

ELETTRONICA

NUOVA

Anno 40/41 - n. 238
ISSN 1124-5174

RIVISTA BIMESTRALE

Tariffa R.O.C.: "Poste Italiane s.p.a.
Sped. in a.p. - D.L.353/2003
(conv. in L.27/02/2004 n° 46)
art. 1 comma 1, DCB (Bologna)"

DICEMBRE 2008

GENNAIO 2009

INTERFONO con un solo INTEGRATO

LAMPEGGIATORE per BICICLETTA

**MISURARE la DISTORSIONE
di un Amplif. BF con il PC**

SENSIBILE RELE' FONICO

UN semplice AUDIOMETRO

ANTIFURTO ad ULTRASUONI

**valido VCO con doppio
MONOSTABILE**

€ 5,00

**MINILABORATORIO
di ELETTRONICA**

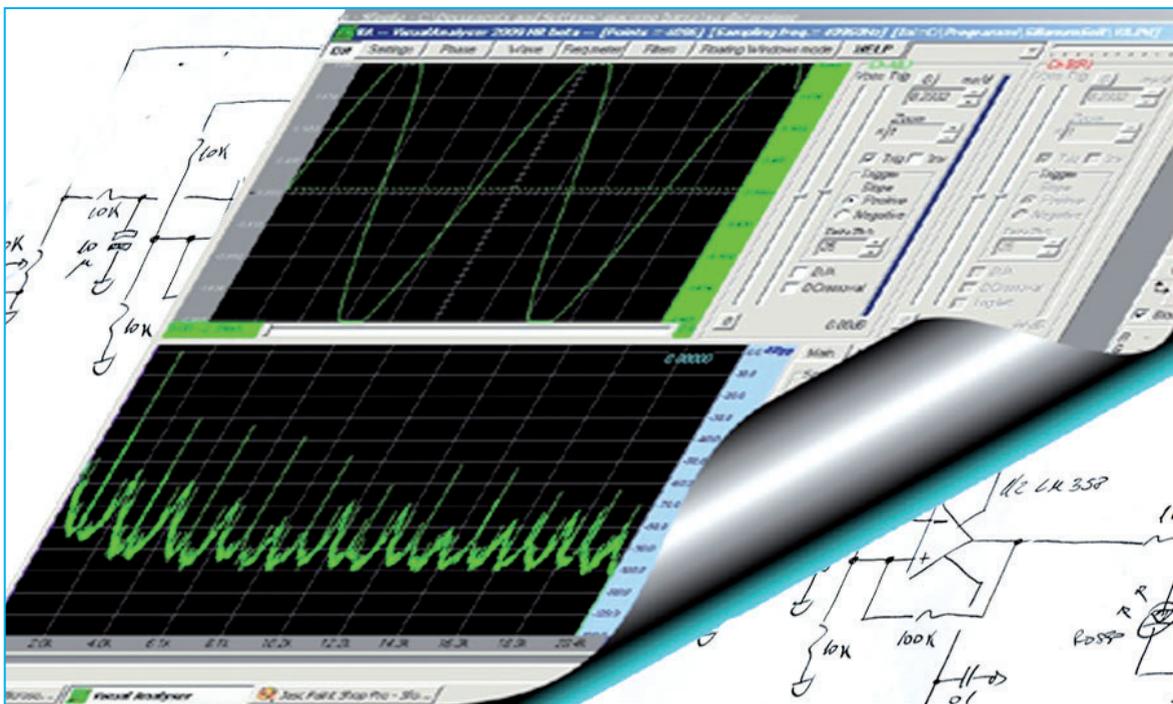
**INDICATORE luminoso
con 12 DIODI LED**



80238>



9 771124 517002



Misurare la distorsione di

In questo articolo vi spieghiamo come eseguire in modo del tutto nuovo, una misura sempre molto richiesta da tutti gli appassionati hi-fi: quella della distorsione di un amplificatore audio. Collegando al vostro personal computer l'interfaccia LX.1690, pubblicata nella rivista N.232, e installando la nuova versione del software Visual Analyser che vi presentiamo, sarete in grado di misurare la distorsione armonica del vostro amplificatore su tutta la banda compresa tra 10 e 20.000 Hz. A differenza dei tradizionali distorsimetri, con il Visual Analyser potrete "vedere" lo spettro prodotto dalla distorsione e comprendere quali sono le armoniche che contribuiscono a questo fenomeno.

Anche se non ce ne rendiamo conto, quando ci dedichiamo all'ascolto di un brano musicale, comodamente sprofondati nella poltrona del salotto, il nostro orecchio non si limita a percepire il diverso **livello** delle onde acustiche provenienti dalla sorgente sonora ma compie, parallelamente, anche un incessante e accurato lavoro di analisi di tutte le diverse **frequenze** che arrivano in rapida successione al nostro padiglione auricolare.

Questa inconsapevole attività è per chi ascolta fonte di grande piacere ma può diventare, in determi-

nate condizioni, causa di irritazione e di affaticamento cerebrale. Questo è quello che succede, ad esempio, quando il suono risulta affetto dal fastidioso fenomeno della **distorsione**, che consiste nella comparsa, accanto alle frequenze originarie, di frequenze **anomale**, che vengono interpretate dai nostri sensi come un **disturbo**.

L'orecchio umano è in grado di avvertire valori molto **bassi** di distorsione, ed il superamento della soglia fisiologica può trasformare rapidamente un gradevole ascolto in una condizione di spiacevole affaticamento.

Questo fenomeno è oggetto di studio da parte di una branca della fisica del suono, la **psicofonia**, che si occupa degli effetti prodotti dalle frequenze sonore sulla nostra psiche, ed è ben conosciuto anche dai numerosi appassionati di **alta fedeltà**, i quali sono costantemente alla ricerca di apparecchiature in grado di ridurre al minimo questo difetto e di garantire una riproduzione del suono il più possibile **esente** da alterazioni.

A questo risultato contribuisce molto la qualità dei componenti dell'impianto di riproduzione, tra i quali spicca lo stadio **amplificatore**, e come gli addetti ai lavori ben sanno, non esiste modello di amplificatore, dal più economico al più costoso, dal più classico a quello tecnologicamente più avanzato, che non sia affetto, in misura maggiore o minore, da questo fenomeno.

Ora, sapendo che la **percentuale di distorsione** è un parametro non trascurabile nella scelta di un tipo di amplificatore piuttosto che di un altro, sono

numerosi gli appassionati che vorrebbero avere la possibilità di misurarla.

Purtroppo questo è **praticamente impossibile** per un hobbista, visto che si richiede il possesso di due strumenti, un **oscillatore BF** a bassissima distorsione e un **distorsimetro**, che non sono alla portata di tutte le tasche.

Partendo da questa constatazione, abbiamo pensato che se fossimo riusciti ad escogitare un modo facile ed economico per eseguire questa misura, avremmo fatto felici molti nostri lettori appassionati di questo argomento.

Per realizzare questo progetto abbiamo deciso di servirci ancora una volta del software **Visual Analyser**, che insieme alla interfaccia **USB LX.1690** consente di trasformare il proprio **personal computer** in due strumenti indispensabili per il laboratorio di elettronica e cioè in un **oscilloscopio** ed in un **analizzatore di spettro** in bassa frequenza.

un Amplificatore con il PC

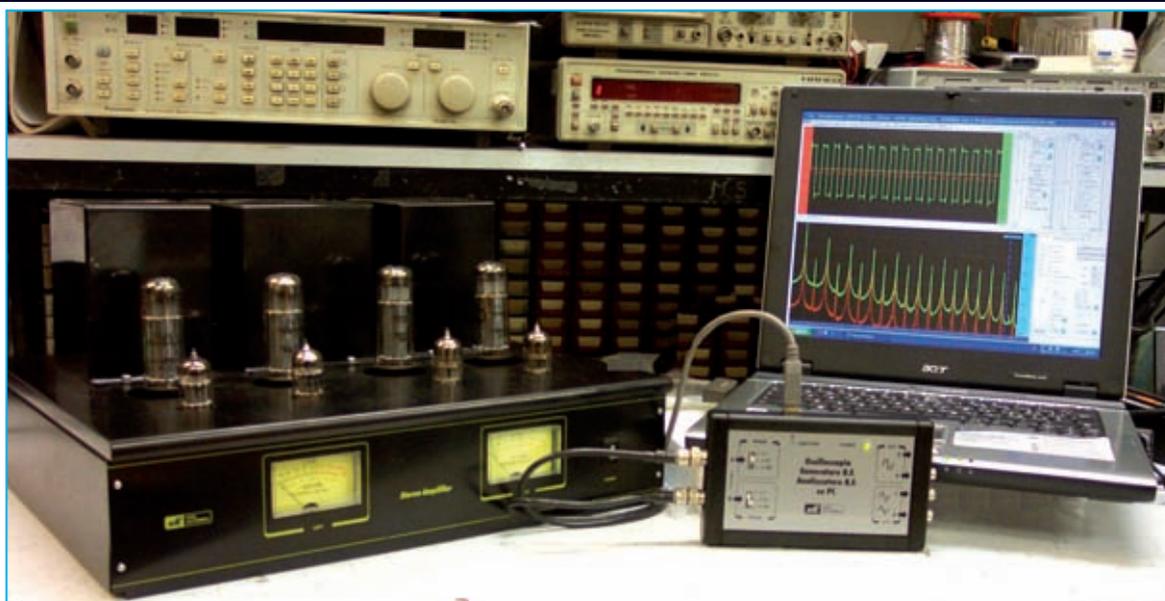


Fig.1 Se desiderate effettuare la misura della distorsione armonica di un amplificatore audio è sufficiente installare sul vostro personal computer la nuova versione VA THD del software Visual Analyser e collegare alla porta USB del pc la nostra scheda LX.1690. In questo modo, oltre a misurare la percentuale di THD dell'amplificatore sarete in grado di osservare sullo schermo tutte le armoniche che contribuiscono alla distorsione.

Abbiamo perciò prospettato la cosa all'autore del software, l'Ing. Alfredo Accattatis dell'Università di Roma-Tor Vergata, chiedendogli di sviluppare per noi una nuova release che potesse soddisfare questa esigenza, ed è così che è nata l'ultima versione del VA cioè la VA THD.

Installandola sul vostro personal computer e collegando alla presa USB del pc la scheda di interfaccia LX.1690, da oggi sarete in grado, ad un costo irrisorio, di misurare la **distorsione armonica totale (THD)** di qualsiasi **amplificatore** e **preamplificatore** audio.

Per di più avrete a disposizione un **oscilloscopio** ed un **analizzatore di spettro** con il quale potrete osservare sul video lo **spettro** delle **armoniche indesiderate** e misurarne **ampiezza** e **fase**, individuando la componente armonica che contribuisce maggiormente a questo fenomeno.

Se ci seguirete vi mostreremo che, grazie ai pratici comandi del Visual Analyser, questa misura non è più monopolio dei laboratori specializzati ma diventa di una tale semplicità da essere alla portata di tutti.

La DISTORSIONE ARMONICA TOTALE (THD)

Volendo dare una definizione di facile comprensione si può dire che la **distorsione armonica** consiste nella **modifica** della **forma d'onda** che subisce un segnale elettrico ogni volta che attraversa un dispositivo **non lineare**.

Nel caso di un amplificatore, la distorsione si misura applicando al suo ingresso un segnale perfettamente **sinusoidale** e andando ad osservare il segnale che si ottiene in uscita.

In presenza di **distorsione armonica** si osserva la comparsa, insieme alla frequenza **fondamentale** applicata in ingresso, di una serie di **armoniche**, aventi frequenza **multipla** della fondamentale.

Questo significa, ad esempio, che se applichiamo ad un amplificatore un segnale sinusoidale avente una frequenza di **1.000 Hz**, dovremmo aspettarci di ritrovare in uscita lo stesso segnale debitamente amplificato.

In presenza di distorsione armonica, invece, compaiono in uscita, oltre al segnale originario, anche una serie di componenti **armoniche** aventi **frequenze multiple** del segnale originario, in questo caso **2.000 Hz**, **3.000 Hz**, **4.000 Hz**, ecc., come risulta visibile in fig.2.

L'armonica di frequenza **doppia** della fondamentale (quella a **2.000 Hz** del nostro esempio) viene

chiamata **seconda armonica**, quella di frequenza **tripla (3.000 Hz nell'esempio)** **terza armonica** e così via.

A seconda della propria ampiezza, ciascuna di queste armoniche darà il suo contributo alla **distorsione armonica totale**, definita anche con l'acronimo anglosassone **THD (Total Harmonic Distortion)**.

La distorsione armonica è un fenomeno molto fastidioso per l'audiofilo perchè anche quando non viene immediatamente percepita dall'ascoltatore, altera la riproduzione del suono e, introducendo una serie di armoniche indesiderate, lo snatura.

Per questo motivo la misura della **THD** è un parametro molto importante per valutare la qualità di un amplificatore audio.

Per misurare la **THD** si parte dalla misura del **rapporto** fra il valore efficace di ciascuna **armonica** e il valore efficace della **fondamentale**.

Ad esempio per valutare la distorsione introdotta dalla **seconda armonica** si utilizza la seguente formula:

$$D_2 = V_2 / V_1$$

dove **D₂** è la **distorsione da seconda armonica**
V₂ è il **valore efficace** della **seconda armonica**
V₁ è il **valore efficace** della **fondamentale**

Così ad esempio, se il valore efficace della seconda armonica fosse pari a **0,018 Volt** e quello della fondamentale a **1,5 Volt**, la distorsione da seconda armonica sarebbe:

$$D_2 = 0,018 / 1,5 = 0,012$$

Lo stesso procedimento viene usato per valutare la distorsione da **terza armonica**, utilizzando la formula:

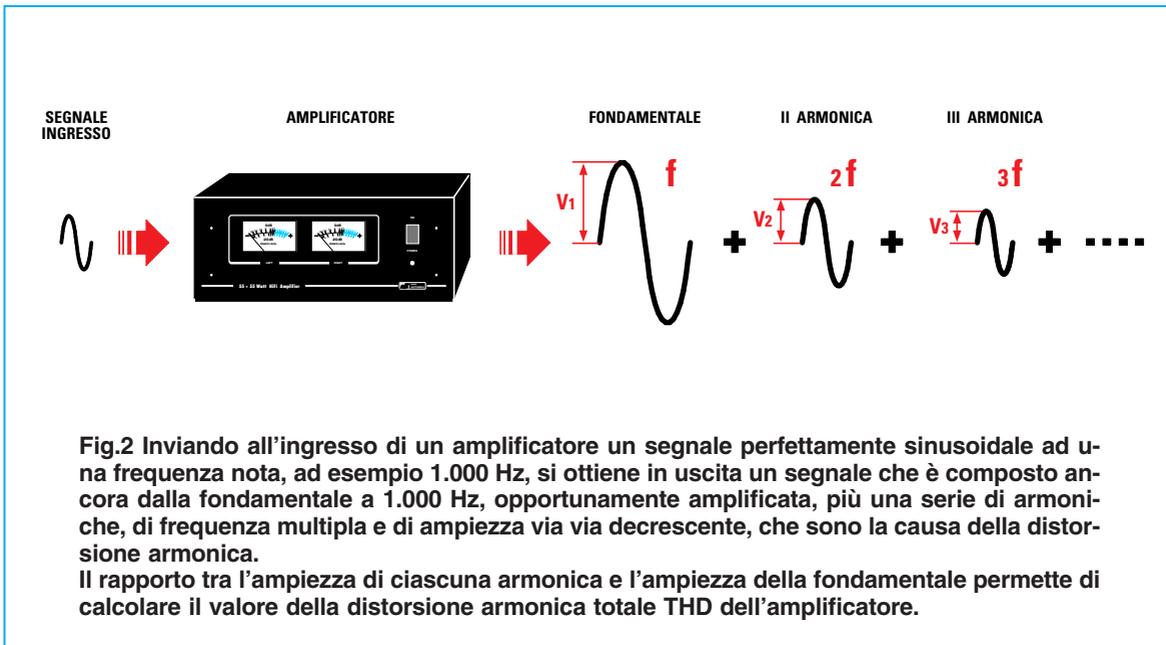
$$D_3 = V_3 / V_1$$

dove **D₃** è la **distorsione da terza armonica**
V₃ è il **valore efficace** della **terza armonica**
V₁ è il **valore efficace** della **fondamentale**

Perciò, se il valore efficace della terza armonica fosse di **0,010 Volt** sempre rispetto ad una fondamentale di **1,5 Volt**, otterremmo:

$$D_3 = 0,010 / 1,5 = 0,0066$$

e così via per le restanti armoniche.



