



## LA VERITÀ sui vari CAVI per

Il nostro articolo "Se non volete farvi spogliare" pubblicato sulla rivista N.172/173 ha avuto una tale risonanza a livello nazionale ed internazionale (gli articoli ed i progetti di Nuova Elettronica sono tradotti e pubblicati da molte riviste estere) che molte rinomate Industrie costruttrici di amplificatori Hi-Fi e di casse acustiche ci hanno elogiato per aver finalmente cercato di dissolvere un po' di quella nebbia che circonda i cavi di collegamento, che venduti a prezzi esorbitanti, all'atto pratico si comportano nello stesso modo dei comuni cavi per impianti elettrici.

E' un fatto noto che quando un appassionato di Hi-Fi legge su parecchie pubblicazioni articoli **redazionali** profumatamente pagati, riguardanti **cavi** per **altoparlanti** che migliorerebbero in maniera notevole le caratteristiche di qualsiasi amplificatore, ne rimane a tal punto **influenzato** che dopo averli acquistati ritiene veramente di **sentire meglio**. Da una lettera che ci ha inviato una nota Industria Americana costruttrice di **amplificatori Hi-Fi** vi traduciamo questo brano:

*"Se fosse vero che ci sono dei cavi in grado di migliorare le caratteristiche di un impianto Hi-Fi, sa-*

*remmo noi i primi a consigliarli nel libretto delle istruzioni, ma poiché il collegamento tra l'uscita dell'amplificatore e le casse acustiche si può eseguire con un qualsiasi cavo, purché abbia un filo di rame adeguato alla potenza dell'amplificatore, non li teniamo mai in considerazione."*

Sempre in seguito al nostro articolo, un'Industria Francese, costruttrice di **Casse acustiche per Hi-Fi**, ci ha inviato una relazione tecnica di ben 30 pagine riguardante delle prove effettuate in laboratorio su tutti i cavi reperibili in commercio (prove che noi avevamo già compiuto per conto nostro) dove

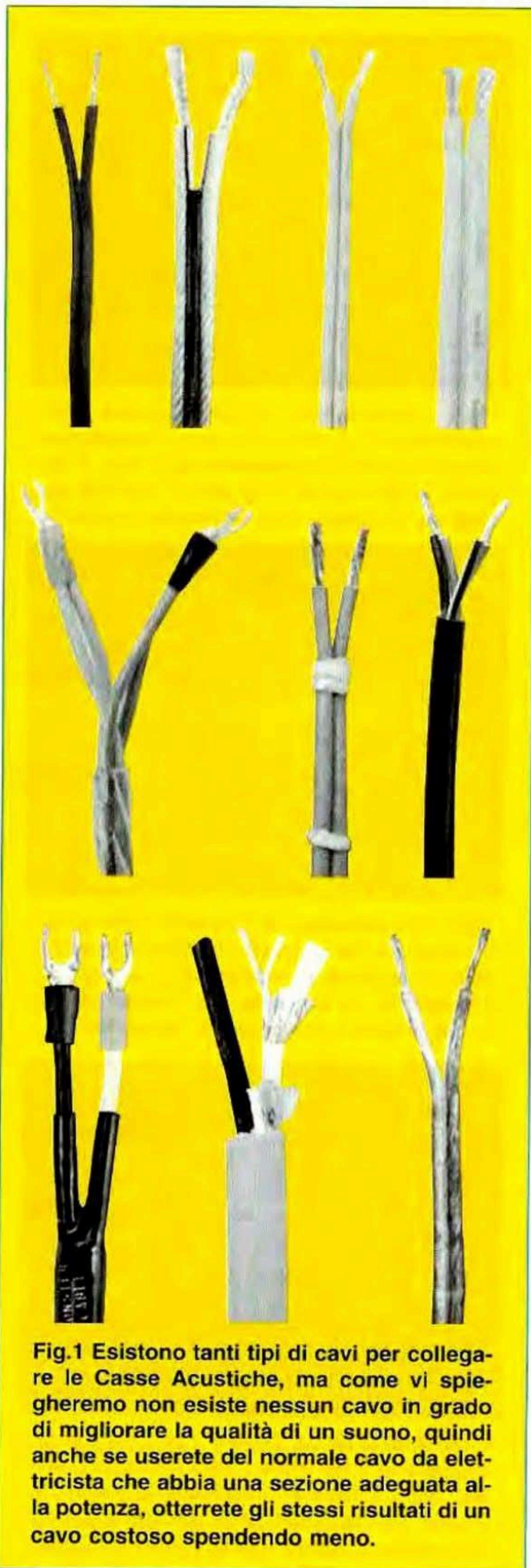


Fig.1 Esistono tanti tipi di cavi per collegare le Casse Acustiche, ma come vi spiegheremo non esiste nessun cavo in grado di migliorare la qualità di un suono, quindi anche se userete del normale cavo da elettricista che abbia una sezione adeguata alla potenza, otterrete gli stessi risultati di un cavo costoso spendendo meno.

si dimostra che non esiste nessun tipo di **cavo** in grado di modificare le caratteristiche né dell'amplificatore né delle casse acustiche. In questa relazione viene sottolineato che anche eseguendo dei collegamenti molto lunghi (20-30 metri) con fili molto sottili, il massimo che si può ottenere è soltanto una lieve riduzione della **potenza acustica**, che si può facilmente compensare ruotando di appena **1 solo millimetro** la manopola del volume.

Convincere un **audiofilo** condizionato dalla pubblicità martellante, che i cavi non migliorano le caratteristiche del suo impianto, non è impresa facile.

Iniziamo dunque l'esposizione dei nostri test dicendo che un cavo che lavora in **BF** serve soltanto per trasferire da un estremo all'altro della sua lunghezza una tensione alternata la cui **frequenza massima** non supera mai i **25.000 Hz**.

L'induttanza del cavo potrebbe **influire** sul segnale soltanto se questo raggiungesse una lunghezza pari a **1/4 d'onda**.

La formula per calcolare la **lunghezza d'onda** in metri conoscendo la frequenza in **KHz** è:

$$\text{metri} = 300.000 : \text{KHz}$$

## altoparlanti

Dunque l'induttanza del cavo influisce notevolmente sul segnale solo se ha una lunghezza maggiore di:

$$300.000 : 25 = 12.000 \text{ metri}$$

$$12.000 : 4 = 3.000 \text{ metri}$$

Quindi se tra l'uscita dell'amplificatore e l'ingresso della Cassa acustica applicassimo un cavo lungo **3 chilometri**, allora questo potrebbe avere la sua influenza, ma poiché la **massima** lunghezza non supera mai una **decina di metri** e la gamma delle frequenze acustiche va da un minimo di **10 Hz** ad un massimo di **20.000 Hz**, il segnale di **BF** viene trasferito dall'amplificatore alle casse acustiche senza alcuna alterazione.

Chi vende questi cavi a prezzi esorbitanti deve in qualche modo convincere l'acquirente che funzionano **meglio** di altri, e poiché sa che l'appassionato di Hi-Fi non sempre è un tecnico o un ingegnere, elenca dei parametri, come **induttanza - capacità - risonanza - effetto pelle - smorzamento - purezza del rame** ecc., che in realtà non **influiscono** sulla **fedeltà** del suono.

A questo proposito vi portiamo un semplice esempio.

Se qualcuno vi dicesse che sostituendo il **cavetto** del vostro **telefono** con un altro che ha i fili **dorati** eliminereste tutti i disturbi di linea e le voci giungerebbero più **fedeli**, voi non ci credereste, perché sapete che, se l'amplificatore della **centrale** invia dei disturbi o se il vostro **auricolare** distorce, non c'è cavo che riesca ad eliminare questi difetti.

A questo punto vi starete chiedendo perché tutte le riviste di Hi-Fi che **pubblicizzano** questi **cavi** non affermano la **verità**, e a questo proposito potremmo rispondervi che assegni di **3-4 milioni** non fanno chiudere un occhio, ma tutti e due.

La pubblicità si usa per vendere dei prodotti normali a dei prezzi maggiori e per raggiungere questo scopo si usa qualsiasi **mezzo** persuasivo.

Ad esempio, quando in TV viene mostrata una camicia tutta imbrattata di pomodoro e marmellata che messa in lavatrice esce dopo breve tempo senza la minima macchia, nessuno immagina che la camicia **macchiata** si colloca dentro una **prima lavatrice**, e a questo punto la telecamera si sposta su una **seconda lavatrice** dalla quale si estrae una seconda camicia perfettamente **pulita**.

Guardando questa pubblicità nessuno si è mai chiesto come si possa estrarre dalla lavatrice una camicia **asciutta** e già perfettamente **stirata**.

Le massaie, **condizionate** da questa pubblicità, acquistano il prodotto e si convincono di ottenere dei risultati superiori rispetto ad altri prodotti di costo inferiore.

Allo stesso modo si comporta l'audiofilo quando legge gli articoli **pubblicitari** sui cavi di collegamento tra l'amplificatore e le casse.

Molti rimangono così **suggestionati** che dopo aver speso cifre esorbitanti per avere questi cavi sono veramente convinti di aver migliorato il suono del loro impianto Hi-Fi.

A quanti ci hanno telefonato in proposito abbiamo chiesto:

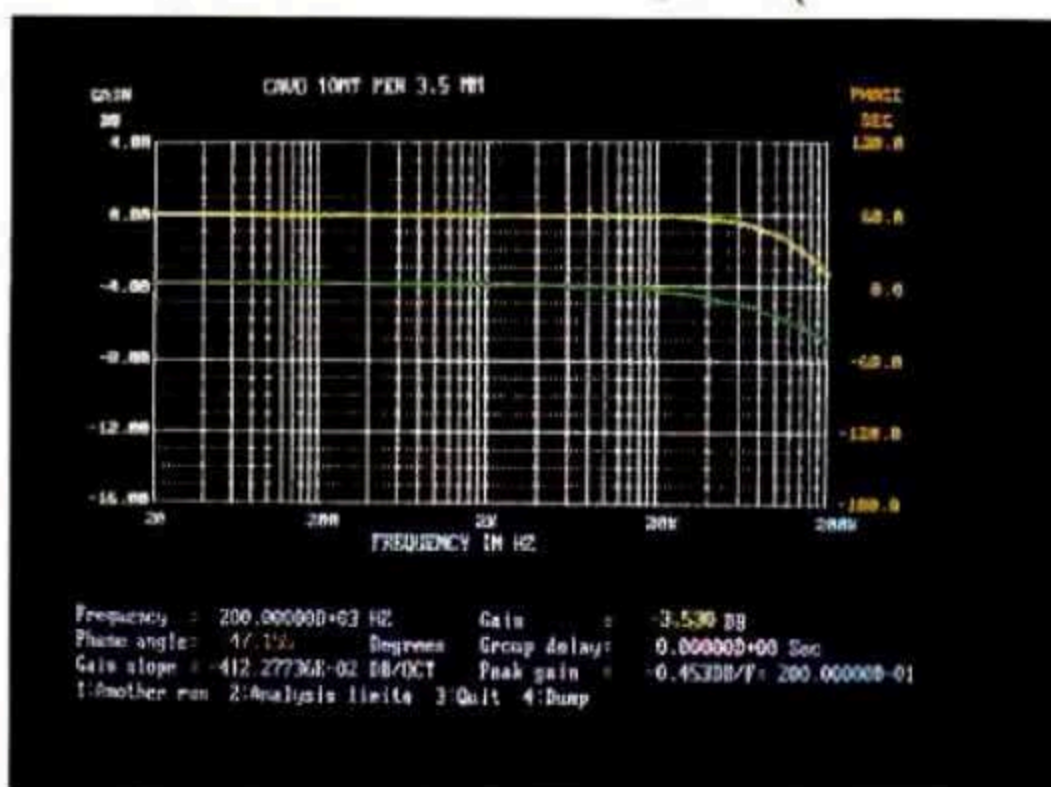
“Con quale strumentazione ha controllato la **differenza** esistente tra un cavo normale ed uno speciale? Che vantaggi ha riscontrato?”

