

# Es01B. Misure di tensione, corrente, tempi, frequenza

Gruppo 1G.BS

Riccardo Riolo

Francesco Zazzu

10 ottobre 2019

## Scopo e strumentazione

Lo scopo dell'esercitazione è quello di prendere confidenza con la strumentazione disponibile:

alimentatore;

oscilloscopio;

multimetro digitale;

generatore di funzioni;

breadboard.

## Misure di tensione

**Partitore di tensione.** Si è montato un partitore di tensione con resistenze  $R_1 = 989(8) \Omega$  e  $R_2 = 989(8) \Omega$ . Si è misurata col multimetro digitale la tensione  $V_{\text{out}}$  ai capi di  $R_2$  al variare della tensione  $V_{\text{in}}$  fornita dall'alimentatore. Si riportano i dati in tabella 1.

Il guadagno atteso è  $A = V_{\text{out}}/V_{\text{in}} = 1/(1 + R_1/R_2)$ . Si è effettuato un fit con modello lineare di  $V_{\text{out}}$  in funzione di  $V_{\text{in}}$ . Risulta l'intercetta  $-0.10(4) \text{ mV}$  e il rapporto  $R_1/R_2 = 0.998(1)$ . Si riporta il grafico del fit in figura 1.

Il rapporto tra le resistenze stimato è compatibile con quello atteso pari a  $1.00(1)$ .

**Resistenza di ingresso del multimetro.** Si è ripetuta l'analisi con resistenze  $R_1 = 4.96(5) \text{ M}\Omega$  e  $R_2 = 4.89(5) \text{ M}\Omega$ . Le resistenze in analisi sono ora confrontabili con la resistenza interna del multimetro  $R_{\text{tester}}$  che si deve quindi considerare nel modello in parallelo al tester. Il rapporto misurato è ora  $R_1/R'_2$  con  $R'_2 = 1/(1/R_2 + 1/R_{\text{tester}})$ .

Dal fit risulta un'intercetta  $0.02(7) \text{ mV}$  e  $R_1/R'_2 = 1.50(3)$ . L'intercetta è compatibile con lo zero e la resistenza interna del multimetro è circa  $R_{\text{tester}} = 10(1) \text{ M}\Omega$ . I dati sono riportati in tabella 2 e il fit in figura 1.

È utile notare che nel primo caso la sensibilità strumentale non permette di apprezzare la non idealità dello strumento essendo la resistenza del ramo ai cui capi si misura  $V_{\text{out}}$  di 4 ordini di grandezza inferiore.

## Uso dell'oscilloscopio

**Misure di tensione.** Si sono misurate le tensioni sullo stesso circuito del paragrafo precedente con l'oscilloscopio. Si è adoperata la funzione di misura interna della media del segnale. Si riportano i dati in tabella 3.

$V_{in}$ (V)	$V_{out}$ (V)
$2.2(1) \times 10^{-3}$	$1.0(1) \times 10^{-3}$
1.167(6)	0.582(3)
2.28(2)	1.145(6)
3.21(2)	1.611(8)
4.28(2)	2.14(1)
5.16(3)	2.58(2)
6.28(3)	3.14(2)
7.28(4)	3.64(2)
8.26(4)	4.13(2)
9.05(5)	4.53(2)
10.07(5)	5.04(3)

Tabella 1: Misure con multimetro digitale sul partitore di tensione con resistenze da circa 1 k $\Omega$ .

$V_{in}$ (V)	$V_{out}$ (V)
$2.2(1) \times 10^{-3}$	$0.9(1) \times 10^{-3}$
1.318(7)	0.524(3)
2.23(1)	0.889(5)
3.09(2)	1.234(6)
4.26(2)	1.704(9)
5.32(3)	2.11(1)
6.25(3)	2.48(2)
7.33(4)	2.91(2)
8.16(4)	3.28(2)
9.22(5)	3.67(2)
10.32(5)	4.10(2)

Tabella 2: Misure con multimetro digitale sul partitore di tensione con resistenze da circa 5 M $\Omega$ .

