

# 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

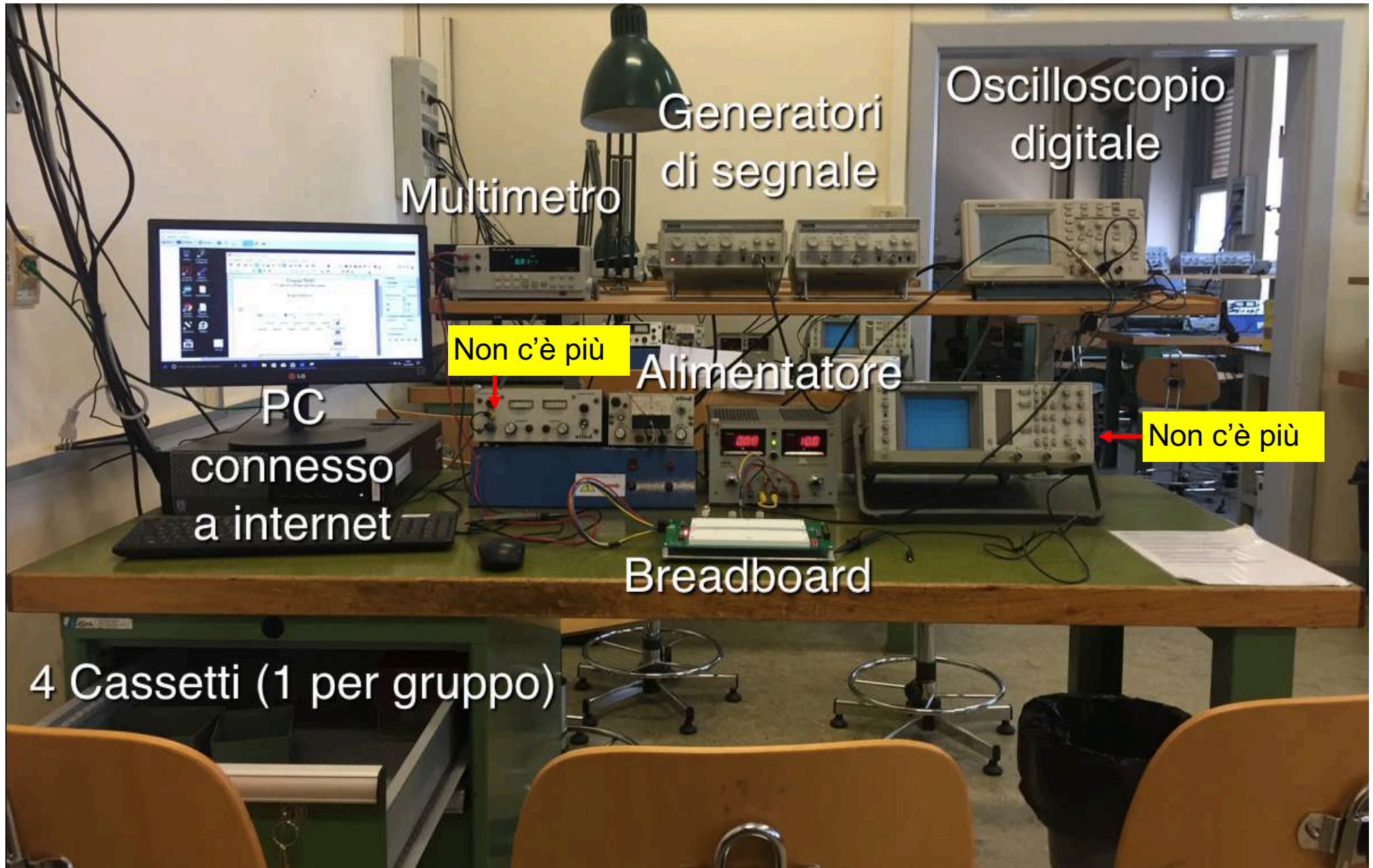


Numero del banco

# 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





# Nuova disposizione del banco

Due studenti per banco ... distanziati ... il monitor al centro



C'e' una videocamera per il collegamento a casa. Portate anche una cuffietta a testa.

# Cassetto

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

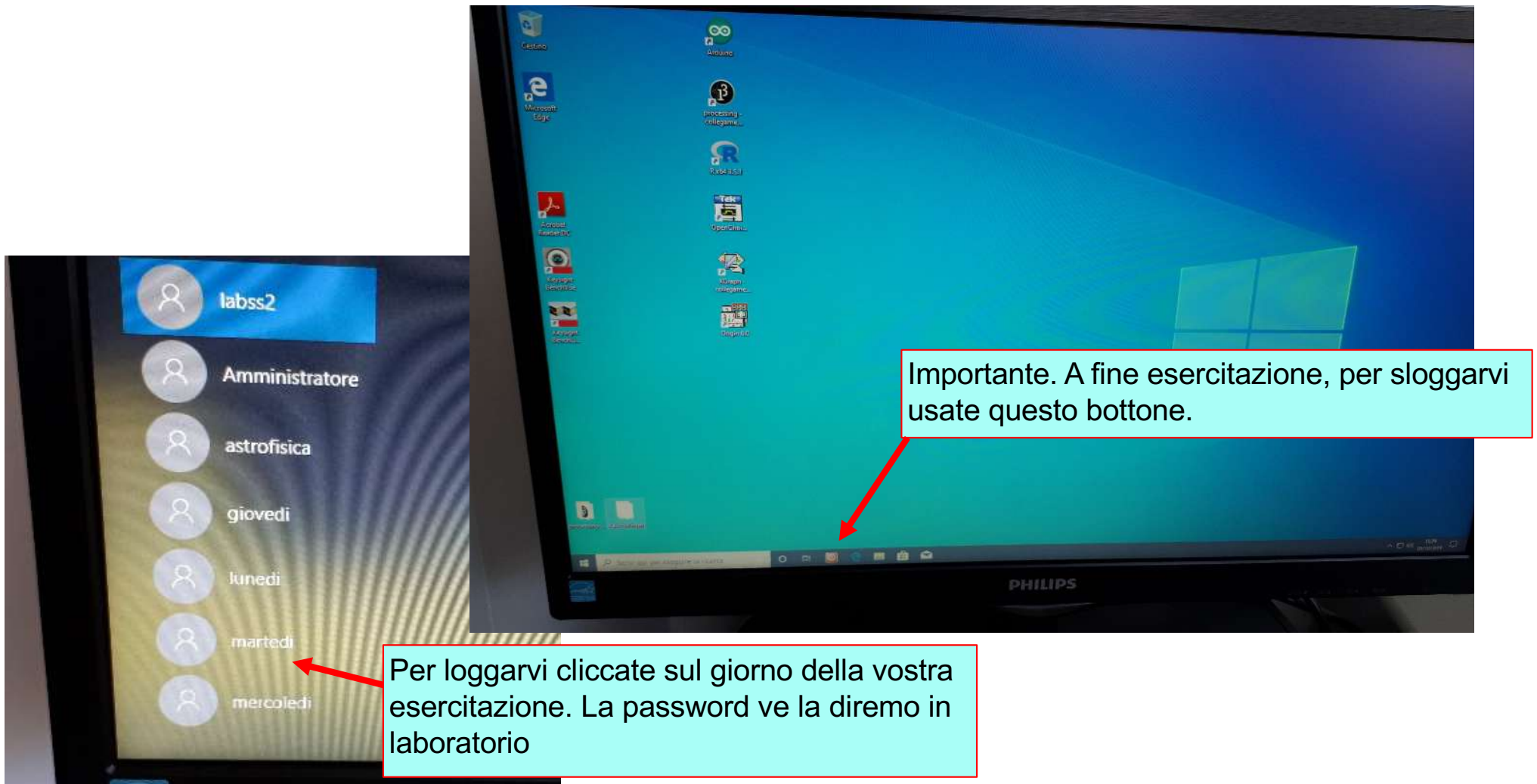


Il contenuto è vostra  
responsabilità.  
Se sparisce qualcosa  
dovete ricomprarla.

