

Misurare l'impedenza di un altoparlante

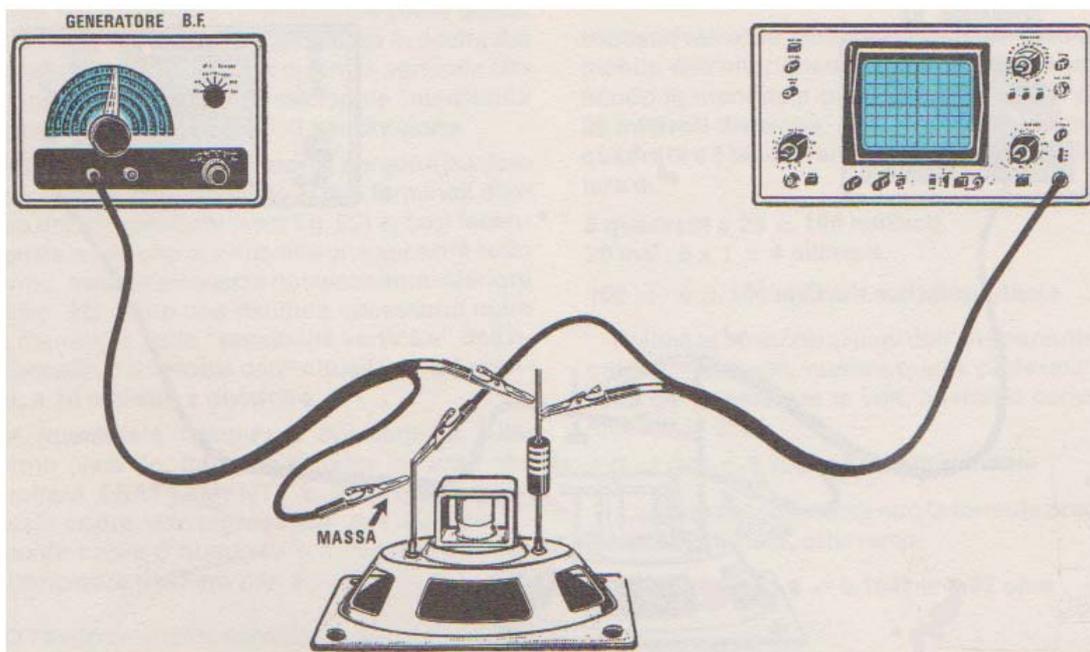
Nel lavoro di riparazione-restauro di una vecchia radio può rendersi necessaria la sostituzione dell'altoparlante, vuoi perché guasto irrimediabilmente o addirittura mancante; nel corso degli anni ho messo via diversi altoparlanti, recuperati da vecchie radio, TV, registratori, fonovaligie, eccetera, che in molte occasioni mi son tornati utili, come ricambi, nella riparazione delle radio.

Normalmente, il valore dell'impedenza è riportato sul corpo dell'altoparlante, ma in molti casi la scritta è cancellata o inesistente, così sorge la necessità di conoscere il valore esatto dell'impedenza prima di procedere con la sostituzione.

Sappiamo che la misura della bobina mobile, effettuata con un normale tester disposto come ohmetro ci dà il solo valore della resistenza ohmica e non quello dell'impedenza, che pur essendo espresso ancora in ohm, si deve però misurare non con una tensione continua, ma con una tensione alternata sinusoidale con frequenza di 1000 Hz.

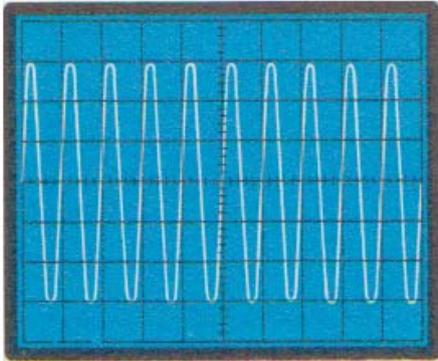
Possedendo oscilloscopio e generatore di BF è possibile ricavare l'esatta impedenza del nostro altoparlante ignoto. E' anche necessaria una resistenza da 100 ohm precisi (anche se vanno bene valori un po' più piccoli o un po' più grandi, ma per semplicità di calcolo è preferibile usare 100 ohm). Ecco il procedimento da seguire (così come descritto sulla rivista n° **101/102 di Nuova Elettronica**) :

- 1- Regolare il generatore BF sui 1000 Hz onda sinusoidale.
- 2- Collegare l'uscita del generatore all'altoparlante, inserendo in serie la resistenza da **100 ohm**.