Le risposte che abbiamo ricevuto sono sempre state le stesse.

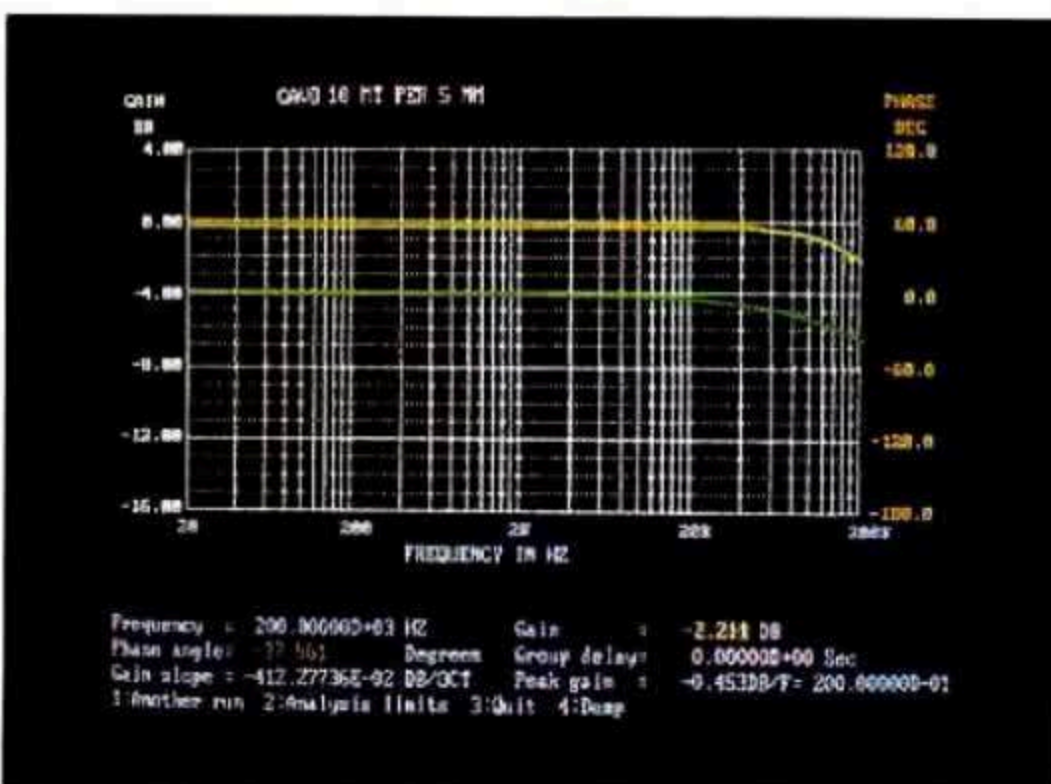
*“Non ho usato nessuna strumentazione, ma ho subito rilevato ad orecchio che sono migliorati i microcontrasti, che l'immagine sulla scala media del piano di ascolto è diversa, che si ha una migliore percezione dei suoni bassi ed un ottimo roll-off ecc.”*



**Fig.2** Controllando con un'adeguata strumentazione un comune cavo provvisto di un filo di rame del diametro di 1 mm, il segnale si attenua di 3 dB oltre i 120.000 Hz, cioè su frequenze non udibili ad orecchio.



**Fig.3** Controllando un comune cavo provvisto di un filo di rame del diametro di 3,5 mm, il segnale si attenua di 3 dB oltre i 200.000 Hz. La seconda riga “verde” visibile sul grafico è quella dello “sfasamento”.



**Fig.4** Anche se un SUPER cavo attenua un segnale di 3 dB oltre 1 MHz non ci interessa, perché tutte le frequenze superiori ai 20.000 Hz rientrano nella gamma delle ultrasoniche e perciò non vengono percepite.

Queste descrizioni ricalcano fedelmente le frasi riportate nell'articolo pubblicitario, da cui si deduce che l'audiofilo, senza rendersene conto, ne è rimasto **suggestionato**.

Per nostra fortuna **nessun** cavo influenza le caratteristiche di un **amplificatore Hi-Fi** né quelle di una **Cassa acustica** e nemmeno modifica la forma d'onda di un segnale di BF.

Se così fosse pensate ai problemi che dovrebbero risolvere tutti i Costruttori di amplificatori o di casse acustiche.

Per stabilire quali **differenze** esistono tra un cavo ed un altro non si può utilizzare l'**orecchio**, che non riuscirà mai ad apprezzare piccole differenze, ma occorre una complessa strumentazione tecnica di cui l'audiofilo non dispone.

La **International Electrotechnical Commission** consiglia ai tecnici **sprovvisi** di tale strumentazione di effettuare una comparazione in **tempo reale**, perché solo con questo sistema è possibile rilevare anche le più piccole **sfumature**.

Ad esempio, se si dispone di due amplificatori **Hi-Fi** e si vuole verificare ad **orecchio** quale dei due ha una **timbrica** migliore, non si può ascoltare prima un amplificatore poi passare all'ascolto del secondo, perché la nostra memoria non è in grado di procedere ad un confronto comparativo con un suono ascoltato in precedenza.

Per confrontare in **tempo reale** due amplificatori si regolano entrambi sulla stessa potenza d'uscita, poi, come visibile in fig.5, si applica sull'ingresso un **relè** in grado di commutare il segnale del **pick-up** o del **CD** sull'uno e sull'altro amplificatore, e sull'uscita si applica un secondo **relè** che commuti il segnale sulla stessa **Cassa acustica**.

I due relè eccitati in modo **ciclico** ci permettono di ascoltare alternativamente il segnale dei due amplificatori per **1 secondo** circa.

In questo modo il nostro **orecchio** è in grado di rilevare subito se esistono differenze **timbriche**.

Questo stesso tipo di controllo per comparazione si utilizza per i **cavi**, collegando i due **relè** come visibile in fig.6, oppure per confrontare il rendimento di due diverse **Casse acustiche** (vedi fig.7) ed ancora per **accordare** sulla stessa frequenza due strumenti musicali.

Ad esempio, per accordare una chitarra si fa vibrare un **diapason**, che è accordato sul **LA** a **440 Hz**, poi, quasi simultaneamente, si pizzica il **LA** della chitarra e ad orecchio si cerca di accordarla con il **LA** emesso dal **diapason**.

Purtroppo questa comparazione in **tempo reale** non viene quasi mai usata a favore degli acquirenti. Il negoziante che vuole vendervi le Casse **XX** e non le **YY**, prima vi fa ascoltare le Casse **YY**, poi con calma le scollega dall'amplificatore al quale collega le Casse **XX**.

A questo punto è sufficiente che il negoziante dica alcune frasi, per lo più senza significato come queste:

*"Sente con queste Casse XX come i medio/alti risultano più focalizzati, come i bassi hanno quel dolcissimo effetto di roll-off che non si percepisce con le Casse YY."*

che l'acquirente, non potendo più **ricordare** la **timbrica** delle Casse **YY**, si persuade che le **XX** sono migliori, ed una volta acquistate ripeterà agli amici che "i medio/alti sono più focalizzati e che sui bassi è presente quell'effetto roll-off che le altre casse non hanno."

In laboratorio per controllare la differenza che può esistere tra due cavi, due filtri Cross-Over, due Finali si utilizzano **oscilloscopi - analizzatori di spettro - distorsimetri - oscillatori swippati - audiotracer ecc.**, perché solo con questi strumenti è possibile misurare anche quelle piccolissime differenze che l'orecchio umano non potrà mai per sua natura rilevare.

#### CAVI ALTOPARLANTI e SEGNALI di BF

Molti produttori sbandierano nella pubblicità che i loro cavi per altoparlanti hanno una bassa **induttanza**, una bassa **capacità**, che utilizzano fili **argentati** o **dorati** o di **rame** con poco **ossigeno**. Affronteremo tutti questi argomenti, ma in primo luogo è opportuno sapere come si comporta un filo di rame utilizzato per trasferire, dall'uscita dell'amplificatore sull'ingresso di una cassa acustica, una tensione che varia da **0** a **40 volt** con una frequenza anch'essa variabile da **15** a **20.000 Hz**.

1° - Gli **elettroni** non si accorgono se il conduttore è di **rame** o di **argento**. Quello che avvertono è soltanto una minore o maggiore resistenza **ohmica** al loro passaggio.

Poiché non esiste nessun cavo con **resistenza nulla**, si avrà sempre una **caduta di tensione** più o meno elevata.

Questa caduta di tensione aumenta con l'aumentare della lunghezza del filo ed è inversamente proporzionale alla **sezione** del rame conduttore.

Poiché in ogni impianto **Hi-Fi** la **lunghezza** del cavo non supera i **20 metri**, anche se usate un filo di diametro inadeguato, tutt'al più questo potrà attenuare dell'**1%** la massima potenza.

Ciò significa che su **100 watt** perderete **1 watt**, ma il vostro orecchio non riuscirà mai ad avvertire questa irrisoria riduzione sonora.

2° - La **frequenza** che scorre nel cavo e la **forma d'onda** del segnale non subiscono mai nessuna **variazione**, quindi applicando sull'ingresso **15 Hz** o **20.000 Hz**, sull'estremità di tale cavo ritroveremo le stesse frequenze.

