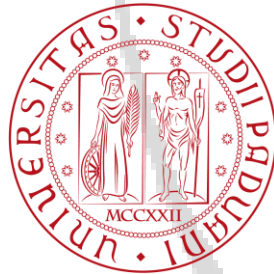
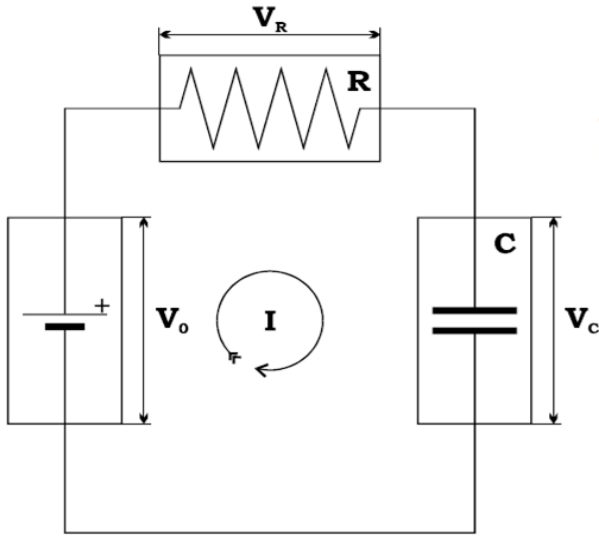


Esperienze n°3 e 4: circuiti RC e RL

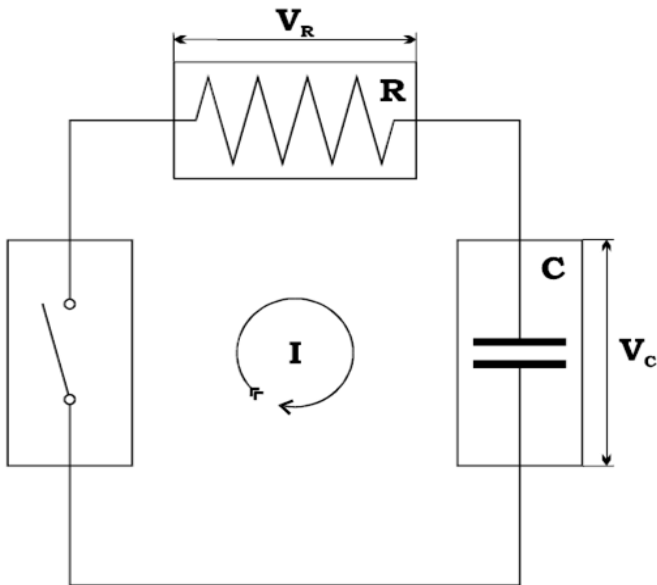


Corso di laurea in Ingegneria Gestionale
Laboratorio di fisica 2

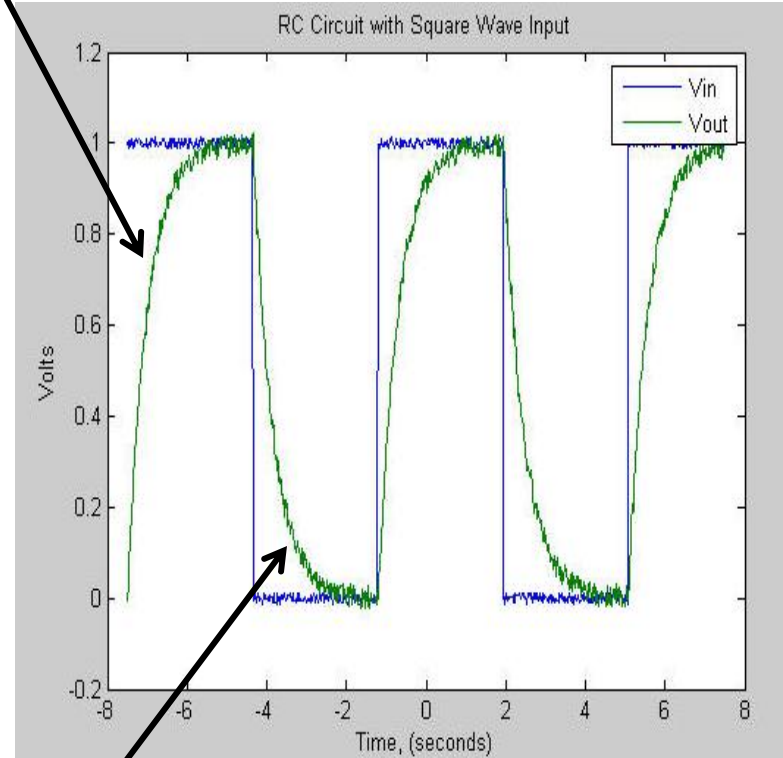
Circuito RC



$$V_c(t) = \frac{q(t)}{C} = V_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right)$$



$$V_c(t) = \frac{q(t)}{C} = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$



Circuito RC

Obiettivo:

Misurare la capacità inserita nel circuito sfruttando la costante di tempo $\tau=RC$ delle curve di carica/scarica del condensatore

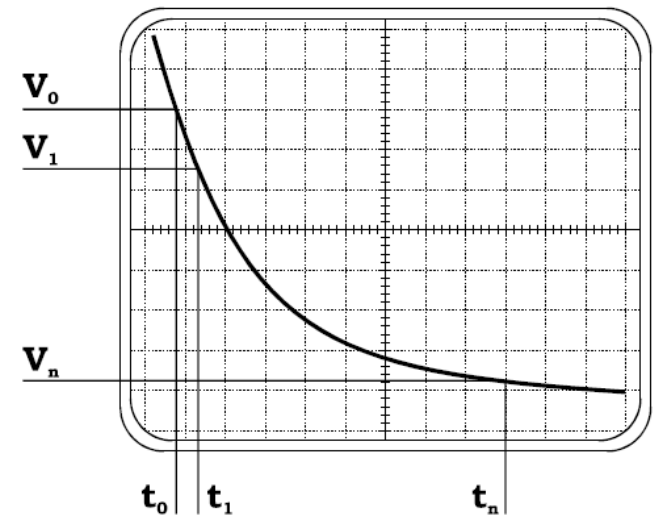
Come:

→ Prendere una serie di punti delle curve di carica/scarica

→ Fit lineare della quantità

$$y = -\ln\left(1 - \frac{V}{V_0}\right) = \frac{t}{\tau} \quad (\text{carica})$$

$$y = -\ln\left(\frac{V}{V_0}\right) = \frac{t}{\tau} \quad (\text{scarica})$$



in funzione del tempo. → $\tau =$ reciproco del coefficiente angolare.