**Impedenza di ingresso dell'oscilloscopio.** Si è stimata l'impedenza di ingresso  $R_{osc}$  con la procedura usata per  $R_{tester}$ . Si riporta il grafico del fit in figura 3. Risulta  $R_1/R'_2 = 5.98(6)$ , quindi l'impedenza è  $R_{osc} = 1.00(5)$  M $\Omega$  che risulta quindi in accordo con quella nominale fornita dal costruttore pari a 1 M $\Omega \pm 2\%$  (le misure sono in continua quindi la componente reattiva della impedenza non si evince).

## Misure di frequenza e tempo

Si è misurato l'intervallo temporale di 5 periodi di un segnale sinusoidale impostando il generatore di funzioni a diverse frequenze. La misura è stata effettuata con l'utilizzo dei cursori dell'oscilloscopio. Si è stimata la frequenza di lavoro dal periodo per confrontarla con quella del frequenzimetro del trigger. Si riportano i dati in tabella 4.

## Trigger dell'oscilloscopio

Si sono visualizzati sui due canali un segnale sinusoidale e il segnale pulse utilizzato per triggerare l'oscilloscopio. Si include la schermata dei due segnali in figura 4. Si nota che il fronte di salita del pulse corrisponde al massimo del segnale sinusoidale e quello di discesa col minimo.

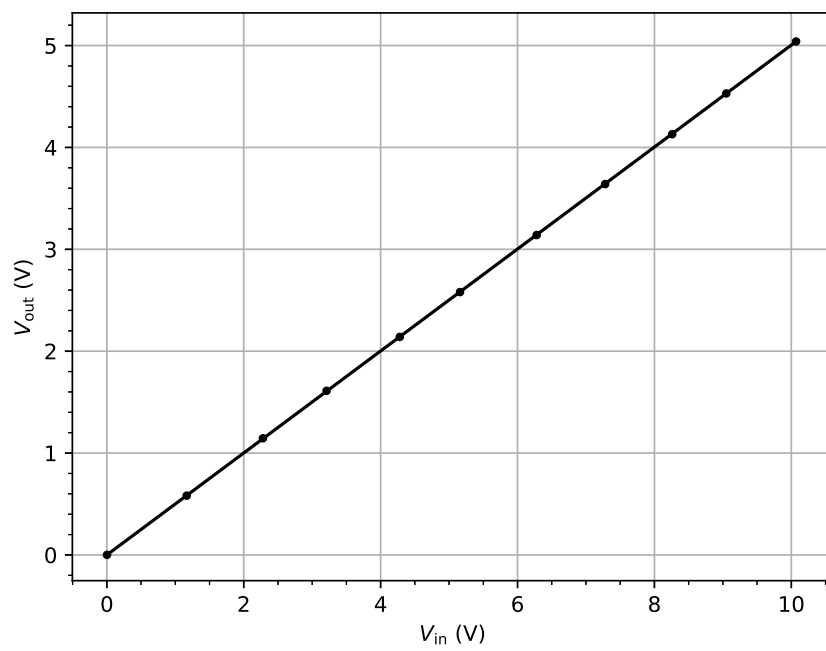


Figura 1: Grafico del fit per il partitore a  $1\text{ k}\Omega$  con multimetro.

## Dichiarazione

I firmatari di questa relazione dichiarano che il contenuto della relazione è originale, con misure effettuate dai membri del gruppo, e che tutti i firmatari hanno contribuito alla elaborazione della relazione stessa.