Se così non fosse la tensione di rete di **220 volt - 50 Hz sinusoidale**, che scorre attraverso linee lunghe anche centinaia di chilometri, giungerebbe nelle nostre case con una frequenza di **46-48-49 Hz** di forma **triangolare** o **quadrata**, invece arriva sempre a **50 Hz** e perfettamente **sinusoidale**.

L'unica differenza che possiamo notare è l'ampiezza della tensione, la quale anziché risultare di **220 volt** potrebbe essere di **215-210 volt** per la caduta di tensione causata dall'eccessiva **lunghezza** dei cavi e dalla loro **sezione**.

3° - Per frequenze inferiori ai **30.000 Hz**, l'**induttanza** del cavo e la sua **capacità parassita** sono **ininfluenti**, a meno che le due Casse Acustiche non vengano poste ad una distanza di oltre **100 - 200 metri** dall'amplificatore.

### L'INFLUENZA del DIAMETRO RAME

In questo paragrafo ci occuperemo della sola **resistiva pura** del cavo, dopodiché tratteremo anche delle componenti **reattive**.

Il cavo per collegare le Casse Acustiche deve avere un filo di rame con una **sezione** adeguata, in modo che possano scorrere gli **ampere richiesti** con la **minima** caduta di tensione.

Dobbiamo comunque tenere presente che anche se utilizziamo un cavo con un diametro leggermente **inferiore**, la **corrente massima** scorre in questo filo soltanto quando l'amplificatore funziona al **massimo volume**.

Per calcolare quale corrente scorre in un filo di rame in funzione della potenza in **watt** dell'amplificatore potete usare la formula:

$$\text{Ampere} = \sqrt{\text{watt} : \text{ohm}}$$

Nella **Tabella N.1** vi riportiamo le **correnti massime** in funzione della **potenza** dell'amplificatore e dell'**impedenza** dell'altoparlante.

TABELLA N.1

Watt uscita	Ampere su 8 ohm	Ampere su 4 ohm
30	1,94 A	2,74 A
50	2,50 A	3,54 A
60	2,74 A	3,87 A
80	3,16 A	4,47 A
100	3,54 A	5,00 A

Conoscendo gli ampere massimi che devono scorrere nel cavo, potete scegliere il **diametro** del filo di **rame** o la sua sezione espressa in **millimetri quadrati**.

Questo dato, assieme alla **resistenza ohmica per metro**, potete prelevare dalla **Tabella N.2**.

TABELLA N.2

Ampere massimi	diametro filo	sezione filo mm.q	ohm x metro
2,0	1,10 mm	0,95	0,018
2,5	1,20 mm	1,13	0,016
3,0	1,40 mm	1,50	0,011
3,5	1,50 mm	1,70	0,010
4,0	1,60 mm	2,00	0,009
4,5	1,70 mm	2,27	0,008
5,0	1,80 mm	2,50	0,007
6,0	2,00 mm	3,14	0,006

A questo punto prendiamo un amplificatore da **80 watt** e controlliamo in via teorica di quanto varia la **potenza** d'uscita su un **carico** di **8 ohm** adoperando un cavo di diametro adeguato, uno di diametro più sottile ed uno di diametro maggiore del richiesto.

Per una potenza da **80 watt** la corrente **massima** che scorre nel filo risulta di **3,16 ampere** (vedi **Tabella N.1**).

Passando alla **Tabella N.2** scopriamo che per questa corrente occorre un filo di **1,5 mm** di diametro, che offre una **resistenza ohmica** pari a **0,010 ohm per metro**.

Se per collegare le Casse usiamo un filo lungo **5 metri**, inseriremo in serie al **carico** la **resistenza** del cavo, che in questo caso risulterà di:

$$(5 + 5) \times 0,010 \text{ ohm} = 0,1 \text{ ohm}$$

**Nota:** Usando un cavo da **5 metri** abbiamo in totale **10 metri** di filo, perché dobbiamo considerare i **5 metri** dell'andata ed i **5 metri** del ritorno.

Se il cavo avesse anche una **resistenza zero**, e cavi con **resistenza zero** non esistono, sulle Casse Acustiche giungerebbe una tensione di:

$$\text{Volt} = \text{Watt} : \text{Ampere}$$

vale a dire:

$$80 : 3,16 = 25,316 \text{ volt}$$

Usando un cavo con un filo di rame da **1,5 mm** di diametro, sui morsetti delle Casse Acustiche giun-

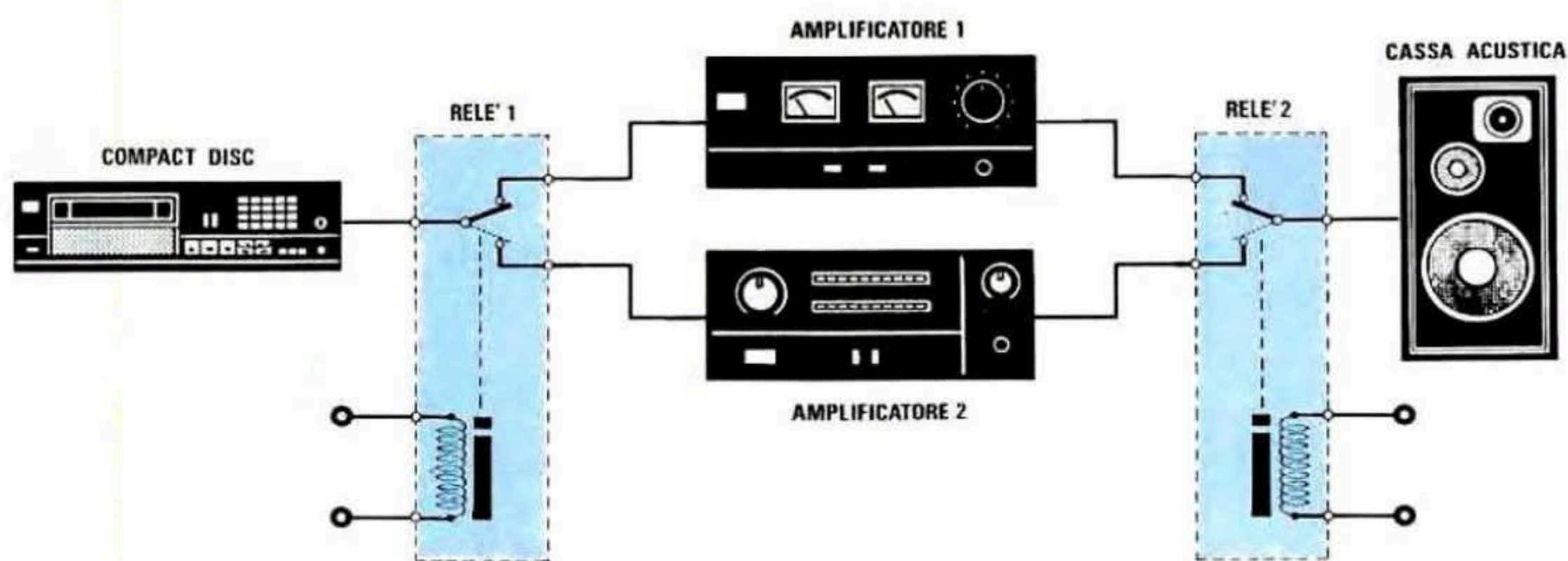


Fig.5 Senza disporre di un'adeguata strumentazione si può controllare la differenza timbrica di due amplificatori usando il sistema della "comparazione in tempo reale", che consiste nel commutare velocemente gli ingressi e le uscite con due relè o deviatori.

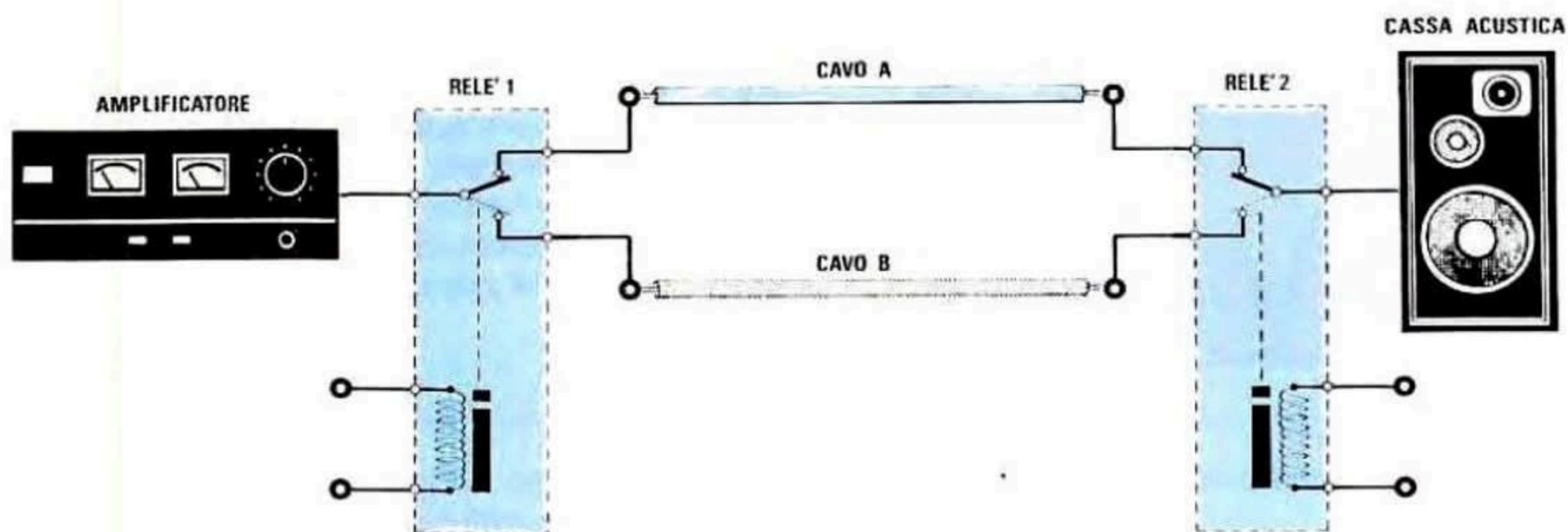


Fig.6 Lo stesso sistema usato per controllare due amplificatori si può utilizzare per verificare la differenza che potrebbe esistere tra un cavo "normale" ed un "supercavo". Un cavo inadeguato può solo "ridurre" leggermente la potenza e non la forma dell'onda.

