

Esperienza n. 7 Partitore di tensione in cc: dipendenza del rapporto di partizione dal carico.

Un **partitore o divisore di tensione** è un **trasduttore di grandezze elettriche**.

Il trasduttore trasforma una grandezza elettrica in ingresso in una elettrica in uscita

Per il partitore di tensione le grandezze sono tensioni in ingresso ed in uscita.

Il partitore trova impiego per esempio per prelevare una parte di una tensione troppo elevata da applicare direttamente ad uno strumento ovvero per ripartire una tensione in 2 o più parti

Il trasduttore in condizioni prefissate di regime stabilisce una relazione tra le grandezze di ingresso e di uscita. Nella maggior parte dei casi si ricorre a **trasduttori lineari**. La relazione di linearità consente di definire il **fattore di conversione del trasduttore** (nel caso del partitore k è il rapporto di partizione k : $X_2 = k X_1$ ($X_1(X_2)$ = grandezza in **ingresso** (uscita) sebbene lo stesso fattore di conversione sia soggetto ad errore

Tuttavia il rapporto tra la grandezza in entrata e quella in uscita dipende dalla **resistenza di carico per il partitore in c.c.** (si parlerà di impedenza in alternata).

In generale per i trasduttori destinati a funzionare con carico variabile si può stabilire una regione di funzionamento in cui l'effetto delle variazioni del carico è trascurabile e la relazione di linearità è valida

Esperienza n. 7 Partitore di tensione in cc: dipendenza del rapporto di partizione dal carico.

Il partitore è il primo esempio di **quadrupolo** che investigheremo in laboratorio. Il quadrupolo è spesso indicato come un elemento di circuito accessibile mediante 2 coppie di terminali AB, CD rispettivamente di ingresso ed uscita.

Si realizzerà durante l'esperienza un partitore di tensione atto a prelevare una frazione della tensione di alimentazione

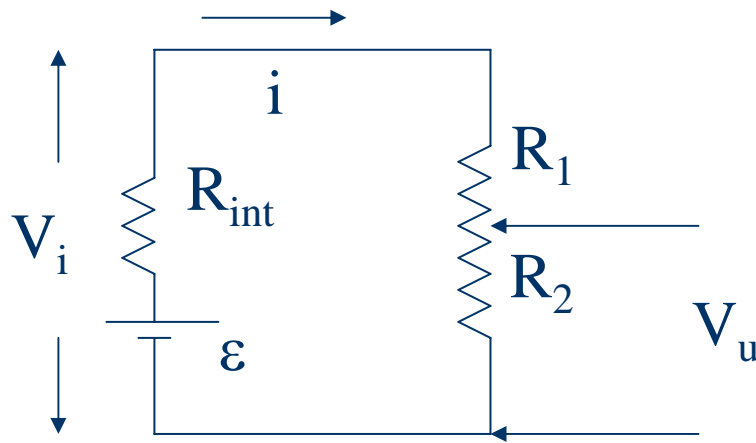


Il circuito è alimentato da un generatore di fem che idealmente fornisce una tensione costante in uscita. Tuttavia i generatori di fem reali sono dotati di una **resistenza interna non nulla** ($R_{int} \sim 1\Omega$) e che può non essere ohmica e dipendere dal valore di tensione in cui l'alimentatore opera.

Nel caso in cui le resistenze di carico del circuito alimentato dal generatore sono molto maggiori della resistenza interna del generatore essa produce effetti trascurabili, al contrario di ciò che accade quando il carico è comparabile rispetto alla resistenza interna del generatore. Per eliminare questa dipendenza da R_{int} si misureranno V_i e V_u e se ne farà il rapporto.

Esperienza n. 7 Partitore di tensione in cc: dipendenza del rapporto di partizione dal carico.