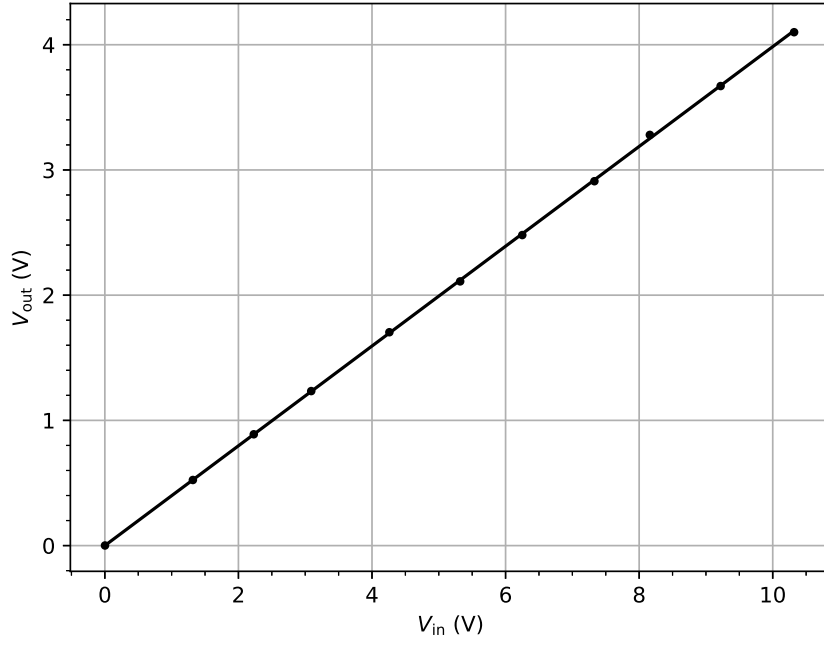


Figura 2: Grafico del fit per il partitore a  $5\text{ M}\Omega$  con multimetro.

$V_{\text{in}}$ (V)	$V_{\text{out}}$ (V)
0.128(4)	0.0200(6)
1.36(4)	0.195(6)
2.34(7)	0.33(1)
3.2(1)	0.46(1)
4.3(1)	0.62(2)
5.4(2)	0.77(2)
6.4(2)	0.91(3)
7.4(2)	1.06(3)
8.4(3)	1.19(4)
9.5(3)	1.34(4)
10.5(3)	1.51(5)

Tabella 3: Misure con oscilloscopio sul partitore di tensione con resistenze da circa  $5\text{ M}\Omega$ .

$5T$ (ms)	$f$ (kHz)	$f_{\text{trigger}}$ (kHz)
4.62(3)	1.082(7)	1.083 77(5)
$4.64(3) \times 10^{-1}$	$1.077(7) \times 10^1$	$1.077\,37(5) \times 10^1$
$4.60(3) \times 10^{-2}$	$1.086(7) \times 10^2$	$1.088\,59(5) \times 10^2$
$4.60(3) \times 10^{-3}$	$1.086(7) \times 10^3$	$1.088\,37(5) \times 10^3$

Tabella 4: Misure con oscilloscopio dei periodi di un segnale sinusoidale.

