



IMPEDENZIMETRO USB

Collegando al vostro personal computer l'impedenzimetro USB che presentiamo in questo articolo, sarete in grado di misurare con facilità l'impedenza di induttanze, capacità, trasformatori audio, altoparlanti e di una vasta gamma di altri componenti elettronici. Oltre al valore assoluto dell'impedenza in ohm, lo strumento calcola automaticamente il valore della componente reattiva e di quella resistiva, l'angolo di fase ed il circuito equivalente serie e parallelo.

Leggendo questo articolo vi accorgete che l'**impedenzimetro** che vi presentiamo non si riduce a uno dei soliti misuratori di **capacità** o di **induttanza** che vi sarà già capitato altre volte di vedere, ma è qualcosa di molto più completo e innovativo.

Quando abbiamo sviluppato questo progetto ci siamo posti come obiettivo quello di realizzare uno strumento che potesse essere gestito tramite un **personal computer**, con il quale fosse in grado di colloquiare tramite la **porta USB**.

Fino a qualche tempo fa, costruire uno strumento significava progettare assieme al dispositivo di **misura** anche una consistente circuiteria, costituita da uno o più **microprocessori**, in grado di gestire allo stesso tempo sia le diverse funzioni dell'apparecchio che la elaborazione dei risultati.

La tendenza che si sta affermando oggi sempre più nella strumentazione elettronica, invece, è quella di sfruttare la notevole capacità di elaborazione raggiunta dai **personal computer** e la loro diffusione

presso il grande pubblico, utilizzando per lo strumento vero e proprio un **hardware** miniaturizzato e sviluppando il **software** operativo sul pc anziché a bordo macchina.

Sfruttando il fatto che ormai quasi tutti dispongono di un **personal computer**, è possibile così **ridurre** notevolmente i costi e realizzare allo stesso tempo strumenti molto **versatili**, dotati di interessanti **funzioni di calcolo**, e dalle **prestazioni** praticamente **professionali**.

Per la conversione dei dati e per la gestione del colloquio tramite **protocollo USB**, abbiamo deciso di utilizzare per il nostro **impedenziometro** il convertitore **USB PCM2902** che abbiamo impiegato già in altri progetti, e che ci ha permesso di ridurre l'hardware esterno ai minimi termini, realizzando uno strumento dal ridottissimo ingombro.

Le funzioni operative vere e proprie dello strumento sono state invece realizzate via **software**, e per questo ci siamo avvalsi ancora una volta della collaborazione dell'ing. **Accattatis**, ricercatore pres-

so l'**Università Tor Vergata di Roma**, che ha sviluppato il software operativo e tutti gli algoritmi necessari a realizzare le complesse funzioni dello strumento.

Naturalmente, trattandosi di un **impedenziometro**, lo strumento è in grado di misurare con precisione sia valori di **capacità** che valori di **induttanza**, ma questa è solo una delle sue numerose prerogative.

Con questo strumento è infatti possibile ricavare tutti i **parametri significativi** che accompagnano una misura di **impedenza** e cioè la determinazione del suo **valore assoluto**, del valore della **componente resistiva** e di quella **reattiva**, e dell'**angolo di fase**.

Non solo, ma per rendere lo strumento utile anche ad un fine **didattico**, abbiamo pensato, una volta misurata l'impedenza, di fargli elaborare anche il corrispondente **circuito equivalente serie** e il **circuito equivalente parallelo**, e di visualizzare sullo schermo la **rappresentazione vettoriale** dell'impedenza misurata.

per PERSONAL COMPUTER

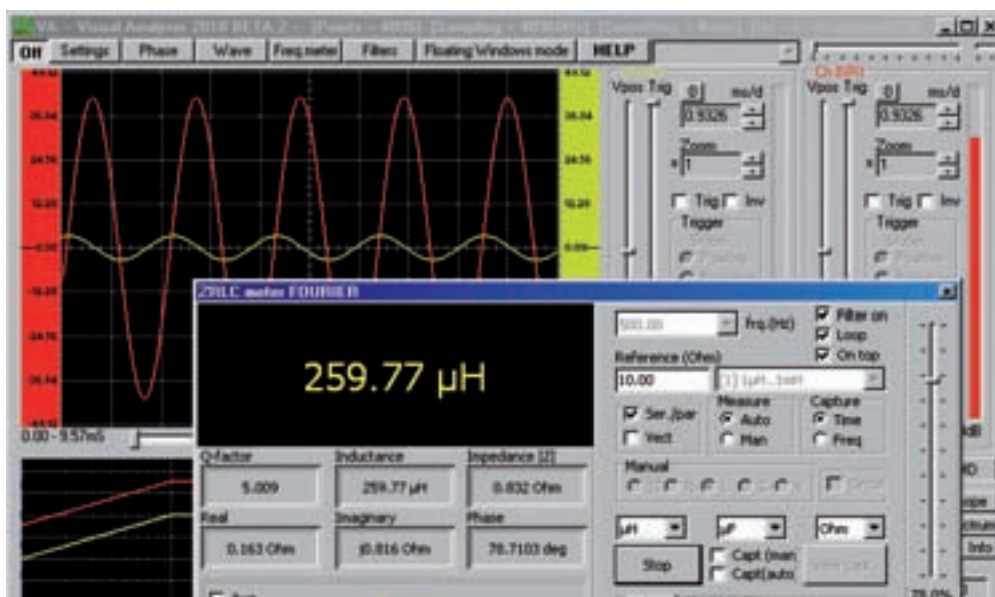


Fig.1 L'impedenziometro consente non solo di misurare con precisione il valore di qualsiasi condensatore o induttanza, ma anche di ricavare il loro Q, cioè il fattore di merito, che esprime in una certa misura la "bontà" del componente. Eviterete così di utilizzare un componente in modo inappropriato.

E queste sono solo alcune delle misure che potete eseguire, perché man mano che vi impadronirete dell'uso di questo strumento vi accorgete della grande quantità di diverse informazioni che vi consente di ricavare.

Nota: per una più completa conoscenza dell'argomento, vi consigliamo di leggere l'articolo "**Che cosa è l'impedenza e come si misura**" pubblicato sul precedente numero della rivista.

PRINCIPIO di FUNZIONAMENTO

In fig.2 è riprodotto lo schema di funzionamento del nostro impedenzometro.

Come potete vedere, in serie alla **impedenza Zx** da misurare è collegata una **resistenza di precisione** di valore noto, che chiameremo **Rm**.

Al circuito **serie** formato dalla resistenza di precisione e dalla impedenza viene applicata una **tensione** perfettamente **sinusoidale** prodotta dall'**amplificatore A1**.

La tensione sinusoidale provoca il passaggio nel circuito di una **corrente I** anch'essa sinusoidale, che risulta **sfasata**, rispetto alla tensione prodotta dall'amplificatore, di un certo **angolo φ**.

Ai capi della resistenza **Rm** si produrrà perciò, istante per istante, una caduta di tensione **Vr** corrispondente a:

$$Vr = Rm \times I$$

dove:

Vr è il **valore** della **tensione** in **Volt**

Rm è il **valore** della **resistenza** di **precisione** in **ohm**

I è il **valore** della **corrente** in **Ampere**

Ai capi della impedenza **Zx** si produrrà invece nel medesimo istante, una tensione **Vz** data da:

$$Vz = Zx \times I$$

dove:

Vz è il **valore** della **tensione** in **Volt**

Zx è il **valore** dell'**impedenza** in **ohm**

I è il **valore** della **corrente** in **Ampere**

Possiamo scrivere perciò:

$$Vr : Vz = (Rm \times I) : (Zx \times I)$$

Eliminando la **corrente I** si ottiene:

$$Vr : Vz = Rm : Zx$$

da cui si ricava:

$$Zx = (Vz : Vr) \times Rm$$

Da questa formula si comprende che misurando le due tensioni **Vr** e **Vz** e conoscendo il valore della resistenza di precisione **Rm** è possibile calcolare il valore **assoluto** della **impedenza Zx** incognita.

Una volta ricavato il **valore assoluto** e misurato l'**angolo di sfasamento** fra **tensione** e **corrente**, sempre conoscendo il valore della resistenza **Rm** è possibile risalire con un calcolo trigonometrico al valore della **componente reattiva** e al valore della **componente resistiva** dell'impedenza in questione.

Così esposta la cosa potrebbe sembrare quasi banale, ma non è così perché nella realtà la misura si presenta assai più complessa.

Innanzitutto, è fondamentale che sia la **Vr** che la **Vz** vengano misurate in modo **assolutamente sincrono**, cioè nello stesso momento.

Allo stesso modo, per non commettere errori, la misura dello **sfasamento** fra **corrente** e **tensione** deve avvenire con la massima esattezza, rilevando accuratamente lo **zero crossing**, cioè il passaggio dallo zero di ciascuna sinusoide.

E' per eseguire queste operazioni con la precisione richiesta entro tempi brevissimi che entra in gioco il **convertitore USB PCM2902** ed il **software** che lo gestisce, che hanno il compito di effettuare un preciso **campionamento** delle tensioni in gioco istante per istante e di convertire i dati **analogici** così ottenuti in formato **digitale**, perché possano essere trasmessi via **USB** al **computer**, che provvederà ad elaborarli.

Il pc dal canto suo deve essere in grado di generare una perfetta **onda sinusoidale** in formato **digitale**, che convertita in un segnale sinusoidale a-

Caratteristiche dell'Amplificatore

Alimentazione: da 4,5 Volt a 15 Volt

Corrente assorbita a riposo: 9 - 13 milliAmpere

Max. potenza di uscita: 1 watt

Impedenza del carico: 8 ohm

Impedenza di ingresso: 20 kiloOhm

Max. segnale in ingresso: 1 Volt

Max. guadagno in tensione: 100 volte

Banda passante +/- 1 dB: 20 Hz-100 KHz

Distorsione armonica: 0,3 - 0,5%

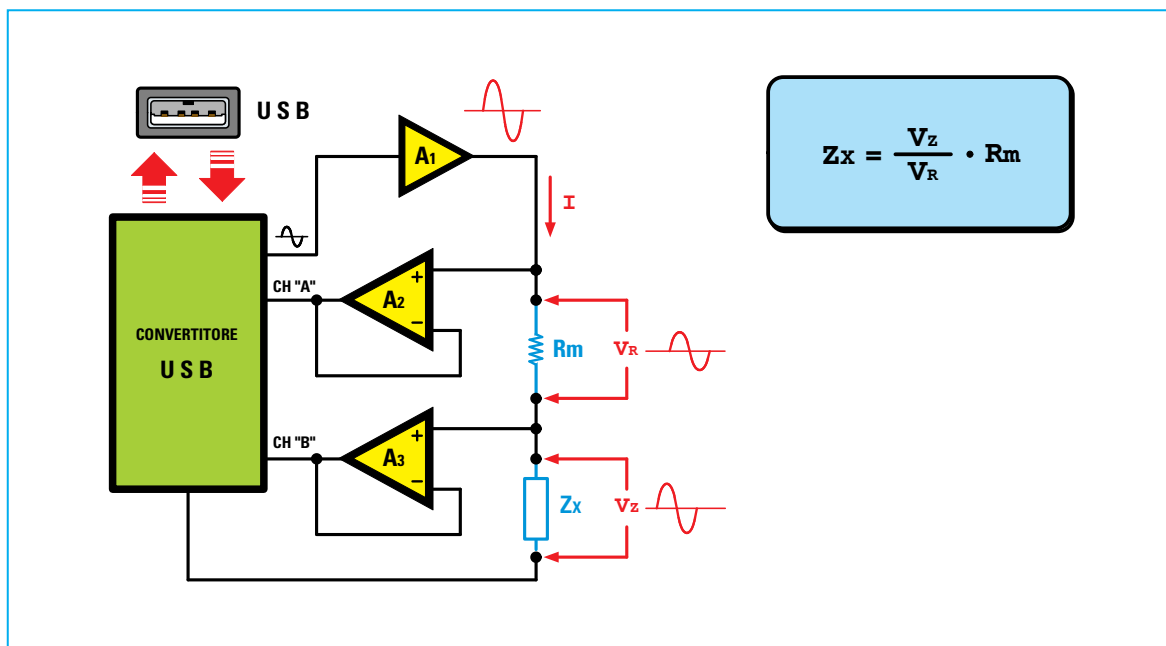


Fig.2 Questo schema a blocchi mostra il principio di funzionamento dello strumento. Misurando la tensione V_z ai capi della impedenza e la tensione V_r ai capi della resistenza di precisione, è possibile risalire tramite la formula indicata in alto al valore assoluto della impedenza incognita Z_x . Lo strumento è in grado inoltre di determinare con grande precisione lo sfasamento tra le due tensioni, ricavando in questo modo il valore della componente reattiva e l'angolo di fase tra tensione e corrente.

analogo dal convertitore PCM2902, dovrà servire per effettuare la misura.

In pratica possiamo assicurarvi che per arrivare all'esecuzione di una misura accurata ci sono voluti parecchi mesi di sperimentazione e l'elaborazione di una serie di sofisticati algoritmi, indispensabili per garantire il livello di precisione richiesto.

SCHEMA ELETTRICO

Lo schema elettrico del nostro impedenzimetro ricomincia lo schema di principio di fig.2.

Se osservate lo schema elettrico di fig.3 noterete subito che il cuore dell'impedenzimetro è costituito dall'integrato IC2, racchiuso nel piccolo circuito stampato KM1667 che viene da noi fornito già montato in SMD.

Il punto di partenza è l'onda sinusoidale utilizzata per misurare l'impedenza che viene prodotta in formato digitale dal software installato sul personal computer e successivamente convertita in un segnale analogico dal convertitore PCM2902 siglato IC2 installato sulla scheda KM1667.

L'onda sinusoidale così generata dal convertitore USB sul suo piedino 15, viene inviata attraverso il condensatore di disaccoppiamento C4 al piedino 2 di IC3 che, come vedete dallo schema a blocchi di fig.10, corrisponde all'ingresso non invertente dell'amplificatore TDA7052.

Questo integrato, che è un vero e proprio stadio finale di potenza miniaturizzato da 1 Watt, appartiene alla famiglia degli integrati finali di BF costruiti dalla Philips e presenta l'interessante caratteristica di richiedere per il suo funzionamento, a differenza dei classici stadi finali di potenza, molti meno componenti e questo ci ha permesso di risparmiare molto spazio, consentendo di realizzare un circuito di ridotte dimensioni.

Nella tabella riportata nella pagina accanto abbiamo indicato le caratteristiche principali di questo amplificatore.

Il segnale sinusoidale amplificato dal TDA7052, presente sul suo piedino 5 di uscita, viene inviato al centrale del commutatore a 6 posizioni S1/B.

Le prime 5 posizioni del commutatore sono colle-

gate direttamente al **centrale** del commutatore **S1/A**, mentre la posizione **N.6** di **S1/B** provvede a deviare l'onda sinusoidale prodotta da **IC3** sul piedino **1** del **CONN.3**.