→ $C = \tau/R$

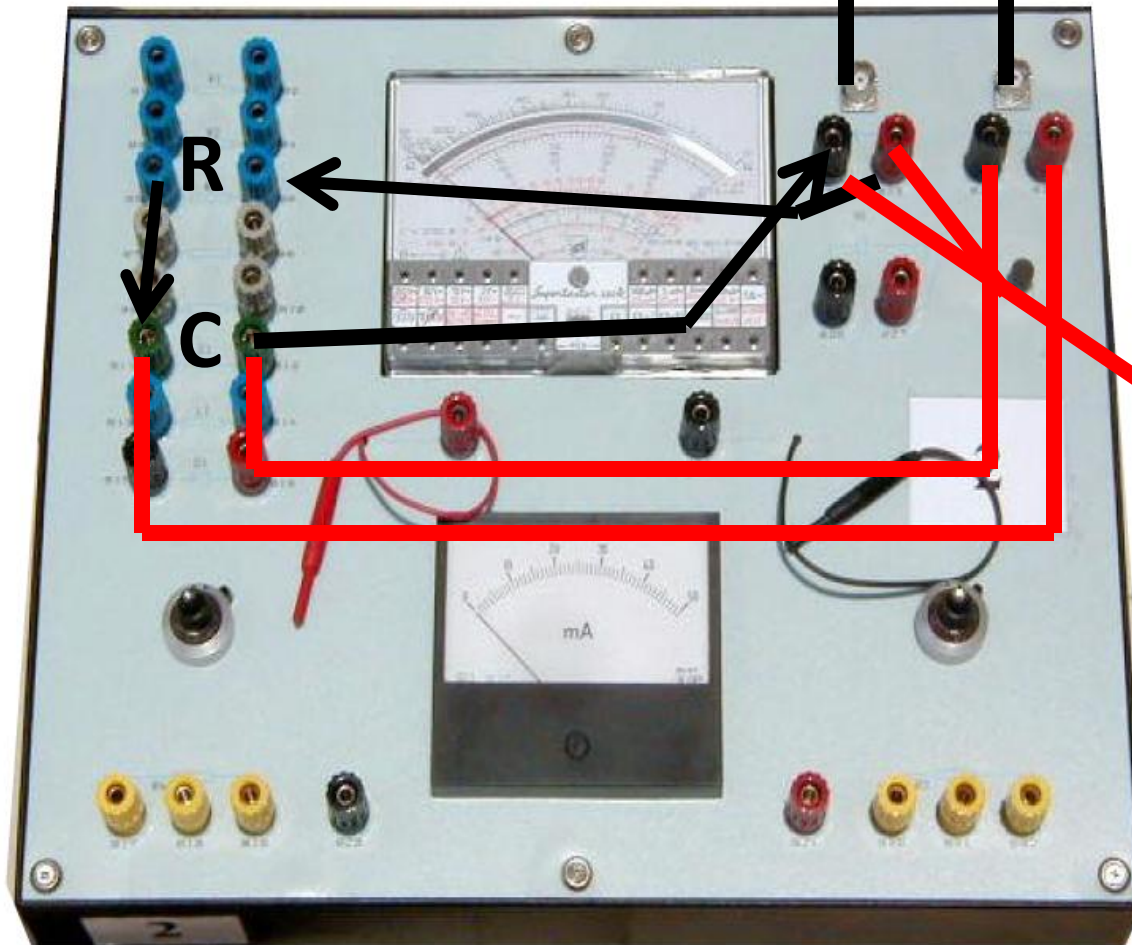
R va misurato con l'ohmetro →

$$\begin{array}{ll} \Omega \times 1 & \Delta R_T = \frac{(R_T + 25)^2}{25} C \cdot 10^{-2} \\ \Omega \times 10 & \Delta R_T = \frac{(R_T + 250)^2}{250} C \cdot 10^{-2} \\ \Omega \times 100 & \Delta R_T = \frac{(R_T + 2500)^2}{2500} C \cdot 10^{-2} \end{array}$$

OK, ma in pratica?

Coax gen. di funzioni

coax canale 1 oscilloscopio



Coax canale 2
oscilloscopio

Il generatore di funzioni

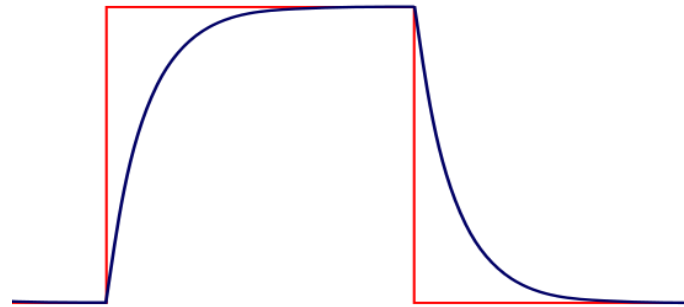
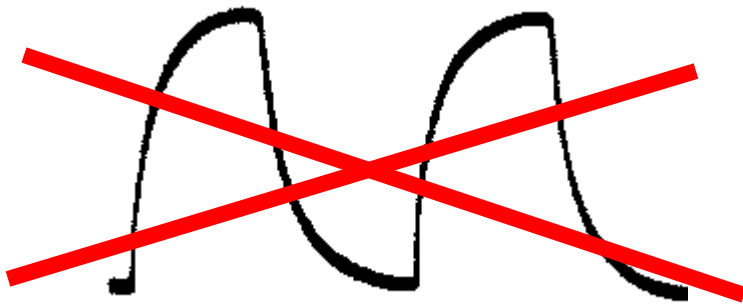
Cosa impostare:

→ Forma: onda quadra



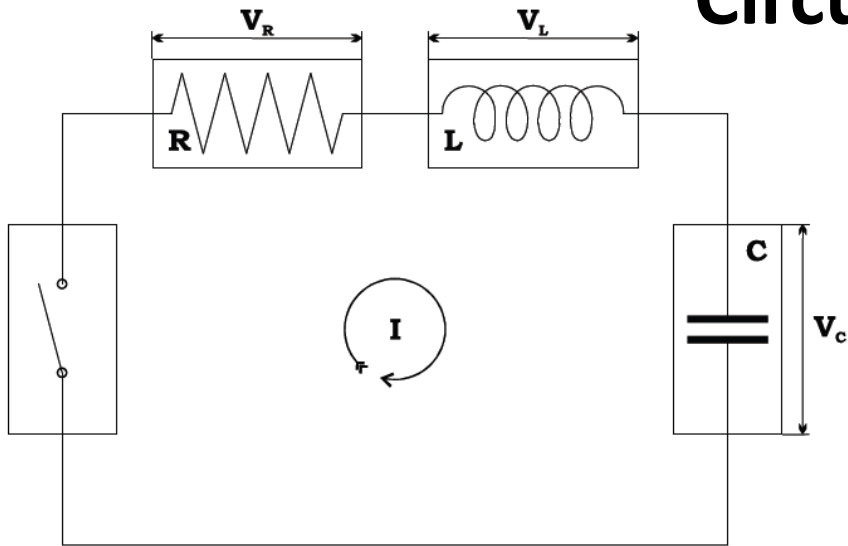
→ Ampiezza: ~ 1 V

→ Frequenza? La costante di tempo, ipotizzando $R=500 \Omega$ e $C=50 \text{ nF}$ si ha $\tau=25 \mu\text{s}$ (è solo un esempio!). Le curve di carica e scarica devono potersi sviluppare completamente prima dell'arrivo della scarica/carica successiva. Ogni curva ha bisogno di almeno $5\tau \rightarrow$ Periodo $T \gg \tau \cdot 5 \cdot 2 = 250 \mu\text{s} \rightarrow F \ll 1/T = 4 \text{ kHz}$



→ Per impostare ampiezza e frequenza premere il tasto con la sigla/simbolo corrispondenti e agire sulla rotella oppure premere *enter number*, digitare il numero e premere *Enter*.

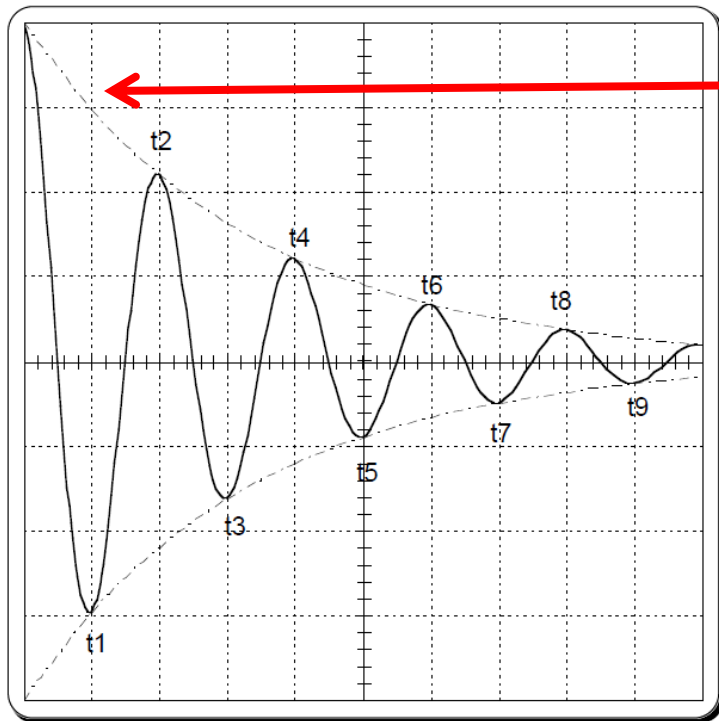
Circuito RLC



Anche qui si applica un'onda quadra in ingresso, si studiano le curve di SCARICA

$$V_C(t) = V_0 e^{-\gamma t} \cos(\omega t) \quad \text{con} \quad \omega = \sqrt{\omega_0^2 - \gamma^2}$$

$$\gamma = \frac{R}{2L} \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$



Caduta esponenziale $V_0 e^{-\gamma t}$

$$t_4 - t_2 = t_3 - t_1 = 2\pi/\omega$$

La resistenza è costituita dalla somma della resistenza interna del generatore R_G e la resistenza interna dell'induttanza R_L .

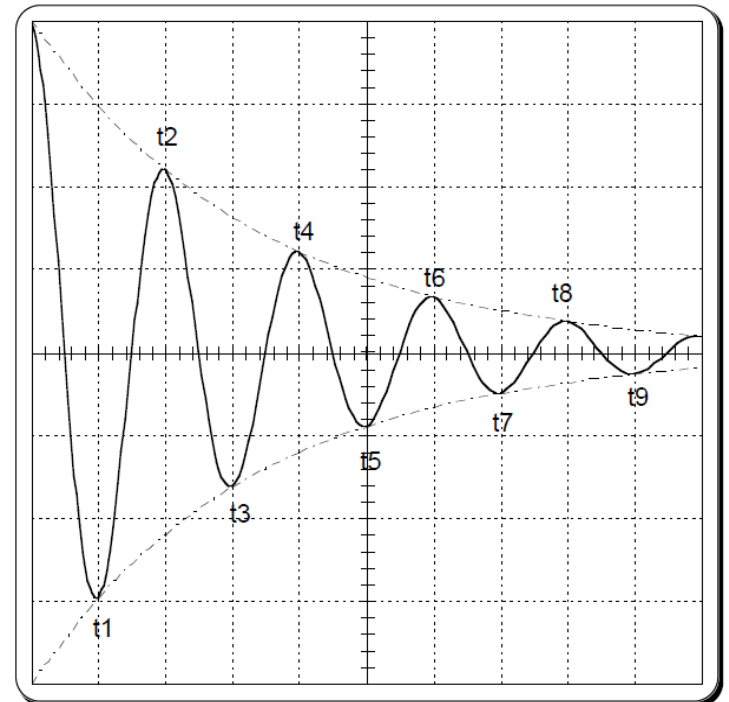
Circuito RL

Obiettivo:

Misurare l'induttanza L e la resistenza interna del generatore R_G

Come:

- Misurare R_L e C
- Misurare i tempi e le tensioni dei minimi e dei massimi di oscillazione



Circuito RL

→ Da coppie adiacenti di massimi/minimi calcolare T e quindi ω . Fare la media pesata di determinazioni indipendenti di ω

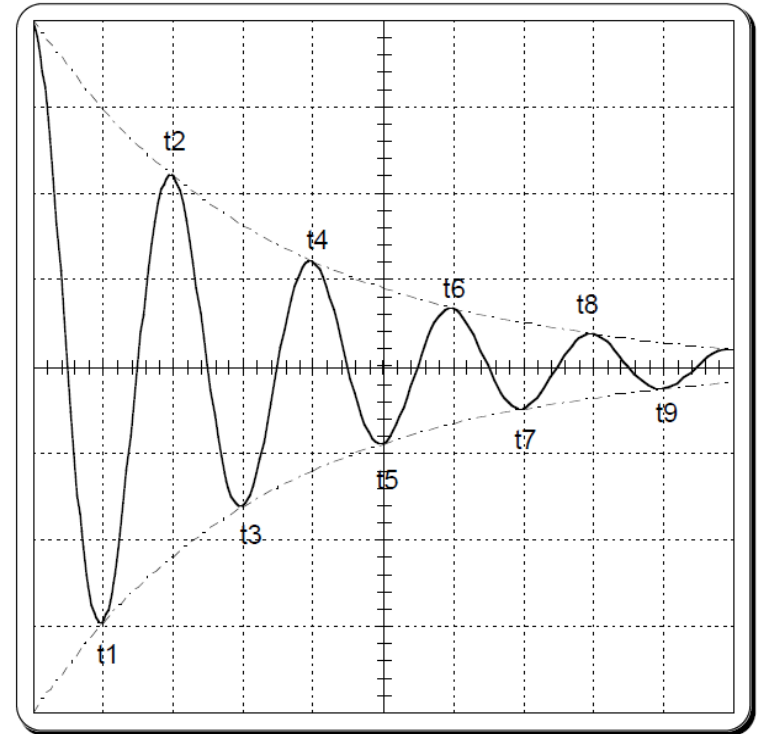
→ Usare le tensioni dei massimi e dei minimi per stimare γ

$$\gamma_n = \frac{2}{nT} \ln \left[\frac{V_o}{|V_c(t_n)|} \right]$$

Fare la media pesata di determinazioni indipendenti di γ

$$\rightarrow L = \frac{1}{\omega^2 + \langle \gamma \rangle^2} \frac{1}{C} \quad R_{\text{Tot}} = 2L \langle \gamma \rangle$$

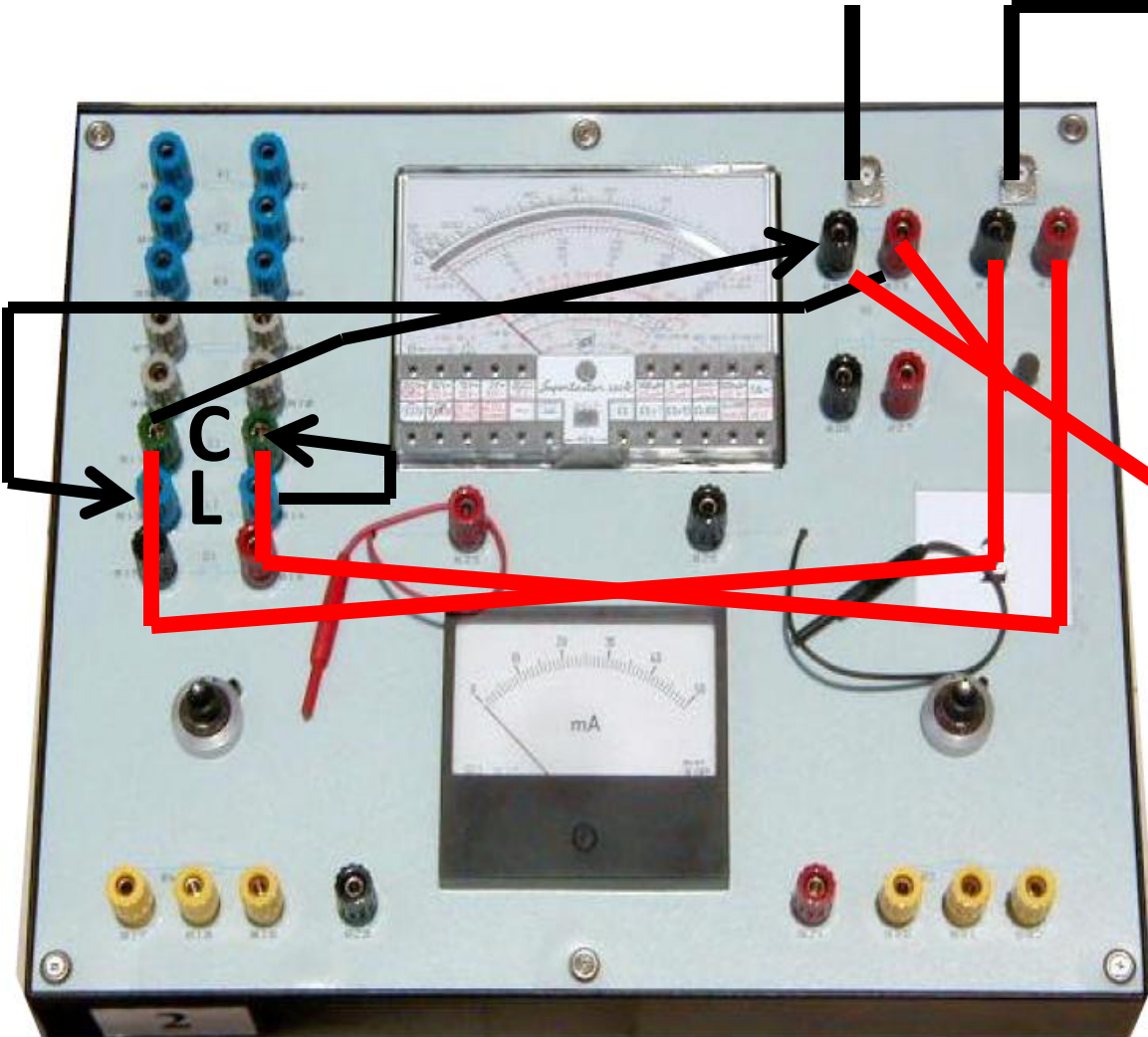
Per trovare R_G basta sottrarre R_L a R_{tot}



OK, ma in pratica?

