

# Speaker Workshop misure acustiche in casa I parte

di Claudio Negro

Il metodo migliore per iniziare ad usare questo software è quello di usarlo, pertanto cercheremo di immergerci subito nell'uso del programma. Seguiranno poi avvertenze e limitazioni. Cominciamo!

Speaker Workshop (SW) è un programma freeware (1), ossia gratuito, che permette di misurare, progettare e testare un diffusore acustico usando un computer provvisto di scheda audio; la prima versione risale al 1997 e nasce dalla mente di Mark Zachmann, che è stato uno dei fondatori della ZSoft Corporation, produttrice del programma PC Paintbrush da cui deriva il programma Paint di Windows. Mark ha anche lavorato per la rivista Pc Magazine, per la Kodak ed ha inventato il formato grafico PCX. Nel 1993 ha poi fondato la Audua che produce software professionale per sistemi audio e video: SW fa parte di questo progetto. L'ultima versione del programma, la 1.06, risale al 2002 e non si prevedono, a breve, ulteriori aggiornamenti visto che Zachmann non ha più tempo da dedicare allo sviluppo di SW. Questo significa che bisogna intendere il programma per quello che è, con i suoi difetti e limitazioni, e senza possibili aggiornamenti.

È bene puntualizzare che SW non è un software professionale e che si deve "adattare" all'hardware disponibile, con tutti i limiti che ne conseguono. Nulla a che vedere, quindi, con i pacchetti professionali come la Clio dell'Audiomatica o MLSSA della DRA Laboratories, che sono, al contrario, sistemi

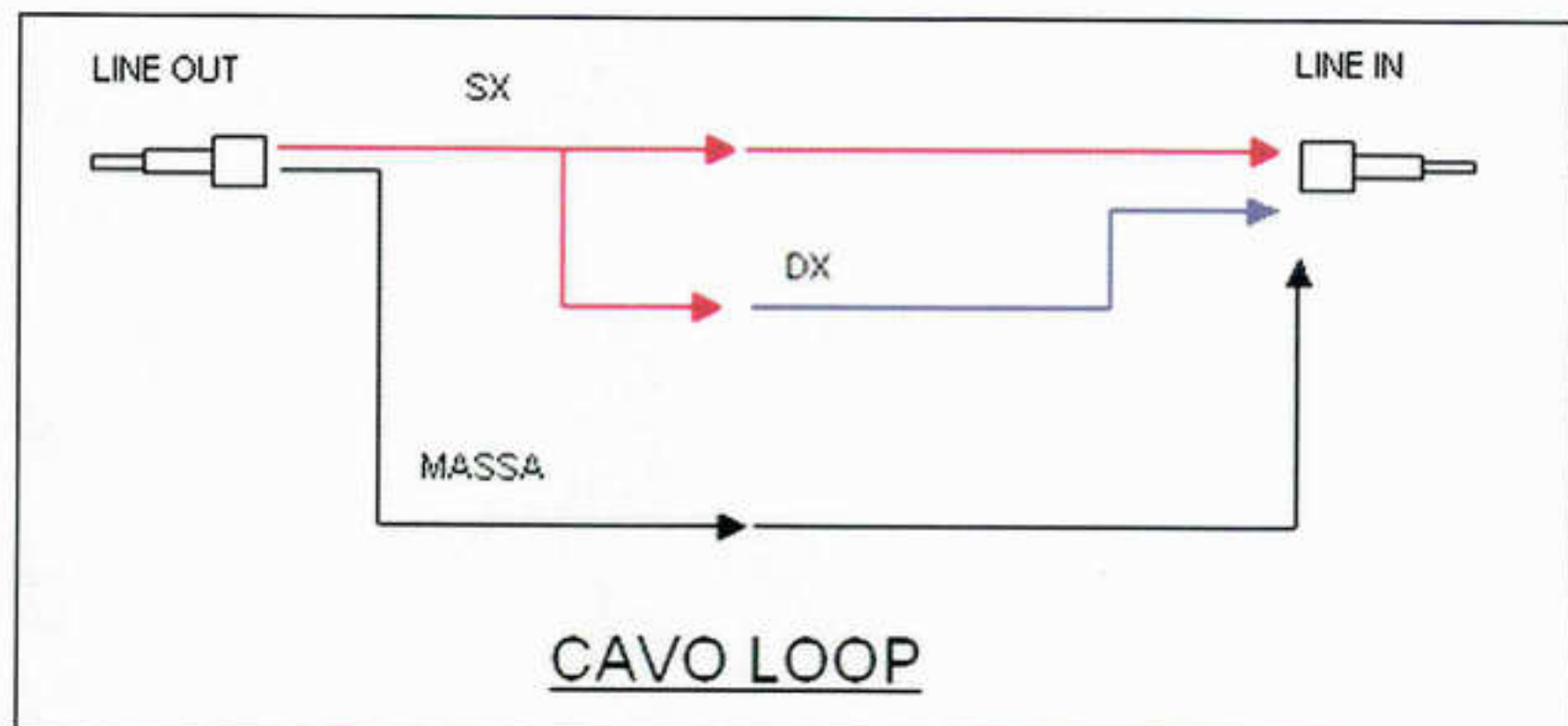


Fig. 1 - Lo schema del cavo loop.

integrati di software e hardware provvisti di un manuale ricchissimo di informazioni (in inglese), un supporto clienti (in italiano per la Clio), una maggior facilità d'uso, tanti anni di studio e ricerca e che permettono, quindi, di effettuare le misure per eccellenza.

Vediamo quali sono i **requisiti di sistema** per far funzionare questo software: SW supporta Microsoft Windows 95, 98, Me, XP, e 2000; richiede minimo un processore Pentium II; la **scheda audio** deve essere full-duplex (capace di registrare e riprodurre contemporaneamente) possibilmente recente e non di quelle su piastra madre, che di solito hanno una risposta in frequenza limitata. È opportuno sottolineare l'importanza della qualità della scheda audio che vi

consiglio debba essere silenziosa e con una frequenza di campionamento di almeno 48KHz. È anche importante che la scheda audio sia montata il più lontano possibile dalla scheda video e dall'alimentatore del computer. Sul mio sito (2) trovate un database di schede audio che funzionano con SW e i loro settaggi principali, grazie alle informazioni ottenute dalla comunità di Speaker Workshop. Il programma, che è disponibile in cinque lingue, italiano compreso, dispone di un guida ben fatta purtroppo solo in inglese, di un forum, anch'esso in inglese, con una utilissima funzione di ricerca e di un manuale non ufficiale (3). In questo tutorial su SW ci occuperemo del settaggio e della calibrazione, delle misure d'impedenza e del calcolo para-

metri T/S, e infine delle misure acustiche. Vi rimando al mio sito per ulteriori approfondimenti.

## SETUP: I COLLEGAMENTI

Il setup di Speaker Workshop è un'operazione che richiede abbastanza tempo e pazienza, ma è importantissima per ottenere risultati effettivi e riproducibili. Si inizia con la costruzione dell'hardware, ossia del JIG che ci permette di collegare l'ingresso e l'uscita della scheda audio (LINE IN e LINE OUT rispettivamente) e il dispositivo da testare (DUT); in pratica ci sono due vie e mezza per ottenere questo JIG: una molto usata dagli utenti di SW che si chiama JIG II ad opera di Eric Wallin (4), l'altra meno bella da vedere e che ora vi illustrerò, e per ultimo il Super Jig, ad opera

