

TITOLO :

Verifica sperimentale dell'azione regolatrice di un reostato inserito in parallelo (regolazione di tensione) (metodo potenziometrico o anche detto "pila ridotta").

Prerequisiti : scelta, conoscenza ed uso di reostati e di un voltmetro.

Obiettivi :

al termine dell'unità didattica l'allievo deve :

- aver compreso le caratteristiche del metodo di regolazione della tensione in un circuito tramite un reostato in parallelo
- saper scegliere opportunamente il valore della R_0 in modo da ottenere una caratteristica di regolazione sufficientemente lineare
- aver compreso le differenze tra le diverse caratteristiche di regolazione che si ottengono in funzione del rapporto R_0/R_c

Supporti didattici :

Lavagna classica o lavagna luminosa per l'eventuale proiezione di lucidi o un PC con proiettore per uso di software di presentazione, strumentazione per la realizzazione del circuito.

Se disponibili, uso di un programma di videoscrittura, di un programma di calcolo e di un CAD per la stesura della relazione scritta da parte degli allievi.

Tipo di lezione :

Lezione frontale e successiva verifica sperimentale pratica.

Verifiche : Esecuzione pratica della prova e stesura di una relazione sulla stessa.

Modalità di valutazione :

Valutazione della destrezza (manualità) dell'allievo nella conduzione pratica della prova.

Correzione elaborato scritto (relazione sulla prova) dell'allievo, finalizzata soprattutto a verificare la comprensione degli aspetti riguardanti gli obiettivi dell'unità didattica.

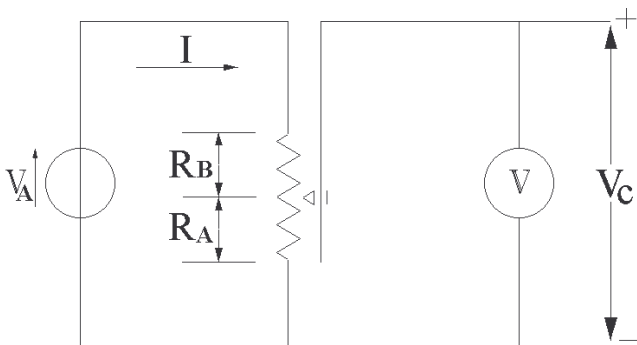
Contenuto :

Figura 1

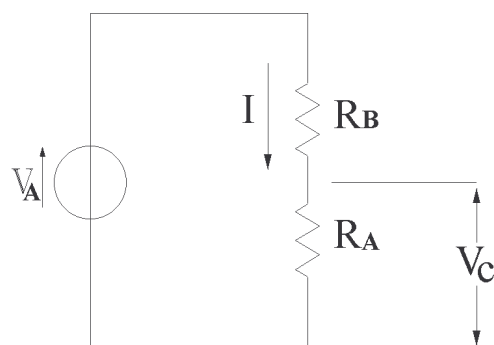


Figura 2

Dato il circuito di fig. 1 in cui R_0 è il reostato di regolazione, R_C la resistenza di carico, V_A il valore della tensione di alimentazione e definendo un moltiplicatore α della R_0 di valore $0 \leq \alpha \leq 1$ che indichi la percentuale di R_0 inserita : $R_A = \alpha * R_0$

Ritenendo che il voltmetro abbia resistenza interna sufficientemente elevata da poter considerare nulla o quantomeno trascurabile la I_V che esso assorbe e ponendo :

$$R_A + R_B = R_0 \quad \alpha = R_A / R_0 \quad R_B = R_0 * (1 - \alpha) \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

la corrente I che circola nel circuito (fig. 2) sarà data da :

$$I = \frac{V_A}{R_0} \quad \text{quindi possiamo scrivere che} \quad V_C = R_A * I = R_A \frac{V_A}{R_0}$$

$$\text{ed ancora : } V_C = \frac{R_A}{R_0} V_A = \alpha V_A \quad \frac{V_C}{V_A} = \frac{R_A}{R_0}$$

dalla quale possiamo dire che, in assenza di carico, la tensione V_C è direttamente proporzionale ad α (percentuale di R_0 inserita) e varia linearmente dal valore 0 (per $\alpha=0$) al valore V_A (per $\alpha=1$)

