

# Laboratorio di Segnali e Sistemi Canale DF-ME

## Introduzione al laboratorio



Claudio Luci  
SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

*last update : 070117*

# Sommario del capitolo:

- Ubicazione delle stanze
- Descrizione dei banchi
- Uso del PC
- Descrizione degli strumenti
- Descrizione della breadboard
- Relazione

# Ubicazione delle stanze



Porta in fondo:  
Nuovo laboratorio.  
Banchi dal 22 al 35

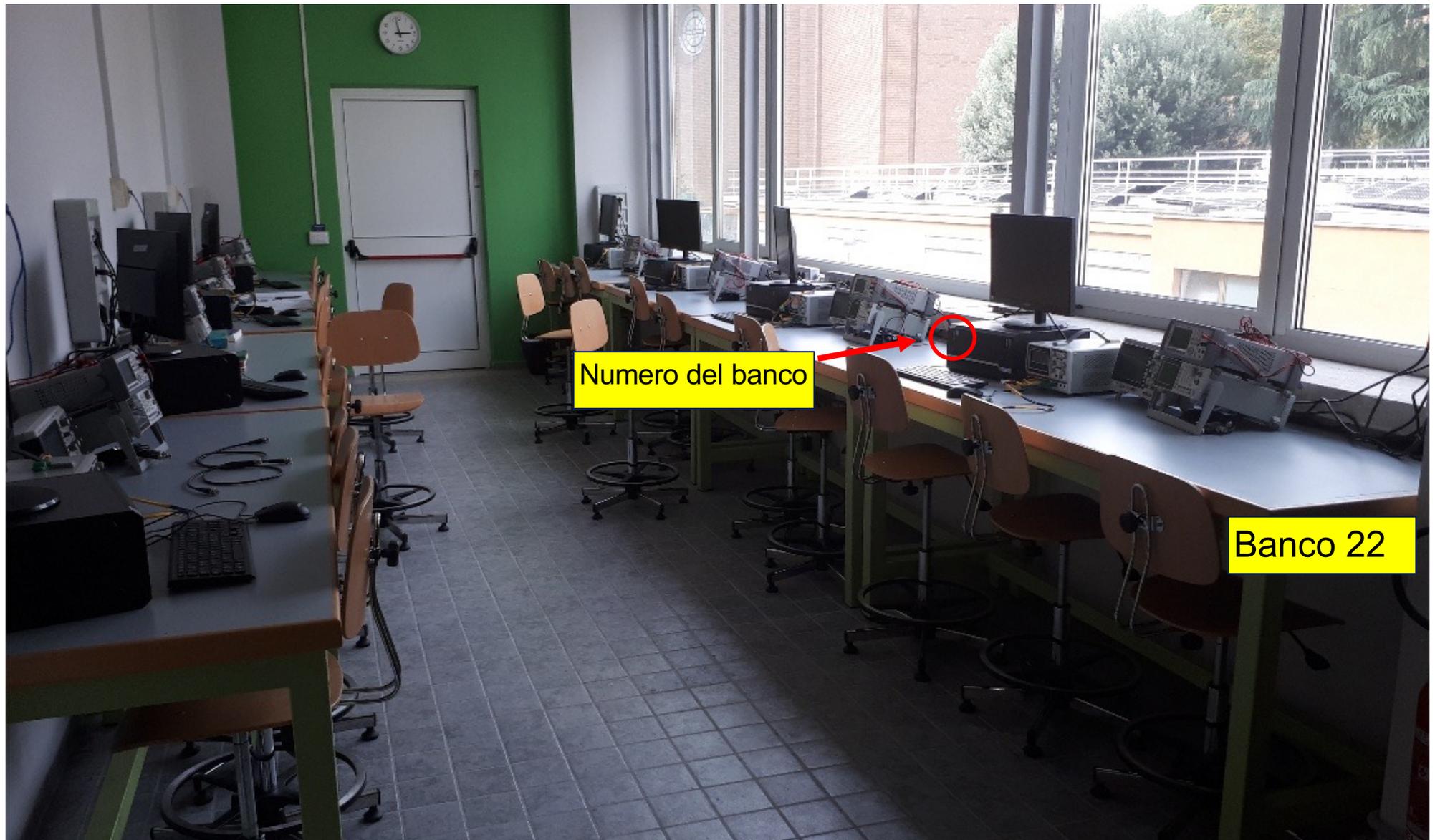
Il vecchio laboratorio si trova  
da questa parte.  
Tre stanze con 7 banchi ciascuna  
Banchi da 1 a 21

# Una stanza del vecchio Lab

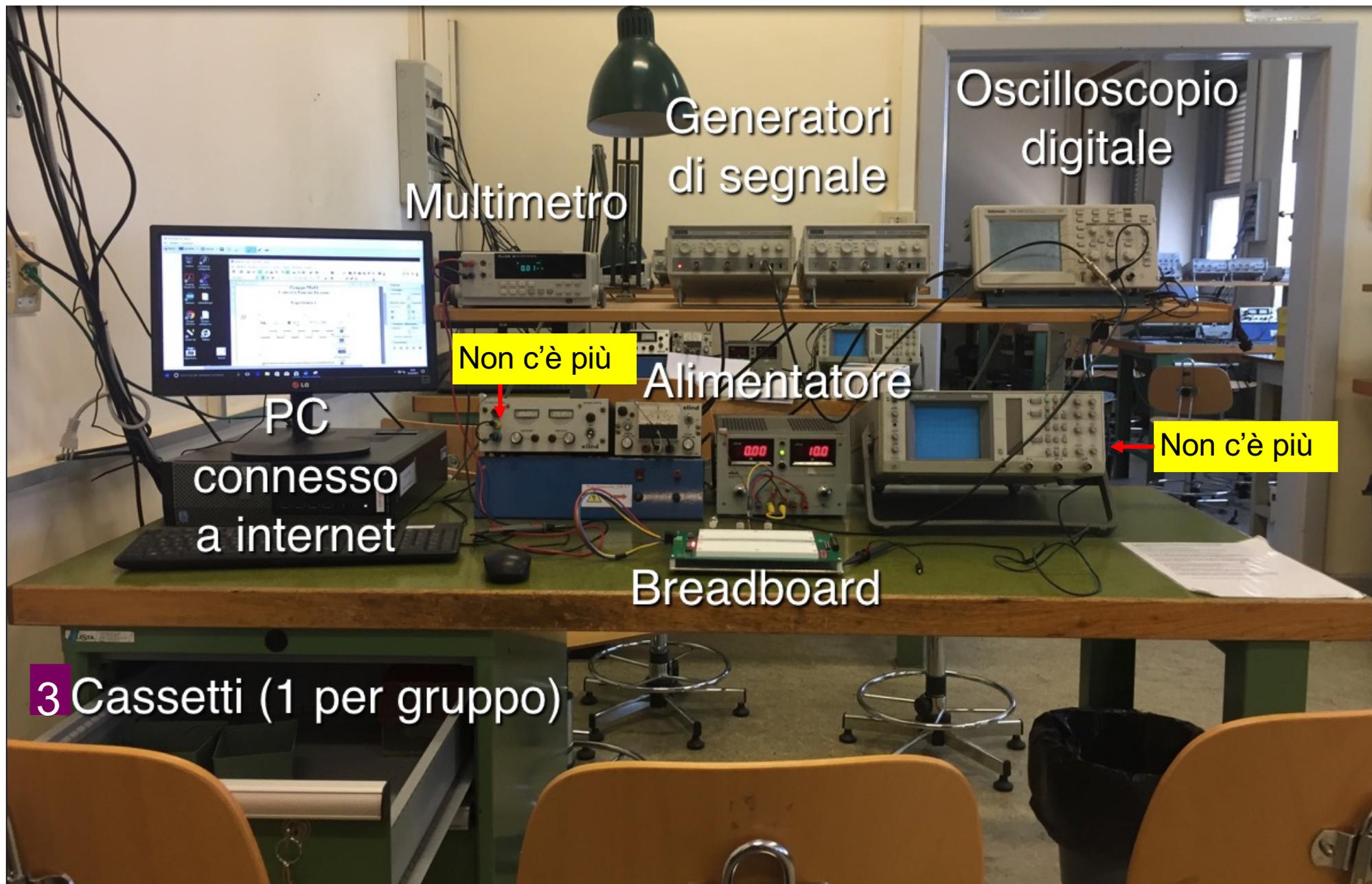


Numero del banco

# Una stanza del nuovo Lab



# Banco (del vecchio Lab)



# Banco (del nuovo Lab)



# Cassetti dei nuovi banchi

Prendete le cose dal vostro cassetto e le portate sul banco ... e a fine ora le portate indietro



# Cassetto

Alla prima esercitazione vi viene consegnata la chiave del cassetto che rimane sotto la vostra responsabilit . La dovete restituire alla fine delle esercitazioni, altrimenti non potete fare l'esame.

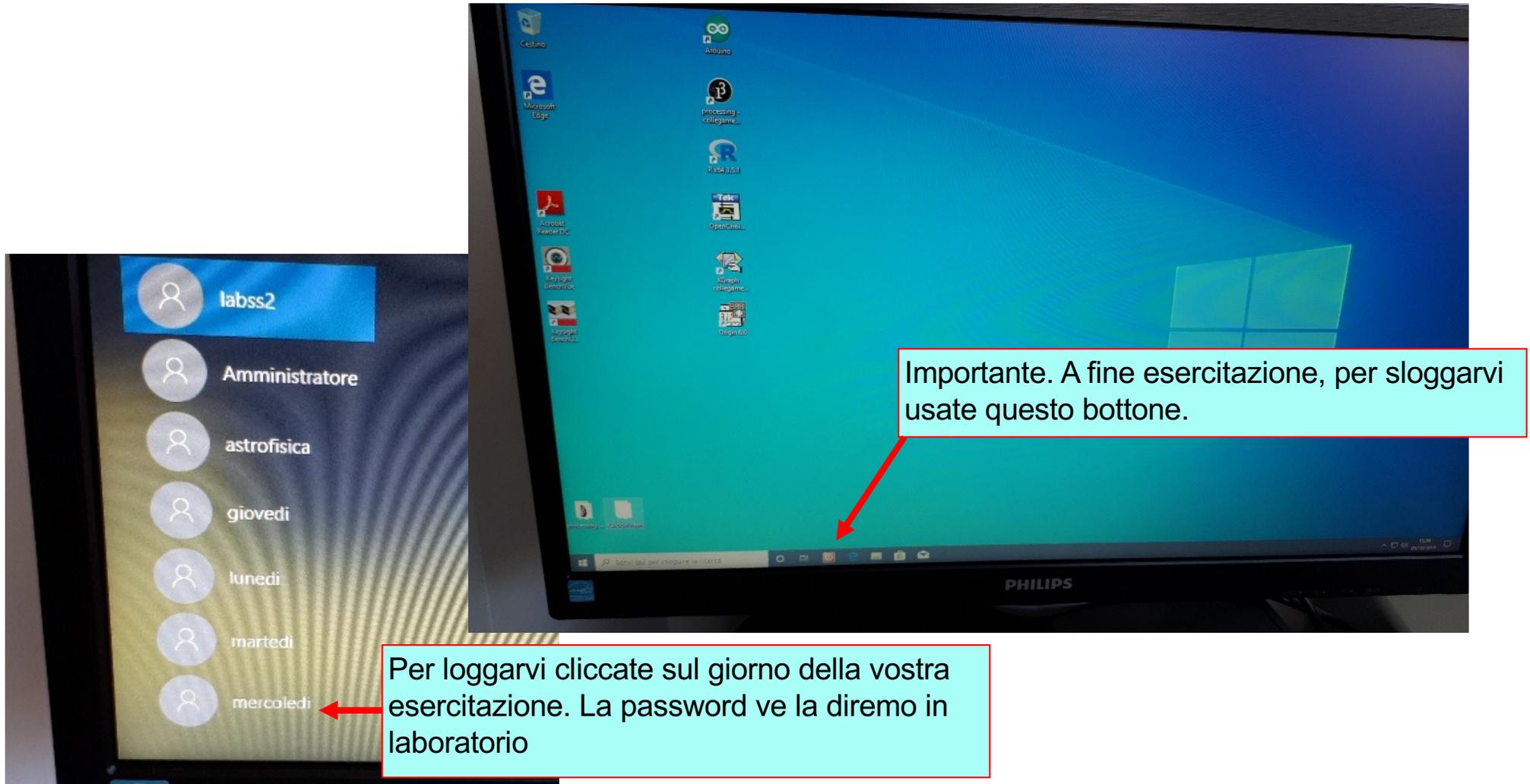
**(NON SO SE QUEST'ANNO FAREMO COSI, LO SAPRETE LA SETTIMANA PROSSIMA)**



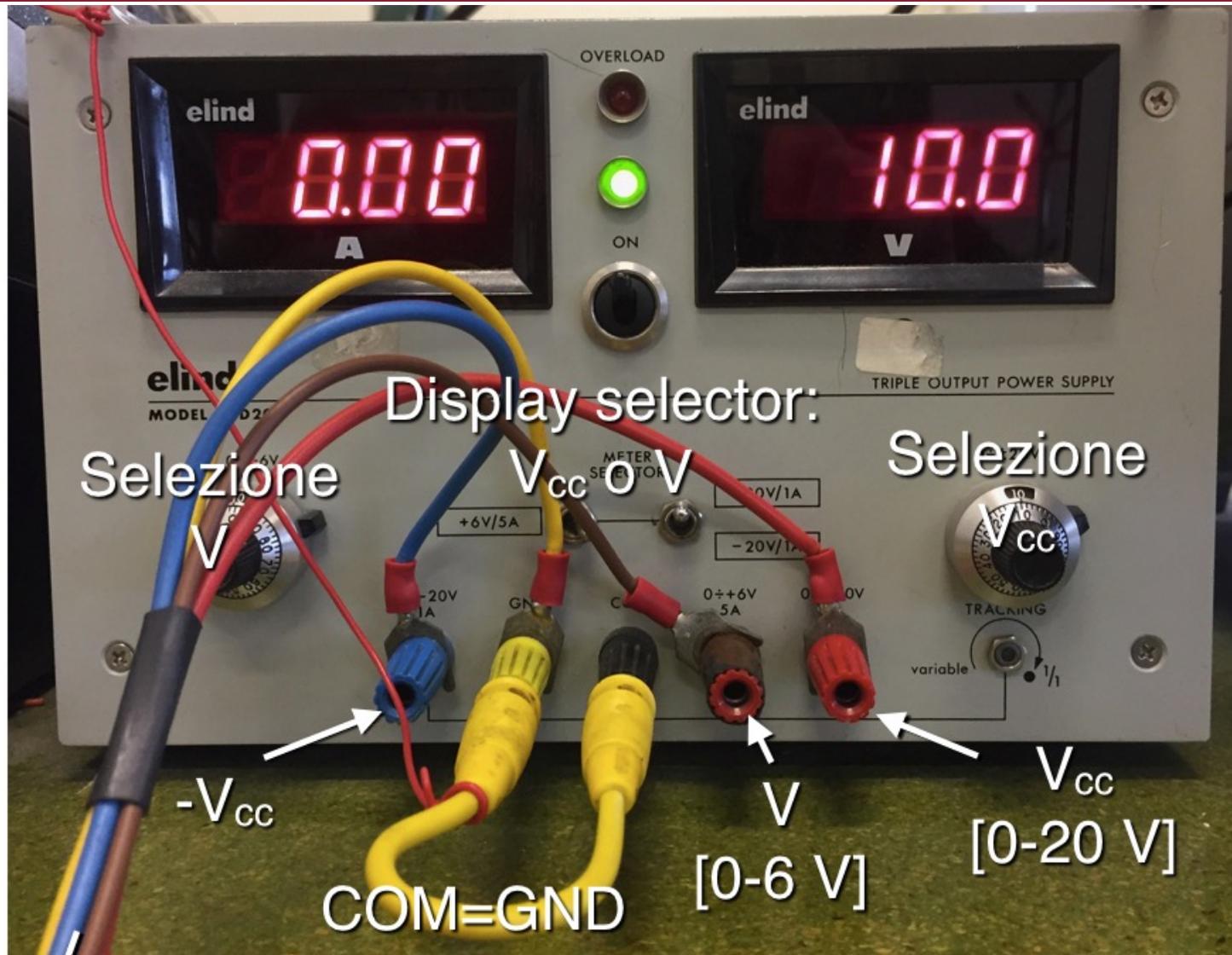
# PC

## Windows 10.

Vi sono diversi software: Microsoft Office, Kaleidagraph, Origin, SciDavis, R, etc....