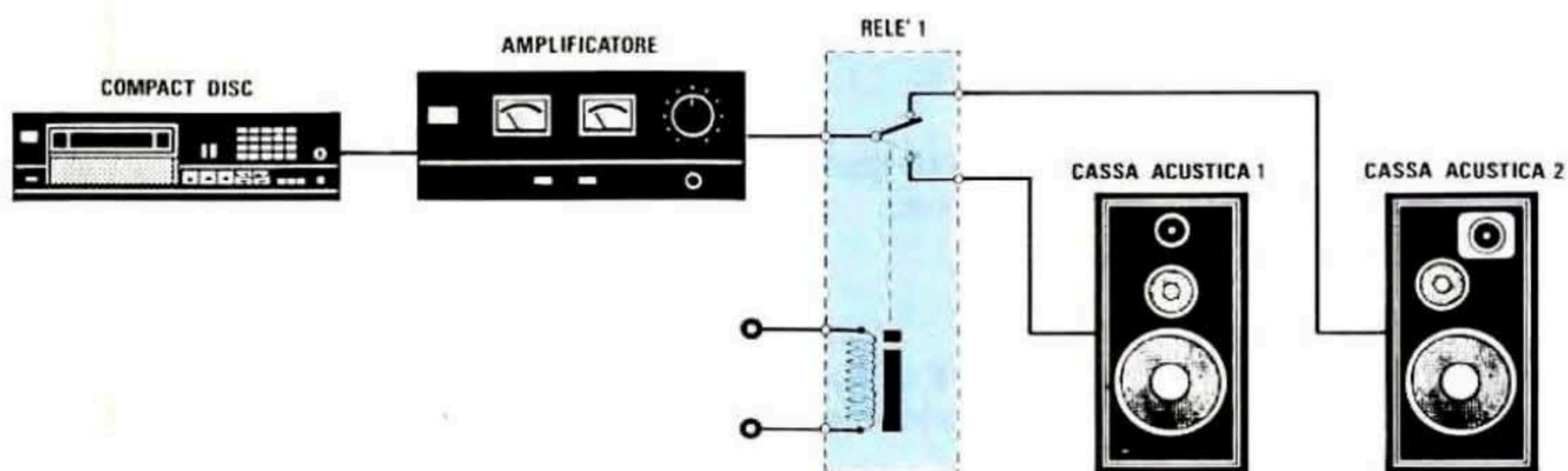


Fig.7 Il sistema della "comparazione in tempo reale" viene spesso usato per confrontare il diverso rendimento di due Casse Acustiche. Più dei cavi, che sono influenti, si dovrebbero scegliere delle buone Casse Acustiche o degli efficaci filtri Cross-Over da 18 dB.

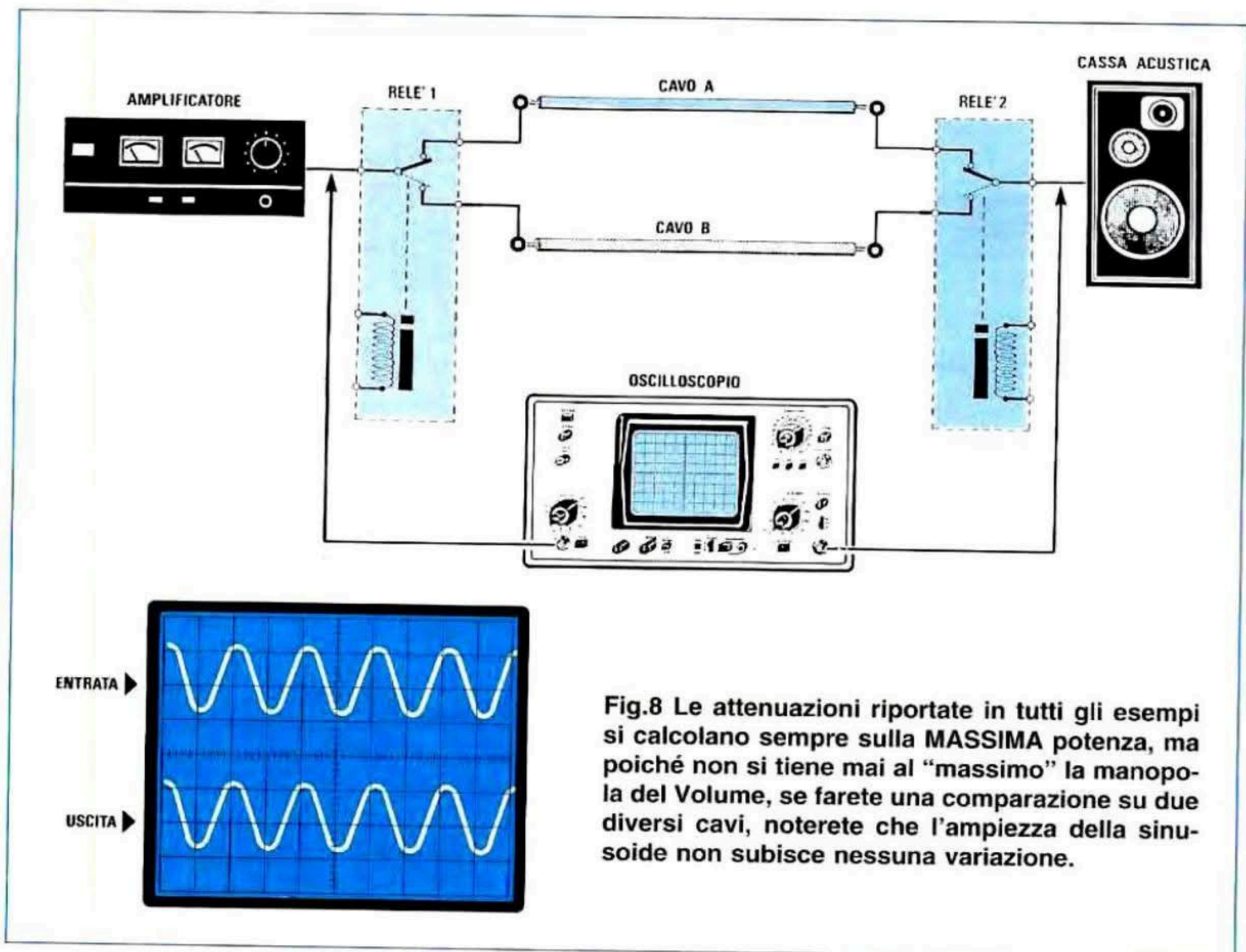


Fig.8 Le attenuazioni riportate in tutti gli esempi si calcolano sempre sulla **MASSIMA** potenza, ma poiché non si tiene mai al "massimo" la manopola del Volume, se farete una comparazione su due diversi cavi, noterete che l'ampiezza della sinusoide non subisce nessuna variazione.

gerà una tensione che potremo calcolare con questa formula:

$$V_c = V_a : (R_c + Z) \times Z$$

Significato delle sigle:

**V<sub>c</sub>** = volt sui **morsetti** delle Casse  
**V<sub>a</sub>** = tensione fornita dall'**amplificatore**  
**R<sub>c</sub>** = resistenza ohmica del **cavo**  
**Z** = impedenza della **Cassa Acustica**

Pertanto su una **Cassa Acustica** da **8 ohm** giungerà alla **massima potenza** una tensione di:

$$[25,316 : (0,1 + 8)] \times 8 = 25 \text{ volt}$$

Conoscendo la tensione e la resistenza di **carico** (Cassa Acustica) potremo calcolare la potenza **reale** trasferita sulla cassa con la formula:

$$\text{Watt} = (\text{volt} \times \text{volt}) : Z$$

quindi avremo:

$$(25 \times 25) : 8 = 78,125 \text{ Watt}$$

A questo punto andiamo a controllare quale **differenza** si avrebbe usando un **cavo** con un diametro **maggiore**, cioè da **1,7 mm** anziché da **1,5 mm**.

Guardando la **Tabella N.2** sappiamo che questo filo presenta una resistenza **ohmica** di **0,008 ohm x metro**, quindi se usiamo un cavo bifilare lungo **5 metri** otterremo una resistenza ohmica **totale** di:

$$(5 + 5) \times 0,008 = 0,08 \text{ ohm}$$

Questa **minore** resistenza **ohmica** farà giungere sulle Casse Acustiche una tensione di:

$$[25,316 : (0,08 + 8)] \times 8 = 25,06 \text{ volt}$$

e con questa tensione otterremo una potenza **reale** di:

$$(25,06 \times 25,06) : 8 = 78,5 \text{ Watt}$$

Se usiamo un filo di **diametro minore**, ad esempio da **1,1 mm** che ha una resistenza ohmica di **0,018 ohm x metro** ed un cavo sempre lungo **5**

metri, otteniamo una resistenza ohmica **totale** di:

$$(5 + 5) \times 0,018 = 0,18 \text{ ohm}$$

Questa **maggiore** resistenza **ohmica** farà giungere sulla Casse Acustiche una tensione di:

$$[25,316 : (0,18 + 8)] \times 8 = 24,758 \text{ volt}$$

che corrispondono ad una potenza di:

$$(24,758 \times 24,758) : 8 = 76,619 \text{ Watt}$$

In pratica, con una **potenza** teorica di **80 watt**, otterremo queste potenze:

$$\text{filo } 1,7 \text{ mm} = 78,500 \text{ Watt}$$

$$\text{filo } 1,5 \text{ mm} = 78,125 \text{ Watt}$$

$$\text{filo } 1,1 \text{ mm} = 76,619 \text{ Watt}$$

Anche se usando **tre diversi diametri** di cavo si presentano delle **differenze**, dovete sempre tenere presente che questi valori sono calcolati per la **massima potenza** e per un cavo **lungo 5 metri**. Comunque non dovete lasciarvi **influenzare** dai **numeri**, perché queste differenze **non sono** assolutamente avvertibili dal nostro **orecchio**.

Infatti l'orecchio rileva una **leggera** riduzione di **potenza** solo quando questa scende a **-3 dB** e rileva **metà potenza** quando questa scende a **-6 dB**. Quindi se prendiamo una potenza sonora di **78,5 Watt**, il nostro orecchio avrà la sensazione che questa si è **leggermente ridotta** quando è scesa a ben **39 Watt**, e che si è ridotta a **metà potenza** quando in realtà è scesa a **19 Watt**.

Quindi anche usando un cavo di diametro **insufficiente** tutto quello che otteniamo è soltanto una leggera **riduzione** della **potenza massima**, che potremo compensare agendo sul potenziometro del **volume**.

Dobbiamo aggiungere che anche i **cavi speciali** venduti a prezzi proibitivi hanno una loro **resistenza ohmica** ed anche ammesso che risulti **minima**, nessuno ha mai accennato al fatto che il segnale, prima di raggiungere gli **altoparlanti**, passa attraverso dei **filtri Cross-Over**, che hanno delle resistenze **ohmiche** ben maggiori dei **5-6 metri** di cavo utilizzato (vedi fig.12).