Andamento della tensione in assenza di carico

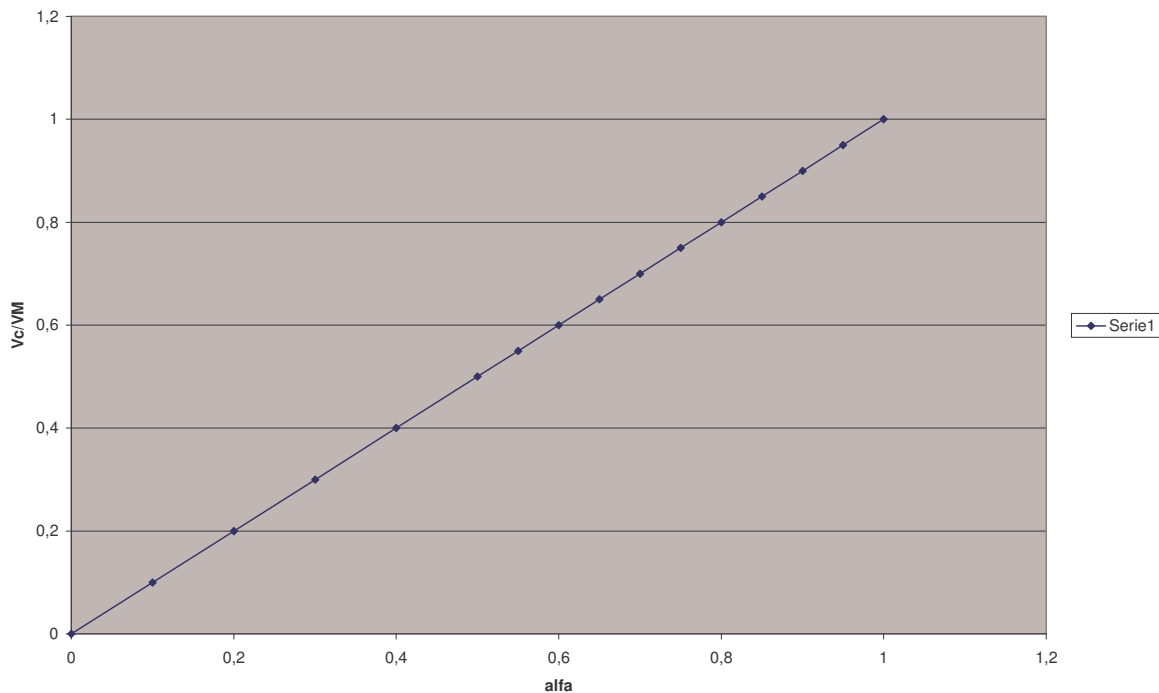


Figura 3

Questo metodo permette quindi di regolare con continuità, da 0 ad un valore V_{MAX} (che dovrebbe coincidere con V_A), la V_C e di conseguenza la I sul carico, cosa che non si riusciva a fare con un reostato in serie.

Collegando ai morsetti di uscita un utilizzatore, bisognerà tenere conto del parallelo tra R_A ed R_C per calcolare la V_C :

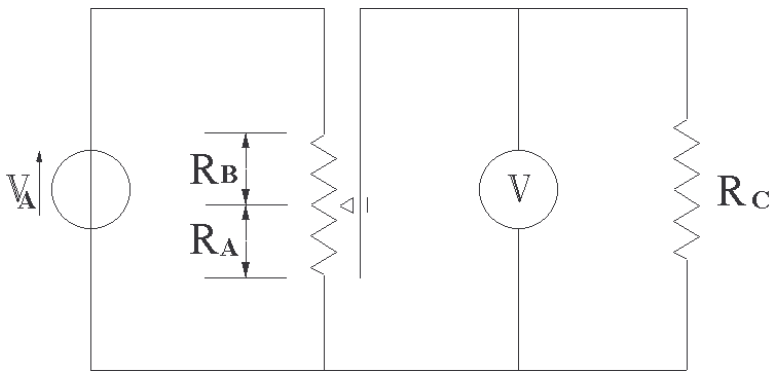


Figura 4

ponendo come prima : $R_A + R_B = R_0$ $\frac{R_A}{R_0} = \alpha$ $R_B = R_0 * (1 - \alpha)$ $0 \leq \alpha \leq 1$