Questa posizione è prevista unicamente per future applicazioni.

Il segnale proveniente dal commutatore **S1/B** arriva dunque sul centrale del commutatore **S1/A**.

Le prime **5 posizioni** del commutatore permettono di selezionare le **5 resistenze** di precisione all'1% **R1-R2-R3-R4-R5**, rispettivamente da **10-100-1.000-10.000** e **100.000 ohm**.

Selezionando una di queste resistenze è possibile scegliere la **portata** dell'impedenzometro come indicato nella tabella N.1.

Tabella N.1

posizione commutatore S1	resistenza
pos. 1	10 ohm
pos. 2	100 ohm
pos. 3	1.000 ohm
pos. 4	10.000 ohm
pos. 5	100.000 ohm

La **posizione 1** del commutatore **S1** corrisponde all'inserimento della resistenza di precisione da **10 ohm**, e cioè alla portata più **bassa** dello strumento, e viene utilizzata per misurare **bassi** valori di impedenza.

La **posizione 5** del commutatore **S1** corrisponde all'inserimento della resistenza di precisione da **100.000 ohm** e cioè alla portata più **alta** dello strumento, e viene utilizzata per misurare **alti** valori di impedenza.

I **valori minimi** e **massimi** che potete misurare con l'impedenzometro alla frequenza di **1.000 Hz** sono i seguenti:

Induttanze: da **1 microHenry** a **100 Henry**
Capacità: da **10 picoFarad** a **1.000 microFarad**
Resistenze: da **0,1 ohm** a **10 megaohm**

Al momento di scegliere la portata dello strumento dovete tenere presente due cose molto importanti:

- la prima è che la posizione selezionata tramite il **commutatore S1** deve sempre **coincidere** con la posizione selezionata tramite l'apposita **finestra** presente nel **software operativo** come spiegato più avanti;

- la seconda è che la portata indicata nella stessa **finestra** è calcolata per una frequenza di **1.000 Hz**.

Naturalmente al variare della frequenza di misura, la portata **cambia** di conseguenza.

La **posizione 6** del **commutatore** non inserisce più una delle resistenze di precisione montate sul circuito, ma collega i due piedini **5** e **3** corrispondenti ai due ingressi **non invertenti** di **IC1/A** e **IC1/B** al connettore **CONN.3** che è previsto per future applicazioni.

Dopo avere attraversato la **resistenza di precisione** selezionata tramite il commutatore, il segnale sinusoidale viene applicato alla **impedenza** da misurare **Zx**.

Sia il segnale presente ai capi della impedenza **Zx** che il segnale fornito dall'**amplificatore IC3**, vengono inviati all'ingresso dei due identici **amplificatori** a **guadagno unitario**, **IC1/A** e **IC1/B**, che hanno la funzione di trasferirli ai due ingressi **R** e **L** del convertitore **USB IC3** e precisamente ai piedini **8** e **5** del circuito **KM1667**.

I due segnali verranno poi convertiti secondo il protocollo **USB** in un segnale digitale, e trasferiti tramite il connettore **CONN.1** alla porta **USB** del personal computer, che provvederà ad elaborarli tramite il software apposito.

Osservando lo schema elettrico avrete notato la presenza dell'integrato **IC4**, siglato **MC34063A**.

Questo integrato è un **regolatore switching** che consente di ottenere una tensione di **-5 Volt** partendo dalla tensione di alimentazione di **+5 Volt** fornita dalla porta **USB**.

La tensione di **-5 Volt** viene fornita sia all'integrato **NE5532** siglato **IC1** che all'integrato **TDA7052** siglato **IC3**.

Il diodo **led DL1** posto sulla linea dei **+5 Volt** provenienti dalla **USB** conferma, con la sua accensione, il corretto funzionamento della **alimentazione** dello strumento.

REALIZZAZIONE PRATICA

L'impedenzometro si compone di due distinti circuiti: uno siglato **KM1667** che contiene il convertitore **PCM 2902** e che viene da noi fornito già montato in **SMD** e l'altro è il circuito stampato doppia faccia **LX.1746** sul quale dovrete eseguire il montaggio dei pochi componenti indicati in fig.4.

Iniziate dunque montando i **3 zoccoli** a 8 piedini, relativi agli integrati **IC1**, **IC3** e **IC4**, inserendoli nel circuito rivolgendo la loro tacca di riferimento come indicato nello schema di fig.4.

Procedete quindi alla loro saldatura, facendo molta attenzione ad evitare involontari cortocircuiti tra i piedini.

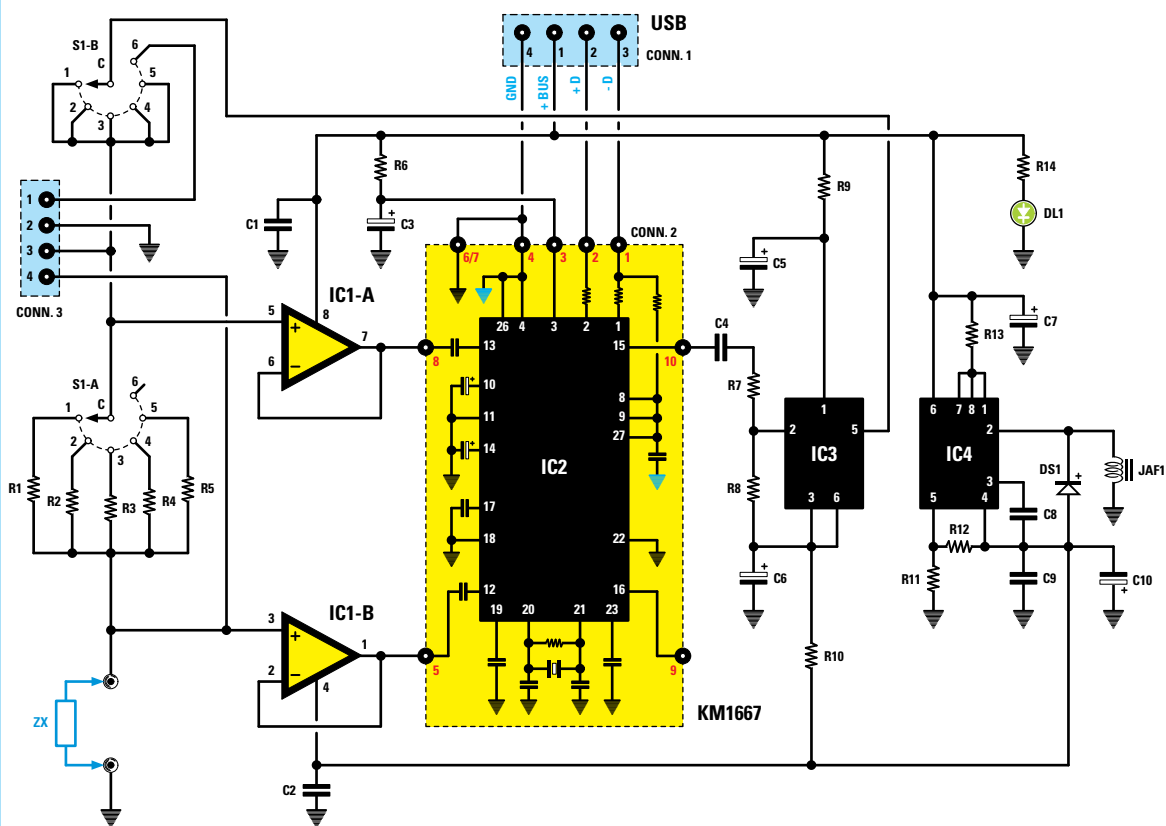


Fig.3 Schema elettrico dell'impedenzimetro. A sinistra è visibile il commutatore S1 con il quale vengono inseriti i 5 diversi valori di resistenza di precisione che permettono di selezionare le diverse portate dello strumento. In alto potete notare il connettore USB che viene utilizzato per lo scambio di informazioni tra il convertitore PCM2902 (vedi IC2) ed il personal computer.

ELENCO COMPONENTI LX.1746

R1 = 10 ohm 1%
 R2 = 100 ohm 1%
 R3 = 1.000 ohm 1%
 R4 = 10.000 ohm 1%
 R5 = 100.000 ohm 1%
 R6 = 10 ohm
 R7 = 33.000 ohm
 R8 = 680 ohm
 R9 = 1 ohm
 R10 = 1 ohm
 R11 = 8.200 ohm
 R12 = 2.700 ohm
 R13 = 0,22 ohm
 R14 = 680 ohm
 C1 = 100.000 pF poliestere
 C2 = 100.000 pF poliestere
 C3 = 100 microF. elettrolitico

C4 = 1 microF. poliestere
 C5 = 100 microF. elettrolitico
 C6 = 100 microF. elettrolitico
 C7 = 100 microF. elettrolitico
 C8 = 1.500 pF poliestere
 C9 = 100.000 pF poliestere
 C10 = 470 microF. elettrolitico
 JAF1 = impedenza 100 microHenry
 DS1 = diodo tipo BYW100
 DL1 = diodo led
 IC1 = integrato tipo NE5532
 IC2 = circuito SMD tipo KM1667
 IC3 = integrato tipo TDA7052
 IC4 = integrato tipo MC34063A
 S1 = commutatore 2 vie 6 pos.
 CONN.1 = connettore USB
 CONN.2 = connettore 10 pin
 CONN.3 = connettore 4 pin

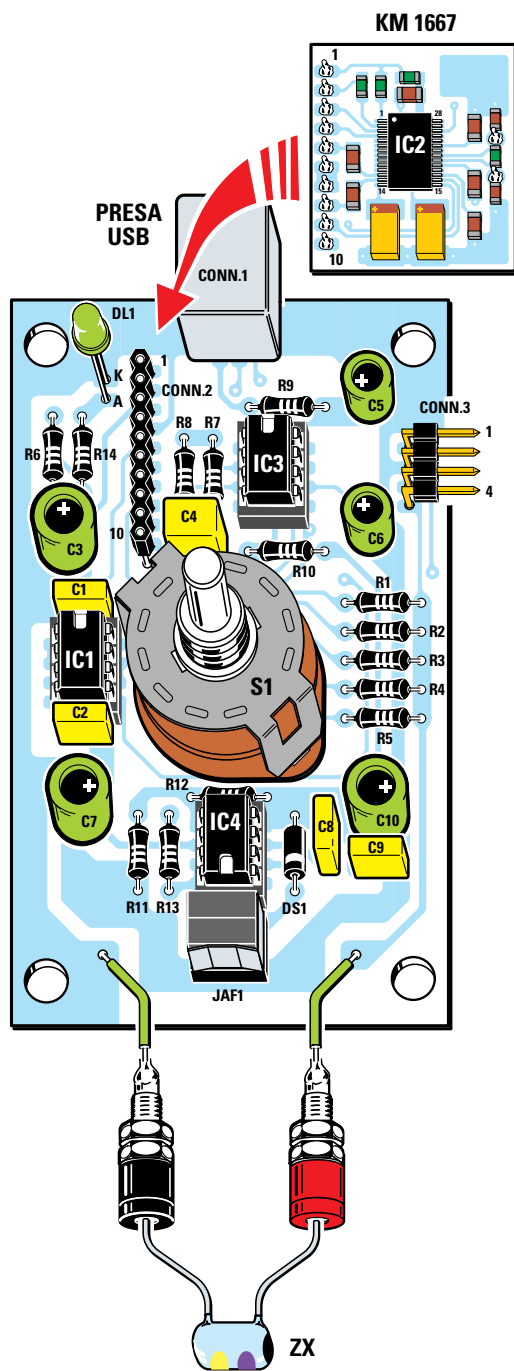


Fig.4 Una volta terminato il montaggio del circuito LX.1746 dovete inserire nel connettore femmina a 10 poli CONN.2 il piccolo circuito in SMD KM1667, che abbiamo già pubblicato nella rivista N.231. Fate molta attenzione, durante questa operazione, a non danneggiare involontariamente i piedini.



Fig.5 Ecco come si presenta il circuito KM1667 contenente il convertitore USB PCM2902, visto dal lato componenti.

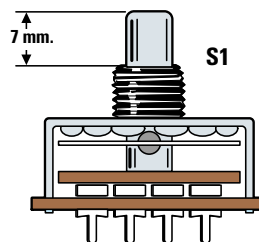


Fig.6 Prima di inserire i terminali del commutatore rotativo S1 nei fori presenti sul circuito stampato, dovete segare il suo lungo perno per portarlo ad una lunghezza di soli 7 mm.

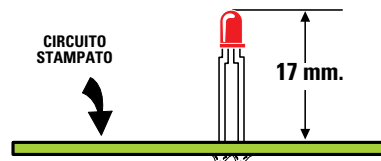


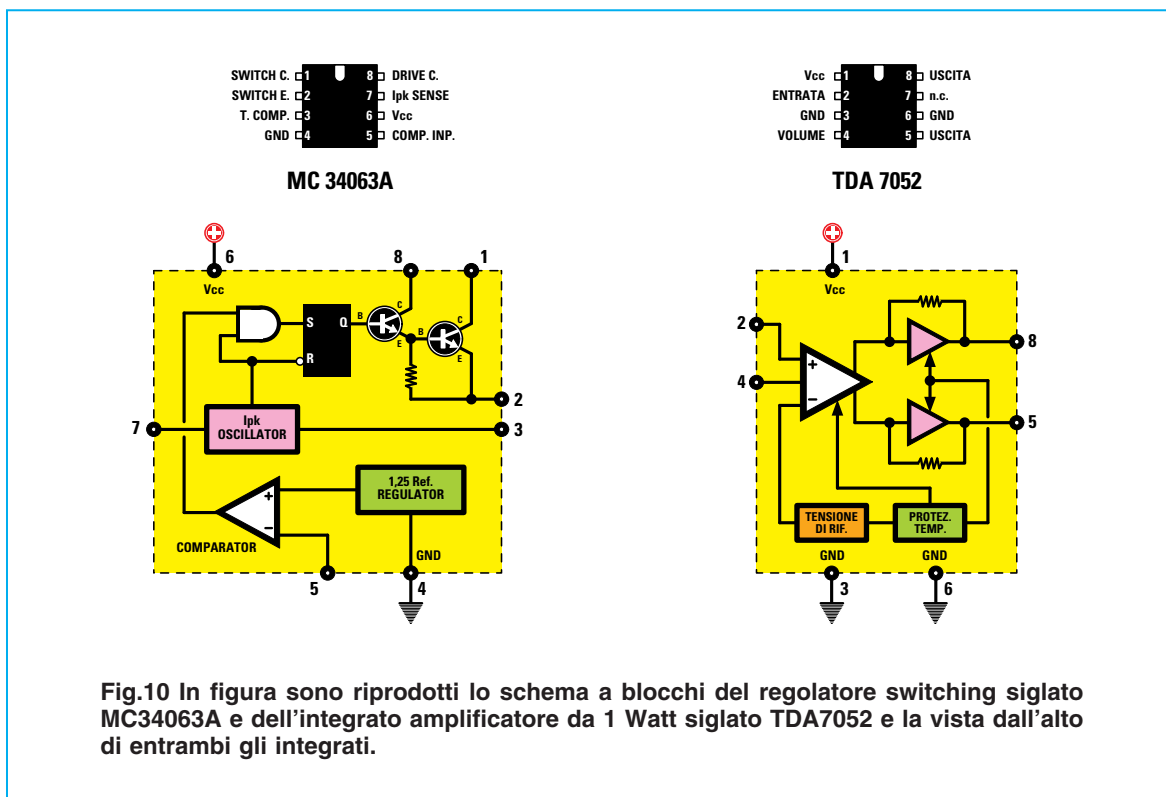
Fig.7 Prima di saldare i due terminali del diodo led DL1 sul circuito stampato, controllate che il suo corpo risulti distanziato 17 mm circa da esso.