Ad ogni modo noi consigliamo di utilizzare per le diverse potenze un cavo con un filo di rame di diametro leggermente maggiore (vedi **Tabella N.3**), non per **ridurre** la resistenza ohmica che, come vedremo, è ininfluente, ma per ridurre la sola **induttanza parassita**, che potrebbe attenuare le frequenze più alte degli **acuti**.

**TABELLA N.3 Filo di rame consigliato**

Watt uscita	diametro per 8 ohm	diametro per 4 ohm
30	1,35 mm	1,60 mm
50	1,50 mm	1,80 mm
60	1,65 mm	1,90 mm
80	1,75 mm	2,00 mm
100	1,85 mm	2,20 mm

I diametri riportati in questa tabella sono i **minimi** consigliati, quindi se disponete di un amplificatore da **50 watt** e di Casse Acustiche da **8 ohm** potrete benissimo utilizzare del filo di diametro da **1,60 - 1,70 - 2,10**, ma non da **1,40 - 1,30 mm**, in altre parole non utilizzate cavi di diametro inferiore a quello da noi consigliato.

### L'INDUTTANZA e la CAPACITA' di un CAVO

Per convincere gli audiofili che il **cavo** di collegamento può influire negativamente sul rendimento acustico di un amplificatore, si afferma giustamente che ha una bassa **induttanza** ed una bassa **capacità**, poi si rappresenta il cavo come un **filtro Passa/Basso** (vedi fig.9).

Nessuno però si sofferma sulla reale influenza dell'**induttanza** e della **capacità** sul segnale di BF.

L'**induttanza** di un cavo che abbia i fili **appaiati** varia al variare del diametro del filo da un **minimo** di **0,3 microHenry x metro** ad un **massimo** di **0,8 microHenry x metro**.

L'induttanza è maggiore se il diametro del filo è **sottile**, è minore se il diametro del filo è **grosso**.

Anche la **capacità** del cavo varia al variare del diametro del filo e da un **minimo** di **90 pF x metro** può arrivare anche a **250 pF x metro**.

La capacità è **maggiore** se il diametro del filo è **grosso**, è **minore** se il diametro del filo è **sottile**. Il sistema più corretto per rappresentare un cavo di collegamento è quello riportato in fig.10, in quanto l'**induttanza** e la **capacità** sono distribuite su tutta la sua lunghezza.

Se **aumentiamo** la lunghezza del cavo, **aumentano** sia l'**induttanza** sia la **capacità**, se **accorciamo** la lunghezza del cavo, si **riducono** sia l'**induttanza** sia la **capacità**.

Come vedremo in seguito, di questi due parametri solo l'**induttanza**, se esageratamente **elevata**, attenua le frequenze comprese tra i **15.000 - 20.000 Hz**, mentre la **capacità** non modifica né i **bassi** né i **medi** né gli **acuti**.

Quanto detto sopra vale se la distanza tra l'amplificatore e la Cassa Acustica non supera i **10 - 12 metri**.

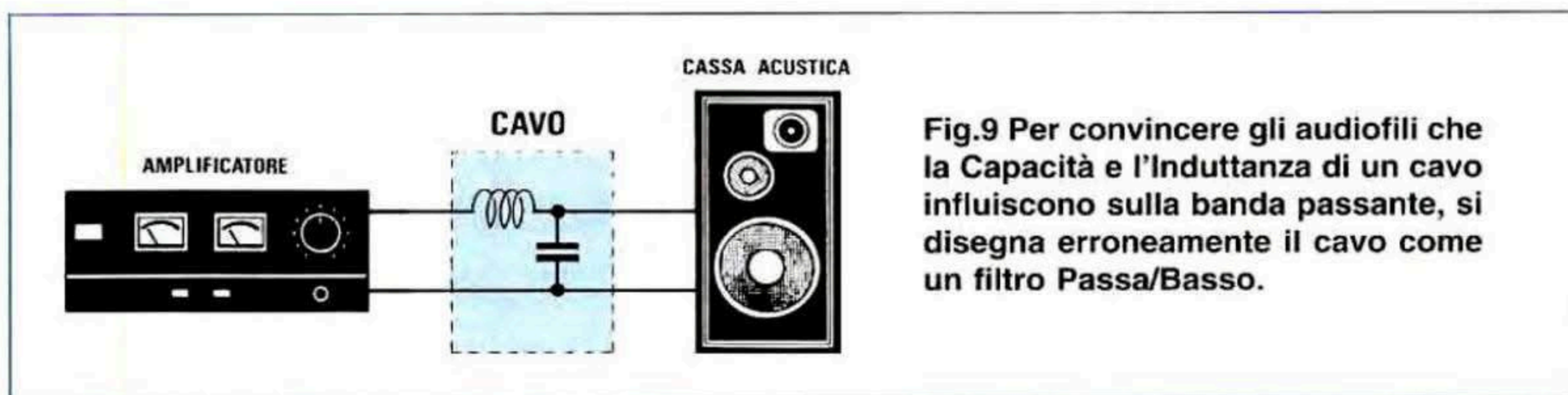


Fig.9 Per convincere gli audiofili che la Capacità e l'Induttanza di un cavo influiscono sulla banda passante, si disegna erroneamente il cavo come un filtro Passa/Basso.

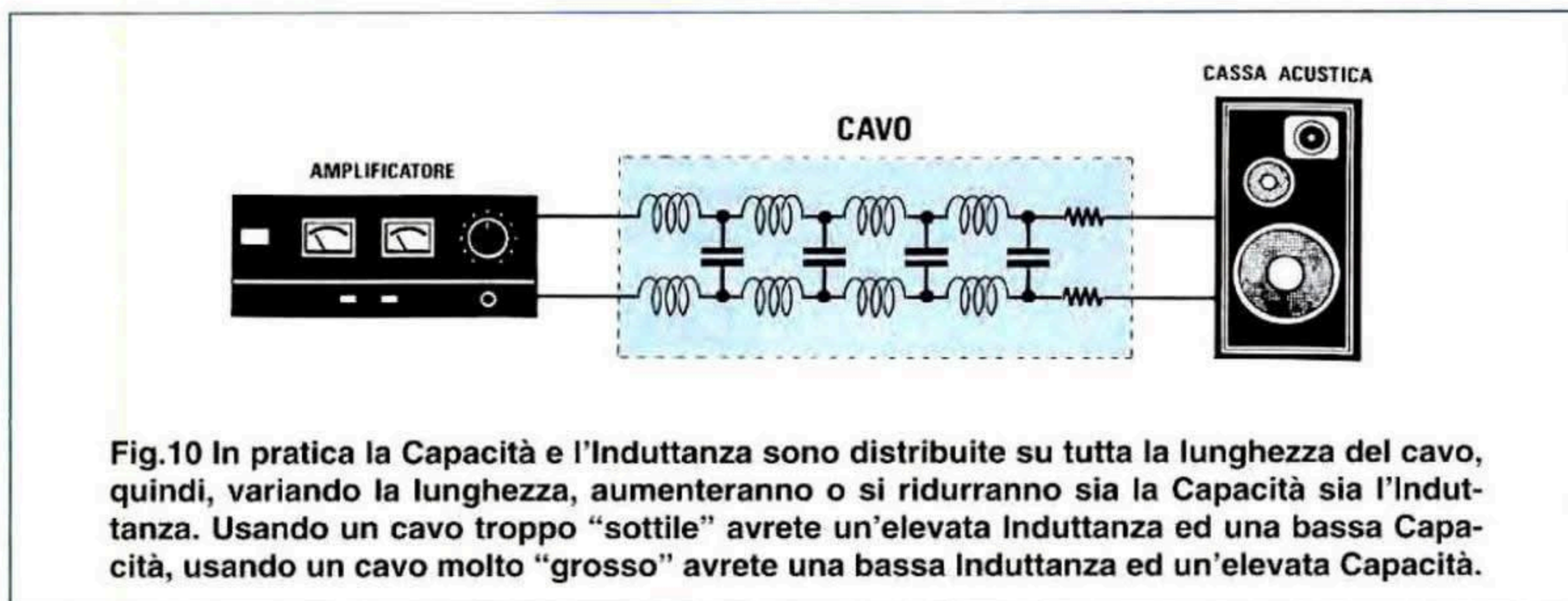


Fig.10 In pratica la Capacità e l'Induttanza sono distribuite su tutta la lunghezza del cavo, quindi, variando la lunghezza, aumenteranno o si ridurranno sia la Capacità sia l'Induttanza. Usando un cavo troppo "sottile" avrete un'elevata Induttanza ed una bassa Capacità, usando un cavo molto "grosso" avrete una bassa Induttanza ed un'elevata Capacità.

Tempo addietro abbiamo letto su una rivista di Hi-Fi una frase che ci ha lasciato perplessi:

*"Per ridurre le capacità parassite consigliamo di separare e distanziare i due conduttori della pialtina."*

In pratica è **vero** che distanziando i due fili le **capacità parassite** si riducono, ma chi ha dato questo consiglio non sa che così facendo **aumenta** in modo esagerato l'**induttanza parassita**.

Tanto per fare un esempio, un cavo con i due fili **appaiati** può presentare su una lunghezza di **10 metri** una **induttanza parassita** di soli **7-8 microHenry**, ma se li separiamo l'**induttanza parassita** salirà oltre i **40 microHenry**.

Quindi noi vi consigliamo di non **separare mai** i due conduttori che vanno alle Casse Acustiche, perché **aumentereste** notevolmente l'**induttanza parassita**.

Se poi nel cavo con i due fili **appaiati** la **capacità parassita** può raggiungere su una lunghezza di **10 metri** anche i **2.000 pF**, non preoccupatevi, perché, come vedremo, questa capacità non **attenua** nessuna frequenza.

Poc'anzi ci siamo soffermati sul fatto che l'**induttanza parassita** di un cavo può variare da **0,3 a 0,8 microHenry x metro** e la **capacità parassita** da **90 a 250 picoFarad x metro**.

Quindi se questi due parametri variano da un cavo all'altro, si avrà ovviamente qualche **variazione** sulla **banda passante**.

Infatti queste variazioni si verificano, ma soltanto per le frequenze dei **super-acuti** e poiché nessun orecchio umano riuscirà mai a **percepire** le **frequenze ultrasoniche** superiori ai **20.000 Hz**, poco importa al nostro orecchio se verranno attenuati i **30.000**, i **40.000** o i **100.000 Hz**.