ritenendo nulla o trascurabile la I_V assorbita dal voltmetro si ha :

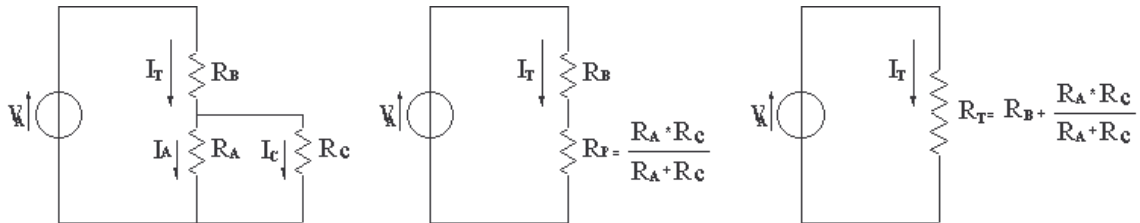


Figura 5

e quindi : $V_C = R_P * I_T = \frac{R_A * R_C}{R_A + R_C} * I_T$ e $V_A = R_T * I_T = \left(R_B + \frac{R_A * R_C}{R_A + R_C} \right) * I_T$

$$\frac{V_C}{V_A} = \frac{\frac{R_A * R_C}{R_A + R_C} * I_T}{\left(R_B + \frac{R_A * R_C}{R_A + R_C} \right) * I_T} = \frac{\frac{R_A * R_C}{R_A + R_C}}{\frac{R_B * (R_A + R_C) + (R_A * R_C)}{R_A + R_C}} = \frac{R_A * R_C}{R_B R_A + R_B R_C + R_A R_C} =$$

$$= \frac{R_A * R_C}{R_B R_A + (R_A + R_B) * R_C} = \frac{R_A * R_C}{R_B R_A + R_0 * R_C} = \frac{R_A}{\frac{R_B R_A}{R_C} + R_0} = \frac{1}{\frac{R_B}{R_C} + \frac{R_0}{R_A}} =$$

$$= \frac{1}{\frac{R_0 - \alpha R_0}{R_C} + \frac{1}{\alpha}} = \frac{1}{\frac{R_0}{R_C} - \alpha \frac{R_0}{R_C} + \frac{1}{\alpha}}$$

ponendo : $K = \frac{R_0}{R_C}$

si ottiene infine : $= \frac{1}{K - \alpha K + \frac{1}{\alpha}}$ (1)

dai passaggi precedenti evidenziamo :
$$\frac{R_A}{\frac{R_B R_A}{R_C} + R_0} \quad (2)$$

dalla (2) si può notare che il rapporto V_C/V_A a carico differisce da quello a vuoto soltanto per il termine a denominatore $\frac{R_A * R_B}{R_C}$.

La curva di regolazione a carico sarà simile a quella a vuoto quando quest'ultimo termine avrà valore piccolo e quindi trascurabile. Il che vuol dire che **la curva di regolazione della tensione, tramite un reostato inserito in parallelo, è tanto più lineare quanto più elevato è il valore della resistenza dell'utilizzatore, ovvero quanto più piccolo è il valore di R_0 (resistenza di regolazione) rispetto ad R_C (resistenza del carico).**

Converrà quindi usare una R_0 di valore molto piccolo (circa 1/10 di R_C) compatibilmente con il valore di corrente che può sopportare il reostato e tenendo presente che la potenza assorbita da R_0 varia con il quadrato della corrente e quindi si avranno alte dissipazioni di energia.