Una volta che si sono calcolati i valori di distorsione relativi a ciascuna armonica, D_2 , D_3 , D_4 , ecc., è possibile ricavare il valore della **distorsione armonica totale** mediante la seguente formula:

$$D = \sqrt{(D_2)^2 + (D_3)^2 + (D_4)^2 + \dots}$$

dove **D** rappresenta la **distorsione armonica totale** e viene generalmente espresso in percentuale moltiplicandolo per **100**.

La somma dei termini posti sotto la radice quadrata sarebbe teoricamente una sommatoria di **infiniti termini**, quante cioè sono le armoniche.

In realtà, poichè l'ampiezza delle armoniche decresce rapidamente con l'aumentare della loro frequenza, ad un certo punto l'influenza delle armoniche di ordine superiore diventa ininfluenza per il calcolo.

Esempio: calcoliamo la distorsione armonica totale derivante dalle sole due armoniche D_2 e D_3 dell'esempio precedente:

$$D = \sqrt{(D_2)^2 + (D_3)^2} = \sqrt{(0,012)^2 + (0,0066)^2} = \sqrt{0,000144 + 0,00004356} = \sqrt{0,00018756} =$$

$$0,0136 \times 100 = 1,36\%$$

E' bene specificare che anche a parità di rapporto con la fondamentale, non tutte le componenti armoniche influiscono allo stesso modo sul nostro orecchio.

Sembra infatti che la sensibilità dell'orecchio una-

no sia diversa per le armoniche **pari** e quelle **dispari** e che dipenda inoltre anche, in una certa misura, dal **tipo** delle armoniche che contribuiscono a determinare la distorsione.

Una certa percentuale di distorsione da **terza armonica**, ad esempio, viene percepita dal nostro udito come molto più fastidiosa di una identica percentuale di distorsione derivante da una **seconda armonica**.

Per questo motivo, per effettuare una valutazione attenta della distorsione di un amplificatore, non è sufficiente determinare semplicemente il valore **percentuale** della **THD**, ma è importante conoscere anche la composizione dello **spettro**, cioè l'**ampiezza delle singole armoniche**.

Come si misura la THD in modo tradizionale

Per comprendere come funziona il software del **Visual Analyser** occorre prima spiegare come si misura il valore di **THD** di un amplificatore.

In fig.3 è riprodotto lo schema di collegamento utilizzato quando si effettua la misura con un **generatore BF** ed un **distorsimetro**.

Quest'ultimo strumento consiste essenzialmente in un **filtro notch** la cui frequenza di taglio può essere sintonizzata sulla **stessa** frequenza alla quale viene eseguita la misura.

Il principio di misura è molto semplice perchè il filtro, collegato all'uscita del dispositivo del quale si vuole misurare la distorsione, ha la funzione di e-

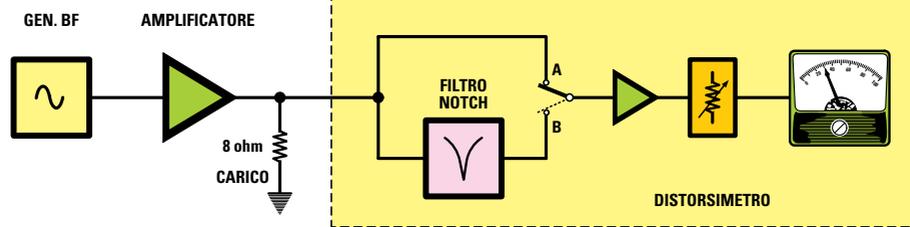


Fig.3 In figura è rappresentato lo schema a blocchi di un classico distorsimetro. Con il commutatore in posizione **A** il segnale proveniente dall'uscita dell'amplificatore da misurare viene inviato direttamente al galvanometro, regolandone l'ampiezza in modo da farlo coincidere con il 100%, cioè con il fondo scala. Portando il commutatore in posizione **B** il segnale attraversa un filtro notch a sintonia variabile. Variando finemente la sintonia del filtro è possibile eliminare completamente la fondamentale e questa condizione viene raggiunta quando l'ago del galvanometro si sposta tutto a sinistra sul valore minimo. Il valore ora letto sullo strumento rappresenta la THD dell'amplificatore.

eliminare completamente la **fondamentale** (detta anche prima armonica).

In questo modo ciò che resta corrisponde unicamente alle armoniche introdotte dalla distorsione.

La procedura utilizzata di solito prevede di eseguire la misura ad una frequenza di **1.000 Hz** e ad una potenza pari al **50%** della potenza totale.

La misura viene effettuata in questo modo.

Supponiamo di voler ricavare la distorsione totale di uno stadio **finale** di **potenza**.

Si collega il **generatore BF** all'ingresso dell'**amplificatore**, e l'uscita di quest'ultimo ad un **carico resistivo** che simula l'impedenza degli altoparlanti come indicato in fig.3.

In parallelo al carico viene collegato anche un **multimetro** che misura il valore della **tensione efficace** presente ai capi del carico.

Dopo avere acceso il generatore **BF**, si regola la sua sintonia sulla **frequenza** di misura (ad esempio **1.000 Hz**) e l'**ampiezza** del segnale di uscita del generatore in modo che l'amplificatore eroghi sul carico una tensione di ampiezza corrispondente alla **potenza** desiderata (ad esempio metà potenza).

In fig.3 è rappresentato uno schema a blocchi che riassume il funzionamento di un **distorsimetro**.

Dapprima, con il commutatore in posizione **A** si invia il segnale prelevato dall'uscita dell'amplificatore da misurare al **distorsimetro**, sul quale è presen-

te uno strumento di misura che può essere un galvanometro oppure un voltmetro digitale.

Si regola l'amplificazione del distorsimetro in modo da far coincidere la lancetta con il fondo scala dello strumento corrispondente al **100 %**.

A questo punto si porta il commutatore sulla posizione **B**.

Il segnale proveniente dall'amplificatore attraversa ora il **filtro notch**, che ha il compito di eliminare la **fondamentale** a **1.000 Hz**.

Si varia piano piano la **sintonia** del filtro notch fino ad ottenere sullo strumento il valore **minimo** del segnale. Così facendo si è sicuri di avere posizionato la sintonia del filtro in modo da eliminare **completamente** la prima armonica, o fondamentale.

Per avere una maggiore accuratezza si aumenta progressivamente la **sensibilità** dello strumento e si verifica nuovamente che la lancetta risulti ancora posizionata sul **minimo**.

Alla fine, ciò che viene indicato dallo strumento è il risultato delle **componenti armoniche** prodotte dalla **distorsione**.

Avendo tarato precedentemente il fondo scala dello strumento sul **100%**, la posizione della lancetta dà direttamente il valore percentuale della **distorsione totale** o **THD**.

Ciò che si ottiene, tuttavia, non rappresenta ancora la distorsione prodotta dall'**amplificatore**, ma la somma di quest'ultima e della distorsione prodotta dal **generatore BF**.

Per ottenere la distorsione effettiva dell'**amplifica-**

La formula giusta

Se consultate diversi testi di elettronica scoprirete che per calcolare la distorsione non viene sempre utilizzata la stessa formula. In alcune pubblicazioni potrete vedere che per il calcolo viene indicata questa formula:

$$\text{THDf} = \frac{\sqrt{(V_2)^2 + (V_3)^2 + (V_4)^2 + \dots (V_n)^2}}{V_1}$$

dove V_1 è il **valore efficace della fondamentale**
 V_2, V_3, V_4, V_n , sono i **valori efficaci** delle n **armoniche**

In questo caso la distorsione viene calcolata come il rapporto tra la radice della somma dei quadrati di singoli **valori efficaci** di tutte le **armoniche**, cioè il loro **valore efficace complessivo**, e il **valore efficace della fondamentale**. La distorsione calcolata in questo modo viene definita **THDf** indicando così che il valore ottenuto è riferito alla sola V_1 e cioè alla **fondamentale**.

In altri testi potrete invece trovare la formula seguente:

$$\text{THDr} = \frac{\sqrt{(V_2)^2 + (V_3)^2 + (V_4)^2 + \dots (V_n)^2}}{\sqrt{(V_1)^2 + (V_2)^2 + (V_3)^2 + (V_4)^2 + \dots (V_n)^2}}$$

In questa formula il numeratore è uguale a quello della formula precedente mentre il denominatore è costituito dalla radice del **quadrato** del valore efficace della **fondamentale** a cui si aggiungono i quadrati dei singoli **valori efficaci** di tutte le **armoniche**.

Per distinguerla dalla precedente, la distorsione calcolata in questo modo viene denominata **THDr**.

Qual è la differenza tra queste due formule e perché coesistono?

La seconda formula è stata maggiormente utilizzata in passato nel campo delle **misure audio** perché si accorda perfettamente con la misura effettuata con i tradizionali **distorsimetri**.

In questo caso infatti, la distorsione veniva misurata proprio come il rapporto tra il valore efficace delle armoniche residue, cioè di quelle armoniche che restano dopo avere soppeso con un filtro notch la fondamentale, e il valore efficace del segnale complessivo, che è dato appunto dalla somma della fondamentale e delle componenti armoniche.

Oggi si preferisce invece utilizzare la prima formula e definire la distorsione come il rapporto tra il valore efficace delle armoniche rispetto al valore efficace della sola fondamentale.

E' bene precisare tuttavia che questa discussione ha un interesse prevalentemente teorico perché nel caso dei sistemi Hi-fi, nei quali le percentuali di distorsione si aggirano su valori molto bassi, i valori calcolati con i due sistemi **coincidono**.

tore occorre ripetere la misura sul **generatore BF** e **sottrarre** il valore ottenuto al valore misurato in precedenza.

Come potete notare, questa misura oltre a richiedere la presenza di **tre strumenti**, dà unicamente il valore numerico **totale** della distorsione, ma non fornisce alcuna informazione sull'ampiezza delle singole armoniche.

... e come si misura con il VISUAL ANALYSER

La misura della **THD** con il **Visual Analyser** è molto semplice.

Come abbiamo spiegato nella rivista **N.233**, il software **Visual Analyser** è in grado di ricavare lo **spettro** di un segnale elettrico, cioè di scomporlo nelle sue diverse componenti **armoniche**.

Utilizzando un algoritmo basato sul **teorema di Fourier**, la **FFT** o **Fast Fourier Transform**, il software permette infatti di visualizzare sullo schermo l'**ampiezza** e la **fase** di ciascuna delle armoniche che compongono un segnale.

Questa funzione, oltre ad essere di grande utilità in molte altre applicazioni, permette di ricavare con precisione anche il valore della **distorsione armonica** prodotta da un amplificatore.

Ma a differenza della misura tradizionale che fornisce unicamente un valore **percentuale**, consente anche di vedere come è composto lo **spettro** prodotto dalla distorsione, cioè quali sono le **armoniche** che concorrono a determinarla.

Il principio della misura è il seguente.

Il software **Visual Analyser** genera un segnale **sinusoidale** in formato **digitale**, di frequenza uguale a quella utilizzata per la misura, che viene inviato tramite l'uscita **USB** del **PC** alla scheda di interfaccia **LX.1690**.

Questa scheda provvede a trasformare il segnale digitale in una **onda sinusoidale**, di ampiezza regolabile tra **0** e **14 Volt picco picco** che corrisponde al segnale prodotto da un **generatore BF**.

La scheda è inoltre dotata di due **ingressi**, forniti di **attenuatori** a tre posizioni, **x1**, **x10**, **x100**, vedi fig.9, che collegati al **VA** permettono di visualizzare sullo schermo del pc sia l'**andamento** del segnale nel **tempo**, come in un oscilloscopio, che il suo **spettro**.

La misura della distorsione viene eseguita in questo modo.

Si collega l'uscita della scheda **LX.1690** all'ingresso del circuito **LX.1729** e l'uscita di quest'ultimo all'ingresso dell'amplificatore da misurare, come indicato in fig.4.

L'uscita dell'amplificatore è collegata ad un opportuno carico resistivo.

Con il commutatore posto sulla scheda **LX.1729** nella posizione **B (measure)** si regola l'ampiezza del segnale prodotto dal **generatore BF** del **VA**, in modo che la tensione in **uscita** dall'amplificatore corrisponda alla **potenza** alla quale si vuole effettuare la misura.

Quindi si sposta il commutatore sulla posizione **A (calibrate)** e si esegue una prima misura con la quale viene acquisito dal **VA** lo **spettro** del segnale prodotto dal **generatore**.

Poichè il **generatore BF** non è mai esente da distorsione, potrete visualizzare sullo schermo del pc le **armoniche** presenti nel **segnale BF**.

A questo punto, tramite la funzione **calibrate**, il software è in grado di **memorizzare** l'intero **spettro** del segnale BF.

Si sposta quindi di nuovo il commutatore sulla posizione **B (measure)** ed in questo modo si visualizza sullo schermo del pc lo spettro del segnale in uscita dall'**amplificatore**.

Attivando la funzione **measure**, il **VA** provvede a **sottrarre** automaticamente allo spettro prodotto dall'**amplificatore** lo spettro del **segnale BF**, precedentemente memorizzato.

In questo modo, avendo eliminato le interferenze prodotte dalla sorgente del segnale, si ottiene sullo schermo lo spettro della **effettiva distorsione** prodotta dall'amplificatore, nel quale sono visibili sia l'**ampiezza** delle diverse **armoniche** che contribuiscono alla distorsione che il **valore percentuale** della **THD**.

Dopo questa breve anticipazione passiamo a spiegare come si esegue la misura vera e propria e l'uso dei vari comandi del software.

Misuriamo un AMPLIFICATORE AUDIO

Di seguito forniremo le indicazioni generali per l'uso del **VA**.

Per ulteriori approfondimenti vi raccomandiamo di fare riferimento ai due numeri **232** e **233** della rivista, nei quali abbiamo illustrato dettagliatamente le operazioni da eseguire sia per la **configurazione** del software che per la **calibrazione** dell'oscilloscopio e per la completa descrizione di tutti i **comandi** sia dell'oscilloscopio che dell'analizzatore di spettro.