Coax gen. di funzioni

coax canale 1 oscilloscopio



Coax canale 2
oscilloscopio

**Come fare per prendere più punti
di una curva $V(t)$?**

Usare l'oscilloscopio!

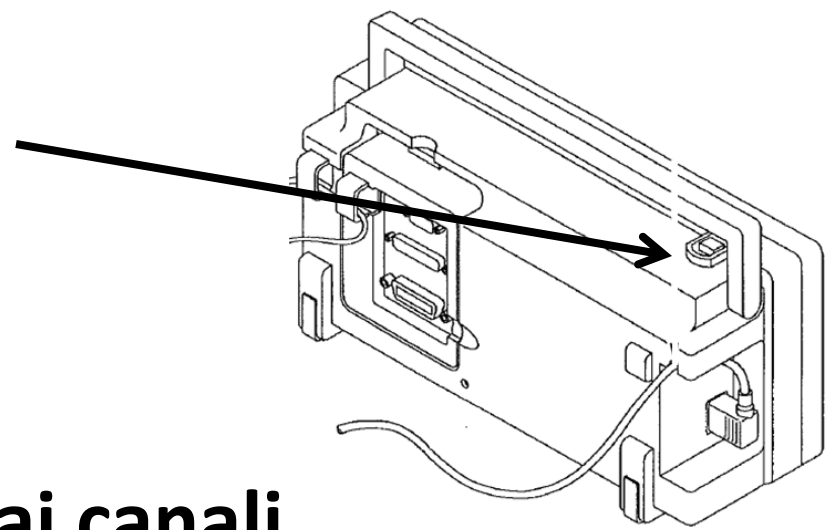


1) NIENTE PANICO!

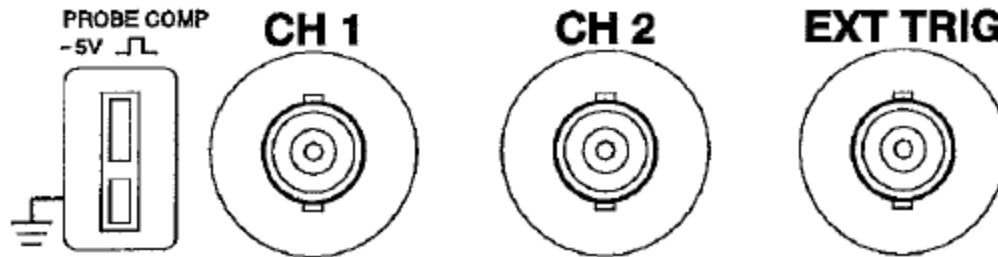
Pensate prima di mettere mano alle manopole!



2) Accendere lo strumento



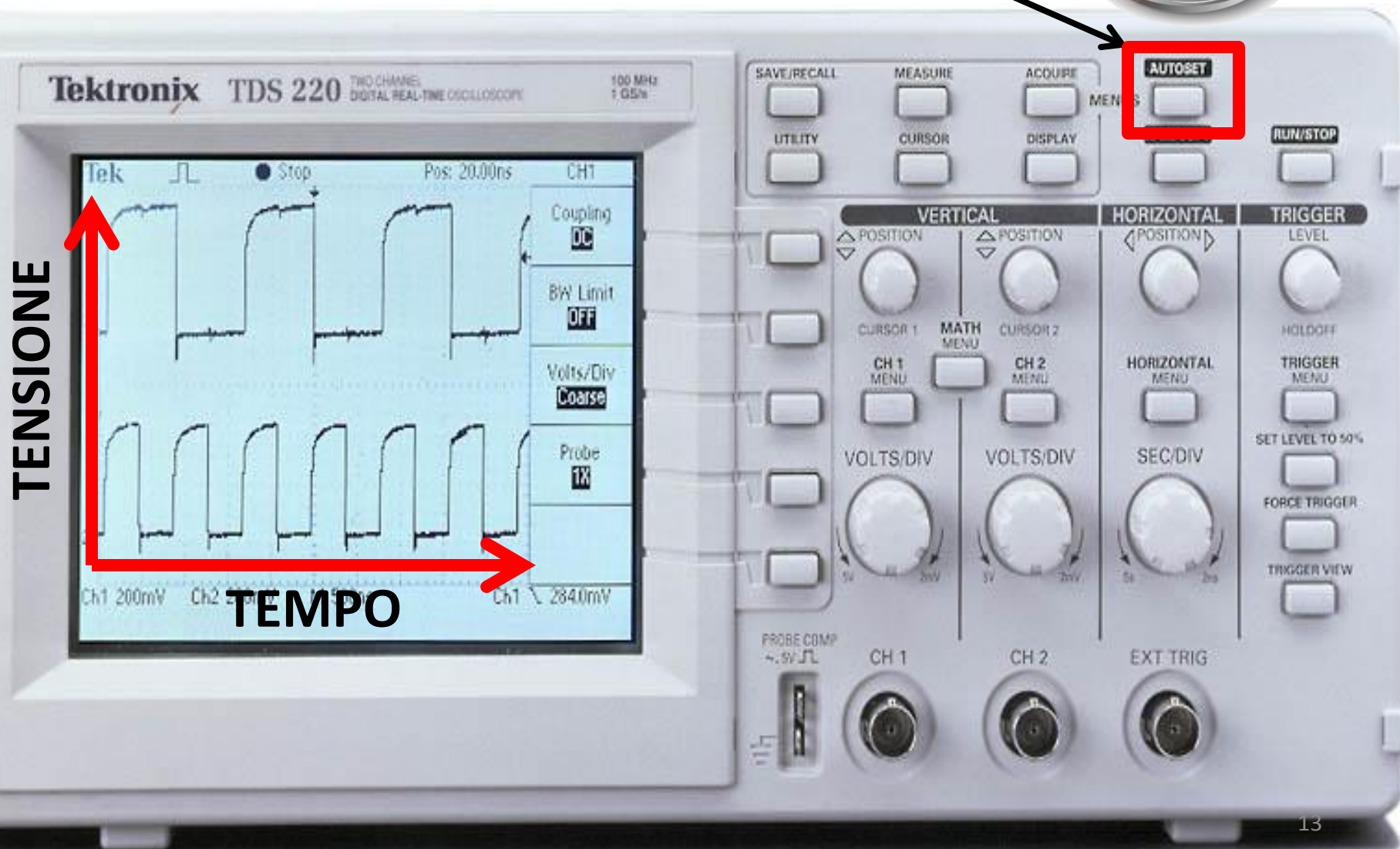
3) Collegare i cavi coassiali ai canali dell'oscilloscopio