# Alimentatore triplo in continua (vecchio L.)

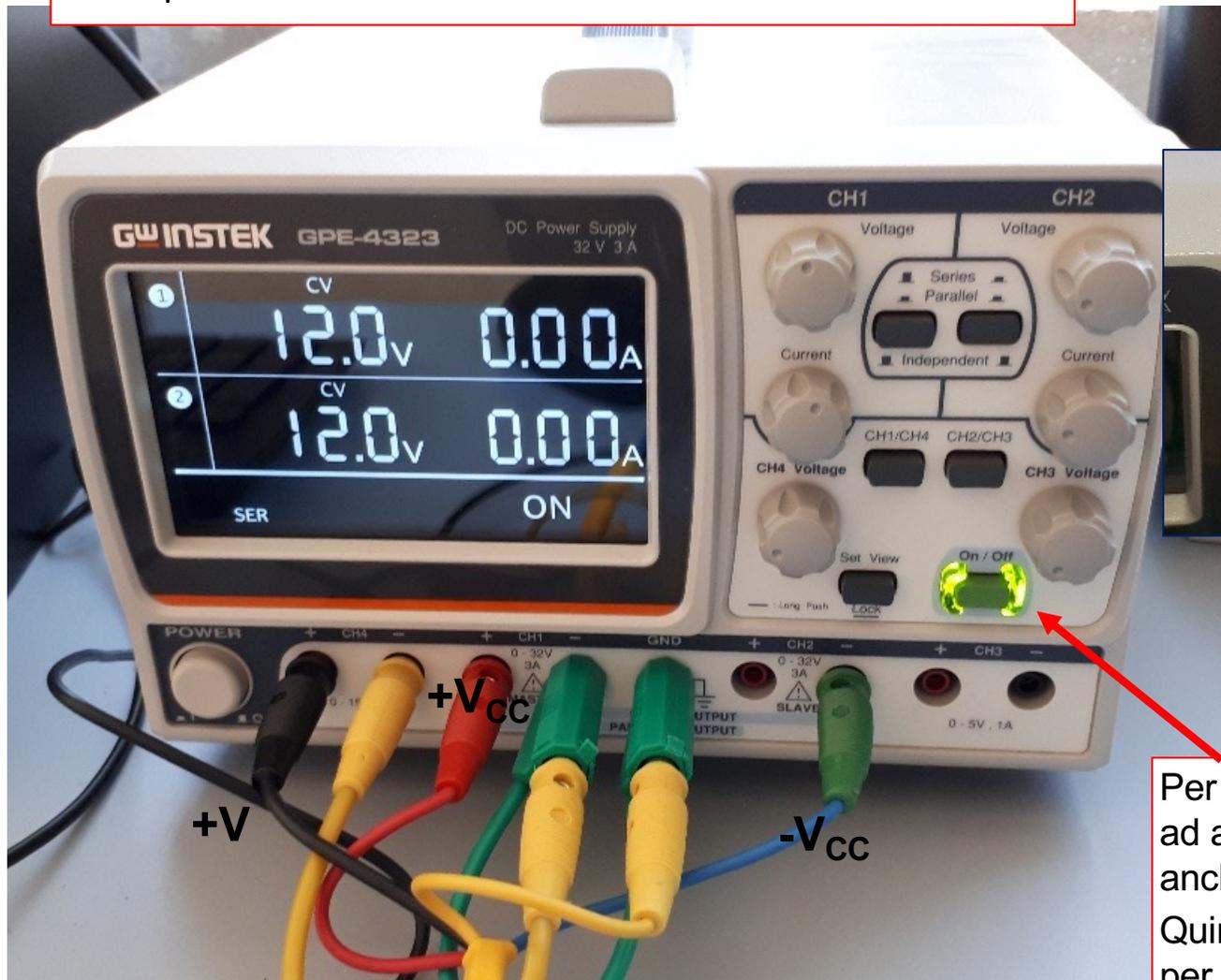


Alla scheda

Il cavo giallo deve SEMPRE cortocircuitare COM e GND.  
Il cavo da connettere a 0-6 V può essere nero o marrone

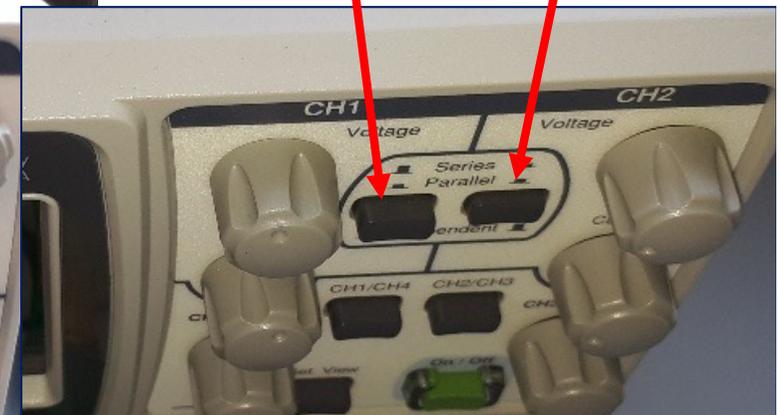
# Alimentatore triplo in continua (nuovo L.)

L'alimentatore ha 4 canali, ma con un opportuno settaggio dei canali puo' funzionare come il vecchio alimentatore



Alzato

Abbassato



Si possono mettere i canali CH1/CH2 in serie o in parallelo. Noi li vogliamo in serie.

Per mandare la tensione in uscita, oltre ad accendere l'alimentatore, occorre anche premere questo tasto. Quindi non dovete spegnere l'alimentatore per togliere tensione alla basetta, ma usate questo tasto.

Alla scheda

# Generatore di segnali (vecchio Lab)

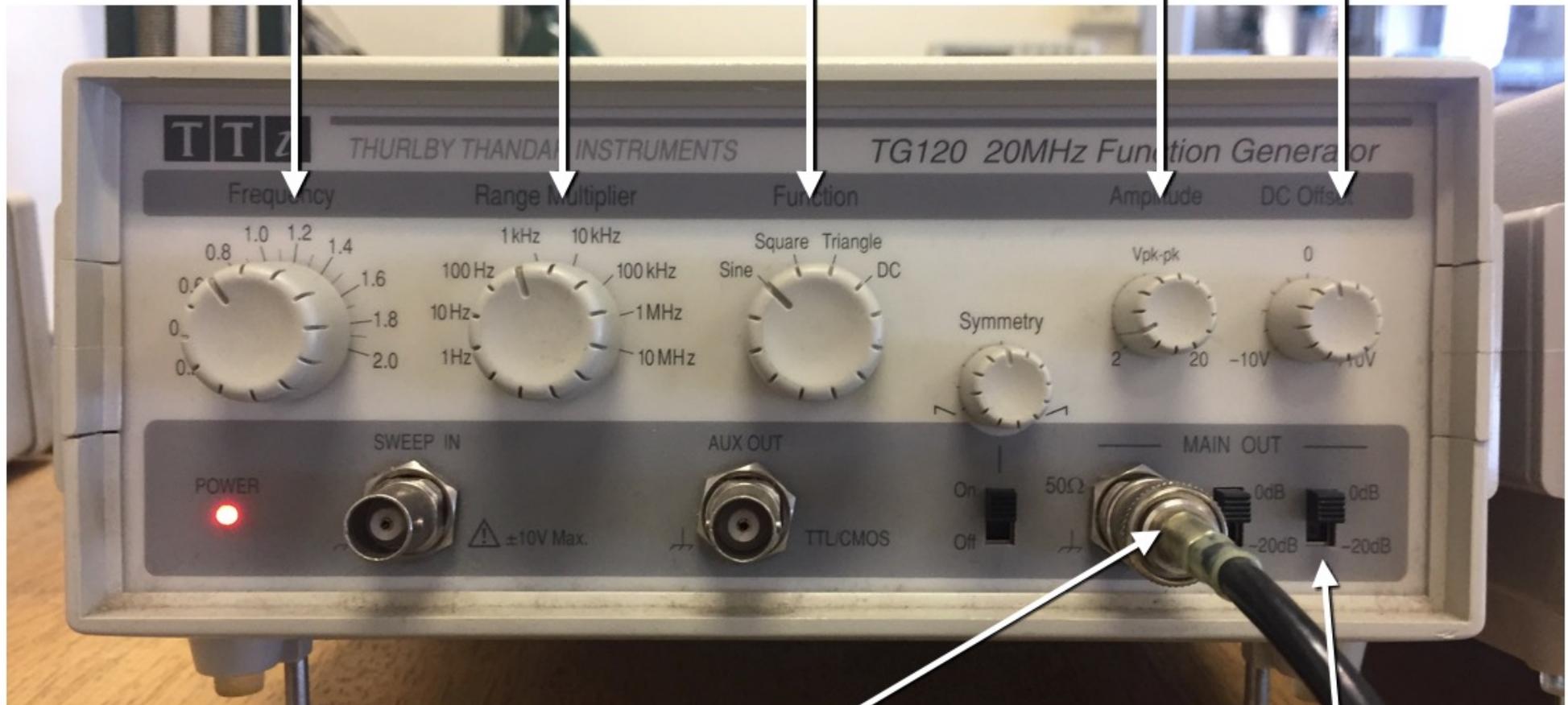
N.B. lo dico vecchio Lab e nuovo Lab ma stiamo cambiando tutta la strumentazione

Frequenza = Frequency x Range

Funzione

Ampiezza

DC Offset



Output

Attenuazione ampiezza  
0dB, -20dB, -40 dB

# Generatore di segnali (nuovo Lab)



Forma d'onda

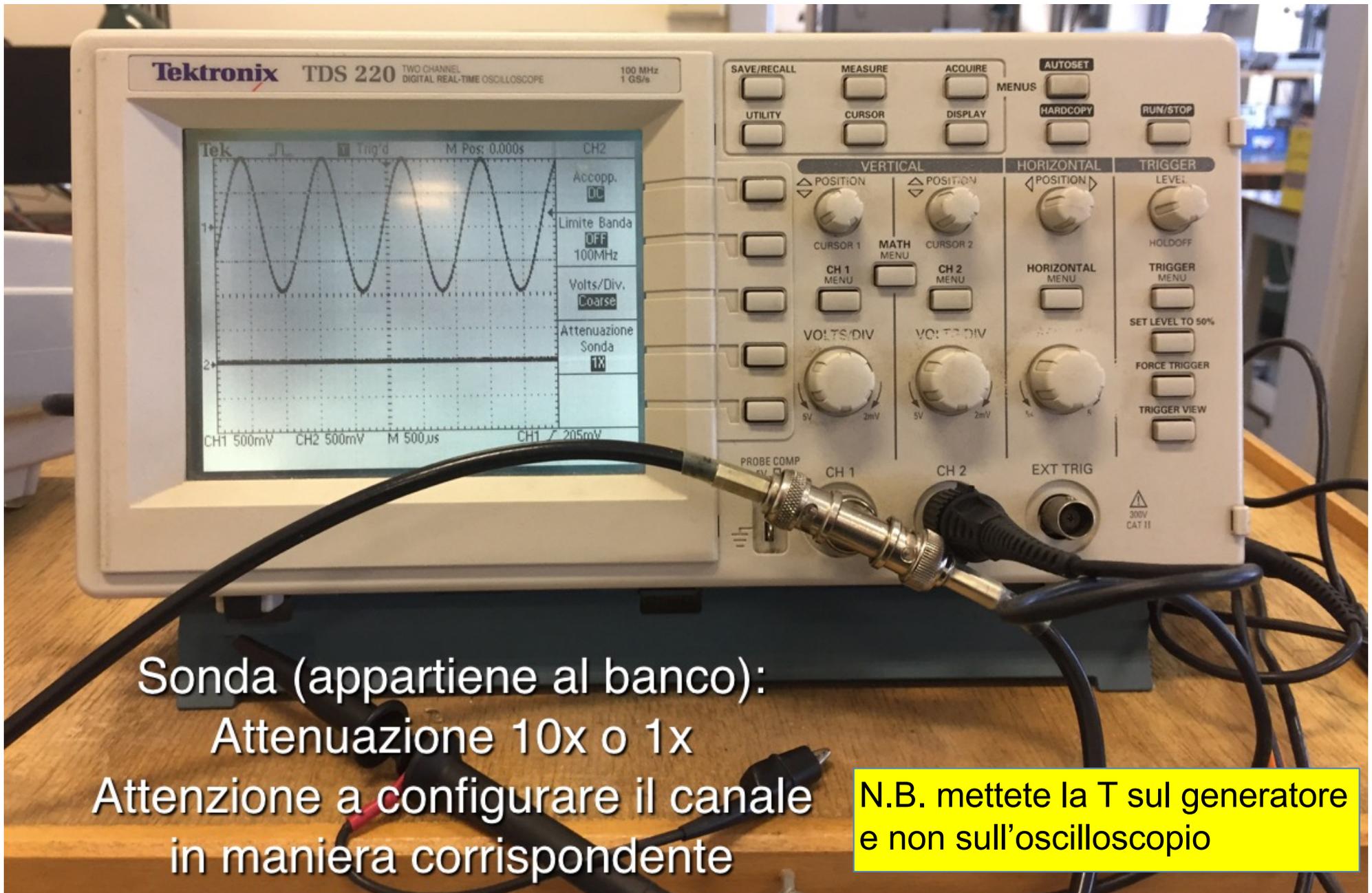
frequenza

ampiezza

DC offset

Per mandare il segnale in uscita, oltre ad accendere il generatore, occorre anche premere output