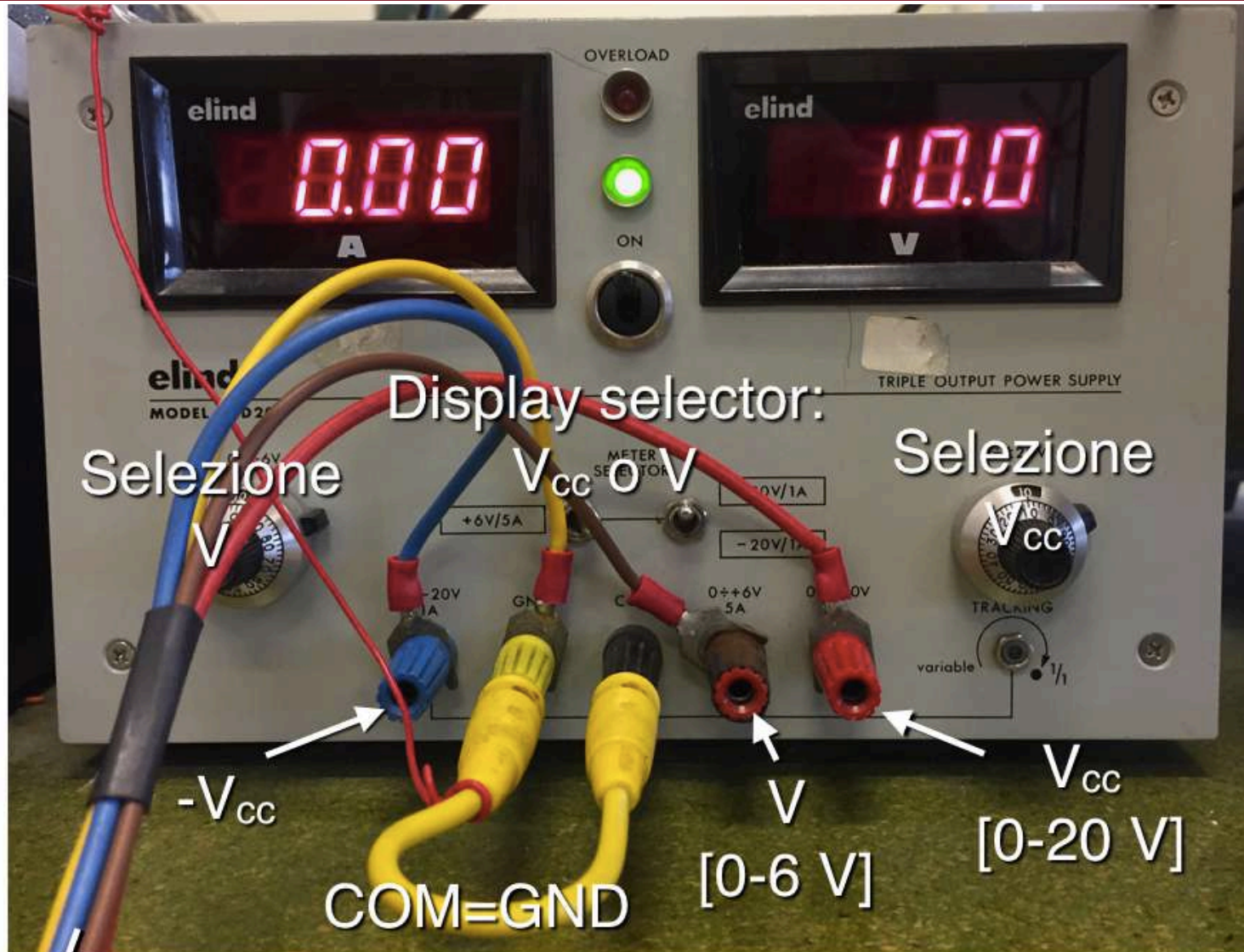
# PC

## Windows 10.

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



# Alimentatore triplo in continua (vecchio L.)

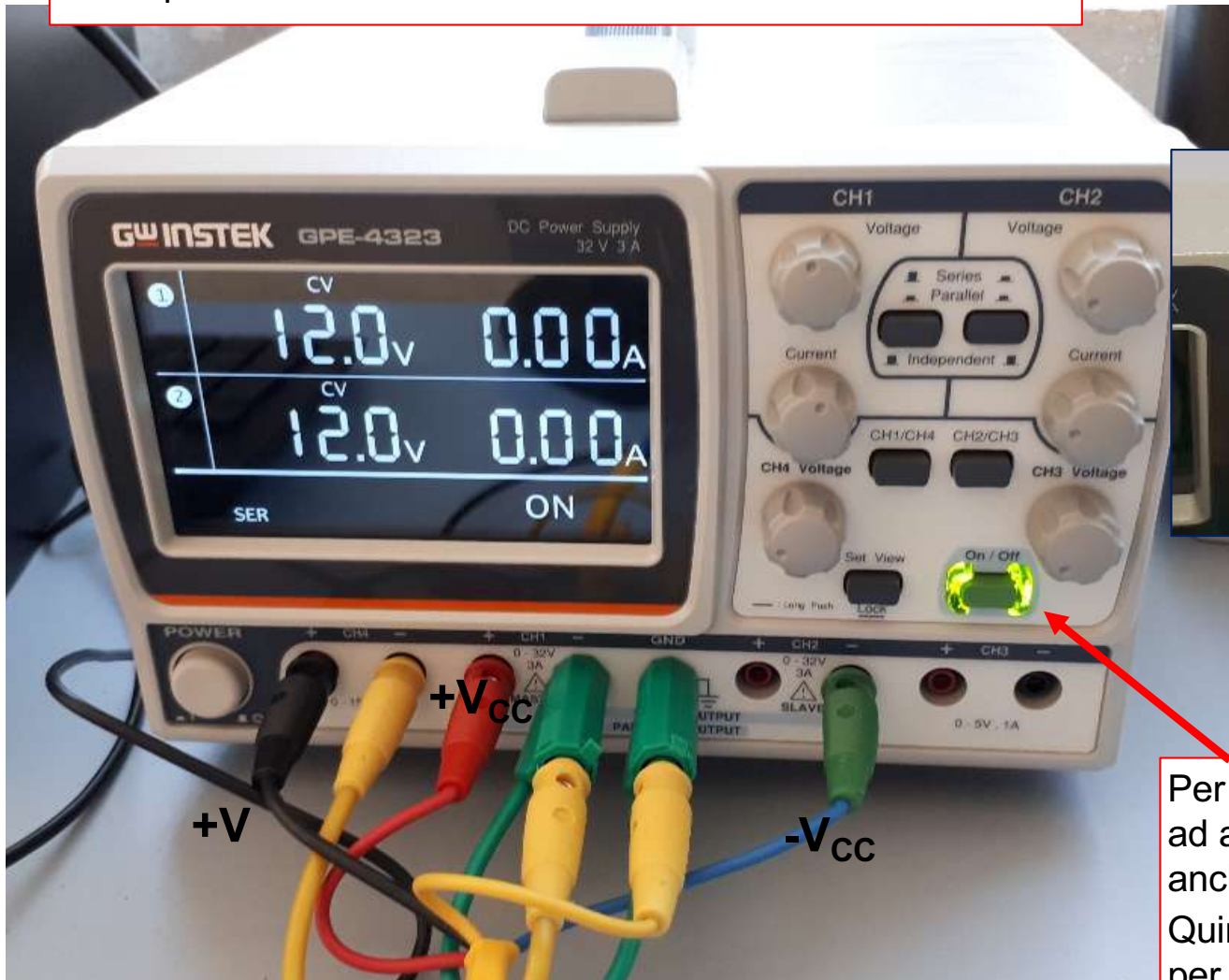


Alla scheda

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

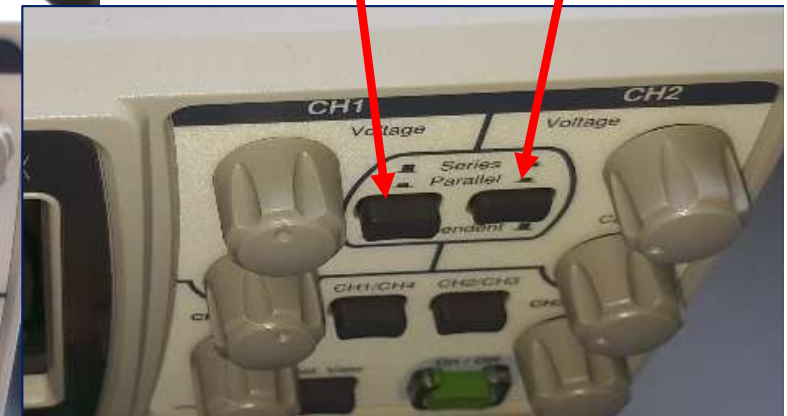
# Alimentatore triplo in continua (nuovo L.)

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

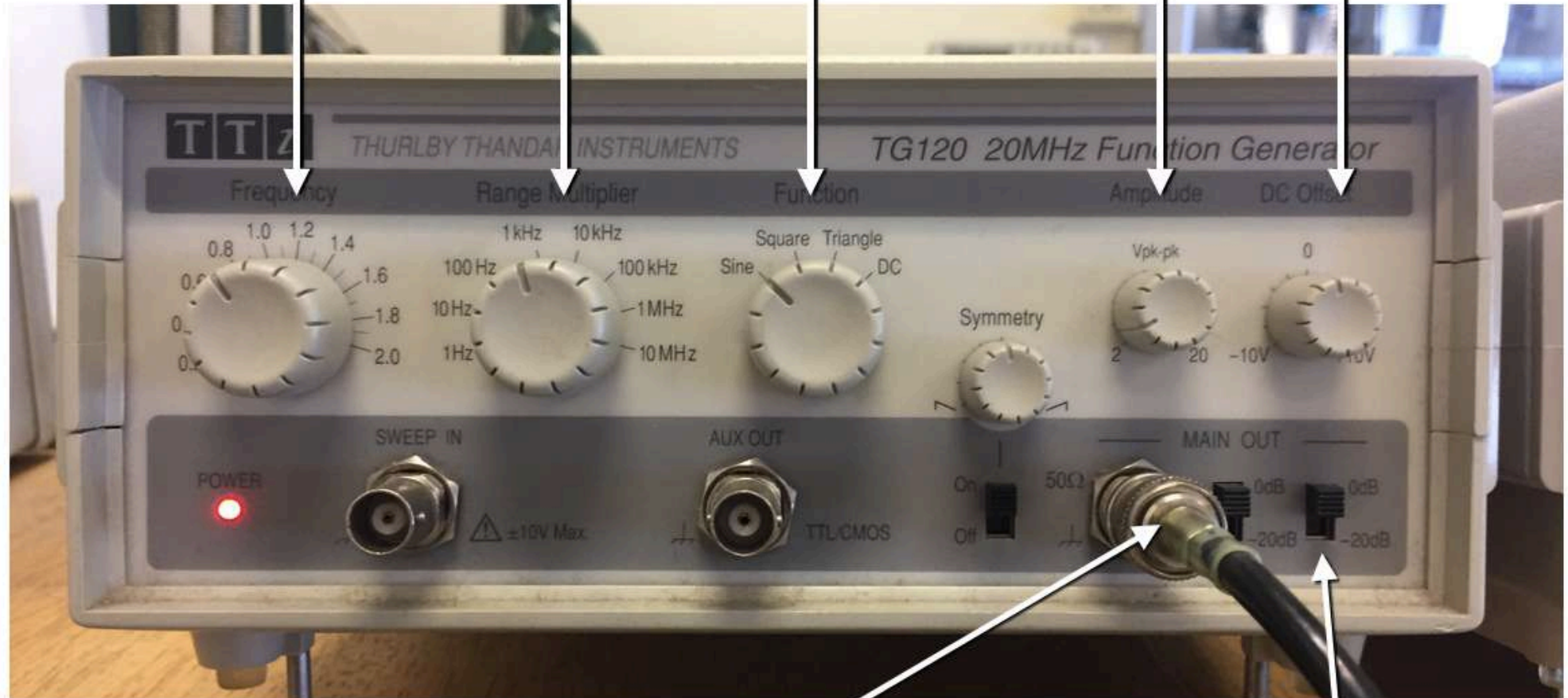
# Generatore di segnali (vecchio Lab)

Frequenza = Frequency x Range

Funzione

Ampiezza

DC Offset



Output

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

# Generatore di segnali (nuovo Lab)



Forma d'onda

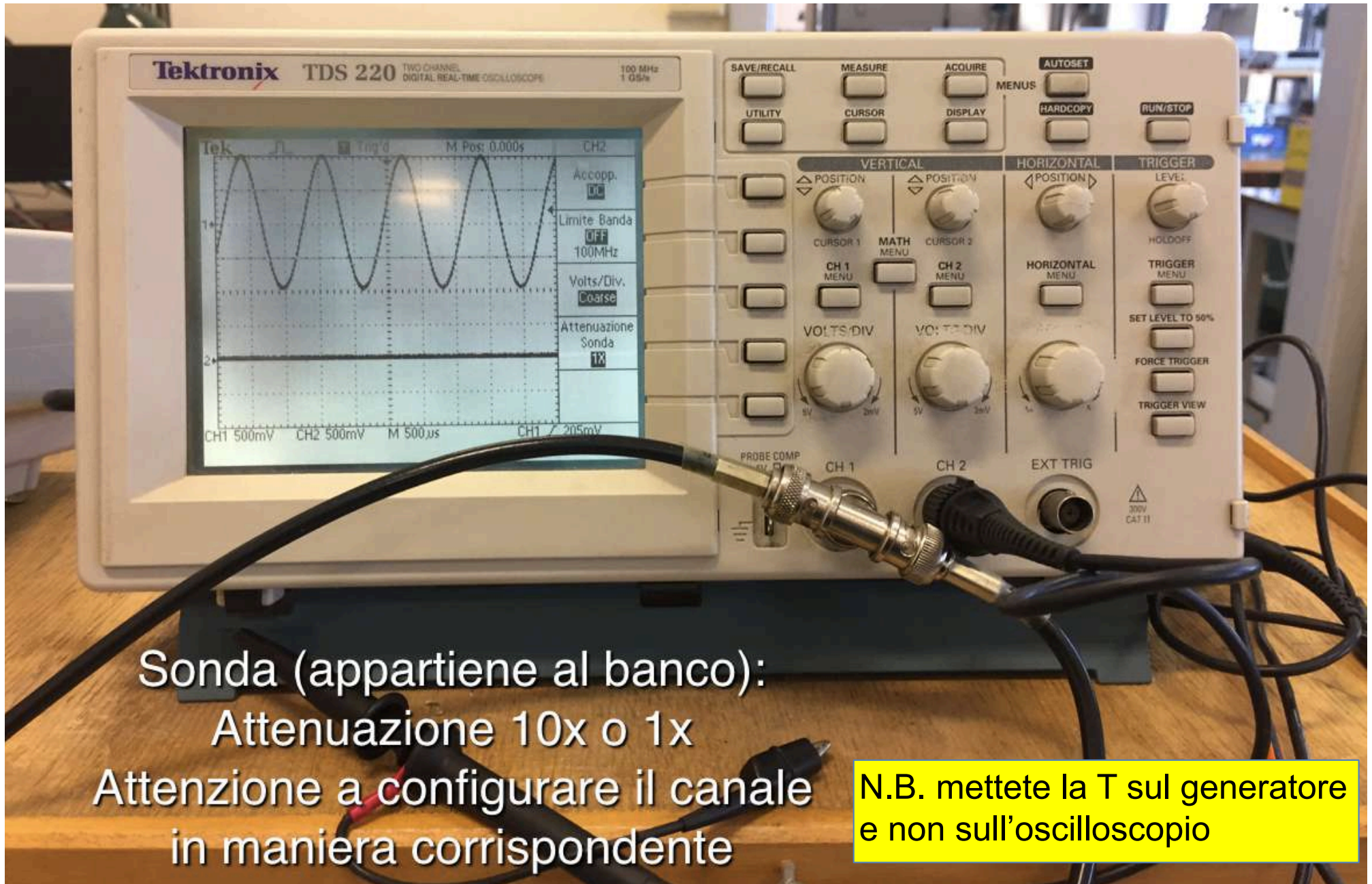
frequenza

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):