Partitore in CC a circuito aperto ($R_{\text{carico}} = \infty$)



$$R_1 + R_2 = R_T \text{ e } R_{\text{int}} \ll R_T$$

$$V_u = R_2 i = R_2 / (R_1 + R_2) V_i = R_2 / R_T * V_i$$

Il rapporto di partizione è

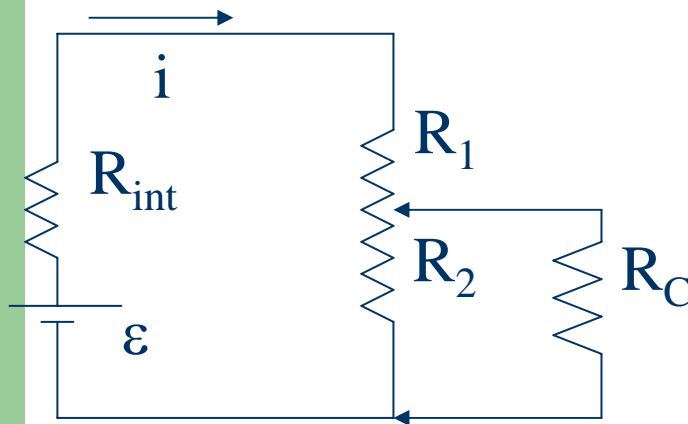
$$A = V_u / V_i = R_2 / R_T \propto R_2$$

A è lineare rispetto a R_2

N.B. misuriamo V_i e $V_i \sim \varepsilon$ se R_{int} trascurabile

Esperienza n. 7 Partitore di tensione in cc: dipendenza del rapporto di partizione dal carico.

Partitore in CC con carico R_C



$$R_{//} = R_C R_2 / (R_C + R_2)$$

$$V_u = R_{//} i = R_{//} \varepsilon / R'_T$$

dove $R'_T = R_1 + R_{//}$

se $R_{int} \ll R'_T \Rightarrow V_u / \varepsilon = R_{//} / R'_T$

$$R'_T = R_1 + R_{//} = R_1 + R_C R_2 / (R_C + R_2)$$

$$R'_T = (R_1 R_C + R_1 R_2 + R_C R_2) / (R_C + R_2)$$

$$A = V_u / \varepsilon = R_C R_2 / (R_C + R_2) * (R_C + R_2) / (R_1 R_C + R_1 R_2 + R_C R_2)$$

$$A = R_2 / (R_1 + R_2 + R_1 R_2 / R_C) = R_2 / (R_T + R_2 (R_T - R_2) / R_C)$$

$\Rightarrow A$ non è lineare rispetto a R_2 quando si applica un carico R_C ovvero il rapporto di partizione non dipende linearmente da R_2 e dipende inoltre da R_C

Tuttavia se $R_C \gg R_T$ (max valore che R_2 può assumere cosicché

$$1/R_{//} = 1/R_2 + 1/R_C \sim 1/R_2) \Rightarrow A = R_2 / R_T \propto R_2$$

ovvero ricadiamo nel caso precedente in cui il circuito è aperto

Esperienza n. 7 Partitore di tensione in cc: dipendenza del rapporto di partizione dal carico.

Strumentazione per realizzare il partitore di tensione

- Generatore di fem in continua
- Resistenze di carico da $100\ \Omega$, $470\ \Omega$, $1\text{M}\Omega$
- Potenziometro dotato di manopola da $1\ \text{k}\Omega$
- multimetro digitale

Potenzimetro: sistema in grado di modificare una resistenza. Si basa generalmente su un sistema meccanico rotativo (potenziometro a manopola) oppure scorrevole (potenziometro a slitta)

I potenziometri forniscono tra i loro terminali una resistenza elettrica il cui valore è determinato dalla posizione della manopola o del cursore

Il potenziometro dotato di 3 boccole (il reostato ne ha solo 2): 2 boccole corrispondono alla estremità iniziale e finale dell'elemento resistivo (cavetti azzurro e nero) e l'altra al cursore (rosso).