# Oscilloscopio digitale a 2 canali (vecchio L.)



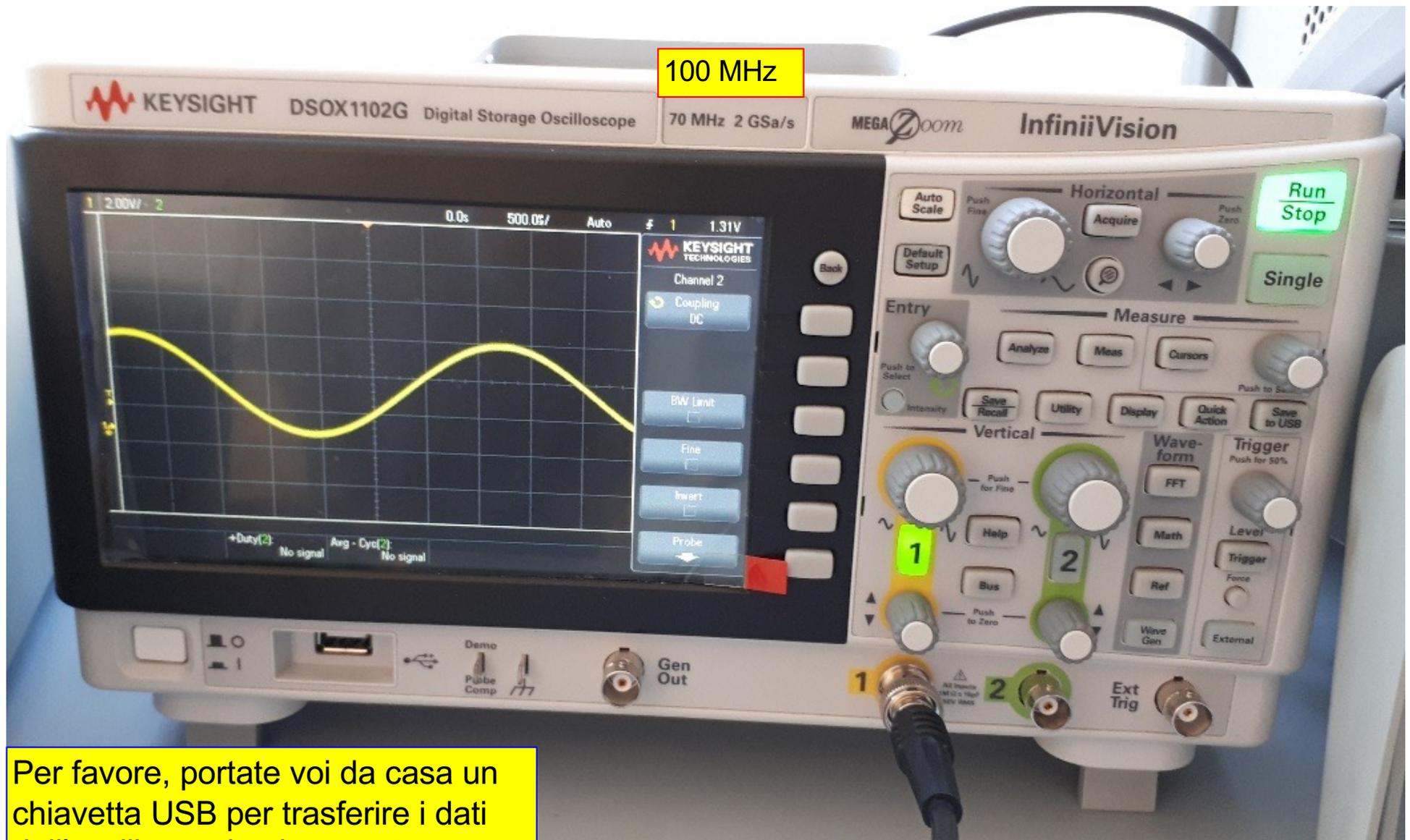
Sonda (appartiene al banco):

Attenuazione 10x o 1x

Attenzione a configurare il canale  
in maniera corrispondente

N.B. mettete la T sul generatore  
e non sull'oscilloscopio

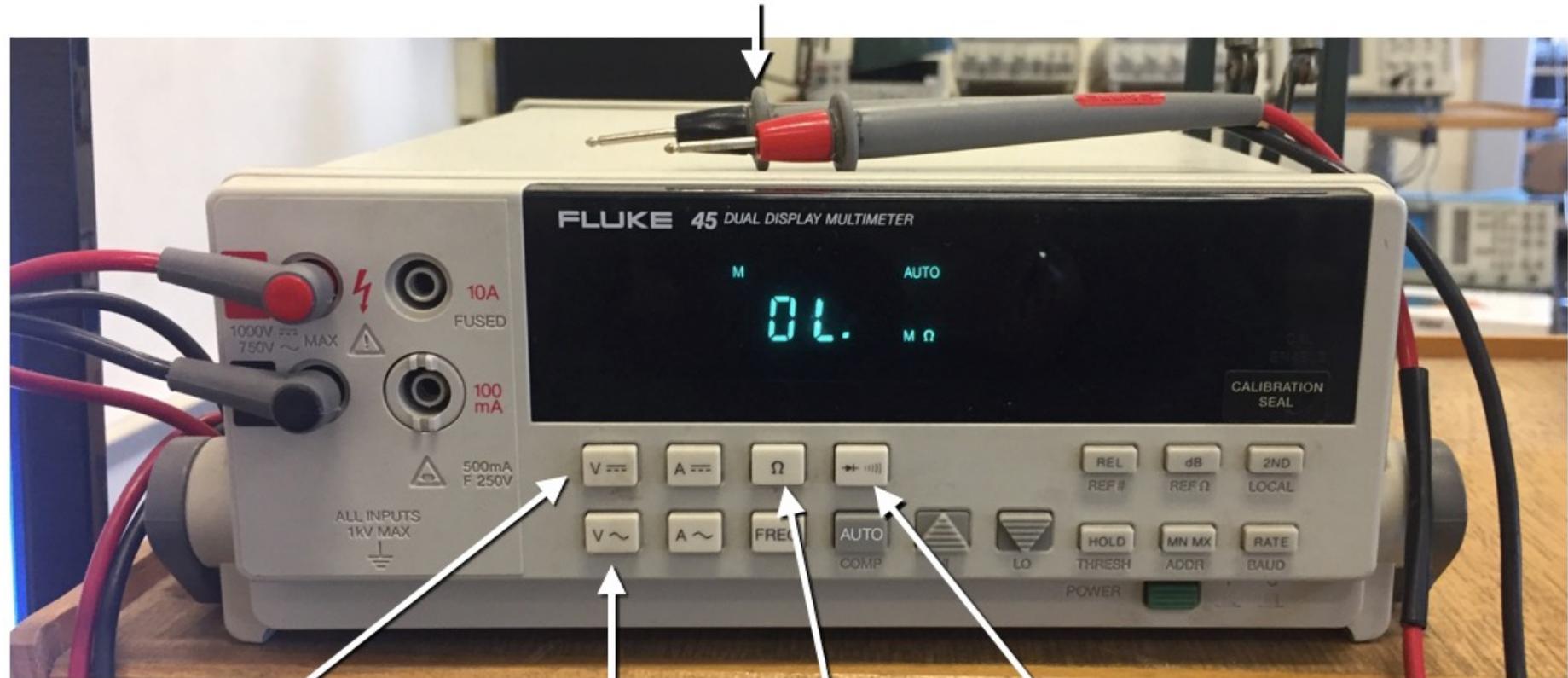
# Oscilloscopio digitale a 2 canali (nuovo L.)



Per favore, portate voi da casa un chiavetta USB per trasferire i dati dall'oscilloscopio al computer

# Multimetro (vecchio Lab)

Pin: appartengono al banco, non al cassetto!



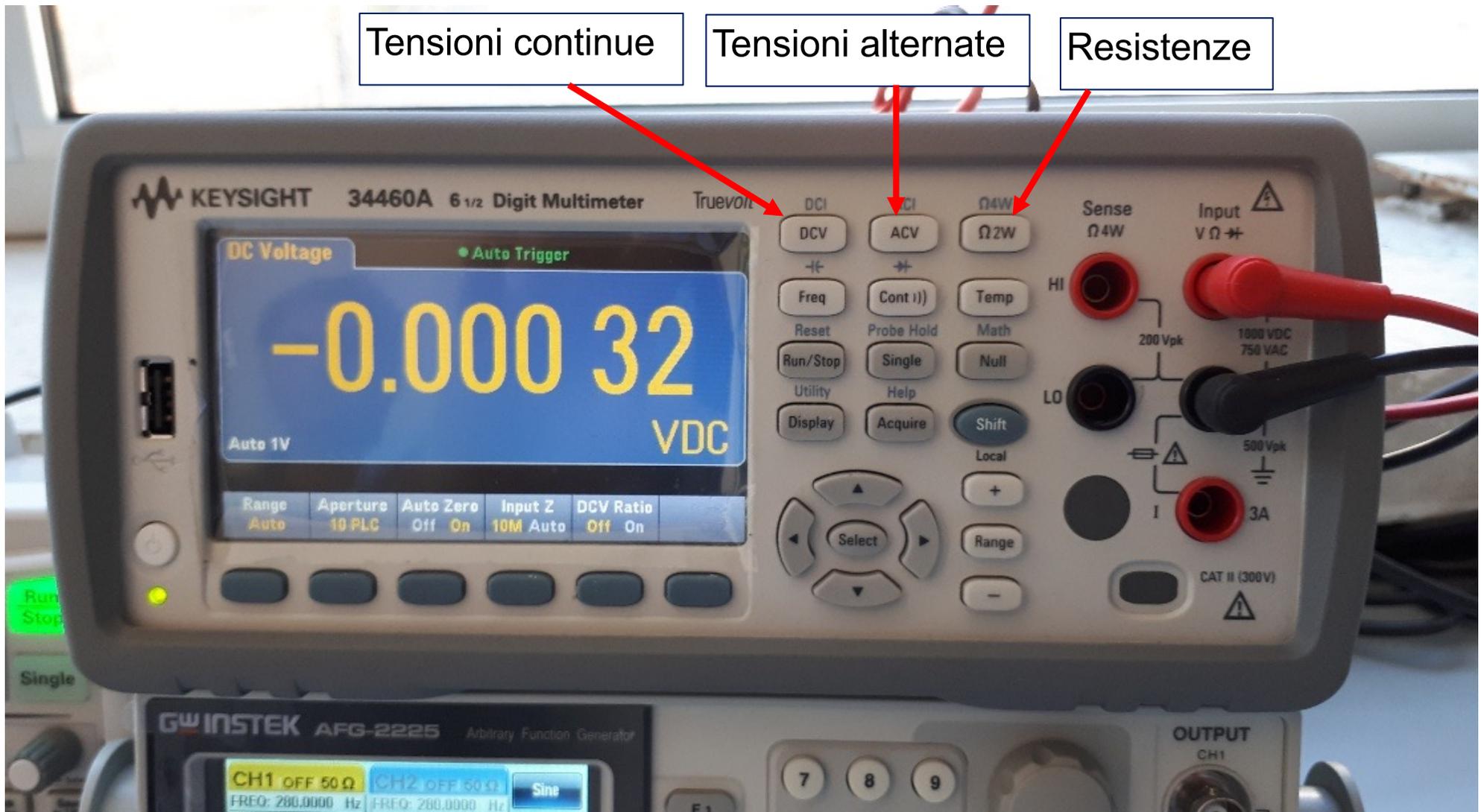
Tensioni continue

Resistenze

Corto circuiti (beep)

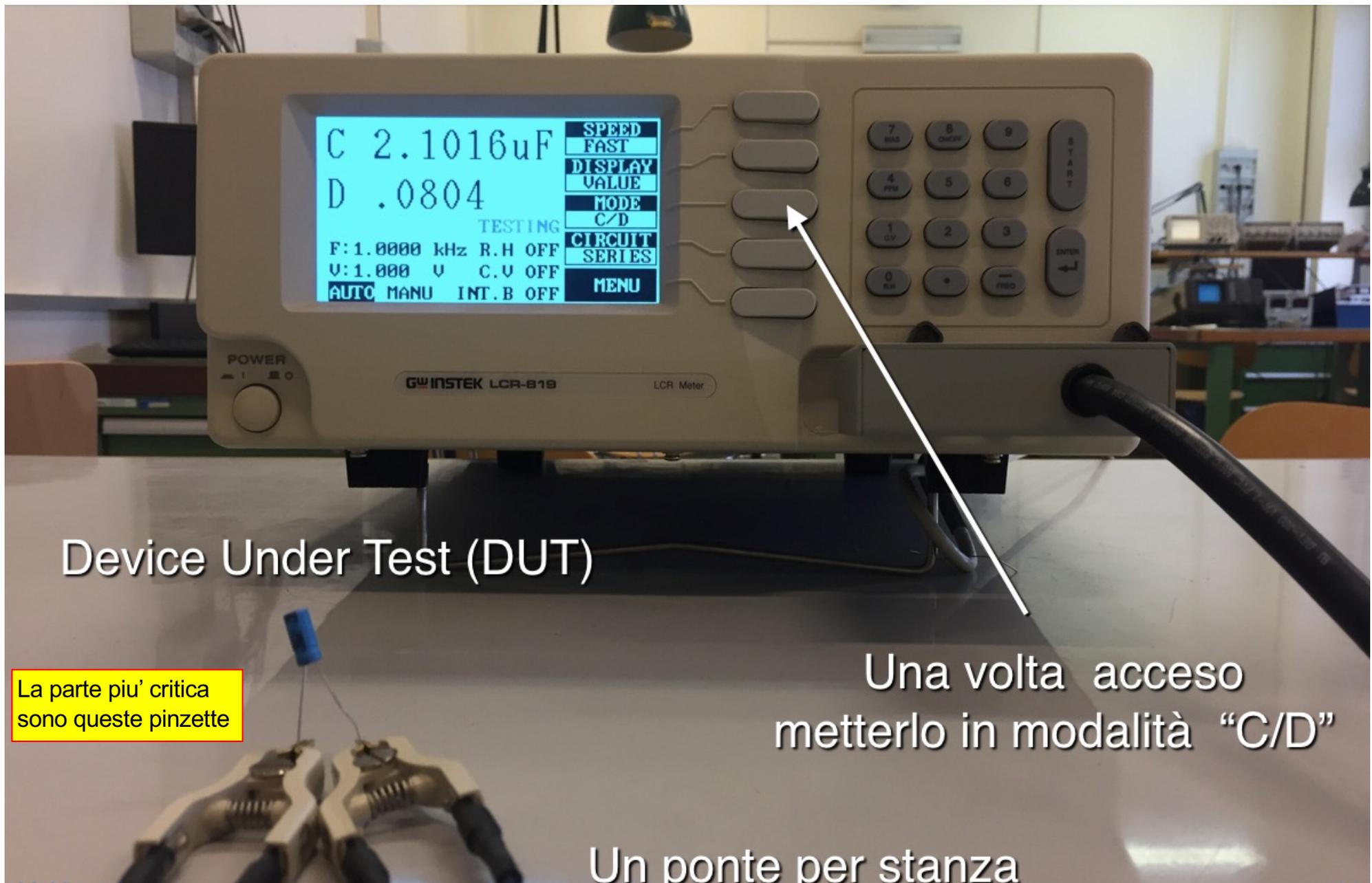
Tensioni alternate (RMS)

