

ELETRONICA

NUOVA

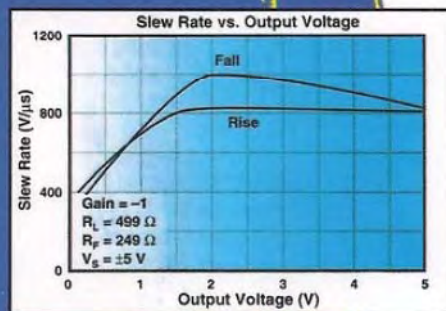
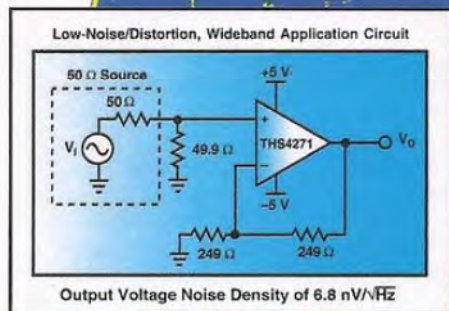
Anno 41 - n. 241
ISSN 1124-5174

RIVISTA BIMESTRALE

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

SETTEMBRE-OTTOBRE 2009

MONITORATE
le crepe dei muri



LOCALIZZATORE
di fiducia: TRACKER GPS

€ 5,00



La DISTORSIONE si MISURA COSÌ
GENERATORE BF 950 Hz - 1200 Hz
LUCI PSICHEDELICHE a DIODI LED

Direzione Editoriale
NUOVA ELETTRONICA
 Via Cracovia, 19 - 40139 BOLOGNA
 Telefono +39 051 461109
 Telefax +39 051 450387
 http://www.nuovaelettronica.it

Fotocomposizione
LITONCISA
 Via del Perugino, 1 - BOLOGNA

Stabilimento Stampa
ERRE DI ESSE GRAFICA S.p.A.
 Via Belvedere, 42
 20043 ARCORE (MI)

Distributore Esclusivo per l'Italia
PARRINI e C. S.p.A.
 00189 Roma - Via Vitorchiano, 81
 Tel. 06/334551 - Fax 06/33455488
 20134 Milano - Via Forlanini, 23
 Tel. 02/754171 - Fax 02/76119011

Direzione Commerciale
 Centro Ricerche Elettroniche
 Via Cracovia, 19 - 40139 Bologna
 Telefono +39 051 464320

Rivista fondata nel 1969
 da **Montuschi Giuseppe**

Direttore Responsabile
 Righini Leonardo

Autorizzazione
 Trib. Civile di Bologna
 n. 5056 del 21/2/83

RIVISTA BIMESTRALE

N. 241 / 2009

ANNO 41

SETTEMBRE / OTTOBRE 2009

MARCHI e BREVETTI

"La rivista Nuova Elettronica si propone unicamente di fornire informazioni, indicazioni e spunti agli operatori del settore, sulla base di quanto elaborato dagli esperti che operano all'interno del proprio Centro Ricerche. Ovviamente non viene fornita alcuna garanzia circa la novità e/o l'originalità delle soluzioni proposte, che potrebbero anche essere oggetto, in Italia o all'estero, di diritti di privativa di terzi. La rivista declina ogni responsabilità con riferimento ad eventuali danni e/o pregiudizi, di qualsiasi natura, che dovessero comunque derivare dall'applicazione delle soluzioni proposte, anche in relazione ad eventuali diritti di esclusiva di terzi".

COLLABORAZIONE

Alla rivista Nuova Elettronica possono collaborare tutti i lettori. Gli articoli tecnici riguardanti progetti realizzati dovranno essere accompagnati possibilmente con foto in bianco e nero (formato cartolina) e da un disegno (anche a matita) dello schema elettrico.

DIRITTI D'AUTORE

Tutti i diritti di riproduzione totale o parziale degli articoli - disegni - foto riportati sulla Rivista sono riservati. Tutti gli schemi pubblicati possono essere utilizzati da tutti i nostri lettori solo per uso personale e non per scopi commerciali o industriali. La Direzione della rivista Nuova Elettronica può concedere delle Autorizzazioni scritte dietro pagamento dei diritti d'Autore.

AVVERTENZE

La Direzione Commerciale si riserva la facoltà di modificare i prezzi, senza preavviso, in base alle variazioni di mercato. Le caratteristiche morfologiche e le specifiche tecniche dei prodotti presentati sulla Rivista possono variare senza preavviso.

ELETTRONICA

ABBONAMENTI

Italia 12 numeri € 50,00
Estero 12 numeri € 65,00

Numero singolo € 5,00
Arretrati € 5,00

Nota: L'abbonamento dà diritto a ricevere n. 12 riviste



SOMMARIO

LETTERA del DIRETTORE	2
MONITORATE le crepe dei muri con l'USB LX.1741-1742+CDR1741	4
ATTENUATORE da 0,1 MHz - 1 GHz 1-60 dB..... LX.1745-KM1745K	26
Il nostro LOCALIZZATORE di fiducia: TRACKER GPS..... KM102	38
Che cos'è l'IMPEDENZA e come si MISURA.....	54
LA DISTORSIONE si MISURA anche COSÌ..... LX.1743	70
GENERATORE BF 950-1.200 Hz..... LX.1744	82
LUCI PSICHEDELICHE a DIODI LED per MINILAB..... LX.3009	88

Associato all'USPI
 (Unione stampa
 periodica italiana)





MONITORATE le crepe

Quella che vi proponiamo è la naturale evoluzione della scheda presentata nella rivista N.239. Ampliando il numero di ingressi AD e aggiungendo uscite ed ingressi digitali abbiamo realizzato una scheda USB professionale, che vi permetterà di monitorare le crepe sui muri della vostra abitazione utilizzando un mini pc di ultima generazione. Ma ricordate ... è soltanto una delle tante applicazioni possibili.

La scheda **USB** siglata **LX.1734** che abbiamo pubblicato nella rivista **N.239** ha riscosso grande favore tra i nostri lettori che non si sono limitati alla realizzazione delle applicazioni da noi suggerite, ma si sono cimentati in molte altre, alcune serie, alcune semiserie, altre ... fantastiche.

C'è chi ha trasformato l'**LX.1734** in un fonometro, chi in un misuratore di livello per liquidi, chi in un nivometro, e così via.

Tanto entusiasmo ci ha fatto interrogare sull'opportunità di ampliare la gamma di applicazioni possi-

bili con la nostra interfaccia, integrando il progetto con altri ingressi analogici e digitali e, perchè no, anche con tante uscite digitali.

Per questo motivo, dato che i nostri amici e collaboratori **Alessandro Manigrassi**, **Fabio Nuzzo** e **Luca Giorgi** erano già in possesso dei piani costruttivi della **LX.1734**, li abbiamo invitati ad ampliarne le prestazioni.

Il risultato del loro intervento è una scheda di tipo industriale, che noi abbiamo adattato alle nostre esigenze realizzando l'interfaccia che ora vi proponiamo e che è dotata delle seguenti caratteristiche:

8 ingressi analogici a 12 bit di risoluzione;
8 uscite digitali predisposte per pilotare 4 + 4 relè;
8 ingressi digitali con **isolamento ottico** e, qualora vi necessiti, la possibilità di fornire la tensione dall'esterno per alimentare sensori speciali.

Poichè per la maggior parte delle applicazioni sono richiesti **12 o 24 Volt**, abbiamo utilizzato allo scopo un nostro **alimentatore**, l'**LX.1701** pubblicato nella rivista **N.234** (vedi fig.4), che fornisce dall'esterno la tensione necessaria per eventuali sensori o attenuatori senza andare a "caricare" l'alimentatore del pc.

Abbiamo così incrementato le potenzialità di questa scheda **USB**, grazie anche alla possibilità di sfruttare i mini pc portatili, tanto in voga al giorno d'oggi, che possono essere usati anche in ambito industriale a costi assolutamente accessibili.

Un nostro tecnico che di recente si è interessato all'acquisto del "**LOGO**" PLC della Siemens, si è sorpreso nell'apprenderne il costo: circa 180 euro.

Con qualche euro in più ha comprato un piccolo

notebook con **XP** già installato, lo ha corredato del **Visual Basic 6** (che essendo fuori produzione è disponibile in internet nella versione free), ottenendo un "signor" **PLC** che si adatta alle più svariate esigenze e che permette di vedere i dati di controllo ben chiari sul monitor (ovviamente dipende dal vostro programma...).

Con la nostra scheda **USB** abbinata ad un computer di questo tipo, ormai diffusissimo, potrete soddisfare una gamma vastissima di esigenze.

Non esageriamo affermando che con questa interfaccia potreste anche dare il mangime ai vostri pesci d'acquario standovene seduti a navigare in internet, oppure alzare e abbassare le tapparelle, spegnere o accendere la luce, verificare la temperatura, l'umidità, i campi magnetici, ecc.

Tutte le applicazioni che vi abbiamo prospettato con l'interfaccia **LX.1734** sono infatti perfettamente compatibili con quella che ora vi presentiamo, con la sola particolarità che ora avrete una sola routine di ricezione dall'interfaccia e tanti strumenti di controllo in più da suddividere con un program-

dei muri con l'USB

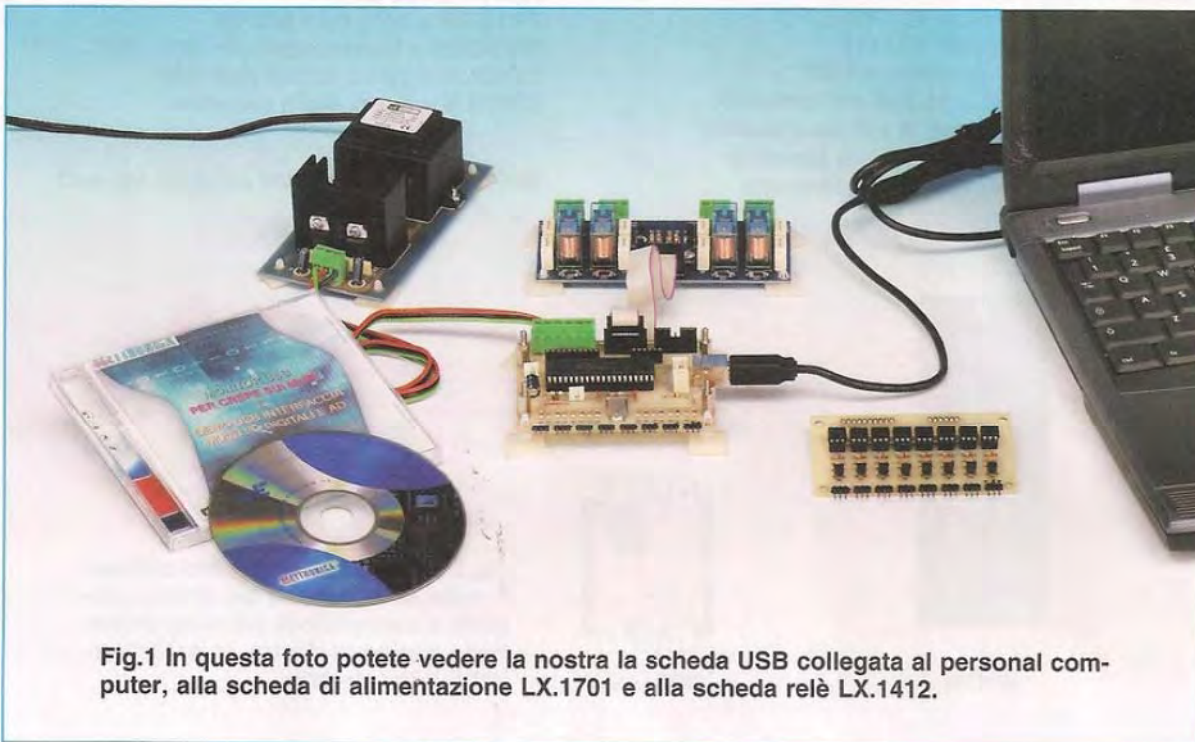


Fig.1 In questa foto potete vedere la nostra la scheda USB collegata al personal computer, alla scheda di alimentazione LX.1701 e alla scheda relè LX.1412.

ELENCO COMPONENTI LX.1741

R1 = 4.700 ohm
 R2 = 470 ohm
 R3 = 10.000 ohm
 R4 = 180 ohm
 R5 = 10.000 ohm
 R6 = 180 ohm
 R7 = 10.000 ohm
 R8 = 180 ohm
 R9 = 10.000 ohm
 R10 = 180 ohm
 R11 = 10.000 ohm
 R12 = 180 ohm
 R13 = 10.000 ohm
 R14 = 180 ohm
 R15 = 10.000 ohm
 R16 = 180 ohm
 R17 = 10.000 ohm
 R18 = 180 ohm
 R19 = 390 ohm
 R20 = 1 megaohm
 R21 = 10.000 ohm
 R22 = 1.500 ohm
 C1 = 100.000 pF poliestere
 C2 = 100.000 pF poliestere
 C3 = 22 pF ceramico
 C4 = 22 pF ceramico
 C5 = 100.000 pF poliestere
 C6 = 1 microF. poliestere
 C7 = 100 microF. elettrolitico
 DL1 = diodo led
 DS1 = diodo 1N4150
 XTAL = quarzo 20 MHz
 IC1 = CPU tipo EP1741
 CONN.1 = connettore USB
 CONN.2 = conn. 5+5 pin maschio
 CONN.3 = conn. 5 + 5 pin maschio
 CONN.A = conn. 10 pin femmina
 CONN.B = conn. 6 pin femmina

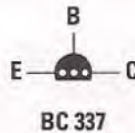
ELENCO COMPONENTI LX.1742

R1 = 10.000 ohm
 R2 = 330 ohm
 R3 = 4.700 ohm
 R4 = 10.000 ohm
 R5 = 10.000 ohm
 R6 = 330 ohm
 R7 = 4.700 ohm
 R8 = 10.000 ohm
 R9 = 10.000 ohm
 R10 = 330 ohm
 R11 = 4.700 ohm
 R12 = 10.000 ohm
 R13 = 10.000 ohm
 R14 = 330 ohm
 R15 = 4.700 ohm
 R16 = 10.000 ohm
 R17 = 10.000 ohm
 R18 = 330 ohm
 R19 = 4.700 ohm
 R20 = 10.000 ohm
 R21 = 10.000 ohm
 R22 = 330 ohm
 R23 = 4.700 ohm
 R24 = 10.000 ohm
 R25 = 10.000 ohm
 R26 = 330 ohm
 R27 = 4.700 ohm
 R28 = 10.000 ohm
 R29 = 10.000 ohm
 R30 = 330 ohm
 R31 = 4.700 ohm
 R32 = 10.000 ohm
 TR1-TR8 = NPN tipo BC.337
 OC1-OC8 = fotoaccoppiatori tipo 4N37
 CONN.A = conn. 10 pin maschio
 CONN.B = conn. 6 pin maschio