La prima operazione che dovrete eseguire è quella di **installare** la versione del software **Vi-**

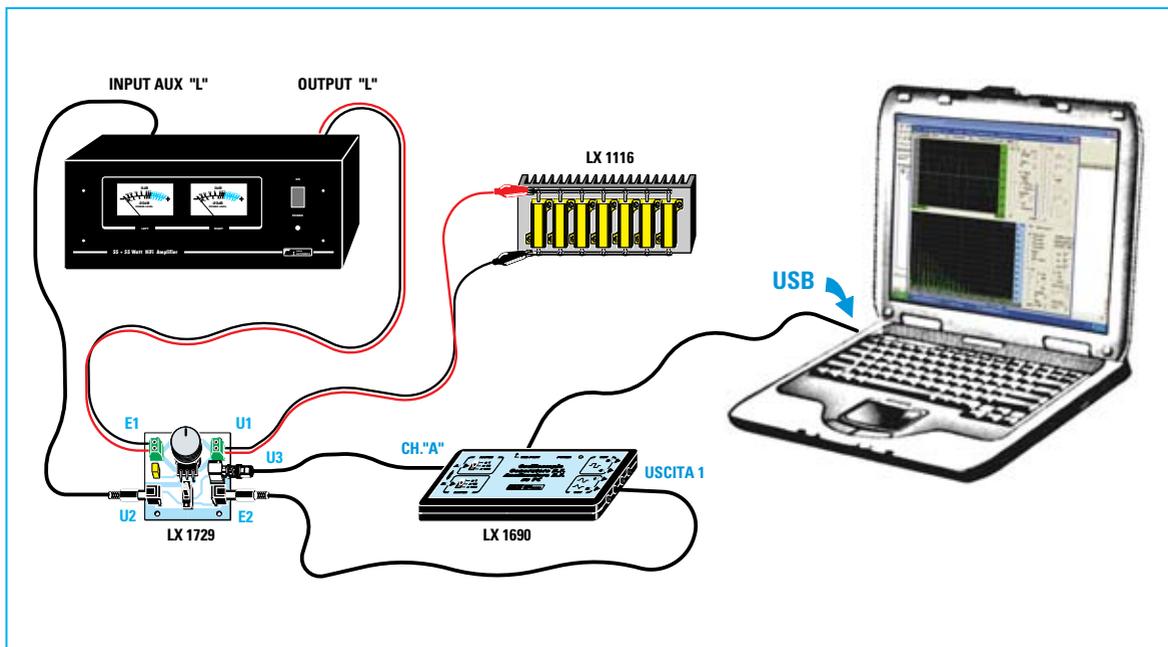


Fig.4 Per eseguire la misura della THD con il Visual Analyser dovreste collegare tra loro l'amplificatore da misurare, il carico da 8 Ohm, il personal computer e le due schede LX.1729 e LX.1690 come indicato in figura. La misura va eseguita alternativamente, prima su un canale e poi sull'altro, dell'amplificatore.

Visual Analyser denominata "VA THD" sul vostro personal computer, che dovrà essere dotato di **presa USB** e rispondere ai requisiti indicati nel riquadro.

Per eseguire l'**installazione** del software basterà

REQUISITI minimi del COMPUTER

- Sistema operativo: **Windows XP Professionale, XP Home Edition, VISTA 32**
- Tipo: **PENTIUM**
- Ram: **32 Mb**
- Spazio disponibile su hard disk: **almeno 20 Mb**
- Lettore **CD-Rom 8x** oppure lettore **DVD 2x**
- Scheda video grafica **800 x 600 16 bit**
- presa **USB**

seguire le semplici istruzioni rappresentate nella sezione dedicata alla "**Installazione del Visual Analyser**".

Una volta completata l'installazione dovreste eseguire la **calibrazione** dell'**oscilloscopio** e del **voltmetro** come indicato a pag.102 della rivista **N.232**, utilizzando l'apposito circuito di calibrazione **LX.1691**.

La misura è articolata in **tre fasi** distinte:

- 1** - regolazione della **ampiezza** del **segnale BF**;
- 2** - misura della **distorsione** del **generatore BF**;
- 3** - misura della **distorsione** dell'**amplificatore audio**.

Prima di procedere ad eseguire i collegamenti necessari per la misura, occorre realizzare una **verifica molto importante**: dovete stabilire cioè se lo stadio finale del vostro amplificatore presenta una uscita sull'altoparlante **fuori massa** oppure **no**. Per comprendere meglio quanto abbiamo detto, fate riferimento alle due figure 5 e 6.

L'uscita di un amplificatore, collegata alla cassa a-

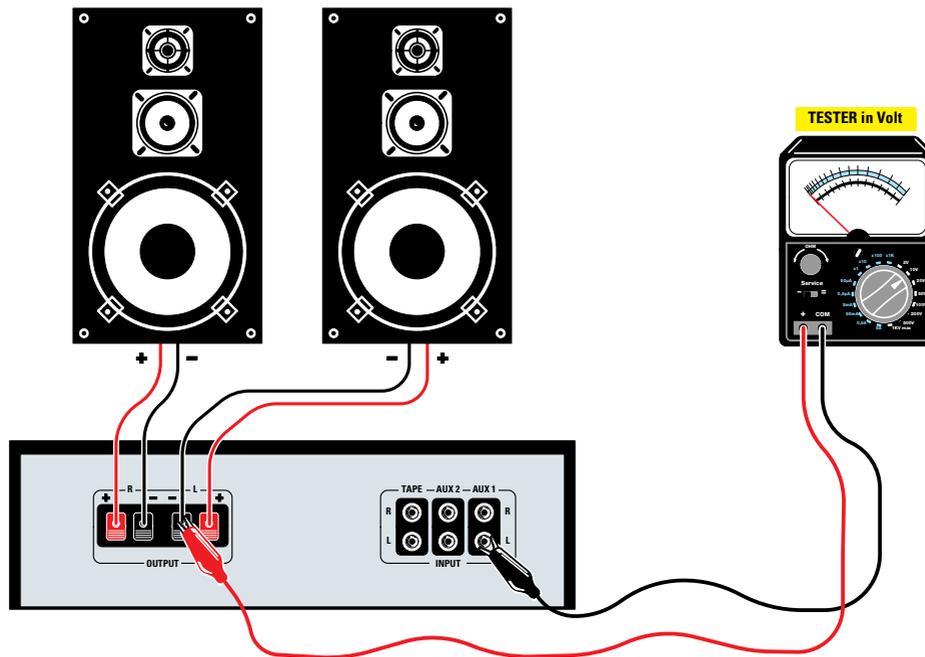


Fig.5 Se dopo aver collegato un multimetro in portata DC tra il connettore di uscita contraddistinto dal segno - e la massa, prelevata da uno dei connettori di ingresso, all'accensione dell'amplificatore lo strumento non indica alcuna tensione, significa che l'amplificatore non presenta una uscita fuori massa. In questo caso la tensione misurata dal VA corrisponde a quella presente sul carico.

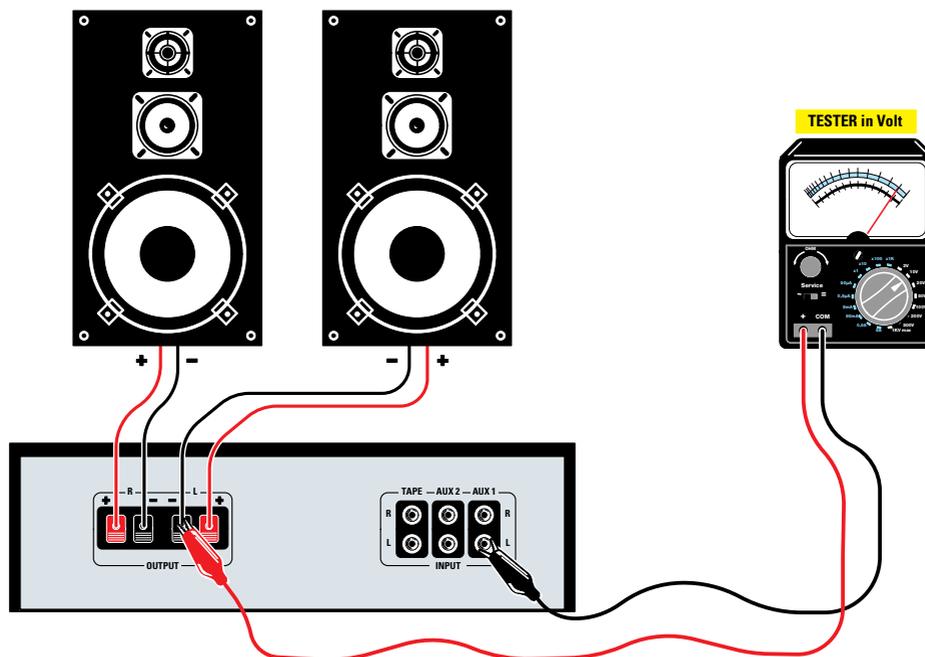


Fig.6 Se invece, dopo aver collegato un multimetro in portata DC tra il connettore di uscita contraddistinto dal segno - e la massa, prelevata da uno dei connettori di ingresso, all'accensione dell'amplificatore lo strumento indica un valore di tensione, di qualunque polarità, significa che l'amplificatore presenta una uscita fuori massa. In questo caso la tensione misurata dal VA corrisponde alla metà della tensione presente sul carico.

custica, è generalmente costituita da **due terminali** uno di colore **rosso** e l'altro di colore **nero**.

L'uscita di colore **nero** è contrassegnata dal **segno —**, mentre l'uscita di colore **rosso** è contrassegnata dal **segno +**.

Come saprete, i segni **+ e —** attribuiti all'uscita non corrispondono ad una effettiva **polarità** degli altoparlanti, ma servono unicamente per **mettere in fase** tra loro le due uscite dell'amplificatore, in modo che il segnale che arriva sulle due **casce acustiche** risulti in fase.

In fig.5 è rappresentata l'uscita di un amplificatore nel quale l'uscita contrassegnata dal segno **—** **risulta collegata** alla **massa** dell'amplificatore.

In fig. 6 invece è rappresentata l'uscita di uno stadio finale nel quale l'uscita **—** **non è** collegata alla **massa** dell'amplificatore.

Vi chiederete certamente come si fa a capire a quale delle due categorie appartiene un amplificatore. Per appurarlo è sufficiente collegare un **multimetro** tra l'uscita contraddistinta dal **segno —** dell'amplificatore e la **massa** prelevata da uno dei suoi **connettori di ingresso**.

Nota: *non accontentatevi di prelevare la massa dallo **chassis** dell'amplificatore ma prelevatela direttamente dalla massa di uno dei **connettori BF** di ingresso (Aux, R1aa, ecc.).*

Dopo avere alimentato l'amplificatore, verificate se sul multimetro compare un **valore di tensione**.

Se la tensione è uguale a **0**, significa che l'uscita contrassegnata dal **segno —** risulta **collegata** alla **massa**.

Se invece sul multimetro leggete una tensione di **qualche Volt**, sia essa **positiva** oppure **negativa**, significa che l'**uscita —** è **fuori massa**.

Nota: *quando abbiamo eseguito le prove di funzionamento del VA abbiamo verificato che collegando **direttamente** l'uscita di un amplificatore con uscita **fuori massa** all'ingresso della scheda **LX.1690** tramite un comune cavetto schermato, la componente continua presente sull'uscita verrebbe **cortocircuitata a massa**, rischiando di danneggiare l'amplificatore.*

*Per questo motivo abbiamo introdotto la scheda **LX.1729** la quale, oltre a semplificare notevolmente l'esecuzione della misura, prevede un **condensatore** che elimina l'eventuale **componente continua**. Per questo vi **raccomandiamo** caldamente di utilizzare questa scheda, unitamente alla **LX.1690**, e di non effettuare i cablaggi in modo diverso da quello indicato.*

Un'altra cosa di cui dovrete poi tenere conto quando andrete a fare la misura è il **calcolo** della **potenza di uscita**, che è molto diverso nei due casi, come vi spieghiamo nel prossimo paragrafo.

Dopo avere eseguito i collegamenti delle uscite dell'amplificatore come sopra indicato, potrete procedere con gli altri collegamenti.

Per eseguire le tre diverse misure previste, dovrete collegare l'**ingresso** e l'**uscita** dell'**amplificatore**, il **carico** da **8 Ohm**, l'**ingresso CHA** e l'**uscita 1** della scheda **LX.1690** alla scheda **LX.1729** seguendo quanto rappresentato nella fig.4, utilizzando i **cavetti schermati** già presenti su quest'ultima. Per meglio comprendere come realizzare i collegamenti fate riferimento alla figura nella quale è rappresentato uno schema a blocchi con le due schede **LX.1729** e **LX.1690**.

Inoltre vi consigliamo di regolare **quasi al massimo** il potenziometro del volume dell'amplificatore e di non toccarlo più per tutto il corso della misura.

Come abbiamo detto, normalmente la misura viene eseguita a **1.000 Hz** e ad una potenza corrispondente alla **metà** della potenza **massima** dell'amplificatore.

Inoltre, la misura viene eseguita **alternativamente** prima su un **canale** e poi sull'**altro** dell'amplificatore. Per questo dovrete collegare alla scheda **LX.1729** un solo **ingresso** ed una **sola uscita** dell'amplificatore, ad esempio l'**ingresso left** e la corrispondente **uscita left**.

L'uscita dell'amplificatore, inoltre, deve essere collegata ad un **carico** che riproduca l'impedenza degli altoparlanti.

Normalmente viene utilizzato a questo scopo un carico resistivo da **8 Ohm**, che naturalmente deve essere dimensionato in modo da smaltire la potenza erogata dai finali dell'amplificatore.

A questo scopo potrete utilizzare la nostra sonda di carico **LX.1116** da **8 Ohm**, come indicato in fig.4, che consente di eseguire in tutta sicurezza misure di potenza fino a **150 Watt**.

La **presa USB** della scheda **LX.1690** dovrà essere inoltre collegata alla **presa USB** del **pc** tramite un comune **cavo USB** per stampante.

Fate attenzione a rispettare il collegamento con il **CH A** e con l'**uscita1** della scheda **LX.1690** e a non scambiare tra loro né i canali di ingresso né le uscite della scheda perchè altrimenti la misura non sarebbe possibile.

Il segnale necessario per eseguire la misura, infatti è presente **solo** sull'**uscita 1** della scheda **LX.1690**, mentre la sottrazione dello spettro del generatore viene eseguita **solamente** sul canale di ingresso **CH A**.

Ora prenderemo in esame ciascuna delle tre distinte misure nella loro sequenza di esecuzione.

REGOLAZIONE dell'AMPIEZZA del SEGNALE BF

Prima di eseguire la misura della distorsione è molto importante regolare il **livello** del **segnale BF** in modo che la **potenza** erogata dall'amplificatore corrisponda a quella decisa per la misura.

Supponiamo che il vostro amplificatore abbia una potenza nominale di **50 Watt** e che desideriate misurare la sua distorsione a **metà potenza**.

In questo caso dovrete accertarvi che il segnale BF determini la tensione di uscita sul carico da **8 Ohm** corrispondente a **25 Watt**.

Come è noto, la potenza erogata da un amplificatore su un carico resistivo in regime sinusoidale dipende dal valore della tensione efficace secondo la seguente formula:

$$P = V^2 / R$$

dove **P** è la **potenza** in **Watt**
V è la **tensione efficace** in **Volt**
R è la **resistenza** del **carico** in **Ohm**

Per sapere quale **tensione efficace** corrisponde ad un determinato valore di **potenza**, ricaviamo dalla precedente formula la tensione **V**:

$$V = \sqrt{P \times R}$$

Perciò se vogliamo erogare su un carico da **8 Ohm** una potenza di **25 Watt** dovremo avere una tensione **efficace** in uscita dall'amplificatore di:

$$V = \sqrt{25 \times 8} = \sqrt{200} = 14,14 \text{ Volt}$$

Una volta che avete stabilito il valore della tensione di uscita dell'amplificatore, dovrete provvedere ad effettuare la regolazione della ampiezza del segnale applicato in **ingresso** all'amplificatore, in modo da ottenere questo valore.

A questo proposito dobbiamo fornire una doverosa precisazione. In precedenza vi abbiamo detto che

prima di eseguire la misura dovete verificare come si comporta l'**uscita** del vostro amplificatore.

Precisamente, se l'uscita dell'amplificatore risulta a **massa**, come indicato in fig.5, la tensione misurata dal **VA** sia con l'oscilloscopio che con il Voltmetro, corrisponde esattamente alla tensione presente sul carico.

Se invece l'uscita dell'amplificatore risulta fuori massa, la tensione misurata dal **VA** sia con la funzione **oscilloscopio** che mediante la funzione **Voltmetro** corrisponde esattamente alla **metà** della tensione presente sul carico.

Esempio: abbiamo visto che volendo erogare una potenza di **25 Watt** su un carico di **8 Ohm** occorre applicare una tensione efficace di **14,14 Volt**.

Se l'uscita dell'amplificatore che volete misurare risulta a massa, ponendo l'attenuatore del **CHA** posto sulla scheda **LX.1690** in posizione **x100**, dovrete regolare l'ampiezza del segnale **BF** in modo da ottenere sul voltmetro un valore pari a **0,1414 Volt**, cioè **14,14 : 100**.