# Multimetro (nuovo Lab)



Questo multimetro puo' misurare anche le capacita', pero' potete anche usare il ponte per la misura delle capacita' che si trova in ogni sala

# Ponte per misura di capacita'



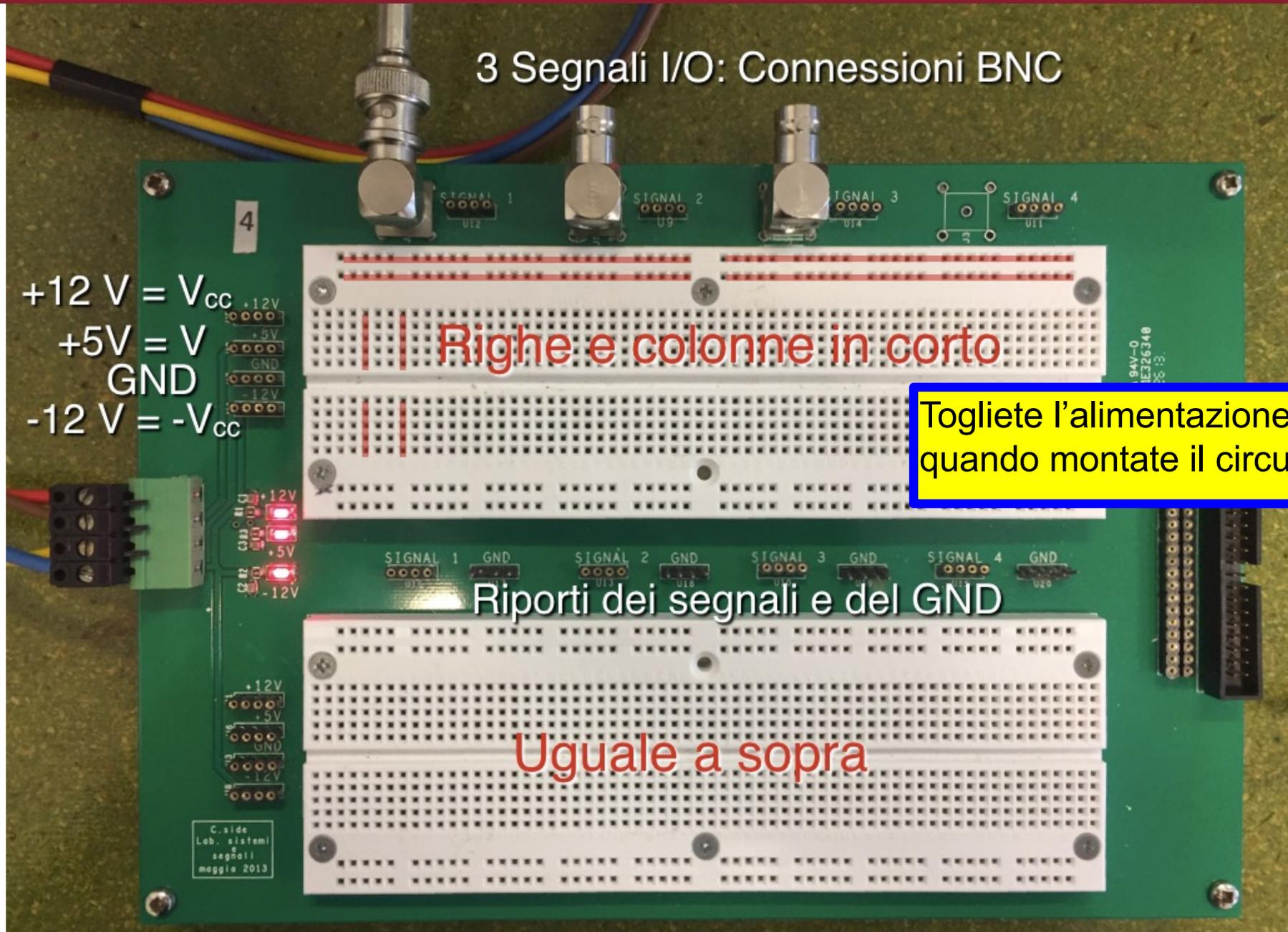
Device Under Test (DUT)

La parte piu' critica sono queste pinzette

Una volta acceso metterlo in modalita' "C/D"

Un ponte per stanza

# breadboard



3 Segnali I/O: Connessioni BNC

+12 V =  $V_{cc}$   
+5V = V  
GND  
-12 V =  $-V_{cc}$

Righe e colonne in corto

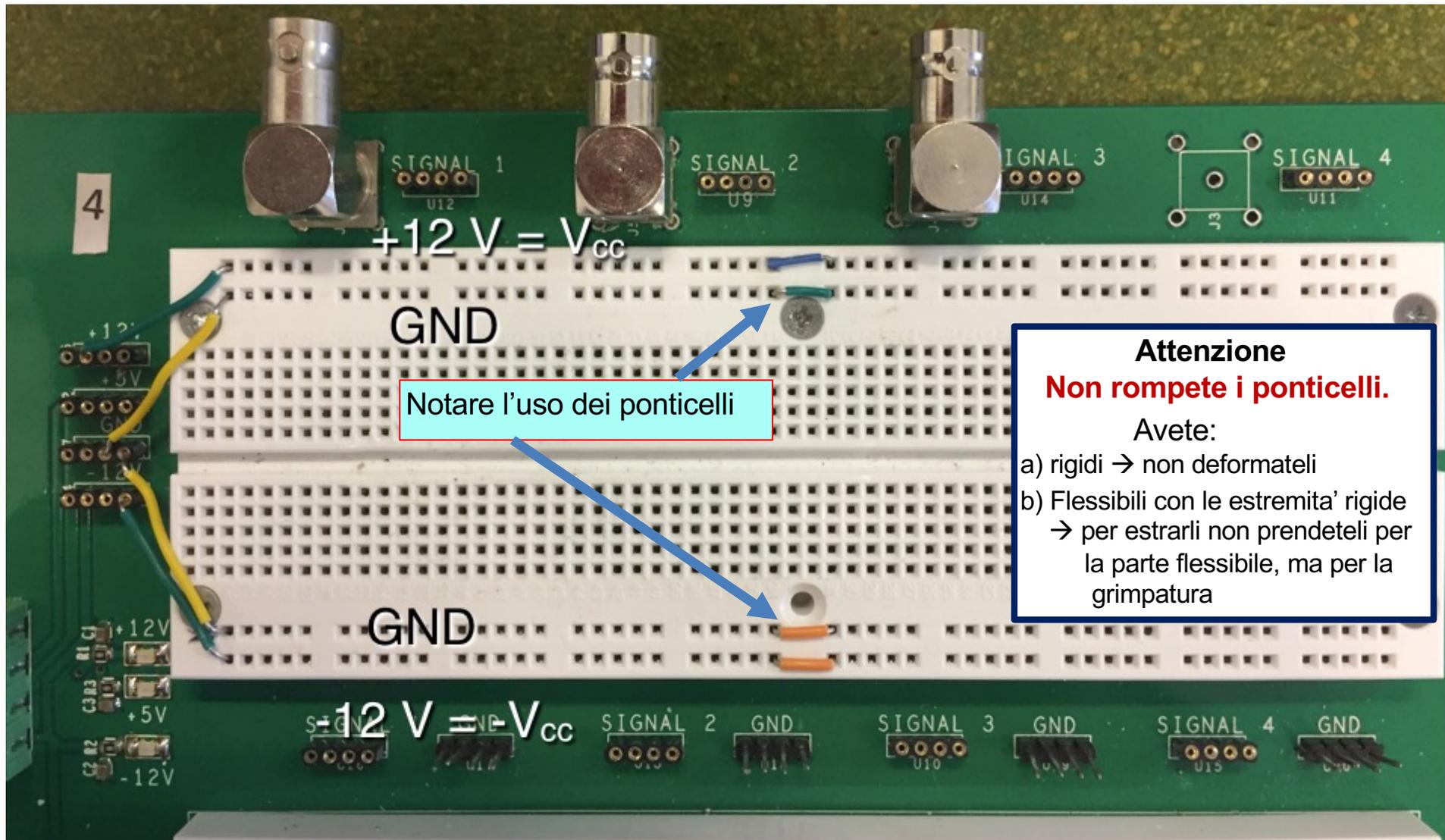
Togliete l'alimentazione quando montate il circuito

Riporti dei segnali e del GND

Uguale a sopra

# Linee di alimentazione e ground

E' buona pratica usare le linee orizzontali per alimentazione e ground (GND)



NOTA: anche la parte esterna del coassiale BNC e' a ground (GND)

# Esempio: un partitore

In questo esempio usiamo come input Signal 1.  
Possiamo farlo anche con le tensioni continue.

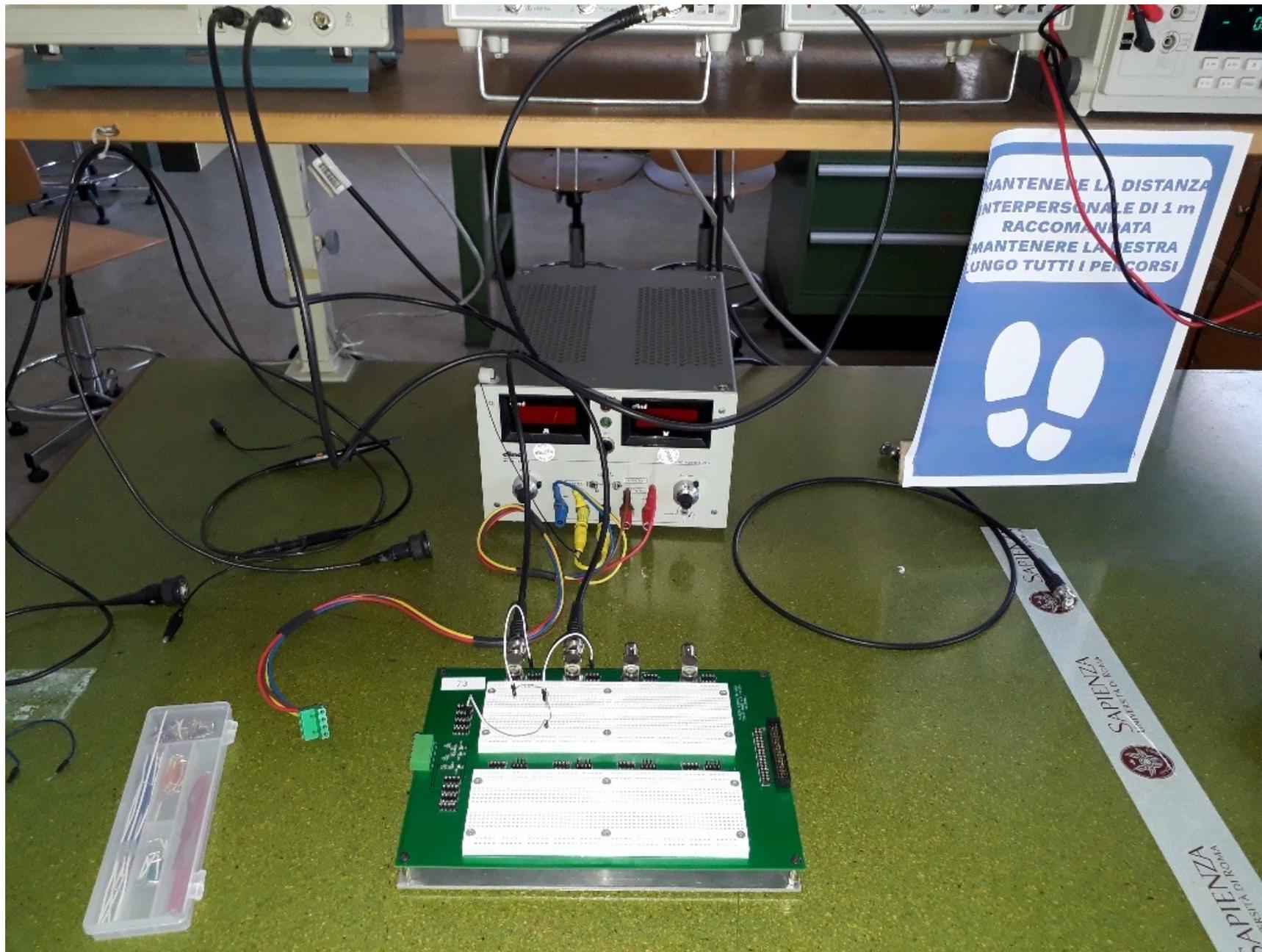


Al posto della sonda potevo mandare l'output al BNC Signal 2.  
In questo caso l'attenuazione sull'oscilloscopio deve essere 1x.