Nota: tutte le resistenze sono da 1/8 watt



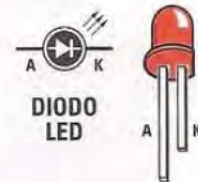
EP 1741



BC 337

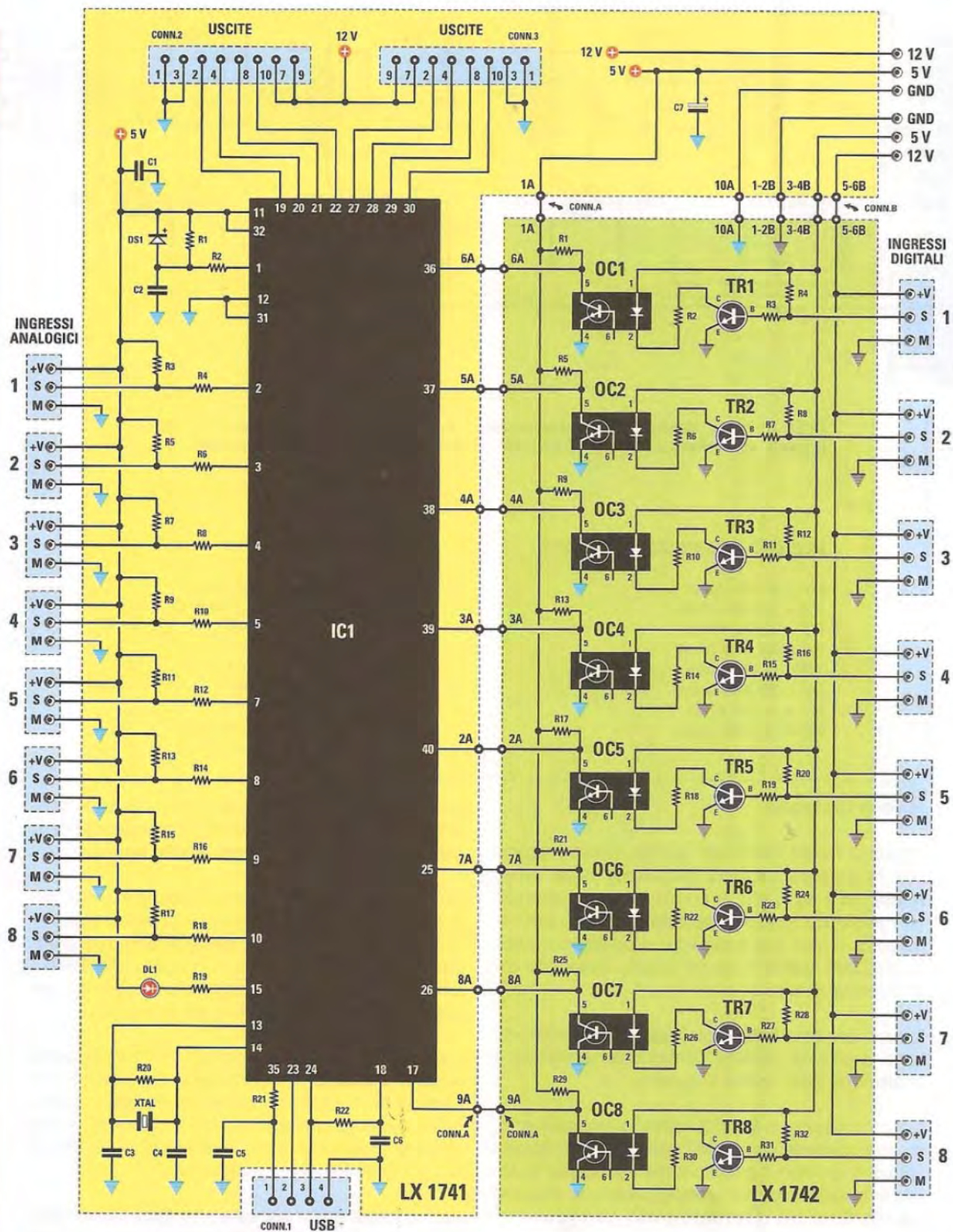


4N35 - 4N37



DIODO LED

Fig.2 Elenco dei componenti utilizzati nella realizzazione del nostro progetto e connessioni dei componenti. Nella pagina di destra, lo schema elettrico del circuito.



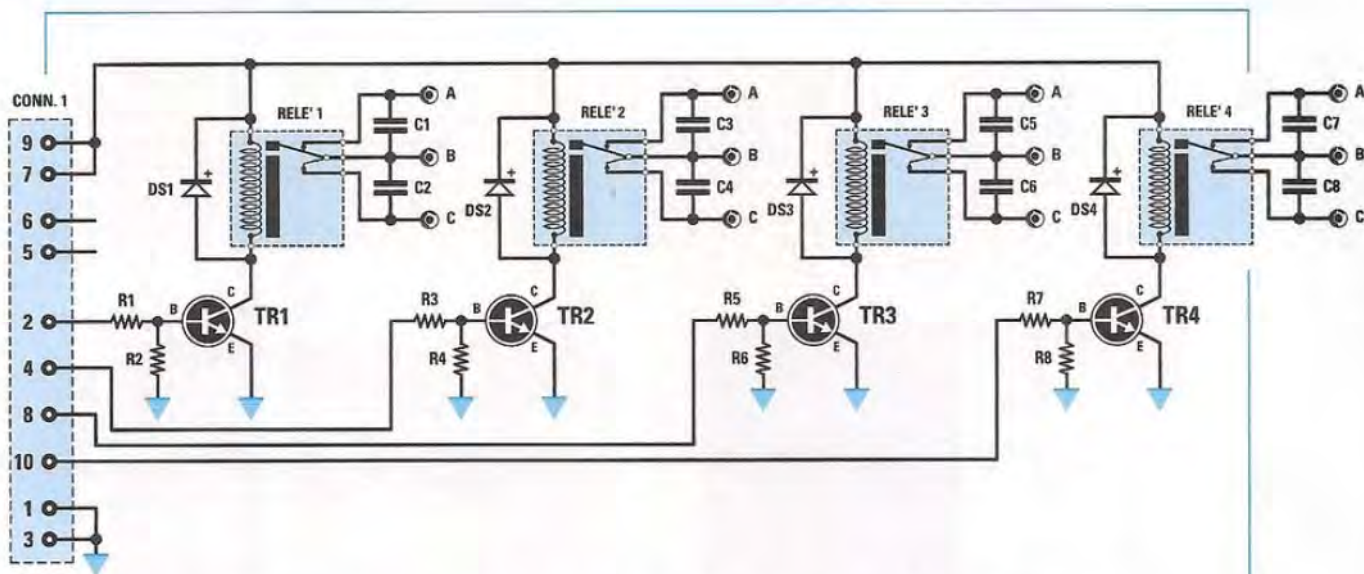


Fig.3 Schema elettrico della scheda relè LX.1412 che viene pilotata da 4 uscite digitali. Per avere 8 relè attivi occorre ovviamente utilizzare due schede.

ELENCO COMPONENTI LX.1412

R1 = 4.700 ohm
 R2 = 39.000 ohm
 R3 = 4.700 ohm
 R4 = 39.000 ohm
 R5 = 4.700 ohm
 R6 = 39.000 ohm
 R7 = 4.700 ohm
 R8 = 39.000 ohm

C1-C8 = 47.000 pF pol. 400 V
 DS1-DS4 = diodi tipo 1N.4007
 TR1 = NPN tipo BC.547
 TR2 = NPN tipo BC.547
 TR3 = NPN tipo BC.547
 TR4 = NPN tipo BC.547
 RELE' 1-4 = relè 12 V
 CONN.1 = connettore 10 poli

ma ben strutturato.

Abbiamo inoltre corredato questo nuovo progetto con la **scheda LX.1412** pubblicata nella rivista **N.200** (vedi fig.3) che si presta bene per ottenere una periferica ergonomica dotata di **relè**, per l'esattezza **4**: con due interfacce si possono pertanto utilizzare tutte le 8 uscite digitali, ottenendo così un totale di **8 relè**.

Grazie alla flessibilità e modularità che caratterizzano la scheda, potrete "configurarla" a piacere e in funzione delle vostre esigenze.

Noi proponiamo, a titolo di esempio, un'applicazione che contiene un "demo" ricco di piccoli oggetti virtuali e un vero e proprio apparecchio per la salute e la sicurezza, più precisamente una stazione per monitorare lo stato delle crepe sui muri.

A questo proposito ricordiamo ai nostri lettori più

giovani che Nuova Elettronica è sempre stata sensibile alla messa a punto di apparecchiature per la rilevazione di eventi meteorologici e sismici.

Ricordiamo, fra tutte, la nostra stazione sismica dalle caratteristiche professionali, in grado di registrare in tempo reale terremoti che si verificano a grandissima distanza dal luogo in cui sono installate. L'unico limite di tali apparecchi è che "mettono per iscritto" la tragedia quando è già compiuta.

L'applicazione che vi proponiamo in questa occasione è particolarmente interessante, perchè permette di tenere sotto controllo ben 8 crepe contemporaneamente che considerate "importanti" e che destano qualche preoccupazione per la stabilità e sicurezza della vostra abitazione.

Anche senza dover pensare all'evento catastrofico di un terremoto, sono molte le condizioni che possono provocare il dissesto delle strutture murarie

che vengono evidenziati da crepe e fessurazioni: è il caso, ad esempio, di case costruite su terreni alluvionali tendenti a ritirarsi o a espandersi in base alle condizioni climatiche, siccità o umidità.

Nelle pareti in cui non sono presenti ferri o strutture leganti, queste sollecitazioni provocano l'apertura di crepe che, con il passare del tempo, si allargano passando da 1 mm, a 2 mm, a 3 e così via.

Anche se questo processo è visibile ad occhio nudo, acquisisce particolare interesse seguirne l'**andamento nel tempo** per mezzo di sensori che inviano i dati rilevati ad un computer, che li memorizza e li elabora fornendone l'evoluzione nel tempo.

Un progressivo incremento del fenomeno deve comunque convincervi della necessità di prevenire conseguenze spiacevoli e di chiedere la consulenza di un geometra o di un architetto di fiducia per un'indagine più accurata.

SCHEMA ELETTRICO

Tutto il circuito si basa sul microcontrollore della Microchip, **pic 18F4553**, che ci mette a disposizione non solo **8 ingressi e 8 uscite digitali**, ma anche **8 ingressi analogici a 12 bit** di risoluzione.

Come potete notare osservando lo schema elettri-

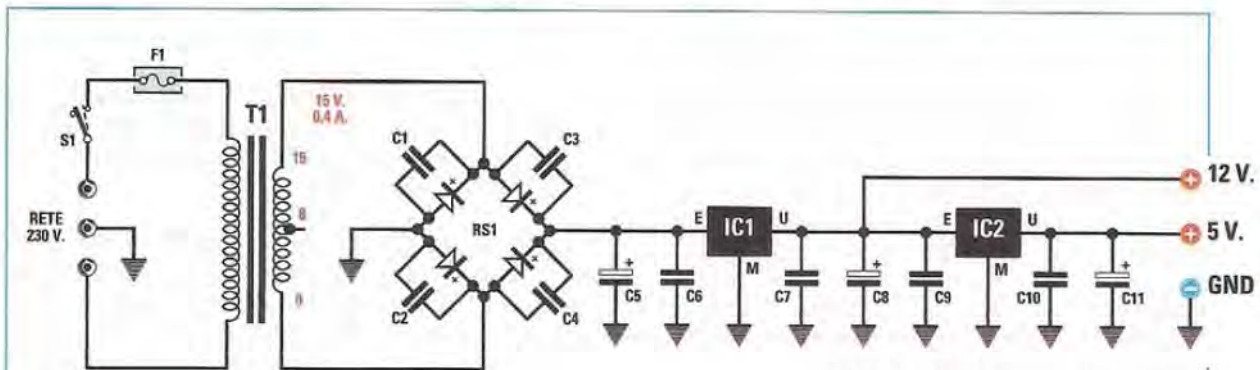


Fig.4 Per questa applicazione abbiamo utilizzato uno dei nostri tanti alimentatori, in particolare l'LX.1701, corredato dell'elenco componenti.



L 7805



L 7812

ELENCO COMPONENTI LX.1701

C1 = 10.000 pF ceramico
 C2 = 10.000 pF ceramico
 C3 = 10.000 pF ceramico
 C4 = 10.000 pF ceramico
 C5 = 1.000 microF. elettrolitico
 C6 = 100.000 pF poliestere
 C7 = 100.000 pF poliestere
 C8 = 100 microF. elettrolitico

C9 = 100.000 pF poliestere
 C10 = 100.000 pF poliestere
 C11 = 100 microF. elettrolitico
 IC1 = integrato tipo L.7812
 IC2 = integrato tipo L.7805
 RS1 = ponte raddrizz. 100 V 1 A
 T1 = trasform. 6 watt (T006.02)
 sec. 8-15 V 0,4 A
 F1 = fusibili 1 A
 S1 = interruttore

co in fig.2, abbiamo inserito negli ingressi dei **fotoaccoppiatori OC1 - OC8** per disaccoppiare gli ingressi digitali in modo da renderli completamente isolati galvanicamente dalla massa del pc utilizzato ed operare così in completa sicurezza.

Per ogni sensore che applicherete in ingresso è disponibile una tensione di alimentazione, una massa e un ingresso digitale.

Per ogni ingresso analogico è disponibile una alimentazione a **+5 Volt** per alimentare un eventuale sensore oltre che la massa e ovviamente l'ingresso analogico.

E' pertanto possibile utilizzare un normale **cavetto schermato a due fili + calza** per collegare un qualsiasi sensore al circuito.

Le uscite vanno direttamente ai due connettori che sono stati adattati per accogliere la piattina della **scheda relè** siglata **LX.1412** (vedi fig.3) nata per il radiocomando a **4 o 2 canali LX.1409** pubblicato nella rivista **N.200** (vi rammentiamo che questo radiocomando è certificato **CE** per cui potete usarlo molto bene anche in tutte le condizioni di mobilità limitata).

Nota: come vi abbiamo anticipato, è prevista la possibilità di collegare **2 schede relè LX.1412** alla scheda interfaccia **USB LX.1741**.

Il comando che arriva dal microcontrollore **IC1** farà entrare in conduzione il transistor che alimenta la bobina del relè, facendolo eccitare oppure lo disecerà tramite l'interdizione del transistor.

L'ingresso **USB**, come già saprete, ha **4** contatti di cui due sono i dati denominati **D+** e **D-**, il terzo è il contatto che porta i **5 Volt** e il quarto la **massa**.

Nota: a chi desiderasse informazioni approfondite riguardo la **configurazione della porta USB** consigliamo la lettura dell'articolo "**Scheda USB per 1.000 applicazioni**" pubblicato nella rivista **N.239**.

In questo caso abbiamo preferito alimentare la scheda e le interfacce con un alimentatore "autonomo", in modo da non "sovraccaricare" l'alimentatore del pc, evitando così le limitazioni dovute al fatto che quest'ultimo non può erogare correnti elevate.

L'**alimentatore** è molto semplice (vedi fig.4) ed è costituito dal solito trasformatore riduttore seguito dal ponte raddrizzatore a cui sono collegati dei condensatori (da **C1** a **C4**) in modo da ridurre i disturbi dei commutazione generati durante il normale funzionamento, un condensatore di livellamento (vedi **C5**) e due integrati stabilizzatori (vedi **IC1-IC2**) che, applicati su una adeguata aletta di raf-

freddamento, completano il tutto fornendo le due tensioni di **+5/+12 Volt** perfettamente stabilizzate.

REALIZZAZIONE PRATICA

Il circuito che abbiamo realizzato è di dimensioni contenute per far sì che possa essere inserito agevolmente all'interno di una qualsiasi scatola industriale a tenuta stagna.

