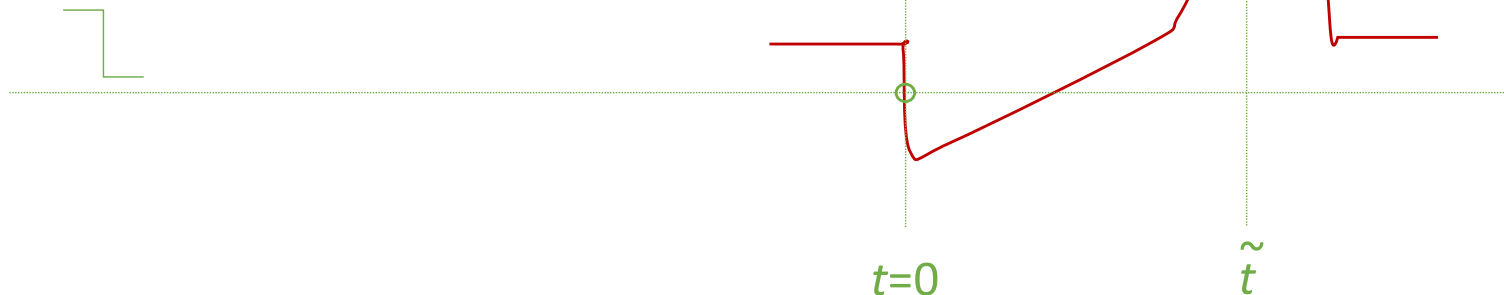
Canale 1



Ciò che viene mostrato (in una finestra temporale riferita al tempo  $t=0$ ) dipende dai parametri del *Trigger*

- Canale sorgente
- Livello
- Profilo (Ascendente/Discendente)
- ...

Canale 2

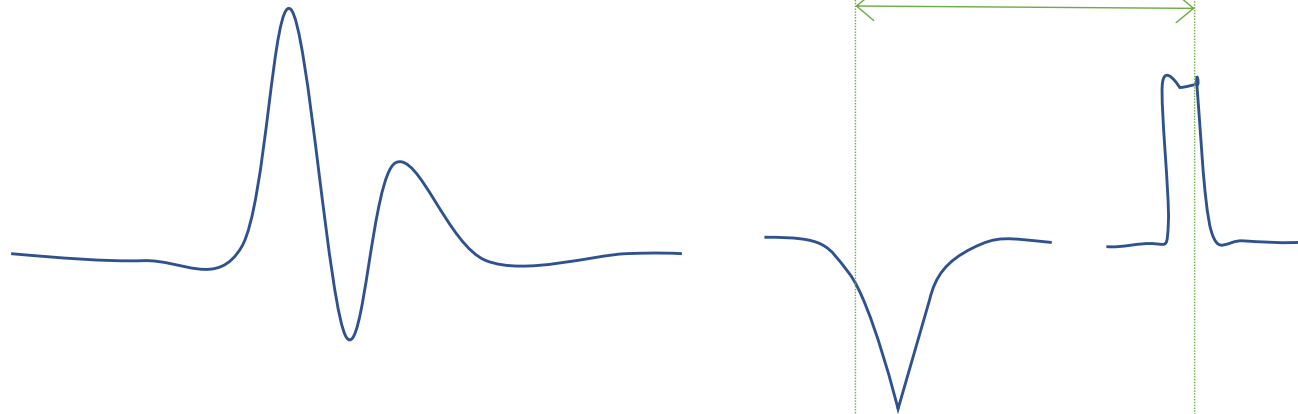


**Che effetto ha il rumore?**

## Uso del *Trigger*

i segnali su un canale possono essere osservati facendo uso di segnali correlati su un canale diverso...

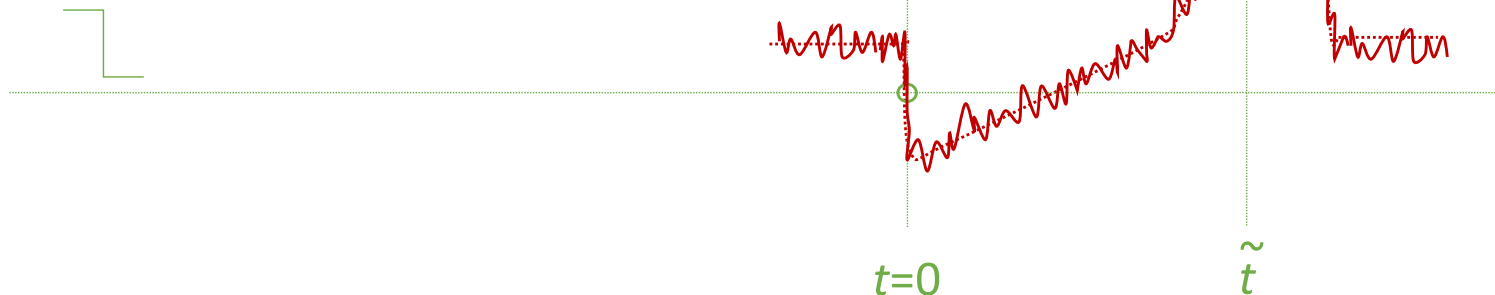
Canale 1



Ciò che viene mostrato (in una finestra temporale riferita al tempo  $t=0$ ) dipende dai parametri del *Trigger*

- Canale sorgente
- Livello
- Profilo (Ascendente/Discendente)
- ...

Canale 2



**Che effetto ha il rumore?**

Come sempre, in laboratorio sarete aiutati a seguire il percorso da un questionario dedicato che troverete al sito

<http://physurvey.fisica.unimi.it>

**Buon Divertimento e Buon Lavoro!**