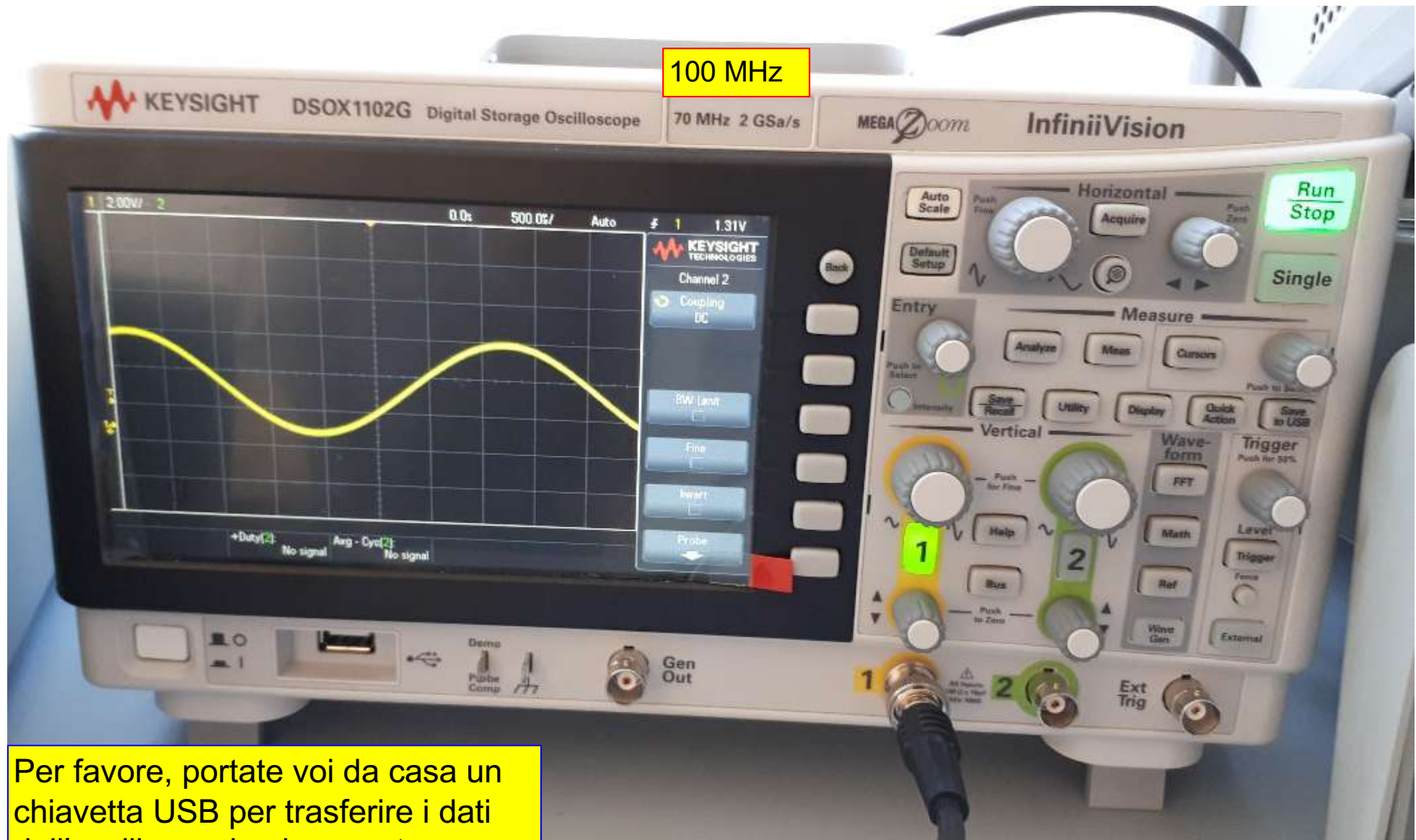
Attenuazione 10x o 1x

Attenzione a configurare il canale  
in maniera corrispondente

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



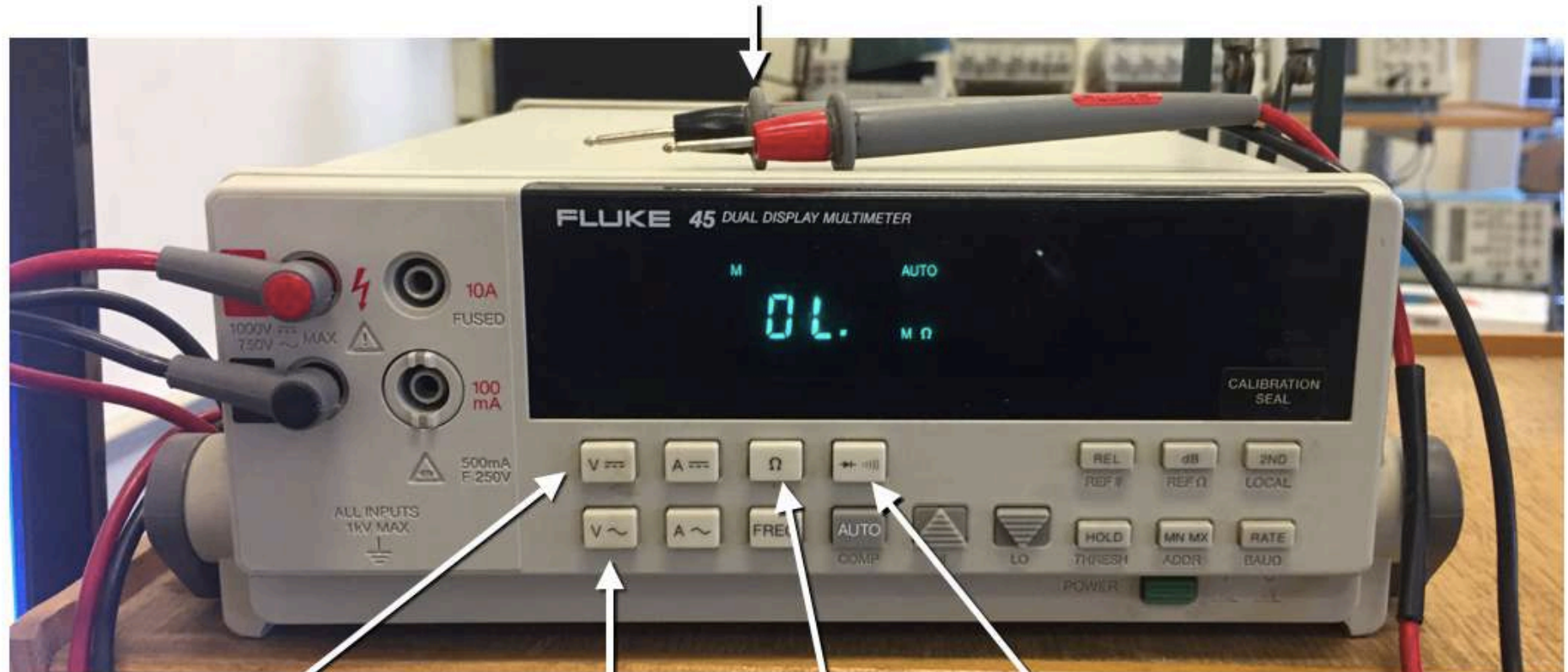
# Oscilloscopio digitale a 2 canali (nuovo L.)



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)

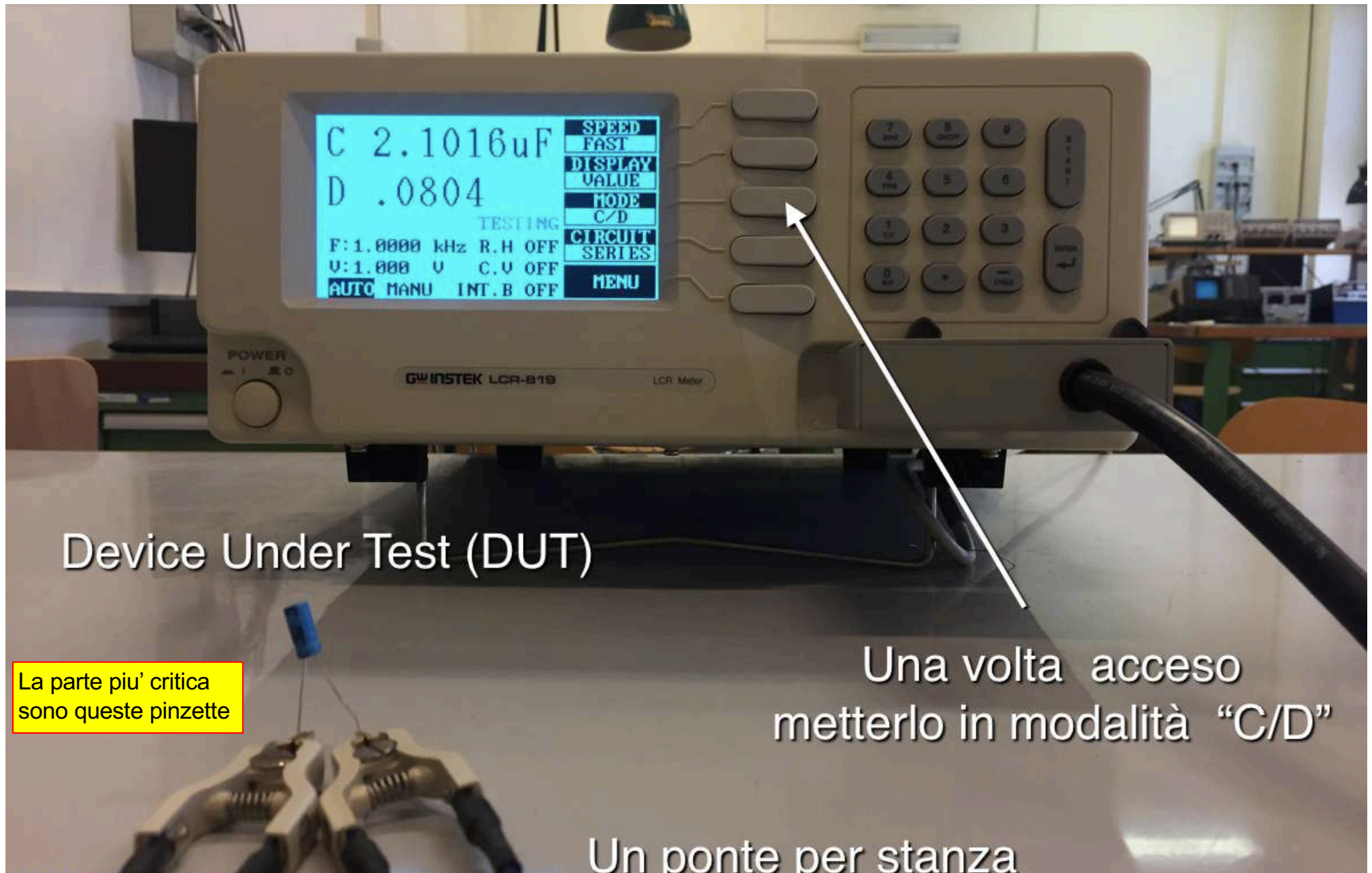
Tensioni alternate (RMS)

