

# Gli attenuatori

Scheda Tecnica e Progettazione  
di  
Giacchino Minafò - IW9DQW

Tratto dal sito web  
[WWW.IT9UMH.ALTERVISTA.ORG](http://WWW.IT9UMH.ALTERVISTA.ORG)

Il dispositivo che ha il compito di variare l'intensità dei segnali all'ingresso di un apparato radio o all'uscita di un generatore di segnali viene comunemente detto *attenuatore*.

All'entrata di esso sono presenti di solito tensioni di qualche decimo di Volt, mentre all'uscita occorre che la tensione venga attenuata fino ad ottenere qualche microvolt.

Si rende a volte necessario inserire un'attenuazione considerevole al fine di non sovraccaricare ( o meglio saturare) lo stadio di ingresso di un generico amplificatore.

Gli attenuatori impiegati negli stadi a radiofrequenza necessitano una buona schermatura affinché questi non venga influenzato direttamente dall'oscillatore, il quale a sua volta deve essere pure schermato.

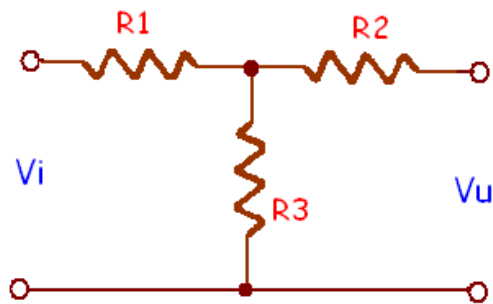
Questi dispositivi non sono altro che dei quadripoli passivi e sono costituiti solitamente da resistori collegati in maniera opportuna. Si possono configurare sia a T che a p-greco.

Si ha inoltre la possibilità di variare il grado di attenuazione realizzando degli attenuatori a potenziometro o a scatti.

Esamineremo adesso le due configurazioni:

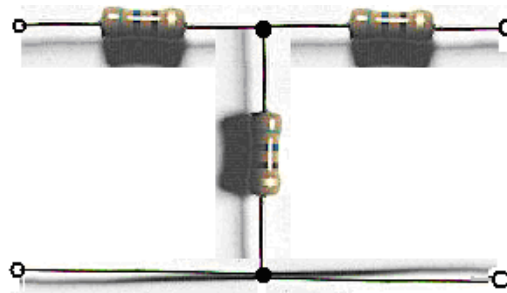
## -Attenuatori a T.

In fig. 1 è riportato lo schema elettrico di un semplice attenuatore a T.



Schema elettrico

Fig. 1



Collegamento a T

Per poter calcolare il valore di R1 e R2 dobbiamo riprendere la formula di calcolo degli attenuatori.

Tratto dal sito web  
[WWW.IT9UMH.ALTERVISTA.ORG](http://WWW.IT9UMH.ALTERVISTA.ORG)

E' indispensabile conoscere l'impedenza d'ingresso e d'uscita del circuito. La relazione è la seguente:

$$R_1 = R_2 = \frac{Z \left( \frac{V_i}{V_u} - 1 \right)}{\left( \frac{V_i}{V_u} + 1 \right)} \quad (1)$$

L'impedenza Z del circuito che deve essere uguale sia all'ingresso che all'uscita.

Mentre per calcolare il valore di R3 si adopera la seguente:

$$R_3 = \frac{Z \left( 2 \frac{V_i}{V_u} \right)}{\left( \frac{V_i}{V_u} \right)^2 - 1} \quad (2)$$

Per procedere nel calcolo dobbiamo conoscere il rapporto  $V_i/V_u$  di cui conosciamo il corrispondente

valore in decibel riferito all'attenuazione. I testi di radiotecnica ci insegnano che l'attenuazione in tensione è uguale a:

$$A_{\text{tt}} = 20 \log_{10} \frac{V_i}{V_u} \quad (3)$$

Se vogliamo, per esempio, realizzare un attenuatore a T che attenni il segnale posto all'ingresso di 6 dB, dobbiamo procedere in questo modo: prendere la (3) e dividere entrambi i termini per 20 cioè

$$\frac{6}{20} = \log_{10} \frac{V_i}{V_u} \quad \text{da cui si ha:}$$

$$\frac{V_i}{V_u} = 10^{0,3} = 1,99$$

Essendo noto il rapporto  $V_i/V_u$  non resta che sostituire i valori nella (1).

$$R_1 = R_2 = \frac{50(1,99-1)}{1,99+1} = 16,6 \text{ Ohm}$$

Tratto dal sito web  
[WWW.IT9UMH.ALTERVISTA.ORG](http://WWW.IT9UMH.ALTERVISTA.ORG)

Per calcolare il valore di R3 basta sostituire i termini noti nella (2):

$$R_3 = \frac{50 \cdot 2 \cdot 1,99}{(1,99)^2 - 1} = 66,3 \text{ Ohm}$$

## -Attenuatori a p-greco.

In fig. 2 è riportato lo schema elettrico di un semplice attenuatore a p-greco.