Fig.8 Una volta terminato il montaggio, il circuito andrà collocato sul fondo del mobile, facendo coincidere i fori sul circuito con gli appositi riscontri in plastica e avendo cura di fare fuoriuscire il connettore CONN.3 dalla fenditura a lato. A destra, il montaggio è completato dalla scheda KM1667 in SMD.



Fig.9 Nella fotografia è visibile il commutatore S1 che permette di selezionare le 5 diverse portate dello strumento. Per evitare errori di misura occorre verificare che la posizione del commutatore coincida sempre con il numero riportato alla voce corrispondente del software operativo.



Potrete poi proseguire con il montaggio delle **resistenze**.

Per evitare di fare confusione vi consigliamo di iniziare dalle **5 resistenze** di precisione all'1%, **R1-R2-R3-R4-R5** che sono facilmente riconoscibili perché presentano stampigliate sul corpo **5 fasce** colorate anziché le **4 fasce** tipiche delle resistenze al 5%.

I colori delle 5 resistenze sono i seguenti:

- 10 ohm** 1% marrone-nero-nero-oro-marrone
- 100 ohm** 1% marrone-nero-nero-nero-marrone
- 1.000 ohm** 1% marrone-nero-nero-marrone-marrone
- 10.000 ohm** 1% marrone-nero-nero-rosso-marrone
- 100.000 ohm** 1% marrone-nero-nero-arancio-marrone

Dopo le resistenze di precisione, inserite le restanti resistenze, che potrete facilmente identificare dalle **4 fasce** colorate stampigliate sul loro corpo.

Inserite quindi nella posizione ad esso riservata al centro dello stampato il **commutatore** a **2 vie** e **6 posizioni** (vedi **S1**), non prima di aver provveduto a tagliare il suo perno, portandolo ad una lunghezza di circa **7 mm**, come indicato in fig.6. E' ora la volta dei **5 condensatori poliestere**.

Una particolare attenzione va prestata al montaggio del **condensatore C4** che dovrà essere col-

locato a stretto contatto con il circuito stampato per evitare che il suo corpo vada ad interferire con il successivo inserimento della scheda **KM1667** nel circuito.

Ora inserite i condensatori elettrolitici, facendo attenzione a non invertire la loro **polarità**, indicata dal loro terminale più **lungo**, corrispondente al polo **positivo**.

E' adesso la volta del diodo **DS1** che dovrete montare rivolgendo la **fascia** stampigliata sul suo corpo verso il **basso** come indicato in fig.4 e del diodo **led DL1**, facendo attenzione alla sua polarità indicata dal terminale **più lungo**, corrispondente all'**anodo (A)**.

Il diodo led andrà posizionato in altezza come indicato nel disegno di fig.7, in modo che possa fuoriuscire dall'apposito foro sulla mascherina.

Ora potrete procedere con il montaggio della piccola **impedenza JAF1**, i cui terminali possono essere tranquillamente scambiati, del **connettore** a **4 poli CONN.3** e del connettore **USB CONN.1** che andrà montato anch'esso a stretto contatto del circuito stampato.

Da ultimo inserite nei rispettivi zoccoli i tre **integrati IC1-IC3-IC4**, facendo attenzione a non danneggiare alcuno dei piedini.

Ora non vi resta che eseguire il montaggio del **connettore femmina a 10 poli CONN.2**.

Per fare questo prendete il circuito stampato **KM1667** sul quale, come potete vedere, è già presente il corrispondente **connettore maschio a 10 poli**.

Prelevate il **connettore femmina a 10 poli** e inserite a fondo su di esso il **connettore maschio** presente sulla piccola scheda **KM1667**.

Fatto questo, inserite i **10 piedini del connettore femmina** nei corrispondenti fori dello stampato, in modo che la scheda **KM1667** venga a sovrastare l'**integrato IC3**.

Ora posizionate la piccola scheda in altezza, in modo che vada a **poggiare** da un lato sul corpo del **connettore USB CONN.1** e dall'altro lato sul corpo del **condensatore poliestere C4**.

Assicuratevi che la scheda **KM1667** risulti parallela al circuito stampato **LX.1746**, quindi procedete alla saldatura dei **10 piedini del CONN.2**.

MONTAGGIO nel MOBILE

Il montaggio nel mobile dell'impedenzometro risulta di estrema facilità.

Una volta che avete completato il montaggio del circuito stampato, prendete dal kit i due gusci in plastica che costituiscono il fondo ed il coperchio del mobile plastico.

Per prima cosa posizionate sul fondo del mobile il circuito stampato, avendo cura di fare fuoriuscire dalla apposita fenditura il **connettore CONN.3** e di

far coincidere i fori dello stampato con i corrispondenti riferimenti in plastica del mobile.

Dopo avere così posizionato il circuito, inserite il coperchio, facendo fuoriuscire dal foro apposito il diodo led e dal foro praticato al centro il **perno del commutatore**, che avrete precedentemente tagliato a misura.

Procedete quindi ad applicare sul coperchio la mascherina in carta autoadesiva presente nel kit, posizionandola con cura.

Ora non dovrete far altro che inserire negli appositi fori le due piccole **boccole**, che verranno utilizzate per collegare l'impedenza da misurare.

Dopo aver fissato le due boccole sul coperchio in plastica mediante gli appositi controdadi, dovete procedere a collegarle al circuito stampato.

Per fare questo vi consigliamo di tagliare due spezzoni di filo della lunghezza di **8-10 cm**, che vi consentiranno di aprire e chiudere agevolmente il coperchio dello strumento, e di saldarli da un lato alle boccole e dall'altro alle piazzole presenti sul circuito stampato.

Quindi richiudete il mobile plastico, fissando i suoi due gusci tramite le 4 viti, ruotate il perno del commutatore completamente in senso **antiorario**, ed inserite la **manopola** facendo coincidere la sua tacca con la **posizione 1** riportata sulla mascherina, prima di fissarla con l'apposita brugola.

Inserite i due cavetti a coccodrillo nelle boccole dello strumento e siete pronti per dare inizio alle vostre misure.

COSTO di REALIZZAZIONE

I componenti necessari per realizzare l'impedenzometro **LX.1746** visibili in fig.4, compresi il circuito stampato e la scheda premontata in **SMD** siglata **KM1667** contenente il **CODEC** (vedi figg.4-5) **Euro 48,00**

Il **CD-Rom CDR1746** contenente il software di installazione **Euro 10,50**

Il mobile plastico **MO1746** **Euro 18,00**

Il solo circuito stampato **LX.1746** **Euro 5,60**

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

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

INSTALLAZIONE e SETTAGGIO DEL SOFTWARE

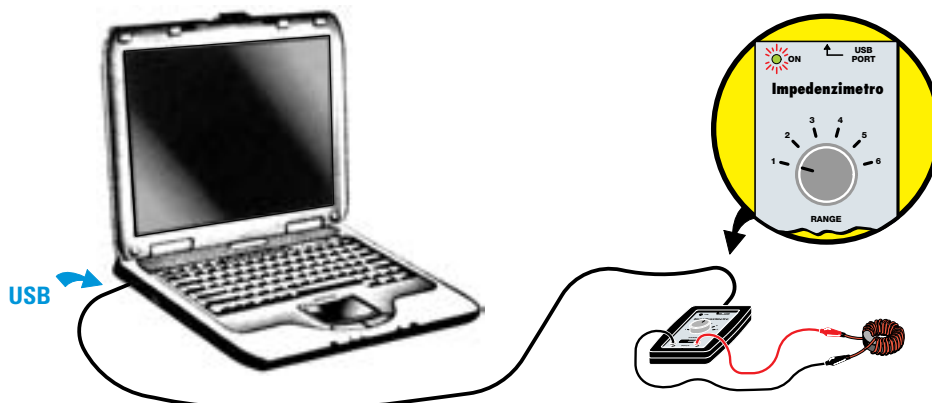
La prima cosa che dovrete fare è procedere alla **installazione** del **software** operativo, residente sul **CD-Rom** presente nel kit, sul vostro personal **computer** che dovrà essere dotato di **porta USB** ed essere in possesso delle caratteristiche minime precedentemente indicate.

Per eseguire l'installazione basterà seguire le semplici indicazioni riportate nella sezione: "**Installazione del software**" riportata a fine articolo.

Nota: a questo proposito precisiamo che il software è stato controllato su diversi computer dotati dei seguenti sistemi operativi: **XP Home - XP Professional - Vista**.

Questo tuttavia non consente di escludere che in presenza di una particolare configurazione hardware e/o software del vostro pc, non si possano manifestare problemi di funzionamento.

Una volta terminata l'installazione dovrete collegare il connettore **USB CONN.1** dell'**impedenziometro** alla **porta USB** del vostro **personal computer** utilizzando un comune **cavo USB** per stampante, come indicato nella figura sottostante.

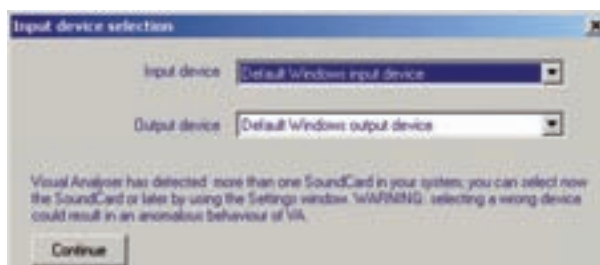


Dopo avere effettuato il collegamento alla porta **USB** del pc verificate che il **diodo led** posto sulla scheda **LX.1746** dell'impedenziometro sia **acceso**, a conferma della corretta alimentazione.

Quindi dovrete procedere alla **configurazione** del **software**, e per fare questo vi raccomandiamo di seguire punto per punto le indicazioni che riportiamo di seguito.

Lanciate il software operativo, cliccando sulla icona presente sul desktop del computer.

Se vi compare la finestra sottostante:

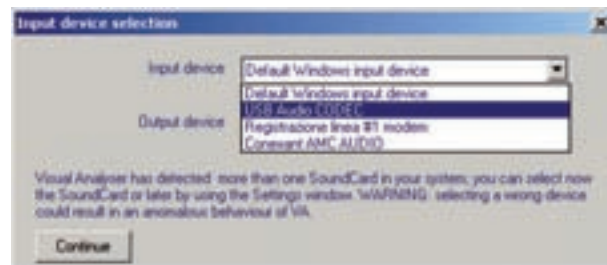


significa che il software ha rilevato la presenza di più di una scheda audio all'interno del vostro pc. Per utilizzare il software dell'impedenziometro è quindi necessario selezionare la scheda audio denominata **USB Audio CODEC**, presente all'interno della scheda **KM1667**.

Per fare questo cliccate con il tasto sinistro sulla freccia posta a lato della scritta "**Default Win-**

Default Windows input device” e vedrete aprirsi una serie di opzioni, simile a quelle presenti nella figura seguente, che dipende dalla configurazione del vostro computer.

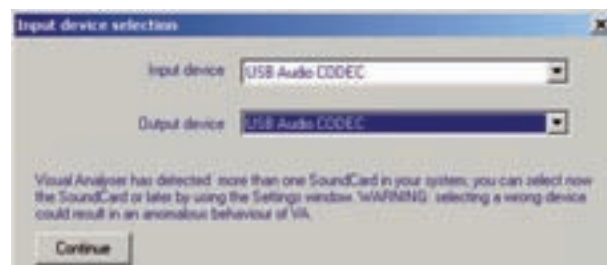
A questo punto selezionate la dicitura **USB Audio CODEC**, come indicato in figura.



Ora cliccate con il tasto sinistro del mouse sulla freccia posta accanto alla scritta “**Default Windows output device**”. Anche in questo caso vedrete aprirsi diverse opzioni, simili a quelle elencate in figura.

Selezionate nuovamente la dicitura **USB Audio CODEC**.

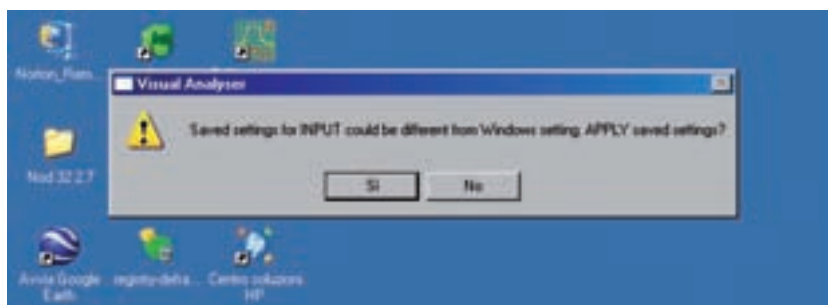
Dopo avere effettuato la selezione della scheda audio, premete il tasto **Continue** per confermare.



Nota: la procedura che avete appena eseguito serve a selezionare la **scheda audio (device)** che verrà utilizzata dalla porta USB del vostro pc per effettuare le comunicazioni in **ingresso (input)** e in **uscita (output)**. Se questa procedura non viene eseguita correttamente **non** è possibile eseguire la misura.

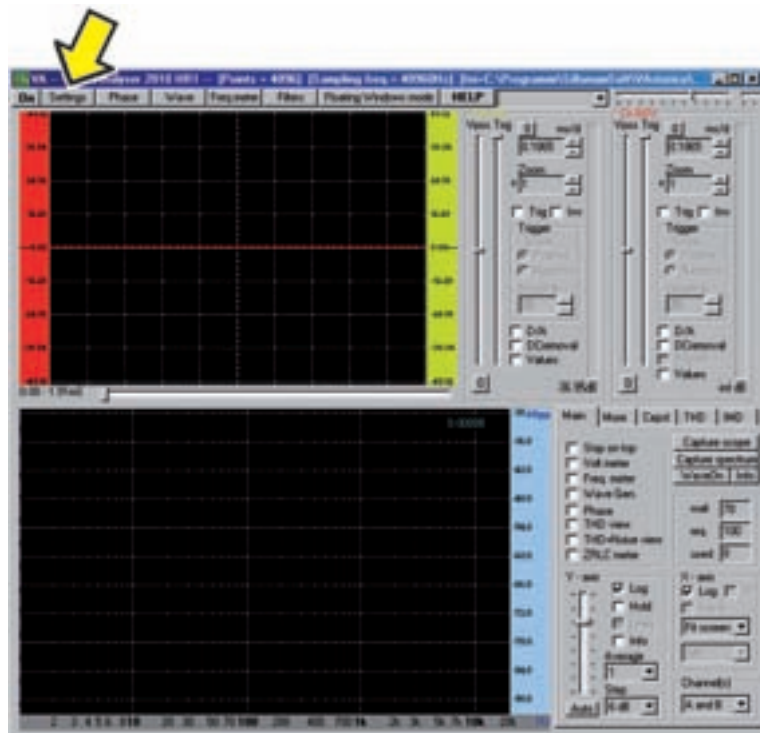
Le finestre che vi abbiamo indicato compaiono solo al momento della prima installazione. E' comunque sempre necessario selezionare la scheda audio **USB Audio CODEC** sia in ingresso che in uscita ogni volta che viene lanciato il software operativo, ma questo verrà fatto tramite la finestra di **Settings**, come spiegato più avanti.