# 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'



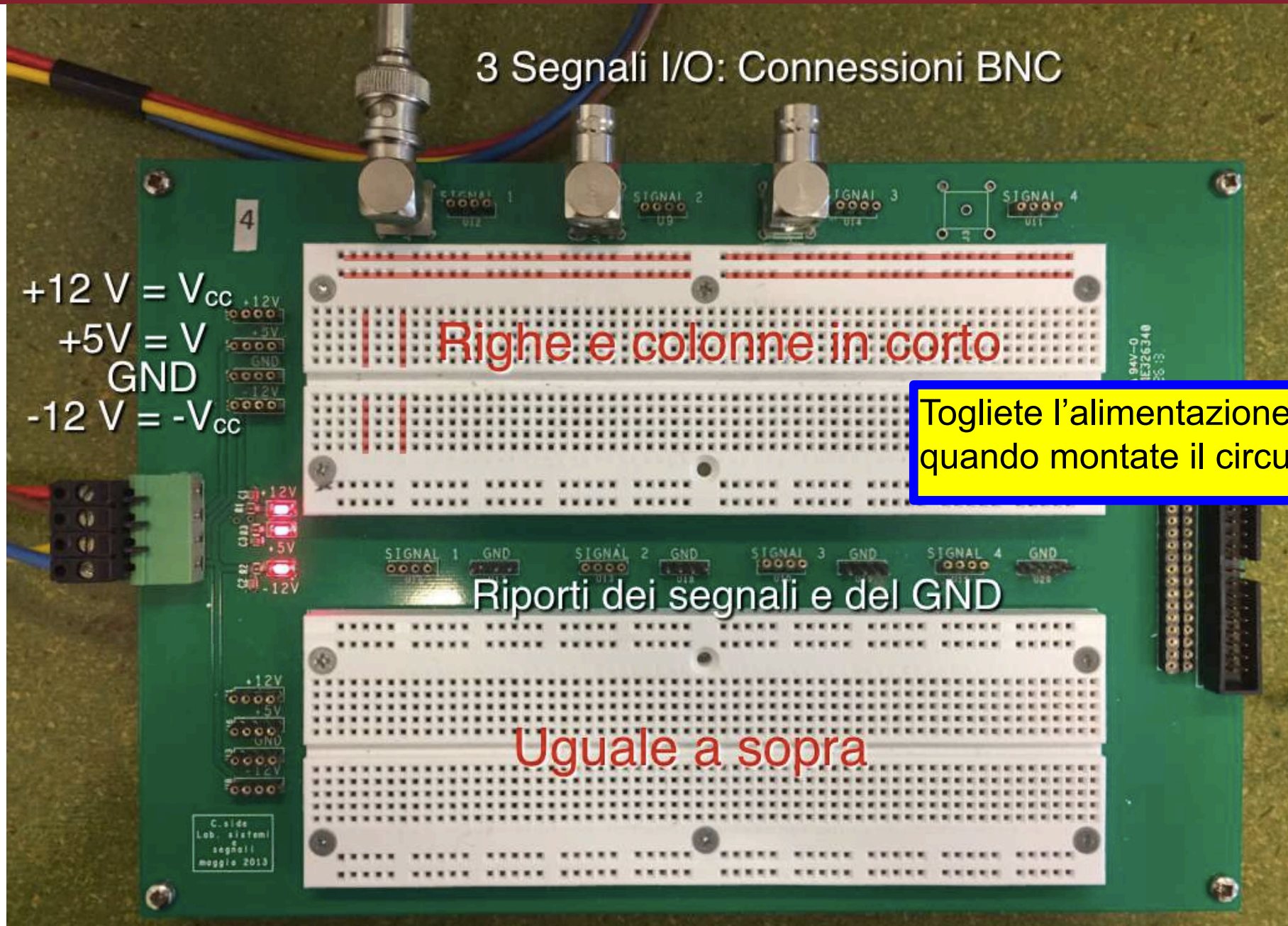
Device Under Test (DUT)