Iniziate a montare i componenti sulla scheda base **LX.1741** procedendo dapprima con le resistenze da **R1** a **R22** e poi con il quarzo **XTAL** (vedi fig.5).

Vi raccomandiamo di fissare con una goccia di stagno il quarzo **XTAL** sullo stampato dopo averlo "sdraiato" sulla sua superficie.

Attenzione a non usare troppo stagno nella fase di saldatura dei componenti.

Abituatevi a tenere sempre a portata di mano una spugna imbevuta d'acqua per mantenere pulita la punta del saldatore: per farlo basterà infatti "strisciare" quest'ultima sulla spugna.

Quindi ponete il filo di stagno alla base del reoforo ed avvicinate la punta del saldatore pulita e ben calda: non appena lo stagno fonderà sopra il reoforo, allontanate lo stagno e contate mentalmente "**1001-1002-1003**" (esattamente 3 secondi), dopodiché allontanate anche la punta del saldatore.

Inserite quindi i condensatori ceramici e poliesteri e, da ultimo, il condensatore elettrolitico polarizzato **C7** ponendolo in posizione orizzontale rispetto al circuito stampato (vedi fig.5).

Vi rimane da inserire il led **DL1** che serve per verificare l'"enumerazione": a tal proposito vi raccomandiamo di piegare ad **L** i terminali **K** (Catodo) e **A** (Anodo) del diodo prima di saldarne le estremità sulle apposite piazzole (vedi fig.5).

Nota: l'enumerazione è la fase in cui la scheda **USB** viene riconosciuta dal computer per la sua funzionalità.

Se siete interessati all'argomento vi rimandiamo alla lettura dell'articolo "**una scheda USB per 1.000 applicazioni**" pubblicato nella rivista **N.239**.

Ora inserite lo zoccolo per il microprocessore e il connettore speciale per **USB** (vedi **CONN1** a destra in fig.5).

Montate quindi i due connettori **CONN2** e **CONN3** per le uscite digitali atte a pilotare la scheda relè **LX.1412** e i due morsetti destinati al collegamento con le varie alimentazioni.

Da ultimo, montate gli **8** tripli connettori per porta-

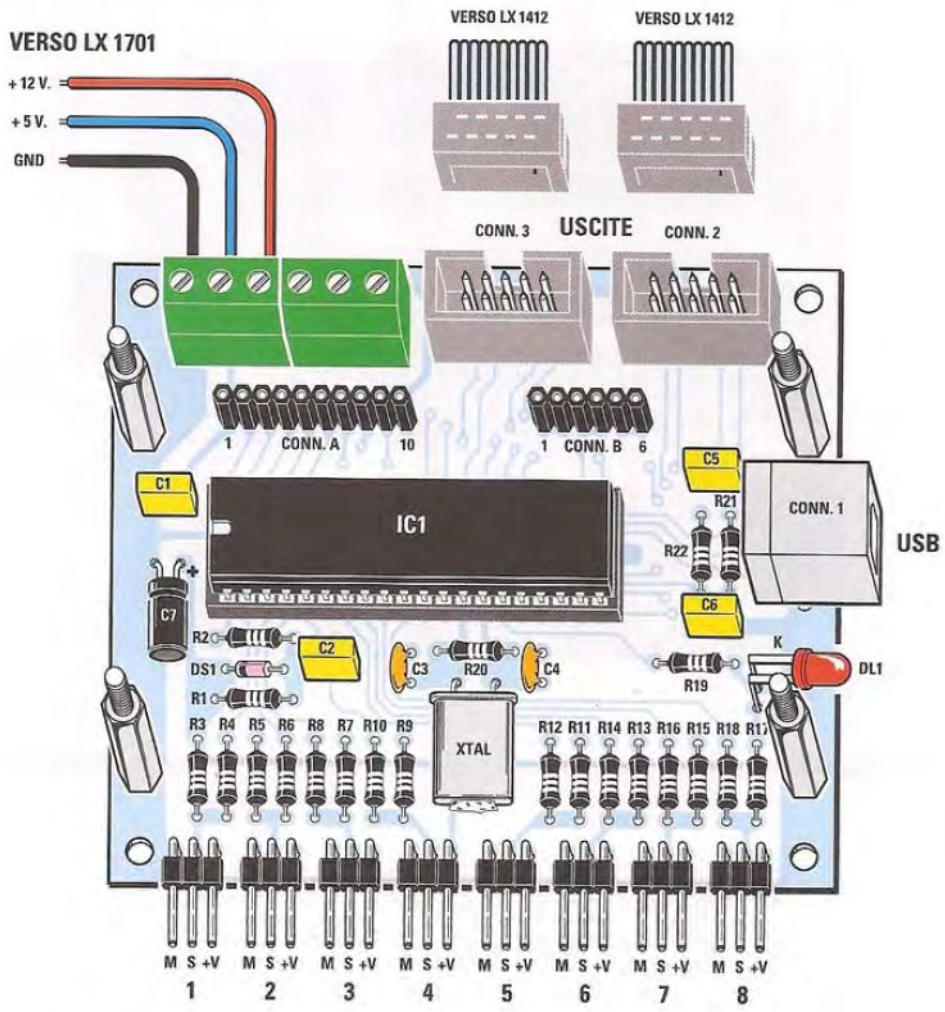


Fig.5 Schema pratico di montaggio della scheda base LX.1741. Per testare gli ingressi analogici potete inserire il segnale (max. 5 Volt) S e M. Se, invece, non utilizzate l'ingresso, vi consigliamo di inserire le resistenze di PULL-UP (da R3 a R17).

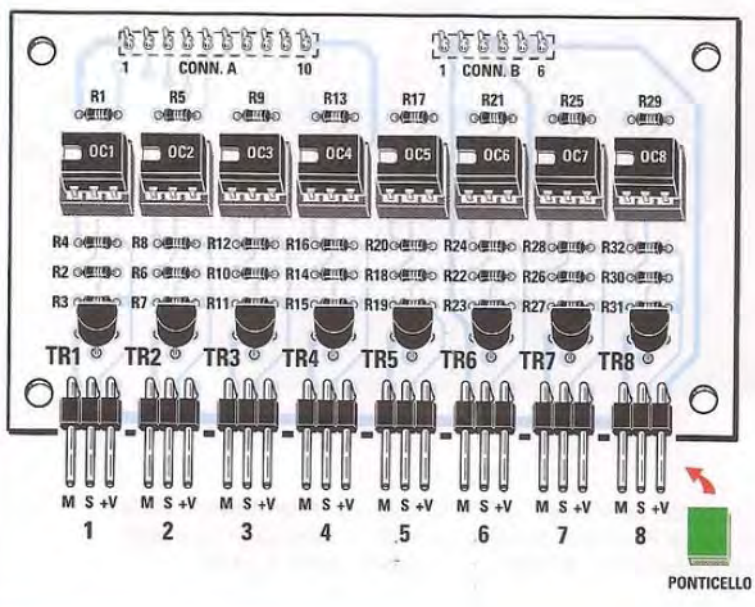


Fig.6 Schema pratico di montaggio dell'LX.1742. Per testare gli ingressi digitali potete inserire un ponticello tra S e +V. Un deviatore può simulare bene un ingresso in fase di test.

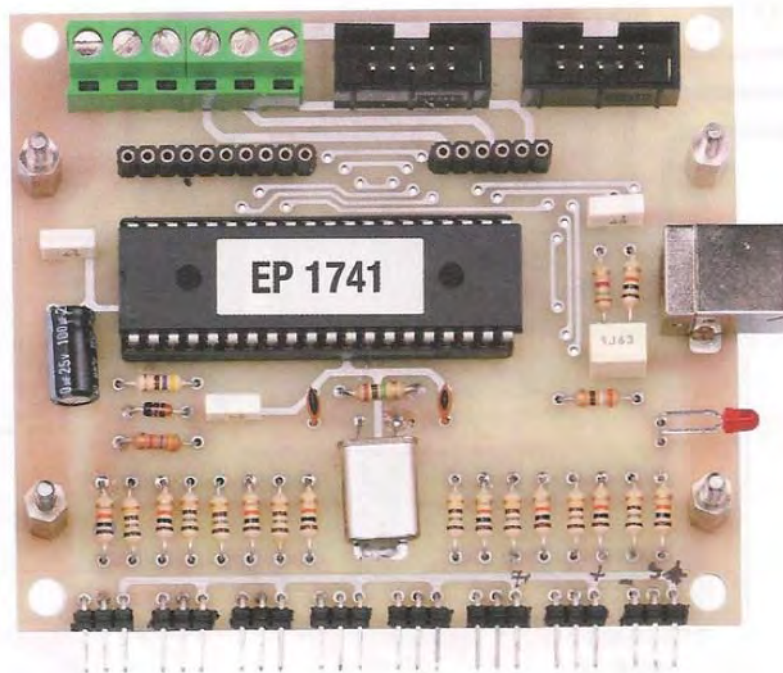


Fig.7 Foto della scheda base LX.1741 come si presenta a montaggio ultimato.

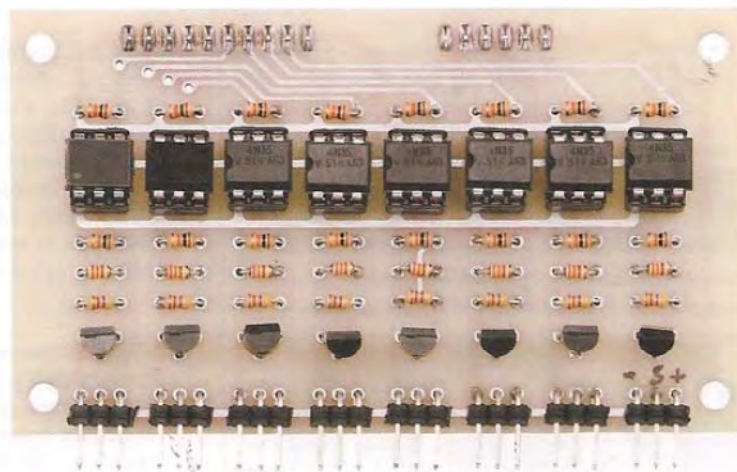


Fig.8 In questa foto è riprodotta la scheda LX.1742 che dovreste fissare sulla scheda base LX.1741 così come illustrato in fig.12 prima di eseguire il collegamento con il circuito di alimentazione LX.1701 e le schede relè LX.1412.

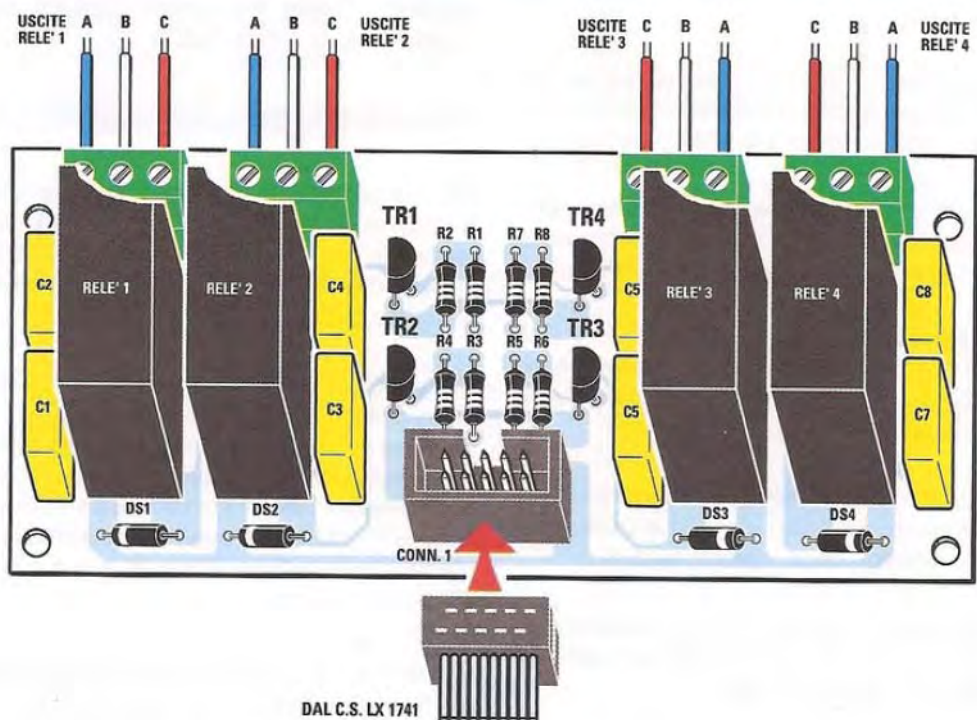


Fig.9 Schema pratico di montaggio della scheda relè LX.1412. Le uscite a relè alzano la qualità dell'interfaccia, garantendo un isolamento galvanico rispetto la scheda e il pc. Inoltre, nel punto comune B è possibile applicare qualsiasi tensione anche alternata fino a ben 3 Ampere carico.

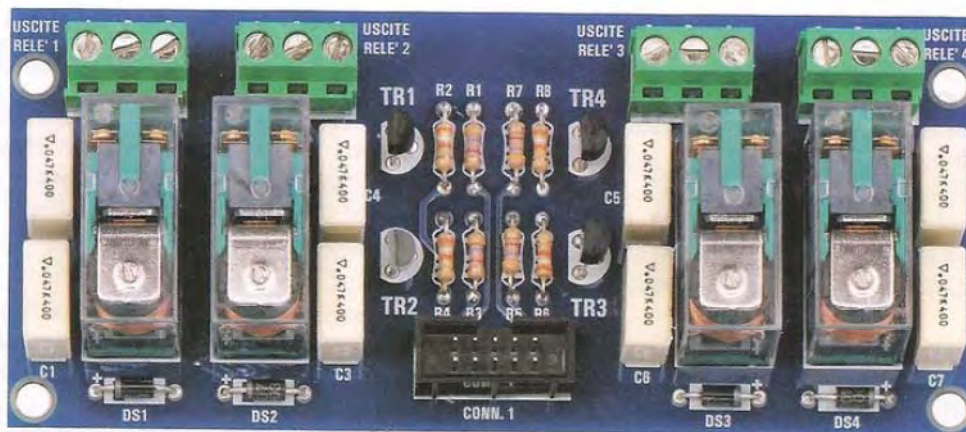


Fig.10 Il connettore che collega la scheda relè all'interfaccia USB ha la chiave di inserimento, per cui soltanto forzando è possibile invertire il senso di inserimento. Il collegamento con l'utilizzatore è realizzato per mezzo di pratici morsetti.

re i segnali analogici al micro e alimentare il sensore direttamente.

Dopo aver saldato e tagliato i residui dei reofori, potete passare alla seconda interfaccia dedicata agli 8 ingressi digitali siglata **LX.1742** (vedi fig.6).

Per realizzare una scheda piccola abbiamo usato resistenze da **1/8 Watt**, che dovrete inserire nelle posizioni ad esse assegnate dalla serigrafia.

Saldate e tagliate i reofori in eccesso. Inserite poi i transistor (da **TR1** a **TR8**) disponendoli in modo che il lato piatto del loro corpo sia rivolto verso l'alto (vedi fig.6).

Sarà poi la volta degli zoccoli in cui andranno alloggiati gli 8 fotoaccoppiatori, da **OC1** e **OC8**, e degli 8 i tripli connettori degli ingressi digitali.