Dopo avere premuto il tasto **Continue**, vedrete apparire sullo schermo la finestra successiva:



nella quale dovrete confermare cliccando sul tasto “**si**”.

A questo punto vedrete comparire sullo schermo la finestra principale, riprodotta nella figura seguente:

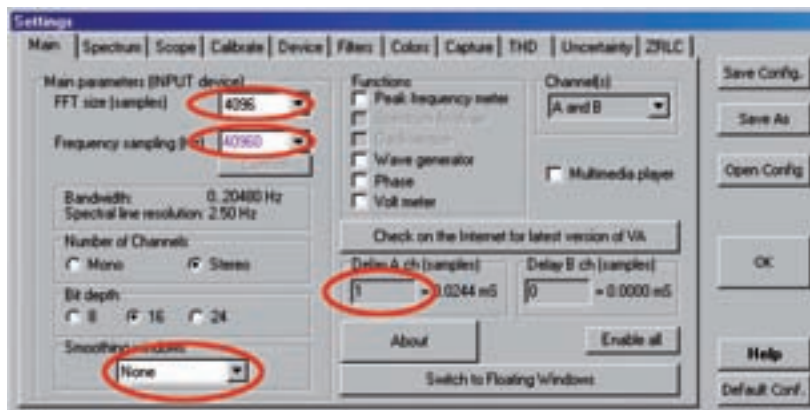


In questa finestra cliccate con il tasto sinistro del mouse sulla voce “**Settings**” posta in alto a sinistra nella barra delle opzioni, attivando la comparsa della schermata successiva.



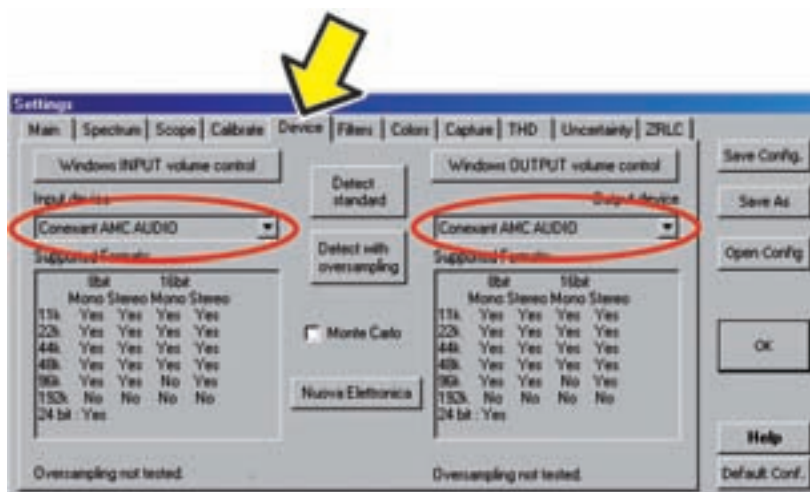
In questa finestra dovrete modificare alcuni parametri e precisamente:

- la **FFT size** andrà impostata a **4096**;
- la **Frequency sampling** dovrà essere **40960**;
- nella casella **Smoothing windows** selezionate l'opzione “**None**”;
- cliccate con il tasto sinistro sulla casella **Delay A ch (samples)** e nello spazio bianco che si apre scrivete il valore **1**.



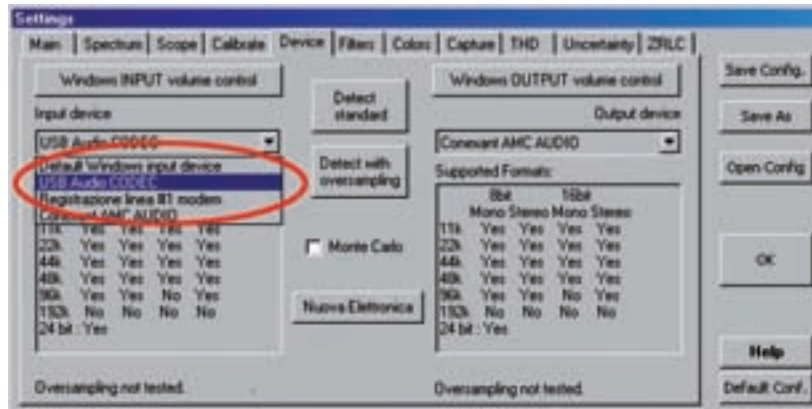
Dopo aver impostato questi valori, verificate che gli altri parametri corrispondano a quelli riportati in figura, e se così non fosse modificateli opportunamente.

Quindi cliccate sull'opzione "**Device**" posta sulla barra in alto e vedrete comparire la finestra successiva.

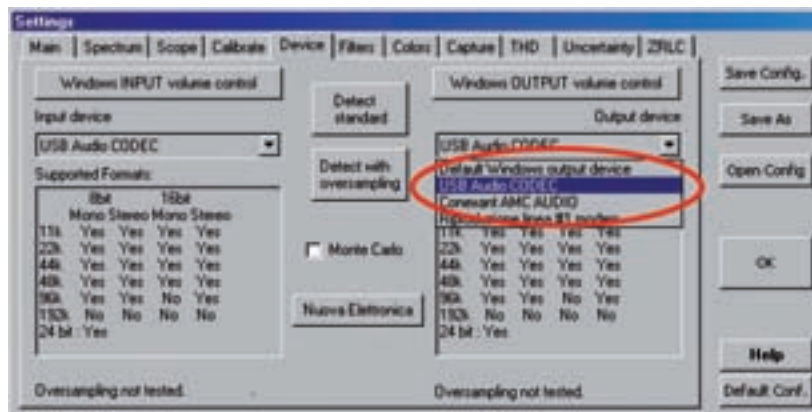


Questa finestra consente di **disabilitare** la scheda audio presente all'interno del vostro pc, rappresentata in questo caso dalla scritta "**Conexant**", e di abilitare al suo posto la scheda **esterna LX.1746** dell'impedenzometro, che avete provveduto precedentemente a collegare alla porta **USB**.

Per farlo dovrete selezionare l'opzione "**USB Audio CODEC**" sia nella finestra "**input device**", come indicato nella figura successiva:

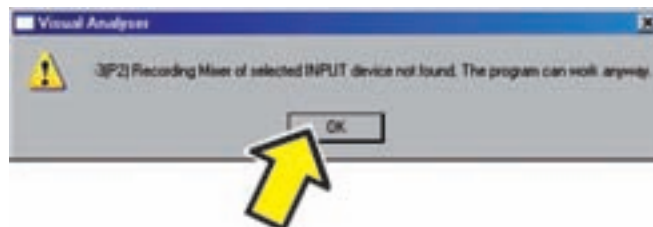


che nella finestra “**output device**” come indicato nella figura sottostante:



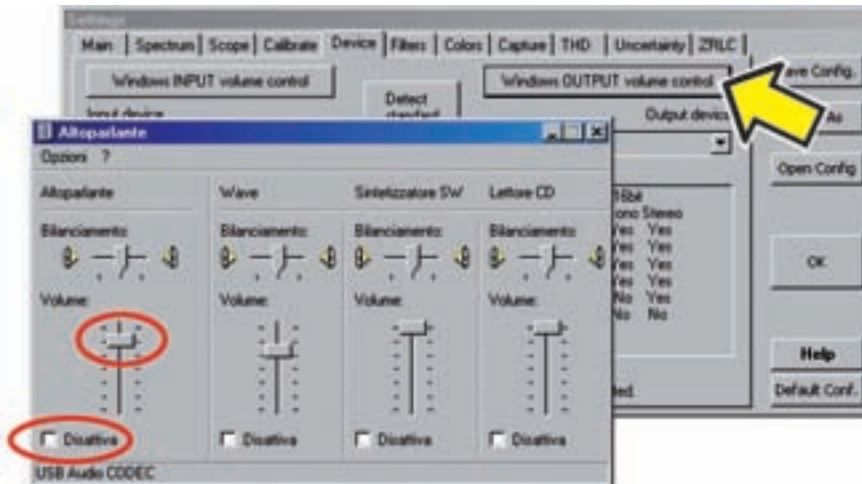
Nota: la procedura di abilitazione della scheda LX.1746 che abbiamo descritto deve essere eseguita ogni volta che viene lanciato il software operativo. In caso contrario la misura non può essere eseguita perché manca il riconoscimento dell'impedenziometro da parte del pc.

Durante la fase di riconoscimento potreste vedere apparire sullo schermo la finestra seguente:



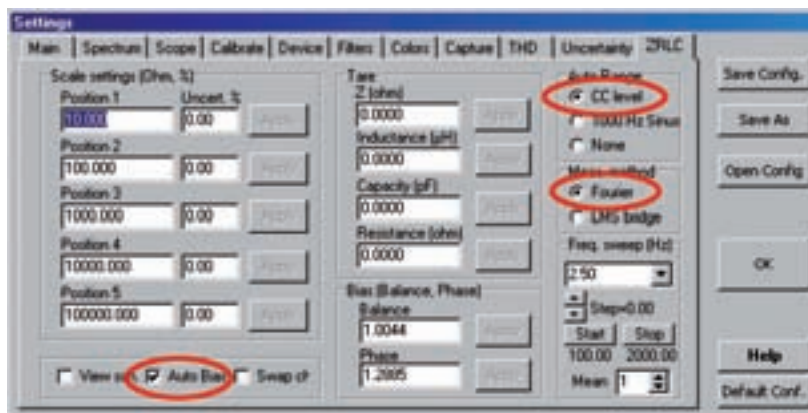
Cliccate sul tasto **OK** per proseguire.

Dopo avere eseguito il riconoscimento della scheda dell'impedenziometro, dovrete effettuare una ultima verifica, e cioè quella del **livello** del **mixer** di Windows relativo alla sezione di **uscita**. Sempre sulla finestra relativa alla opzione "**Device**" cliccate sul tasto "**Windows OUTPUT volume control**" e vedrete apparire sullo schermo la seguente schermata:



Nella sezione **Altoparlante** verificate che il cursore del volume sia posizionato **al massimo**, cioè tutto **verso l'alto**. Verificate inoltre che la casella sottostante con la scritta "**Disattiva**" non sia spuntata. Se questo dovesse succedere, oppure se il volume fosse regolato al **minimo**, sulla schermata dell'impedenziometro **non** apparirebbero le sinusoidi di calibrazione e di misura e lo strumento **non funzionerebbe**.

Ora cliccate sulla opzione "**ZRLC**" facendo comparire la finestra seguente:



In questa finestra è possibile selezionare alcuni parametri utilizzati dall'impedenziometro in fase di **misura**. Per il corretto funzionamento dello strumento dovrete inserire i seguenti parametri:

- nella sezione **Auto Range** spuntate la casella **CC level**;
- nella sezione **Meas.method** spuntate la casella **Fourier**.
- spuntate la casella **AutoBias**.

La casella **Autobias** consente di selezionare l'esecuzione della Calibrazione in modo **Automatico** oppure **Manuale**. Per il momento prenderemo in considerazione unicamente il funzionamento dello strumento in modalità **Auto**, perciò la casella andrà spuntata. Gli altri valori presenti in questa finestra non andranno modificati.

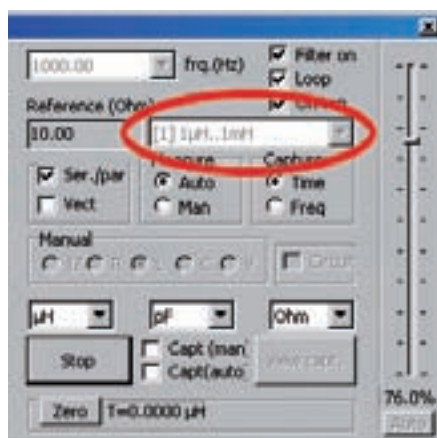
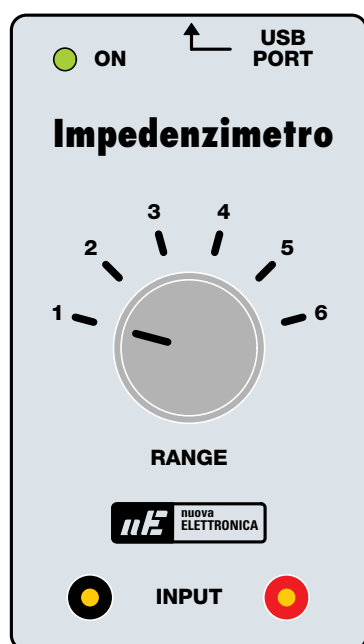
Dopo avere così configurato il software del **VA** siete pronti per eseguire la misura di impedenza.

I COMANDI dell'IMPEDENZIMETRO

Prima di passare alla esecuzione vera e propria della misura, vi illustreremo sommariamente le funzioni dei diversi **comandi** dell'impedenzometro.

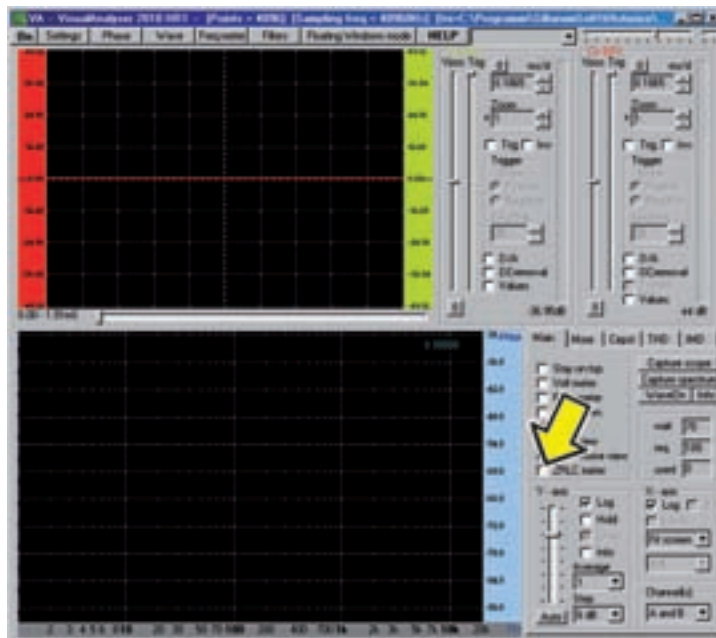
L'unico comando "hardware" che trovate sull'impedenzometro è il **commutatore S1** che consente di selezionare le 5 diverse portate dello strumento.