La parte piu' critica sono queste pinzette

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

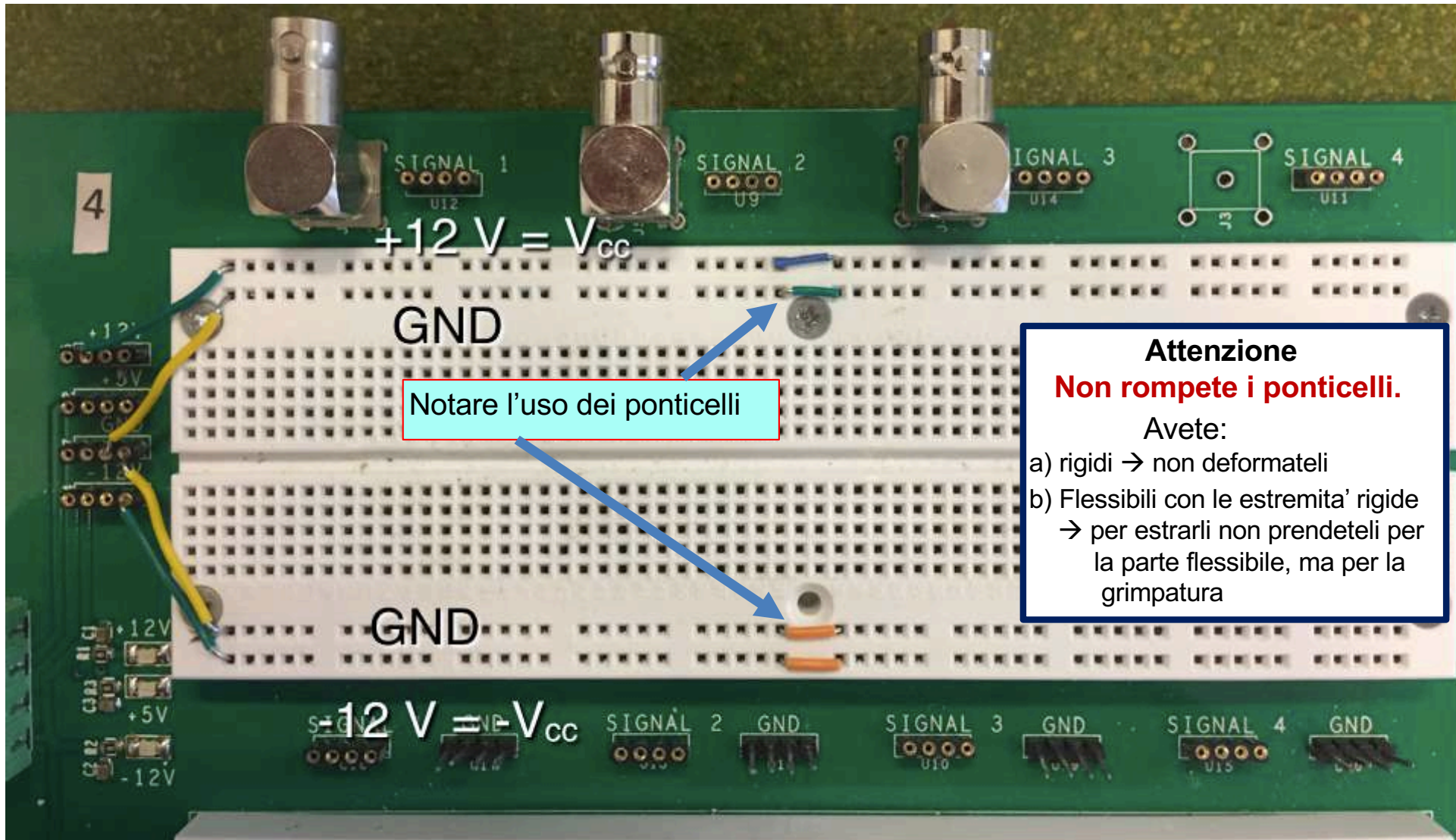
Un ponte per stanza

# breadboard



# 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)

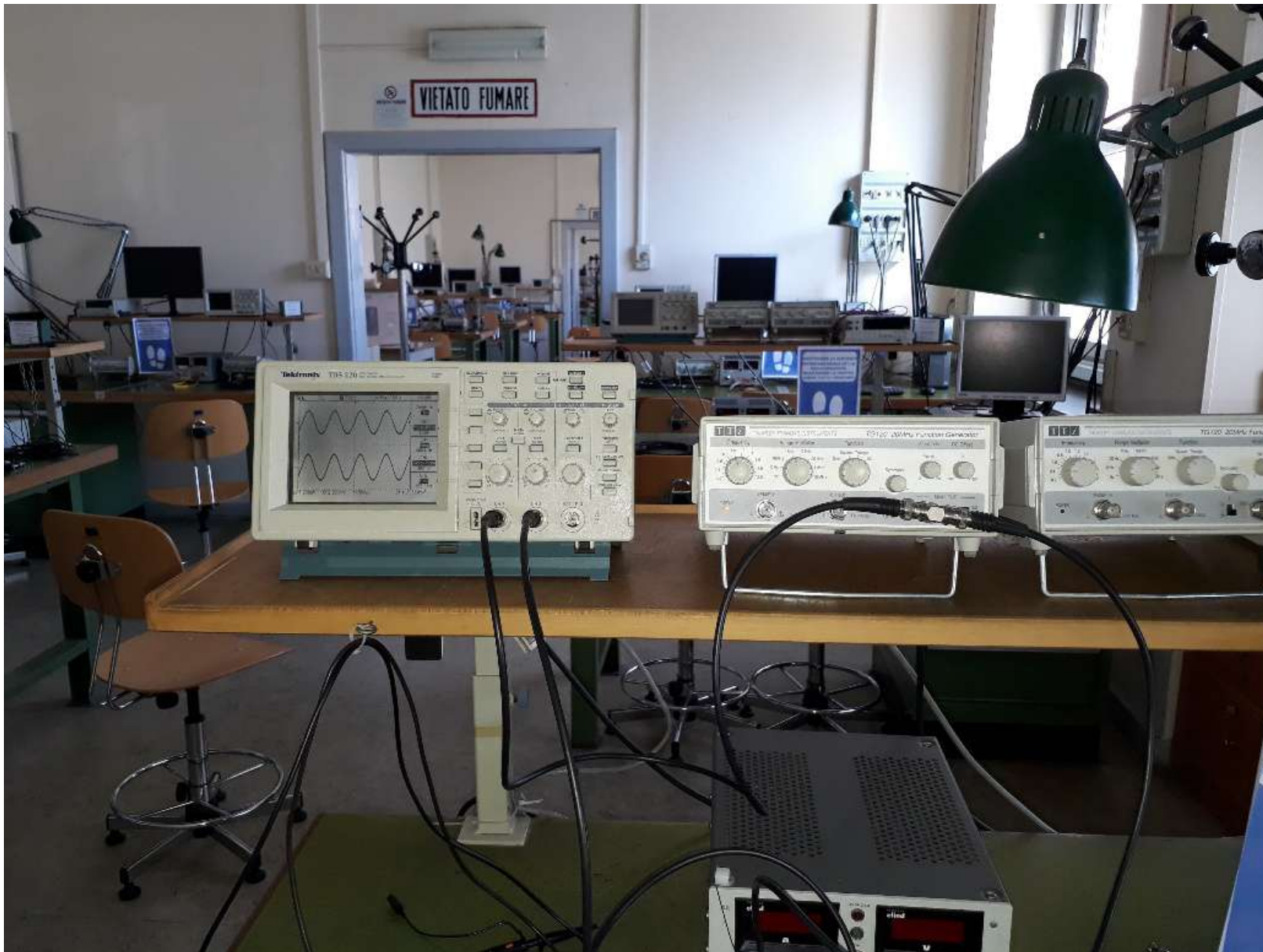
# Esempio: un partitore

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



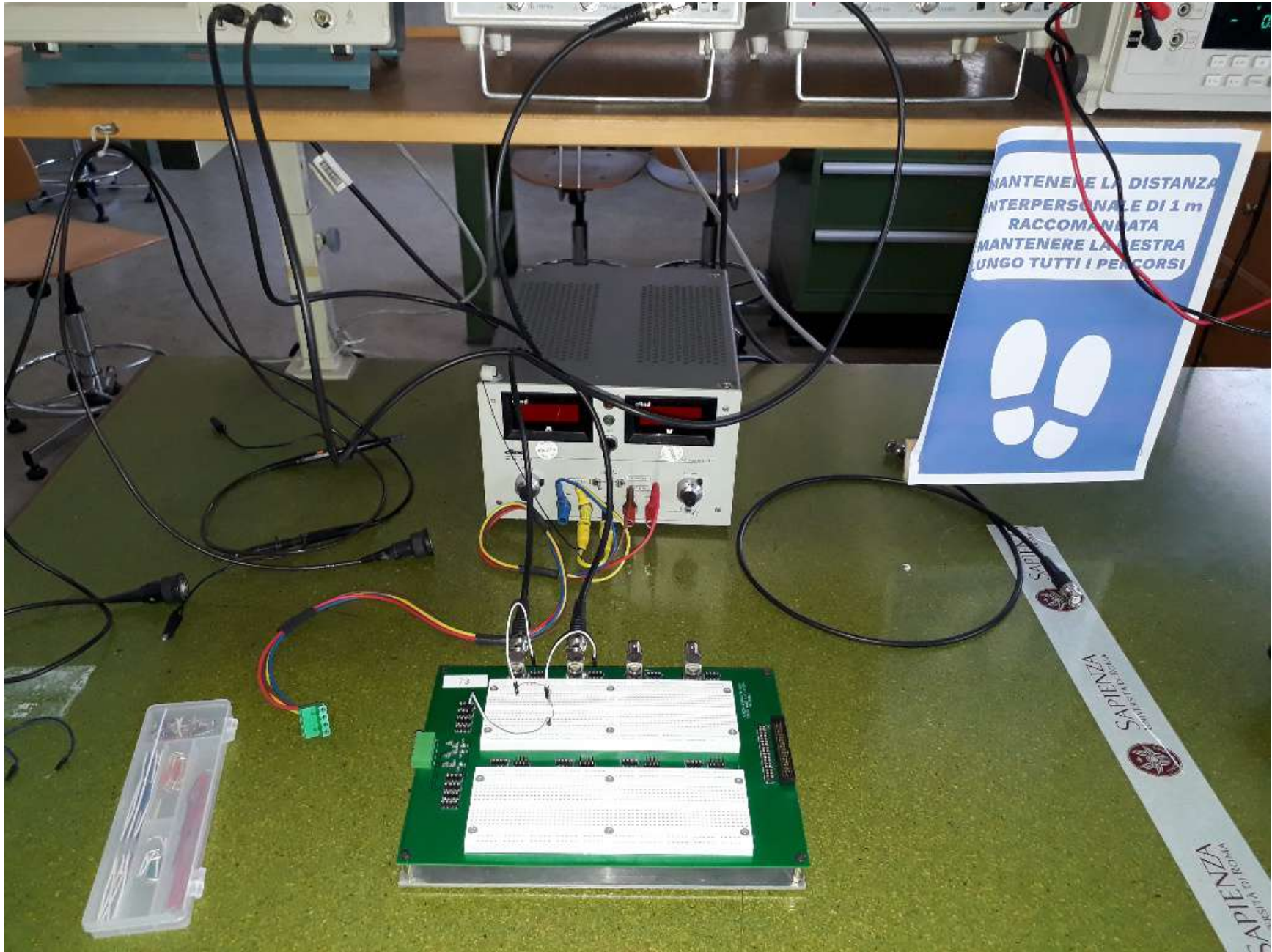
Al posto della sonda potevo mandare l'output al BNC Signal 2.  
In questo caso l'attenuazione sull'oscilloscopio deve essere 1x.