Se invece l'uscita dell'amplificatore risulta fuori massa, sempre posizionando l'attenuatore del **CHA** posto sulla scheda **LX.1690** in posizione **x100**, dovrete regolare l'ampiezza del segnale **BF** in modo da ottenere sul voltmetro un valore pari a **0,0707 Volt**, cioè **(14,14 : 2) : 100**.

Per eseguire la regolazione della tensione di uscita dovrete procedere come segue:

- ruotate il commutatore posto sulla scheda **LX.1729** sulla posizione **B (measure)**;

- ruotate il potenziometro **R1** posto sulla scheda **LX.1729** completamente in senso **orario**;

- ponete l'**attenuatore** presente sulla scheda **LX.1690** e relativo al canale **CH A** in posizione **x10**;

- lanciate il programma **VA** cliccando due volte con il tasto sinistro del mouse sull'icona presente sul desktop, vedi fig.12;

- a questo punto vedrete apparire sul video la schermata **principale** del **VA** riprodotta in fig.16;

- controllate che la **configurazione** di tutti i parametri corrisponda a quella riportata nelle figg.17-18-19. Se così non fosse, modificate i parametri che non corrispondono;

- cliccate sulla opzione **device** come indicato in fig.20 ed eseguite il riconoscimento della scheda come indicato nelle figg.21-22-23. Ponete molta attenzione, perchè se il riconoscimento della scheda non avviene correttamente la misura risulterebbe falsata.

- per misurare la tensione di uscita tramite la funzione **Voltmetro** del **VA** dovreste prima eseguire la **calibrazione** del **VA** utilizzando l'apposito circuito di calibrazione **LX.1691**. Per fare questo aprite la finestra di fig.25 e seguite le indicazioni riportate a **pag.102** della rivista **N.232**. Una volta eseguita la calibrazione, potrete memorizzarla in un file **.cal** e richiamarla successivamente tramite il tasto **Load**.

Non dimenticate inoltre ogni volta di premere il tasto **Apply** per **rendere attiva** la calibrazione.

- ora cliccate con il tasto sinistro del mouse sulla opzione **THD** riportata in basso a destra, vedi fig.30 e vedrete aprirsi la finestra riportata in fig.31;

- All'interno di questa finestra dovreste selezionare l'opzione **INT**. Quindi selezionate la **frequenza** di lavoro desiderata, ad esempio **1.000 Hz**, come indicato in fig.32;

- portate il cursore contraddistinto dalla scritta **MASTER OUTPUT LEVEL**, che regola l'**ampiezza** del segnale **BF**, tutto a sinistra in modo da avere un segnale in uscita **minimo**;

- cliccate sul tasto **MEASURE** e spostate a poco a poco verso destra il cursore **MASTER OUTPUT LEVEL** in modo da aumentare leggermente l'ampiezza del segnale **BF**.

Se avete configurato correttamente tutti i parametri dell'oscilloscopio e dell'analizzatore di spettro, vedrete comparire sullo schermo del pc relativo all'oscilloscopio la forma d'onda del segnale sinusoidale a **1.000 Hz** presente in uscita dall'amplificatore, vedi fig.33 e il suo spettro;

- spostate ancora il cursore aumentando ulteriormente il segnale in uscita dall'amplificatore. Poichè avete impostato l'attenuatore in ingresso al **CH A** della scheda **LX.1690** sulla posizione **x10**, ad un certo punto vedrete che la sinusoide tenderà a **fuoriuscire** dallo schermo dell'oscilloscopio, vedi fig.34;

- a questo punto spostate l'attenuatore del canale di ingresso **CH A** sulla posizione **x100** e vedrete la sinusoide rientrare perfettamente nello schermo, vedi fig.35;

- ora, agendo sul tasto **Zoom** dell'oscilloscopio potrete aumentare opportunamente l'ampiezza

della sinusoide sullo schermo in modo da visualizzarla meglio, vedi fig.36.

L'opzione **Zoom** consente di amplificare graficamente il segnale sullo schermo ma non ne modifica l'ampiezza reale;

- cliccate con il tasto sinistro del mouse sul tasto **Settings** posto in alto sulla barra del **VA** e si aprirà la finestra di fig.17. Spuntate la voce **Voltmeter** e vedrete subito comparire il display del **Voltmetro** del **VA** come visibile in fig.37. Selezionate l'opzione **RMS** che vi darà direttamente la misura dei **Volt efficaci**.

Tenete presente che la tensione che vedete sul display del voltmetro del **VA** è uguale alla tensione in uscita dall'amplificatore **divisa** per il valore impostato sull'**attenuatore** del **CHA**.

In questo caso, poichè l'attenuatore risulta sulla posizione **x100**, una tensione di **0,1543 Volt** sul display del voltmetro corrisponde ad una tensione in uscita dall'amplificatore di **15,43 Volt**.

Quando abbiamo spiegato come si calcola la potenza in uscita abbiamo verificato che la tensione di uscita corrispondente ad una potenza di **25 Watt** su un carico di **8 Ohm** corrisponde a **14,14 Volt efficaci**.

Supponiamo, a titolo di esempio di eseguire la misura a questo valore di potenza.

Dovrete perciò regolare il cursore **MASTER OUTPUT LEVEL** in modo da leggere sul display del Voltmetro del **VA** un valore di **0,1414 Volt**.

- per regolare con precisione la tensione di uscita dell'amplificatore vi consigliamo di utilizzare la **regolazione fine**. Se osservate la casella posta a fianco del cursore **MASTER OUTPUT LEVEL**, noterete che, spostando il cursore, compare un numero variabile da **0** a **100**. Variando il numero nella casella di una unità alla volta, potrete regolare con precisione il valore della tensione in uscita, facendola coincidere con il valore prefissato, vedi fig.38. Per una maggiore accuratezza potrete utilizzare anche un punto seguito da una cifra decimale. Inoltre per aggiustamenti ancor più fini potrete servirvi della regolazione del volume dell'amplificatore.

- controllate sullo schermo dell'oscilloscopio del **VA** che il segnale sinusoidale in uscita all'amplificatore non risulti **distorto**;

- una volta fissato il livello della tensione di uscita fate attenzione a **non** toccare più il cursore **MASTER OUTPUT LEVEL** perchè l'ampiezza del segnale prodotto dal generatore **BF** dovrà restare **identica** anche nelle due successive misure;

- ruotate il commutatore sulla posizione **A (Calibra-**

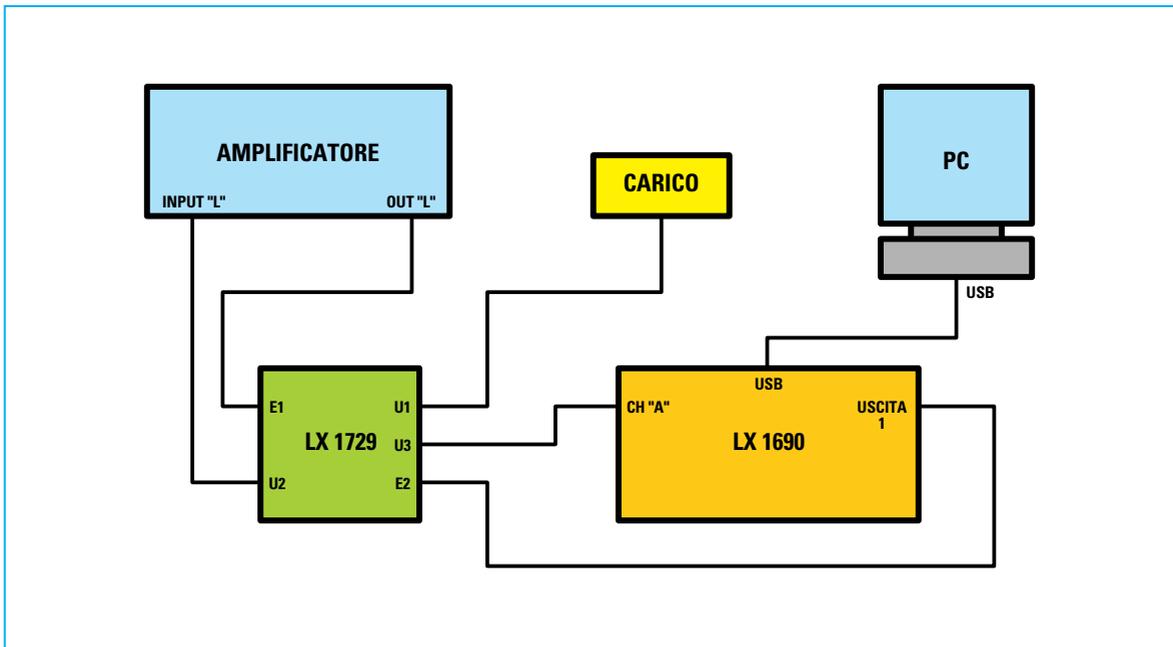


Fig.7 Per rendere più agevole l'esecuzione della misura abbiamo previsto la realizzazione della scheda LX.1729 che consente di semplificare notevolmente l'esecuzione dei collegamenti. Per eseguire la misura non dovrete fare altro che seguire le indicazioni riportate in figura. Nelle pagine successive troverete le indicazioni relative allo schema elettrico e allo schema pratico della scheda LX.1729.

te) e portate l'**attenuatore** del canale **CHA** sulla posizione **x1**. Controllate nuovamente che il segnale presente sull'oscilloscopio non risulti **distorto**.

Se così fosse, portate l'attenuatore in posizione **x10**. **Annotate** con cura il **valore** di **tensione** che leggete sul **voltmetro** del **VA** e la **posizione** dell'**attenuatore**, perchè vi serviranno nel prosieguo della misura;

- cliccate nuovamente sul tasto **MEASURE** per disabilitare il generatore, e siete pronti per passare alla misura successiva, quella della distorsione del generatore **BF**.

MISURA della DISTORSIONE del GENERATORE BF

Questa misura ha la funzione di ricavare lo spettro del segnale prodotto dal **generatore BF** del **VA**. Lo spettro viene memorizzato dal Visual Analyser che provvederà automaticamente alla sua **sottrazione** dallo spettro dell'**amplificatore**.

Per eseguire la misura procedete come segue:

- lasciate il commutatore della scheda **LX.1729** sulla posizione **A (calibrate)**;

- lasciate il potenziometro posto sulla scheda **LX.1729** completamente ruotato in senso **orario**;

- ponete l'**attenuatore** presente sulla scheda **LX.1690** e relativo al canale **CHA** in posizione **x1**;

- poichè siete all'interno della finestra operativa di fig.38, cliccate nuovamente sul tasto **MEASURE** per abilitare la misura, e vedrete il segnale BF comparire sullo schermo. Verificate che la sinusoide che appare sull'oscilloscopio non risulti **distorta**. Se così fosse, portate l'attenuatore sulla posizione **x10**. Fate molta attenzione a non modificare la posizione del cursore **MASTER OUTPUT LEVEL** che avevate impostato precedentemente;

- prendete nota della percentuale di distorsione indicata nella finestra;

- ora cliccate sul tasto **CALIBRATE**, vedi fig.40, e attendete **5 secondi** in modo che la funzione venga completata. Osservate il nuovo valore della **THD** e vi accorgete che ora risulta molto più basso (vedi sempre fig.40);

- cliccate ancora una volta sul tasto **MEASURE** disabilitando così nuovamente il funzionamento del generatore.

A questo punto la prima parte della misura è completata, perchè il software del **VA** ha **acquisito** lo spettro del segnale prodotto dal generatore **BF**. Ora dovrete eseguire la terza e ultima parte della misura.

MISURA della DISTORSIONE dell'AMPLIFICATORE AUDIO

Per eseguire la misura della distorsione dell'**amplificatore**, dovrete procedere in questo modo:

- ruotate il commutatore posto sulla scheda **LX.1729** sulla posizione **B (measure)**;
- ruotate il potenziometro **R1** completamente in senso **antiorario**;
- portate l'attenuatore di ingresso sulla stessa posizione in cui si trovava quando avete eseguito la funzione **Calibrate** (ad esempio se si trovava in posizione **x1** dovrete portarlo in posizione **x1**, se si trovava in posizione **x10** dovrete portarlo in posizione **x10**);
- cliccate nuovamente sul tasto **MEASURE** abilitando il **generatore BF**.
Ruotate piano piano il potenziometro posto sulla scheda **LX.1729** in senso orario e vedrete compa-

rire sullo schermo del pc il **segnale sinusoidale** a **1.000 Hz** prodotto dal generatore **BF** interno alla scheda **LX.1690** e nella parte inferiore dello schermo il suo **spettro**.

- ruotate ancora il potenziometro **R1** fino ad ottenere sul voltmetro del **VA** lo **stesso** valore di **tensione** che avete annotato nella misura precedente, vedi fig.41.

Fate molta attenzione a non modificare più la posizione del potenziometro **R1** perchè introdurreste un errore nella misura.

A questo punto se leggete il valore della **THD** che appare nella finestra, avrete il valore della **distorsione armonica totale** del vostro amplificatore, misurata alla potenza prefissata.

Alcune CONSIDERAZIONI...

Ora che avete eseguito la misura è utile fare alcune valutazioni circa i risultati ottenuti.

Innanzitutto è importante comprendere che, poichè la banda passante del sistema di misura va da **50 Hz** circa a **20.000 Hz** circa, effettuando la misura a **1.000 Hz** siamo in grado di prendere in considerazione tutte le armoniche prodotte dalla distorsione fino alla **19esima**, che è un risultato più che valido.

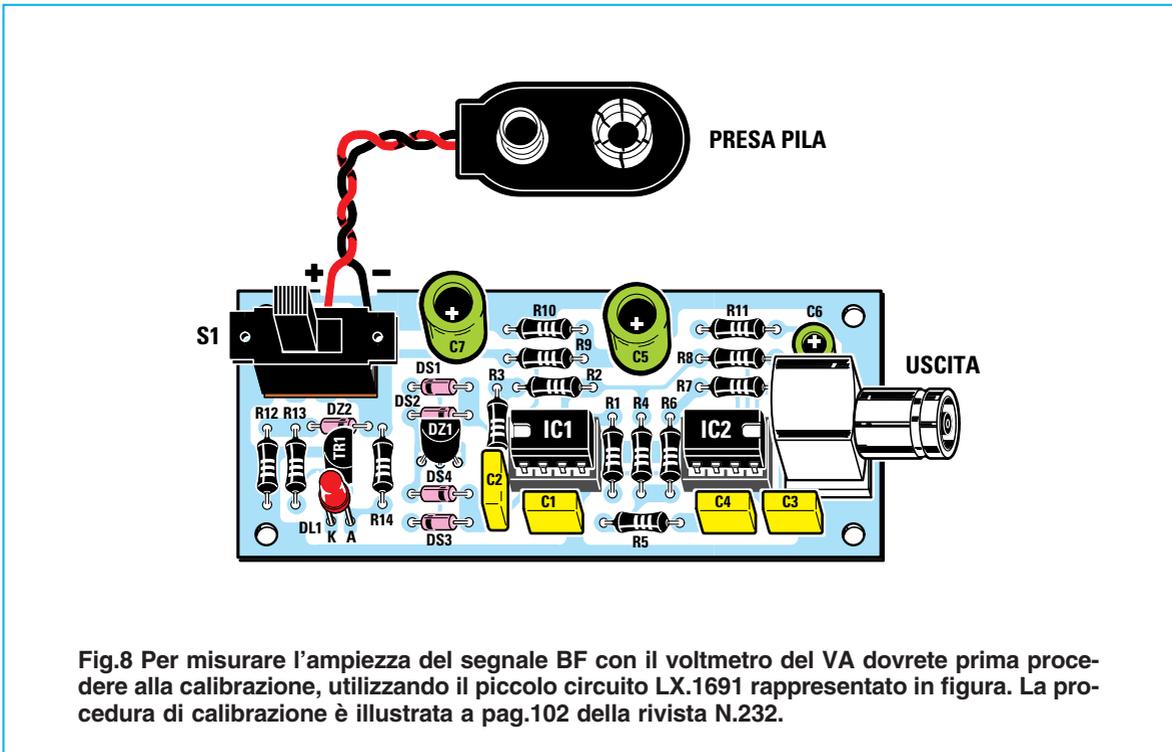


Fig.8 Per misurare l'ampiezza del segnale BF con il voltmetro del VA dovrete prima procedere alla calibrazione, utilizzando il piccolo circuito LX.1691 rappresentato in figura. La procedura di calibrazione è illustrata a pag.102 della rivista N.232.