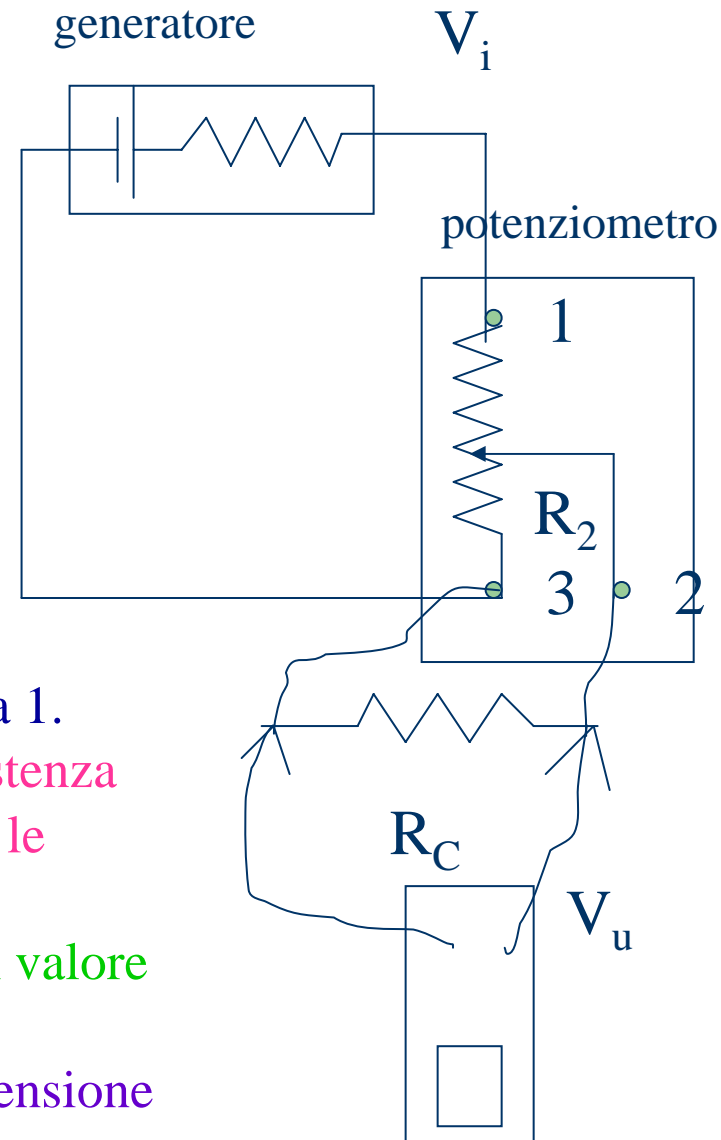
Il potenziometro multigiro utilizzato è da $1\ \text{k}\Omega$ con tolleranza del 5%.

È dotato di manopola per facilitarne la lettura con precisione determinabile dalla scala su di essa.

Esperienza n. 7 Partitore di tensione in cc: dipendenza del rapporto di partizione dal carico.

In pratica:

- Misurare la resistenza del partitore in corrispondenza di ogni giro da 10 – 1 indicato sulla manopola con il tester in modalità di ohmetro calcolando l'errore corrispondente determinato dalla **lettura che si effettua**
- Se non si misura con l'ohmetro il valore di R si consideri come errore quello nominale del potenziometro in quadratura con quello sulla lettura del numero di giri. Il **cavo rosso del potenziometro individua il cursore 2**, il **nero** va messo a massa 3, l'**azzurro** corrisponde a 1.
- Realizzare il circuito in figura inserendo la resistenza di carico $R_C = 1\text{ M}\Omega$ che verrà poi sostituita con le altre a disposizione ($100\ \Omega$ e $470\ \Omega$)
- Alimentare il circuito con $\sim 5\text{ V}$ verificandone il valore col tester
- Misurare col tester in modalità di voltmetro la tensione ai capi del carico



Esperienza n. 7 Partitore di tensione in cc: dipendenza del rapporto di partizione dal carico.