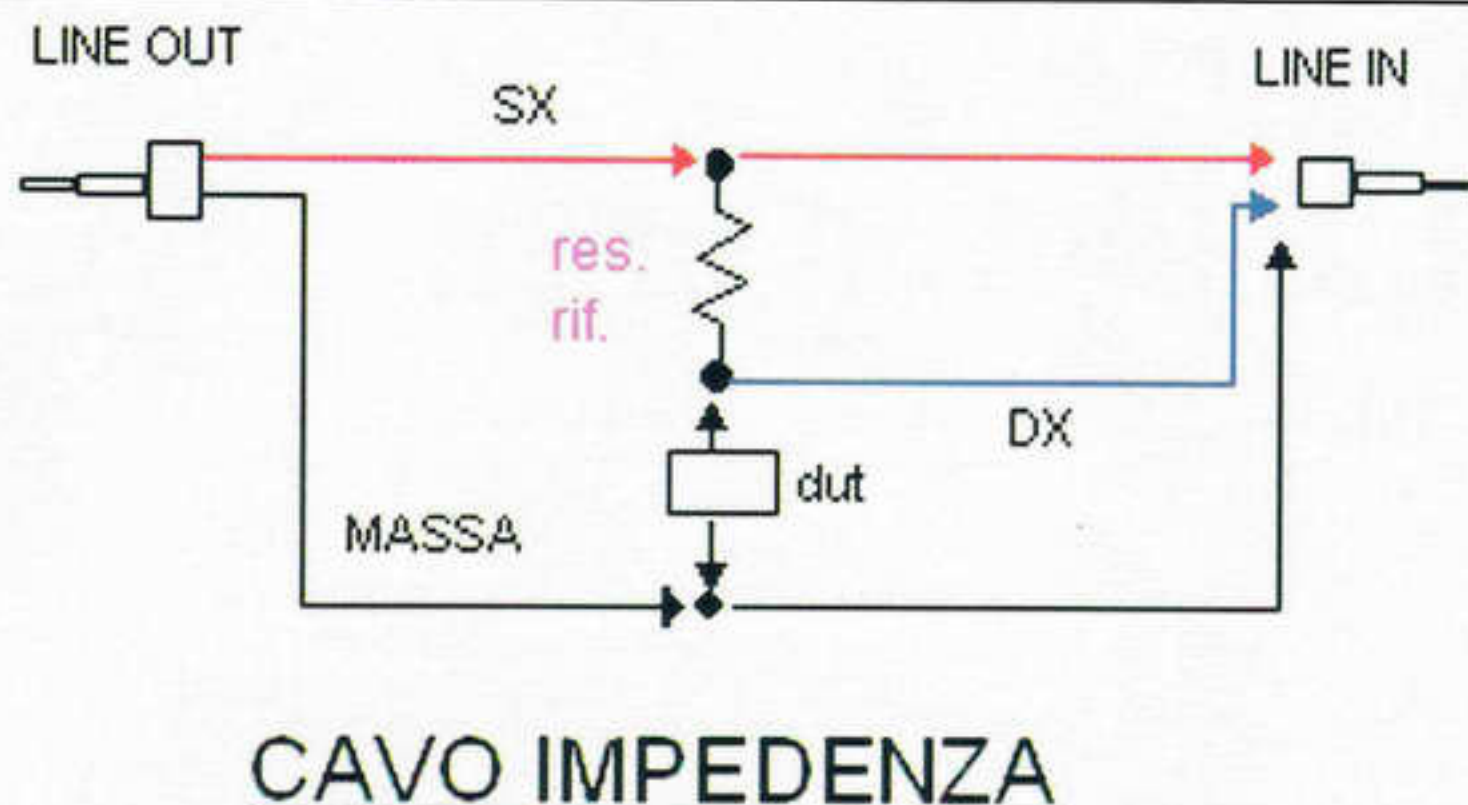
(1) Vedi il sito [www.speakerworkshop.com](http://www.speakerworkshop.com).

(2) Vedi <http://planeta.terra.com.br/educacao/clauidionegro/>

(3) Vedi <http://www.audiodycentral.com/>

(4) Vedi <http://www.gti.net/wallin/audio/audio.html>

(5) Vedi <http://digilander.libero.it/rusval78/>



## CAVO IMPEDENZA

Fig. 2 - Lo schema del cavo impedenza.

del napoletano Valerio Russo (5), che può essere definito la Rolls Royce dei Jig, quanto a comodità e prestazioni, e che è in fase di test mentre scrivo. Se l'argomento susciterà interesse, vedremo di pubblicare qualcosa di specifico su questo apparecchio. Vediamo ora i due tipi di collegamento necessari: **cavo loop** (Fig. 1) che è usato per calibrare la differenza dei canali della scheda audio e per regolare i volumi; **cavo impedenza** (Fig. 2) che è usato per misurare l'impedenza degli altoparlanti, per misurare i valori di resistenze, induttori e condensatori, e per calibrare la resistenza di riferimento; potete infatti vedere che nel cavo impedenza è presente una resistenza, detta appunto "di riferimento", che ha un valore compreso tra 8 e 12 ohm. Procuratevi una morsettiere, 2 metri di cavo bipolare

schermato di discreto diametro (2 x 0.75 mm), 3 metri di cavo bipolare, 2 connettori mini-jack di buona fattura, dello stagno, un giravite e un po' di pazienza! Cercate di mantenere corti i cavi che vanno collegati alla scheda audio, LINE IN e LINE OUT, mentre potete "abbondare" per la lunghezza del cavo che andrà collegato al DUT; rispettate i canali nel collegamento ai mini-jack, dato che Speaker Workshop usa il canale sinistro come riferimento (misurando il segnale che esso stesso genera) ed il canale destro per i dati (il segnale effettivamente misurato). Il risultato lo potete vedere nelle Figg. 3, 4, 5 dove la semplice sostituzione di un ponticello (cavo verde) con una resistenza di riferimento (11,15 ohm) ci fa passare dal cavo loop al cavo impedenza.

Voglio farvi notare che in

questo setup non è prevista una protezione per gli ingressi della scheda audio, quindi attenzione: se l'uscita della vostra scheda audio è amplificata potreste rischiare di

portare a far lavorare male lo stadio d'uscita della scheda stessa, introducendo distorsioni che altererebbero le misurazioni. In questi casi bisogna aggiungere una resistenza da 1.000 ohm in serie al LINE OUT della scheda audio oppure usare un amplificatore esterno con la consapevolezza del rischio di poter bruciare la scheda se alzate troppo il volume dell'ampli, a meno di non usare un partitore resistivo. In Fig. 6 potete vedere come realizzarlo, usando due resistenze per canale (1k e 200 ohm). Personalmente, se devo usare l'amplificatore per le misure d'impedenza, non faccio uso di partitore resistivo, per il semplice fatto che si lavora su piccoli segnali quindi dall'amplificatore dovranno uscire 0.3 - 0.8 volt, ben dentro le specifiche d'accettazione in ingresso

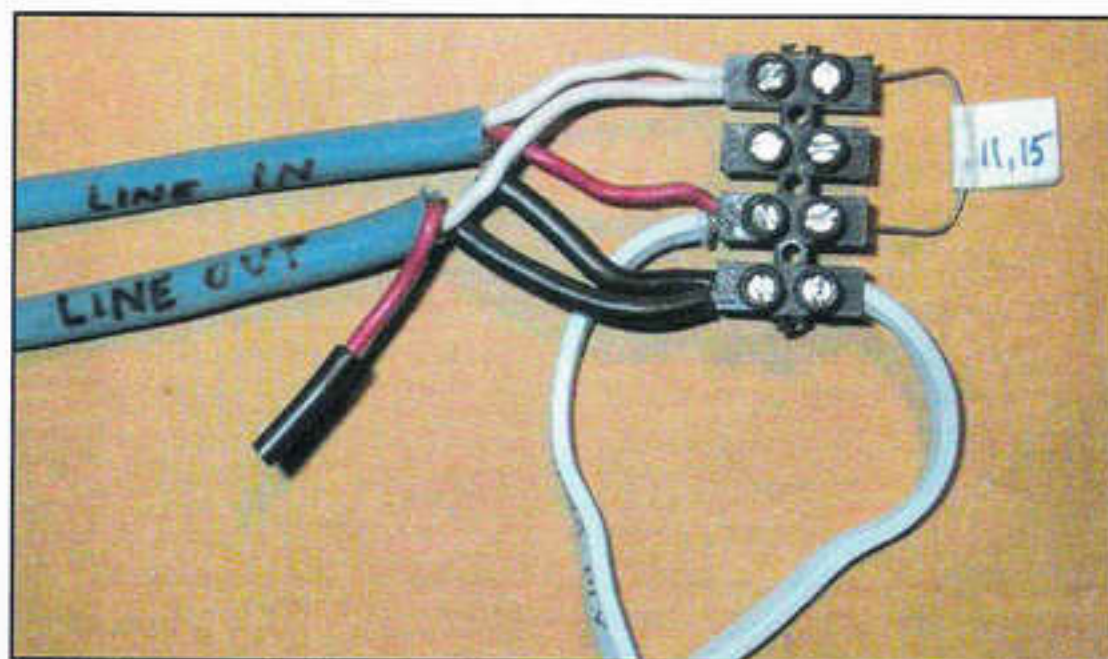


Fig. 4 - Il cavo impedenza.

bruciarla se non prestate la massima attenzione nella regolazione dei volumi. Le schede audio attuali non sono amplificate e generalmente supportano 1.5 - 2.0 volt in ingresso quindi il problema sorge solo con le vecchie schede, tipo Sound Blaster AWE; comunque sia, date un'occhiata alle caratteristiche tecniche per assicurarvi di non friggere la scheda audio!