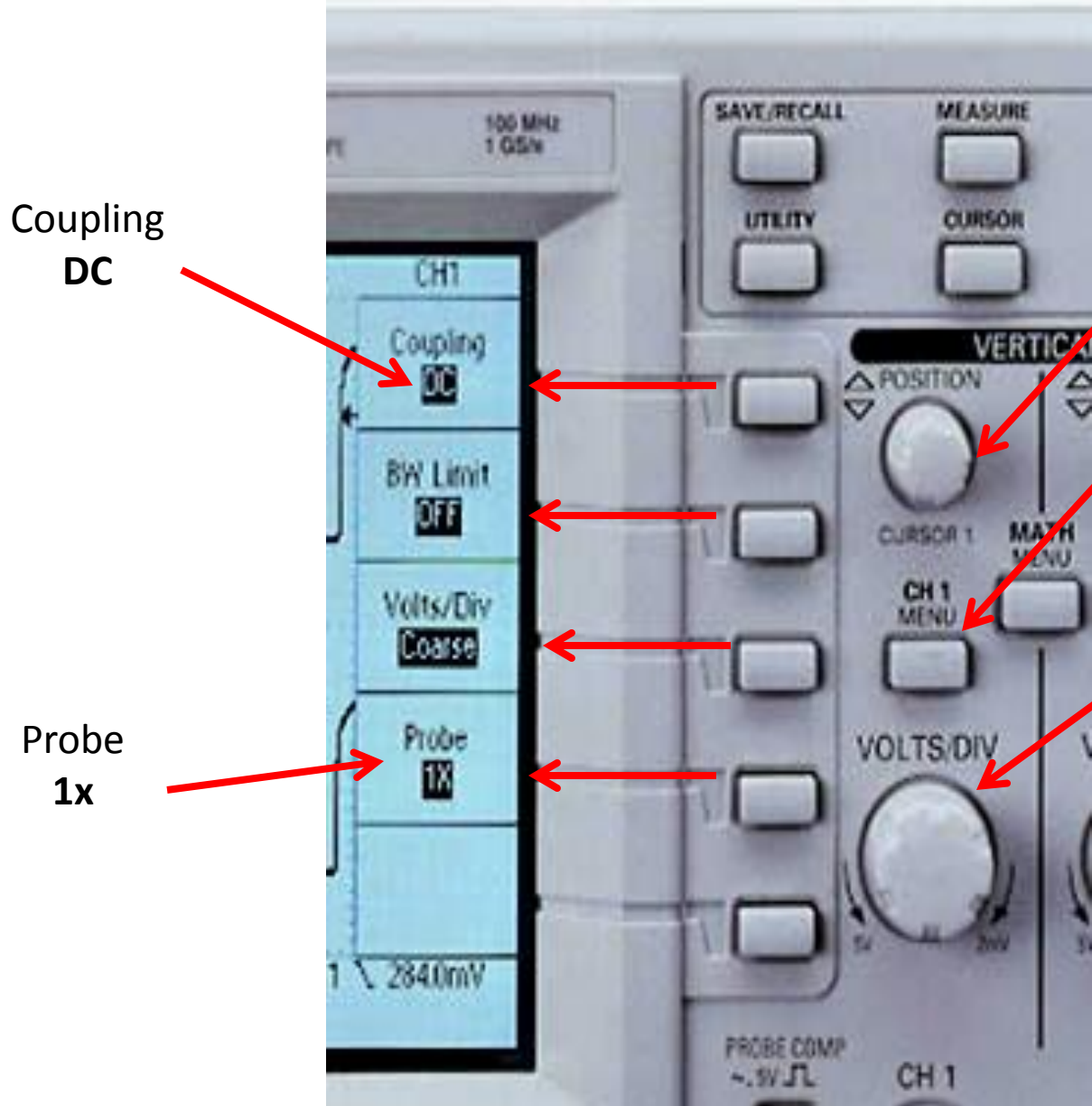
Ch1 → ai capi del condensatore

**Ch2 → al generatore di funzioni
(vede l'onda quadra)**

4) Per visualizzare i segnali



5) Menù verticali



Coupling
DC

Probe
1x

Per spostare il segnale del Ch1 in alto/basso

Per visualizzare il menù del Ch1 e per far comparire/sparire il segnale del Ch1

Per cambiare la scala delle tensioni (l'altezza di un quadrato sullo schermo è uguale a...)

6) Menù orizzontale



Per spostare le curve dei segnali visualizzati avanti/indietro (dx/sx) nel tempo

Per cambiare la scala dei tempi (la larghezza di un quadrato sullo schermo è uguale a...)

7) Trigger



Come si fa a visualizzare un segnale periodico?

L'oscilloscopio considera un segnale (Ch1/Ch2/external trigger) e aspetta fino a quando esso non raggiunge una tensione di soglia. Quello è il punto di trigger. L'oscilloscopio mostra allora il segnale attorno al tempo in cui viene raggiunto il trigger.

Per spostare il livello di trigger. Questo viene indicato nello schermo con una freccina a lato. Il livello di trigger deve restare sempre all'interno dell'ampiezza dell'onda quadra.

Per accedere al menù del trigger. Si può scegliere il canale del trigger (Ch2 nel nostro caso). E' anche possibile scegliere se il trigger scatta quando il segnale sta salendo o scendendo: in questo modo si può scegliere di visualizzare la curva di carica o quella di scarica.