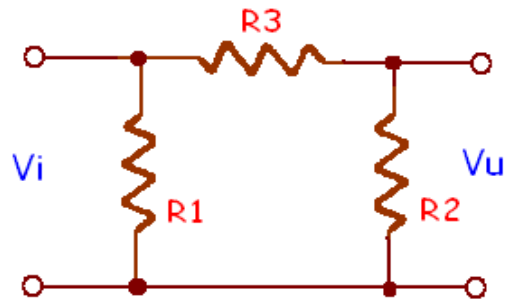
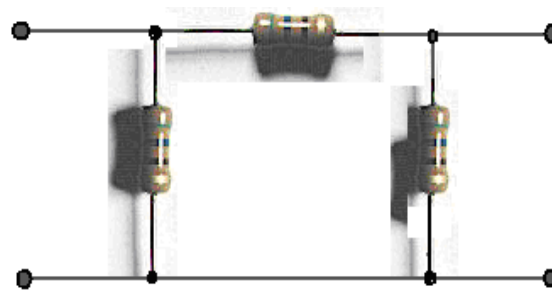


Fig. 2

Schema elettrico



Collegamento a p-greco

In questa configurazione R1 e R2 hanno lo stesso valore che verrà ricavato dalla (4).

Tratto dal sito web  
[WWW.IT9UMH.ALTERVISTA.ORG](http://WWW.IT9UMH.ALTERVISTA.ORG)

$$R_1 = R_2 = Z \frac{\left(\frac{V_i}{V_u} + 1\right)}{\left(\frac{V_i}{V_u} - 1\right)} \quad (4)$$

sostituendo si ha:

$$R_1 = R_2 = 50 \frac{(1,99+1)}{(1,99-1)} = \mathbf{151} \text{ Ohm}$$

mentre R3 sarà ricavata da :

$$R_3 = Z \frac{\left(\frac{V_i}{V_u}\right)^2 - 1}{2 \left(\frac{V_i}{V_u}\right)} \quad (5)$$

sostituendo si ha :



$$R_3 = \frac{50(1,99)^2 - 1}{(2 * 1,99)} = 37 \text{ Ohm}$$

Le stessa procedura di calcolo è valida per poter realizzare attenuatori in potenza.

Occorre solo modificare parzialmente la relazione (3) tale da :

$$A_{\text{tt}} = 10 \log_{10} \frac{V_i}{V_u}$$

Ripetendo i calcoli più volte usando la (3) è possibile costruire una tabella (fig. 3).

Ad ogni valore di dB corrisponde il relativo rapporto sia in tensione che in potenza.

Riferendoci all'esempio di calcolo è evidente che 6 dB di attenuazione in tensione corrisponde ad un rapporto di 1,99.

Un livello di tensione che cambia in + o -6 dB raddoppia o dimezza il valore originario.

Nella realizzazione pratica è consigliabile scegliere resistori con bassa tolleranza (di solito al 1%) e di

schermare il circuito qualora servisse ad attenuare tensioni a radio-frequenza.

#### Tabella comparativa

<b>dB</b>	<b>Vi/Vu</b>	<b>Pi/Pu</b>
<b>1</b>	<b>1,12</b>	<b>1,26</b>
<b>2</b>	<b>1,26</b>	<b>1,59</b>
<b>3</b>	<b>1,41</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>1,58</b>	<b>2,51</b>
<b>5</b>	<b>1,78</b>	<b>3,16</b>
<b>6</b>	<b>1,99</b>	<b>3,98</b>
<b>7</b>	<b>2,24</b>	<b>5,01</b>
<b>8</b>	<b>2,51</b>	<b>6,31</b>
<b>9</b>	<b>2,81</b>	<b>7,94</b>
<b>10</b>	<b>3,16</b>	<b>10</b>
<b>20</b>	<b>10</b>	<b>100</b>
<b>30</b>	<b>31,62</b>	<b>1000</b>
<b>40</b>	<b>100</b>	<b>10000</b>
<b>50</b>	<b>316</b>	<b>100000</b>
<b>60</b>	<b>1000</b>	<b>1000000</b>

Fig. 3

## -Attenuatori variabili.

E' possibile realizzare dispositivi capaci di inserire un'attenuazione variabile. E' sufficiente sostituire i resistori fissi con dei potenziometri.