Altra cosa importante da notare è la qualità dell'uscita linea della scheda audio. Tale uscita è predisposta per funzionare con carichi ad alta impedenza e non con le basse impedenze tipiche degli altoparlanti che vogliamo misurare. Questo può

della maggior parte delle schede audio; ovviamente non mi metto a ruotare all'impazzata la manopola del volume dell'ampli! Se volete costruirvi un semplice ed economico amplificatore, sul sito di Valerio Russo è descritto minuziosamente come fare. Nel caso usiate un amplificatore, dovrete collegare il LINE OUT della scheda audio all'ingresso dell'ampli e la sua uscita come da Fig. 6; per evitare loop di massa che aumenterebbero il rumore nelle misurazioni, potete non collegare la massa del LINE IN della scheda audio, solo dopo esservi assicurati che, nell'amplificatore, fra il polo freddo della presa RCA d'in-

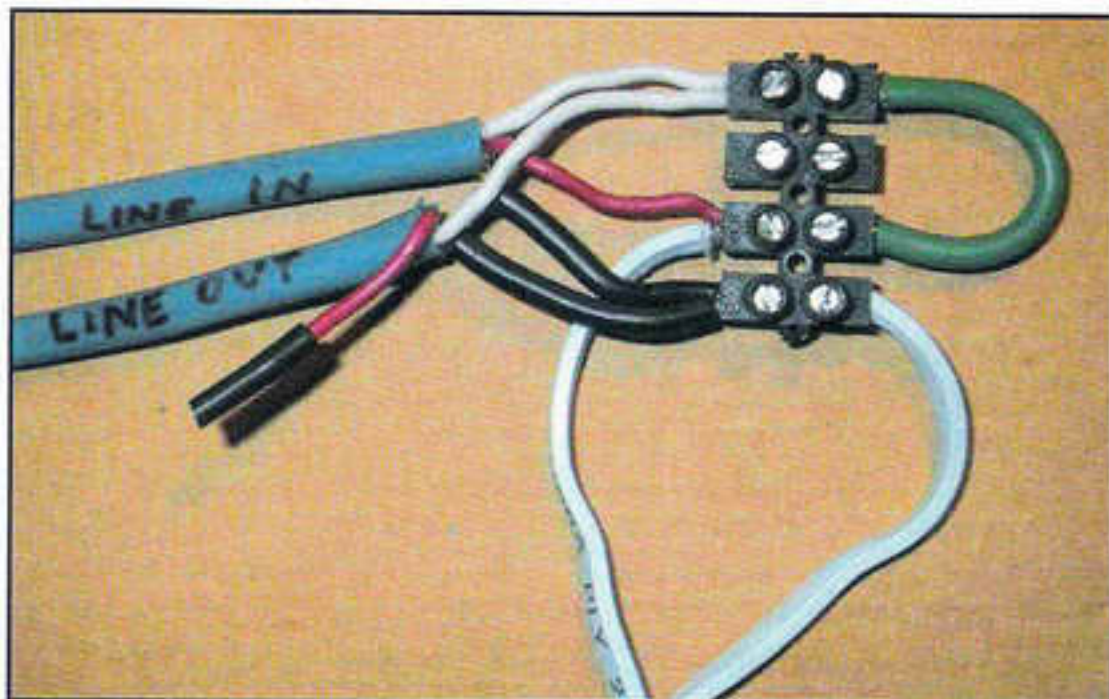


Fig. 3 - Il cavo loop.



Fig. 5 - Il jig completo.

gresso ed il negativo d'uscita, con ampli spento, la resistenza sia uguale a zero.

Limitatamente alle misure d'impedenza, ho personalmente potuto verificare che schede audio quali la Sound Blaster Live! e la Terratec DMX24/96 non hanno bisogno di un amplificatore ma possono essere usate come illustrato in Fig. 2.

Nel caso la scheda audio disponga di un modulo per le connessioni da montare sul frontale del PC, vi consiglio sempre di usare le prese LINE IN e LINE OUT posteriori, ossia quelle presenti sulla scheda, questo perché il cavo che collega la scheda audio al modulo cattura il rumore generato all'interno del computer dai vari componenti ed in primis dall'alimentatore che è di tipo switching, ossia un piccolo generatore di disturbi.

#### SETUP: I VOLUMI

Apriamo Speaker Workshop e possiamo notare come sul lato sinistro sia presente una struttura ad albero: è qui che

salveremo tutte le misurazioni che effettueremo; sul lato destro invece possiamo vedere tutti grafici delle misurazioni fatte. Nella struttura ad albero esiste una sottodirectory "System" che non può essere rinominata: in questa sottodirectory sono memorizzati tutti i files relativi alla calibrazione del programma, quindi ricordatevi della sua importanza. Cliccando con il tasto destro del mouse su files o cartelle presenti, potremo rinominarli, cancellarli, esportarli o aprirli, come del resto già dovremmo essere abituati a fare lavorando con Windows. Sicuramente indispensabile è visualizzare il VU METER: menù VISUALIZZA e spuntate tutte le voci. SW permette di spostare i gruppi d'icona dove si preferisce così da personalizzare l'aspetto del programma secondo i propri gusti: basta tenere cliccato con il tasto sinistro del mouse lungo un qualsiasi punto della cornice di delimitazione del gruppo d'icona e trasportarlo in un

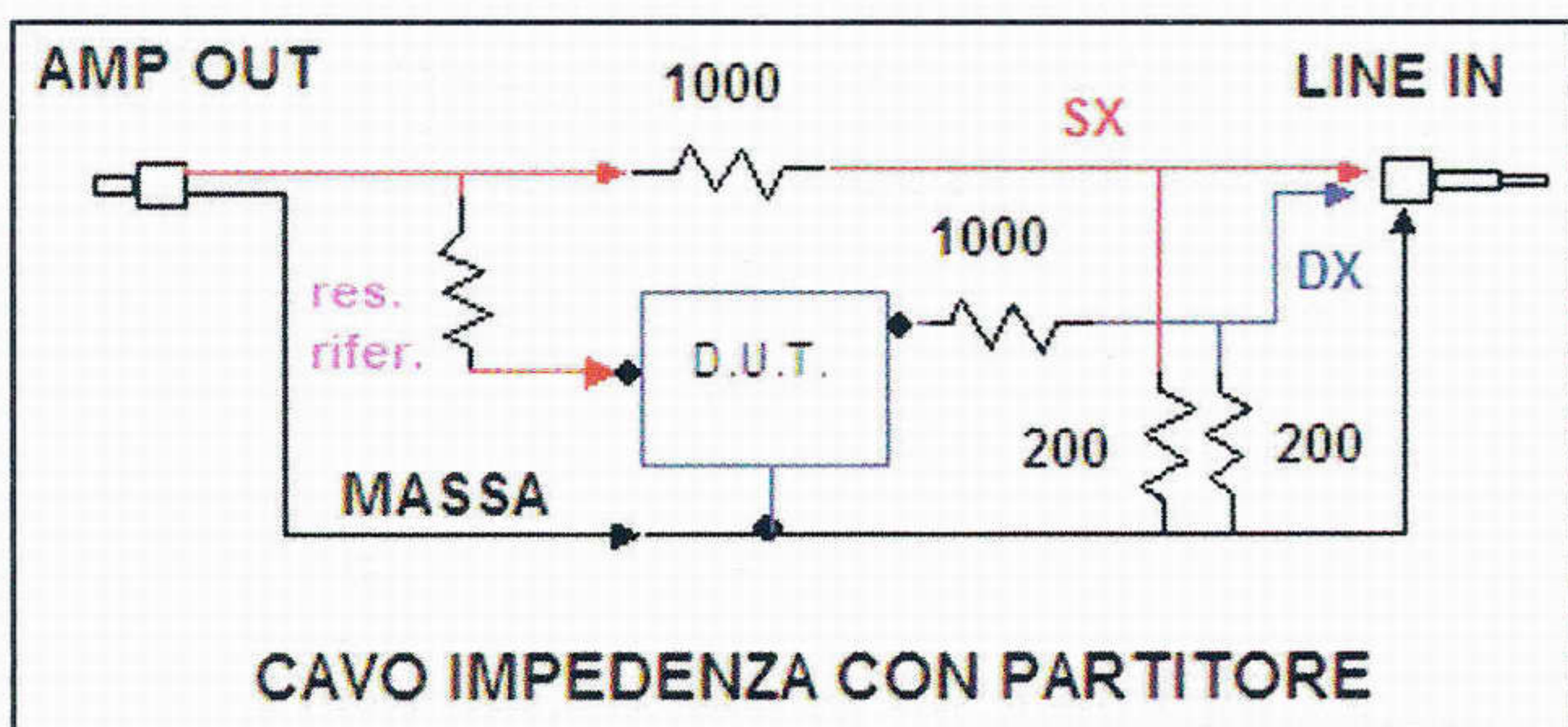


Fig. 6 - Il cavo impedenza con partitore resistivo.