Saldatene i terminali sull'altra faccia dello stampato ed inserite il connettori **A** e **B** che servono per portare i segnali digitali alla **CPU**.

La SCHEDA RELE'

In fig.9 abbiamo riprodotto lo schema pratico dello stadio relè **LX.1412** che utilizza 4 relè e che abbiamo pubblicato nella rivista N.200.

La sua realizzazione pratica non presenta particolari difficoltà, ma per chi non fosse in possesso della rivista arretrata, ne descriviamo sinteticamente le fasi più significative.

Iniziate il montaggio inserendo il connettore **CONN.1**, rivolgendo la sua finestra di riferimento verso le resistenze, che monterete subito dopo sul circuito stampato.

Procedete montando i diodi **DS1-DS2**, rivolgendo verso sinistra la fascia bianca presente sul loro corpo e i diodi **DS3-DS4** rivolgendola invece verso destra.

Completate questa fase saldando sullo stampato i condensatori poliestere e i quattro transistor, rivolgendo verso sinistra il lato piatto del loro corpo.

Inserite infine i quattro relè e le morsettiere d'uscita a 3 poli.

Nota: il circuito **LX.1412** è consigliato per applicazioni che prevedono l'utilizzo di 4 + 4 relè per atti-

vare qualsiasi periferica che sia galvanicamente separata. Potete approfondire questo argomento consultando la rivista N.200.

L'ALIMENTATORE

Per l'alimentazione di questo progetto abbiamo utilizzato lo stadio alimentatore **LX.1701** (vedi fig.4), realizzato per il nostro **Generatore DDS** pubblicato nella rivista N.234, in grado di fornire le tensioni stabilizzate di **12** e di **5 Volt**.

Come potete notare osservando la fig.11 si tratta di un circuito molto semplice.

La parte più complessa consiste infatti nel fissare i due stabilizzatori **IC1-IC2** sull'aletta, inserendone poi i terminali nei fori presenti sullo stampato e saldandoli in modo tale che l'aletta aderisca perfettamente a quest'ultimo: fissatela quindi con un po' di silicone o collante.

Inserite quindi i condensatori ceramici, poliestere e gli elettrolitici, rispettandone la polarità, e il ponte raddrizzatore in modo che il lato del suo corpo contrassegnato dal + sia rivolto verso il basso (vedi fig.11).

Innestate il trasformatore nei fori predisposti sullo stampato e serratelo con le viti in dotazione, e montate i connettori a morsetto per il collegamento con i cavi a **230 Volt**, il fusibile di sicurezza volante **F1**, l'interruttore **S1** e per le due tensioni di servizio **12** e **5 Volt** e **massa**.

Il contenitore

Nel kit forniamo dei piedini autoadesivi sui quali potrete collocare temporaneamente lo stampato del rilevatore, così da avere tutto a portata di mano per eseguire le vostre prove senza rischiare di provocare dei cortocircuiti.

Quando avrete trovato l'idea definitiva, potrete scegliere il più adatto tra i tanti contenitori che potete trovare nel nostro sito facendo una semplice ricerca.

Digitate su qualsiasi browser per Internet il nostro indirizzo:

www.nuovaelettronica.it

poi cliccate su "Ecommerce" ed infine "RicercaKit".

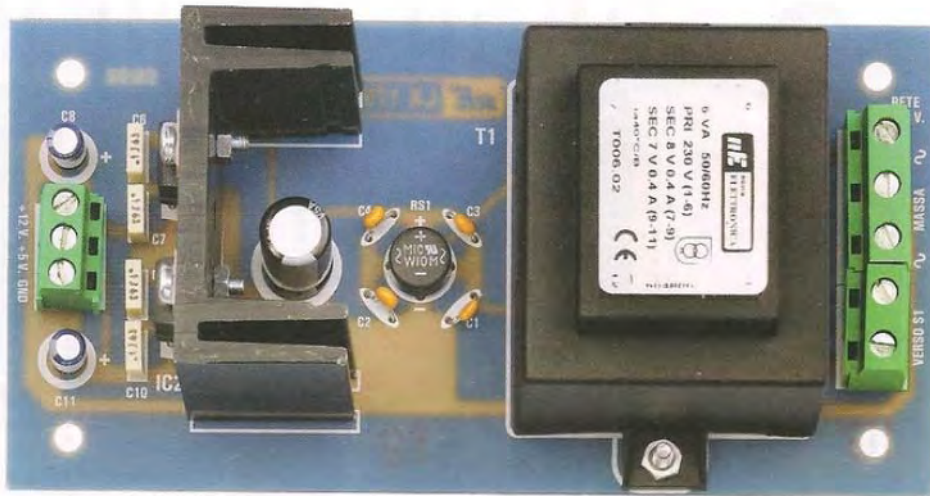
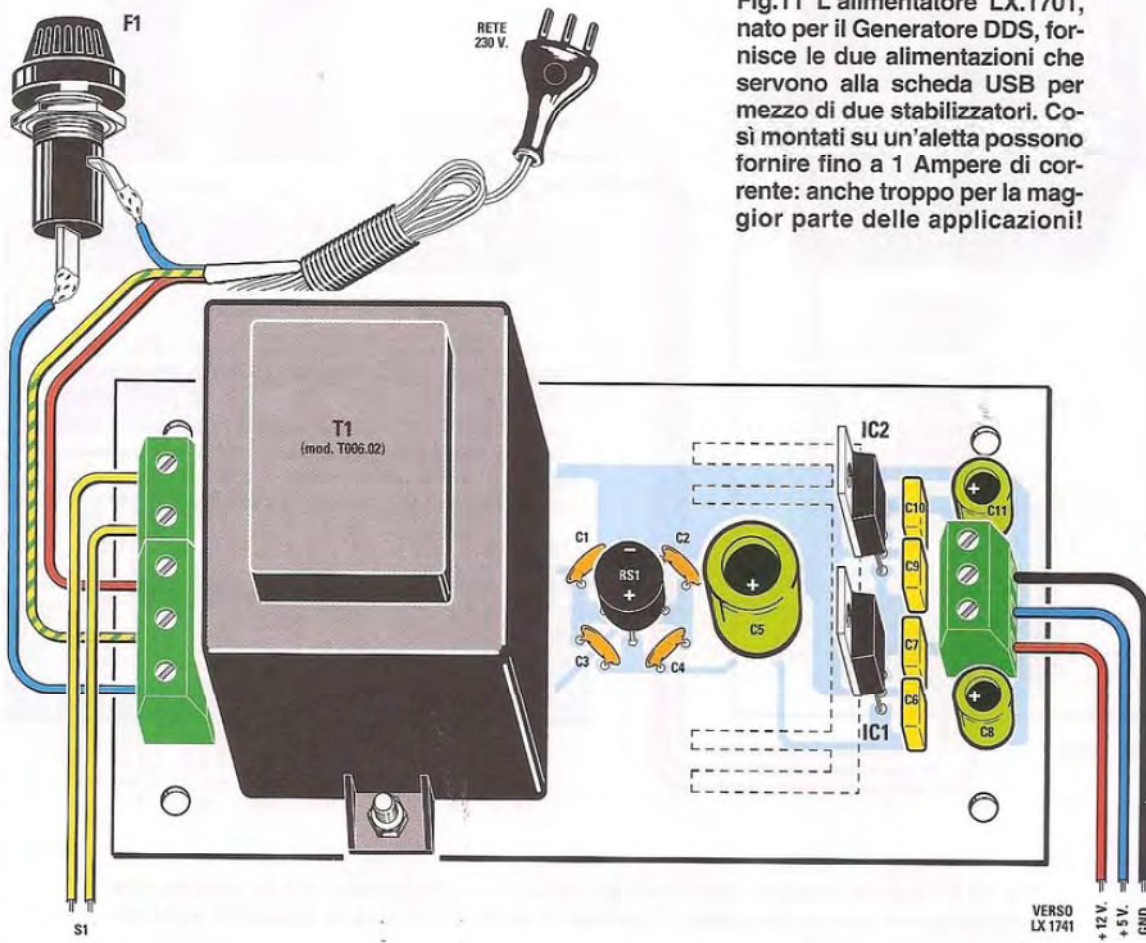


Fig.11 L'alimentatore LX.1701, nato per il Generatore DDS, fornisce le due alimentazioni che servono alla scheda USB per mezzo di due stabilizzatori. Così montati su un'alletta possono fornire fino a 1 Ampere di corrente: anche troppo per la maggior parte delle applicazioni!



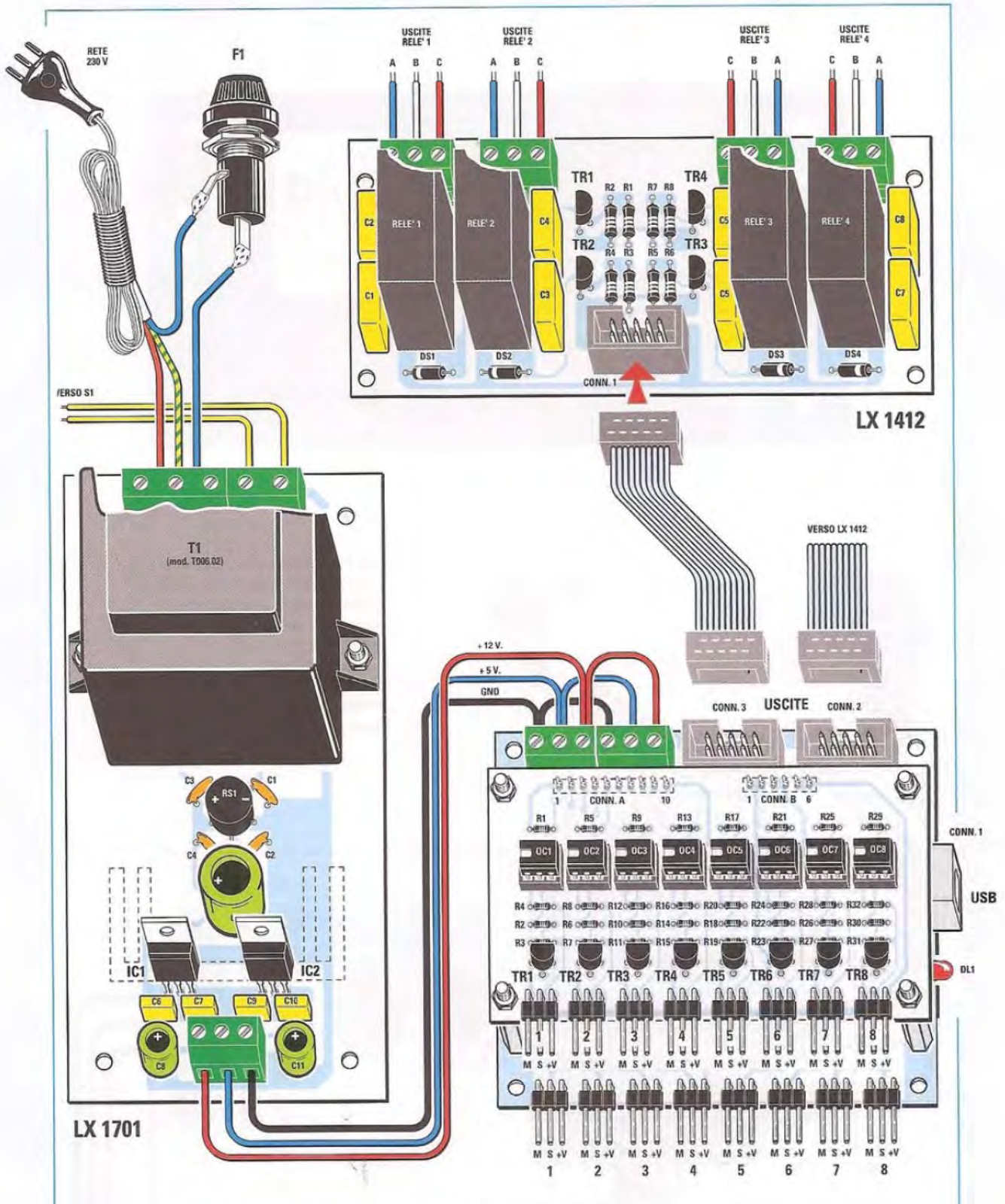


Fig.12 In questo disegno sono ben evidenziati i collegamenti tra le schede che compongono questo progetto. Il fusibile in serie determina la massima sicurezza in caso di guasto.

SOFTWARE del DEMO

L'interfaccia USB **LX.1734** pubblicata nella rivista **N.239** per il suo funzionamento necessitava di **driver** specifici.

Anche questa interfaccia utilizza dei driver specifici e poiché l'autore dell'hardware è sempre lo stesso, chi ha acquistato l'**LX.1734** e ne ha installato i relativi driver potrà ora continuare ad utilizzarli tranquillamente.

Per coloro che invece vedono questa scheda per la prima volta ricordiamo che nel CDRom siglato **CDR1741** sono presenti tre cartelle denominate:

driverCCS contenente i driver che servono ad allineare il computer con l'interfaccia USB;

pacchetto contenente il programma dimostrativo da installare sul pc.

sorgente per coloro che vogliono modificare il programma per esigenze o applicazioni personali diverse da quelle da noi proposte.

Come INSTALLARE i DRIVER

Per installare i driver dovete inserire il CDRom **CDR1741** nel lettore del vostro pc dotato di software **XP home edition** o **XP professional**.

Innestate poi il cavo **USB** collegato alla scheda interfaccia in una delle porte libere del pc e si aprirà la finestra riprodotta in fig.16; rispondete affermativamente fino a quando vi comparirà la schermata di "fine installazione", quindi chiudete la form.

Vi consigliamo di staccare l'USB e di riavviare il computer.

Riacendetelo e ricollegate l'USB: dovrete ascoltare un **suono** che vi avverte che tutto è allineato. Se desiderate accertarvi subito che l'interfaccia comunichi correttamente, potete usare il programma **iperTERMINAL**, disponibile in **Windows XP**, semplicemente associando alla **COM** del vostro pc il numero di **COM** che viene associato dalla USB.

Lanciate **iperTERMINAL** e vedrete scorrere tutti gli ingressi **AD** e **D** con il loro stato logico attuale.

A questo punto potete procedere all'installazione del programma.

Nota: per conoscere il numero di **COM** andate alla directory **pannello di controllo**, selezionate in

successione le opzioni **Sistema, Hardware e Seriale**: vi comparirà "**COM5 o 6**", informazione che dovrete inserire nei futuri applicativi dell'interfaccia USB.

Come installare il programma DEMO "Monitorate le crepe dei muri"

Selezionate la cartella **pacchetto** del **CDR1741** (vedi fig.16), cliccate su **Setup** e procedete rispondendo **Ok** fino a fine installazione.

Per lanciare il programma relativo alla nostra applicazione destinata a monitorare le crepe nei muri, selezionate **Programmi** e, nell'elenco che si visualizzerà, cliccate su **USBPLCCom.exe**.