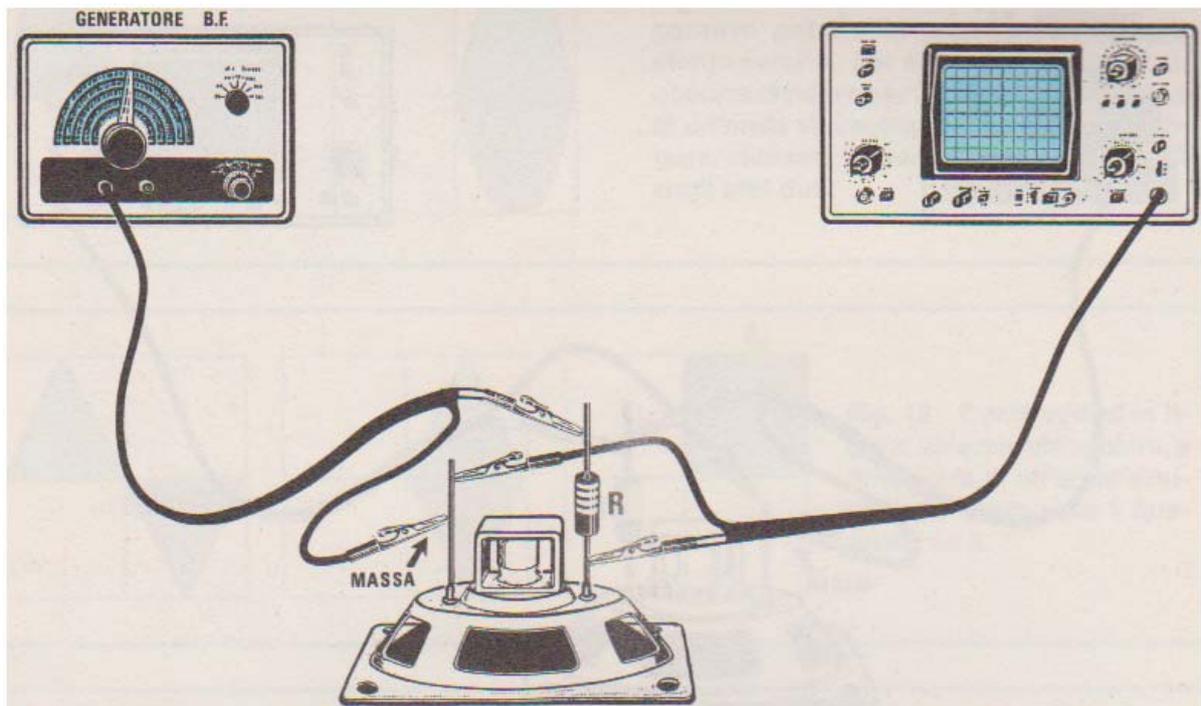
Per misurare l'esatto valore d'impedenza di un altoparlante o di una cuffia, occorre solo una normale resistenza da 100 ohm 1/2 watt ed un generatore di BF sintonizzato sulla frequenza di 1.000 Hz onda sinusoidale.

- 3- Disporre la sonda dell'oscilloscopio in parallelo ai morsetti d'uscita del generatore BF, avendo cura che le "masse" dei due strumenti coincidano, in caso contrario la traccia visualizzata sullo schermo dell'oscilloscopio apparirà con le classiche ondulazioni dovute alla tensione alternata a 50 Hz della rete elettrica.
- 4- Regolare la manopola Time/Base dell'oscilloscopio su **0,5 millisecondi** e regolare l'ampiezza del segnale d'uscita del generatore BF per visualizzare sullo schermo un segnale alto 6/7 quadretti, tenendo la manopola "sensibilità verticale" sulla portata **0,2 volt per divisione**.



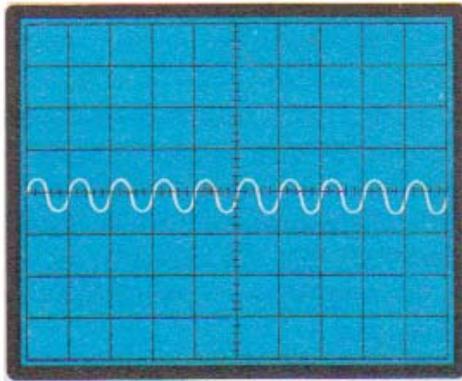
Collegate le masse dei due cavetti sul terminale dell'altoparlante e gli altri due terminali sulla resistenza da 100 ohm, dovrete regolare la manopola "uscita ampiezza segnale" del generatore fino ad ottenere, sullo schermo dell'oscilloscopio, un segnale che copra esattamente 6 quadretti in verticale, tenendo la sensibilità sui 0,2 volt per divisione.