altro punto della finestra di SW. Ecco come appare il programma (Fig. 7) dopo aver rinominato il file di default: apriamo il menù FILE/ SALVA COME e diamo un nome al nostro nuovo progetto, in questo caso l'ho chiamato "TEST"; per rendere effettivo il nuovo nome, dobbiamo chiudere il file di default (SprkWk1) e aprire il nuovo file dal menù FILE/ APRI/ TEST.swd. Vediamo ora se la scheda audio a nostra disposizione è adatta ad essere usata con Speaker Workshop: menù OPZIONI/ WIZARD/ CONTROLLO SCHEDA AUDIO; se il risultato è positivo potete continuare con la calibrazione della scheda. Adesso dobbiamo scoprire a quali livelli di volume la nostra scheda audio inizia a distorcere

PROPRIETÀ e lasciamo spuntate solo le voci MASTER VOLUME e WAVE; diamo OK e lasciamo aperta questa finestra: questo è il mixer per il segnale in uscita. Apriamo un altro mixer di Windows clicchiamo su OPZIONI/PROPRIETÀ/REGISTRAZIONE/ e spuntiamo tutte le voci, click su OK; anche qui abbassiamo tutti i volumi ad eccezione di quello LINE IN che andrà anche spuntato nella voce Seleziona; di nuovo OPZIONI/ PROPRIETÀ/ REGISTRAZIONE e spuntiamo solo la voce LINE IN, click su OK e lasciamo aperta anche questa finestra: questo è il mixer per il segnale in ingresso. Altra cosa importante è disattivare eventuali equalizzatori software o controlli di tono (Windows Me ha un control-

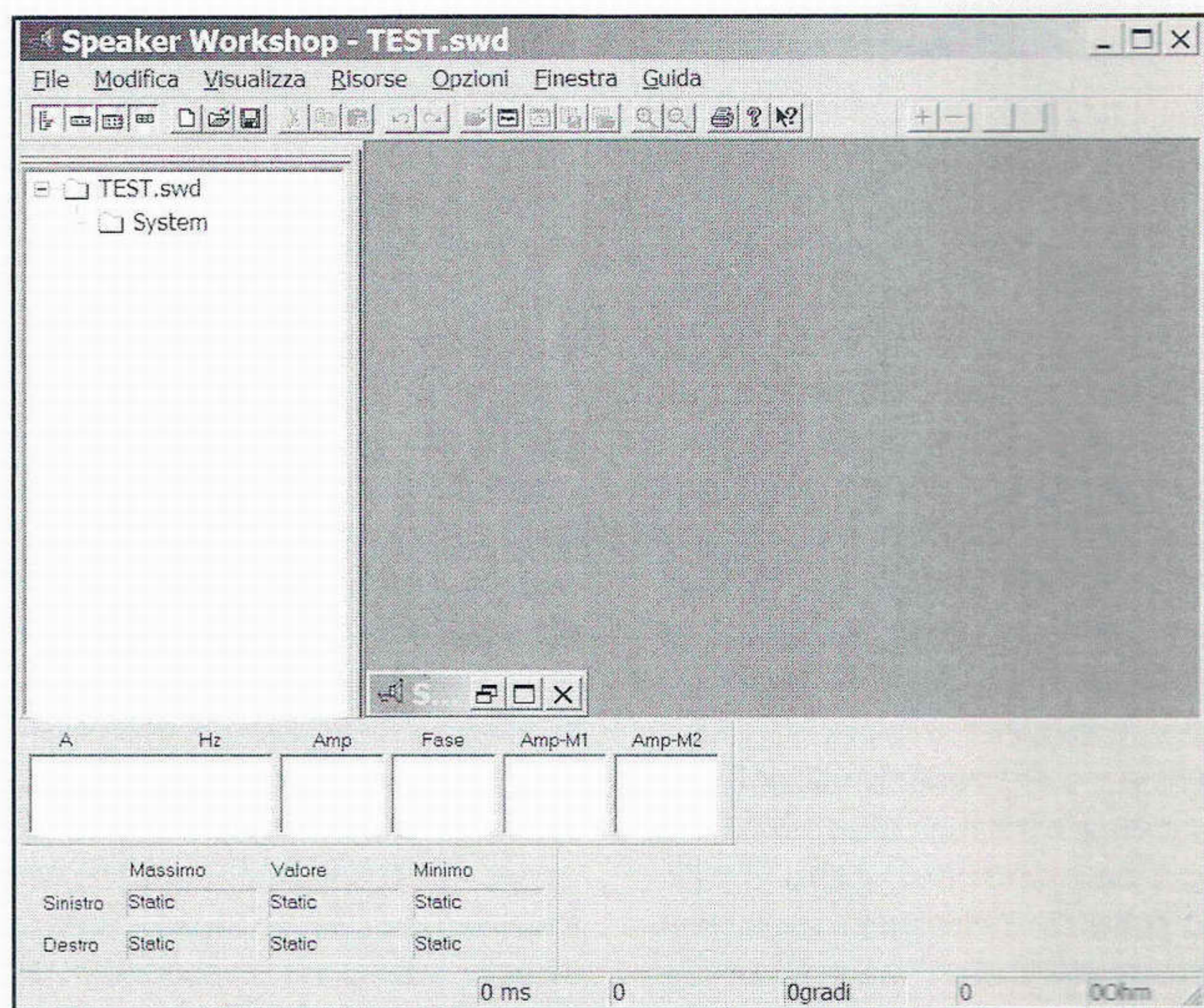


Fig. 7 - Ecco come appare il programma dopo aver rinominato il file di default.

(clipping) e quindi ad alterare i dati da elaborare, sia per il segnale in uscita (LINE OUT) dalla scheda che per quello in entrata (LINE IN) e per fare ciò iniziamo con settare i volumi di Windows: apriamo il mixer di Windows, OPZIONI/ PROPRIETÀ e spuntiamo tutte le voci presenti e diamo OK; adesso nel mixer abbassiamo i volumi a zero e mettiamo un segno di spunta su Disattiva a tutte le voci ad eccezione del MASTER VOLUME e WAVE; poi di nuovo OPZIONI/

lo di toni integrato nel mixer ed è bene controllare che i cursori siano al centro): il segnale in uscita, insomma, non deve essere trattato; è bene disattivare i suoni di Windows (PANNELLO DI CONTROLLO/ SUONI E PERIFERICHE AUDIO/ SUONI/ COMBINAZIONI) perché se ci arriva una e-mail mentre stiamo testando un woofer, sentiremo un "ding" che invaliderà il test. Ritorniamo ora in Speaker Workshop e apriamo OPZIONI/ PREFERENZE/ MISURAZIONI e alla voce



Fig. 8 - La finestra di registrazione dati.

Campionamento (S/R) spostiamo il cursore a 48k Hz (ammesso che la vostra scheda audio supporti tale S/R) mentre per la voce *Dimensioni* spostiamolo a 131k: questi due valori ci permettono di definire l'accuratezza in Hz (Accuratezza = Campionamento/Dimensioni) e la banda di misura (uguale alla metà della frequenza di campionamento); con i suddetti settaggi, consigliati come una buona base di partenza, avremo uno spettro da 0,37 a 24k Hz ed una accuratezza di +/- 0,37 Hz. Se volete usare una frequenza di campionamento inferiore a quella massima della vostra scheda audio, scegliete sempre sottomultipli interi (96k - 48k - 24k). Controlliamo che il I/O *Volume* sia a 100: questa impostazione regola e blocca il volume WAVE del mixer di Windows, per cui se muoviamo il livello del WAVE nel mixer, questo ritornerà al valore impostato in SW. Sempre in questa finestra clicchiamo su GENERALE e

controlliamo che il sistema di unità di misura sia il *Metrico* e che la voce *Abilita il controllo campionamento a 48kHz* sia spuntato. Se la vostra scheda supporta il campionamento a 96k Hz, potrete spuntare anche la voce *96kHz sample rate checking* che vi permetterà di usare detto campionamento nelle misurazioni (se non vi appare, uscite e rientrate in SW dopo aver spuntato la voce). Chiudiamo questa finestra e andiamo su RISORSE/NUOVO/CARTELLA per creare una cartella che io ho chiamato "calibrazione"; creiamo ora un segnale andando su RISORSE/NUOVO/SEGNALE e chiamiamolo "test", e vedremo che SW crea due nuovi file, "test" e "test.output", che noi andremo a tagliare ed incollare nella cartella calibrazione che abbiamo creato. Colleghiamo il LINE OUT con il LINE IN della scheda audio attraverso il *cavo loop* (quindi senza amplificatore e/o partitore) e settiamo i volumi nel mixer di Windows su un livello medio basso per il LINE IN, mentre poniamo al massimo il WAVE e il MASTER VOLUME. Evidenziamo il file "test" e clicchiamoci sopra con il tasto destro del mouse PROPRIETÀ/SENO e controlliamo che la frequenza sia di 1.000 Hz e la fase a 0 gradi e diamo OK; sempre con il file "test" evidenziato andiamo

su SUONO/REGISTRA e modifichiamo i valori in modo da apparire come in Fig. 8; clicchiamo su OK e vedremo che altri quattro file saranno stati creati nella cartella calibrazione. Apriamo il file "test.in.1" e clicchiamo due volte dentro il grafico che si sarà aperto; nella finestra *Proprietà Grafico* settiamo gli assi X e Y come dalle Figg. 9 e 10 e finalmente vedremo la nostra prima sinusoide. Click nel grafico col tasto destro e selezioniamo *Formato Grafico Predefinito*: in questo modo abbiamo salvato come valori di default le proprietà di visualizzazione dei grafici con variabili tempo/ampiezza; apriamo anche il file "test.in.r" e ridimensioniamo le due finestre dei grafici in modo da averle entrambe a vista sul nostro desktop. Con il file "test" evidenziato, facciamo una registrazione continua per determinare il livello di clipping della scheda audio: click sul menu SUONO/REGISTRAZIONE CONTINUA ed eseguiamo i seguenti punti:

- 1) Regolare WAVE e MASTER VOLUME al massimo.
- 2) Regolare LINE IN ad una tacca sopra il minimo, e vedere se c'è clipping nella sinusoide; se sì significa che sta clippando l'USCITA: in tal caso abbassare il MASTER VOLUME di poco alla volta fino a quando il clipping

scompare.

3) Aumentare progressivamente il LINE IN, fino a vedere di nuovo il clipping della sinusoide. Quando ciò accade, abbassare il LINE IN fino a vedere scomparire il clipping.

4) Appena scompare il clipping annotare il valore del VU METER: questo è il livello di clipping in INGRESSO.

5) Salvare le regolazioni dei volumi in un file, usando QuickMix (6).

Riassumendo, abbiamo scoperto sia il clipping in ingresso che in uscita della nostra scheda audio, e conosciamo il valore del clipping in ingresso letto sui VU METER di Speaker Workshop: **questo è il valore che non dovrà mai essere superato pena una errata misurazione**. Volendo, potete misurare la tensione in uscita della scheda audio, giusto per saperne il suo valore. Ora possiamo fermare la registrazione cliccando su SUONO/FERMA TUTTO. Conosciamo qual è il massimo livello da non superare, però dobbiamo vedere cosa succede registrando un segnale MLS perché SW usa questo tipo di segnale per le misurazioni dell'impedenza: click col tasto destro sul file "test" PROPRIETÀ/IMPULSO MLS, controlliamo che la *Preenfasi* non sia spuntata mentre *Calcola Correlazione* deve essere spuntata e diamo OK; per precauzione abbassiamo il MASTER VOLUME

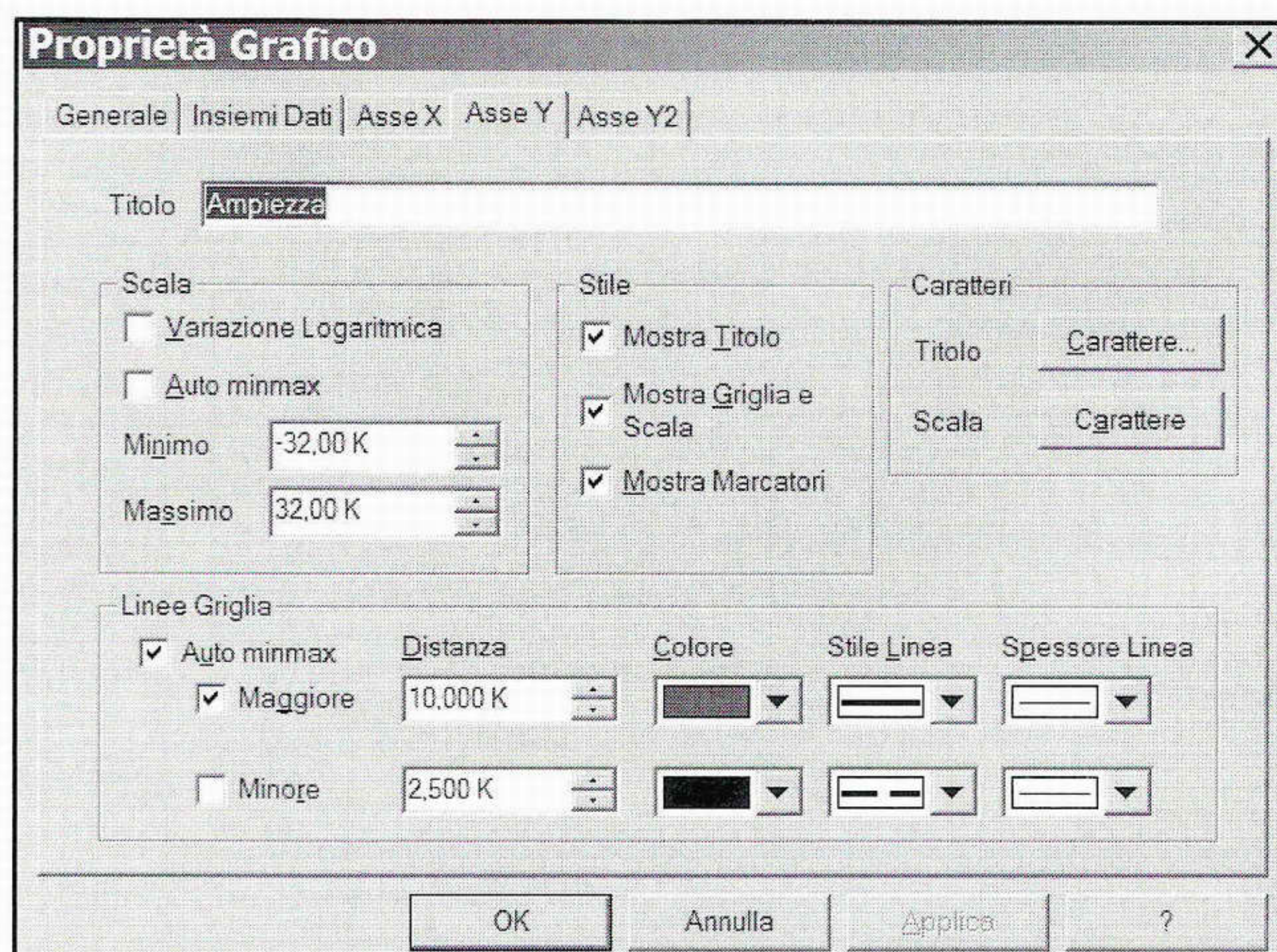
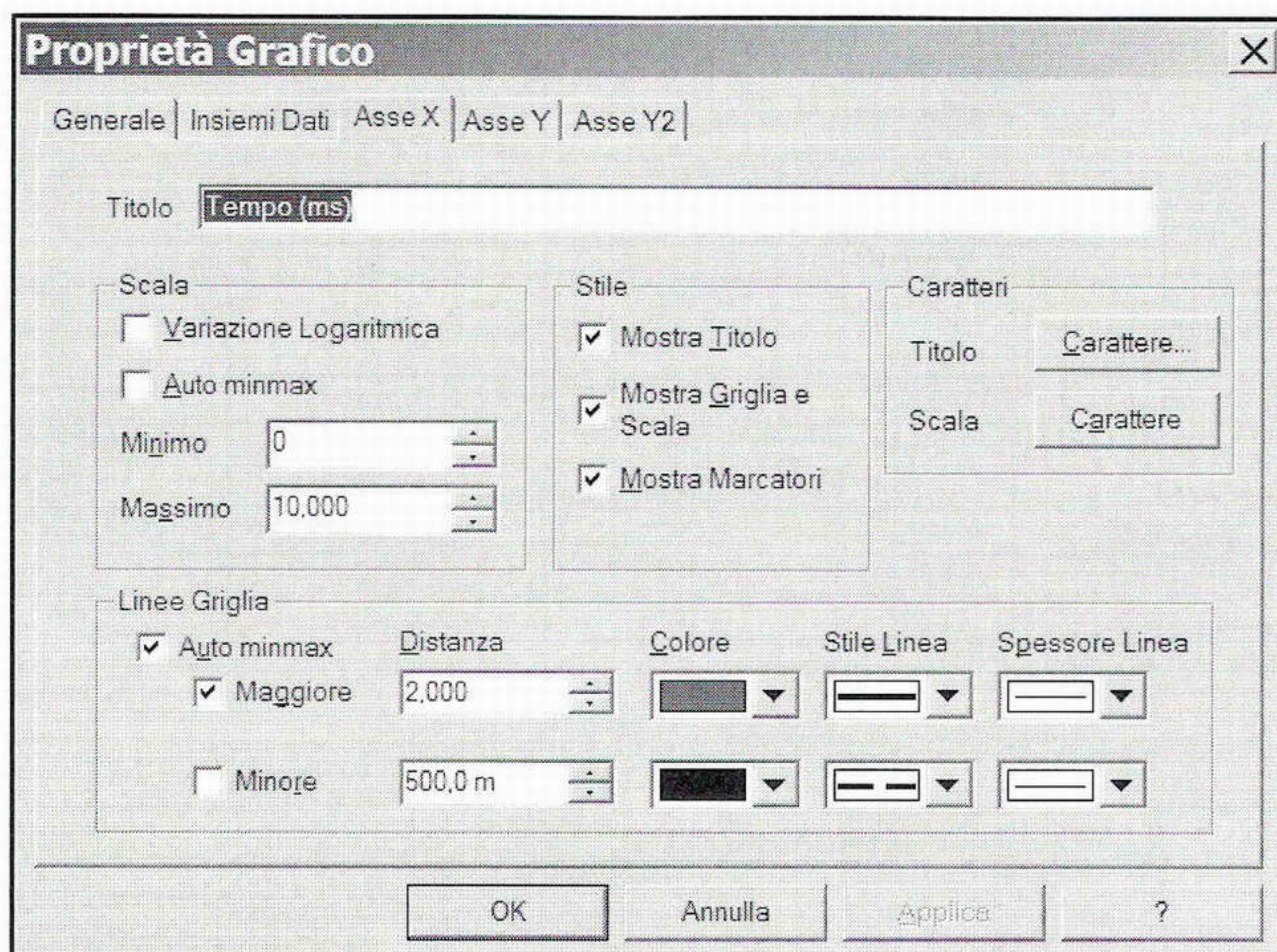