Si aprirà la videata riprodotta in fig.18, nella quale potete notare in alto la finestra "**Seriale da usare**" relativa alla selezione della porta **COM**, una finestra più grande nella quale vengono visualizzate le "**Letture eseguite**" dalla USB, **8 led azzurri** che testano gli ingressi digitali "Acceso" o "Spento" e, a destra, una **tabella** a 2 colonne di 8 dati in cui vengono visualizzati in tempo reale i **valori rilevati** in **codice binario** (0-4096) e in **Volt** secondo il rapporto:

$$\text{Volt} = (5 \times \text{nbit da USB}) / 4096$$

Ricordiamo che gli ingressi analogici digitali sono a **12 bit** e quindi il numero binario massimo è **4096**. La minima risoluzione teorica in **Volt** che si può leggere si calcola nel modo seguente:

$$\text{Volt} = (5 \times 1\text{bit}) / 4096 = 0.0012207$$

Nella videata riprodotta in fig.18 e seguenti sono visibili anche dei microinterruttori virtuali, grazie ai quali è possibile attivare o disattivare i relè proposti come uscite (vedi **scheda relè LX.1412** in fig.3).

Come prima operazione dovete selezionare la porta **COM** e, di seguito, cliccate sull'opzione "**Apri seriale**" (vedi fig.20).

Nella finestra "**Letture eseguite**" verranno subito visualizzati i valori degli ingressi digitali e degli ingressi analogici e lo stato delle uscite.

Se desiderate salvare i dati nel pc, spuntate l'opzione **Salva Dati** e spostate lo slider su un tempo variabile da **1 a 10 secondi**.

Nota: naturalmente con opportune modifiche potrete far corrispondere il tempo della rilevazione alla data e ora del vostro computer, operazione che potrete compiere agevolmente avendo a disposizione il sorgente del programma.

Per **testare** uno qualsiasi degli 8 ingressi digitali nella vostra scheda **USB LX.1742** procedete cortocircuitando per mezzo di un ponticello il **centrale** del suo connettore contraddistinto dalla lettera **S** (Segnale) con il **+5 Volt** (vedi fig.6): vedrete accendersi il led virtuale corrispondente (vedi fig.20). Spostate il ponticello in un altro ingresso e vedrete lo stesso effetto sul led corrispondente (vedi fig.21).

Per **testare** una qualsiasi delle 8 uscite, collegate una o due interfacce relè **LX.1412** (vedi fig.12) e col mouse cliccate sopra i **deep** spostandoli su o giù (vedi fig.22). Sentirete i relè "cliccare" meccanicamente senza problemi.

Se ora desiderate passare alla fase di monitoraggio vero e proprio delle crepe presenti in un muro, dovrete cliccare sull'opzione "**Misura**" del menu presente in alto per far apparire la finestra riprodotta in fig.23.

Nella casella di sinistra apparirà in tempo reale la misura rilevata dal sensore, che nel nostro esempio è di circa 45 mm.

i nostri sensori economici

Quelli che vi proponiamo sono dei **sensori** economici formati da **slider** da **10 K lineari** (ricordate che negli slider la lettera B sta per "lineare", mentre nei potenziometri rotativi sta per "logaritmo"), una semplice **vite** lunga 40 mm avvitata in uno dei due fori filettati e un **cursore** come "strumento" di misura.

Per procedere alla misura di una crepa, vi consigliamo di praticare ai lati di essa due piccoli fori del diametro di 5 mm, inserendo in uno la vite di fermo e nell'altro il cursore mobile (vedi figg.14-15).

Inserite i cavi dei sensori negli appositi **connettori** a **3 pin** presenti sulla **scheda interfaccia USB LX.1741** e vedrete apparire sulla form i **valori** dell'apertura dei vari slider in tempo reale: naturalmente per rendere il tutto più realistico abbiamo costruito un'animazione (vedi fig.24) che evidenzia l'andamento di ciascuna crepa sottoposta a monitoraggio spuntando le varie opzioni: crepa1, crepa 2, ecc.

Con i nostri slider possiamo verificare crepe fino ad una larghezza massima di 45 mm.

Naturalmente il grande pregio dell'USB è quello di poter innestare l'interfaccia a "**CALDO**".

Salvate i dati, staccate il pc dall'interfaccia e dopo qualche giorno ricollegate l'interfaccia, salvando nuovamente i dati rilevati e confrontandoli con

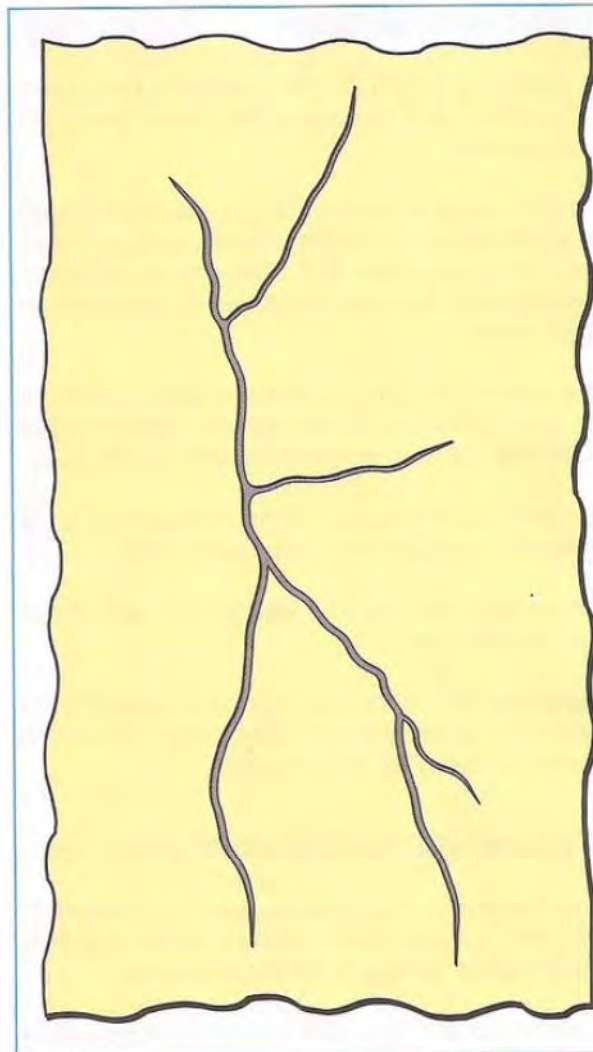


Fig.13 Una crepa sul muro può non significare nulla, oppure può essere il preludio di un malessere più grave della casa che va curato: vi sono infatti case costruite su terreni alluvionali o su terreni di riporto che non hanno subito negli anni il dovuto compattamento. Ciò le espone a sollecitazioni che possono provocare crepe più o meno importanti sulle quali è bene vigilare.

quelli rilevati nel corso della lettura precedente.

I files sono contraddistinti da un nome composto dalla **data** (corrispondente al giorno, mese, anno della rilevazione) seguita dalla desinenza **txt**: ad esempio: **data 6-4-2009.txt**.

Tali files possono essere letti con qualsiasi editor di testo, essendo scritti in puro ascii senza nessuna formattazione.

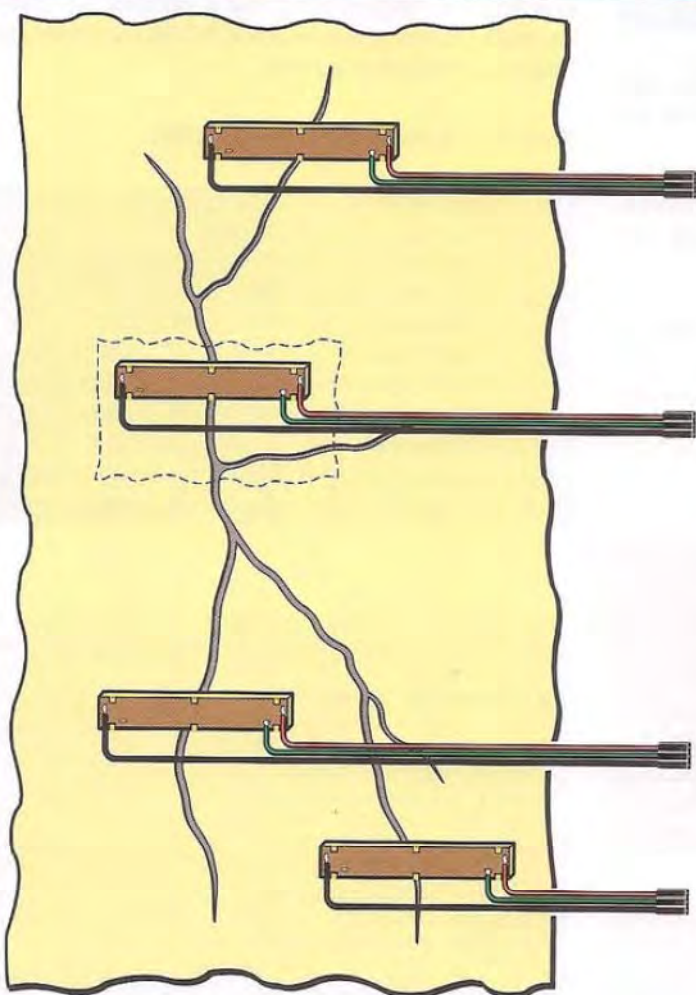
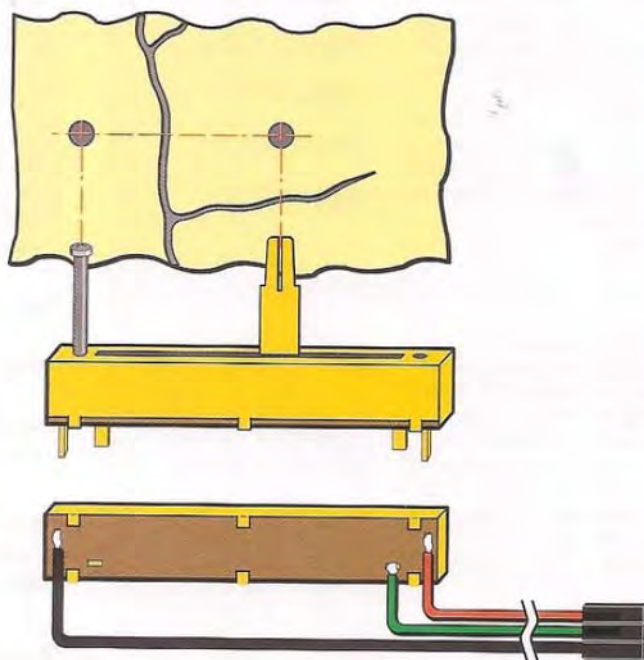


Fig.14 Per i nostri rilevamenti abbiamo utilizzato dei sensori realizzati con dei semplici slider. Naturalmente nel caso di crepe superiori ai 45 mm occorre cambiare sensore.

Fig.15 Per utilizzare uno slider come sensore dovete praticare nel muro due fori di diametro maggiore rispetto a quello del suo cursore: uno per lato della crepa. Oppure con un po' di gesso potete fissare due tubetti di diametro adeguato in cui inserire il cursore e la vite.



Qualche informazione in più

Le schede interfaccia **LX.1741-LX.1742** sono perfettamente compatibili con i software realizzati per la precedente **LX.1734**.

Potete quindi collegare senza problemi la LX.1741 e lanciare, ad esempio, il programma del termometro o dell'UVA/B senza che si verifichi alcun problema di funzionamento.

A questo punto dobbiamo fare due o tre sottolineature riguardo i dati forniti dalla scheda.

I vari ingressi digitali si testano nel modo seguente:

Tabella N.1 INGRESSI DIGITALI

Aperto	Chiuso
ingresso RC2A	ingresso RC2C
ingresso RB3A	ingresso RB3C
ingresso RB4A	ingresso RB4C
ingresso RB5A	ingresso RB5C
ingresso RB6A	ingresso RB6C
ingresso RB7A	ingresso RB7C
ingresso RC6A	ingresso RC6C
ingresso RC7A	ingresso RC7C

```

'-----INPUT ----- APERTO-----
If InStr(codice$, "RB") Then
Select Case InStr(codice$, "RB")
Case InStr(codice$, "RB3A")
Image1.Picture = ImageList1.ListImages(1).Picture
Case InStr(codice$, "RB4A")
Image2.Picture = ImageList1.ListImages(1).Picture
Case InStr(codice$, "RB5A")
Image3.Picture = ImageList1.ListImages(1).Picture
Case InStr(codice$, "RB6A")
Image4.Picture = ImageList1.ListImages(1).Picture
Case InStr(codice$, "RB7A")
Image5.Picture = ImageList1.ListImages(1).Picture
End Select
End If

'-----INPUT CHIUSI -----
If InStr(codice$, "RC") Then
Select Case InStr(codice$, "RC")
Case InStr(codice$, "RC6C")
Image6.Picture = ImageList1.ListImages(2).Picture
Case InStr(codice$, "RC7C")
Image7.Picture = ImageList1.ListImages(2).Picture
Case InStr(codice$, "RC2C")
Image8.Picture = ImageList1.ListImages(2).Picture
End Select
End If

```

Se il codice inviato dalla USB è, ad esempio, **RC6C**

significa che l'ingresso digitale è **chiuso**; se, invece, dalla USB ci arriva il codice **RC6A** vuol dire che l'ingresso digitale è **aperto**.

Tabella N.2 INGRESSI ANALOGICI

Ingresso	Valore
ADRA0	0...4.096
ADRA1	0...4.096
ADRA2	0...4.096
ADRA3	0...4.096
ADRA5	0...4.096
ADRAE0	0...4.096
ADRAE1	0...4.096
ADRAE2	0...4.096
TEMP	0...4.096

```

-----
If InStr(codice$, "ADRA") Then

Select Case InStr(codice$, "ADRA")
Case InStr(codice$, "ADRA0=")
crepa(1) = ascnúmero(codice$)
Text1.Text = crepa(1)
Case InStr(codice$, "ADRA1=")
crepa(2) = ascnúmero(codice$)
Text2.Text = crepa(2)
Case InStr(codice$, "ADRA2=")
crepa(3) = ascnúmero(codice$)
Text3.Text = crepa(3)
Case InStr(codice$, "ADRA3=")
crepa(4) = ascnúmero(codice$)
Text4.Text = crepa(4)
Case InStr(codice$, "ADRA5=")
crepa(5) = ascnúmero(codice$)
Text5.Text = crepa(5)
End Select
End If

```

Come potete notare, nella variabile:

crepa(5) = ascnúmero (codice\$)

inseriamo il valore digitale compreso nella stringa codice\$ (ad esempio **"ADRA5 = 2034"**).

Una funzione chiamata **ascnúmero** andrà a togliere i caratteri diversi dal numero digitale e a memorizzarli nella variabile indicizzata **crepa(5)**.

Scrivendola in una casella di testo **Text5.Text**, li potrete visualizzare.

Tabella N.3 OUTPUT DIGITALE

Uscita	Attiva	Disattiva
Output1	A	B
Output2	C	D
Output3	E	F
Output4	G	H
Output5	I	L
Output6	M	N
Output7	O	P
Output8	Q	R

```

-----
Private Sub Image11_Click()
'deviatore2
If acceso = False Then
Image11.Picture = ImageList1.ListImages(7).Picture
NewTX ("C")
acceso = True
Else
Image11.Picture = ImageList1.ListImages(6).Picture
NewTX ("D")
acceso = False
End If
End Sub
-----

```

Ogni tasto del minideviatore viene attivato da questo codice. In particolare tale codice si riferisce al secondo minideep.

NewTX("C")

Questa istruzione richiama la routine visualizzata qui di seguito, che invia alla scheda USB la lettera C per "dire" alla scheda di accendere il relè numero due.