- 5- Quindi, spostare la sonda dell'oscilloscopio direttamente ai capi dell'altoparlante, la traccia sullo schermo avrà un'ampiezza notevolmente inferiore, tanto da dover regolare la sensibilità verticale dell'oscilloscopio fino a **20 millivolt per divisione**.

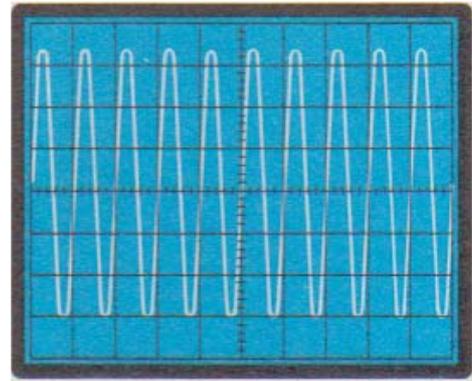


Non toccando più la manopola "uscita ampiezza segnale" del generatore di BF, dovrete spostare il puntale dell'oscilloscopio dopo la resistenza R, cioè, come vedesi in figura, direttamente sull'altro terminale della bobina mobile dell'altoparlante.

- 6- A questo punto occorrerà contare "esattamente" quanti quadretti e quante tacche copre in verticale il segnale visualizzato sullo schermo, supponiamo per esempio d'aver letto 5 quadretti e 1 tacca.



Posto il puntale sull'altoparlante, il segnale che apparirà sullo schermo dell'oscilloscopio avrà una ampiezza limitata; per questo motivo, dovrete ruotare la manopola "sensibilità verticale" da 0,2 volt per divisione sulla portata inferiore, cioè 20 millivolt per divisione.



Così facendo aumenterà l'ampiezza in verticale. A questo punto dovrete contare quanti quadretti e "tacche" di suddivisione copre la sinusoidale (sono presenti 4 tacche che suddividono il quadretto in 5 parti) e con la formula riportata ne potrete calcolare l'impedenza.

In pratica abbiamo rilevato due tensioni sinusoidali, la prima (punto 4) è la tensione d'uscita sui morsetti del generatore V_g che vale ad esempio: 7 quadretti \times 0,2 = **1,4** volt; la seconda (punto 6) è la tensione misurata ai capi dell'altoparlante V_a che vale: 5 quadretti \times 20 mV = 100 mV + i millivolt di una tacca e cioè: 20mV : 5 \times = 4 mV. Il totale è 100 + 4 = 104 mV pari a **0,104** volt.

Sono ora noti tutti i dati per stabilire quale sia l'esatta impedenza dell'altoparlante, che si calcola con la formula:

$$Z = (V_a \times R) : (V_g - V_a)$$

Dove:

Z = impedenza dell'altoparlante in ohm

R= valore in ohm della resistenza posta in serie all'altoparlante

V_a = tensione rilevata ai capi dell'altoparlante

V_g = tensione rilevata in uscita del generatore BF

Sostituiamo i valori dell'esempio nella formula:

$$(0,104 \text{ V} \times 100 \text{ ohm}) : (1,4 \text{ V} - 0,104 \text{ V}) \text{ e cioè: } 10,4 : 1,296 = 8,02 \text{ ohm}$$

Da cui si evidenzia che l'impedenza "ignota" dell'altoparlante, misurata con una frequenza sinusoidale di 1000 Hz è di 8 ohm.

Box di misura diretta dell'impedenza di un altoparlante

Il procedimento fin qui visto è semplice e perfetto, a patto di essere molto precisi nel rilevare le misure sull'oscilloscopio e di non variare più l'ampiezza del segnale del generatore dopo il punto 4. Purtroppo occorre fare anche qualche calcolo (basta una semplice calcolatrice) e cercare di non prender cantonate sia leggendo i comandi dell'oscilloscopio che convertendo millivolt in volt e viceversa.