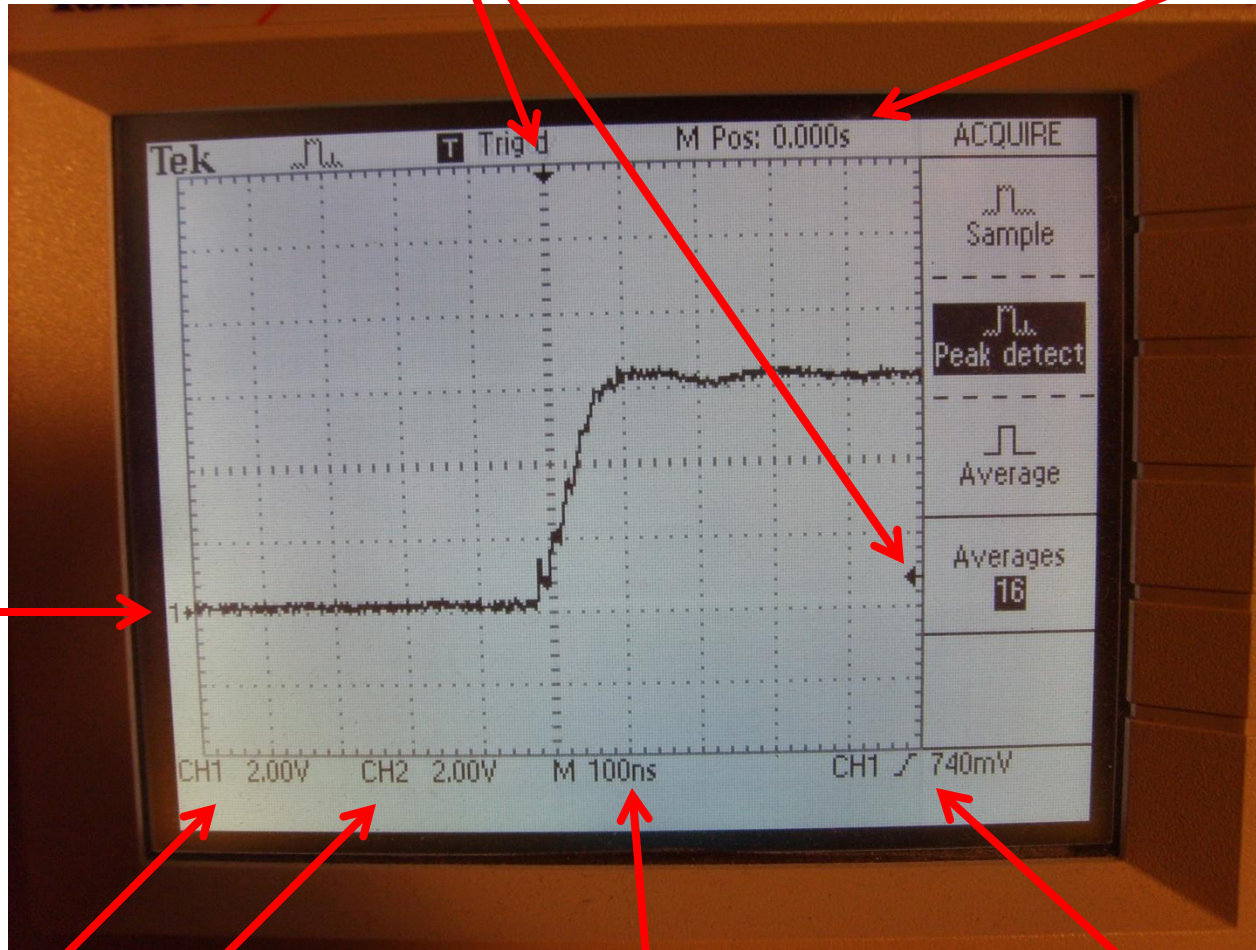
Siccome il trigger è sul canale 2 allora i tempi misurati partiranno dall'inizio della carica/scarica.

8) Trigger

LE FRECCINE indicano le coordinate del punto di trigger

IL TEMPO in cui si trova l'asse Y rispetto al tempo del trigger

CANALE

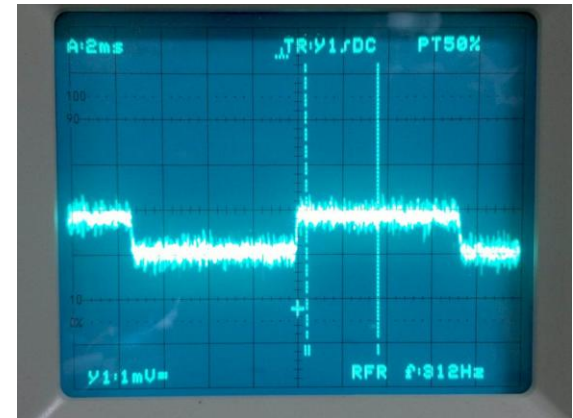
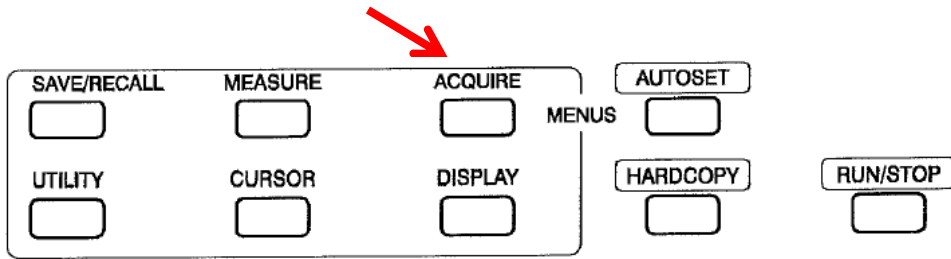


SCALA DELLE TENSIONI:
1 divisione=1 quadretto=2 V
Ogni canale ha la sua scala!!

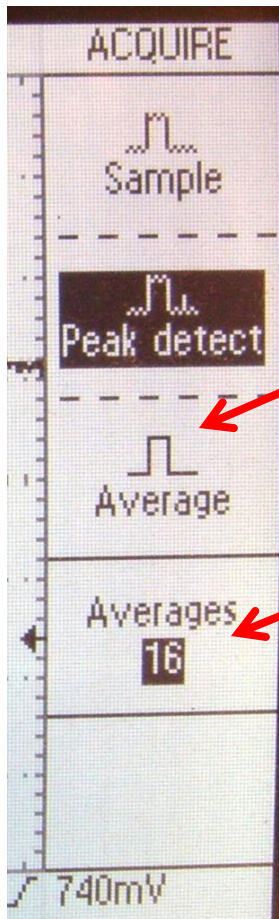
SCALA DEI TEMPI:
1 divisione=
1 quadretto=100 ns

TRIGGER: sorgente,
salita/discesa, livello

9) E se i segnali sono rumorosi?