Se, invece, la misura viene eseguita a **500 Hz**, la **FFT** verrebbe calcolata addirittura fino alla **39esima** armonica.

Viceversa per valori superiori a **1.000 Hz** il numero delle armoniche sulle quali è possibile effettuare il calcolo si **riduce** necessariamente.

Ad esempio a **4.000 Hz** possiamo prendere in considerazione solo fino alla **quarta** armonica. Questo aspetto deve essere tenuto ben presente ogniqualvolta si esegue una misura di questo tipo, anche se è bene ricordare che l'ampiezza delle armoniche decresce molto rapidamente via via che ci si allontana dalla fondamentale.

Le armoniche di ordine molto superiore rispetto alla fondamentale risultano infatti talmente piccole da essere praticamente ininfluenti, quando non si confondono addirittura con il **rumore**.

Se non si tiene presente la limitazione data dalla banda passante si rischia di commettere degli errori. Per esempio, volendo ricavare la **curva** della distorsione in funzione della **frequenza** si noterebbe che, al di sopra di un certo valore di frequenza, il valore della **THD** comincia a **ridursi** in modo drastico.

Questo non è dovuto affatto ad un miglioramento della linearità dell'amplificatore ma semplicemente al fatto che le armoniche che contribuiscono alla distorsione vengono via via eliminate man mano che aumentiamo la frequenza, perchè, proprio per il discorso che abbiamo appena esposto, vengono a trovarsi al di sopra dei **20 kHz**, cioè del limite di banda della misura.

Se osservate la fig.18, vedrete inoltre che è presente una finestra contraddistinta dalla dicitura **Average**, che significa **Media**.

La cifra riportata nella finestra indica il **numero** di **spettri** sui quali si esegue una **media** e successivamente la **FFT**, che consente di ottenere lo spettro che compare sullo schermo.

Se provate a modificare questo parametro noterete che, riducendolo, lo spettro risulta più "ballerino" mentre aumentandolo appare più stabile.

Questo proprio perchè aumenta il numero di spettri che vengono presi in considerazione per eseguire il calcolo.

Lo spettro richiede così un tempo maggiore per essere elaborato ma risulta, per contro, più **preciso**.

Eseguito la misura vi sarete resi conto inoltre che con questo software è possibile "pesare" esattamente ciascuna delle armoniche che contribuiscono alla distorsione, misurandone **frequenza, ampiezza e fase**.

Coloro che si dilettono nello studio del suono avranno così a disposizione uno strumento molto interessante per le loro ricerche, visto che alcuni studi su questo argomento affermano che per una effettiva valutazione della nostra **percezione** della distorsione, è molto importante capire da quale ordine di armonica è generata perchè, a parità di ampiezza, l'effetto negativo prodotto sull'orecchio umano dipende notevolmente dal tipo di armonica presa in esame.

Inoltre è bene ricordare che la distorsione armonica non è un parametro costante, ma varia con il variare della **ampiezza** del segnale applicato in ingresso all'amplificatore.

Nella maggior parte dei casi il valore misurato tende ad aumentare parallelamente all'incremento della potenza di uscita dell'amplificatore, ma può risultare elevato anche nel caso di segnali in ingresso molto bassi, a causa della inevitabile presenza del rumore.

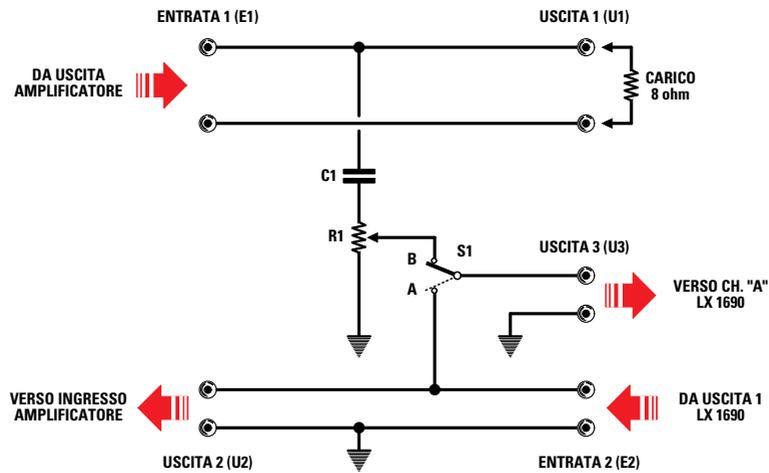
E proprio per evitare l'interferenza di disturbi, è indispensabile, prima di effettuare la misura, adottare tutti gli accorgimenti atti a ridurre l'interferenza da campi elettromagnetici esterni, disturbi della rete elettrica, ripple degli alimentatori, ronzio di trasformatori, ecc., utilizzando sempre cavi schermati e collegamento alle prese di terra, evitando di aggiungere alla distorsione propria dell'amplificatore quella prodotta da agenti esterni, come, ad esempio, i **50 Hz** della rete.

SCHEMA ELETTRICO

Osservando l'esiguità della scheda **LX.1729**, che è formata da tre soli componenti, e cioè da un **condensatore**, da un **potenziometro** e da un **deviatore**, potreste essere tentati di non utilizzarla, e di realizzare in proprio tutti i collegamenti.

Se non siete abbastanza esperti, vi sconsigliamo dal procedere in questo modo per due ordini di ragioni.

La prima è che se l'amplificatore che volete misurare presenta un collegamento in uscita **fuori massa**, come vi abbiamo spiegato nel corso dell'articolo, potreste danneggiarlo seriamente perchè la tensione



ELENCO COMPONENTI LX.1729

R1 = 10.000 ohm pot. lin.
 C1 = 1 microF. poliestere
 S1 = deviatore

Fig.9 In questo disegno è riprodotto lo schema elettrico della scheda LX.1729.

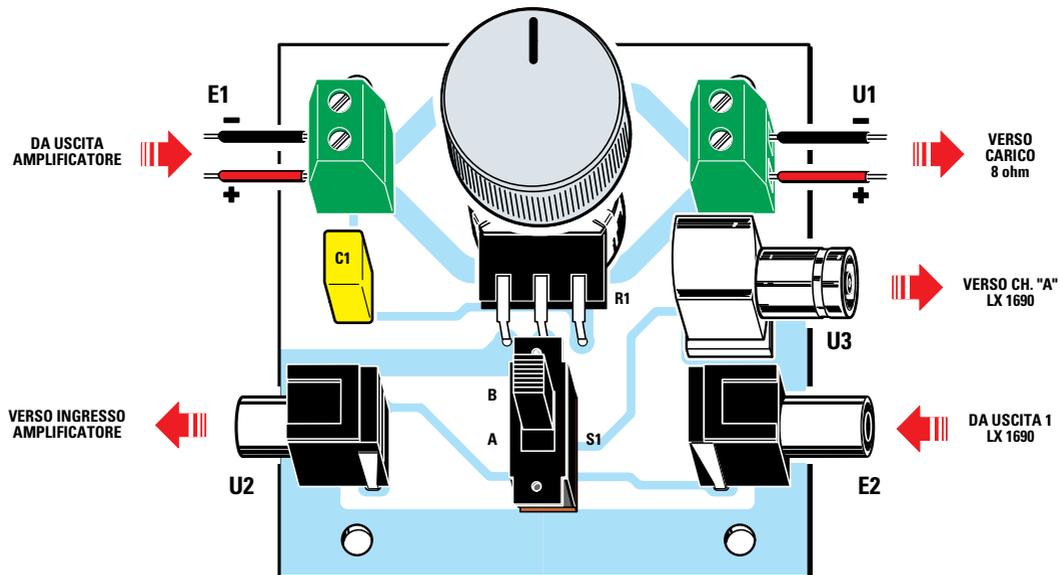


Fig.10 Schema pratico del progetto che vi sarà utile nella fase del montaggio.

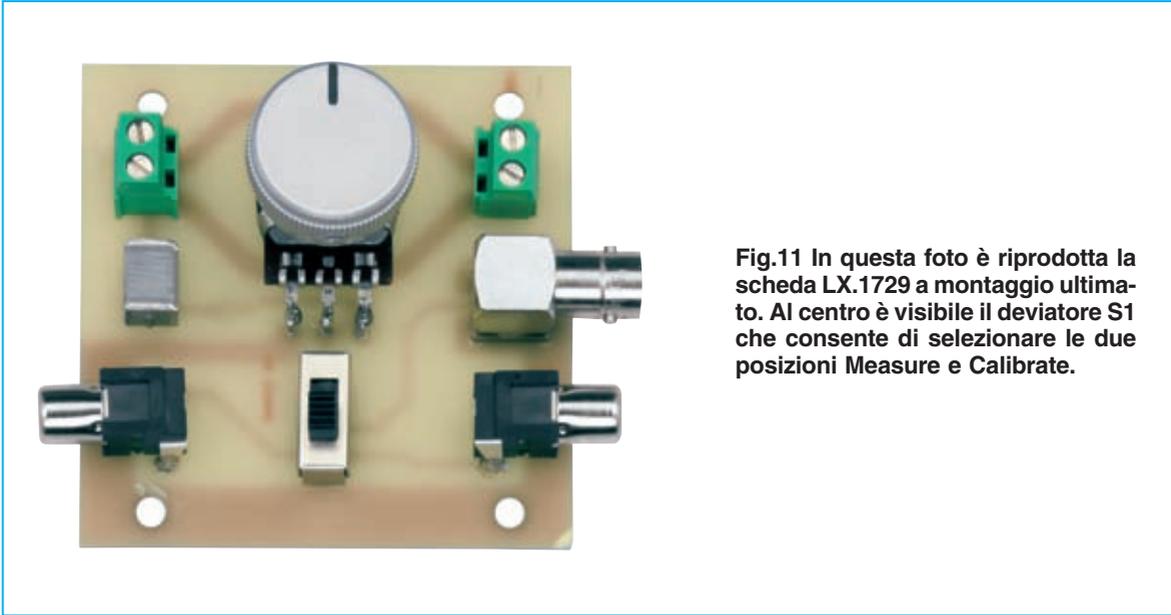


Fig.11 In questa foto è riprodotta la scheda LX.1729 a montaggio ultimato. Al centro è visibile il deviatore S1 che consente di selezionare le due posizioni Measure e Calibrate.

continua presente in uscita verrebbe **cortocircuitata** verso la massa della scheda **LX.1690**.

La funzione del **condensatore C1** presente sulla scheda **LX.1729** è proprio quella di bloccare l'eventuale **componente continua** proveniente dall'amplificatore.

L'altra ragione che giustifica l'utilizzo di questa piccola scheda è che essa semplifica notevolmente la misura, perchè una volta eseguiti tutti i collegamenti, per passare dal segnale prelevato dall'amplificatore al segnale prodotto dal generatore BF, non dovrete fare altro che spostare il **deviatore S1** dalla posizione **B (measure)** alla posizione **A (Calibrate)**, senza dover **scollegare** e **ricollegare** alcun cavo.

A questo proposito tenete presente che sui connettori **U2** ed **E2** vanno collegati due cavi **schermati** provvisti ciascuno di due **prese BF maschio**, mentre sul connettore **U3** va collegato un cavo **schermato** dotato di due **connettori BNC femmina**.

I collegamenti sulle morsettiere **E1** ed **U1** possono invece essere realizzati con normale filo elettrico, facendo attenzione ad impiegare una **sezione adeguata**.

Come potete notare osservando lo schema elettrico, sulla scheda è inoltre presente il **potenziometro R1** che ha la funzione, importantissima, di **equilibrare** il segnale prelevato all'uscita dell'amplificatore ed il segnale proveniente dal **generatore BF**.

Senza questa operazione la misura porterebbe a valori errati.

REALIZZAZIONE PRATICA

Il montaggio di questa scheda **LX.1729** è talmente semplice da rendere quasi superflua la descrizione.

Prelevate dal kit il circuito stampato ed inserite il **potenziometro R1**, ripiegandolo poi in modo da fare aderire il suo corpo allo stampato.

Montate il **condensatore poliestere C1** e il **deviatore a slitta S1** nelle posizioni assegnate. Quindi procedete a saldare sullo stampato i due **connettori BF femmina U2** ed **E2** ed il **connettore BNC maschio U3**, facendo attenzione a non realizzare involontari cortocircuiti sui piedini.

Da ultimo saldate le due **morsettiere E1** ed **U1** ed il montaggio è completato.

COSTO di REALIZZAZIONE

Tutti i componenti necessari per realizzare la scheda **LX.1729** (vedi fig.10), compresi il circuito stampato ed il cavo **RG1.05** **Euro 14,00**

Costo del circuito stampato **LX.1729** **Euro 2,40**

Nota: *tenete presente che per il collegamento tra il PC e la scheda LX.1690, dovrete acquistare un cavo USB per stampante reperibile presso qualsiasi rivenditore di materiale informatico. Lo stesso discorso vale per i due cavi muniti di connettore BF maschio.*

I prezzi sono comprensivi di **IVA**, ma **non** delle spese postali di spedizione a domicilio.

CONFIGURAZIONE del VISUAL ANALYSER



Fig.12 Per attivare il software Visual Analyser fate un doppio clic sull'icona presente sul desktop.

Fig.13 Sullo schermo comparirà la finestra a lato, con l'indicazione della versione del software.

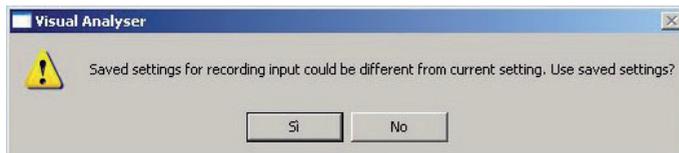
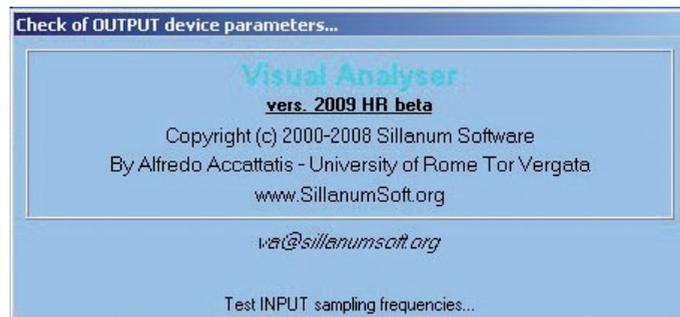


Fig.14 In occasione della prima installazione vi comparirà la scritta a lato. Cliccate sul tasto "sì".

Fig.15 Se compare la finestra riportata a lato cliccate sul tasto "Continue".



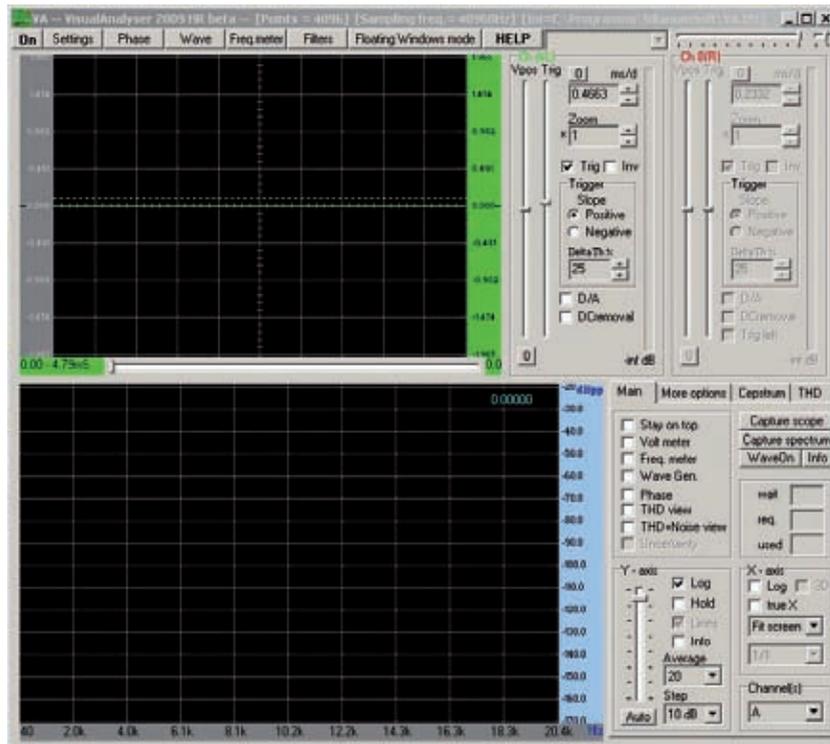


Fig.16 Sullo schermo apparirà la finestra principale del Visual Analyser, nella quale sono presenti, nella parte superiore, lo schermo dell'oscilloscopio e nella parte inferiore lo schermo dell'analizzatore di spettro.