# Esempio: un partitore

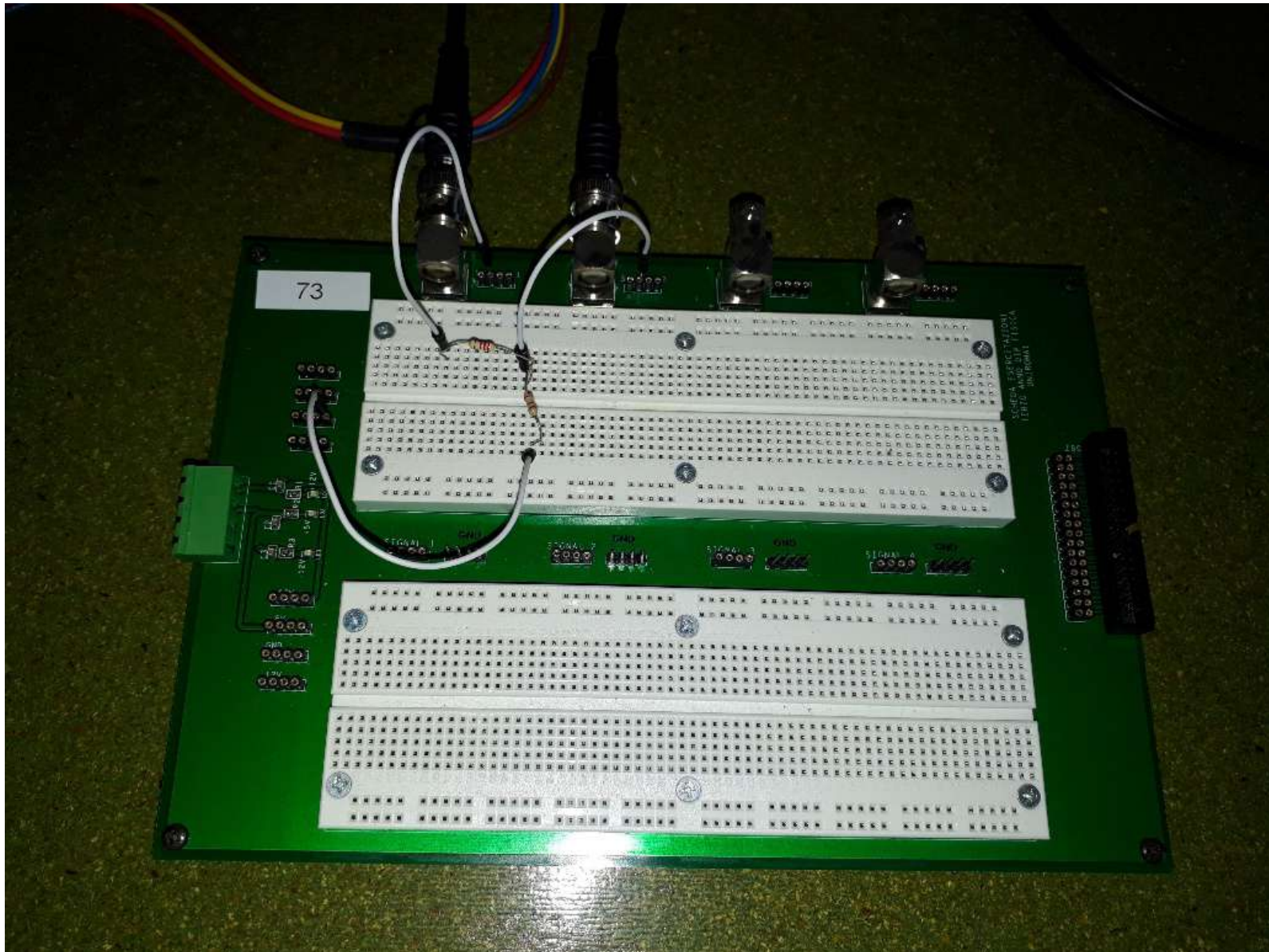




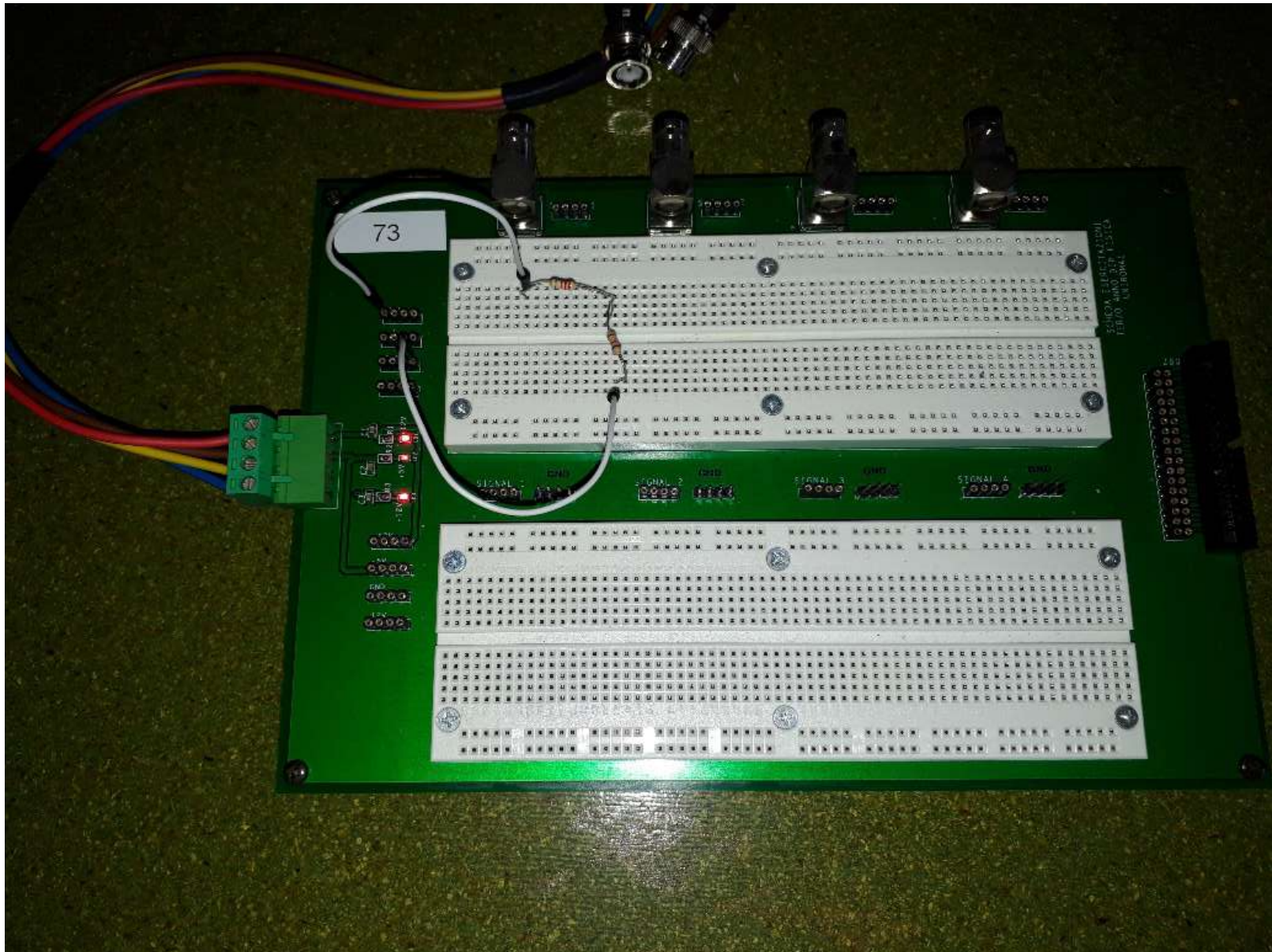
# Esempio: un partitore



# Esempio: un partitore



# Esempio: un partitore



# 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 shows the Tektronix OpenChoice Desktop software interface. The main window displays a digital oscilloscope waveform. The top menu bar includes 'Screen Capture', 'Waveform Data Capture', 'Get & Send Settings', and 'Preferences'. The central display shows a square wave on CH1 and a flat line on CH2. The display includes settings like 'Accopp. DC', 'Limite Banda OFF 100MHz', 'Volts/Div. Coarse', and 'Attenuazione Sonda'. The bottom of the display shows 'TDS 220 - 10:45:27 13/10/2017' and the Tektronix logo. On the left, a sidebar contains various application icons, with 'Get Screen' highlighted. Below the sidebar are buttons for 'Open', 'Save As', and 'Copy to Clipboard'.

Sui nuovi oscilloscopi si fa con una pennetta USB che vi daremo (ma che appartiene al banco, non a voi)

# ... che poi inserite nella relazione

The screenshot shows a Windows desktop with various application icons on the left. The main window is OpenOffice Writer, displaying a document titled "Ma04\_E01.odt". The document content is as follows:

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

The document contains a screenshot of a Tektronix oscilloscope. The waveform is a square wave on channel 1. The oscilloscope settings are:

- CH2: Accopp. DC
- Limite Banda: OFF
- 100MHz
- Volts/Div.: Coarse
- Attenuazione Sonda: 1X

The oscilloscope interface also shows "Tek", "Trig'd", and "M Pos: 0.000s".

On the right side of the OpenOffice window, the "Proprietà" (Properties) sidebar is open, showing settings for the image:

- Immagine: Luminosità: 0%, Contrasto: 0%
- Modalità colore: Predefinita, Trasparenza: 0%
- Posizione e dimensione...: Larghezza: 4,84", Altezza: 4,50"
- Scorrimento: [Thumbnail icons]

The status bar at the bottom of the window shows "Pagina 1 / 1", "Predefinito", "INS STD \*", "0,93 / 0,00", "4,84 x 4,50", and "100 %". The Windows taskbar at the very bottom shows the search bar and the system tray with the date "13/10/2017" and time "10:52".

# 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
  - **Ma05\_E1.pdf** (gruppo 5 del martedì, esperienza 1)
  - **Me29\_E9.pdf** (gruppo 29 del mercoledì, esperienza 9)
- 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/guida2019.pdf>

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

- <http://www.roma1.infn.it/people/luci/LabSS/guida2019.pdf>

Guida alle esercitazioni del  
Laboratorio di Segnali e Sistemi  
a.a 2019 - 2020

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

Dipartimento di Fisica, Università La Sapienza di Roma

1 ottobre 2019



# 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 (contronto 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, specificando chi era in laboratorio e chi seguiva da casa

### 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)	$2.88 \pm 0.03$	$1.01 \pm 0.01$
$\frac{V_{out}}{V_{in}}$	$0.565 \pm 0.011$	$0.561 \pm 0.012$

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?

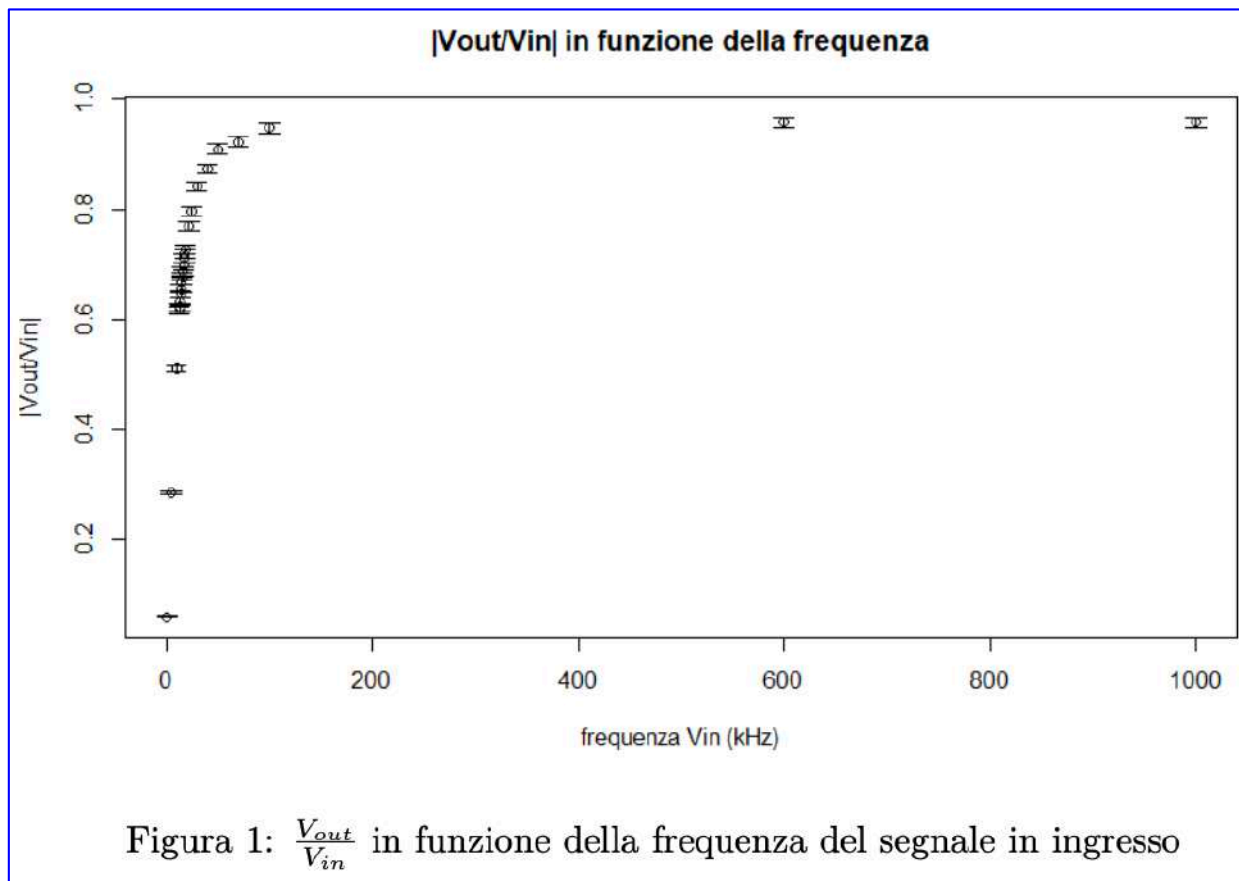
Errore di misura 0.5 – 1% è "ragionevole"

# 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

# 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 Vout/Vin

# 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

	$f$ (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	$3.2 \pm 1.1$

Via, disturba

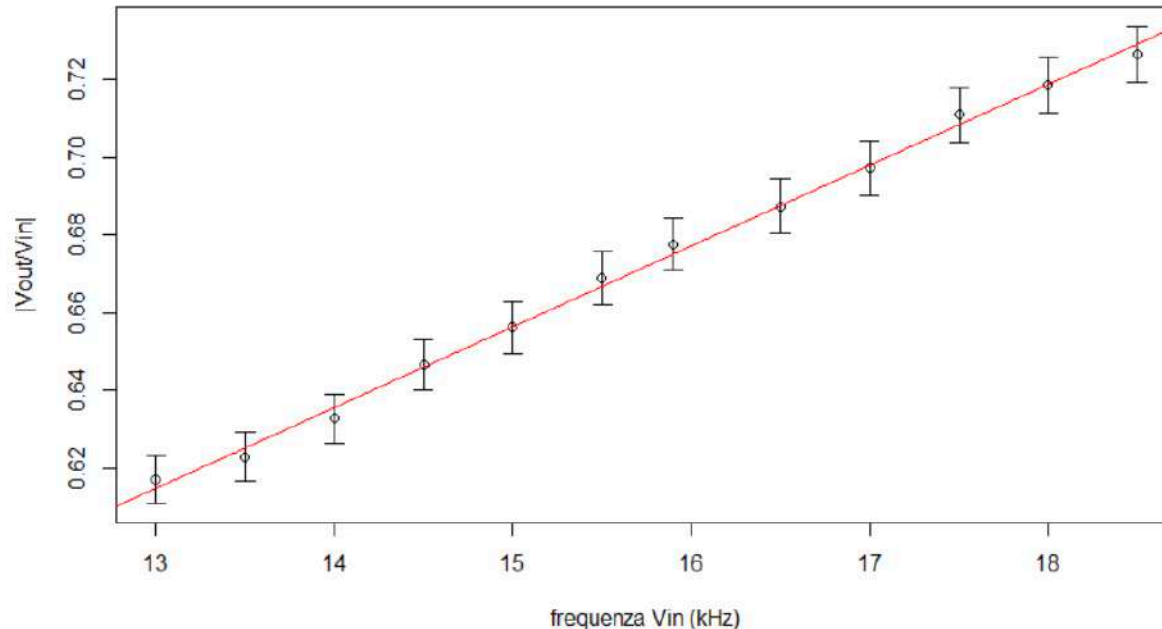
Table 2: Valori di  $V_o$ , rapporto  $V_o/V_i$ , con  $V_i = 13.1 \pm 0.2V$ , ritardo temporale  $\Delta t$  e differenza di fase  $\Delta\phi = 2\pi f\Delta t$ . Incertezze:  $\sigma_{V_o} = 0.2V$ ,  $\sigma_{\Delta t} = 0.3\mu s$ . L'incertezza sulla frequenza è trascurabile.

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



# 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 taglio

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 (???)