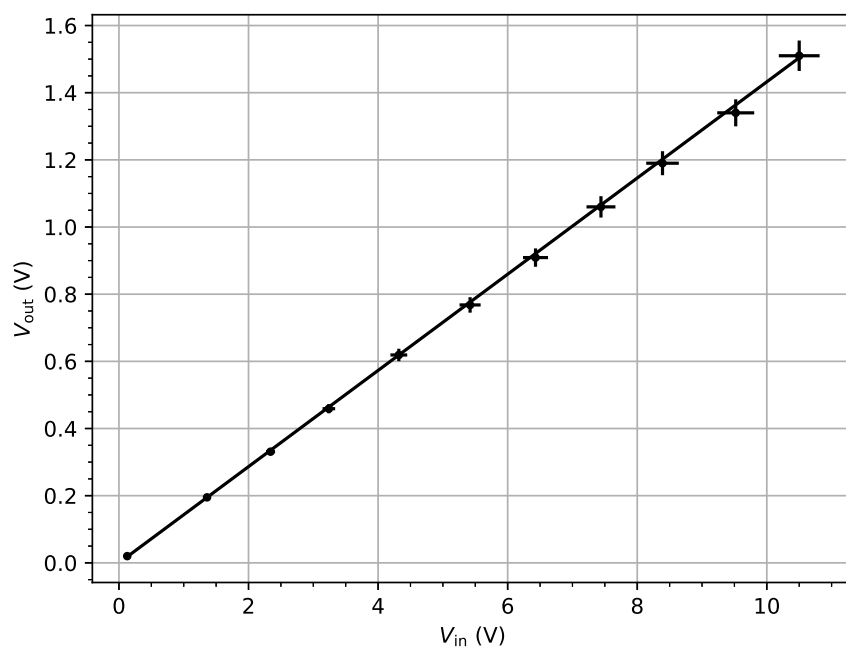


Figura 3: Grafico del fit per il partitore a 5 M $\Omega$  con oscilloscopio.

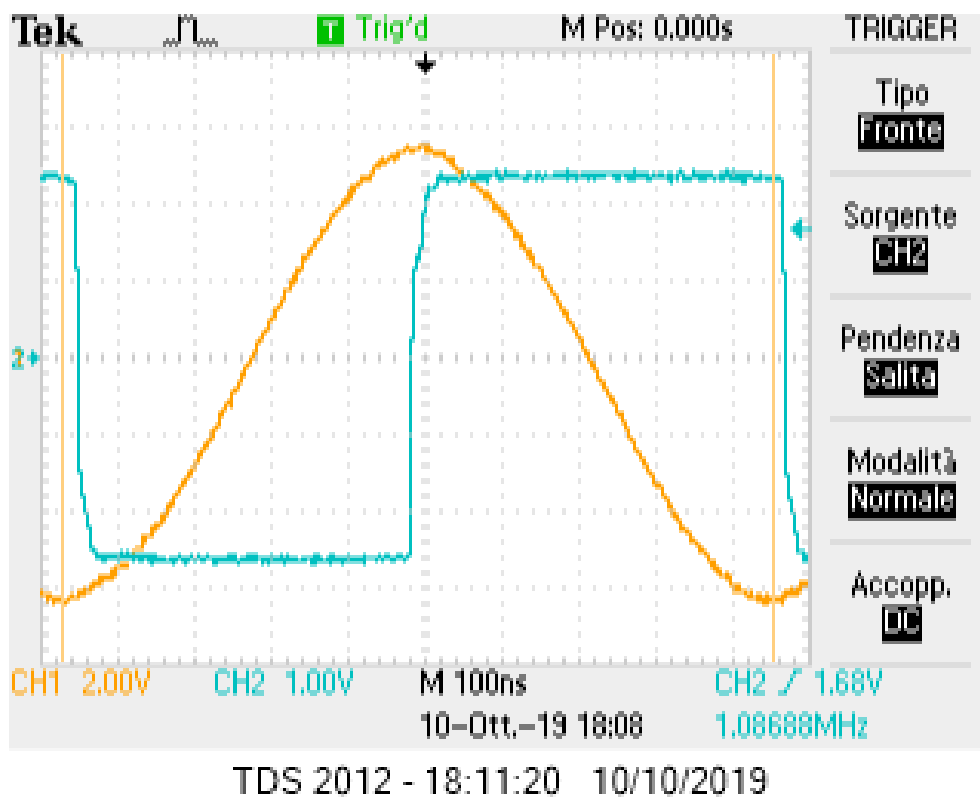


Figura 4: Schermata dell'oscilloscopio.

## Indice dei commenti

---

- 1.1 4.5
- 1.2 Qual è il valore atteso di A?
- 1.3 Avete utilizzato l'intercetta ed il rapporto  $R1/R2$  come parametri di fit? Ed avete ottenuto  $R1/R2$  al permille? Questo implica un'incertezza su  $V_{out}/V_{in}$  del mezzo permille, che mi sembra ottimistica dagli errori relativi mostrati in tabella 1.
- 1.4 errore sovrastimato, a me torna  
(10.2+-0.07) MOhm