Fig.17 In questa finestra dovreste impostare tutti i parametri come indicato in figura, e alla voce Channels dovreste selezionare il canale A dell'oscilloscopio.

Fig.18 Quindi cliccate sulla opzione Spectrum. Comparirà una finestra nella quale dovreste impostare i parametri relativi all'analizzatore di spettro, come indicato in figura. Non dimenticate di spuntare la finestra FFT enabled e la finestra Automatic nel Freq. Range.

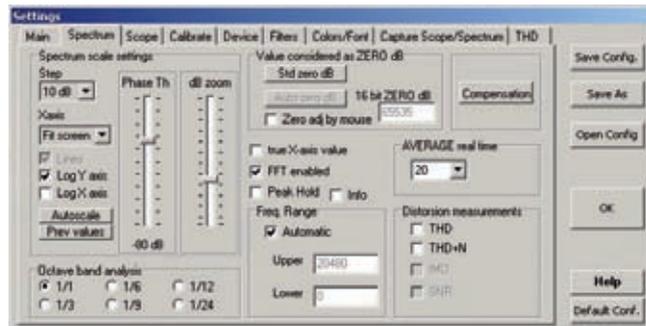


Fig.19 È ora la volta della finestra Scope nella quale dovreste effettuare il settaggio dei parametri relativi all'oscilloscopio, che andranno impostati come indicato.

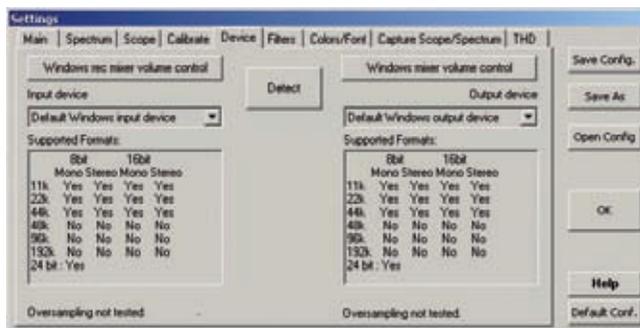
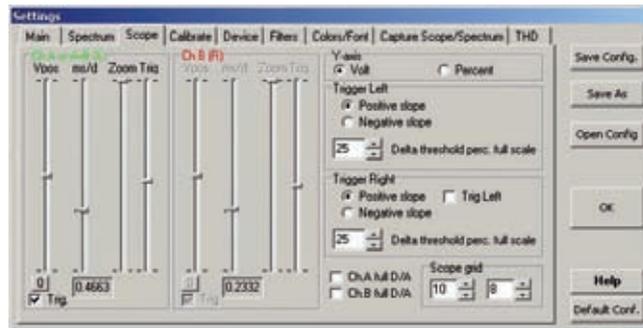


Fig.20 Cliccate sull'opzione Device e vedrete aprirsi la finestra a lato.

Fig.21 In questa finestra dovreste portare la freccia del mouse sulla freccia posta a lato della scritta Default Windows input device e cliccare con il pulsante di sinistra. Si aprirà un elenco all'interno del quale, se avete collegato alla porta USB del pc la scheda LX.1690, comparirà la scritta USB AUDIO CODEC. Selezionatela con il mouse e cliccate con il tasto sinistro per confermare.

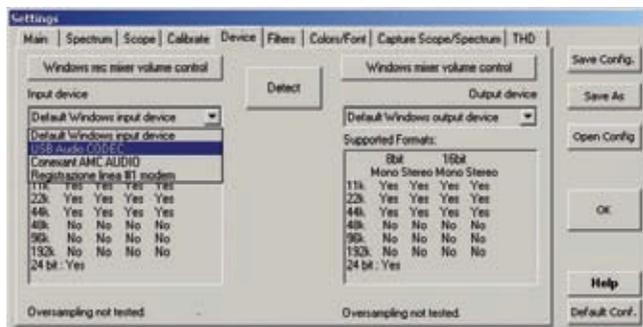
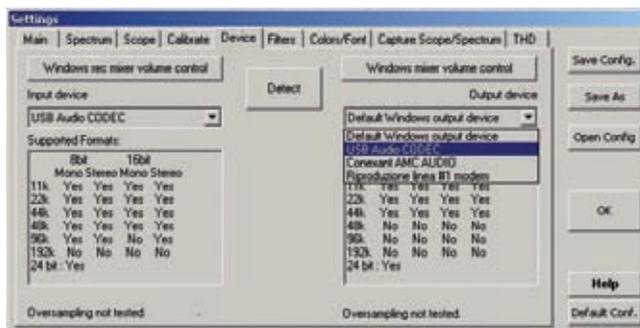


Fig.22 In questa finestra dovreste portare la freccia del mouse sulla freccia posta a lato della scritta Default Windows output device e cliccare con il pulsante di sinistra. Si aprirà un elenco all'interno del quale, se avete collegato alla porta USB del pc la scheda LX.1690, comparirà la scritta USB AUDIO CODEC. Selezionatela con il mouse e cliccate con il tasto sinistro per confermare.



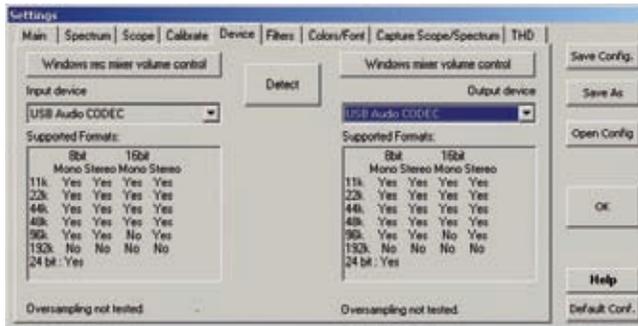


Fig.23 Prima di procedere verificate sempre che sulle due finestre di Input device e di Output device compaia sempre la dicitura USB AUDIO CODEC. Questo significa che la scheda LX.1690 è stata correttamente riconosciuta dal software. Diversamente non sarebbe possibile eseguire la misura.

Fig.24 Dopo avere effettuato il riconoscimento della scheda LX.1690 cliccate sul tasto Windows mixer volume control. Si aprirà la finestra nella quale sono raffigurati i diversi controlli del mixer.

Accertatevi che nella sezione Altoparlante non risulti spuntata la casella Disattiva ed il cursore del volume sia posizionato al massimo, come indicato in figura.

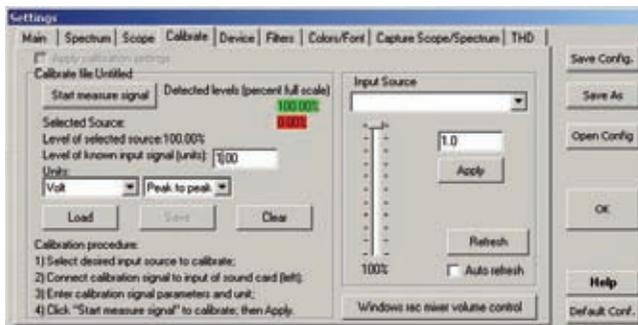
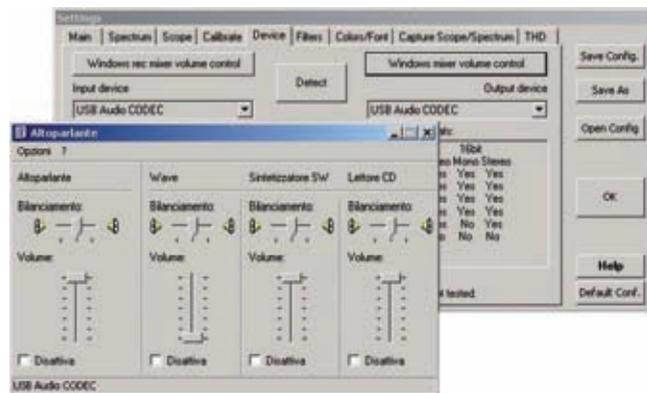
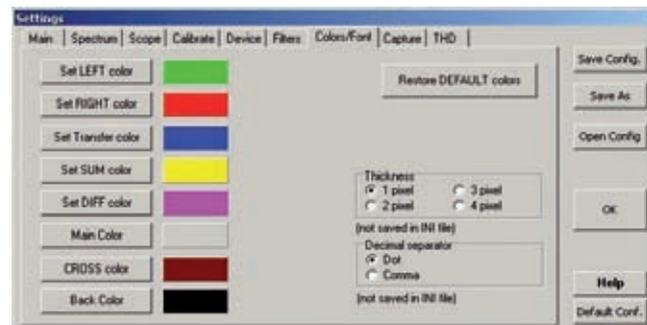


Fig.25 Per eseguire la misura corretta dell'ampiezza del segnale BF, sia con l'oscilloscopio che con il voltmetro del VA, dovrete seguire la procedura di calibrazione indicata a pagina 102 della rivista N.232, utilizzando l'apposito circuito di calibrazione LX.1691. Terminata la calibrazione dovrete spuntare l'opzione Apply per attivarla. Una volta eseguita, la calibrazione può essere memorizzata con il tasto Save e richiamata successivamente con il tasto Load.

Fig.26 Se cliccate sulla opzione Colors/Font comparirà la finestra raffigurata a lato nella quale potrete selezionare i colori della presentazione grafica dei segnali sullo schermo. È inoltre possibile selezionare il tipo di separatore decimale, cioè la virgola o il punto. Tenete presente che il programma utilizza di default il punto come separatore.



COME SCEGLIERE la FORMULA di CALCOLO

Fig.27 Cliccate sulla opzione THD. Si aprirà la finestra riprodotta a lato, all'interno della quale è possibile impostare il livello digitale del segnale utilizzato per misurare la distorsione. Verificate che il Digital level corrisponda al 100% in modo da sfruttare la massima ampiezza del segnale BF.

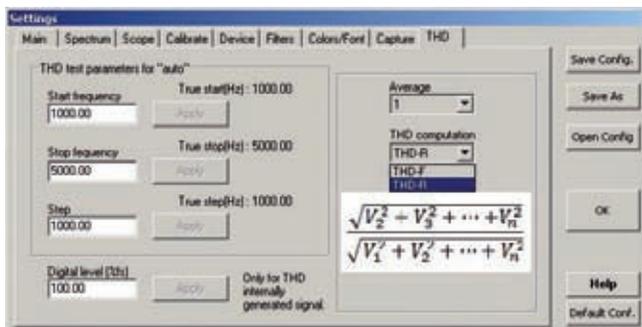
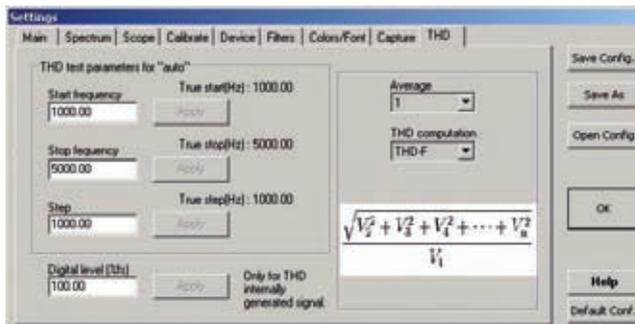
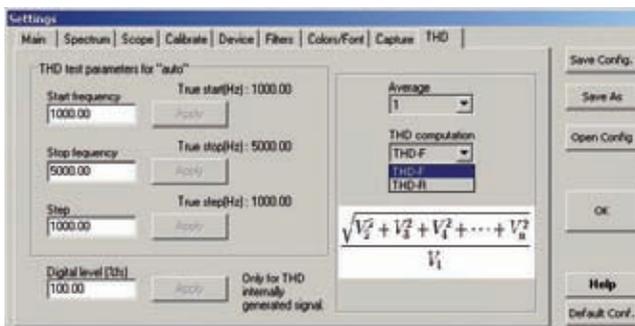


Fig.28 Cliccando sulla opzione THD computation si apriranno due diverse opzioni THD-F e THD-R che consentono di scegliere quale algoritmo utilizzare per il calcolo della distorsione, come illustrato nell'inserito "La giusta formula". In figura è visualizzata la formula relativa al calcolo della THD-R.

Fig.29 Se selezionate l'opzione denominata THD-F vedrete comparire la relativa formula di calcolo.



MISURA della DISTORSIONE ARMONICA

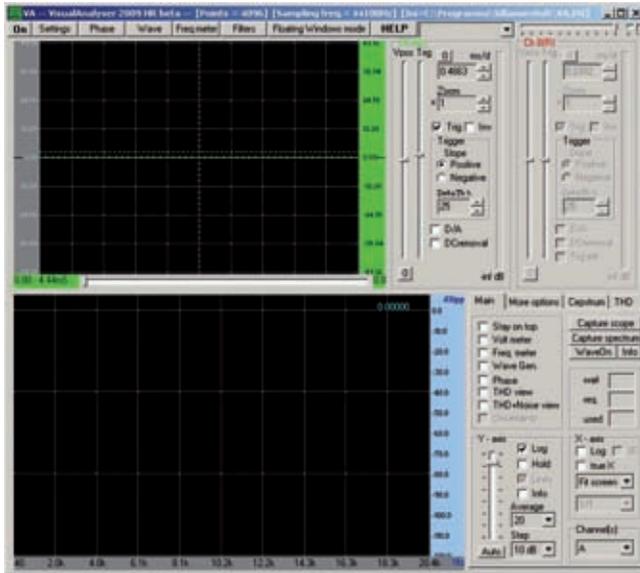


Fig.30 Selezionate l'opzione Main a destra dello schermo dell'analizzatore di spettro ed aggiustate l'ampiezza della scala agendo sul cursore Y-axis. Portando poi il cursore del mouse direttamente sulla scala in dBpp, potrete farla scorrere verticalmente posizionandola come desiderate.

Fig.31 Ora selezionate l'opzione THD e vedrete comparire la finestra che dovrete utilizzare in seguito per eseguire la misura della distorsione.

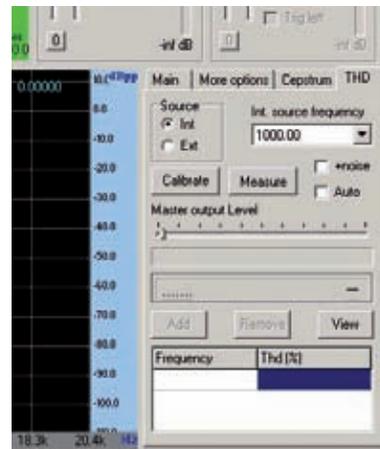
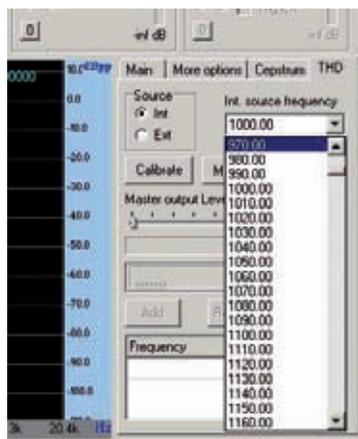


Fig.32 In questa finestra dovrete spuntare la voce Int e selezionare la frequenza del segnale BF utilizzato per la misura, normalmente pari a 1.000 Hz.