D'altra parte su R_0 si ha circolazione di corrente anche quando quest'ultimo è disinserito e sull'utilizzatore non circola corrente.

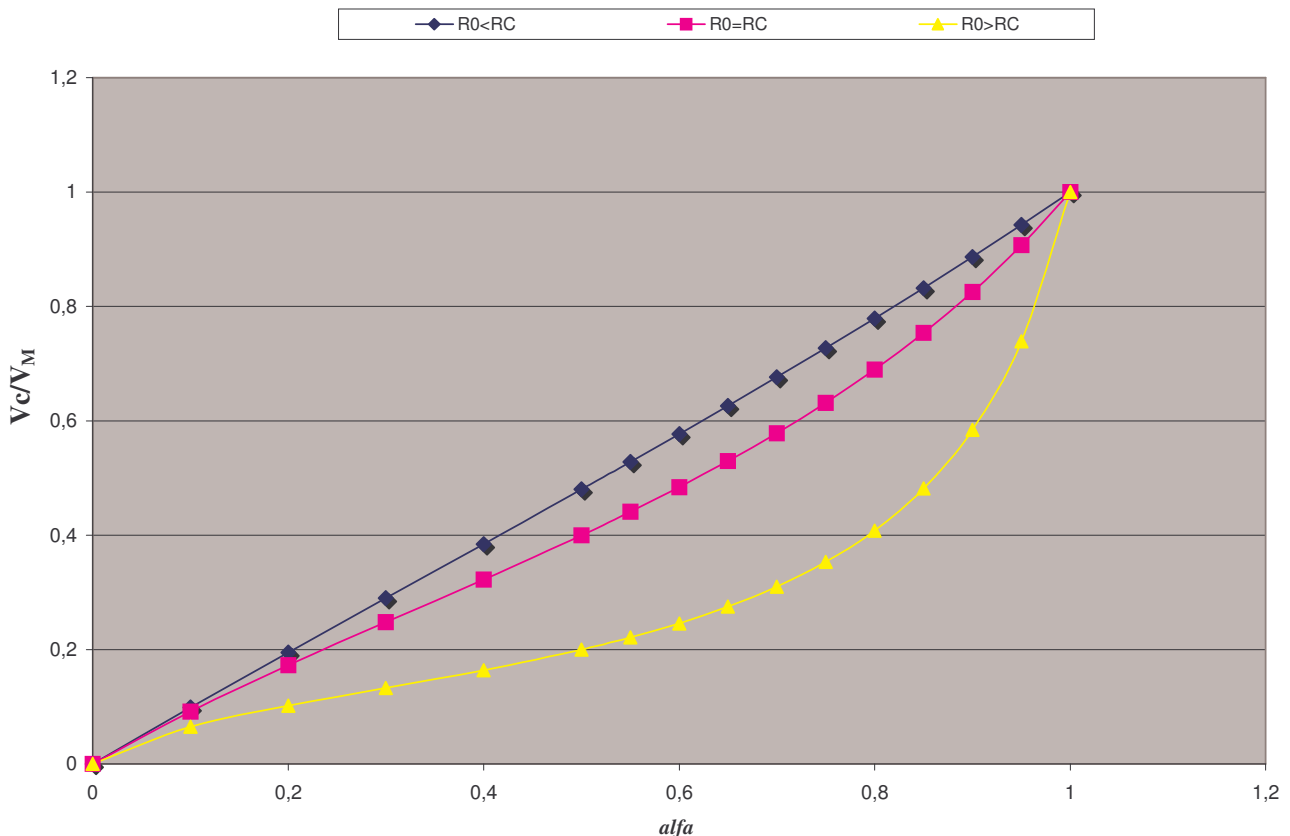
Nello stesso tempo si può affermare che la caratteristica di regolazione si allontana sempre più dall'andamento lineare quanto più è elevato R_0 rispetto R_C .

Per verificare ciò si può ricorrere alla (1) e ricavare i vari punti della curva ai vari valori di α e per un dato valore di R_0/R_C .