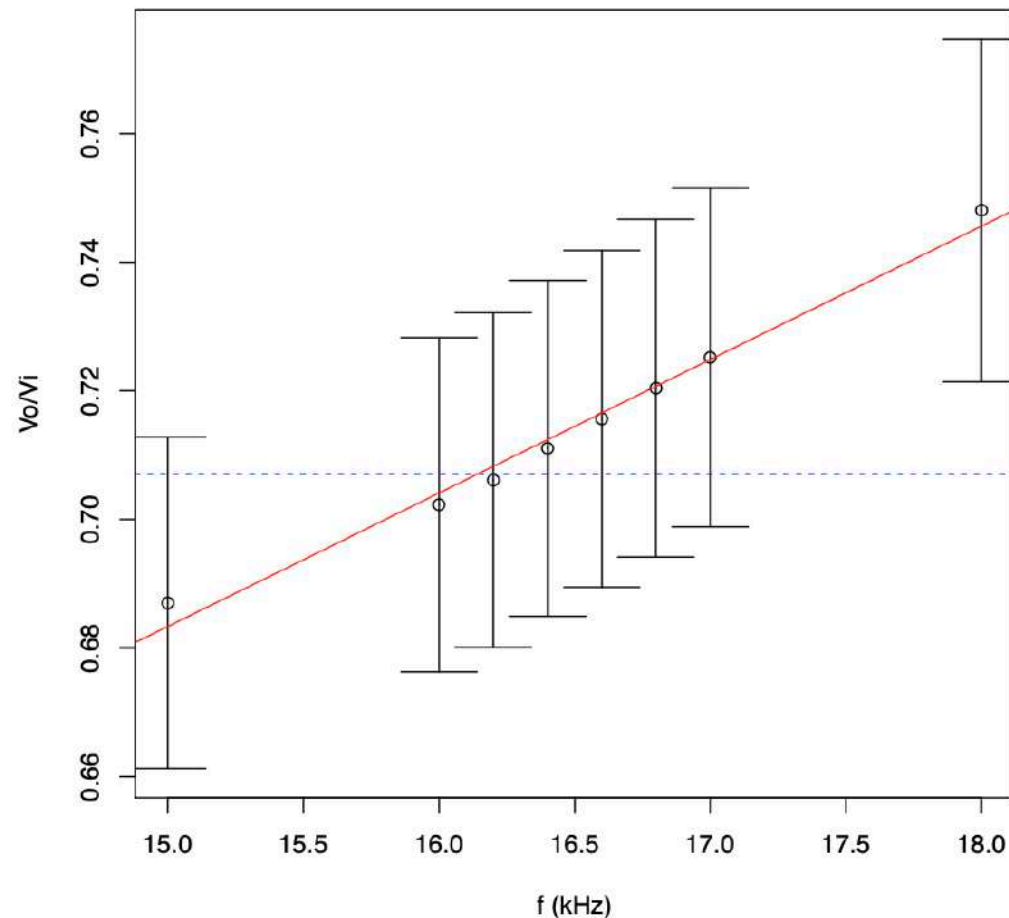
Nella relazione non   spiegato come si   ricavata la frequenza di taglio dal fit !!!!

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



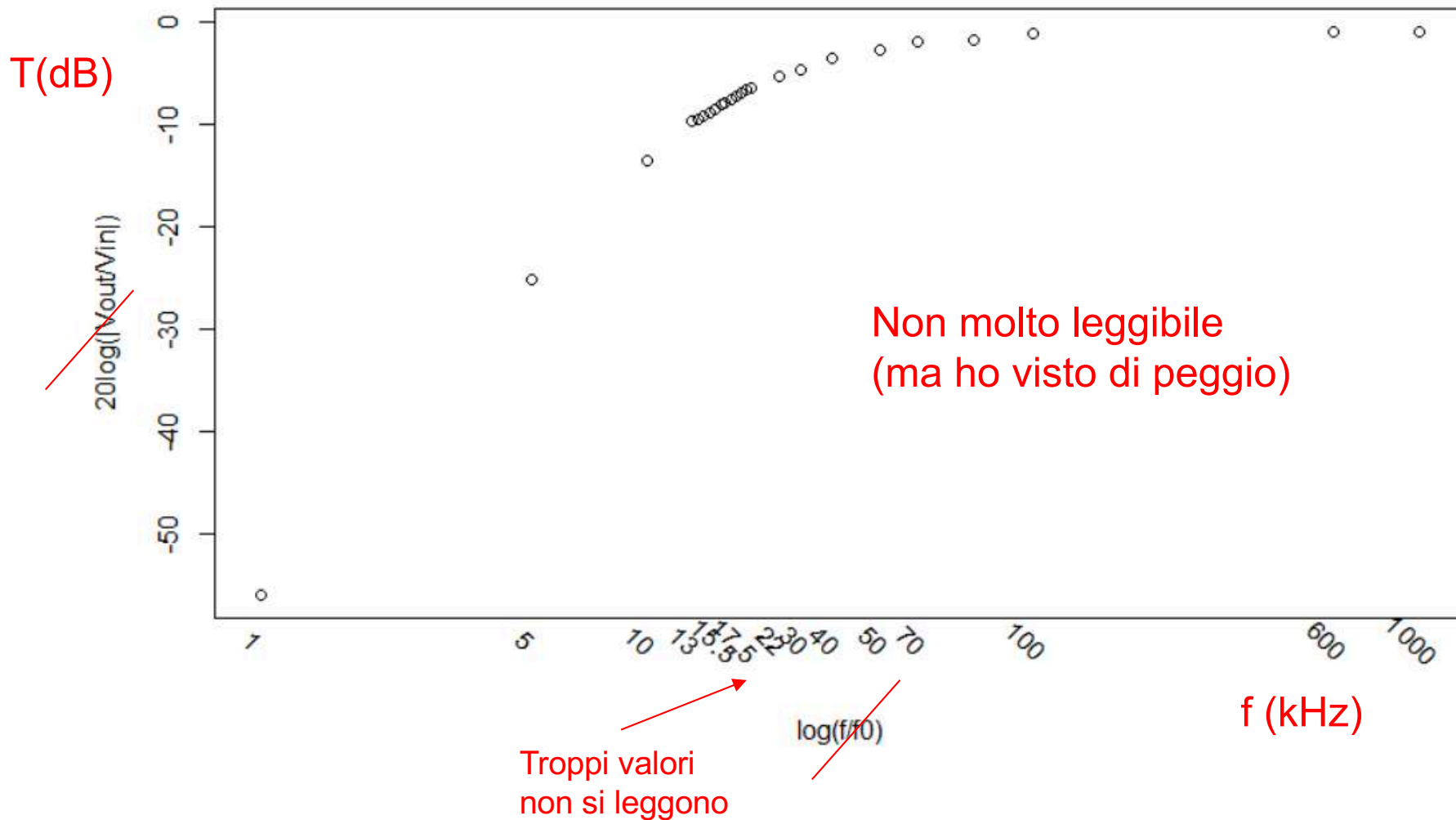
La frequenza di taglio è stata estrapolata da un fit lineare sul grafico 4. Si ricavano i parametri della retta di regressione  $m, q$  e da essi si trova il valore della frequenza per cui la funzione assume il valore  $1/\sqrt{2}$ . Si trova:

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

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

# Diagramma di Bode

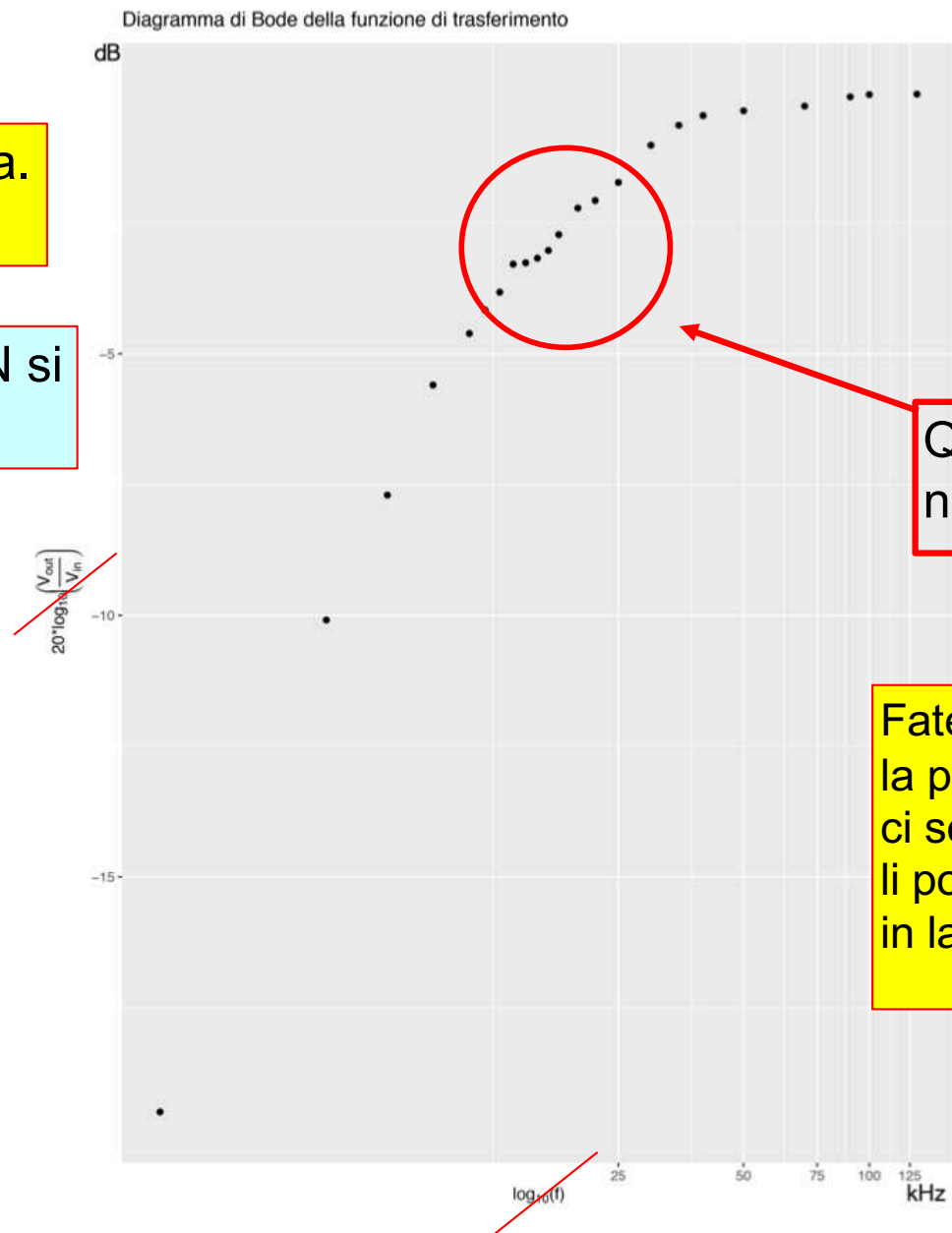
Diagramma di Bode dell'ampiezza della funzione di trasferimento