Fig.33 Collegare l'amplificatore come indicato in fig.4, ruotate il commutatore della scheda LX.1729 sulla posizione Measure e ruotate il potenziometro R1 completamente in senso orario. La prima fase della misura prevede la regolazione dell'ampiezza del segnale BF in modo da ottenere in uscita dall'amplificatore il valore di tensione prefissato. Sull'oscilloscopio viene visualizzata la tensione presente sul carico, mentre sullo schermo sottostante il suo spettro.

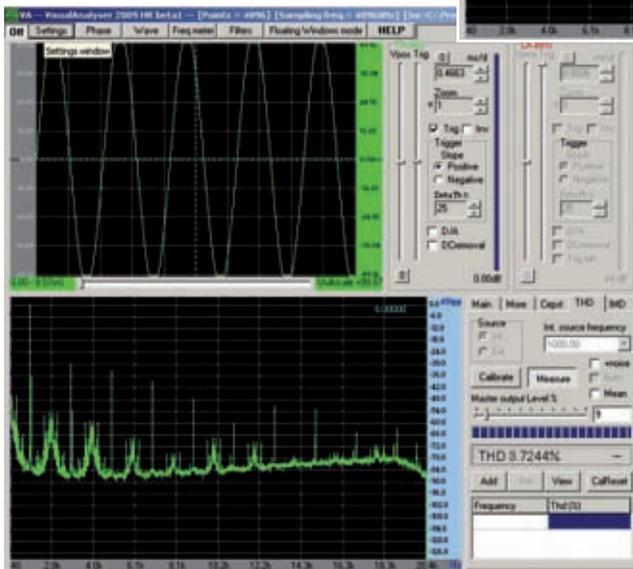
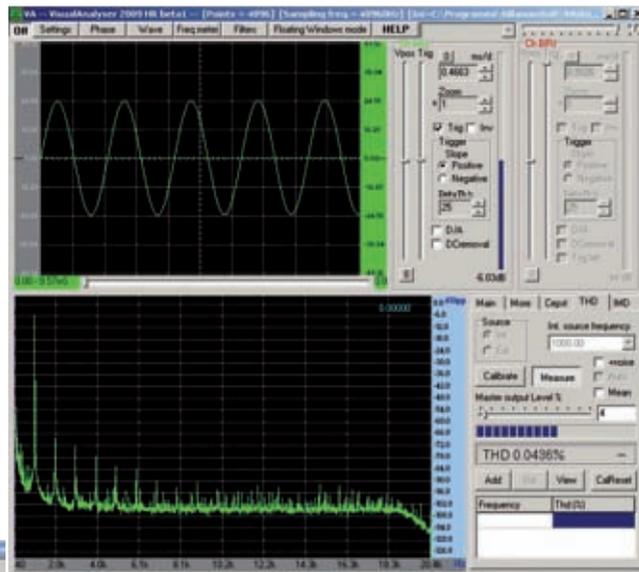


Fig.34 Se con l'attenuatore relativo al CHA della scheda LX.1690 in posizione x10 la sinusoide dovesse deformarsi come indicato in figura, dovrete spostarlo sulla posizione x100, in modo da non introdurre una distorsione del segnale.

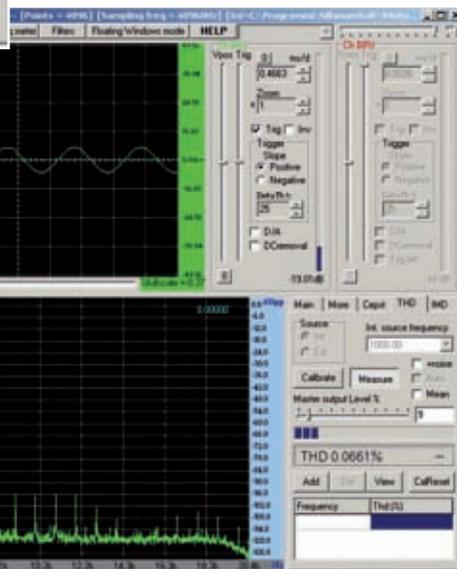


Fig.35 Commutando l'attenuatore del CHA sulla posizione x100, vedrete il segnale riportarsi alla corretta forma d'onda sinusoidale. Quando misurate l'ampiezza del segnale con la funzione Voltmeter del VA dovrete ricordarvi che questo risulta attenuato di 100 volte.

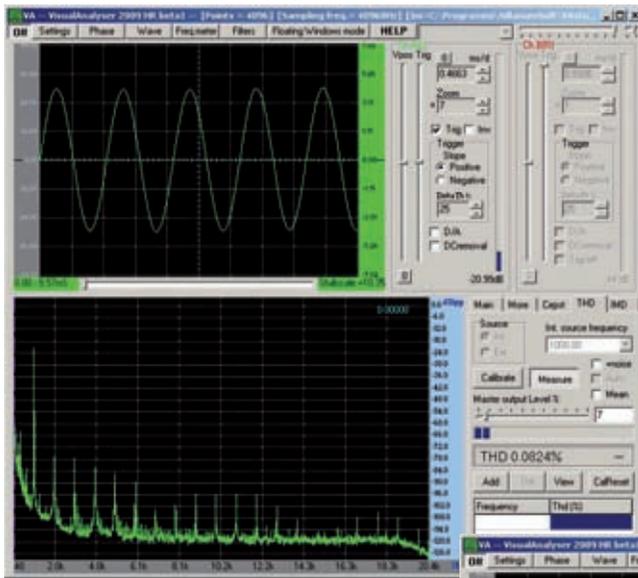


Fig.36 Per meglio apprezzare la sinusoide sullo schermo del vostro oscilloscopio potrete ingrandirla a vostro piacimento, impostando un valore di Zoom maggiore di uno nella casella posta sulla destra dello schermo dell'oscilloscopio.

Fig.37 Per misurare in modo preciso il valore efficace della tensione in uscita dall'amplificatore potrete utilizzare la funzione Voltmeter del VA, spuntando l'opzione Voltmeter presente nella finestra di fig.17. Affinché il Voltmetro indichi il valore efficace dovrete inoltre spuntare l'opzione RMS, come indicato in figura. In questo caso, poiché l'attenuatore risulta sulla posizione x100 la tensione in uscita corrisponde in realtà a 15.43 Volt efficaci.

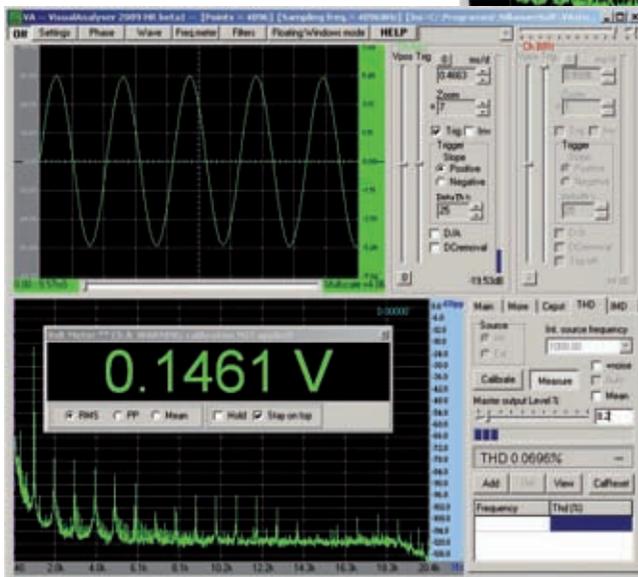
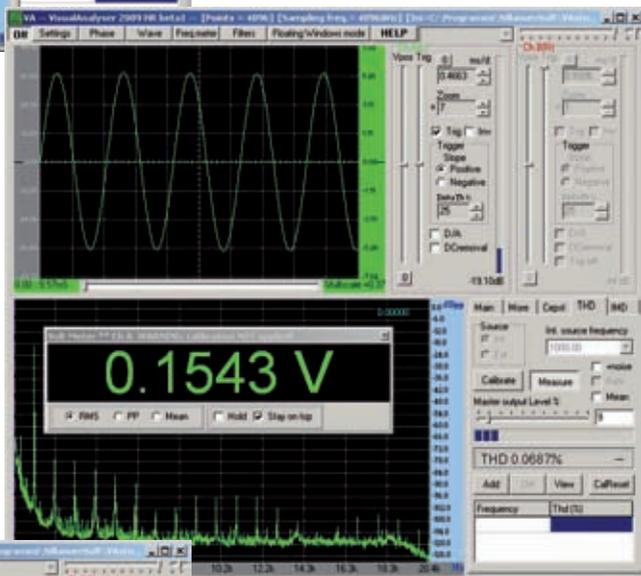


Fig.38 Ora dovrete regolare il valore della tensione di uscita agendo sul cursore Master output Level in modo da ottenere sul carico il valore di tensione prefissato. Per una regolazione più fine della tensione di uscita potrete anche impostare un valore percentuale con una cifra decimale nella casella a fianco del cursore. Una volta ottenuto il valore di tensione desiderato, non toccate più il cursore Master output Level.

Fig.39 Ora portate il commutatore posto sulla scheda LX.1729 in posizione Calibrate, lasciando il potenziometro R1 completamente ruotato in senso orario. Riportate il valore dello Zoom dell'oscilloscopio a 1. Spostate l'attenuatore della scheda LX.1690 sulla posizione x1. Cliccate sul tasto Measure e verrà visualizzato il tasso di distorsione prodotto dal generatore BF.

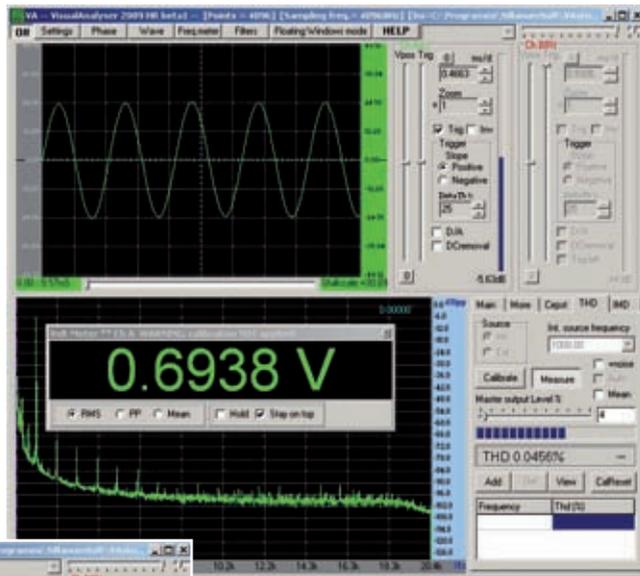


Fig.40 Cliccate sul tasto Calibrate e attendete 5 secondi. Il Visual Analyzer memorizzerà lo spettro del segnale BF che verrà sottratto successivamente allo spettro del segnale presente all'uscita dell'amplificatore. Come potete notare, una volta terminata l'operazione Calibrate, il valore della distorsione presente nel segnale BF risulta notevolmente inferiore. Leggete quindi sul Voltmeter il valore RMS del segnale BF e annotate il valore ottenuto.

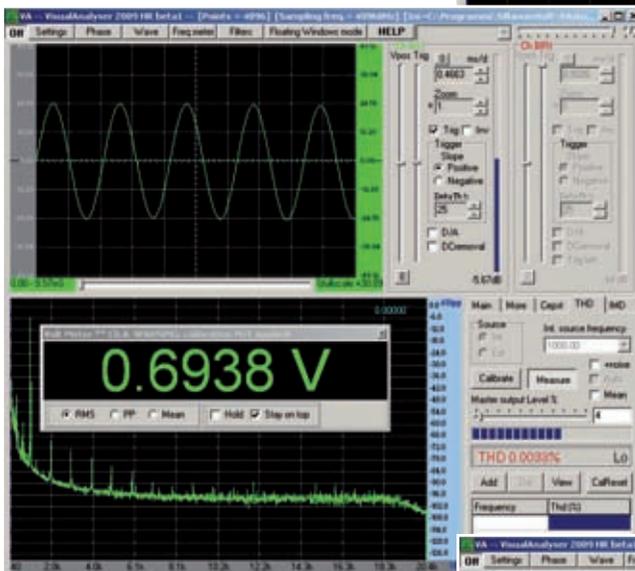
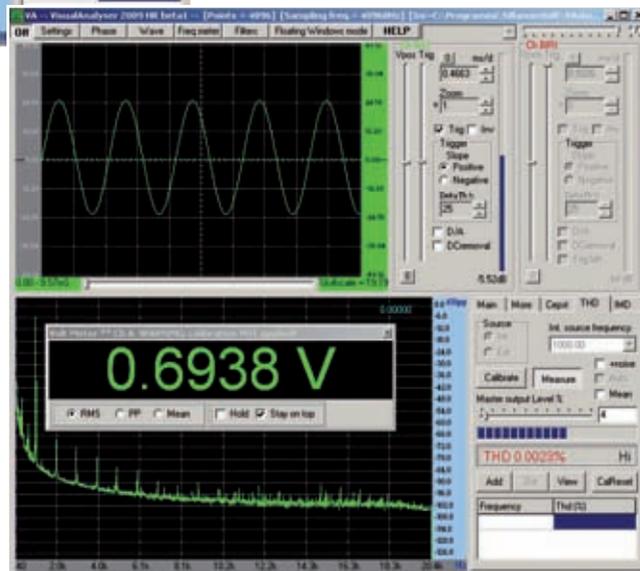


Fig.41 Ora spostate il commutatore della scheda LX.1729 in posizione Measure e ruotate il potenziometro R1 tutto in senso antiorario. Poi ruotatelo lentamente in senso orario fin quando il valore visualizzato dal Voltmeter non sarà uguale a quello che avete misurato al punto precedente. La percentuale di distorsione THD che leggete nella finestra è il valore cercato.



ACQUISIZIONE della CURVA di DISTORSIONE in funzione della FREQUENZA con il tasto ADD

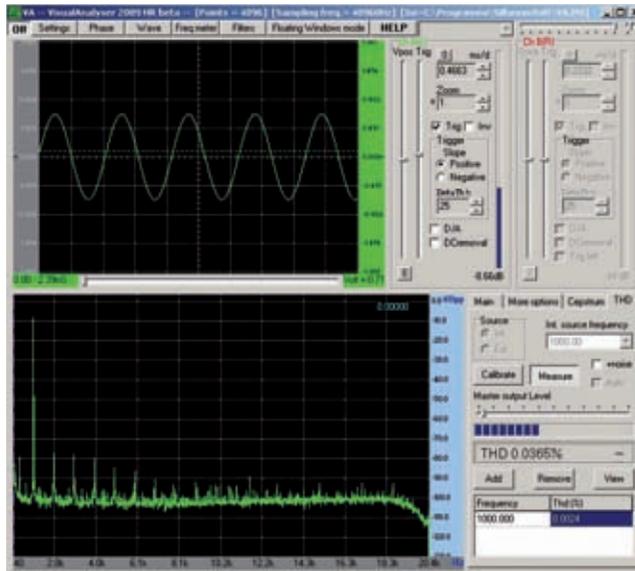


Fig.42 Dopo avere eseguito la misura della distorsione a 1.000 Hz, potrete ricavare il valore della distorsione per diversi valori di frequenza e riportare i punti ottenuti su un grafico. Effettuando l'interpolazione dei valori così misurati otterrete una curva che rappresenta l'andamento della distorsione in funzione della frequenza.

Fig.43 Una volta effettuata la misura della THD ad una certa frequenza, ad esempio a 1.000 Hz, cliccate sul tasto Add. In questo modo sia il valore della frequenza che quello della THD verranno memorizzati, comparendo nello spazio sottostante della finestra.