A parità di α il valore della corrente dipenderà quindi dal rapporto R_0/R_C , in funzione di questo si avranno quindi delle curve di regolazione con un andamento diverso.

Si verificano sperimentalmente le curve per tre casi diversi in cui si ha rispettivamente : $R_0/R_C < 1$, $R_0 = R_C$ ed $R_0 \gg R_C$.

Andamento curve di regolazione della tensione in funzione del rapporto R_0/R_C



Dalla (2) si può ricavare analiticamente l'andamento della curva di regolazione ai vari valori di α e per un dato valore di R_0/R_C .

Sempre dalla (2) si può notare che anche a carico il valore di V_C può essere regolato dal valore zero (per $\alpha=0$) al valore V_A (per $\alpha=1$).

All'atto pratico, per tracciare i grafici, converrà considerare invece di V_A il V_{MAX} che si misura effettivamente ai capi di R_C poiché nella realtà i due valori non coincidono quasi mai.

Anche qui, come per la regolazione di corrente, nel caso $R_0 \gg R_C$ si possono distinguere una zona di bassa sensibilità di regolazione per valori di α fino a $0,6 \div 0,7$, e poi una zona di alta sensibilità in cui converrà fare un maggiore numero di misure.

Per definire bene il grafico nella zona di alta sensibilità occorrerà definire un numero di punti maggiore che non per l'altra.

Quindi in questo caso si faranno ad es. 15 misure, invece delle dieci che sono sufficienti per gli altri due casi. Di queste quindici misure le ultime dieci saranno concentrate nella zona per $0,5 \leq \alpha \leq 1$ e distanziate fra loro da intervalli di $\alpha = 0,05$.

Richiesta strumenti :

Dati : V_A ed R_C , dovendo studiare la caratteristica di regolazione nei tre diversi casi :

1. $R_0 < R_C$
2. $R_0 \cong R_C$
3. $R_0 \gg R_C$

bisognerà richiedere:

- un voltmetro
- un reostato che realizzi R_C
- tre reostati differenti per i tre diversi casi.

Tipo e classe del voltmetro da richiedere con i criteri già noti, la portata maggiore dovrà essere $\geq V_A$.

Il valore di R_C è dato e la corrente massima che dovrà sopportare sarà .

Per i tre reostati di regolazione si consiglia che:

- per il caso $R_0 < R_C$, che R_0 sia circa 1/10 di R_C .
- per il caso $R_0 \gg R_C$ che R_0 sia almeno tre o quattro volte R_C .

La corrente che dovranno sopportare i reostati sarà data dalla somma delle due correnti I_A e I_C (fig. 5) poiché il tratto R_B sarà attraversato (nel caso $\alpha=1$) proprio da $I_T=I_A+I_C$.

TABELLA ($R_0 < R_C$)

n°	V_C			α	V_M	V_C/V_M
	K_V	Δ_V	$K_V*\Delta_V$			
1				0	x	0
2				0,1	x	
3				0,2	x	
4				0,3	x	
5				0,4	x	
6				0,5	x	
7				0,6	x	
8				0,7	x	
9				0,8	x	
10				0,9	x	
11				1		1

TABELLA ($R_0 = R_C$)

n°	V_C			α	V_M	V_C/V_M
	K_V	Δ_V	$K_V*\Delta_V$			
1				0	x	0
2				0,1	x	
3				0,2	x	
4				0,3	x	
5				0,4	x	
6				0,5	x	
7				0,6	x	
8				0,7	x	
9				0,8	x	
10				0,9	x	
11				1		1

TABELLA ($R_0 > R_C$)

n°	V_C			α	V_M	V_C/V_M
	K_V	Δ_V	$K_V*\Delta_V$			
1				0	x	0
2				0,1	x	
3				0,2	x	
4				0,3	x	
5				0,4	x	
6				0,5	x	
7				0,55	x	
8				0,6	x	
9				0,65	x	
10				0,7	x	
11				0,75	x	
12				0,8	x	
13				0,85	x	
14				0,9	x	
15				1		1