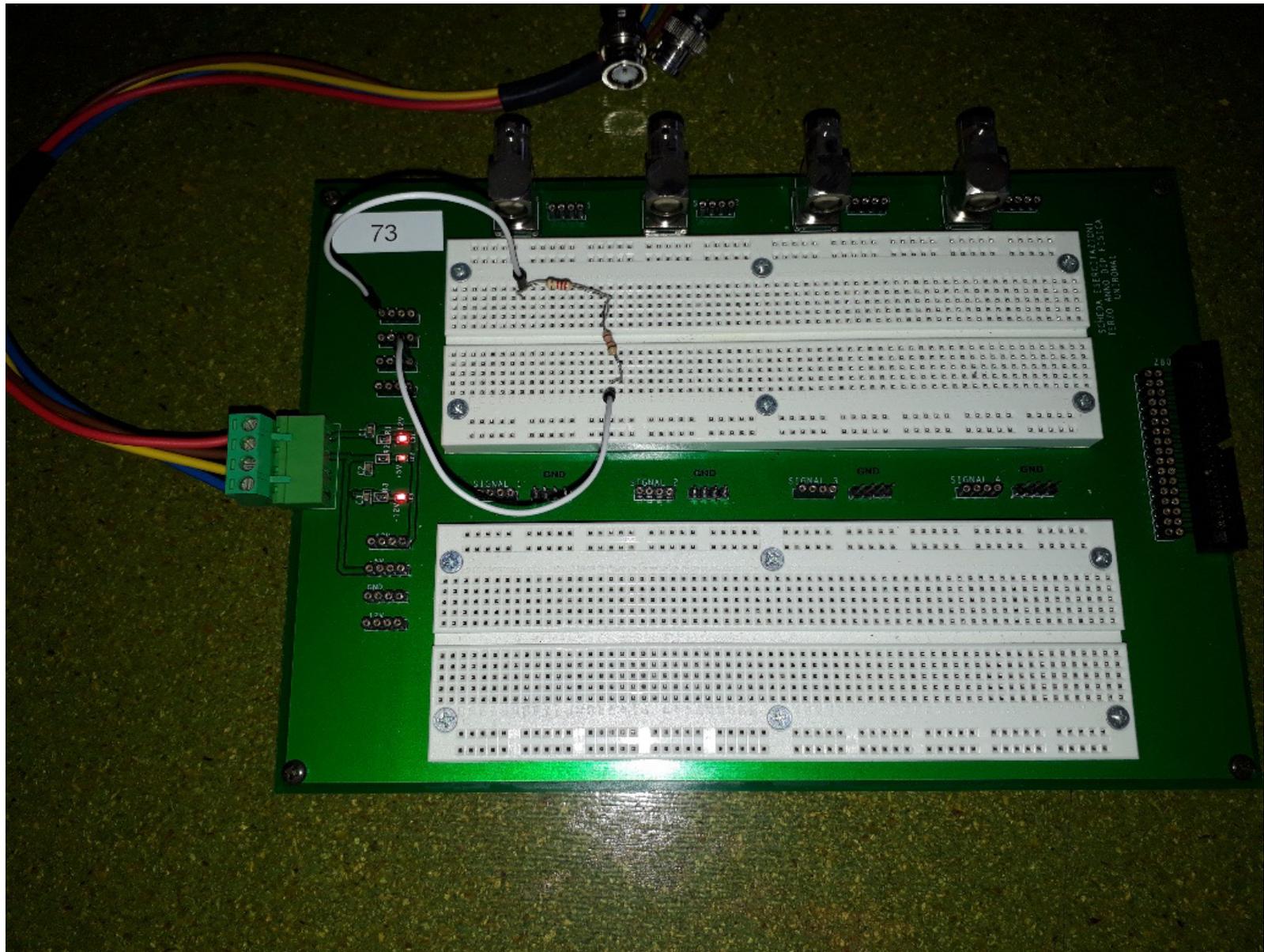
# Esempio: un partitore



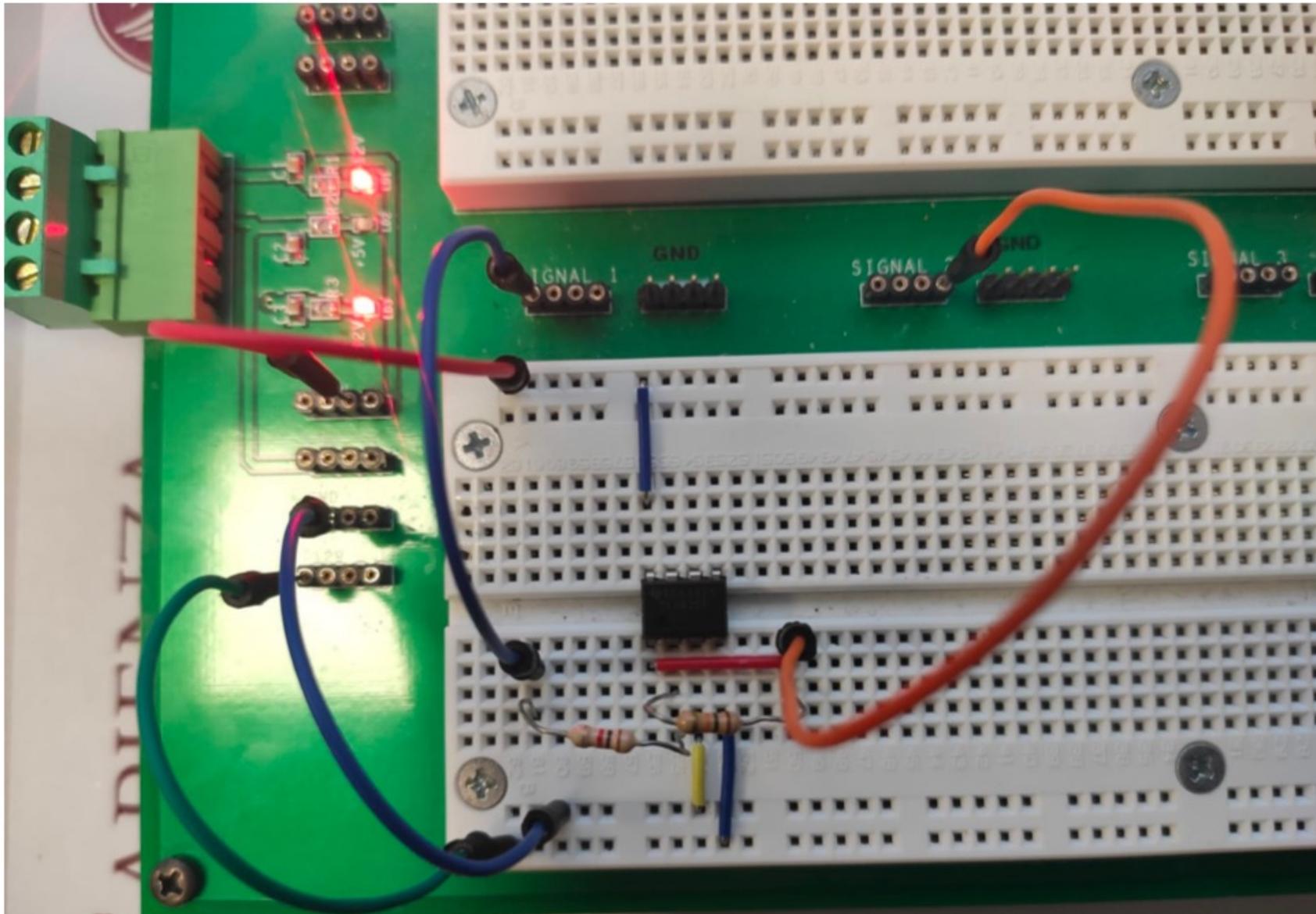
# Esempio: un partitore



# Esempio: un partitore



# Esempio: OPAMP



# Dove prendere i componenti

In ogni sala ci sono delle cassettiere dove prendere i componenti



Dopo averli usati, rimettete i componenti nel cassetto giusto. Non metteteli a caso.

# Acquisizione dell'oscilloscopio

Con il programma OpenChoice salviamo lo screenshot dell'oscilloscopio

The screenshot displays the Tektronix OpenChoice Desktop software interface. The main window, titled "Tek TDS 220 - OpenChoice Desktop", shows a digital oscilloscope waveform. The waveform is a square wave on a grid. The top of the screen displays "Tek", "T Trig'd", "M Pos: 0.000s", and "CH2". The right side of the screen shows control settings for CH2: "Accopp. DC", "Limite Banda OFF 100MHz", "Volts/Div. Coarse", and "Attenuazione Sonda 1X". The bottom of the screen shows "CH1 500mV", "CH2 500mV", "M 500µs", and "CH1 205mV". The date and time "TDS 220 - 10:45:27 13/10/2017" are displayed at the bottom center. The Tektronix logo is in the bottom right corner. On the left side, there is a "Select Instrument" panel with a "TDS 220" button, and a "Get Screen" panel with buttons for "Open", "Save As", and "Copy to Clipboard". The Windows taskbar at the bottom shows the search bar, taskbar icons, and system tray with the time "10:45" and date "13/10/2017".

Sui nuovi oscilloscopi si fa con una penna USB (portate la vostra penna)

# ... che poi inserite nella relazione

The image shows a screenshot of a Windows desktop with an OpenOffice Writer window open. The document is titled "Ma04\_E01.odt - OpenOffice Writer" and contains the following text:

**Gruppo Ma04**  
**Conversi Pancini Piccioni**  
**Esperienza 1**

The main content is a digital oscilloscope waveform. The top of the waveform area displays "Tek", "Trig'd", "M Pos: 0.000s", and "CH2". The waveform shows a square wave on channel 1 and a flat line on channel 2. The settings for the oscilloscope are listed on the right side of the waveform area:

- Accopp. DC
- Limite Banda OFF 100MHz
- Volts/Div. Coarse
- Attenuazione Sonda 1X

The document is displayed in a Windows desktop environment. The taskbar at the bottom shows the Start button, a search bar with the text "Scrivi qui per eseguire la ricerca", and several application icons. The system tray in the bottom right corner shows the time "10:52" and the date "13/10/2017".

# La relazione

- La relazione in formato **pdf** va redatta e **spedita via e-mail all'esercitatore di riferimento** entro le **ore 24 del giorno successivo** del laboratorio.
- Il nome del file deve indicare giorno, gruppo e esercitazione
  - **Me05\_E1.pdf** (gruppo 5 del martedì, esperienza 1)
  - Il **subject della mail deve essere uguale al nome del file** (senza .pdf ovviamente)
- All'inizio della relazione dovete mettere **nome e cognome dei componenti** del gruppo che hanno redatto la relazione e **indicare sempre il numero del gruppo**.
- Per scrivere la relazione potete usare Word, Latex o quello che vi pare.
  - La relazione deve essere concisa. Non deve avere parti di teoria, ma solo grafici, tabelle e misure con opportuni commenti che descrivano la procedura utilizzata e i risultati ottenuti
- Per salvare i dati potete usare xcel (o quello che vi pare, come al solito)
- Per fare grafici potete usare: KaleidaGraphj, Origin, SciDavis, xcel, gnuplot, R o quello che vi pare.

# Guida alle esercitazioni

- <http://www.roma1.infn.it/~luci/LabSS/guida2021.pdf>

Se non avete la ~ (tilde) nella vostra tastiera, provate:

- <http://www.roma1.infn.it/people/luci/LabSS/guida2021.pdf>

## Guida alle esercitazioni del Laboratorio di Segnali e Sistemi a.a 2021 - 2022

Prof. C. Luci, M. Raggi, M. Vignati

Dipartimento di Fisica, Università La Sapienza di Roma

23 novembre 2021

# Come scrivere la relazione

- **Dalla relazione si deve capire:**
  - cosa volete fare/misurare e perché lo volete fare (non ricopiate paragrafi interi dalle dispense)
  - come realizzate/costruite il circuito di misura e che strumenti usate
  - come prendete le misure, includendo i vari grafici ottenuti e le varie tabelle
  - Risultato finale delle vostre misure
  - Conclusioni (confronto con quanto aspettato, miglioramento delle misure, etc..)
- **In conclusione, un vostro collega (oppure il vostro esercitatore) dovrebbe essere in grado di ripetere/comprendere quello che avete fatto leggendo la vostra relazione**
- **Importante: se in una esercitazione dovete fare più cose diverse, ad esempio filtro RC e caratteristica del diodo, nella relazione che scrivete dovete avere due “sottorelazioni” distinte. Cioè, non dovete mescolare le due misure tra loro, ma prima descrivete una misura (cosa volete misurare, come avete fatto, risultati, etc..) e poi descrivete l'altra misura, altrimenti non si capisce nulla.**

# Relazione

Generalmente viene scritta in Latex

## Esperienza 1

Indicare il numero dell'esperienza

Gruppo 22:



16 Ottobre 2019

Indicare sempre il numero del gruppo

Indicare i componenti del gruppo che hanno partecipato a questa esercitazione

### Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Apparato Sperimentale</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Familiarizzazione</b>	<b>2</b>
3.1	Conclusione 1 . . . . .	3
<b>4</b>	<b>Filtro CR passa alto</b>	<b>3</b>
4.1	Conclusione 2 . . . . .	6
<b>5</b>	<b>Caratteristica del diodo</b>	<b>6</b>
5.1	Conclusione 3 . . . . .	8

L'apparato sperimentale e' diverso per i 3 esperimenti, quindi non va messo da solo all'inizio della relazione, ma va specificato dentro ognuna delle mini relazioni

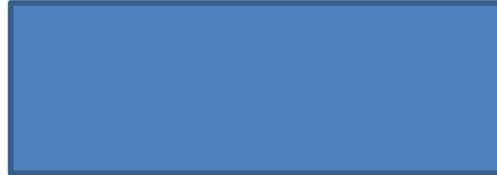
3 argomenti, quindi 3 minirelazioni distinte

# Relazione

## Esercitazione 1

### Gruppo 23

Questo va bene



October 16, 2019

**Contents** ← Forse è meglio in italiano? O si scrive in inglese oppure in italiano

<b>1</b>	<b>Partitore di tensione</b>	<b>2</b>
1.1	Scelta dei componenti e costruzione del circuito . . . . .	2
1.2	Misure di tensione . . . . .	2
1.3	Osservazioni e conclusioni . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Studio di un circuito RC passa-alto</b>	<b>3</b>
2.1	Costruzione del circuito e scelta dei componenti . . . . .	3
2.2	Misura frequenza di taglio . . . . .	3
2.3	Conclusioni . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Studio caratteristica del diodo</b>	<b>6</b>
3.1	Scelta dei componenti . . . . .	6
3.1.1	Misure con resistenza $R_1$ . . . . .	6
3.2	Conclusioni . . . . .	6

# Tabelle sul partitore

Secondo voi, quale delle due tabelle è più leggibile?

	Oscilloscopio	Multimetro
$R_1$ ( $k\Omega$ )	-	$32.7 \pm 0.3$
$R_2$ ( $k\Omega$ )	-	$46.8 \pm 0.5$
$V_{in}$ (V)	$5.10 \pm 0.05$	$1.80 \pm 0.02$
$V_{out}$ (V)	$2.88 \pm 0.03$	$1.01 \pm 0.01$
$\frac{V_{out}}{V_{in}}$	$0.565 \pm 0.011$	$0.561 \pm 0.012$

mV: segnale troppo piccolo

strumento	$v_i$	$v_o$	$v_o/v_i$
multimetro	$0.19 \pm 0.03$ mV	$0.12 \pm 0.03$ mV	$0.68 \pm 0.01$
oscilloscopio	$1.492 \pm 0.006$ mV	$0.382 \pm 0.006$ mV	$0.57 \pm 0.01$

- Che tipo di segnale è stato usato, visto che usiamo anche l'oscilloscopio?
- Perché la misura di tensione dell'oscilloscopio e del multimetro sono diversi?
- I rapporti di tensione misurati con i due strumenti sono compatibili?
- Quale rapporto ci si aspetterebbe dal valore delle resistenze?
- L'errore quotato nel rapporto (3 digit) è "ragionevole"?
- L'errore del 16% sul multimetro è "ragionevole"? Errore sul rapporto 1.4%?
- L'errore quotato per l'oscilloscopio per i due gruppi è compatibile?