#### INDUTTANZA - CAPACITA' - FREQUENZA

Anche se tutti paragonano un **cavo** ad un filtro **Passa/Basso** (vedi fig.9) in quanto composto da un'**induttanza** e una **capacità**, per calcolare la sua frequenza di **taglio** non si possono usare le stesse formule utilizzate per i filtri **Passa/Basso** di un Cross-Over, ma occorre procedere in modo totalmente diverso in quanto quello che dobbiamo conoscere è su quale **frequenza** la tensione d'uscita inizia ad **attenuarsi** di **3 dB**.

Per calcolare quale **reattanza** presentano queste **capacità** e **induttanze** parassite dovremo sostituire l'induttanza e la capacità con due **resistenze** che sigleremo **XL** e **XC** (vedi fig.11).

Il valore ohmico di **XL** (induttanza) e di **XC** (capacità) si ricava utilizzando queste formule:

$$XL \text{ ohm} = 0,00628 \times (\text{KHz} \times \text{microH})$$

$$XC \text{ ohm} = 159.200 \times (\text{KHz} \times \text{nanoF})$$

## LA CAPACITA' PARASSITA

Se prendiamo differenti cavi tutti lunghi **10 metri** che presentino diverse **capacità parassite**:

**300 - 1.000 - 2.000 - 3.000 - 4.000 pF**

e andiamo a controllare nella **Tabella N.4** la loro **resistenza equivalente** alle varie frequenze **audio**, scopriremo che difficilmente essa scende sotto i **1.900 ohm**.

Poiché questa **XC** risulta applicata in **parallelo** agli **8 ohm** dell'altoparlante, anche se prendiamo un cavo con una **elevata** capacità parassita, cioè da **4.000 picroFarad**, sulle frequenze dei **bassi** e dei **medi** non avremo nessuna attenuazione di potenza, mentre sulle sole frequenze degli **acuti** otterremo una riduzione dello:

0,2% sui 10.000 Hz  
0,3% sui 15.000 Hz  
0,4% sui 20.000 Hz

Poiché le **capacità parassite** risultano sempre inferiori a **4.000 pF**, possiamo concludere che una riduzione di **potenza** compresa tra lo **0,2%** e lo **0,4%** sulle frequenze dei soli **acuti** è insignificante e **non avvertibile**, di conseguenza non si prende mai in considerazione.

## L'INDUTTANZA PARASSITA

L'**induttanza parassita XL**, che risulta collegata in **serie** agli **8 ohm** dell'altoparlante, può **attenuare**, in funzione del suo valore, le frequenze dei **medio - acuti**.

Se prendiamo differenti cavi tutti lunghi **10 metri** che presentino diverse **induttanze parassite**:

**3 - 5 - 8 - 10 microHenry**

e andiamo a controllare nella **Tabella N.5** la loro **resistenza equivalente** alle varie frequenze **audio**, scopriremo che da un **minimo** di **0,001 ohm** può raggiungere un **massimo** di **1,25 ohm**.

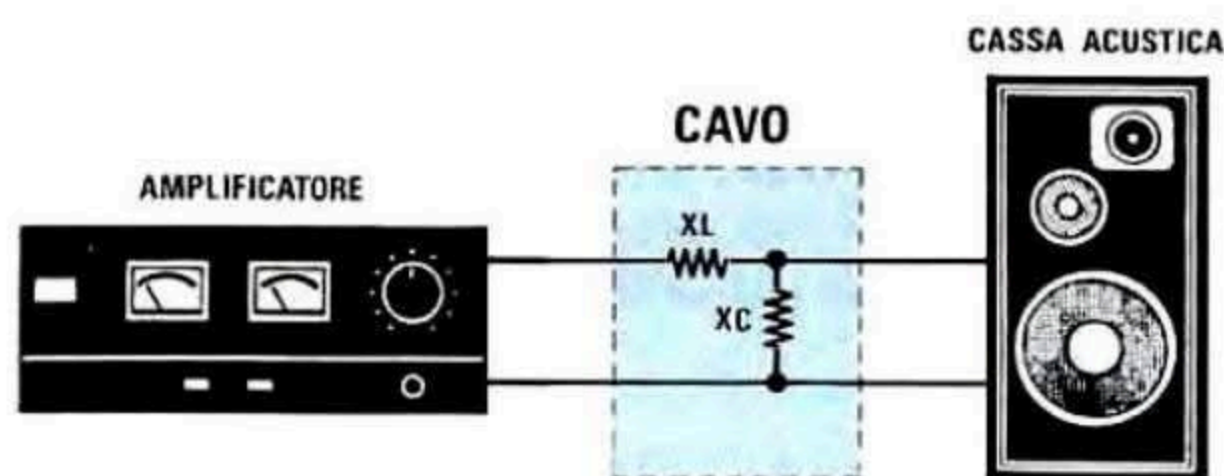
TABELLA N.4 REATTANZA CAPACITIVA

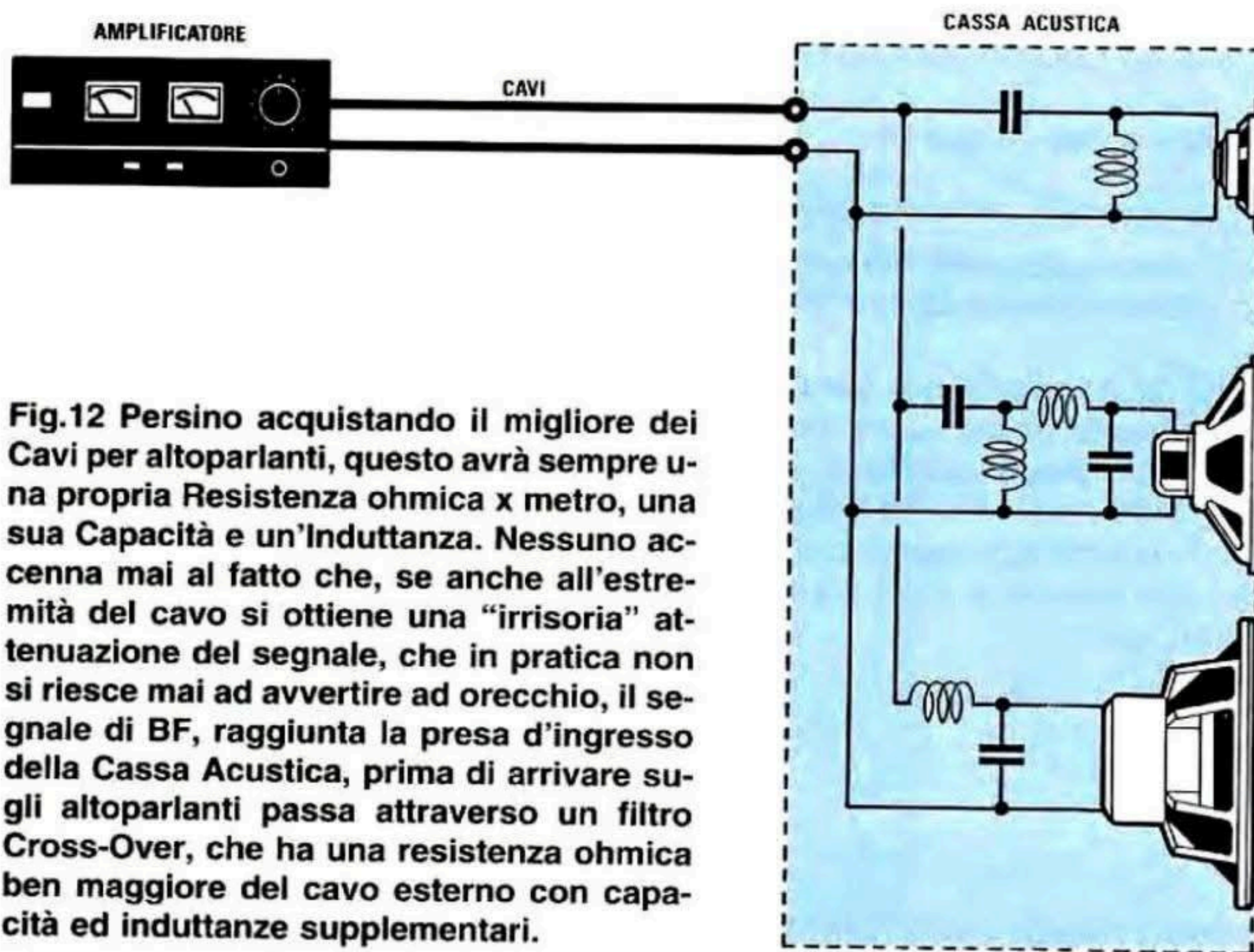
Capacità x 10 metri	resistenza ohmica capacitiva XC alle diverse frequenze				
	100 Hz	1.000 Hz	10.000 Hz	15.000 Hz	20.000 Hz
300 pF	5,3 mega	530 kilo	53.000 ohm	35.400 ohm	26.650 ohm
1.000 pF	1,6 mega	160 kilo	16.000 ohm	10.600 ohm	7.960 ohm
2.000 pF	796 kilo	79 kilo	7.960 ohm	5.300 ohm	3.980 ohm
3.000 pF	530 kilo	53 kilo	5.300 ohm	3.500 ohm	2.650 ohm
4.000 pF	398 kilo	39 kilo	3.980 ohm	2.650 ohm	1.990 ohm

TABELLA N.5 REATTANZA INDUTTIVA

Induttanza x 10 metri	resistenza ohmica induttiva XL alle diverse frequenze				
	100 Hz	1.000 Hz	10.000 Hz	15.000 Hz	20.000 Hz
3 microH	0,001 ohm	0,018 ohm	0,19 ohm	0,28 ohm	0,38 ohm
5 microH	0,003 ohm	0,031 ohm	0,31 ohm	0,47 ohm	0,63 ohm
8 microH	0,005 ohm	0,050 ohm	0,50 ohm	0,75 ohm	1,00 ohm
10 microH	0,006 ohm	0,063 ohm	0,63 ohm	0,94 ohm	1,25 ohm

Fig.11 L'induttanza del cavo è una resistenza XL che si trova posta in "serie" all'ingresso della Cassa Acustica, mentre la capacità del cavo è una resistenza XC che si trova posta in "parallelo" all'ingresso della Cassa Acustica.





**Fig.12** Persino acquistando il migliore dei Cavi per altoparlanti, questo avrà sempre una propria Resistenza ohmica x metro, una sua Capacità e un'Induttanza. Nessuno accenna mai al fatto che, se anche all'estremità del cavo si ottiene una "irrisoria" attenuazione del segnale, che in pratica non si riesce mai ad avvertire ad orecchio, il segnale di BF, raggiunta la presa d'ingresso della Cassa Acustica, prima di arrivare sugli altoparlanti passa attraverso un filtro Cross-Over, che ha una resistenza ohmica ben maggiore del cavo esterno con capacità ed induttanze supplementari.