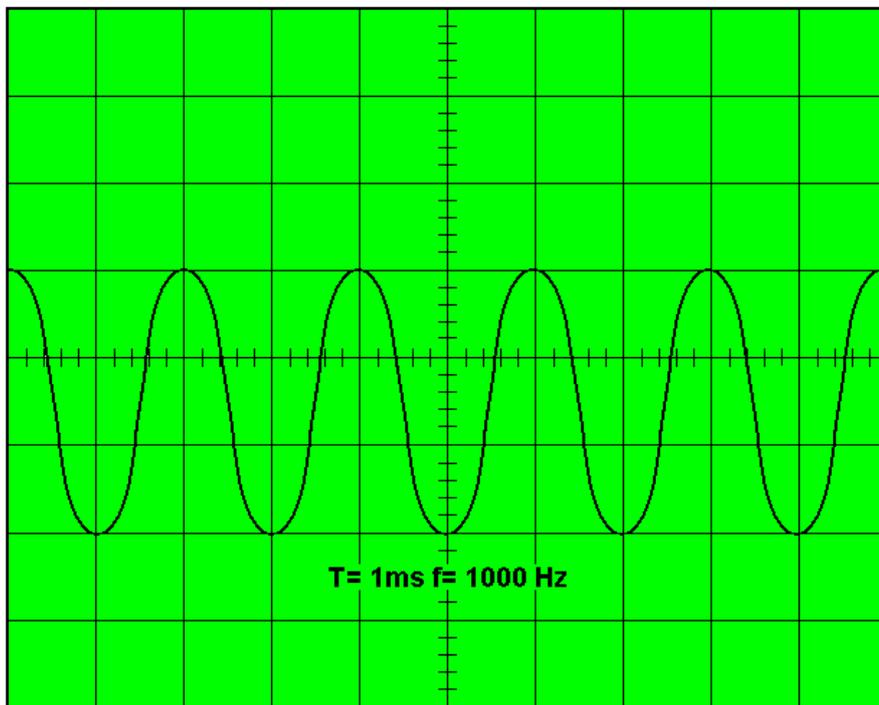
Per ovviare a queste incombenze e rendere la misura più semplice e diretta basta sostituire la R da 100 ohm con un potenziometro a filo da 10 ohm e alcune resistenze da 10 ohm 1% inseribili tramite un commutatore. Il potenziometro a filo, rispetto quello a grafite risulta molto più lineare, e si può disegnare una scala circolare suddivisa in 10 settori che indicano l'escursione di 1 ohm ognuno, una grossa manopola con indice permetterà d'apprezzare anche i decimi di ohm. Potenziometro, commutatore e resistenze di precisione si alloggeranno in un contenitore (Box di misura) munito di test point per l'oscilloscopio e di cavetti con clips e bananine per il collegamento all'altoparlante ed al generatore di BF.



Come effettuare la misura:

- 1- Regolare il generatore BF sui 1000 Hz onda sinusoidale.

- 2- Collegare l'altoparlante e l'uscita del generatore al box di misura (occhio alla massa!) lasciando su ZERO sia la manopola delle Unità che la manopola delle Decine di ohm.
- 3- Disporre la sonda dell'oscilloscopio sui test point del box di misura, avendo cura che le "masse" dei due strumenti coincidano, in caso contrario la traccia visualizzata sullo schermo dell'oscilloscopio apparirà con le classiche ondulazioni dovute alla tensione alternata a 50 Hz della rete elettrica.
- 4- Regolare la manopola Time/Base dell'oscilloscopio su **0,5 millisecondi** e regolare l'ampiezza del segnale d'uscita del generatore BF per visualizzare sullo schermo un segnale alto **3 quadretti**, tenendo la manopola "sensibilità verticale" sulla portata **20 millivolt per divisione**, o su altra idonea portata in maniera da udire a basso volume la nota di BF riprodotta dall'altoparlante.