Errore di misura 0.5 – 1% è "ragionevole"

# Digressione sugli errori di misura

- **Una qualunque misura deve avere associato un errore!**
- **Abbiamo tre tipi di errori:**
  - **Errore strumentale (errore massimo):** il valore vero si trova sicuramente al suo interno;
  - **Errore statistico:** vi è una certa probabilità che il valore vero sia contenuto all'interno dell'intervallo ( $1\sigma$ ,  $2\sigma$ ,  $3\sigma$ , etc...);
  - **Errore sistematico:** il valore vero differisce da quello misurato di una quantità incognita, tipicamente sempre nella stessa direzione (ad esempio calibrazione sbagliata dello strumento);
- **La predominanza di un errore rispetto ad un altro dipende dalla grandezza che si vuole misurare, dal processo di misura e dalla bontà dello strumento.**
  - Esempio: se misurate la lunghezza di un tavolo con un righello avrete a che fare solo con un errore massimo, ma se si utilizzasse un interferometro forse diventerebbero importanti le variazioni casuali della sua lunghezza dovute alla temperatura.
  - Esempio: la misura della massa dello Z al LEP era sensibile anche alla variazione della circonferenza dell'acceleratore dovuta all'effetto "marea".
- **Le misure che faremo in questo laboratorio saranno dominate dagli errori strumentali (errore massimo), quindi non è necessaria una trattazione statistica degli errori.**
- Dovete "associare" un errore di misura ai vari strumenti: una scelta "ragionevole" (e conservativa) potrebbe essere di qualche per mille (0,5 – 1%).
  - N.B. sono strumenti digitali, l'errore dipende dalla precisione con la quale sono stati calibrati e da quanto la calibrazione rimanga costante. Non potete semplicemente prendere "l'ultima cifra".

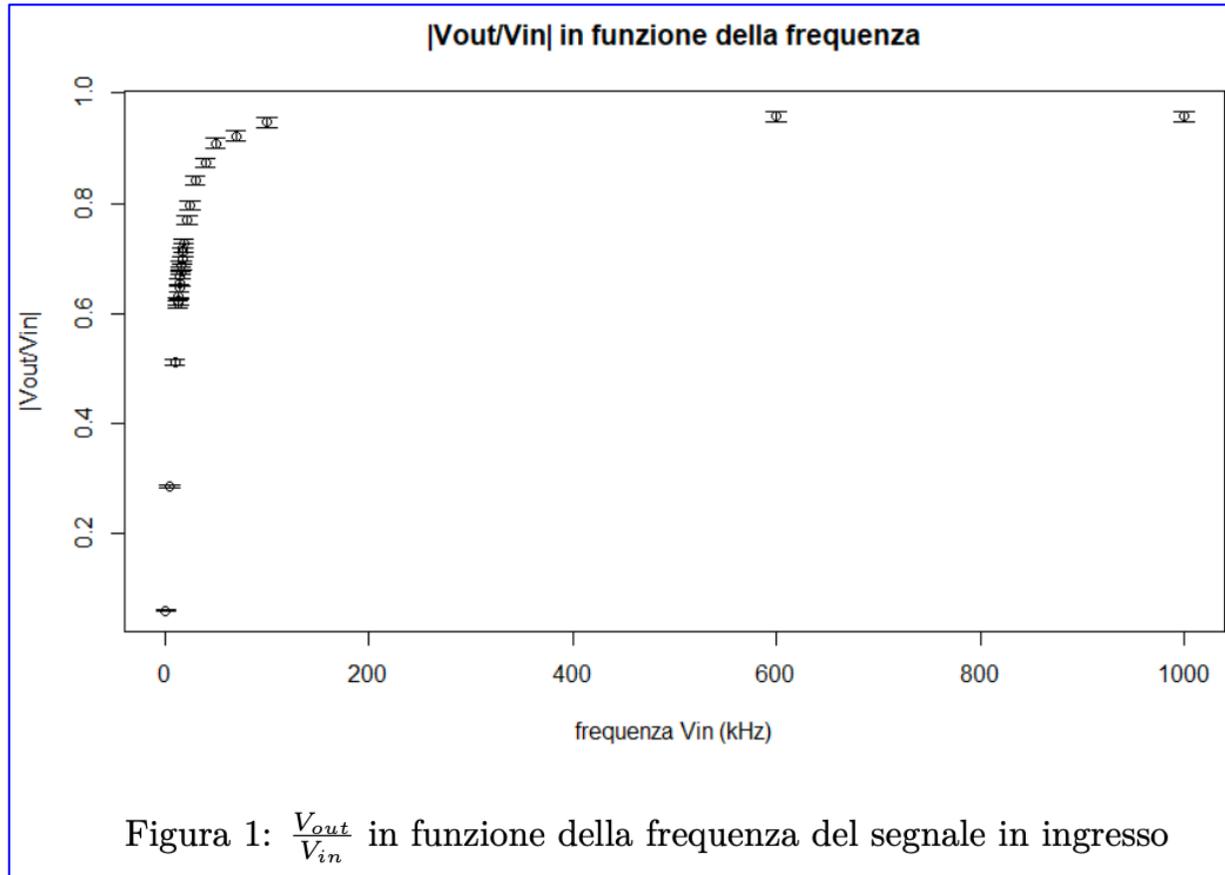
Leggete la discussione del Prof. Raggi sugli errori di misura

# Propagazione degli errori

- Se usate la propagazione quadratica degli errori va sempre bene ... però ...
- ... è la cosa giusta da fare per il tipo di misure che facciamo in questo laboratorio?
- Quando misuriamo grandezze caratterizzate da una incertezza di natura statistica, allora indichiamo la sua indeterminazione tramite un contenuto probabilistico di trovare l'errore "vero" all'interno di un certo intervallo: 1 sigma, 2 sigma, etc..
- Nelle nostre misura abbiamo soprattutto errori strumentali che caratterizziamo dando il loro errore massimo (magari anche con una certa superficialità) in modo da essere sicuri che il valore "vero" si trovi proprio in questo intervallo (a parte errori sistematici oppure sbagli dello sperimentatore).
- Quindi possiamo utilizzare la propagazione lineare tipica degli errori massimi.

$$A = \frac{V_u}{V_i} \quad \Rightarrow \quad \Delta A = A \left( \frac{\Delta V_i}{V_i} + \frac{\Delta V_u}{V_u} \right)$$

# Grafici: circuito RC



Il grafico è leggibile, bene.  
Ma come mai non raggiunge 1?

Grafico “schiacciato” perché la frequenza raggiunge 1 MHz.  
Fare uno “zoom” per misurare la frequenza di taglio

$V_{out}(V)$	frequenza(kHz)
0.310±0.003	1.0
1.46±0.02	5.0
2.62±0.03	10.0
3.16±0.03	13.0
3.19±0.03	13.5
3.24±0.03	14.0
3.31±0.03	14.5
3.36±0.03	15.0
3.43±0.03	15.5
3.47±0.03	15.9
3.52±0.03	16.5
3.57±0.04	17.0
3.64±0.04	17.5
3.68±0.04	18.0
3.72±0.04	18.5
3.94±0.04	22.0
4.07±0.04	25.0
4.31±0.04	30.0
4.47±0.04	40.0
4.65±0.05	50.0
4.72±0.05	70.0
4.85±0.05	100.0
4.90±0.05	600.0
4.90±0.05	1000.0

Manca la colonna  $V_{out}/V_{in}$

# Un'altra tabella di un altro gruppo

frequenza [kHz]	$v_o \pm 0.006[mV]$	$\Delta\phi$	$T(\omega) = v_o/v_i \pm 0.006$
50	960		960
40	950		950
35	930		930
30	890		890
25	820		820
22	788	34.8	788
20	775	37.4	775
18	731	42.7	731
17	706	42.8	706
16	694	48.4	694
15	687	46.4	687
14	685	48.4	685
13	644	46.8	644
12	619	51.0	619
11	588	72.9	588
9	525	92.0	525
7	412	106.8	412
5	313	147.0	313
2	106	184.3	106

Forse è meglio usare una tabella ascendente nelle frequenze. È più leggibile

- Non è indicato il segnale d'ingresso
- Perché a 2 kHz lo sfasamento è di 180 gradi?
- Il plateau non è a 1
- Forse andavano prese due o tre misure a frequenze più alte di 50 kHz

Table 1: Tabella delle misure di tensione e sfasamento del segnale ai capi della resistenza. Le misure di sfasamento mancanti sono tali per questioni di tempo ed organizzazione

# Ancora una tabella

BENE

Via, disturba

	$f$ (kHz)	$V_o$ (V)	$V_o/V_i$	$\Delta t$ ( $\mu$ s)	$\Delta\phi$ [grad]
1	1.50	1.80	$0.14 \pm 0.02$	140.00	$75.60 \pm 0.01$
2	4.00	3.80	$0.29 \pm 0.02$	48.00	$69.12 \pm 0.01$
3	8.00	6.20	$0.47 \pm 0.02$	21.00	$60.48 \pm 0.02$
4	11.00	7.80	$0.60 \pm 0.02$	13.40	$53.06 \pm 0.02$
5	15.00	9.00	$0.69 \pm 0.03$	8.30	$44.82 \pm 0.03$
6	16.00	9.20	$0.70 \pm 0.03$	7.40	$42.62 \pm 0.03$
7	16.20	9.25	$0.71 \pm 0.03$	7.30	$42.57 \pm 0.03$
8	16.40	9.31	$0.71 \pm 0.03$	7.20	$42.51 \pm 0.03$
9	16.60	9.38	$0.72 \pm 0.03$	7.10	$42.43 \pm 0.03$
10	16.80	9.44	$0.72 \pm 0.03$	7.00	$42.34 \pm 0.03$
11	17.00	9.50	$0.73 \pm 0.03$	6.80	$41.62 \pm 0.03$
12	18.00	9.80	$0.75 \pm 0.03$	6.20	$40.18 \pm 0.03$
13	50	12.10	$0.92 \pm 0.03$	0.95	$17.10 \pm 0.09$
14	80	12.40	$0.95 \pm 0.03$	0.35	$10.08 \pm 0.15$
15	150	12.60	$0.96 \pm 0.03$	0.06	$6.48 \pm 0.28$
16	600	12.70	$0.97 \pm 0.03$	0.03	$3.2 \pm 1.1$

Table 2: Valori di  $V_o$ , rapporto  $V_o/V_i$ , con  $V_i = 13.1 \pm 0.2V$ , ritardo temporale  $\Delta t$  e differenza di fase  $\Delta\phi = 2\pi f\Delta t$ . Incertezze:  $\sigma_{V_o} = 0.2V$ ,  $\sigma_{\Delta t} = 0.3\mu s$ . L'incertezza sulla frequenza è trascurabile.

Nella tabella vanno messe tutte le misure, o le grandezze derivate, per capire l'esperimento fatto.

# Ancora una tabella

Tabella 5: Dati raccolti per il il filtro RC passa-alto

$f$ [kHz]	$V_i$ [V]	$V_o$ [V]	$\frac{V_o}{V_i}$	$\Delta t$ [s]
12.000	5.180	3.063	0.591	$12.00 \cdot 10^{-6}$
14.000	5.163	3.363	0.651	$9.60 \cdot 10^{-6}$
15.000	5.188	3.438	0.666	$8.40 \cdot 10^{-6}$
15.500	5.163	3.513	0.680	$8.20 \cdot 10^{-6}$
15.800	5.150	3.550	0.689	$8.00 \cdot 10^{-6}$
15.900	5.150	3.600	0.699	$7.60 \cdot 10^{-6}$
16.000	5.163	3.638	0.705	$7.40 \cdot 10^{-6}$
16.300	5.163	3.638	0.705	$7.20 \cdot 10^{-6}$
17.800	5.163	3.750	0.726	$6.60 \cdot 10^{-6}$
25.000	5.165	4.125	0.799	$3.60 \cdot 10^{-6}$
32.000	5.088	4.375	0.860	$2.30 \cdot 10^{-6}$
40.000	5.030	4.488	0.892	$1.20 \cdot 10^{-6}$
50.000	5.000	4.613	0.923	$1.00 \cdot 10^{-6}$
75.000	5.000	4.750	0.950	$0.69 \cdot 10^{-6}$

Delta T a cosa serve? Comunque usate microsecondi.

Nel caso andava messo anche il periodo e non solo la frequenza, altrimenti non so come usare Delta T. Andava messa anche la fase in questa tabella

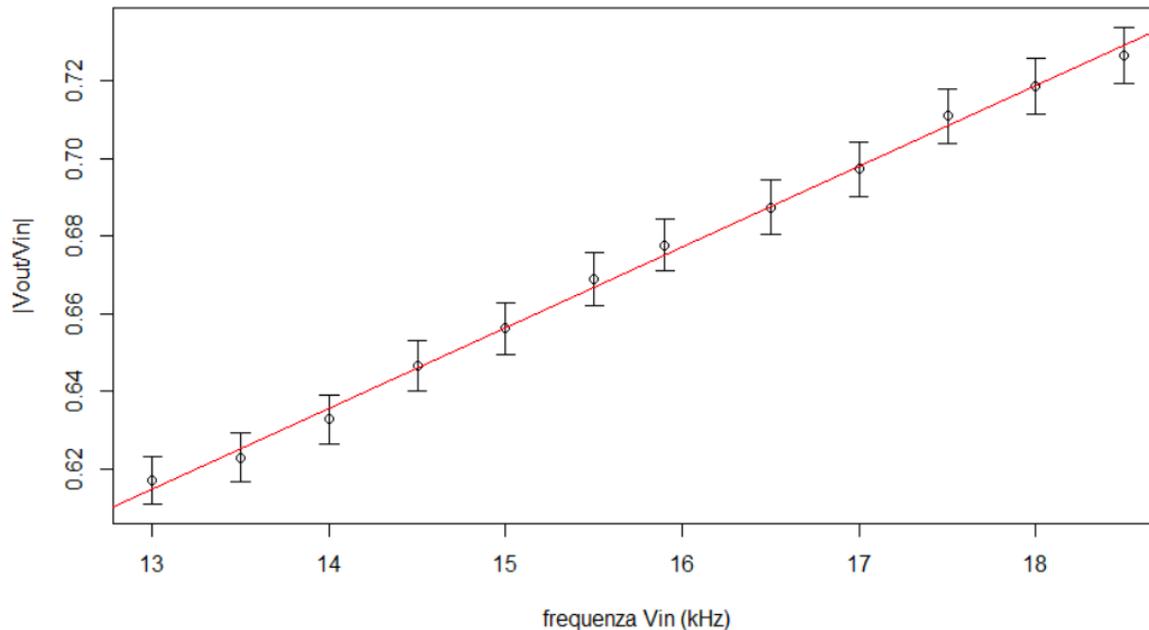
Una tabella deve essere “pronta all’uso”, nel senso che poi io (o voi) non dovete riprendere la calcolatrice per ricavare quello che vi serve per costruire un grafico.