Fig. 9 e 10 - Il settaggio degli assi X e Y.

(6) Vedi <http://www.prodtechpart.co.uk/quickmix/index.htm>

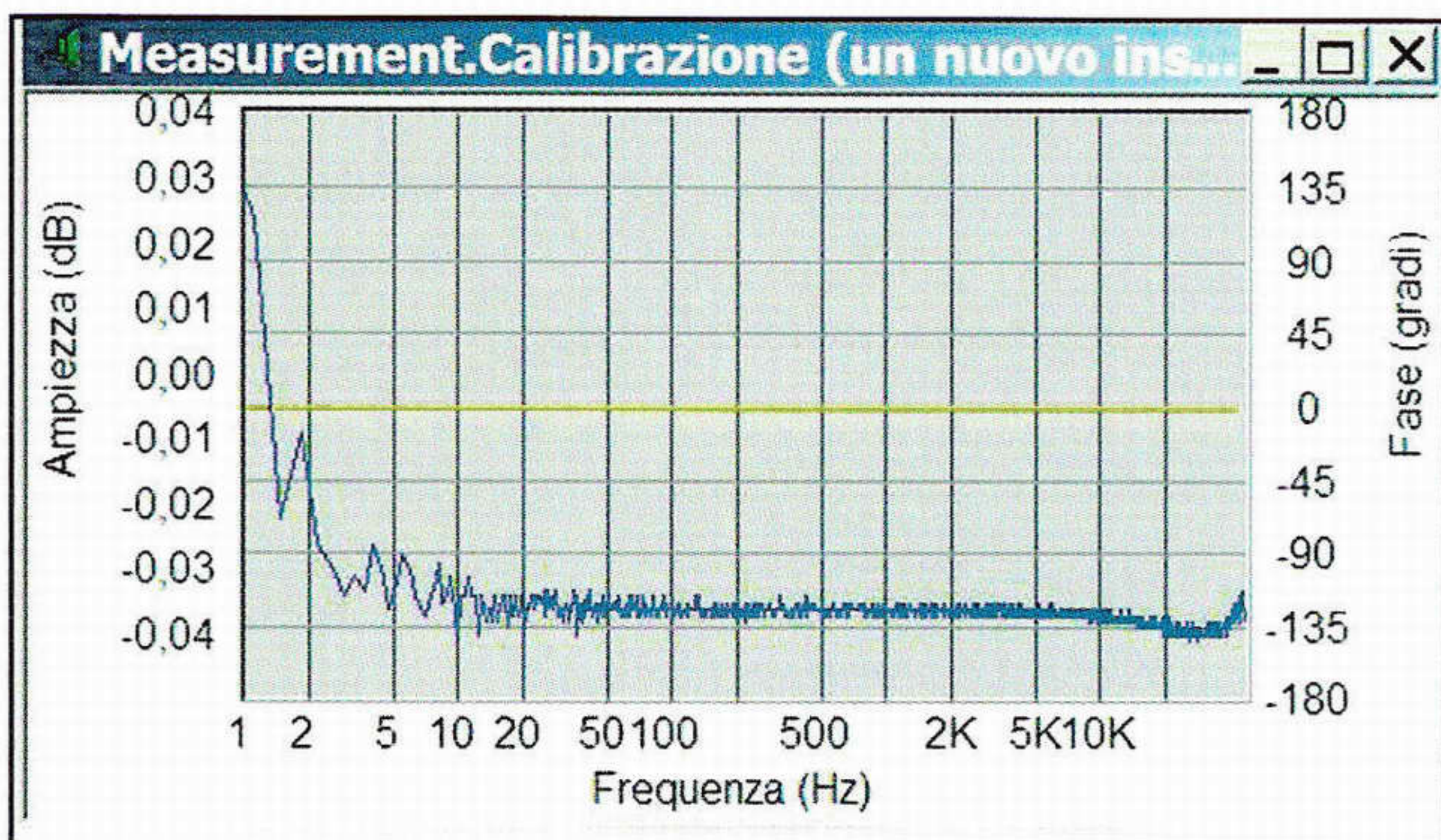


Fig. 11 - Calibrazione differenza canali: blu = differenza, giallo = fase.

quasi al minimo e poi click sul menu SUONO/ REGISTRAZIONE CONTINUA e regoliamo nuovamente il MASTER VOLUME del mixer fino a leggere nel VU METER un valore ben inferiore a quello di clipping che avevamo trovato. In linea generale non abbiamo bisogno di un livello di segnale molto alto (i parametri di T/S sono per piccoli segnali) ma dobbiamo stare attenti ai segnali troppo bassi perché introducono rumore a discapito delle misurazioni: valori compresi tra 18k-24k con segnale MLS sono quelli generalmente usati. Una volta trovati i settaggi dei volumi con segnale MLS, potete salvarli in un nuovo file sempre usando Quickmix. Se avete deciso di usare l'amplificatore (con o senza partitore resistivo) per le misure d'impedenza, dovrete prima regolare il volume dell'ampli alla tensione desiderata e poi quello del LINE IN come necessario, sempre per non superare