Prima di eseguire la misura occorre accertarsi che la posizione del commutatore corrisponda alla portata selezionata sulla finestra di misura presente nel software operativo come indicato nella figura sottostante, altrimenti potreste incorrere in grossolani errori di misura.

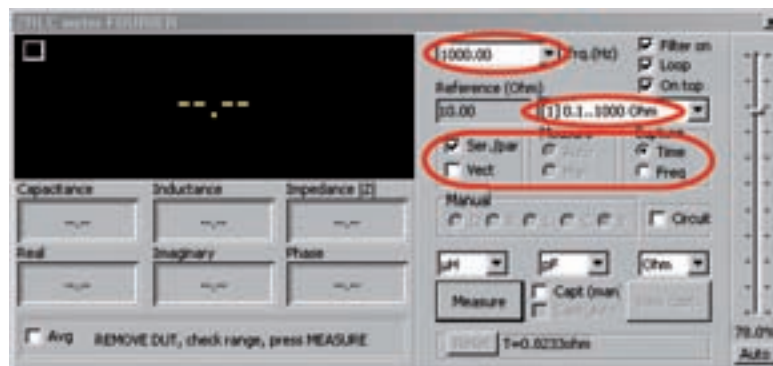


Verificate quindi che il connettore **CONN.1** dell'impedenzometro sia collegato alla porta **USB** del vostro **personal computer** e che, a computer acceso, il diodo **led** presente sullo strumento sia **illuminato**, a conferma del corretto funzionamento della alimentazione proveniente dalla porta USB del pc.

Ora selezionate la finestra principale del **VA** e cliccate con il tasto sinistro del mouse sulla casella **ZRLC meter**, come indicato nella figura successiva.



A questo punto si aprirà la finestra riprodotta qui sotto, che è quella che verrà utilizzata per eseguire la misura dell'impedenza.



Come potete notare, la finestra riporta diverse opzioni delle quali forniremo in questo paragrafo una breve spiegazione. Per il momento ci atterremo unicamente alla spiegazione dei parametri necessari per effettuare la misura di impedenza nel modo più semplice, e cioè in modo **automatico**.

La loro funzione verrà meglio spiegata e risulterà più chiara nel corso della esecuzione vera e propria delle misure che andremo ad eseguire.

freq. (Hz)

In questa casella è possibile selezionare la frequenza alla quale viene eseguita la misura.

Filter on

Spuntando questa casella è possibile inserire un **filtro software** che consente di ridurre la distorsione della sinusoide utilizzata per la misura. Normalmente dovrebbe sempre essere attivata.

Loop

Questa casella va spuntata se si desidera eseguire un ciclo di misura ripetuto periodicamente in modo automatico.

Attivando l'opzione Loop lo strumento esegue automaticamente un ciclo di misura dopo un certo intervallo di tempo, aggiornando il risultato sul display.

On top

Spuntando questa casella la finestra di misura viene mantenuta sempre presente sullo schermo.

Reference (Ohm)

In questa casella viene indicato il valore della **resistenza di precisione** in ohm, corrispondente alla portata selezionata.

Nella casella bianca subito a fianco è possibile selezionare la portata nella quale deve essere eseguita la misura. Le portate riportate nella finestra corrispondono alle **5 posizioni** del **commutatore** presente sulla scheda ed i valori indicati sono calcolati per una frequenza di misura di **1.000 Hz**.

Nota: *al momento della esecuzione della misura la portata selezionata in questa **finestra** e quella del **commutatore** devono assolutamente **coincidere**. In caso contrario la misura risulterebbe **errata**.*

Ser./par

La dicitura abbreviata sta per **Serial/Parallel**.

Se prima di eseguire la misura è stata spuntata la casella **Circuit**, spuntando questa casella, una volta eseguita la misura è possibile visualizzare sullo schermo la configurazione del circuito **equivalente serie** oppure la configurazione del circuito **equivalente parallelo** ed i relativi **valori**.

Vect.

Spuntando questa casella, a misura avvenuta viene visualizzata una finestra nella quale è riprodotta l'impedenza misurata nella forma **vettoriale**, con la componente **reale**, la componente **immaginaria** e il relativo angolo di **fase**.

Measure

Spuntando la casella **Auto** la misura viene eseguita in automatico, mentre spuntando la casella **Manual** c'è la possibilità di eseguire la misura in modo completamente manuale.

In questo primo approccio con l'impedenziometro, prenderemo in considerazione unicamente la misura in modalità **Auto**.

Manual

Se già sappiamo che l'impedenza che andremo a misurare, è una **resistenza** oppure una **capacità** o una **induttanza**, spuntando la casella Manual, è possibile eseguire la misura, spuntando poi direttamente una delle caselle **R, L, C**.

In questo modo si otterrà unicamente il valore **assoluto** della resistenza, della capacità oppure dell'induttanza nelle unità di misura prescelte.

All'interno delle tre caselle sottostanti queste opzioni, è possibile scegliere l'unità di misura con la quale verrà presentato il valore di induttanza, capacità e resistenza misurato dall'impedenziometro.

Precisamente, nel caso di una induttanza le unità di misura saranno:

μH che sta per **microHenry**

mH che sta per **milliHenry**

H che sta per **Henry**

Nel caso di una capacità le unità di misura saranno:

pF che sta per **picoFarad**

nF che sta per **nanoFarad**

μF che sta per **microFarad**

Nel caso della resistenza le unità di misura saranno:

Ohm

Kohm che sta per **Kiloohm**

Mohm che sta per **Megaohm**

Circuit

Se questa casella è stata spuntata **prima** di eseguire la misura, al momento della presentazione del risultato, **spuntando** la casella **Ser./par** viene visualizzato sullo schermo il circuito **equivalente serie** della impedenza misurata, con l'indicazione del valore della componente resistiva **R** e della componente reattiva **XI** oppure **Xc**, a seconda che la reattanza sia di tipo induttivo oppure capacitivo.

Se invece **non** viene spuntata la casella **Ser./par** è possibile visualizzare il corrispondente circuito **equivalente parallelo**, con l'indicazione dei nuovi valori di **R, XI** e **Xc parallelo**.

Measure

Cliccando su questo tasto si dà inizio alla misura vera e propria.

Se la casella **Loop** non è spuntata, viene eseguito unicamente 1 ciclo di misura.

Se invece è stata spuntata la casella **Loop**, lo strumento esegue automaticamente 1 ciclo di misura ogni **0,1 secondi**, presentando il valore aggiornato sul display.

Auto

Sul lato destro della finestra di misura dell'impedenziometro è posto un **cursore verticale**, rego-

labile tra **0** e **100%**, il quale consente di ottimizzare l'**ampiezza** del **segnale sinusoidale** utilizzato per la misura in modo da evitare distorsioni.

Questo cursore viene utilizzato unicamente quando si esegue la misura in modo manuale perché, in modo automatico, l'ottimizzazione della ampiezza del segnale viene gestita direttamente dal computer.

La perfetta ottimizzazione dell'ampiezza del segnale sinusoidale utilizzato per la misura viene segnalata dalla comparsa di una luce di colore **verde** durante la fase di esecuzione della calibrazione.

Capacitance

In questo riquadro viene visualizzato il valore della **capacità** misurata nelle unità prescelte.

Inductance

In questo riquadro compare il valore di **induttanza** misurato nelle unità prescelte.

Impedance (Z)

In questo riquadro appare il **valore assoluto** della **impedenza** misurata nelle unità prescelte.

Real

In questo riquadro compare il **valore** della **parte reale** dell'impedenza.

Imaginary

In questo riquadro compare il **valore** della **parte immaginaria** dell'impedenza.

Phase

Qui viene visualizzato l'**angolo** di **fase** esistente tra tensione e corrente.

Bias

Questa casella compare unicamente in modo di funzionamento manuale, cioè se nella finestra **ZRLC** di **Settings** non è stata spuntata la casella **Autobias**.

In modo manuale, dopo avere premuto il tasto **Measure**, spuntando questa casella si esegue la **calibrazione** dello strumento.

Dopo avervi spiegato a grandi linee le funzioni dei diversi comandi presenti nella finestra di misura, vediamo ora come si esegue la misura vera e propria.

MISURIAMO un'IMPEDEENZA

La misura dell'impedenza si articola in tre distinte fasi e cioè:

- **calibrazione**
- **azzeramento**
- **misura**

La **calibrazione** serve per eliminare il “rumore di fondo” presente nel circuito di misura. Questa operazione deve essere eseguita ogniqualvolta si cambia qualche parametro di misura, ad esempio se si modifica la **frequenza** di lavoro dell'impedenzometro.

La **calibrazione** va eseguita con i morsetti di uscita dell'impedenzometro **aperti**, cioè **senza** aver collegato **alcuna impedenza**.

In questa condizione, se osservate lo schema di fig.3 vedrete che i due segnali, cioè quello prelevato a **monte** della resistenza di precisione e quello prelevato a **valle** della stessa resistenza **coincidono**, in assenza di una impedenza collegata ai morsetti dello strumento.

La calibrazione ha la funzione di **equalizzare** i due segnali in modo da eliminare qualunque piccola differenza presente tra i due canali del **convertitore USB**.

Nota: fate molta attenzione ad eseguire la calibrazione in questa condizione, e cioè con i morsetti dell'impedenzometro **aperti**, altrimenti incorrereste in un grossolano errore di misura.

L'**azzeramento** serve invece per azzerare lo strumento e va eseguito ponendo i due morsetti di uscita dell'impedenzometro in **cortocircuito**.

In questa condizione il segnale presente sull'ingresso dell'amplificatore **IC1/B** (vedi fig.3) viene posto a **zero** e questo garantisce la massima precisione della misura. L'azzeramento viene utilizzato soprattutto quando il valore dell'impedenza che si va a misurare è **molto basso**.

La **misura** consiste invece nella rilevazione del **valore assoluto** dell'impedenza e delle sue componenti cioè della **resistenza**, della **reattanza** e dell'**angolo di fase**.

La misura può essere eseguita in due modi e cioè in **Auto** oppure in **Manual**.

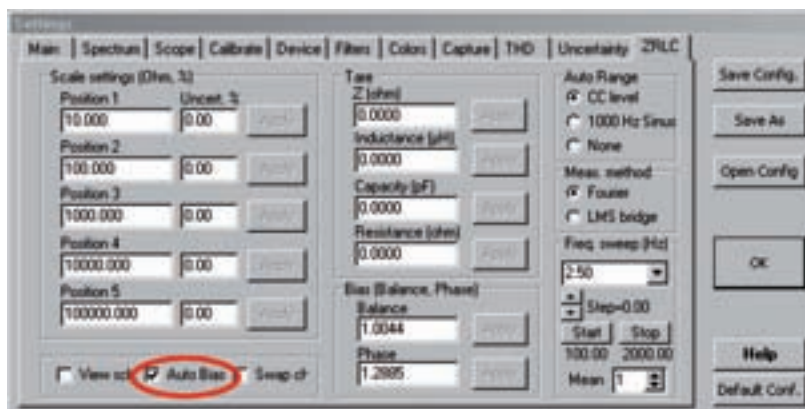
Di seguito esamineremo il funzionamento dello strumento in modalità **Auto**.

Funzionamento in modalità Auto

Con questa funzione la misurazione è semplificata al massimo.

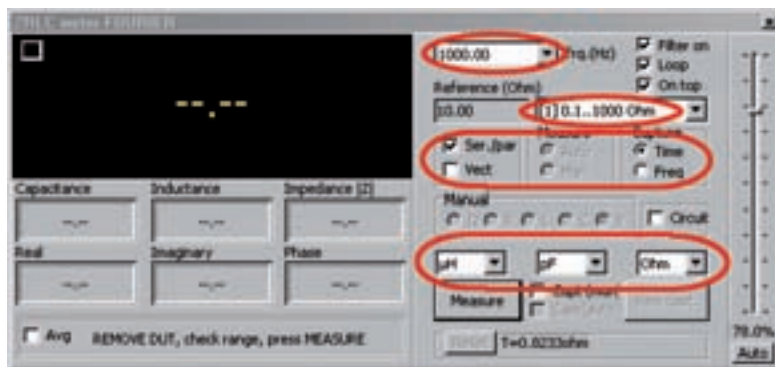
Le operazioni da eseguire sono le seguenti:

- nella finestra **Settings** cliccate sull'opzione **ZRLC** e spuntate la casella **AutoBias**.



Quindi dovrete aprire la finestra di misura dell'impedenzometro, spuntando la casella **ZRLC** dalla finestra principale come indicato a pag.20.

Nella finestra di misura che si aprirà successivamente:



dovrete:

- impostare la **frequenza di lavoro**, che andrete a scegliere nella casella **freq.(Hz)**;
- spuntare la casella “**Filter on**”;
- spuntare la casella **Loop** in modo da avere il valore della misura costantemente aggiornato sul display. Questa funzione risulta molto utile quando si desidera osservare come varia l'impedenza nel tempo;
- spuntare la casella **On top**;
- selezionare la **portata** che ritenete più prossima alla impedenza che dovete misurare, scegliendola tra le **5** diverse **portate** disponibili nella casella bianca. Contemporaneamente dovete spostare il commutatore **S1** sulla corrispondente posizione.

Esempio: se selezionate la **portata N.3** dovete portare anche il commutatore sulla posizione **3**. Fate molta attenzione che la posizione del commutatore corrisponda alla portata scelta, altrimenti il risultato della misura sarebbe errato. Dovrete:

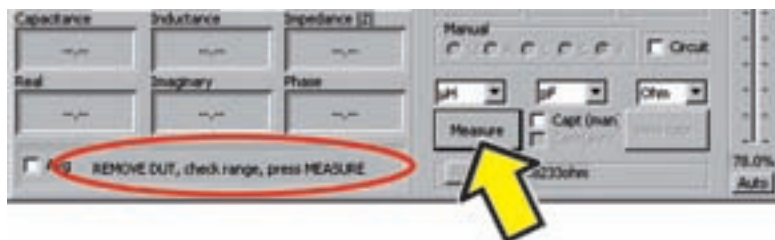
- spuntare la casella **Auto** per confermare l'esecuzione in automatico;
- spuntare la casella **Time** nella sezione **Capture**;
- selezionare l'**unità di misura** nella quale desiderate che siano espressi i valori misurati;

Una volta impostati i diversi parametri siete pronti per eseguire la misura.

Sulla riga posta in basso a sinistra vedrete la scritta:

“**REMOVE DUT, check range, press MEASURE**”.