Andavano prese più misure a bassa e ad alta frequenza.

Poi andava indicato, magari nella caption della tabella, l’errore associato ad ogni misura.

# Fit lineare

Fit lineare di  $|V_{out}/V_{in}|$  in funzione della frequenza



$f_t$  teorica

R (k $\Omega$ )	C (nF)	$f_t$ (kHz)
$3.28 \pm 0.03$	$3.05 \pm 0.03$	$15.9 \pm 0.3$

Misure di resistenza, capacit  e frequenza di tagli

intercetta	coeff. ang. ( $kHz^{-1}$ )	$f'_t$ (kHz)
$0.35 \pm 0.02$	$0.021 \pm 0.001$	$17.2 \pm 1.8$

Tabella 4: Risultati del fit lineare

Fit realizzato con RStudio (???)

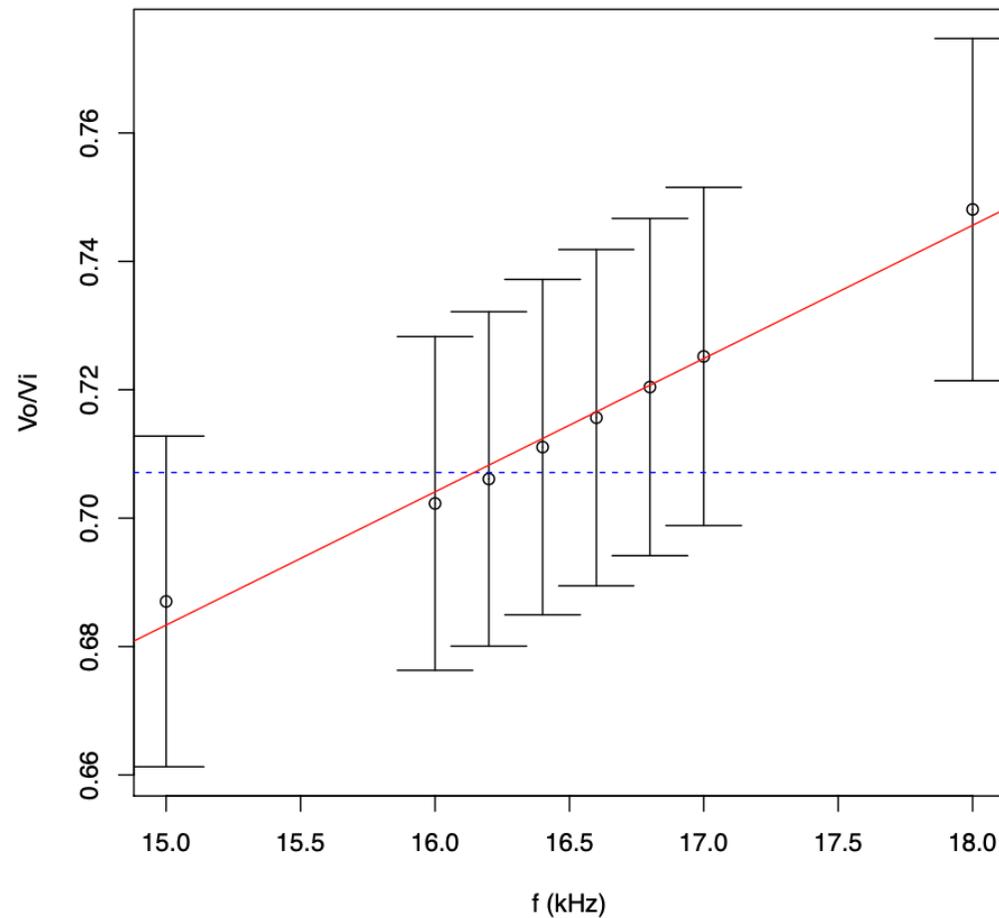
Nella relazione non   spiegato come si   ricavata la frequenza di taglio dal fit !!!!

Forse intersezione tra la retta (errore sull'intercetta 5%) con il valore 0.71?

Ma il valore del plateau non   1 ma nella relazione non c'  scritto il valore raggiunto.

Leggendo la relazione non sono in grado di capire cosa   stato fatto

# Fit Lineare di un altro gruppo



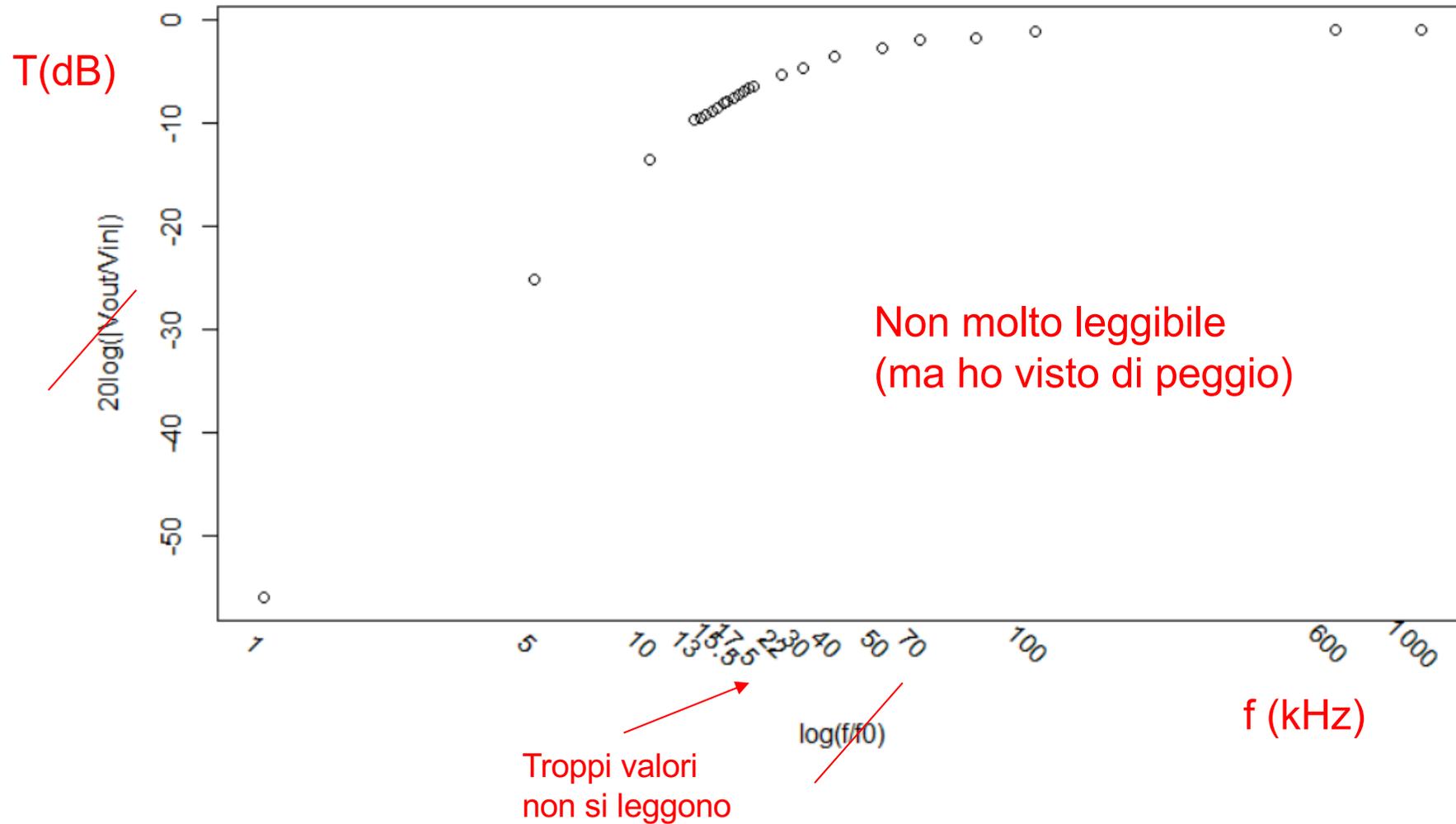
La frequenza di taglio è stata estrapolata da un fit lineare sul grafico 4. Si ricavano i parametri della retta di regressione  $m, q$  e da essi si trova il valore della frequenza per cui la funzione assume il valore  $1/\sqrt{2}$ . Si trova:

$$f_T = 16141 \pm 401 \text{ Hz}$$

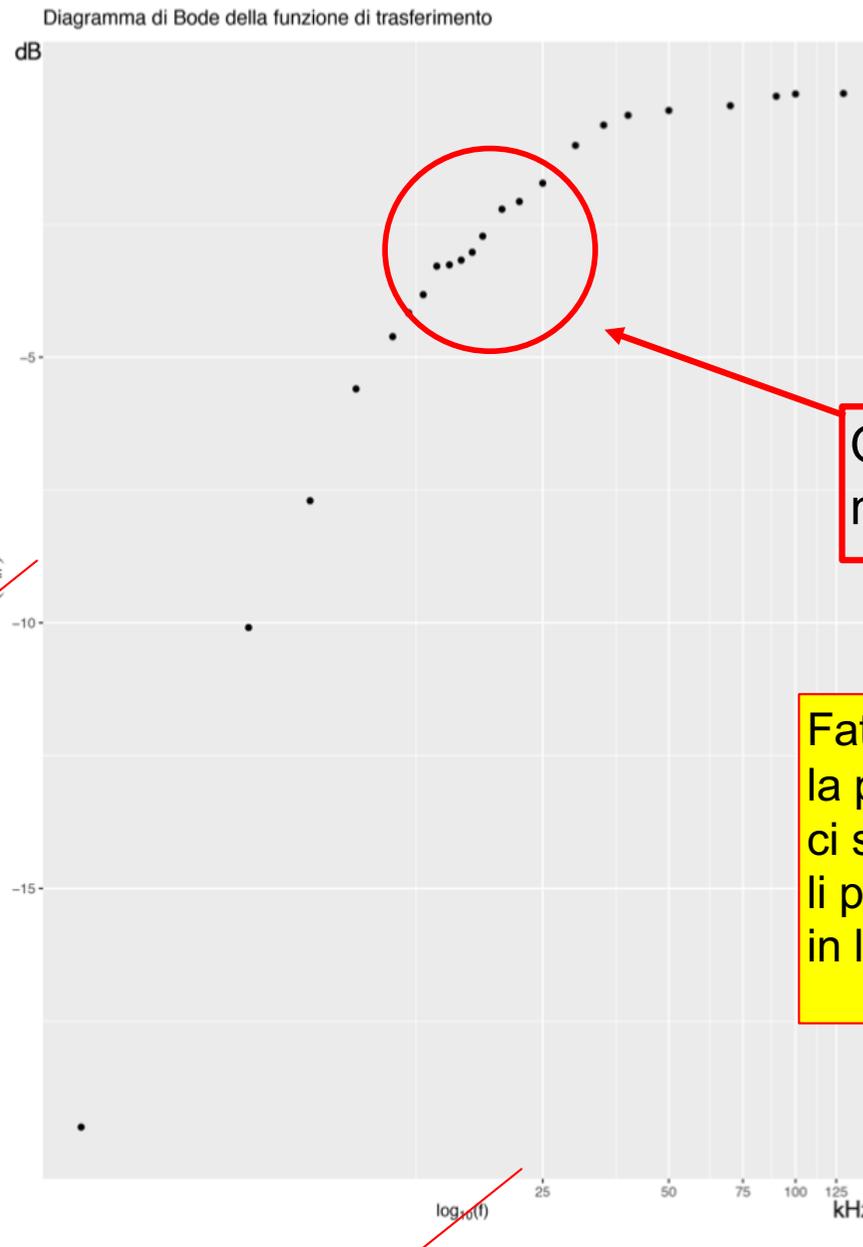
$$16.1 \pm 0.4 \text{ kHz}$$

# Diagramma di Bode

Diagramma di Bode dell'ampiezza della funzione di trasferimento



# Un altro diagramma di Bode



Carta semi-logaritmica.  
Molto bene

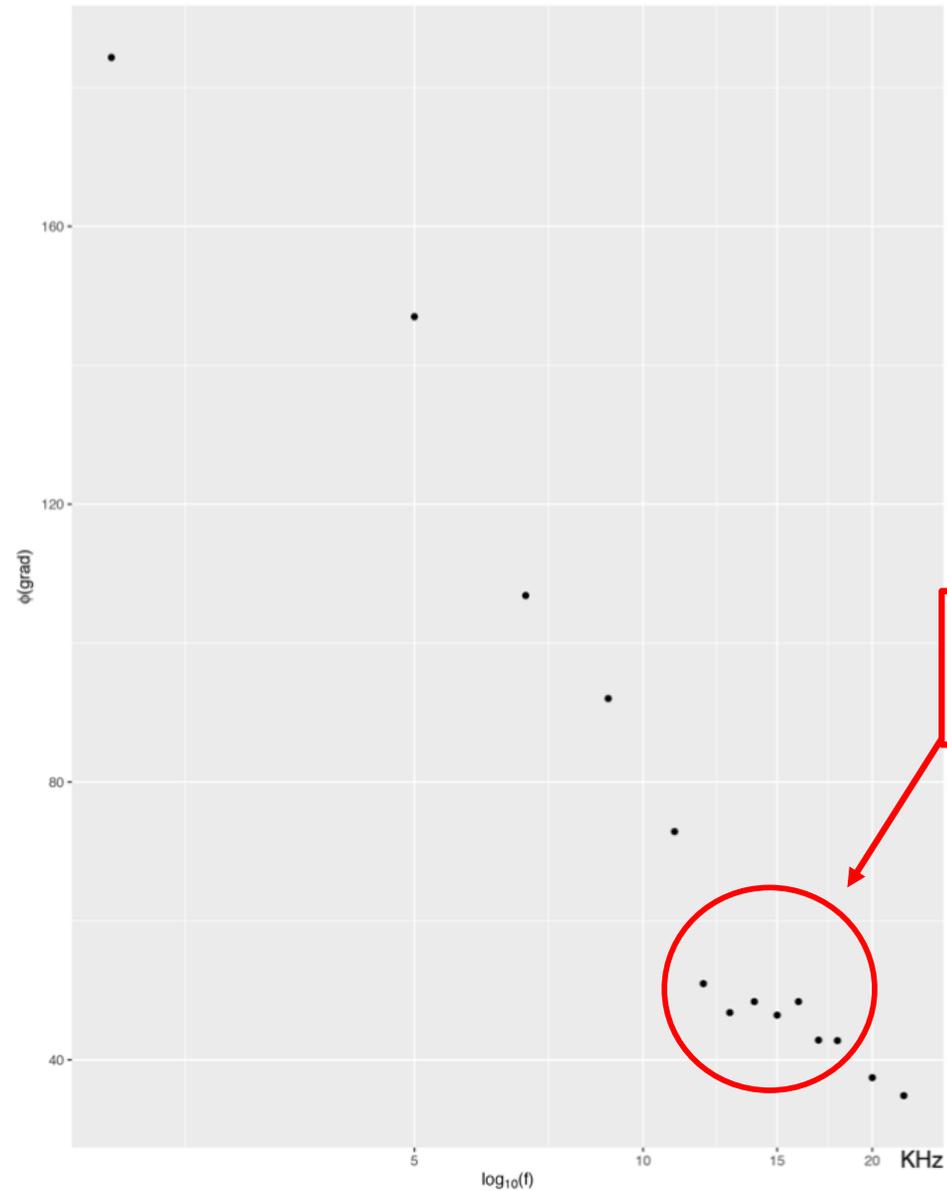
Le cifre sugli assi NON si leggono. Più grandi

Qualche problema  
nella presa dati

Fate i grafici durante  
la presa dati, così se  
ci sono dei problemi  
li potete correggere  
in laboratorio.