Se inviassimo la lettera D "diremmo" alla scheda di disattivare il relè numero due.

```

-----
Private Sub NewTX(txtString As String)
' trasmette una stringa (txtString) sulla porta seriale, dopo
' averla impacchettata in un buffer di byte
Dim BytesToBeSent As Long
Dim SentBytes As Long
Dim Buffer() As Byte
Dim i As Long
If Seriale.PortOpen = False Then
response = MsgBox(" devi aprire la comunicazione ", vbYesNo + vbCritical + vbDefaultButton2, "gestione seriale")
If response = vbYes Then ' L'utente sceglie il pulsante Sì.
Message = "Immettere un valore da 1 a 3" : Imposta il messaggio.

```

```

title = "inserisci la COMport 1..2 n.." ' Imposta il titolo.
Default = "5" ' Imposta il valore predefinito.
' Visualizza il messaggio, il titolo e il valore predefinito.
MyValue = InputBox(Message, title, Default)
cboCOM.ListIndex = MyValue - 1
cmdApri_Click
Else ' L'utente sceglie il pulsante No.
End
End If
End If
If txtString = "" Then Exit Sub
Seriale.Output = txtString
End Sub
-----

```

Ovviamente noi ci siamo limitati a fare soltanto alcune puntualizzazioni in merito all'utilizzo di questo software pensando di associare questa interfaccia, ad esempio, ad una centralina sismografica, ad un sistema per misurare il liquido presente in una cisterna usando ingressi AD o a delle uscite digitali per chiudere o aprire delle pompe, ecc.

Rimandiamo poi a voi la possibilità di adattarlo alle vostre specifiche esigenze.

COSTO di REALIZZAZIONE

Tutti i componenti necessari per la realizzazione della **scheda base** dell'interfaccia **LX.1741** (vedi fig.5), compresi il circuito stampato e il **CDRom** contenente il programma (**CDR.1741**) **Euro 95,00**

Tutti i componenti necessari per realizzare la **scheda ingressi digitali LX.1742** (vedi fig.6), compreso il circuito stampato **Euro 18,90**

Scheda 4 relè **LX.1412** (vedi fig.9) **Euro 22,00**

Stadio di alimentazione **LX.1701** (vedi fig.11) **Euro 27,00**

Il solo circuito stampato **LX.1741** **Euro 6,90**

Il solo circuito stampato **LX.1742** **Euro 4,60**

Il solo circuito stampato **LX.1412** **Euro 4,90**

Il solo circuito stampato **LX.1701** **Euro 4,40**

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

INSTALLAZIONE dei driver

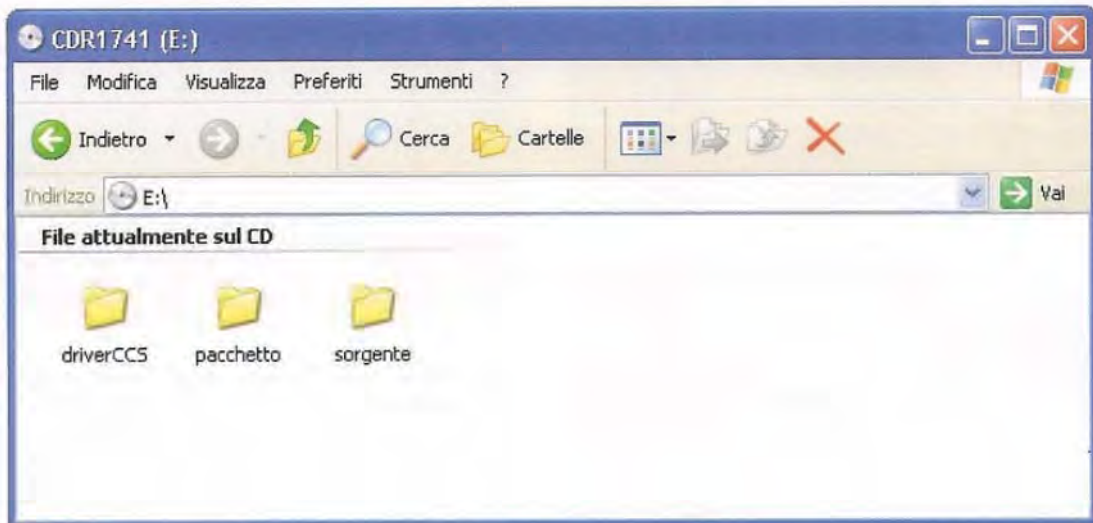


Fig.16 Inserite nel lettore, DVD o CDRom, il CDRom siglato CDR1734 che vi forniamo in allegato all'interfaccia USB LX.1734.

Abbiamo suddiviso il CDRom in tre cartelle principali. Cartella driverCCS: dove risiedono i driver per far funzionare l'USB con il computer che opera con sistema operativo XP. Cartella Sorgente: dove risiede il sorgente del programma applicativo. Cartella Pacchetto: dove risiede il programma già pronto per essere installato nel computer. Per dare il via all'installazione del programma, cliccate sull'icona "setup.exe" all'interno della cartella scelta.



Fig.17 Inserite il cavo USB collegato alla scheda LX.1741 in una presa USB del pc. Il pc riconosce automaticamente una periferica nuova e chiede di installare i Driver.

Cliccate in seguito su Avanti, Select, sulla cartella Driver CCS e su Ok. Inizierà una ricerca automatica (vedi finestra a destra) che si concluderà con un messaggio di fine installazione che vi informa che l'operazione ha avuto esito positivo.

Esempio di SOFTWARE APPLICATIVO

Fig.18 Collegato al pc il cavo USB dell'interfaccia normalmente alimentata (vedi fig.12), procedete all'installazione del programma. Vi apparirà questa finestra nella quale sono presenti tante applicazioni che servono per far funzionare la nostra scheda.

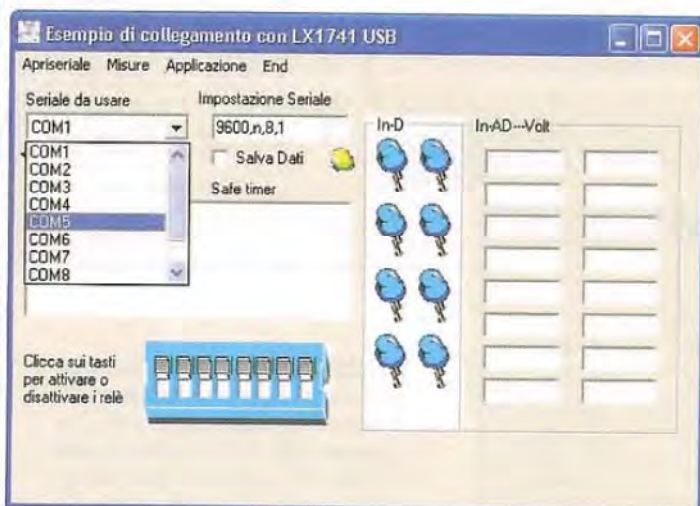
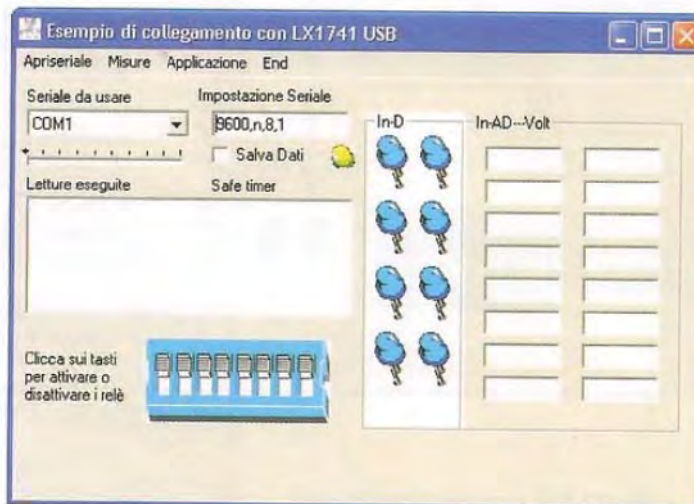


Fig.19 Selezionate la COM virtuale (per noi è la COM5) dal COMBO e cliccate di seguito su Apriseriale.

Fig.20 Non appena la scheda comunica, invia tutti gli stati delle sue periferiche e nelle finestre sulla destra vengono visualizzati i valori in binario e in Volt degli ingressi analogici. I led azzurri virtuali si accendono in presenza di ingressi digitali chiusi.

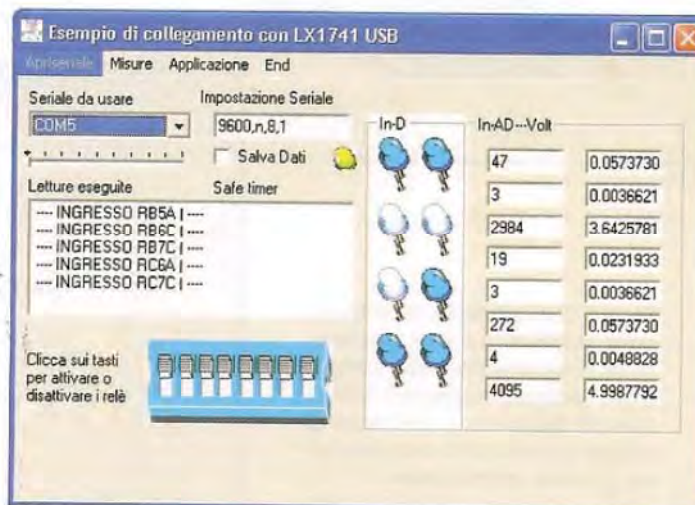




Fig.22 Col mouse cliccate sui deep blu virtuali e se avete la scheda relè inserita udrete il suono del contatto che si apre e si chiude. Abbiamo dotato l'interfaccia della possibilità di salvare i dati in un file.

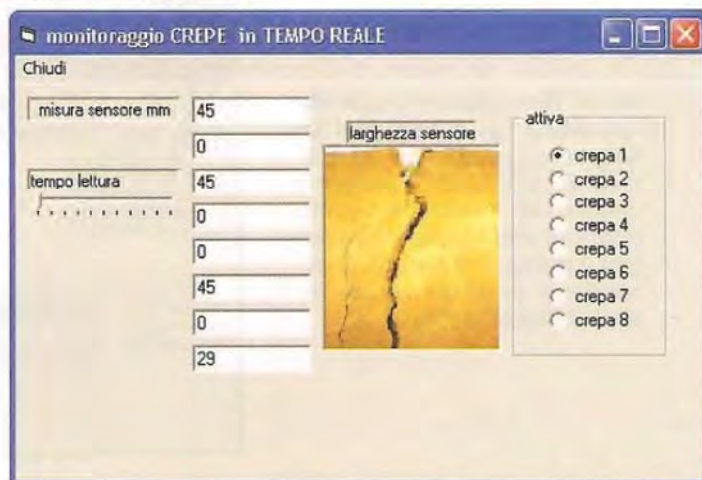
Fig.21 Provate a chiudere gli ingressi digitali, ponendo un ponticello tra +V e S, e vedrete che il led corrispondente si accenderà. Fate diverse prove per verificare la bontà del montaggio.



Fig.23 Spuntate salva Dati e agite sullo slider selezionando il tempo di salvataggio da 1 a 10 secondi. Grazie alla disponibilità del sorgente potrete eseguire modifiche e migliorie secondo le vostre necessità.



Fig.24 Cliccando su Monitor si apre la finestra a lato destinata al rilevamento delle crepe, dove potrete leggere i valori rilevati dai sensori nell'arco di tempo selezionato e vedere una piccola animazione.





un ATTENUATORE da

Abbinando questo attenuatore al nostro precedente progetto del Generatore DDS LX.1645 pubblicato nella rivista N.226 potrete ampliarne la gamma di applicazioni ed arricchire la strumentazione del vostro personale laboratorio elettronico.

Disporre nel proprio laboratorio, anche se "casalingo", di un **attenuatore programmabile ad impedenza costante di 50 Ohm** adatto per lavorare ad **alta frequenza** può rivelarsi utile in molte occasioni, soprattutto se i valori di attenuazione sono modificabili semplicemente tramite due dipswitch numerici, su cui viene letta direttamente l'**attenuazione** introdotta in **dB**.

Chi ha realizzato il nostro **generatore DDS LX.1645** (vedi rivista N.226), avrà notato che l'ampiezza del segnale d'uscita è costante sull'intera

banda di lavoro ed è pari a **circa 22 mW**, equivalenti a circa **3 Vpp** su un carico di **50 Ohm**.

A volte questo segnale può risultare eccessivo, ad esempio nel caso si desideri verificare la sensibilità dei ricevitori radio e, pertanto, andrebbe attenuato.

L'attenuazione di un segnale radio non può essere eseguita semplicemente tramite un potenziometro, come si usa fare nel caso dei segnali di bassa frequenza agendo sul comando "volume".

Utilizzando un potenziometro, infatti, si modifica l'impedenza d'uscita del generatore (oltre che l'ampiezza del segnale) e, di conseguenza, si altera il **ROS** (rapporto onda stazionaria) della connessione degradando tutto il sistema; inoltre, la natura induttiva/capacitiva del potenziometro fa sì che l'attenuazione non sia lineare con la frequenza.

E' per questo motivo che in alta frequenza vengono utilizzati attenuatori ad **impedenza costante** costituiti, nella forma più semplice, da **tre resistenze antiinduttive** connesse in configurazione **pi-greco**, oppure a T.

Il problema che si riscontra in questo caso è quello che, con una singola cella attenuatrice, l'attenuazione è e rimane sempre la stessa.

Per modificarla bisogna sostituire le tre resistenze con altre di diverso valore; i valori che si ottengono dai calcoli talora non sono però "commerciali" e ciò comporta la necessità di "costruirsi il valore" facendo dei serie/parallelo e ciò rappresenta un'in-

dubbia complicazione.

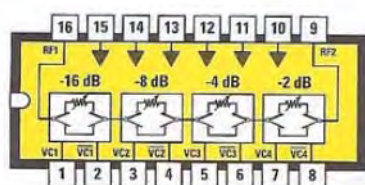
A dire il vero è possibile comunque "costituire" attenuatori con valori di attenuazione diversi e selezionabili tramite commutatori meccanici, però se non si adottano particolari accorgimenti, come l'uso di commutatori a bassa induttanza e collegamenti cortissimi, difficilmente si riescono a raggiungere frequenze superiori a qualche centinaio di MHz.

Il nostro attenuatore permette di ottenere valori di attenuazione massima di **-60 dB** con passi di **un solo dB alla volta**.

Per chi non lo sapesse, precisiamo che **-60 dB** corrispondono ad un rapporto di potenza pari a **1.000.000**, vale a dire che applicando sull'ingresso dell'attenuatore un segnale con potenza di **50 mW**, in uscita si ottiene, inserendo tutti i **-60 dB** di attenuazione, un segnale di potenza pari a:

$$50 \text{ mW} / 1.000.000 = 50 \text{ nW (nanoWatt)}$$

0,1 MHz - 1 GHz 1 - 60 dB



AT 220

Fig.1 All'interno dell'integrato AT220 sono presenti switch elettronici che opportunamente attivati inseriscono + o - attenuazione sul segnale in ingresso.