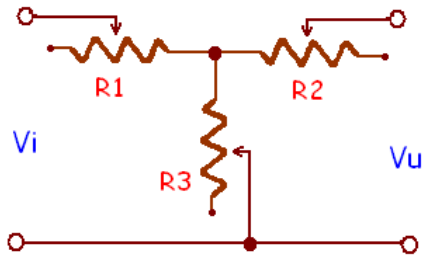


Fig. 4

### Schema elettrico

La fig. 4 mostra un attenuatore costituito da tre potenziometri variabili regolati da un unico comando. Ad ogni variazione di  $R_1$  corrisponde una variazione in valore opposto di  $R_2$  così l'impedenza all'entrata dell'attenuatore rimane costante.

In fig. 5 è indicato invece uno schema elettrico di un attenuatore a T a scatti.

In questo modo è possibile disporre di tre valori di attenuazione secondo i parametri del progetto.

Il commutatore deve essere a 3 vie e 3 posizioni.

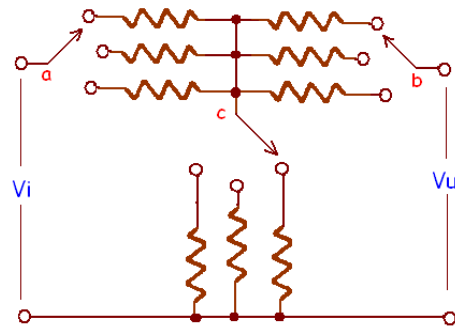
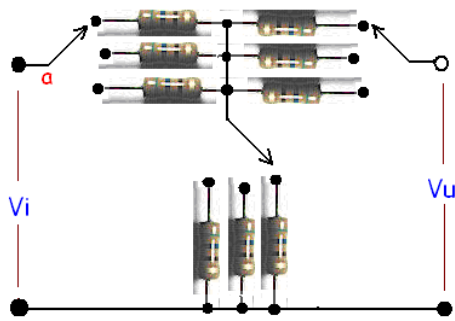


Fig. 5

Schema elettrico



Attenuatore a T a 3 portate

Un'altra configurazione tipica di attenuatore a tre portate è indicata in fig. 6.

Si tratta di tre celle disposte in serie e supponendo che ciascuna inserisca una attenuazione di 10 dB all'uscita preleveremo una  $V_u$  attenuata di 10, 20 o 30 dB rispetto a  $V_i$ .

Tratto dal sito web  
[WWW.IT9UMH.ALTERVISTA.ORG](http://WWW.IT9UMH.ALTERVISTA.ORG)

In pratica occorre un solo commutatore a 1 via e 3 posizioni.

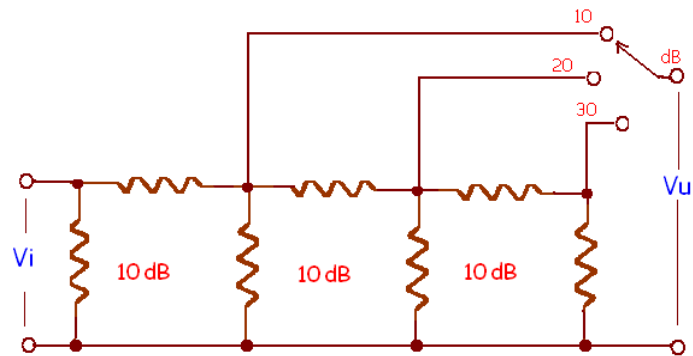
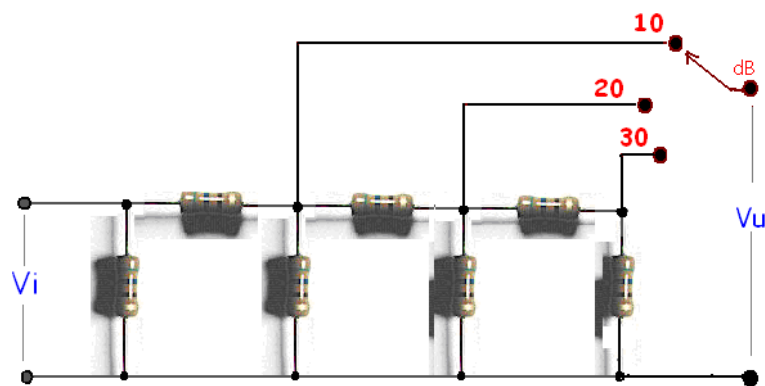


Fig. 6

Schema elettrico



Attenuatore a p-greco a tre portate.

Tratto dal sito web  
[WWW.IT9UMH.ALTERVISTA.ORG](http://WWW.IT9UMH.ALTERVISTA.ORG)