# Diagramma di Bode della fase

Sfasamento della funzione trasferimento



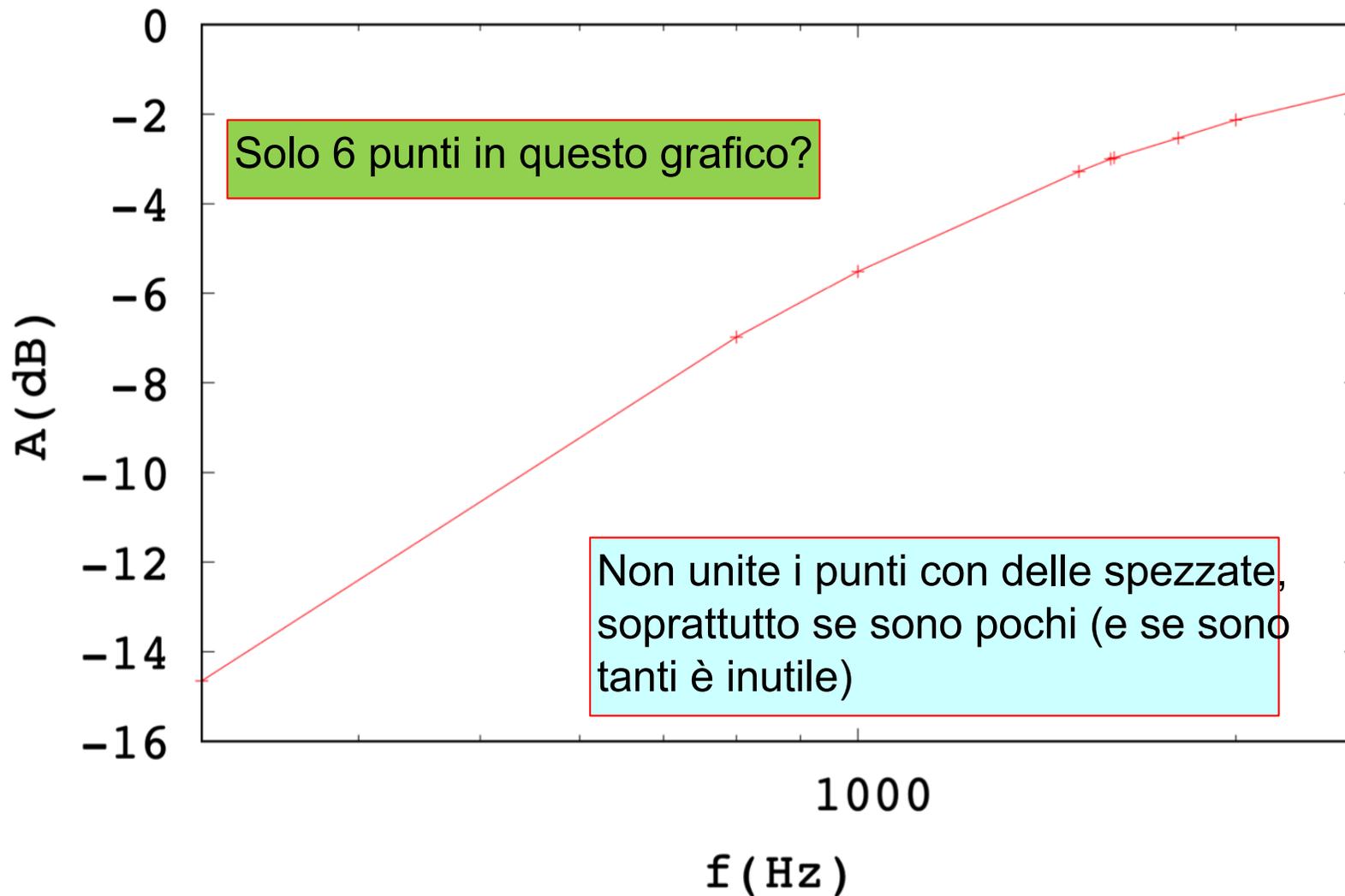
Le cifre sugli assi NON si leggono. Più grandi

Qualche problema nella presa dati

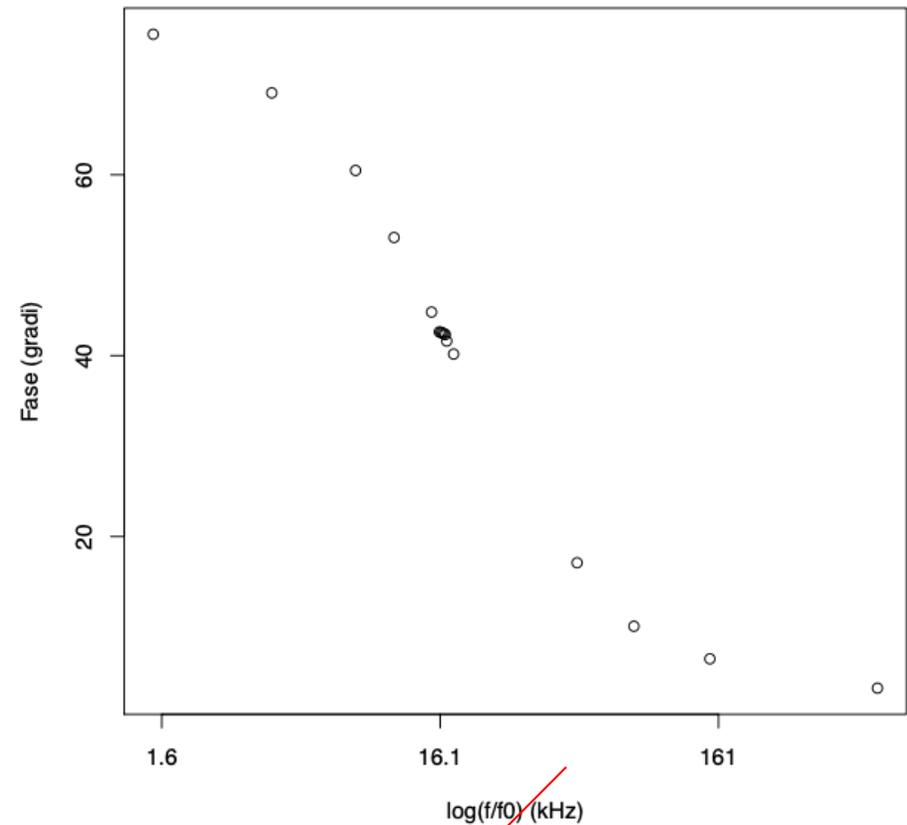
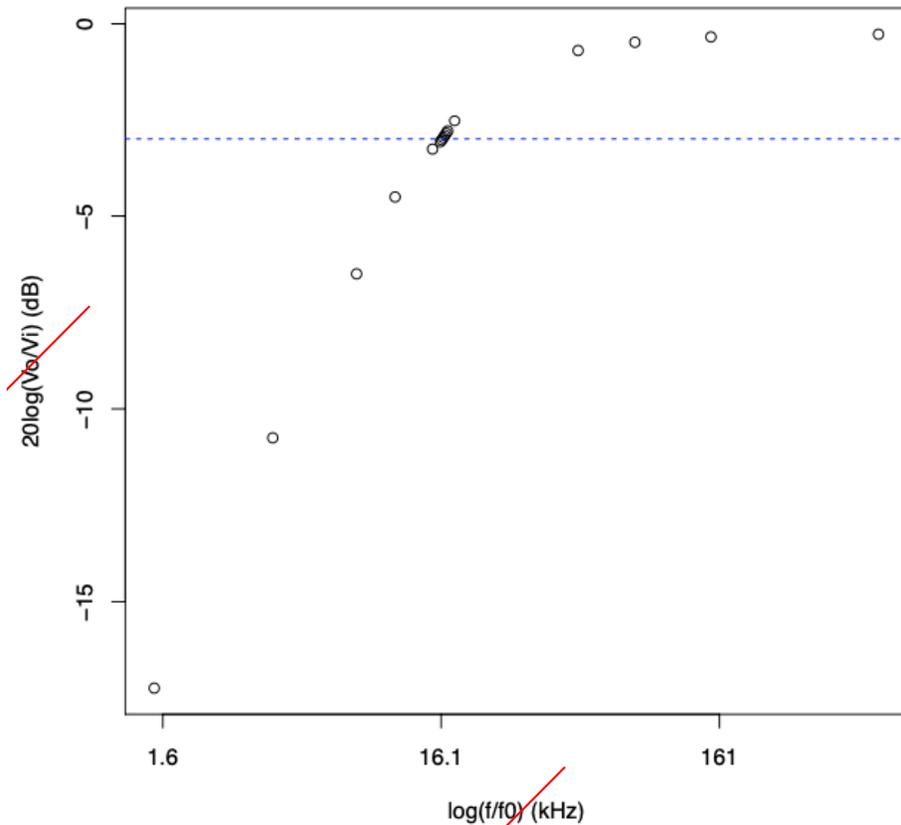
# Diagramma di Bode

ORRORE

Diagramma di Bode: circuito RC passa alto



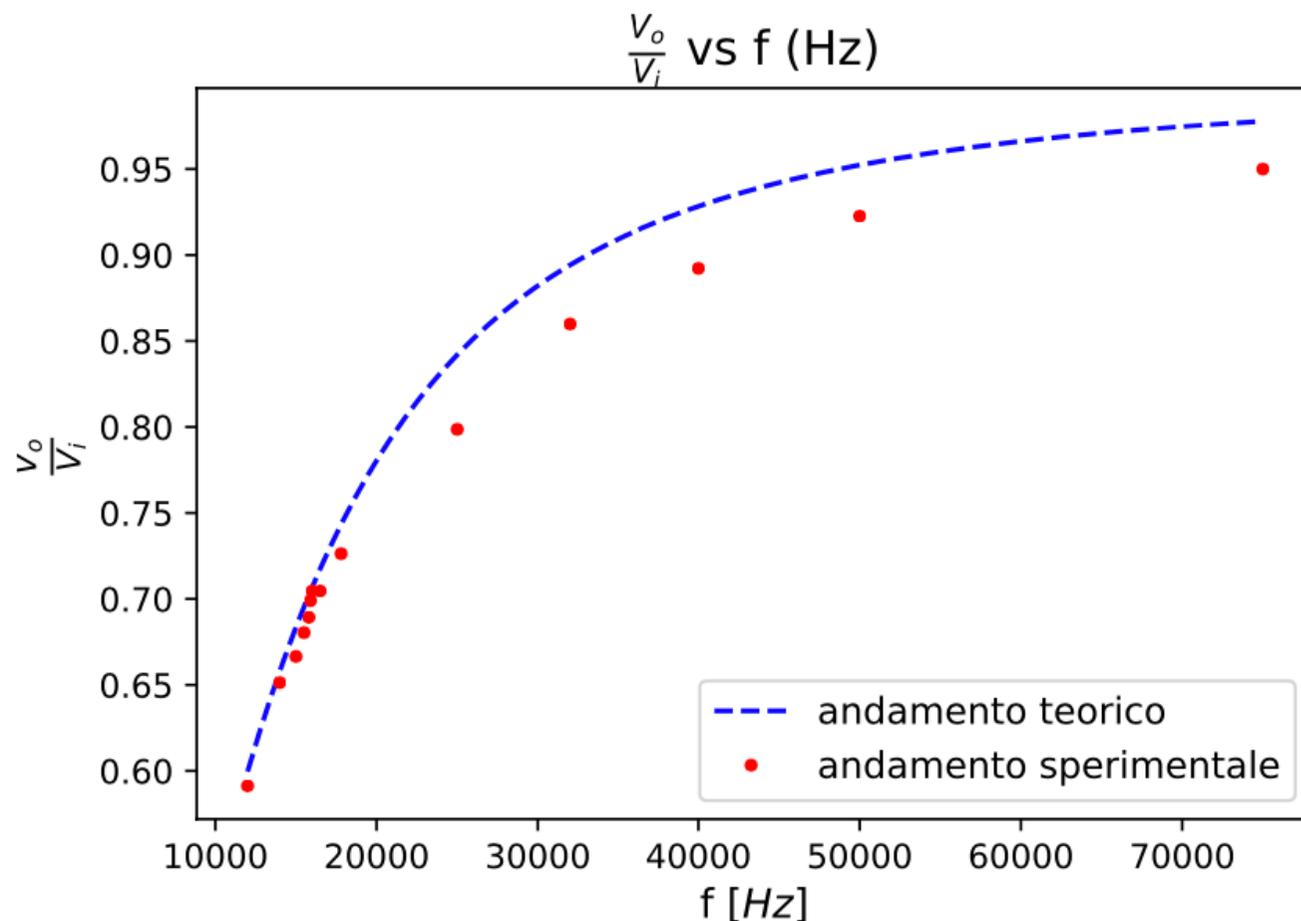
# Diagramma di Bode



Non capisco cosa c'e' sull'asse delle ascisse. 161 cosa?

n.b. il logaritmo è un numero (kHz???)

# Un'interpretazione dei dati



Bene il tentativo ma i dati non seguono la curva ad alte frequenze.

Forse bisognava provare a fare un fit della frequenza di taglio e confrontandola con il valore "teorico".



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

Fine del capitolo