Segnale ai capi dell'altoparlante alto tre quadretti

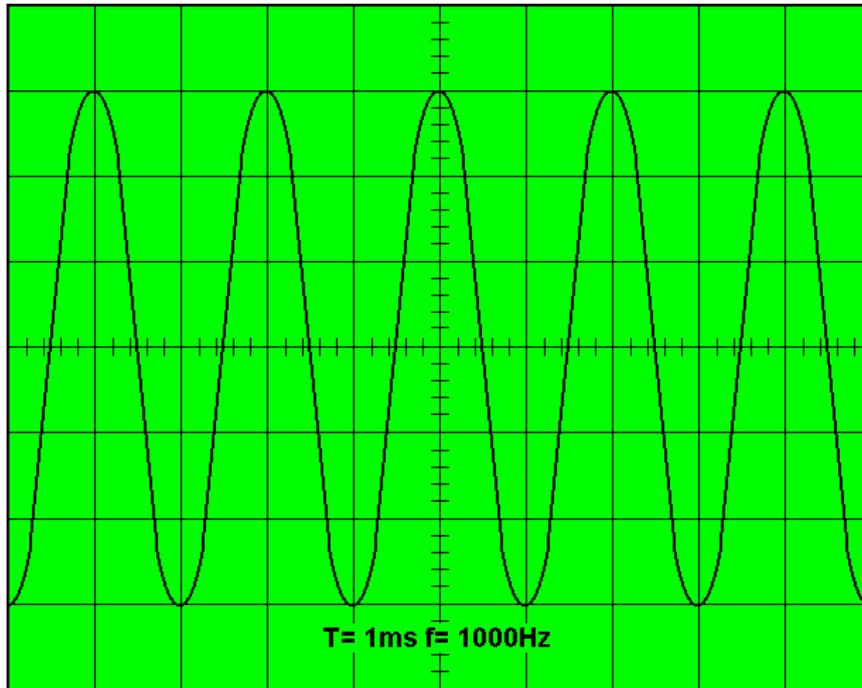
- 5- A questo punto cominciare a ruotare la manopola del potenziometro per inserire, in serie all'altoparlante, il valore di resistenza che faccia aumentare la traccia da 3 quadretti a **6 quadretti** esatti. Se col solo potenziometro non si raggiungesse tale condizione occorrerà azionare anche il commutatore che inserisce le resistenze da 10 ohm.
- 6- Raggiunta la condizione di cui al punto precedente basterà leggere il valore dell'impedenza dell'altoparlante in prova direttamente sulle scale del box di misura, se l'altoparlante è di 2, 4 o 8 ohm si leggerà la sola scala del potenziometro, se fosse da 16 ohm si sarà inserita anche la prima resistenza da 10 ohm e la manopola del potenziometro segnerà 6 ohm , il totale di $10 + 6 = 16$. Con 3 resistenze da 10 ohm e il potenziometro anch'esso da 10 ohm si potranno misurare altoparlanti e cuffie con impedenza fino a 40 ohm.

In pratica è sempre soddisfatta la formula già vista in precedenza:

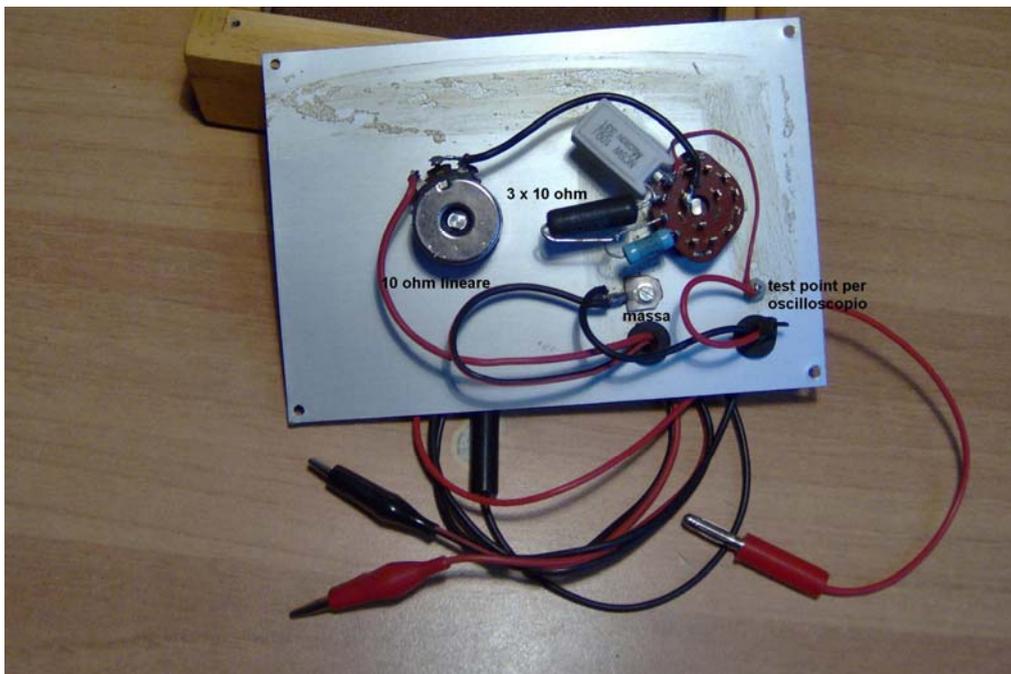
$$Z = (V_a \times R) : (V_g - V_a)$$

Dove: $V_g = 2V_a$ per cui sostituendo $Z = (R \times V_a) : (2V_a - V_a)$ e cioè: $Z = R \times (V_a : V_a)$

Si può quindi affermare che R è uguale a Z a condizione che V_g sia il doppio di V_a (vedi punto 5).



**Segnale ai capi dell'altoparlante + resistenza addizionale
Alto 6 quadretti**



Vista interna del box di misura