Tabella N.1

Livelli d'uscita ottenibili con il nostro Generatore DDS in funzione dell'attenuazione inserita

-dB Attenuazione	Pout (W)	Pout (dBm)	VRMS/50 Ohm
0	22 mW	+13,42	1,046 V
-3	11 mW	+10,42	0,74 V
-6	5,5 mW	+7,42	0,52 V
-10	2,19 mW	+3,42	0,33 V
-20	0,219 mW	-6,58	0,10 V
-30	0,0219 mW	-16,58	0,033 V
-40	0,00219 mW	-26,58	0,010 V
-50	0,219 μW	-36,58	0,0033 V
-60	0,0219 μW	-46,58	0,0010 V

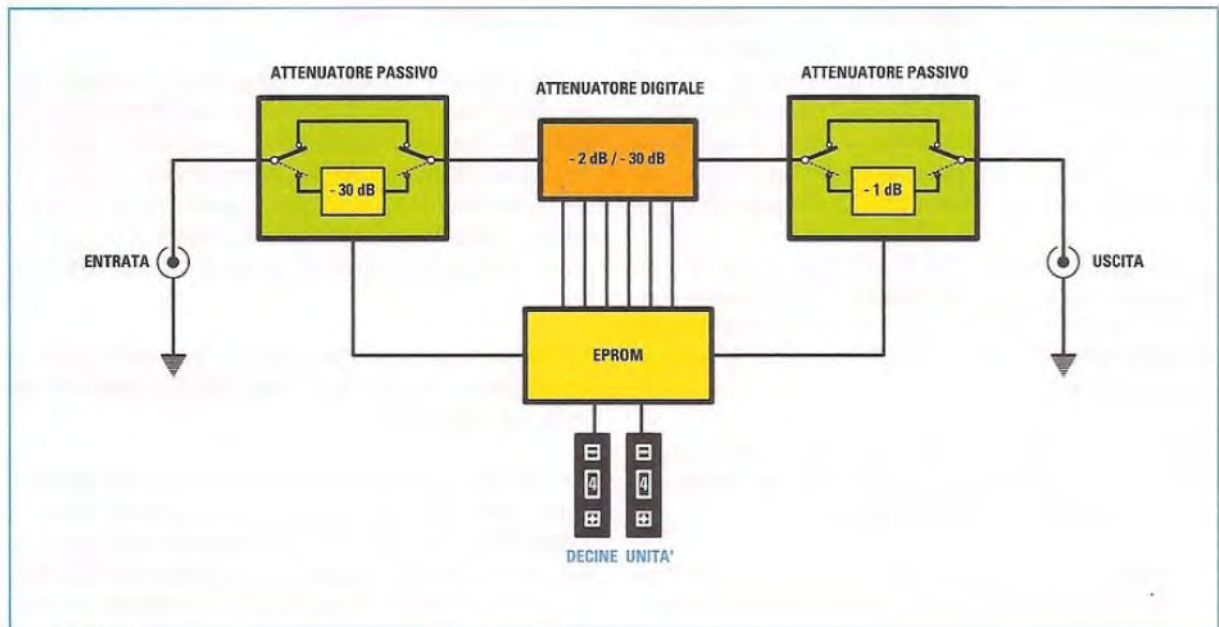


Fig.2 Schema a blocchi del nostro attenuatore digitale. A sua integrazione abbiamo aggiunto due stadi, -1 dB e -30 dB, per generare valori intermedi. La EProm viene letta da un selettore che permette di attivare le 8 uscite per i vari valori di attenuazione da -1 a -60 dB.

A tal proposito vi consigliamo di consultare la **Tabela N.2** in cui abbiamo riportato il rapporto in **tensione** e **potenza** in funzione dei **dB** di attenuazione.

Un'altra applicazione di questo progetto può essere, ad esempio, il **controllo** di un **guadagno** di un'antenna rispetto ad un dipolo.

Infatti, avendo a disposizione un attenuatore calibrato in **dB** è possibile determinare l'ammontare del guadagno dell'antenna rispetto al dipolo utilizzando l'**S/Meter** di un ricevitore.

In tal caso i **dB** di attenuazione andranno regolati in modo da raggiungere lo stesso livello che si ottiene collegando il dipolo al ricevitore.

I **dB** di attenuazione inseriti saranno così **equivalenti** al guadagno dell'antenna.

Un altro uso è quello di determinare il corretto **livello di potenza** di un oscillatore locale da applicare ad uno stadio mixer.

Il nostro attenuatore è in grado di lavorare fino ad una frequenza di **1.000 MHz**, pari a **1 GHz**, con una frequenza minima di circa **0,1 MHz** e, come abbiamo già detto, con valori di attenuazione compre-

si tra **-1 dB** e **-60 dB** con passi di **1 dB**.

La massima potenza in ingresso non deve superare i **300 mW**.

SCHEMA ELETTRICO

Per realizzare questo progetto di attenuatore programmabile si è reso necessario l'utilizzo di **3** blocchi di attenuazione posti in cascata e composti da componenti **SMD** (vedi fig.2).

Partendo dall'entrata, il segnale applicato potrà, a seconda di come è regolato il valore di attenuazione, attraversare i due diodi pin **DS2-DS3** che in questo caso si comporteranno come interruttori chiusi offrendo in pratica una attenuazione quasi nulla, oppure essere applicato, tramite i due diodi pin **DS1-DS4**, all'attenuatore da **-30 dB** composto dalle resistenze **R8-R9-R10**.

Riassumendo, se i due dipswitch sono regolati su valori superiori a **30 dB**, il segnale verrà applicato all'attenuatore oppure non subirà quasi alcuna attenuazione e verrà applicato direttamente sull'ingresso dell'integrato **IC1** siglato **AT220** (vedi pin **16**).

L'AT220 è un integrato al cui interno trovano posto degli stadi di attenuazione e precisamente 4 stadi da -2, -4, -8, -16 dB, che, combinati tra loro, possono determinare qualsiasi livello di attenuazione da -2 dB a -30 dB con passi però di 2 dB.

I livelli di attenuazione vengono selezionati tramite i livelli logici 0/+5V applicati sui pin compresi tra 1- 8.

Comunque applicando a questi pin una opportuna combinazione il segnale passa direttamente in uscita sul pin 9 subendo solo una piccola attenuazione.

Per ottenere lo step più piccolo e cioè il +/- 1 dB, sull'uscita dell'integrato IC1 (vedi pin 9) è connesso uno stadio simile a quello d'ingresso, cioè uno stadio di attenuazione commutato da diodi pin.

La sola differenza è che i valori delle resistenze che compongono l'attenuatore, vale a dire R30-R31-R32, sono calcolati per una attenuazione pari a -1 dB.

Questo stadio verrà pertanto inserito soltanto quando si renderà necessaria una attenuazione di -1 dB (in assoluto oppure aggiuntiva a quella base),

Tabella N.2 Rapporto in tensione e potenza in funzione dei dB di attenuazione

dB	Tensione	Potenza
0,0	1,000	1,000
1,0	1,122	1,259
2,0	1,259	1,585
3,0	1,413	1,995
4,0	1,585	2,512
5,0	1,778	3,162
6,0	1,995	3,981
7,0	2,239	5,012
8,0	2,512	6,310
9,0	2,818	7,943
10,0	3,162	10,00
11,0	3,548	12,59
12,0	3,981	15,85
13,0	4,467	19,95
14,0	5,012	25,12
15,0	5,623	31,62
16,0	6,310	39,81
17,0	7,079	50,12
18,0	7,943	63,10
19,0	8,913	79,43
20,0	10,00	100,0
21,0	11,22	125,9
22,0	12,59	158,5
23,0	14,12	199,5
24,0	15,85	251,2
25,0	17,78	316,2
26,0	19,95	398,1
27,0	22,39	501,2
28,0	25,12	631,0
29,0	28,18	794,3
30,0	31,62	1.000

dB	Tensione	Potenza
31,0	35,48	1.259
32,0	39,81	1.585
33,0	44,67	1.995
34,0	50,12	2.512
35,0	56,23	3.162
36,0	63,10	3.981
37,0	70,79	5.012
38,0	79,43	6.310
39,0	89,12	7.943
40,0	100,0	10.000
41,0	112,2	12.590
42,0	125,9	15.850
43,0	141,3	19.950
44,0	158,5	25.120
45,0	177,8	31.620
46,0	199,5	39.810
47,0	223,9	50.120
48,0	251,2	63.100
49,0	281,8	79.430
50,0	316,2	100.000
51,0	354,8	125.900
52,0	398,1	158.500
53,0	446,7	199.500
54,0	501,2	251.200
55,0	562,3	316.200
56,0	631,0	398.100
57,0	707,9	501.200
58,0	794,3	631.000
59,0	891,2	794.300
60,0	1.000	1.000.000

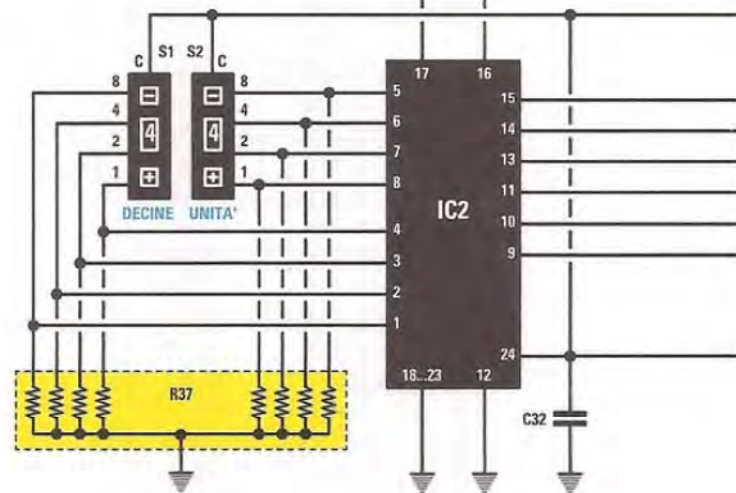
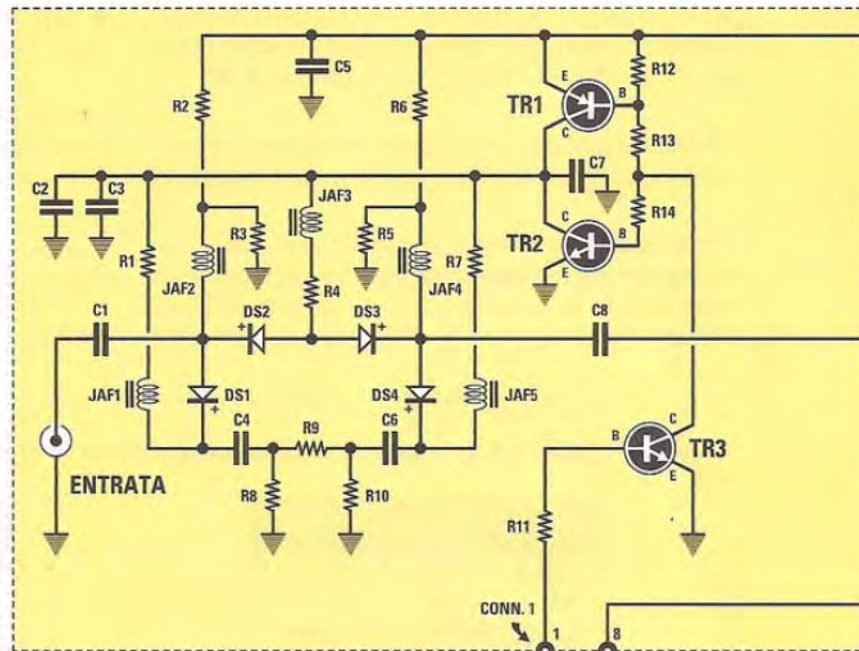
Fig.3 Consultando i valori riportati in questa tabella potrete conoscere immediatamente il rapporto in tensione e potenza in funzione dei dB di attenuazione.

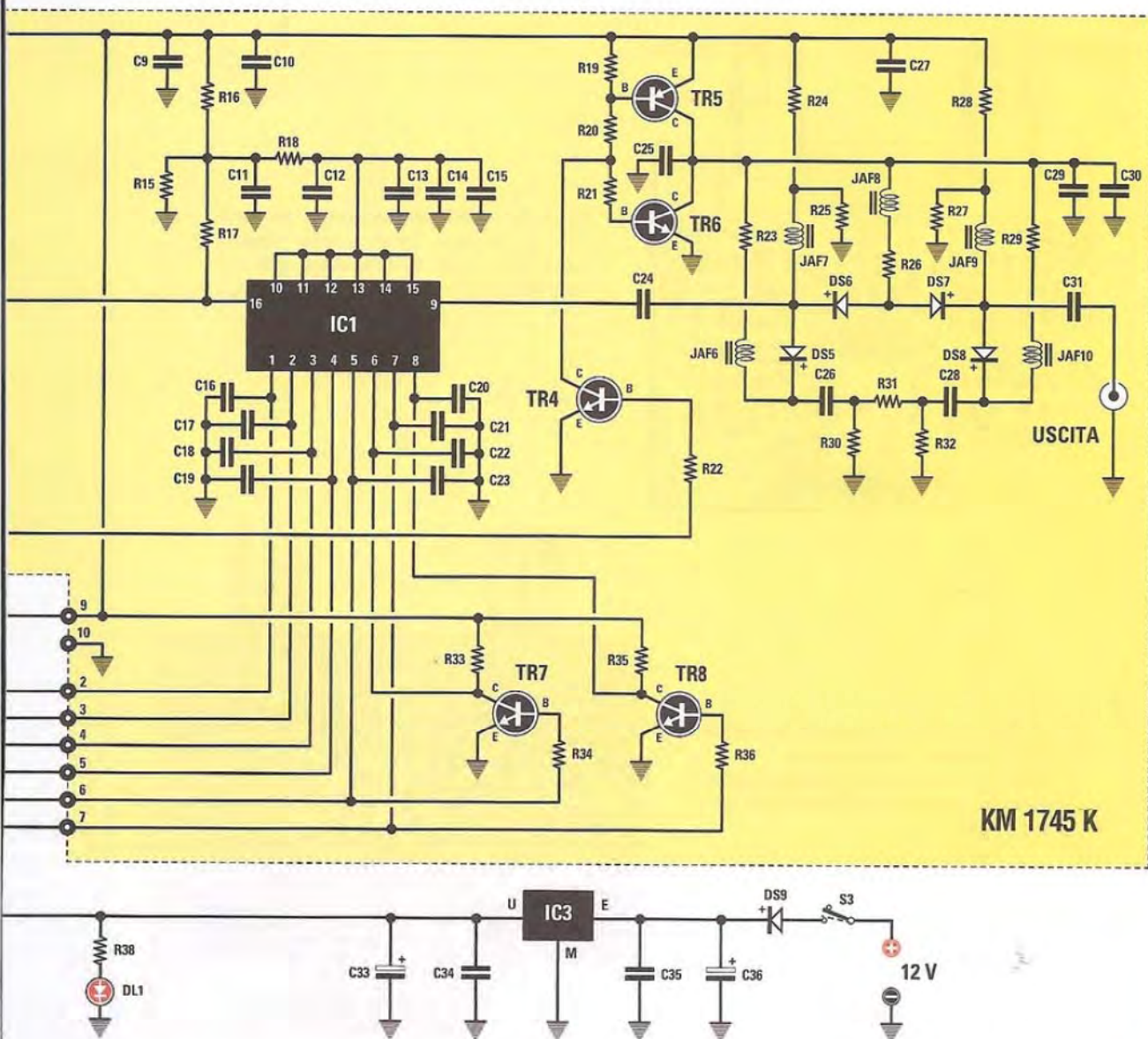
ELENCO COMPONENTI KM1745K

R1 = 1.000 ohm
 R2 = 1.000 ohm
 R3 = 1.000 ohm
 R4 = 470 ohm
 R5 = 1.000 ohm
 R6 = 1.000 ohm
 R7 = 1.000 ohm
 R8 = 56 ohm
 R9 = 680 ohm
 R10 = 56 ohm
 R11 = 3.300 ohm
 R12 = 680 ohm
 R13 = 3.300 ohm
 R14 = 3.300 ohm
 R15 = 1.000 ohm
 R16 = 1.000 ohm
 R17 = 10.000 ohm
 R18 = 10.000 ohm
 R19 = 680 ohm
 R20 = 3.300 ohm
 R21 = 3.300 ohm
 R22 = 3.300 ohm
 R23 = 1.000 ohm
 R24 = 1.000 ohm
 R25 = 1.000 ohm
 R26 = 470 ohm
 R27 = 1.000 ohm
 R28 = 1.000 ohm
 R29 = 1.000 ohm
 R30 = 1.000 ohm
 R31 = 68 ohm
 R32 = 1.000 ohm
 R33 = 1.000 ohm
 R34 = 3.300 ohm
 R35 = 1.000 ohm
 R36 = 3.300 ohm
 C1 = 100.000 pF
 C2 = 100.000 pF
 C3 = 100.000 pF
 C4 = 100.000 pF
 C5 = 100.000 pF
 C6 = 100.000 pF
 C7 = 100.000 pF
 C8 = 100.000 pF
 C9 = 100.000 pF
 C10 = 10.000 pF
 C11 = 100.000 pF
 C12 = 100.000 pF
 C13 = 100.000 pF
 C14 = 100.000 pF
 C15 = 100.00 pF
 C16 = 1.000 pF
 C17 = 1.000 pF
 C18 = 1.000 pF
 C19 = 1.000 pF
 C20 = 1.000 pF
 C21 = 1.000 pF
 C22 = 1.000 pF
 C23 = 1.000 pF