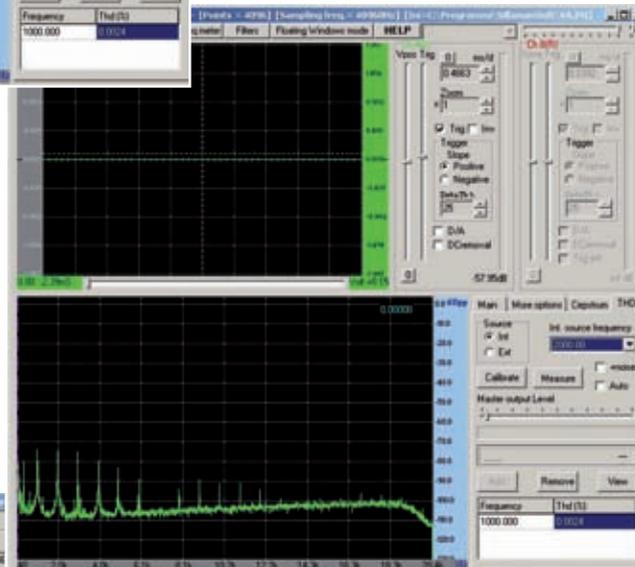


Fig.44 Ora selezionate il successivo valore di frequenza al quale desiderate eseguire la misura, ad esempio 2.000 Hz.

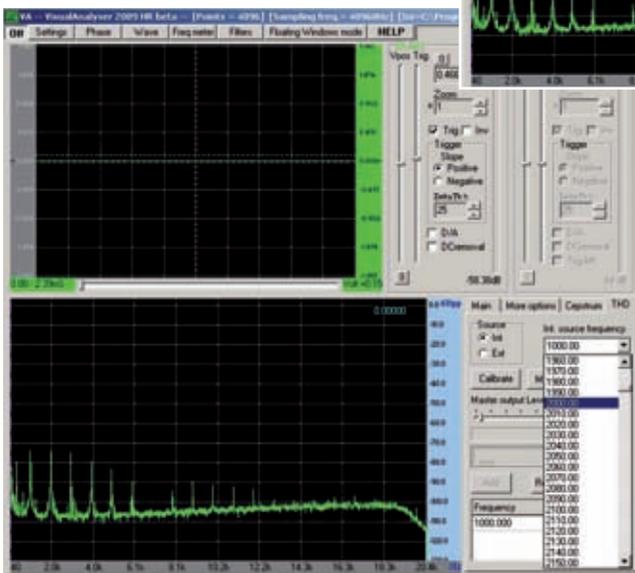


Fig.45 Eseguite quindi nuovamente la misura della distorsione armonica, cliccando sul tasto Measure.

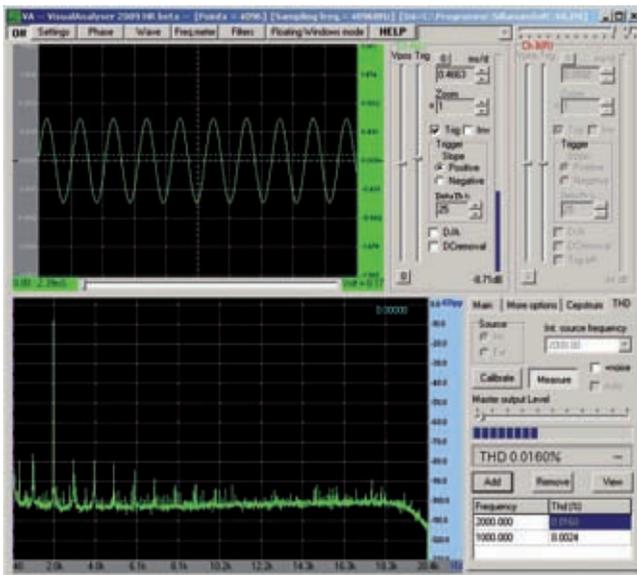
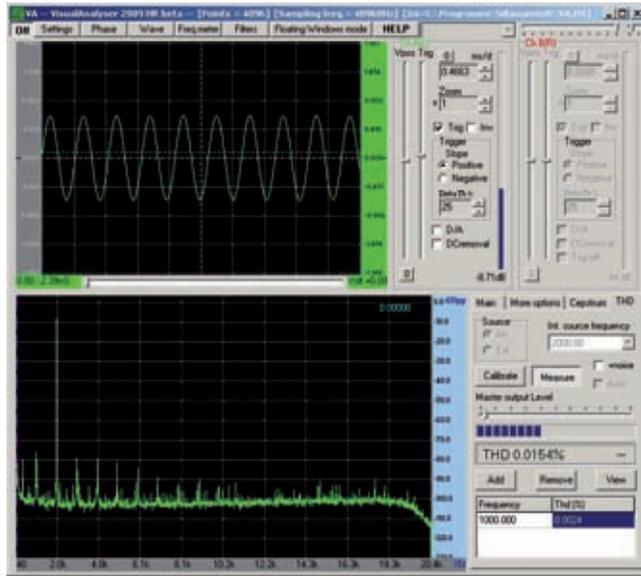
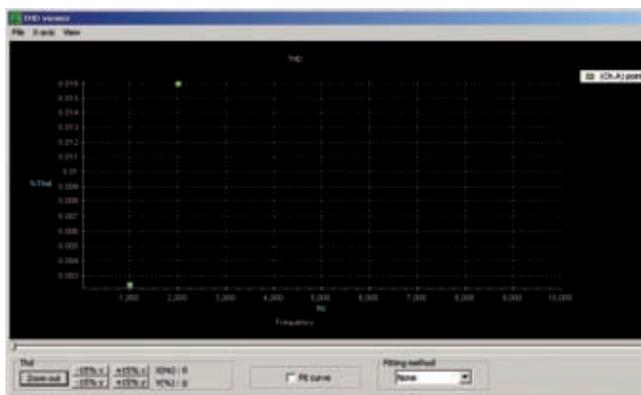


Fig.46 Ora cliccate sul tasto Add e memorizzate il nuovo valore di frequenza ed il corrispondente livello di THD, che compariranno entrambi nella finestra sottostante. In caso di errore potrete sempre rimuovere la misura cliccando sul tasto Remove.

Fig.47 Per visualizzare i punti ottenuti su un grafico cliccate sul tasto View. Comparirà la finestra raffigurata a lato nella quale sono riportati i diversi valori di THD in funzione della frequenza.



INSTALLAZIONE del SOFTWARE VISUAL ANALYSER

Fig.52 Una volta inserito il CD-Rom contenente il software Visual Analyser nel PC, vedrete aprirsi questa prima finestra. Cliccate su Next.

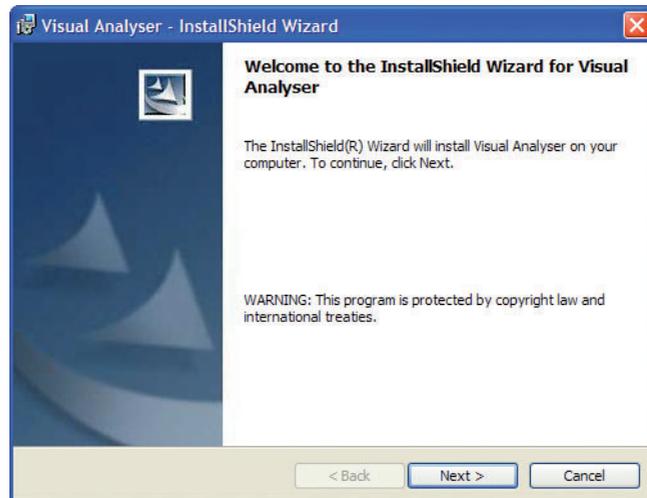
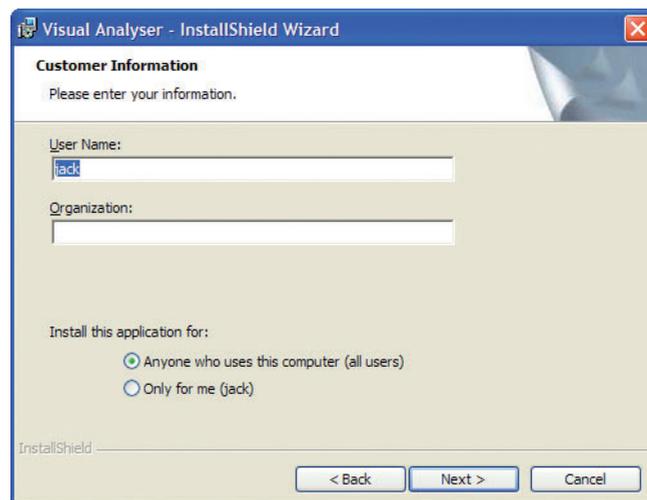


Fig.53 Selezionate la scritta "I accept the terms in the license agreement" cliccando con il mouse sulla casella "I accept...", quindi su Next.

Fig.54 Inserite nella apposita barra il vostro nominativo e selezionate in basso la scritta "Anyone who uses this computer" oppure la scritta "Only for me", quindi cliccate su Next.



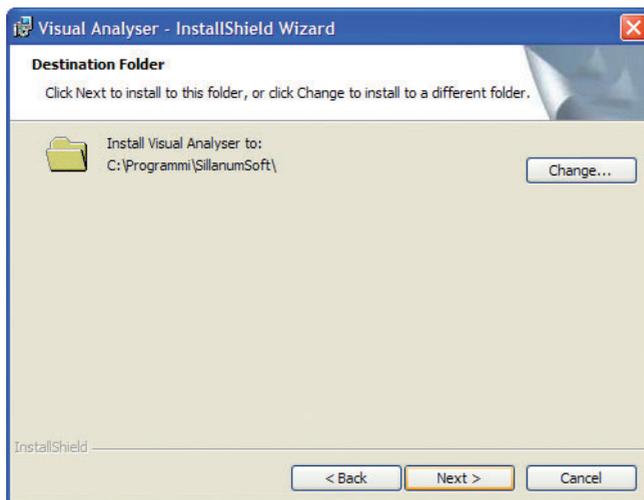


Fig.55 In questa finestra, che evidenzia la directory di installazione del programma Visual Analyser, dovrete semplicemente cliccare sul tasto Next.

Fig.56 Si aprirà così automaticamente questa videata e questa volta per procedere nell'installazione dovrete semplicemente cliccare sul tasto Install.

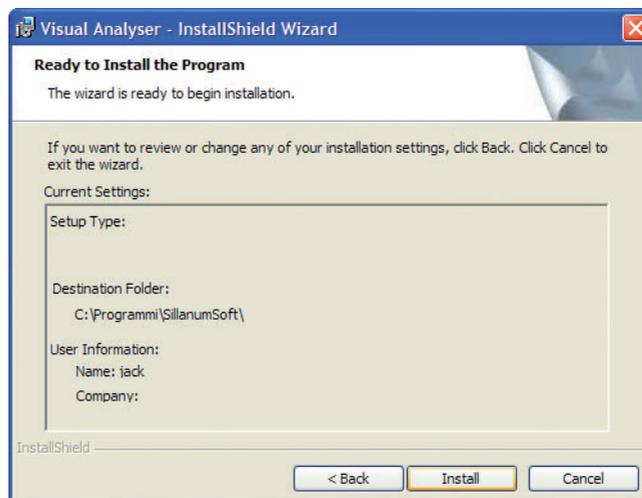
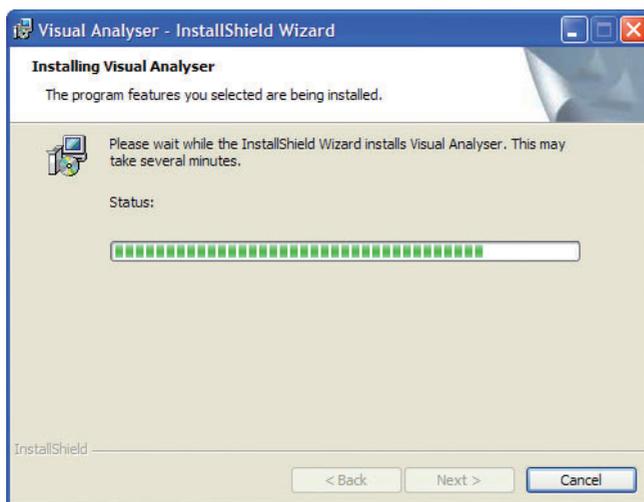


Fig.57 A questo punto inizia il processo di installazione del programma, segnalato dalle barre che compariranno in rapida successione sul vostro monitor.



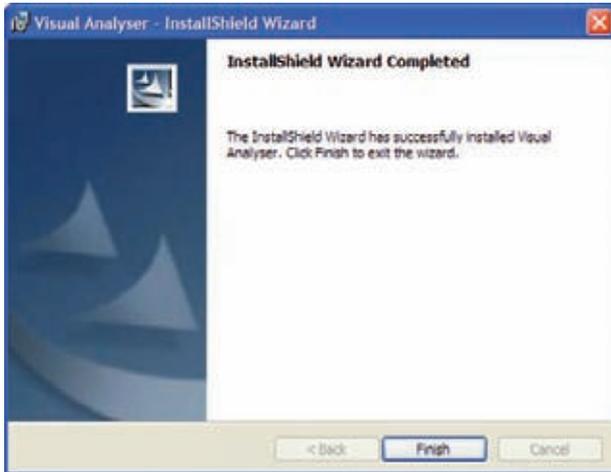


Fig.58 A installazione avvenuta si aprirà automaticamente questa finestra nella quale dovrete cliccare sul tasto Finish. Sul desktop del PC vedrete così apparire l'icona del programma Visual Analyser.

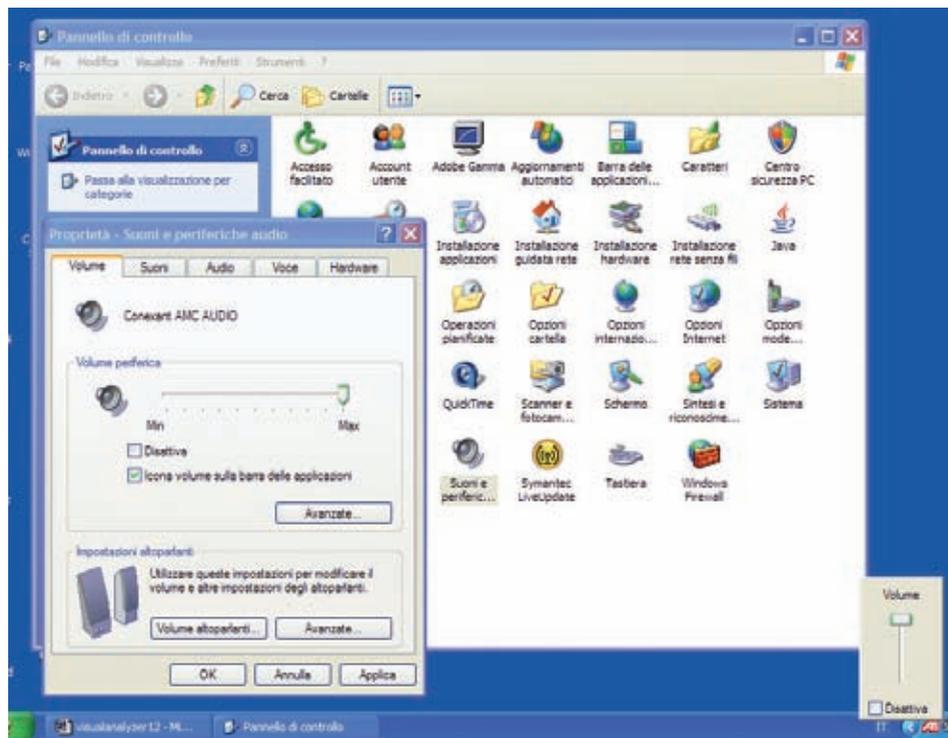


Fig.59 Qualora sul monitor non comparisse il segnale del generatore BF, verificate che i driver audio della scheda si siano installati correttamente. Per farlo cliccate su Start, Impostazioni, quindi su Pannello di controllo. Cliccate sull'icona "Suoni e periferiche" e nella finestra del Volume verificate che compaia la scritta "Conexant AMC AUDIO". In caso contrario cliccate sulla scritta Audio del menu e provvedete a selezionarla.