Per calcolare quale tensione giunge sulle Casse Acustiche utilizzando dei cavi con diversi valori di **reattanza**, dobbiamo tenere conto anche dello **sfasamento** (cos-fi).

La formula che ci permette di conoscere il valore di **tensione** che giunge sugli altoparlanti è la seguente:

$$V_c = [V_a : (\sqrt{XL^2 + Z^2})] \times Z$$

Significato delle sigle:

**V<sub>c</sub>** = Volt sui morsetti delle Casse Acustiche  
**V<sub>a</sub>** = Volt forniti in uscita dall'amplificatore  
**XL<sup>2</sup>** = reattanza del cavo elevata al **quadrato**  
**Z<sup>2</sup>** = impedenza delle Casse al **quadrato**  
**Z** = impedenza delle Casse Acustiche

Ora prendiamo due cavi, **uno speciale** di costo elevato ed uno **scadente** che abbia un'induttanza **parassita** di **0,8 microHenry x metro**, e controlliamo nella **Tabella N.5** il loro valore di **XL** sulle frequenze di **1.000 - 10.000 - 20.000 Hz** per una lunghezza di **10 metri**.

	1KHz	10KHz	20KHz
cavo 3 microH =	0,018	0,19	0,38 ohm
cavo 8 microH =	0,050	0,50	1,00 ohm

Per calcolare i **volt** con la formula sopra riportata, conviene elevare subito al **quadrato** questi numeri e così otteniamo:

0,000324	0,0361	0,1444	(cavo 3 microH)
0,0025	0,25	1,0	(cavo 8 microH)

Elevando al **quadrato** anche l'impedenza degli **8 ohm** delle Casse Acustiche, otterremo **8x8 = 64**.

Con questi dati possiamo calcolare quali tensioni giungeranno sui morsetti delle Casse Acustiche alle **varie frequenze**, prendendo come riferimento la tensione di **25,316 volt** fornita in uscita da un amplificatore da **80 Watt** su un carico di **8 ohm** ed un cavo avente in **teoria** una resistenza **nulla**.

**Cavo speciale = 3 microHenry su 10 metri**

**frequenza 1.000 Hz**

$$[25,316 : (\sqrt{0,000324 + 64})] \times 8 = 25,315 \text{ Volt}$$

**frequenza 10.000 Hz**

$$[25,316 : (\sqrt{0,0361 + 64})] \times 8 = 25,308 \text{ Volt}$$

**frequenza 20.000 Hz**

$$[25,316 : (\sqrt{0,1444 + 64})] \times 8 = 25,287 \text{ Volt}$$

**Cavo comune = 8 microHenry su 10 metri**

frequenza 1.000 Hz

$$[25,316 : (\sqrt{0,0025 + 64})] \times 8 = 25,315 \text{ Volt}$$

frequenza 10.000 Hz

$$[25,316 : (\sqrt{0,25 + 64})] \times 8 = 25,266 \text{ Volt}$$

frequenza 20.000 Hz

$$[25,316 : (\sqrt{1,0 + 64})] \times 8 = 25,120 \text{ Volt}$$

Vedendo questi differenti valori di **tensione**, tutti coloro che sostengono che i **cavi** influenzano le caratteristiche di un impianto **Hi-Fi** sussulteranno di gioia, ma costoro non sanno che la **sola differenza** che riscontreranno tra un cavo **costoso** ed uno dei più **economici** è soltanto un'irrisoria **attenuazione** di potenza sulle frequenze dei **super-acuti**.

Sui **bassi** e sui **medi** non si avrà nessuna **riduzione di potenza** e la forma dell'onda sui **bassi - medi - acuti** non subirà nessuna **alterazione**.

Conoscendo le tensioni che giungono sull'ingresso delle Casse Acustiche alle tre frequenze di **1.000 - 10.000 - 20.000 Hz**, proviamo a calcolare la **potenza massima** che si può ottenere in uscita usando la formula:

$$\text{Watt} = (\text{volt} \times \text{volt}) : Z$$

Dalla **Tabella N.6** possiamo vedere che queste differenze sono **irrisorie**.

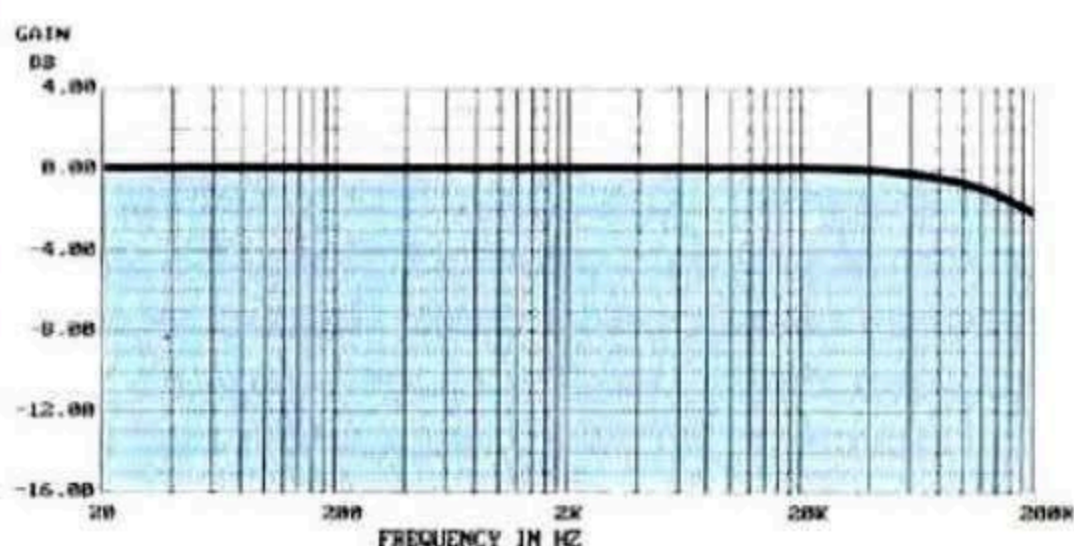
**TABELLA N.6**

	1.000 Hz	10.000 Hz	20.000 Hz
cavo speciale	80,10 W	80,06 W	79,92 W
cavo comune	80,10 W	79,79 W	78,87 W
differenza	=====	0,27 W	1,05 W

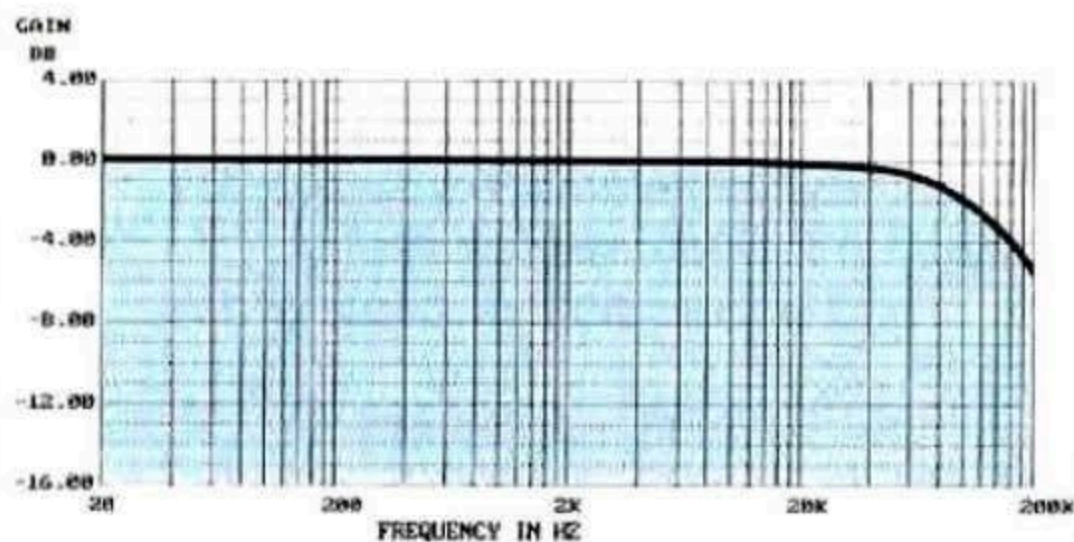
**NOTA:** Il lettore notando che a **1.000 Hz** si ottiene una potenza maggiore di **80 Watt**, penserà ad un **errore** di calcolo che in pratica non esiste. Questa differenza appare perché nei calcoli abbiamo utilizzato per i valori di **tensione** e di **corrente** soltanto **tre decimali**, e non tutti quelli presenti.

Anche se il calcolo matematico ci dice che il **cavo comune** a **10.000 Hz** attenua **0,27 Watt** in meno e a **20.000 Hz** attenua **1,05 Watt** in meno rispetto ad un **cavo speciale**, il nostro orecchio non rileverà **nessuna** riduzione di potenza, anche perché i **20.000 Hz** non sono più udibili.

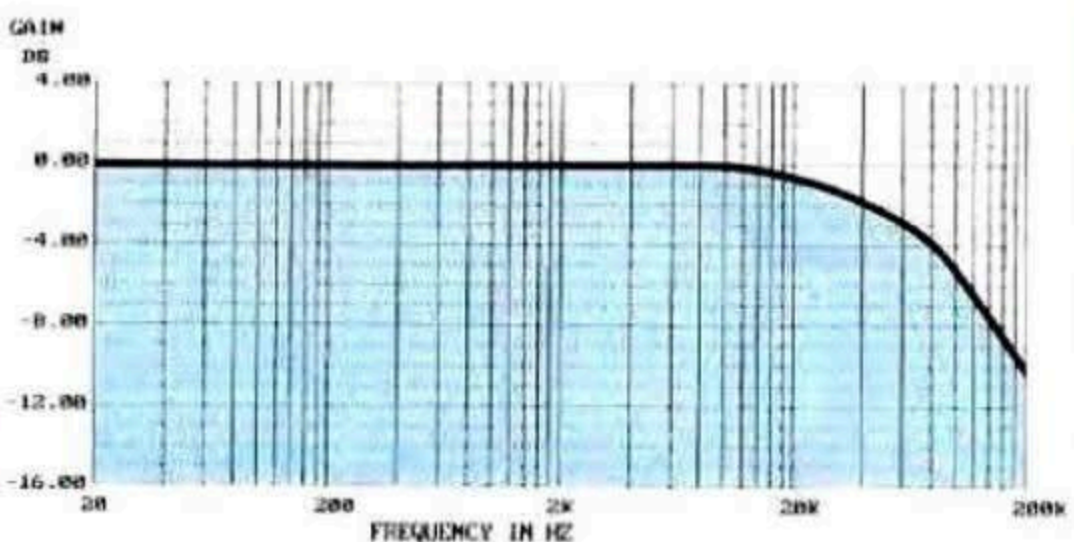
Se volete una conferma che passando da **80 a 79 Watt** il nostro orecchio **non rileva** questa differen-



**Fig.13** Se prendete un Super cavo, potrete notare che questo inizierà ad attenuare tutte le frequenze superiori ad 80.000 Hz, ma poiché il nostro orecchio riesce a percepire un massimo di 20.000 Hz non potremo mai apprezzare questa caratteristica.