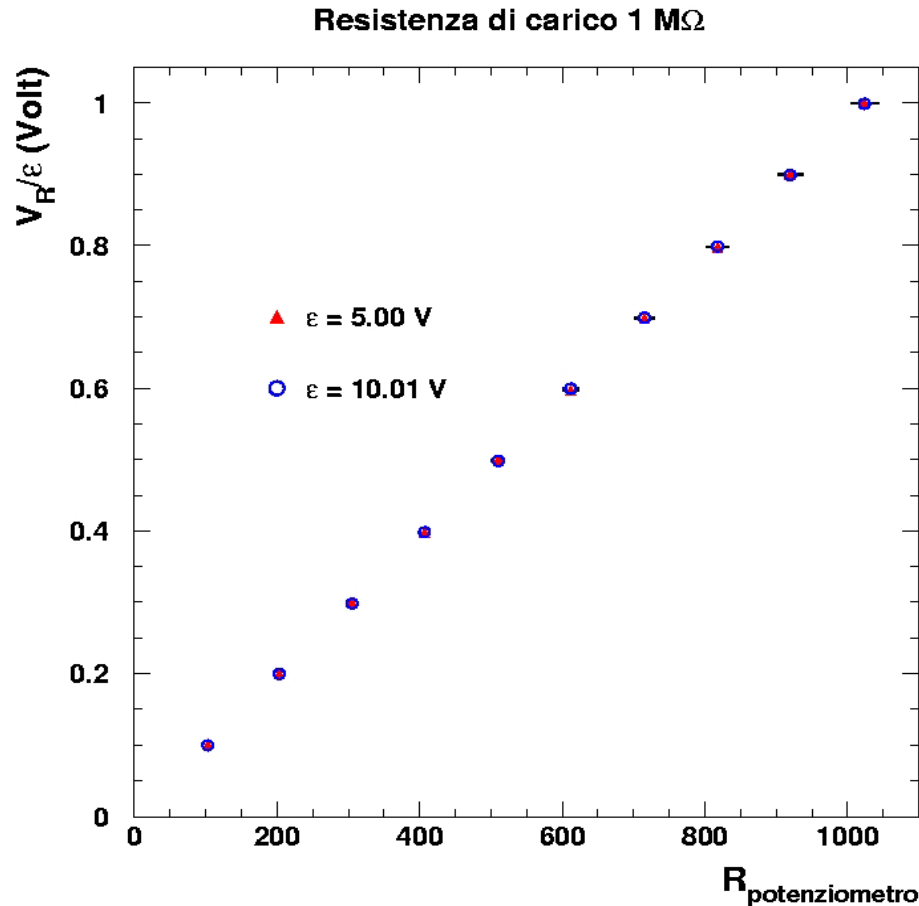
Durante l'esperienza si varierà la resistenza del potenziometro in corrispondenza dei 10 giri che si possono effettuare preferibilmente partendo sempre dal valore massimo di resistenza (1 k Ω) fino al valore minimo utilizzabile nel circuito di 100 Ω per motivi di sicurezza (per valori di $R_C < 100 \Omega$ la corrente che circola nel circuito è piuttosto elevata, evitare di toccare il circuito soprattutto mettendo 2 dita tra 2 punti in cui scorre la corrente!)

Tabella dei dati

$V_i = 5 \text{ V}$	$R_C = 100\Omega, 470\Omega, 1M\Omega$	
$R_2 (\Omega) \pm \sigma(R_2)$	$V_u (\text{Volt}) \pm \sigma(\text{V})$	$k = V_u / \varepsilon \pm \sigma_k$

Si osserva che la corrente assorbita dal voltmetro è trascurabile sia per $R_C = 1 \text{ M}\Omega \gg R_2$ (del potenziometro) poiché $R_{//} = R_C R_2 / (R_C + R_2) \sim R_2 \ll R_{\text{int voltmetro}} = 10 \text{ M}\Omega$, che per $R_C = 100 \Omega$ per cui $R_{//} \sim R_C \ll R_{\text{int}}$

Esperienza n. 7 Partitore di tensione in cc: dipendenza del rapporto di partizione dal carico.



Per $R_C = 1 \text{ M}\Omega$ il trasduttore è in regime lineare

Il rapporto di partizione non dipende dalla tensione di alimentazione

Il fit lineare fornisce

$$\chi^2/\text{dof} = 0.8/10$$

$$e y = A x + B$$

$$A = 0.979 \cdot 10^{-3} \pm 0.772 \cdot 10^{-6}$$

$$B = -0.578 \cdot 10^{-3} \pm 0.174 \cdot 10^{-6}$$

Quindi $B \sim 0$ e $R_T = 1/A = 1020.9 \pm 0.8 \Omega$

La resistenza totale (10 giri) del potenziometro misurata con l'ohmetro analogico è $1024 \pm 21.5 \Omega$

Esperienza n. 7 Partitore di tensione in cc: dipendenza del rapporto di partizione dal carico.

Per carichi inferiori viene meno la linearità del rapporto di partizione con la resistenza del potenziometro

Si osservi che le curve non dipendono dal valore di V_i (che nell'esperienza sarà fissato a 5Ω); solo in presenza di carichi molto piccoli (che non useremo, per es. $R_C = 10 \Omega$) si osserverebbe una dipendenza da V_i quando $R_{\text{potenziometro}} = 1 \text{ k}\Omega$ (tutta la corrente va nel carico) dovuta al fatto che R_{int} non è trascurabile rispetto a R_C e che R_{int} del generatore può variare al variare della tensione di alimentazione