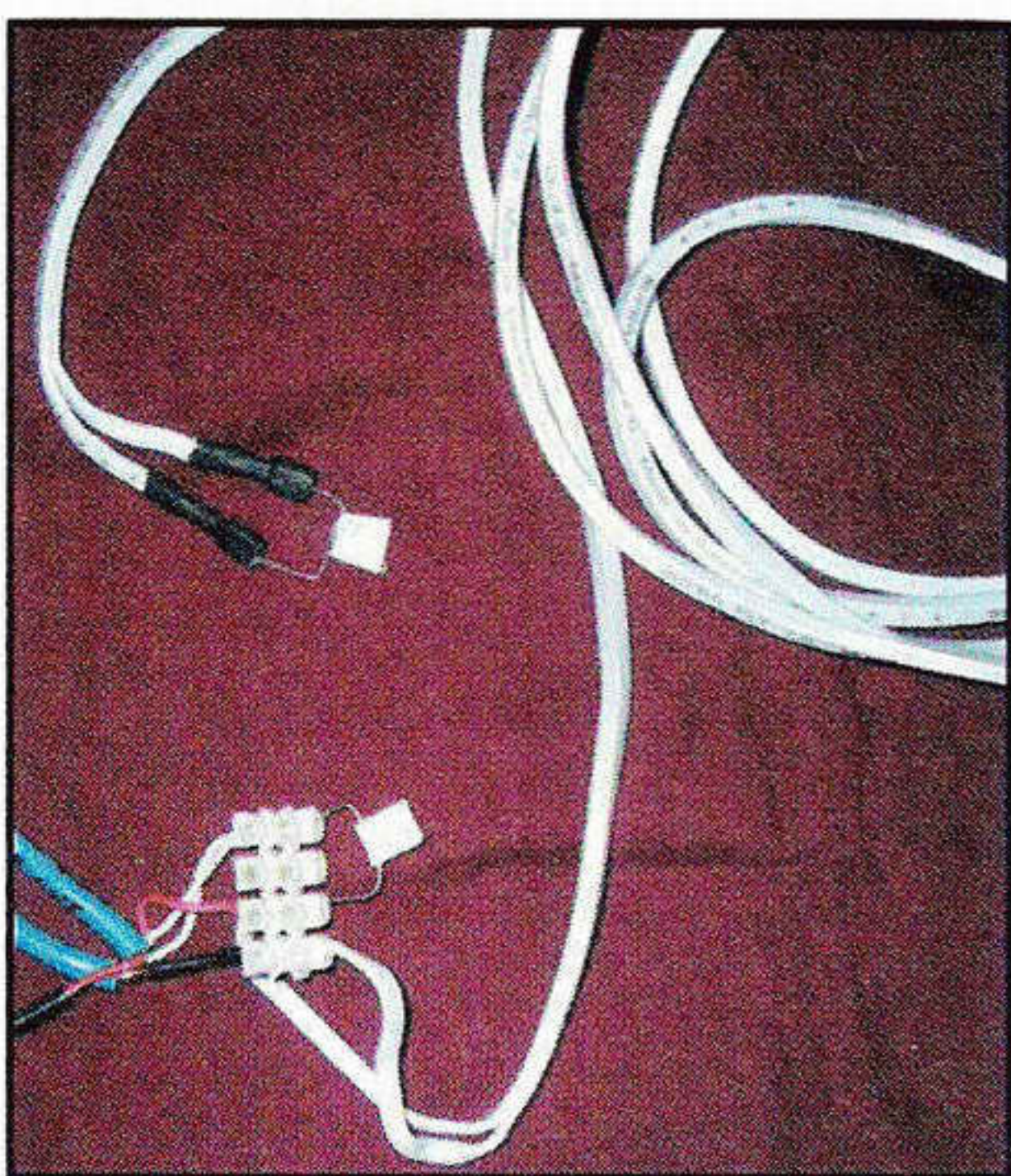


Fig. 12 - Il collegamento delle resistenze ai cavi.

il valore di clipping conosciuto. Se ad esempio misuriamo l'impedenza sempre a 0,3 Vrms, allora regoliamo l'ampli per ottenere questa tensione d'uscita e poi il LINE IN di conseguenza, e fotografiamo con QuickMix questa situazione chiamandola, per esempio, "impedenza300mV".

**Analizziamo ora il problema della latenza:** quando SW effettua una registrazione, sincronizza il segnale in uscita con il segnale in entrata usando le risorse di Windows; a volte si potrebbe creare un differenza di sincronizzazione tra i due segnali, causata dalla scheda audio o da un processore troppo lento o dalla gestione del sistema da parte di Windows. SW permette di risolvere questo problema, che comunque difficilmente si presenterà se avete una scheda audio di ultima generazione, a meno che non usiate una scheda esterna USB o una molto economica. Sempre usando il cavo loop, evidenziamo il file "test" e clicchiamoci sopra con il tasto destro del mouse PROPRIETÀ/ SENO poi click su SUONO/ REGISTRAZIONE e guardiamoci il grafico "test.in.1". La sinusoide dovrebbe iniziare dopo alcuni millisecondi, idealmente tra uno e due millisecondi (ma fino a 5 ms va bene lo stesso), in caso contrario SW permette di regolare la latenza: OPZIONI/ PREFERENZE/ DEBUG e si regola la latenza con valori negativi se il segnale inizia prima di zero

ms, con valori positivi quando il segnale inizia dopo i cinque ms. Se non riuscite a vedere l'inizio della sinusoide, aumentate il valore dell'asse X nelle proprietà del grafico (con schede audio USB la sinusoide potrebbe iniziare anche dopo 20 ms.). Fate varie registrazioni per verificare la riproducibilità dei valori. Sempre in questa finestra esiste l'opzione *Lunghezza sequenza di preriscaldamento MLS* che è bene sia lasciata a 100 o a valori superiori per schede audio anzianotte.

Chiudiamo le finestre "test" e con il giusto settaggio dei volumi andiamo su OPZIONI/ CALIBRAZIONE/ DIFFERENZA CANALI/ PROVA: con questo test SW verifica le differenze di segnale esistenti tra i canali destro e sinistro (Dati e Riferimento) del LINE IN. Con il cavo loop collegato alla scheda audio lanciamo la calibrazione, verificando nel VU METER che i valori siano inferiori a quelli massimi calcolati in precedenza. Una volta terminata, chiudiamo la finestra *Calibrazione*, e apriamo la directory "System" dove troveremo sette nuovi file *Measurement*; apriamo il file "Measurement.Calibrazione", guardiamo il grafico e vediamo che la linea dell'ampiezza indica la differenza nella risposta dei due canali: più questa linea è retta e vicina a 0 dB, minori sono le differenze tra i due canali. La linea della fase dovrebbe essere anch'essa retta e vicina a 0 gradi su tutto lo spettro: se non lo è, quasi sempre è perché il convertitore analogico/digitale della scheda audio è singolo anziché doppio, cosicché deve lavorare per ambedue i canali; in pratica non può convertire allo stesso tempo due segnali (destro e sinistro) quindi si instaura un ritardo tra i due canali che porta ad un aumento dell'errore di fase all'aumentare della frequenza. Fortunatamente SW permette di diminuire detto errore se presente: OPZIONI/ PREFERENZE / GENERALE e

si varia il *Ritardo Intercanale* fino ad ottenere una risposta in fase la più piatta possibile come in Fig. 11.

La procedura per la scelta dei volumi è terminata; volendo potreste approfondire il discorso sulle frequenze di campionamento migliori per la vostra scheda audio usando RMAA (7) che vi permette anche di misurarne la risposta in frequenza, distorsione e rapporto S/R: vi rimando al mio sito per non sfiorare lo spazio che ho disponibile.

#### SETUP: LA CALIBRAZIONE

Apriamo OPZIONI/ PREFERENZE/ MISURAZIONI e selezioniamo, come regola generale, il *Campionamento (S/R)* di 48k Hz e le *Dimensioni* di 131k, inoltre aumentiamo a 3 il *Numero di ripetizioni del segnale MLS*: in questo modo tutte le misurazioni risultano dalla media di tre test, aumentandone l'affidabilità e il rapporto segnale/rumore. Sempre in questa finestra clicchiamo su *IMPEDENZA* e iniziamo a calibrare l'*Impedenza d'ingresso scheda audio* collegando il cavo impedenza alla scheda audio sostituendo il cavetto verde finora usato (cavo loop) con una resistenza che in questo caso ha un valore di 10kohm; prima di collegare la resistenza misuriamola con il tester e annotiamo l'esatto valore; click su TEST e ci appare una prima finestra che ci dice come collegare la resistenza alla scheda audio (cosa che abbiamo già fatto); click su AVANTI e immettiamo il valore della resistenza che abbiamo misurato con il tester; ancora click su AVANTI e dopo qualche secondo ci appare una finestra che ci mostra resistenza e capacità della nostra scheda. Click su FINE e poi su APPLICA.

**Tuttavia** alcuni utenti di SW hanno riportato errori nella procedura, quindi potete tranquillamente immettere il valore zero come capacità d'ingresso e desumere l'impedenza dalle caratteristiche tecniche della vostra scheda

(7) <http://audio.rightmark.org/index.html>

audio (valori standard sono 47kohm per schede consumer e 10kohm per quelle pro). **Se usate l'amplificatore con partitore resistivo** dovete aggiungere il valore a quello dell'impedenza d'ingresso della scheda usando la formula:

$$Z_{tot} = R1 + R2 * Zin / (R2+Zin)$$

Usando il partitore di Fig. 6 e assumendo che l'impedenza della scheda sia 10kohm, avremo che:

$$Z_{tot} = 1.000 + 200 * 10.000 / (200+10.000) = 1.196 \text{ ohm}$$

che è il valore da scrivere nel campo *Resistenza* dell'impedenza della scheda audio.

Adesso passiamo alla **Definizione Impedenza JIG**, per la quale abbiamo bisogno di tre resistenze: (fra parentesi i valori da me usati) 1) RESISTORE DI RIFERIMENTO (11,15 ohm) che va collegato al cavo impedenza al posto della resistenza da 10kohm che abbiamo usato nel test *Impedenza d'ingresso scheda audio*.

2) RESISTORE DI CALIBRAZIONE (22,1 ohm) che sia circa il doppio del resistore di riferimento e che va collegato ai terminali del cavo DUT.

3) RESISTORE DI CALIBRAZIONE (5,58 ohm) che sia circa la metà del resistore di riferimento e che va collegato ai terminali del cavo DUT. Misuriamo con il tester le tre resistenze che andremo ad usare e annotiamone i valori; inoltre se disponiamo di un tester per bassi valori di resistenza misuriamo la *Resistenza Serie* del cavo collegando un terminale del tester al cavo DUT positivo e l'altro terminale al minijack LINE IN canale destro; in tutte queste misurazioni ricordarsi di sottrarre la resistenza propria del tester, ottenuta leggendo il valore in ohm cortocircuitando i puntali del tester.