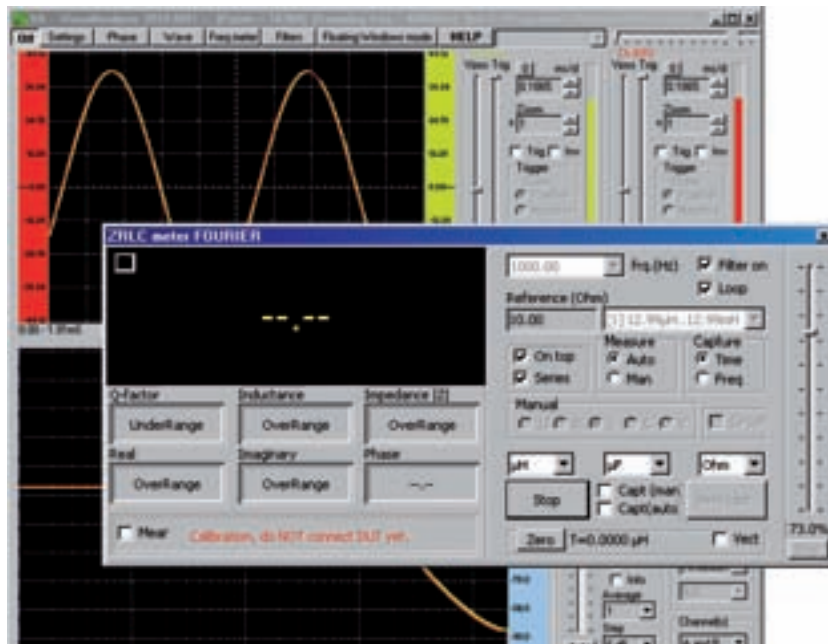
- Verificate che i morsetti dell'impedenzometro risultino **aperti**, cioè che **nessuna impedenza** sia collegata ai suoi capi, e quindi cliccate sul tasto **Measure**.



Vedrete che la scritta sul pulsante **Measure** si converte nella dicitura **Stop**, a conferma che la misura è iniziata.

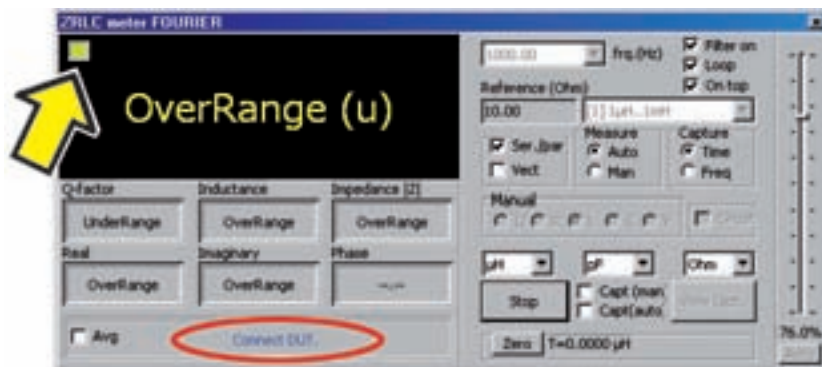
Sulla riga posta in basso a sinistra comparirà la scritta:

“Calibration, do NOT connect DUT yet”



Questo significa che lo strumento sta eseguendo la **calibrazione**, durante la quale va a verificare se l'ampiezza della sinusoide di misura è corretta ed esegue l'**equalizzazione** dei due canali del convertitore **USB**.

Al termine della calibrazione noterete che il piccolo riquadro posto in alto a sinistra nella finestra di lettura assume il colore **verde** ad indicare che il livello del segnale è stato impostato correttamente.



Ciò sta ad indicare che lo strumento ha provveduto ad aggiustare il livello della sinusoide che verrà applicata all'impedenza da misurare in funzione della portata precedentemente impostata. Una volta completata la calibrazione, vedrete comparire la scritta:

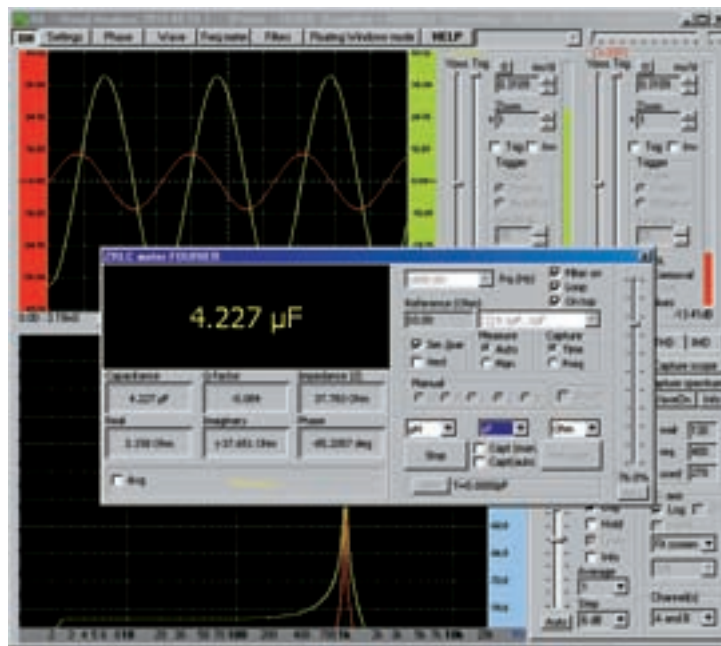
“Connect DUT”

A questo punto collegate sui morsetti dell'impedenziometro l'**impedenza** che desiderate misurare. Lo strumento esegue automaticamente la comparazione tra la **sinusoide** presente ai capi della **resistenza di precisione** e quella presente ai capi dell'**impedenza**.

Dal rapporto tra l'ampiezza delle due sinusoidi ricava il valore assoluto dell'impedenza, cioè il suo **modulo**, e dal loro sfasamento l'**angolo di fase**.

Con questi due parametri lo strumento è in grado di calcolare la **componente resistiva R**, la componente reattiva **XL** oppure **Xc**, e il valore della **induttanza** o della **capacità** che compongono la **parte reattiva**.

Sul pannello posto in basso a sinistra nella finestra di misura compaiono infatti i seguenti valori:



- Se l'impedenza è di tipo **capacitivo** compare la scritta **Capacitance** e subito al disotto il valore della **capacità**. Se l'impedenza è di tipo **induttivo** compare la scritta **Inductance** e al di sotto il valore della **induttanza**.

- **Q-factor**: compare il fattore di merito **Q** della induttanza oppure del condensatore.

- **Impedance |Z|**: compare il **valore assoluto** dell'**impedenza** in **ohm**.

- **Real**: compare il valore della **componente resistiva** in **ohm**.

- **Imaginary**: compare il valore della **componente reattiva j** in **ohm**, preceduta dal segno - se stiamo misurando una reattanza capacitiva e dal segno + se stiamo misurando una reattanza induttiva.

- **Phase**: compare l'**angolo di fase** tra tensione e corrente, in gradi sessagesimali, preceduto dal segno + oppure dal segno -.

E' interessante notare che interpretando il **segno** dell'**angolo di fase**, lo strumento è in grado di capire se l'impedenza che state misurando è di tipo **induttivo** oppure **capacitivo**. Nel primo caso, alla voce **Inductance** comparirà il valore della **induttanza** nelle unità di misura da voi prescelte, mentre alla voce **Imaginary** comparirà il valore della **reattanza induttiva XI** in **ohm**. Alla voce **Phase**, verrà indicato il valore dell'**angolo di fase** con segno + **positivo**. Nel secondo caso alla voce **Capacitance** comparirà il valore della **capacità** nelle unità di misura da voi prescelte, mentre alla voce **Imaginary** comparirà il valore della **reattanza capacitiva Xc** in **ohm**. Alla voce **Phase**, verrà indicato il valore dell'angolo di fase con segno - **negativo**. Per maggior chiarezza negli esempi che seguono vi mostreremo come si esegue la misura di una induttanza e di una capacità.

Come SCEGLIERE la PORTATA

Come avrete notato il software dell'impedenzometro è costituito da una parte relativa alla misura dell'impedenza vera e propria, che vi abbiamo descritto precedentemente, e di una parte di software che abbiamo presentato a suo tempo con il nome di **VA (Visual Analyser)**. Molto probabilmente vi chiederete il perché di questo abbinamento.

Questa scelta è dettata dal fatto che sia i lettori più esperti che tutti coloro che hanno acquistato il nostro **Oscilloscopio e Analizzatore di Spettro LX.1690**, e che si sono familiarizzati con l'uso del **VA** saranno in grado di eseguire le misure senza commettere errori e di completarle con alcune interessanti osservazioni, perché avranno sempre la possibilità di controllare visivamente l'andamento dei segnali sinusoidali che vengono utilizzati durante la misura.

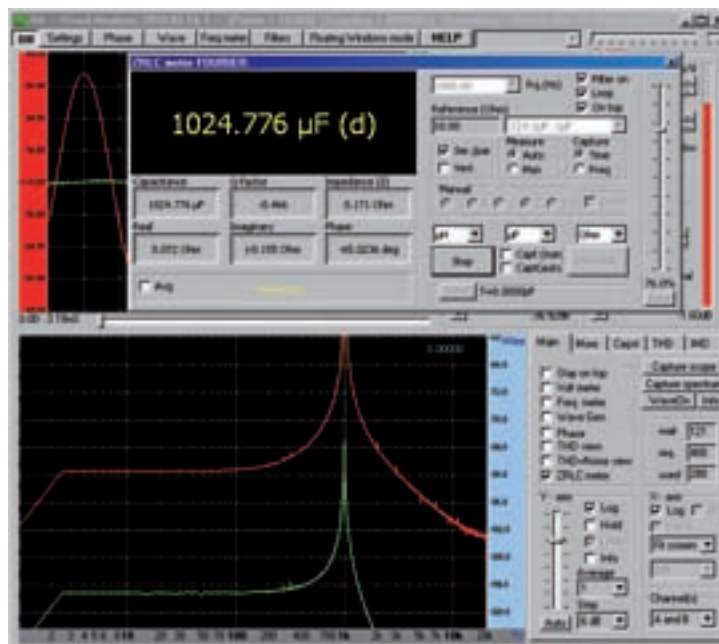
Come vi abbiamo detto in precedenza le due sinusoidi che appaiono sullo schermo rappresentano la **tensione** sinusoidale applicata ai capi dell'impedenza e la **corrente**, anch'essa sinusoidale, che la attraversa.

Precisamente la sinusoida **verde** che appare sullo schermo rappresenta la **tensione** presente ai capi dell'impedenza, mentre la sinusoida **rossa** rappresenta la tensione ai capi della resistenza di precisione, e corrisponde alla **corrente** che attraversa l'impedenza.

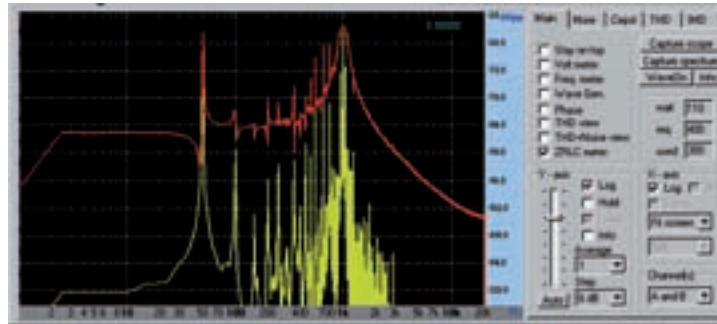
Il software del **VA** abbinato a quello dell'impedenzometro, consente non solo di visualizzare le due sinusoidi sullo schermo dell'oscilloscopio e di manipolarle come un qualunque segnale elettrico, ampliando o riducendo la loro **ampiezza**, modificando la loro **base dei tempi** oppure fermandole sullo schermo per mezzo del **trigger**, ma anche di ricavare il loro **spettro**.

Questo contribuisce ad evitare errori di misura, perché l'analizzatore di spettro permette di rendersi conto immediatamente se una delle due sinusoidi contiene delle **componenti armoniche indesiderate**, che darebbero luogo ad un fenomeno di **distorsione**, con conseguente imprecisione della misura.

Se infatti una o entrambe le sinusoidi dovessero contenere delle armoniche, il loro spettro non sarebbe più quello rappresentato nella figura sottostante, nella quale sono presenti solo le due fondamentali che compongono la sinusoida della corrente e quella della tensione:



Ma sarebbe uno spettro molto simile a quello rappresentato nella figura seguente, nel quale sono presenti, accanto alle due fondamentali, alcune componenti armoniche indesiderate.

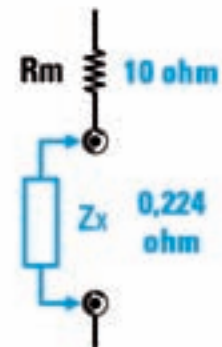
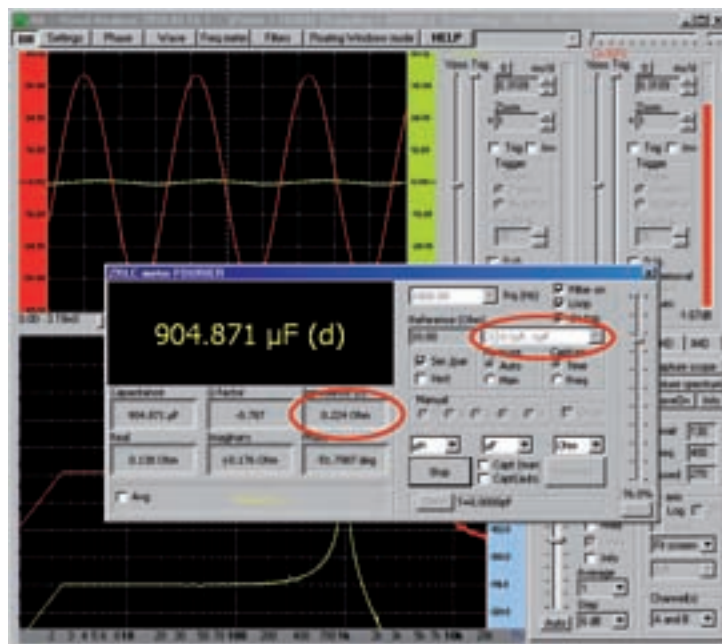


In questo caso la misura non fornirebbe valori corretti.

Osservando poi l'**ampiezza** delle due sinusoidi sullo schermo dell'**oscilloscopio** è possibile scegliere la giusta **portata** nella quale eseguire la misura. Facciamo un esempio.

Supponiamo, di eseguire in **Auto** la misura di una impedenza di valore sconosciuto, partendo dalla portata più bassa, cioè dalla **posizione N.1**.

Selezioniamo quindi nella finestra di misura la **portata N.1** e ruotiamo il **commutatore** posto sull'impedenzometro anch'esso in **posizione 1**.



In questa portata che è la minima, l'impedenza misurata risulta molto bassa, pari a **0,224 ohm**.