Difficoltà a misurare tempi e tensioni



Selezionare average

Impostare il numero di punti di cui si vuole fare la media mobile

Un numero troppo alto modifica la forma del segnale!

10) Che errore attribuire alle misure...

Errore massimo per i tempi:

1/10 di divisione

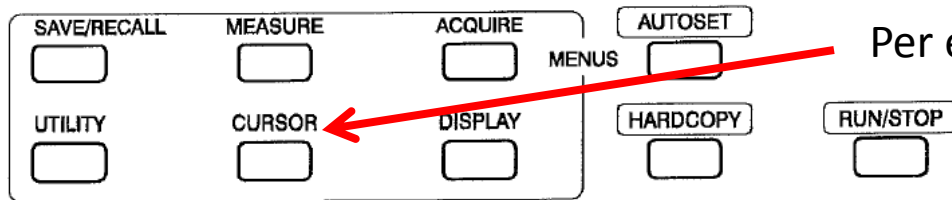
Errore massimo per le tensioni:

1/10 di divisione + 3% del valore misurato

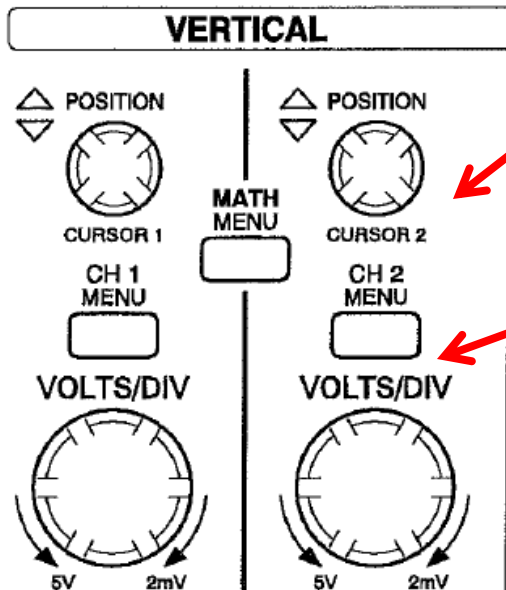
11) ...ma soprattutto... come si fanno le misure?

In generale, è buona norma spostare verticalmente i segnali in modo che i "livelli 0" delle onde quadre siano sopra delle righe orizzontali del reticolo

Metodo 1: i cursori



Per entrare e uscire dalla modalità cursori



Per spostare i cursori a sx/dx (cursori verticali, misure di tempo) oppure in alto/basso (cursori orizzontali, misure di tensione).

Per accedere al menù dei cursori: controllare che i cursori misurino sul canale giusto!

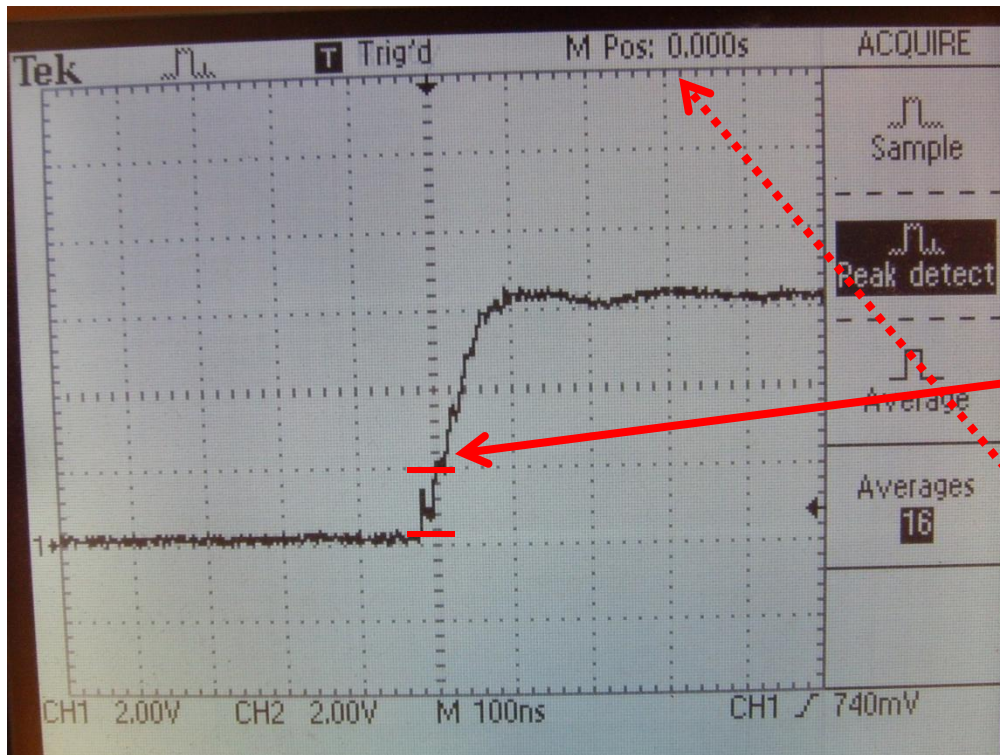
Misure tensione: tensione 1° cursore, tensione 2° cursore, differenza tra i 2

Misure tempo: tempi del 1° e 2° cursore rispetto al trigger, differenza tra i 2

11) ...ma soprattutto... come si fanno le misure?

In generale, è buona norma spostare verticalmente i segnali in modo che il “livello 0” delle onde quadre siano su una delle righe orizzontali del reticolo

Metodo 2: intersezione con l'asse Y



Assicurarsi che la curva da misurare abbia la massima estensione verticale nello schermo

Spostando la curva a sx/dx, cercare di far intersecare la linea del segnale con una delle tacche dell'asse Y

→ Si misura V leggendo le tacche

→ Il tempo è indicato in alto

→ Attenzione ai segnali rumorosi e a quelli con una pendenza elevata!

MAI TOCCARE IL TRIGGER QUANDO SI PRENDONO PIU' PUNTI DELLA STESSA CURVA!!!



Buon Lavoro!