Immettiamo il valore del *Resistore di Riferimento* e *Resistenza Serie* che abbiamo misurato; nel caso non si disponga di un tester per bassi valori (fondo scala 2 ohm per intenderci) lasciamo il valore di 0,2 ohm nella casella *Resistenza Serie*.

Click su APPLICA e poi su TEST e ci appare una prima finestra che ci dice cosa stiamo per fare; click su AVANTI e con il *Resistore di Riferimento* (11,15 ohm) collegato al *cavo impedenza* e il primo resistore di calibrazione (22,1 ohm) collegato ai terminali del cavo DUT (Fig. 12), scriviamone il valore (22.1) nella casella *Valore Resistore* e click su AVANTI; aspettiamo qualche secondo affinché la misurazione abbia termine e sostituiamo il primo RESISTORE DI CALIBRAZIONE da 22,1 ohm con il secondo da 5,58 ohm; anche qui scriviamone il valore nella casella *Valore Resistore* e click su AVANTI e dopo qualche secondo ci apparirà una nuova finestra dove vedremo i valori misurati da SW; clicchiamo su FINE e poi APPLICA per rendere effettivi i valori misurati (Fig. 13).

Se ottenete una resistenza serie negativa, cosa impossibile, oppure una resistenza serie troppo alta, nell'ordine degli ohm, significa che si è sbagliato qualcosa quindi ricontrollate il cablaggio ed i valori inseriti e ripetete la procedura.

### VERIFICA

Dopo la lunga fase di setup di SW, andiamo a misurare alcuni componenti passivi per verificare la bontà della nostra configurazione.

Come hardware usiamo il cavo impedenza con il resistore di riferimento (11,15 ohm), mentre ai terminali del *cavo DUT* collegheremo, di volta in volta, i componenti

passivi da misurare: in pratica questa sarà la configurazione hardware che d'ora in avanti useremo sempre, sia nella misurazione dei componenti sia in quella delle impedenze.

Cambierà, ovviamente, solo cosa è collegato ai terminali del *cavo DUT*: adesso saranno resistenze, condensatori e induttanze, poi gli altoparlanti ed infine il diffusore completo. Iniziamo col collegare al *cavo DUT* la resistenza da 22,1 ohm che avevamo usato per la calibrazione e, lasciando le stesse impostazioni di *Volumi*, *Frequenza di Campionamento* e *Numero Ripetizioni* che abbiamo usato precedentemente, espandiamo la cartella "calibrazione" e diamo un doppio click sul file segnale "test" e poi su MISURA/COMPONENTE PASSIVO; dopo qualche secondo appare una finestra che ci dice di aver misurato un resistore del valore di 22,108 ohm (nel mio caso) a conferma che abbiamo eseguito correttamente la calibrazione ed i collegamenti.

Ripetete la misurazione con resistori, condensatori e induttori dei quali avete misurato i valori con un ponte LCR e comparateli; vi dico subito che il range di utilizzo di SW come ponte LCR è maggiore se usate un amplificatore, mentre con la mia scheda audio Terratec DMX 24/96 e senza ampli riesco a misurare, con tolleranze entro il 5%, resistenze fino a 2850 ohm, capacità da 0,1 a 22 microF, e induttori da 0,2 a 2mH. Vi raccoman-

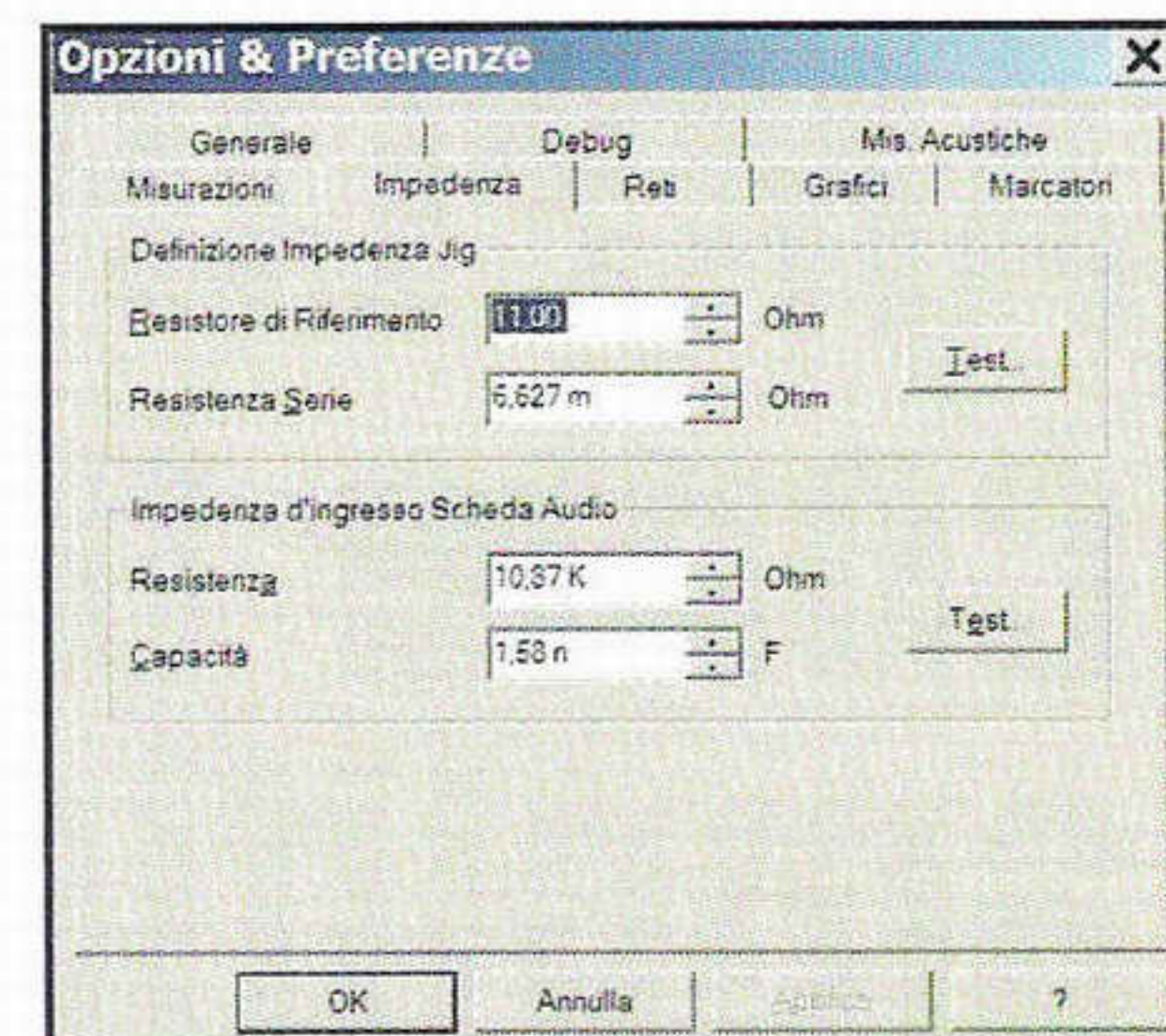


Fig. 13 - La finestra di definizione delle impedenze.

do di misurare alcuni componenti passivi prima di iniziare una nuova sessione di misure d'impedenza, per essere certi che tutto sia in ordine; l'optimum sarebbe ripetere la procedura di calibrazione, specialmente la *Differenza Canali*, ad ogni nuova sessione, ma solo l'uso del programma vi dirà se ciò è necessario: magari dedicate un hard disk solo alle misurazioni, quindi con pochi programmi e minori probabilità di conflitti, usate una scheda audio stabile e poco rumorosa, non cambiate la configurazione del Jig ed i risultati saranno ripetitivi e veritieri.

### CONCLUSIONI

Termina così la prima lunga parte dedicata al setup di SW. Abbiamo preparato i cavi di collegamento, scelto i volumi, calibrato SW con la nostra scheda audio e misurato dei componenti per essere sicuri di aver fatto tutto correttamente. Nella prossima puntata vedremo come misurare l'impedenza degli altoparlanti e come calcolarne i parametri di Thiele e Small.



**Il nuovo kit entry level K01.1**



**seas**

**CIARE**

**Tec**  
Professional Car Audio



CUSTOM AUDIO EQUIPMENT

**JSSYSTEM**  
S.r.l.

Via Alberelle, 102  
20089 Rozzano - MI  
Tel/fax 02 57502870  
[www.jssystem.it](http://www.jssystem.it)  
[info@jssystem.it](mailto:info@jssystem.it)



**vifa**

**MONACOR**





**Il nostro kit K02.2**

**Accessori - componenti - elettroniche delle migliori marche per l'autocostruzione**