Come potete notare, utilizzando la resistenza di precisione più **bassa** a disposizione, cioè quella da **10 ohm**, la sinusoide della tensione ai capi dell'impedenza, di colore verde, risulta di ampiezza molto bassa. La misura è ancora accettabile, ma siamo al limite, tant'è vero che lo strumento propone con la lettera "**d**" (**down**) la necessità di ridurre ulteriormente il valore della resistenza di precisione, cosa che non è possibile.

Se ci portiamo nella **portata N.2** e spostiamo il **commutatore** posto sull'impedenzometro anch'esso nella **posizione 2**, inseriamo la resistenza di precisione da **100 ohm**.

La sinusoide della tensione risulterà questa volta praticamente **piatta**, perché tutta la tensione erogata dall'impedenzometro cade sulla resistenza di precisione, che risulta molto più alta in rapporto all'impedenza da misurare.

Questo significa che la misura non è più accettabile e questo fatto viene segnalato dalla dicitura **Overrange** seguita dalla lettera "**d**" che sta a significare "**down**". Lo strumento ci suggerisce in questo caso di **diminuire** decisamente il valore della resistenza di precisione e riprovare.



Naturalmente le cose sarebbero ancora peggiori se scegliessimo una portata più alta.

Come avete visto, osservando l'ampiezza delle sinusoidi ci si rende conto immediatamente che se si desidera misurare un valore **molto basso** di impedenza occorre utilizzare la **portata N.1**.

Per una migliore comprensione di quanto stiamo dicendo, basta osservare lo schema a blocchi di fig.2.

Applicando la regola del partitore, l'ampiezza delle due sinusoidi dipende dal rapporto tra la resistenza di precisione e il valore dell'impedenza. E' ovvio che più alto è il valore della resistenza di precisione e maggiore è la caduta di tensione ai suoi capi.

Nelle tre figure che seguono abbiamo invece riprodotto una situazione nella quale il valore dell'impedenza da misurare è più elevato, essendo pari a circa **35 ohm**.

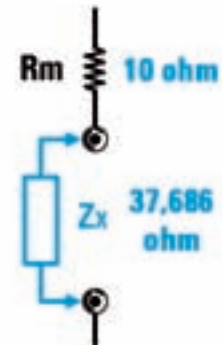
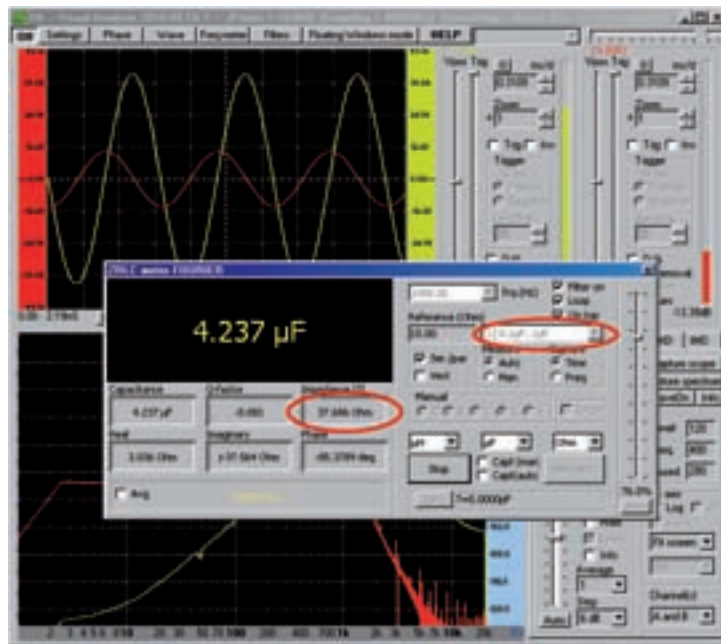
Nella figura che segue abbiamo eseguito la misura nella **portata N.1**, che prevede una resistenza di precisione da **10 ohm**.

Come si può notare in questo caso il valore della resistenza di precisione risulta **più bassa** della impedenza da misurare.

Di conseguenza la sinusoide verde, che rappresenta la **tensione** ai capi dell'impedenza, risulta

più alta della sinusoide rossa prelevata ai capi della resistenza di precisione, che rappresenta a **corrente**.

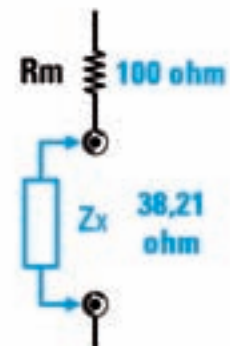
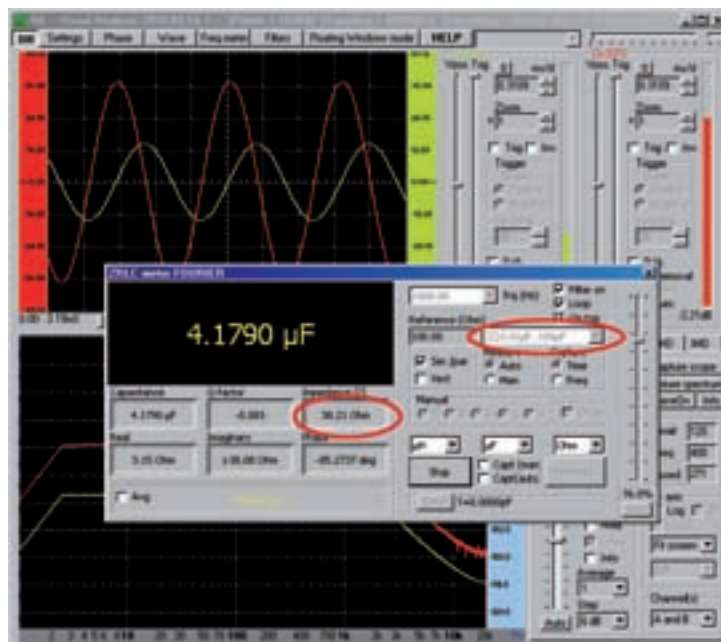
La misura è perfettamente corretta.



Nella figura che segue la misura è stata eseguita invece nella **portata N.2**, che prevede una resistenza di precisione da **100 ohm**.

Ora la situazione è rovesciata perché la resistenza di precisione è **più alta** della impedenza da misurare. Perciò anche la sinusoide rossa prelevata ai capi della resistenza di precisione è più alta della sinusoide verde prelevata ai capi della impedenza.

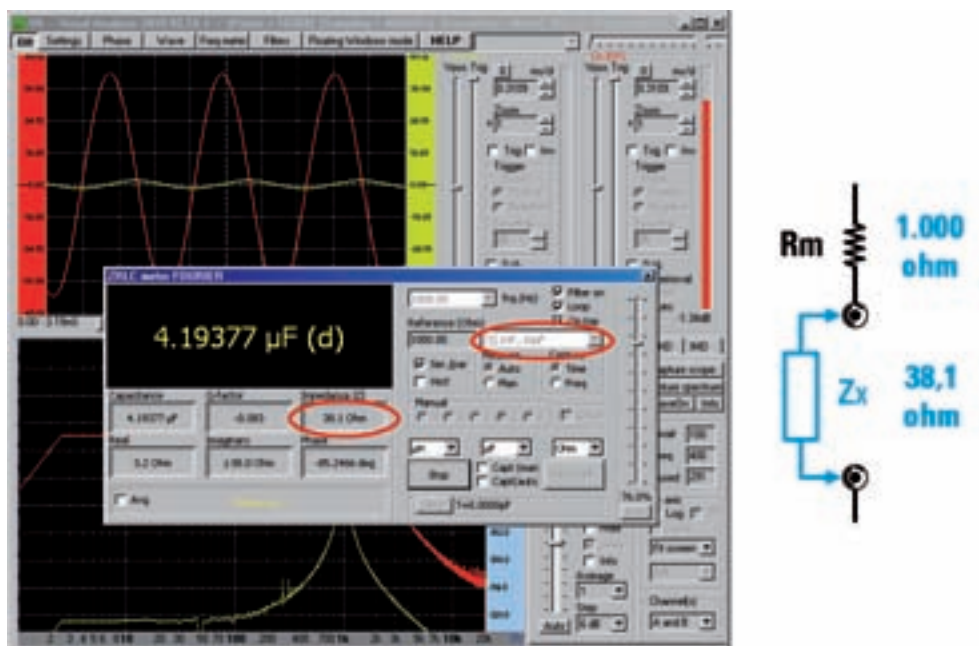
L'ampiezza della sinusoide verde però è ancora più che sufficiente, e anche in questo caso la misura risulta corretta.



Nella figura che segue, invece, è raffigurata la misura nella **portata N.3**, che prevede una resistenza di precisione di **1.000 ohm**, cioè **molto maggiore** della impedenza da misurare.

In questo caso, quasi tutta la tensione cade sulla resistenza di precisione, rappresentata dalla sinusoide rossa, mentre pochissima tensione cade sulla impedenza, rappresentata dalla sinusoide verde, che risulta di scarsissima ampiezza.

Lo strumento non considera valida la misura e con la lettera “**d**” consiglia di diminuire la portata.



Poiché generalmente non si conosce il valore dell'impedenza da misurare, la regola che vi consigliamo di seguire è quella di effettuare una prima misura che vi fornisca il valore in ohm della vostra impedenza e poi di scegliere il valore della resistenza di precisione più prossimo al valore che avete misurato.

In questo modo, controllando contemporaneamente l'ampiezza delle sinusoidi sullo schermo, sarete in grado di effettuare la misura nelle migliori condizioni.

Ogniqualevolta a fianco del valore dovesse comparire la lettera “**d**” (**down**) occorrerà **ridurre** il valore della resistenza di precisione, mentre se dovesse comparire la lettera “**u**” (**up**), occorrerà **aumentare** il valore della resistenza.

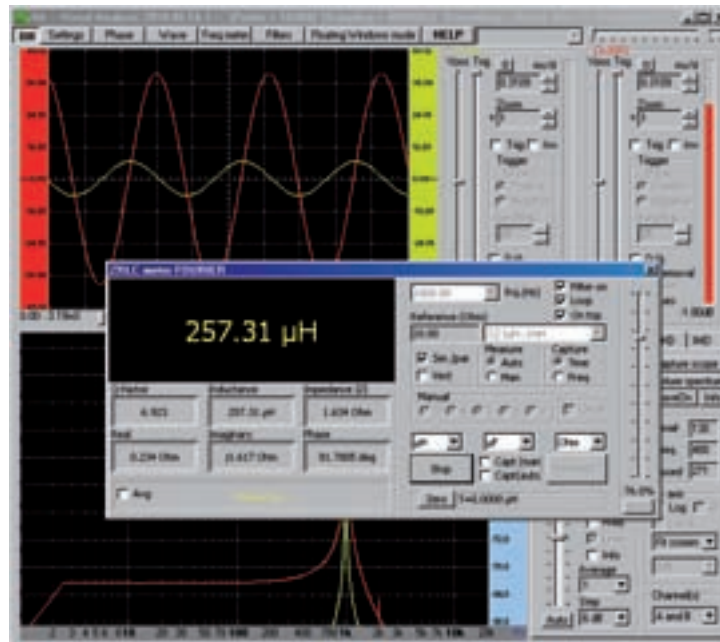
Se, invece, dovesse comparire il punto interrogativo “**?**”, significa che lo strumento ha rilevato una anomalia nella esecuzione della misura, che in questo caso non può essere considerata valida e andrà perciò ripetuta.

MISURIAMO una INDUTTANZA

In questo esempio abbiamo misurato una induttanza da **250 microHenry** ad una frequenza di **1.000 Hz**.

Dopo avere impostato la frequenza di lavoro e gli altri parametri come indicato in precedenza, ed avere selezionato la **portata N.1**, eseguiamo dapprima la **calibrazione a morsetti aperti** e quindi, alla richiesta dello strumento, inseriamo l'**induttanza** da misurare.

Una volta completata la misura, compaiono i diversi valori rilevati, come indicato nella finestra sottostante che abbiamo riprodotto a titolo di esempio.



Come potete notare la misura ha fornito un valore di induttanza di **257 microHenry**, che approssima con notevole precisione il valore nominale.

Oltre al valore dell'induttanza, che è un valore assoluto, cioè non dipende dalla frequenza, lo strumento fornisce gli altri parametri relativi alla frequenza di misura di **1.000 Hz** e precisamente:

Q-factor: 6,923 è il rapporto fra la reattanza **XL (Imaginary)** e la parte resistiva (**Real**). Questo numero esprime la "bontà" dell'induttanza, e precisamente quanto più è elevato e tanto migliore è l'induttanza, perché risulta bassa la sua componente resistiva rispetto a quella induttiva.

Inductance: 257,31 microH in questa finestra compare il valore della induttanza nelle unità di misura prescelte, in questo caso microHenry.

Impedance |Z|: 1,634 ohm

è il valore **assoluto**, cioè il modulo dell'impedenza espresso in **ohm**.

Real: 0,234 ohm

è il valore della **componente resistiva** dell'impedenza.

Imaginary: j 1,617 ohm

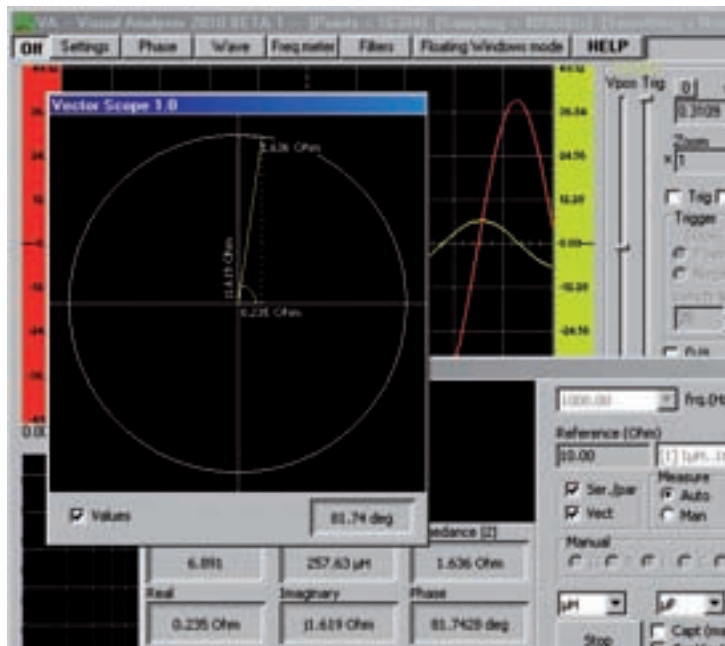
la **componente immaginaria** è costituita dalla reattanza **XL**.

Phase: 81,78°

l'angolo di fase non è di **+90°** perché l'induttanza non è pura, ma presenta una **componente resistiva**, che riduce l'angolo di fase.

Come potete osservare la sinusoide **rossa**, che rappresenta la corrente e la sinusoide **verde** che rappresenta la tensione ai capi dell'induttanza, hanno entrambe una ampiezza che consente di considerare la misura perfettamente valida.