# Un altro diagramma di Bode

Carta semi-logaritmica.  
Molto bene

Le cifre sugli assi NON si leggono. Più grandi

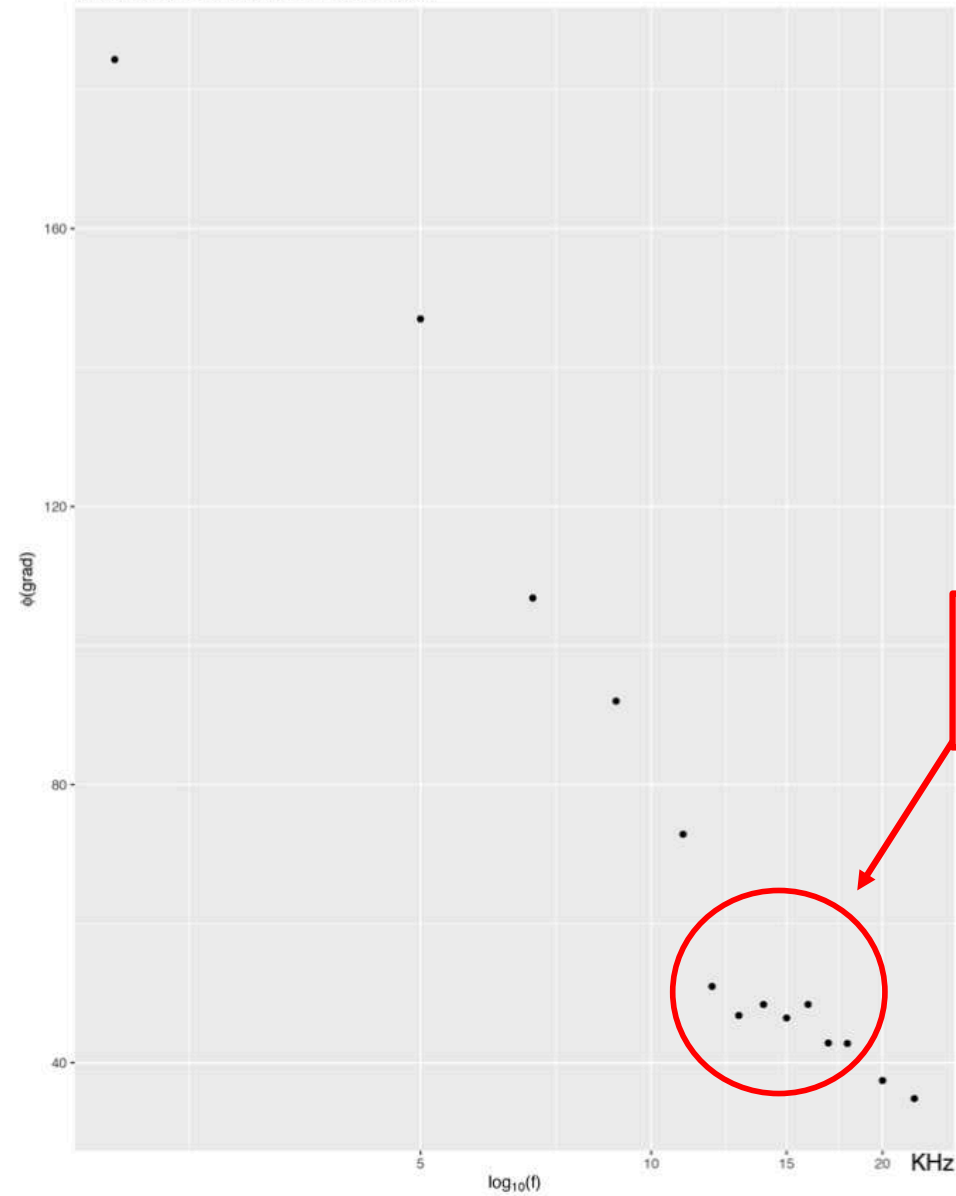


Qualche problema  
nella presa dati

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



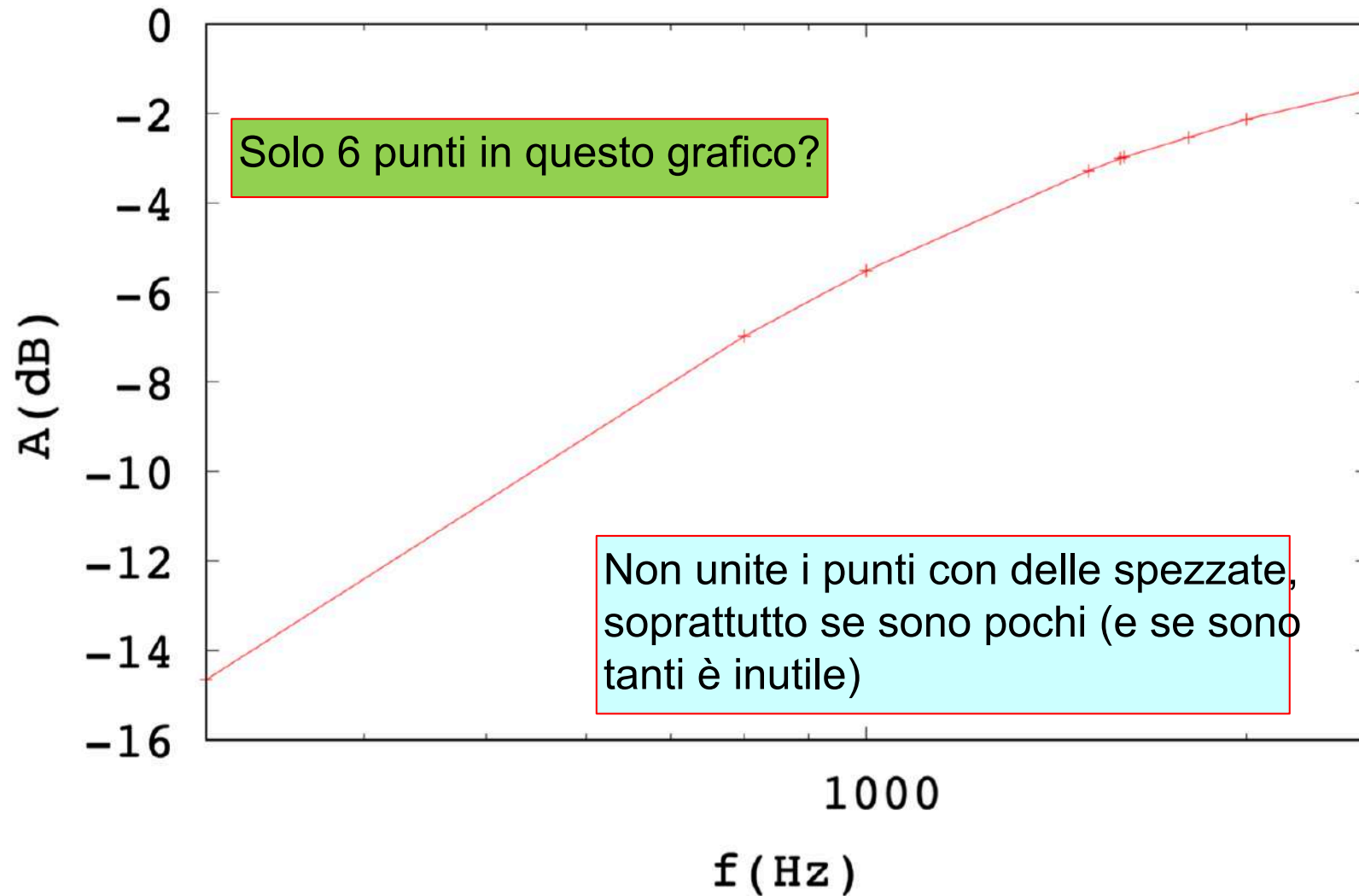
Le cifre sugli assi NON si leggono. Più grandi

Qualche problema nella presa dati

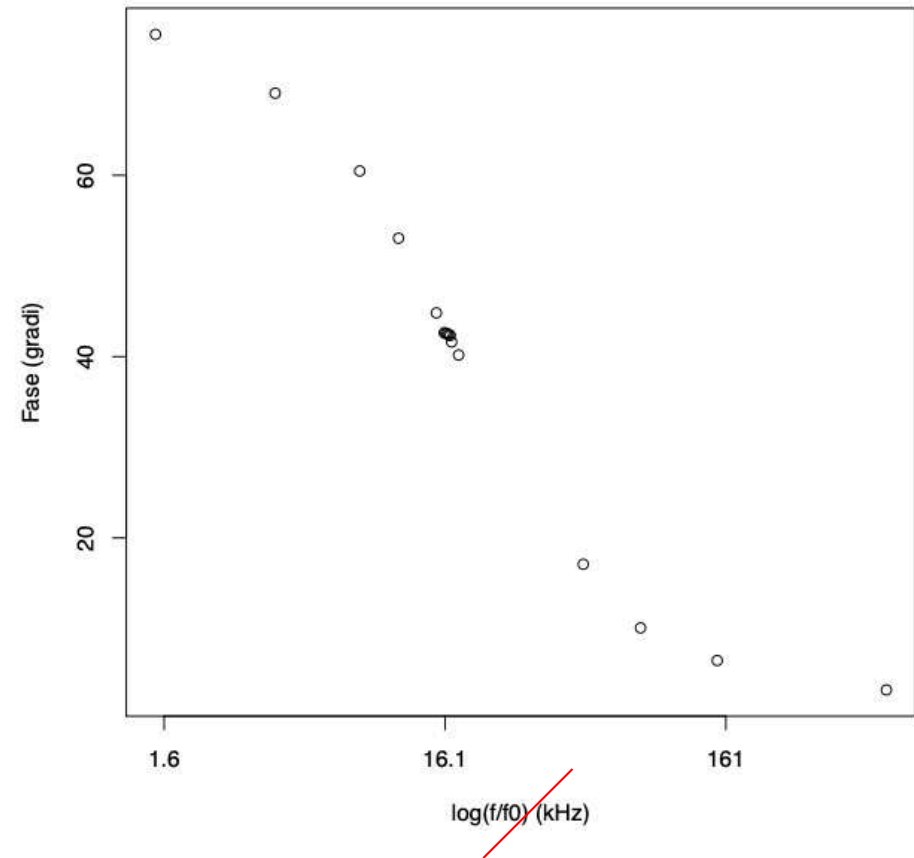
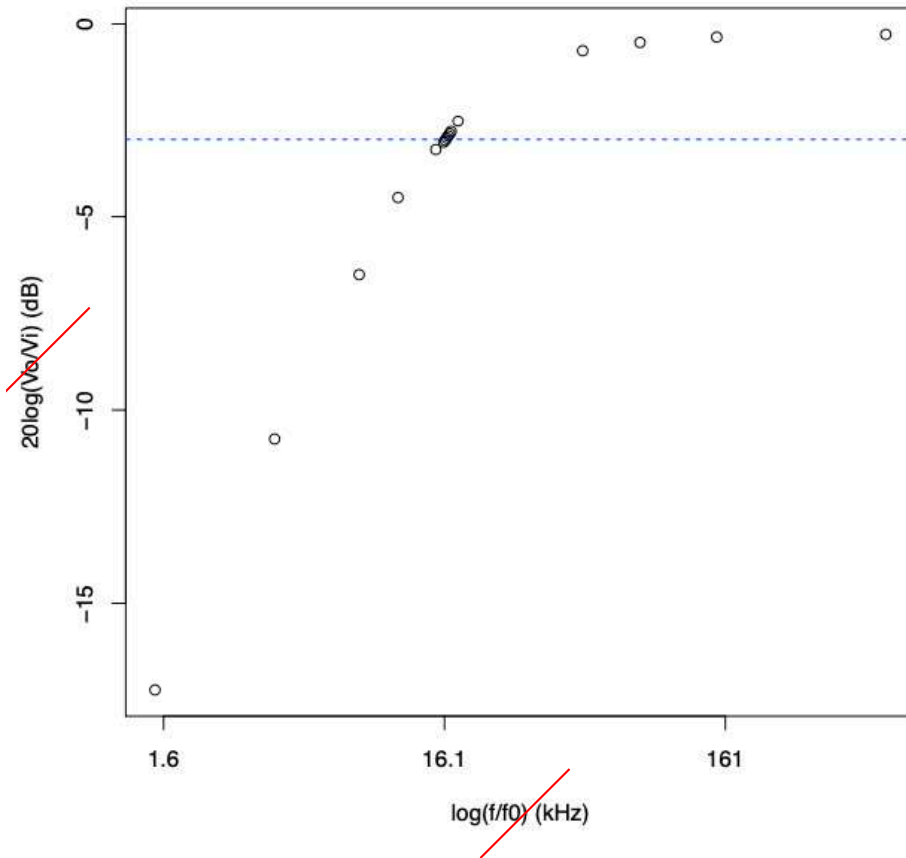
# Diagramma di Bode

ORRORE

Diagramma di Bode: circuito RC passa alto



# Diagramma di Bode



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

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



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

Fine del capitolo