**Fig.14** Un cavo per altoparlanti costruito usando del normale filo da elettricista, come visibile in fig.16, inizierà ad attenuare tutte le frequenze oltre i 60.000 Hz, quindi con un basso costo avrete realizzato un ottimo cavo per altoparlanti.



**Fig.15** Il più economico filo bifilare da elettricista, con un diametro rame inferiore al richiesto, inizierà ad attenuare tutte le frequenze oltre i 18.000 Hz, che, essendo dei super-acuti, non sono rilevabili ad orecchio da tutte le persone.

za, collegate un **oscilloscopio** sul segnale che entra nelle Casse Acustiche, poi applicate sull'ingresso dell'amplificatore una **nota a 10.000 Hz** ed agendo sul controllo del **volume** fatevi dire da un ascoltatore quando nota una piccola **riduzione sonora** e quando invece nota **metà potenza**.

Ammessi di avere un amplificatore da **80 watt**, l'ascoltatore noterà una **piccola riduzione sonora** quando porterete l'ampiezza del segnale dai **25 volt** all'incirca sui **20 volt** (potenza **50 Watt**) e **metà potenza sonora** quando porterete l'ampiezza del segnale a circa **13 volt** (potenza **20 Watt**).

Per questo motivo si usa la scala **logaritmica** dei **dB** (vedere a pag.60 del volume **Handbook Nuova Elettronica** le misure di tensione e potenza espresse in **dB**).

Quando il nostro orecchio sente una riduzione di **potenza** di **1/4** circa, in pratica questa è scesa di ben **2 volte** (3 dB), e quando sente che è scesa di **1/2**, in pratica è scesa di ben **4 volte** (6 dB).

Quindi per un amplificatore da **100 Watt** che eroga:

**50 Watt** = il nostro orecchio dirà:  
che la potenza è scesa di **1/4**.

**25 Watt** = il nostro orecchio dirà:  
che la potenza è scesa di **1/2**.

Forse molti notando queste elevate differenze di **tensione**, rimarranno stupiti da questa nostra affermazione, ma non ci stancheremo mai di ricordarvi che queste tensioni vengono trasformate in una **potenza sonora** per l'**orecchio** e non per un oscilloscopio.

In pratica è come se noi pretendessimo di stabilire che una **mano** è in grado di riconoscere **piccole** differenze di **peso**.

Se vi ponessimo in **mano** tre identiche scatole contenenti ciascuna **pesi** diversi, una con **500 gram-**

**mi**, una con **450 grammi** ed una con **550 grammi**, chiedendovi di indicarci quale delle tre è la più **pesante**, forse ci direste che la più pesante è quella da **450 grammi** oppure potreste affermare che risultano tutte di uguale **peso**.

Queste piccole differenze si possono rilevare soltanto con una **bilancia**.

## FREQUENZA di TAGLIO

Abbiamo visto che la **capacità parassita** di un **cavo** provoca solo un'**irrisoria** attenuazione di **potenza** su tutta la banda audio, che potremo facilmente compensare **ruotando** leggermente il potenziometro del **volume**.

L'**induttanza parassita** è invece più insidiosa perché provoca un'**attenuazione** sulle sole **frequenze** dei **super-acuti**.

Per sapere su quale frequenza il cavo inizia ad **attenuare** di **3 dB**, occorre un'adeguata strumentazione e poiché di norma l'audiofilo ne è sprovvisto, questa si può ugualmente conoscere usando questa **formula**:

$$\text{KHz} = Z : (0,00628 \times \text{microHenry})$$

Il valore di **Z** indica l'**impedenza** dell'**altoparlante** con in parallelo la **reattanza XC** della **capacità parassita** del cavo, i **microHenry** sono la **capacità parassita** del cavo, che come sappiamo varia in funzione della sua lunghezza.

Per semplificare il calcolo possiamo considerare per **Z** dei valori sfavorevoli, cioè un cavo che abbia un'elevata **capacità parassita**, tale da far scendere:

un'impedenza da **8 ohm** a **7,5 ohm**

un'impedenza da **4 ohm** a **3,5 ohm**

A questo punto prendiamo il valore dell'**induttanza parassita** relativa a **10 metri**.



**Fig.16** Se volete costruirvi degli ottimi cavi per altoparlanti, con caratteristiche analoghe ai cavi più costosi, potrete acquistare un cavo da elettricista a 4 conduttori, ponendo in parallelo 2 fili. Potrete anche utilizzare due comuni piattine bifilari, non dimenticando di tenerle "unite" con un giro di nastro isolante ogni 10 centimetri.

**3 microHenry = 10 metri di cavo speciale**  
**5 microHenry = 10 metri di cavo medio**  
**8 microHenry = 10 metri di cavo normale**  
**10 microHenry = 10 metri di cavo scadente**

Utilizzando la formula poco sopra riportata possiamo conoscere su **quale frequenza** vi sarà un taglio a meno **3 dB** con un carico di **8 ohm**.

$7,5 : (0,00628 \times 3) = 398 \text{ Kilohertz}$   
 $7,5 : (0,00628 \times 5) = 238 \text{ Kilohertz}$   
 $7,5 : (0,00628 \times 8) = 149 \text{ Kilohertz}$   
 $7,5 : (0,00628 \times 10) = 119 \text{ Kilohertz}$

Come potete notare, anche il cavo **più scadente** inizierà ad **attenuare** le sole frequenze **ultrasoniche** sopra i **119 Kilohertz**, in altre parole le frequenze già al di fuori della **banda audio**.

Ammesso che la formula dia un **errore** del **10%** in più o in meno, i **119 KHz** non scenderanno mai sotto i **107 Kilohertz**.

Dobbiamo anche far presente che abbiamo scelto le condizioni più sfavorevoli, cioè una **capacità parassita** maggiore di **4.000 picoFarad** ed un cavo lungo **5+5 = 10 metri**.

Poiché in un impianto **Hi-Fi** le Casse Acustiche si trovano ad una distanza dall'amplificatore inferiore ai **5 metri**, le **attenuazioni** introdotte si riducono notevolmente.

Esiste una sola condizione in cui il cavo può **attenuare** le frequenze **audio** comprese tra i **15.000 Hz** ed i **20.000 Hz** e si verifica quando si usa un cavo con i **due fili separati** (uno per l'andata ed uno per il ritorno).

Usando due **fili separati** l'induttanza parassita può superare anche i **40 microHenry** ed aumentando notevolmente la **XL** potremo facilmente **tagliare** le frequenze più **alte** degli **acuti**.

## CONCLUSIONE

Anche se la **teoria** ci fornisce dei dati che sembrano confermare che le **capacità parassite influenzano** un segnale di BF, applicando sull'estremità di questi **cavi sofisticati strumenti di misura**, possiamo provare che in realtà **non viene** influenzata nessuna frequenza **audio**.

Solo l'**induttanza parassita** influenza in modo **irrisorio**, e comunque **non avvertibile ad orecchio**, le sole frequenze oltre i **15.000 Hz**.

Anche se molti venditori consigliano attraverso una pressante **pubblicità** di usare per l'**Hi-Fi** i loro **cavi**, perché presentano una **bassa induttanza** o **capacità**, dalle prove compiute in laboratorio è risultato che **un cavo vale l'altro**.

C'è chi tira in ballo la teoria dell'**effetto pelle**, che in pratica produce solo un **irrisorio** calo della resistenza ohmica.

Gli articolisti che si preoccupano dei **0,0005 ohm** e poi non tengono conto della resistenza dei **filtri Cross-Over**, che è notevolmente maggiore, è come se affermassero che se cade **1 chilo di sale** in un fiume, tutti i pesci di acqua dolce correrebbero un serio pericolo, senza accennare che per i pesci risultano molto più pericolosi i **liquami inquinanti** versati nel fiume dalle industrie.

Forse tutti trascurano volutamente quello che maggiormente **influenza il suono**, che non è il **cavo**, ma ciò che si applica alle sue estremità, cioè il **filtro Cross-Over**, che potrebbe non avere un'appropriatezza **frequenza di taglio** e potrebbe **ruotare di fase** un segnale, la qualità degli **altoparlanti** e le dimensioni della **cassa acustica**.

Se nelle vostre Casse Acustiche sono presenti scadenti filtri **Cross-Over**, potrete anche collegare dei **super cavi**, ma non riuscirete mai a correggere i difetti del filtro **Cross-Over** o dell'**altoparlante**.

In altri termini i **super cavi** non hanno nessuna proprietà prodigiosa.

Abbiamo effettuato le prove sui **cavi** non applicando sulla loro estremità un comune **altoparlante** o un **carico resistivo da 8 ohm**, ma collegando direttamente sui **morsetti** d'ingresso di una **Cassa Acustica** gli strumenti necessari, perché la risposta in frequenza risente molto del carico introdotto dal filtro **Cross-Over**.

## PER I PIU' PIGNOLI

A coloro che sono ancora convinti che i **super cavi** migliorano la qualità del suono perché hanno una **induttanza parassita** minore di qualsiasi altro cavo, insegneremo come **fare in casa** un cavo a **bassa induttanza** utilizzando del comune cavo per elettricista.

Acquistate in un qualsiasi negozio da elettricista un cavo in gomma provvisto di **4 conduttori** con un diametro **rame** adeguato alla potenza dell'amplificatore (vedi Tabella N.3), poi collegate in **parallelo** due conduttori come visibile in fig.16.

Se non trovate un cavo con **4 conduttori** potete acquistare due **piattine** collegandole in **parallelo** come visibile in fig.16 e poi affiancandole e tenendole unite con un **giro di nastro isolante** ogni **10 centimetri**.

In questo modo otterrete un cavo con un'**induttanza parassita** che potrà variare da un **minimo** di **0,25 microHenry** per metro ad un **massimo** di **0,4 microHenry** per metro, cioè con caratteristiche quasi analoghe ai più costosi cavi per altoparlanti.