Se ora desiderate vedere la rappresentazione vettoriale dell'impedenza che avete appena misurato, non dovete fare altro che spuntare la casella con la scritta **Vect** sulla finestra di misura e vedrete comparire la finestra sottostante:



Nella finestra del vettroscoio sono rappresentate i due vettori che formano l'impedenza e cioè la **componente resistiva R**, posta sull'**asse orizzontale** del grafico, che in questo caso vale **0,235 ohm**, la **componente reattiva XI**, posta sull'**asse verticale** verso l'**alto**, che vale **1,619 ohm** e infine l'**impedenza** risultante **Z** che vale **1,636 ohm**.

Nell'angolo basso a destra della stessa finestra è indicato il valore dell'**angolo di fase** in gradi sessagesimali, cioè di quanto la tensione è in **anticipo** sulla corrente.

La freccia che rappresenta l'**impedenza Z** risulta rivolta verso l'**alto**, cioè appartiene al **1° quadrante**, perché stiamo misurando una reattanza di tipo **induttivo**.

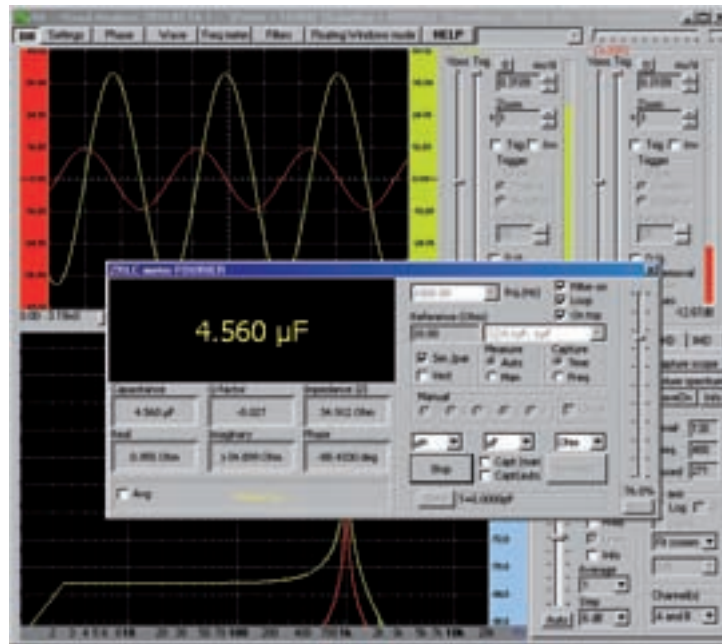
Spuntando la casella **Values** vengono visualizzati sul grafico i valori in ohm.

MISURIAMO una CAPACITÀ

In questo esempio vogliamo misurare un **condensatore elettrolitico** da **4,7 microFarad** ad una frequenza di lavoro di **1.000 Hz**.

Dopo avere impostato la frequenza di lavoro e i parametri che abbiamo indicato in precedenza eseguiamo dapprima la **calibrazione a morsetti aperti** e quindi, alla richiesta dello strumento, inseriamo il condensatore che vogliamo misurare.

Lo strumento procede alla misura e al termine sulla finestra compaiono i diversi valori rilevati, come indicato nella finestra sottostante.



Come potete notare la misura ha fornito un valore di capacità di **4,56 microFarad**, che si discosta pochissimo dal valore nominale di **4,7 microFarad**.

Tenete presente, comunque, che la tolleranza di questo componente si aggira intorno al **+/-20%**.

Oltre al valore della capacità, lo strumento fornisce anche in questo caso i parametri dipendenti dalla frequenza di misura di **1.000 Hz** e precisamente:

Q factor: - 0,027

Nel caso del condensatore è il rapporto tra la parte resistiva (**Real**) e la reattanza **Xc(Imaginary)**. Più il Q-factor è **basso** e migliore è la qualità del condensatore.

Impedance: 34,912 ohm

Questo è il valore **assoluto**, cioè il valore del modulo dell'**impedenza |Z|** in **ohm**.

Real: 0,955 ohm

Questo è il valore della **componente resistiva R** dell'impedenza.

Imaginary: - j 34,899 ohm

La **componente immaginaria** è costituita dalla **reattanza Xc**.

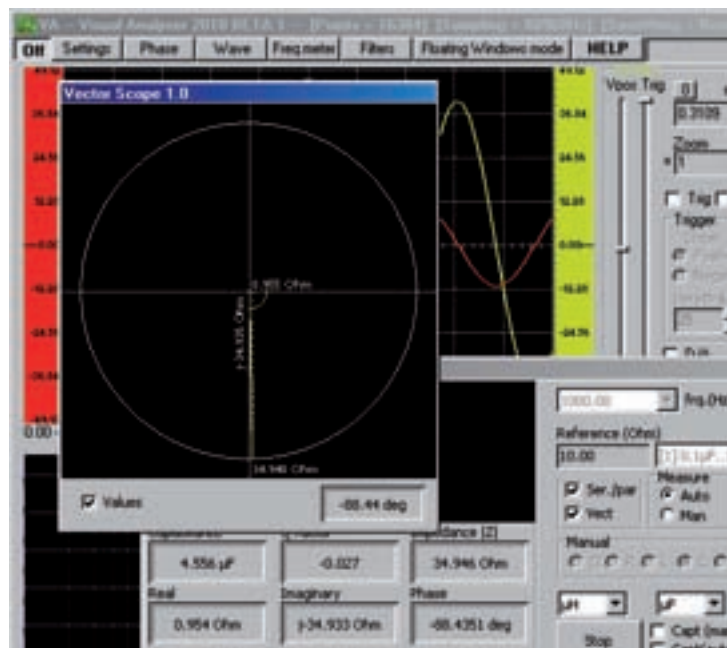
In questo caso, poiché stiamo misurando un condensatore, l'operatore immaginario j è preceduto dal segno $-$.

Phase: -88,43°

Anche in questo caso, l'angolo di fase non è di -90° come ci si potrebbe aspettare, perché il componente non è una capacità pura ma presenta una parte resistiva, che fa sì che l'angolo di fase si riduca a circa 88° .

Come prima è possibile visualizzare la rappresentazione vettoriale dell'impedenza che avete appena misurato spuntando la casella **Vect**.

A questo punto si apre la finestra sottostante:



nella quale vedete rappresentate in **forma vettoriale**, la **componente resistiva R**, che vale **0,955 ohm**, la componente **reattiva Xc** che vale $-j$ **34,935 ohm**, e l'impedenza risultante **Z**, corrispondente a **34,946 ohm**.

In questo caso la freccia che rappresenta l'**impedenza Z** risulta rivolta verso il **basso** e appartiene al **4° quadrante**, perché stiamo misurando una reattanza di tipo **capacitivo**.

CONCLUSIONI

In questo articolo vi abbiamo spiegato come costruire l'impedenzometro e un primo approccio al suo impiego, limitandoci ad eseguire delle semplici misure di capacità ed induttanza, in modo da acquisire la padronanza dei principali comandi di questo strumento.

Non ci siamo volutamente inoltrati oltre nella materia, per lasciare a voi il piacere di scoprire le altre molteplici possibilità applicative che offre questo strumento.

INSTALLAZIONE del SOFTWARE “VISUAL ANALYSER”

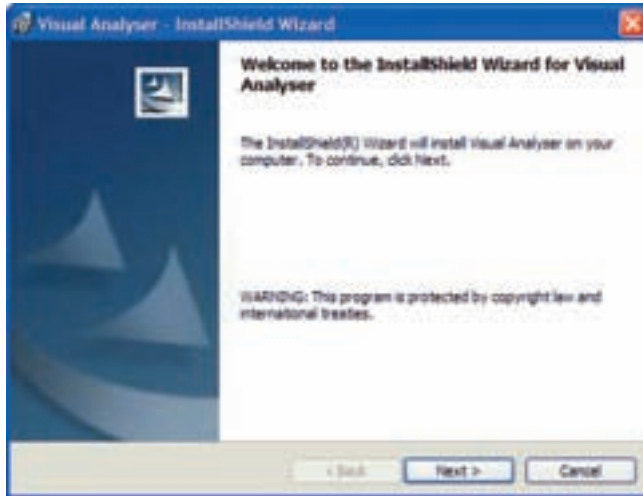


Fig.1 Una volta inserito il CD-Rom contenente il software Visual Analyser nel PC, vedrete aprirsi questa prima finestra. Cliccate su Next.

Fig.2 Selezionate la scritta “I accept the terms in the license agreement” cliccando con il mouse sulla casella “I accept...”, quindi su Next.

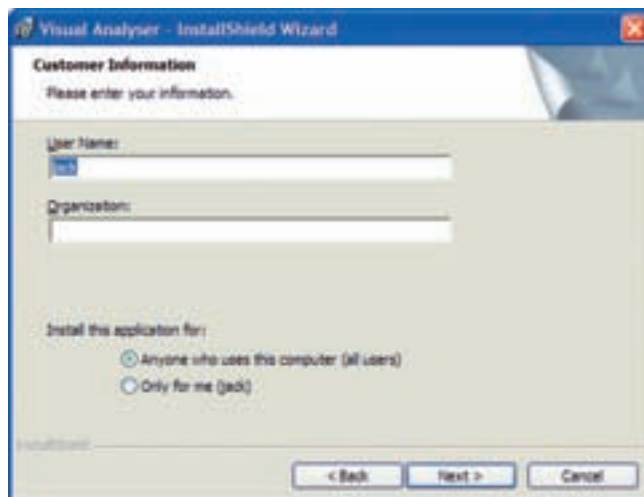


Fig.3 Inserite nella apposita barra il vostro nominativo e selezionate in basso la scritta “Anyone who uses this computer” oppure la scritta “Only for me”, quindi cliccate su Next.

Fig.4 In questa finestra, che evidenzia la directory di installazione del programma Visual Analyser, dovrete semplicemente cliccare sul tasto Next.

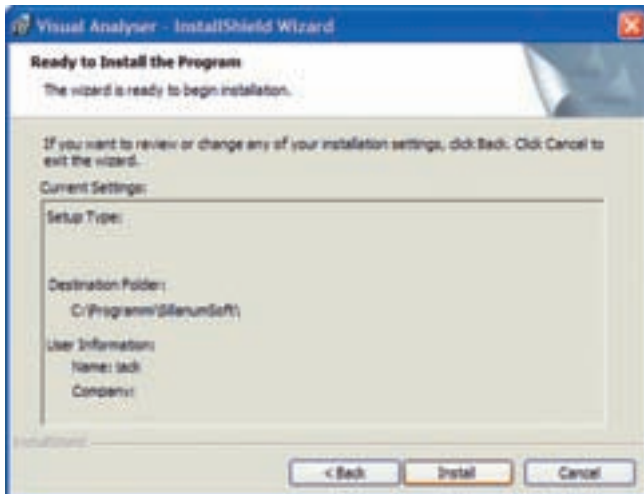
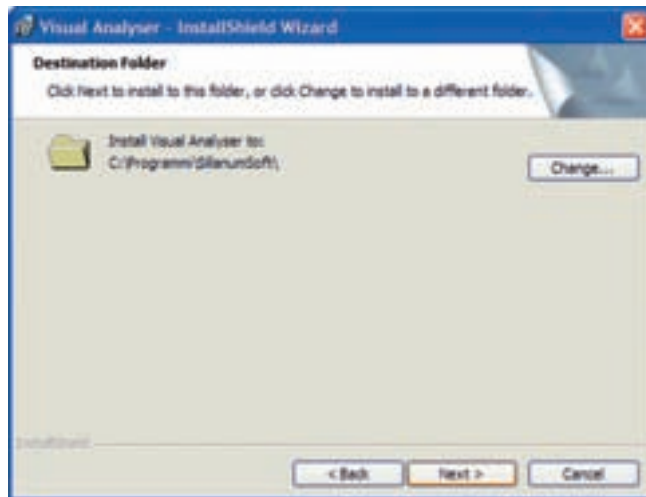
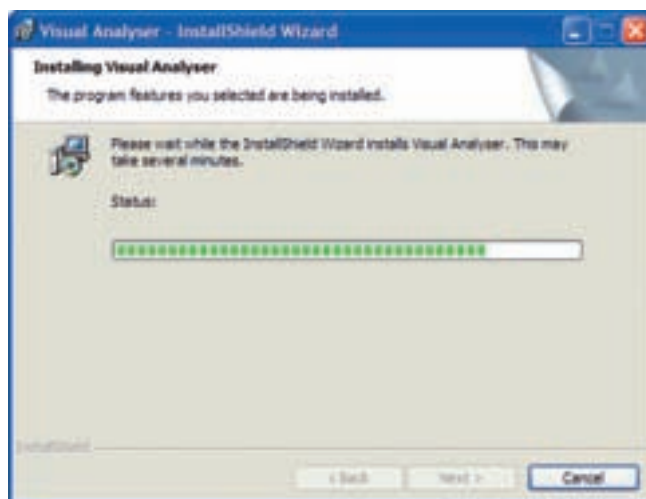


Fig.5 Si aprirà così automaticamente questa videata e questa volta per procedere nell'installazione dovrete semplicemente cliccare sul tasto Install.

Fig.6 A questo punto inizia il processo di installazione del programma, segnalato dalle barre che compariranno in rapida successione sul vostro monitor.



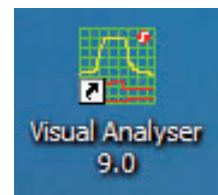
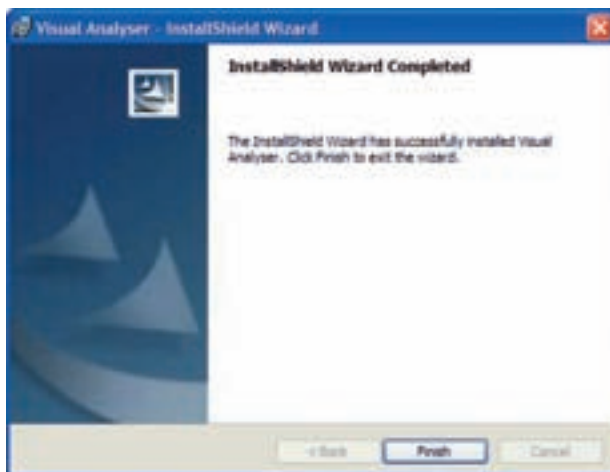


Fig.7 A installazione avvenuta si aprirà automaticamente questa finestra nella quale dovrete cliccare sul tasto Finish. Sul desktop del PC vedrete così apparire l'icona del programma Visual Analyser.



Fig.8 Qualora durante la misura dell'impedenza non comparisse sullo schermo il segnale sinusoidale, occorre controllare che la regolazione mixer di Windows sia correttamente impostata. Per farlo, cliccate sull'opzione Settings della finestra principale. Sulla finestra che si apre selezionate l'opzione Device. Dopo aver fatto il riconoscimento della scheda USB Audio Codec, cliccate sulla opzione "Windows OUPUT volume control" e verificate che il potenziometro di regolazione dell'Altoparlante sia posizionato al massimo, cioè tutto verso l'alto, e che la casella sottostante con la scritta Disattiva non sia spuntata.