C24 = 100.000 pF
 C25 = 100.000 pF
 C26 = 100.000 pF
 C27 = 100.000 pF
 C28 = 100.000 pF
 C29 = 100.000 pF
 C30 = 100.000 pF
 C31 = 100.000 pF
 JAF1 = imp. 4,7 microH.
 JAF2 = imp. 4,7 microH.
 JAF3 = imp. 4,7 microH.
 JAF4 = imp. 4,7 microH.
 JAF5 = imp. 4,7 microH.
 JAF6 = imp. 4,7 microH.

JAF7 = imp. 4,7 microH.
 JAF8 = imp. 4,7 microH.
 JAF9 = imp. 4,7 microH.
 JAF10 = imp. 4,7 microH.
 DS1-DS8 = diodi tipo BA592
 TR1 = PNP tipo BC857
 TR2 = NPN tipo BC847
 TR3 = NPN tipo BC847
 TR4 = NPN tipo BC847
 TR5 = PNP tipo BC857
 TR6 = NPN tipo BC847
 TR7 = NPN tipo BC847
 TR8 = NPN tipo BC847
 IC1 = integrato tipo AT220





KM 1745 K

ELENCO COMPONENTI LX.1745

- R37 = 3.300 ohm rete resistiva
- R38 = 680 ohm
- C32 = 100.000 pF poliestere
- C33 = 100 microF. elettrolitico
- C34 = 100.000 pF poliestere
- C35 = 100.000 pF poliestere
- C36 = 100 microF. elettrolitico
- IC2 = eprom tipo EP1745
- IC3 = integrato tipo L7805
- DS9 = diodo tipo 1N.4007
- DL1 = diodo led
- CONN1 = connettore 10 pin
- S1-S2 = commutatore binario
- S3 = interruttore

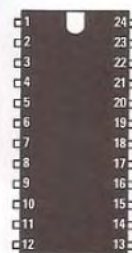
Fig.4 Schema elettrico dell'attenuatore LX.1745-KM1745K. La parte in colore viene fornita già assemblata con componenti in SMD, mentre la restante è costituita da componenti tradizionali.



L 7805



DIODO LED



EP 1745

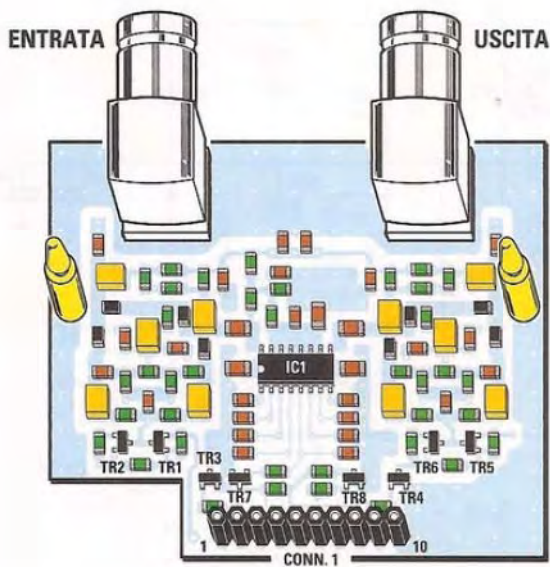


Fig.5 Schema pratico della sezione RF di questo attenuatore siglata KM1745K, che vi forniamo già assemblata con componenti in SMD.

Fig.6 Questa foto riproduce la sezione RF di questo attenuatore. In basso è visibile il connettore che consente l'innesto con la scheda base LX.1745.

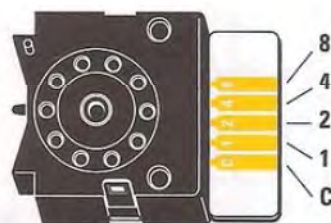
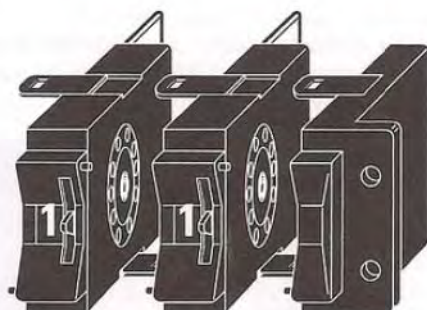
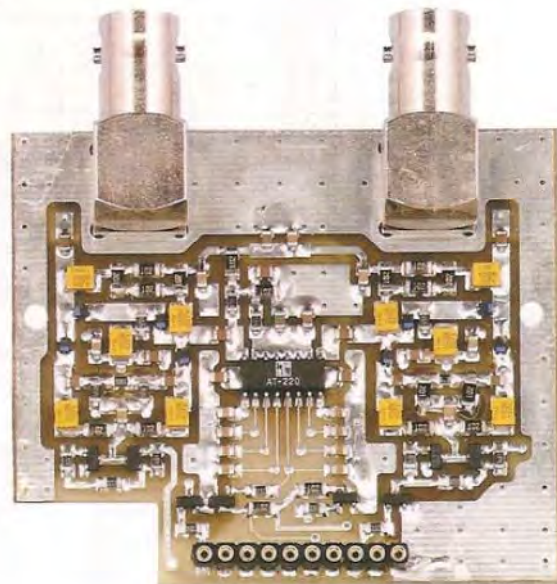


Fig.7 I due contraves vanno chiusi tra le due "ali" che costituiscono il loro alloggiamento. Prima di eseguire questa operazione, vi consigliamo di eseguire il collegamento con la scheda base LX.1745 come illustrato in fig.8.

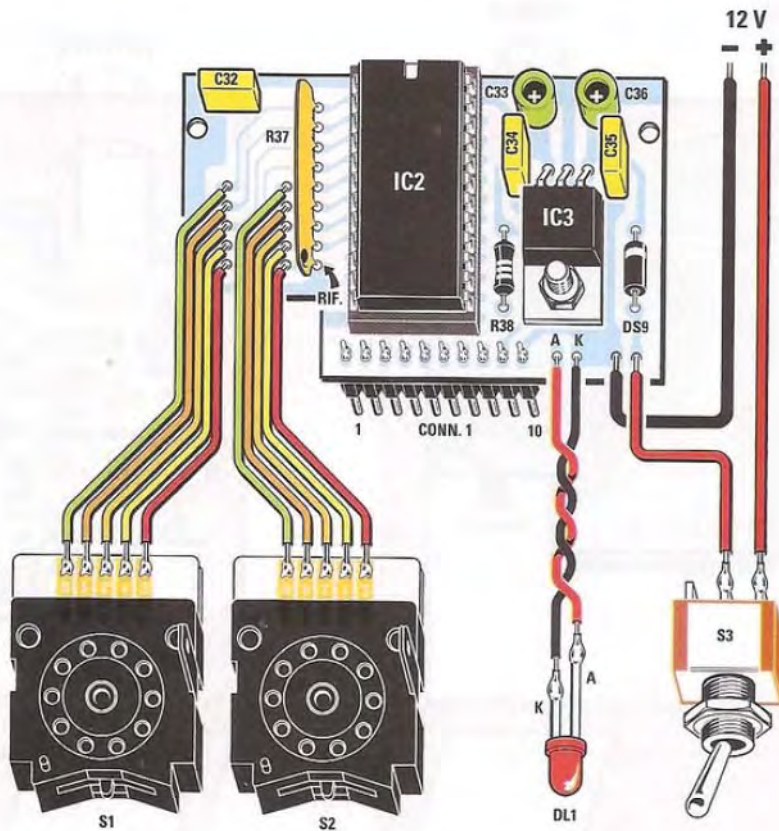


Fig.8 Schema pratico di montaggio della scheda base LX.1745. Seguendo questa illustrazione e le indicazioni nel testo non incontrerete particolari difficoltà nel montare questa parte del progetto e nell'eseguire i collegamenti esterni.

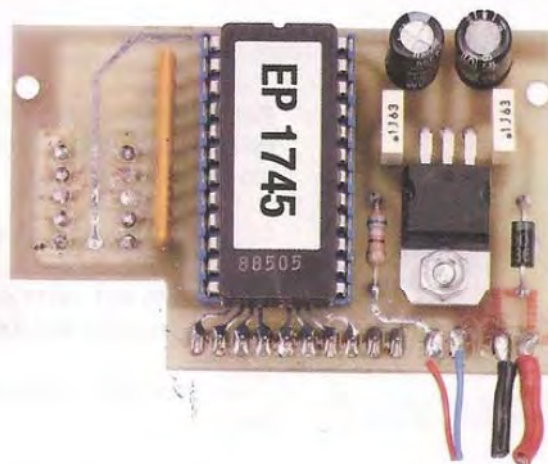


Fig.9 In questa foto è riprodotto il montaggio della scheda base LX.1745 che abbiamo realizzato nel nostro laboratorio per eseguire i test sul circuito.

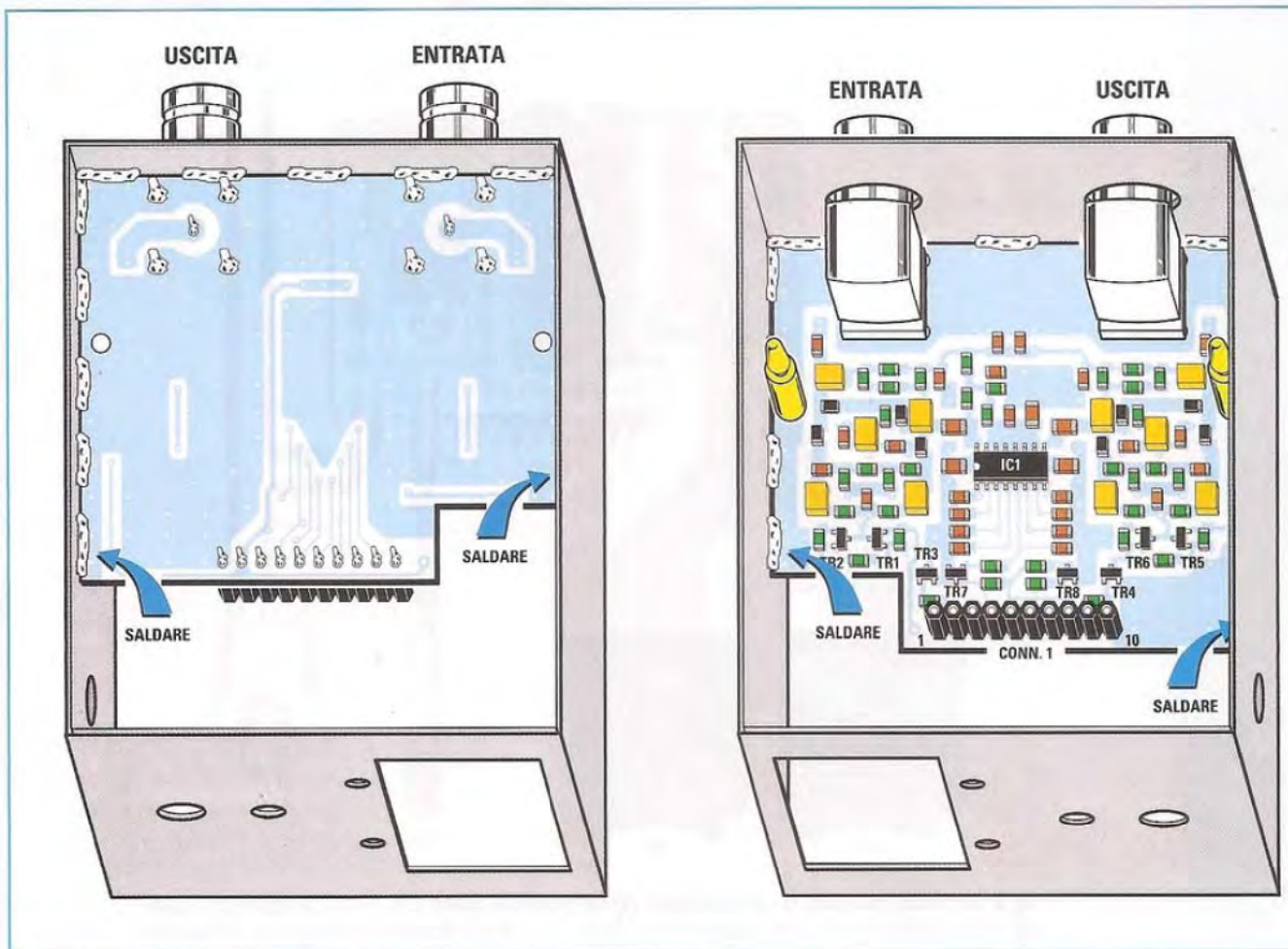


Fig.10 Come abbiamo evidenziato nei due disegni riprodotti qui sopra, è di fondamentale importanza eseguire un'accurata saldatura della scheda in SMD KM1745K sui bordi del contenitore per ottenere la sua perfetta schermatura.

ad esempio nelle attenuazioni da:

- 1 dB
- 3 dB
- 5 dB
-
-
-
- 11 dB
-
-
- 15 dB
-
- 39 dB

Per ottenere, ad esempio una attenuazione di **-41 dB**, i **3 stadi attenuatori** si combineranno in questo modo:

- sarà abilitato il primo a **-30 dB (R8-R9-R10)**;
- l'integrato **IC1** verrà programmato per attenuare **-10 dB** (stadi di attenuazione 8+2);
- verrà abilitato l'attenuatore a **-1 dB (R30-R31-R32)**.

Sommando tutti i valori otterremo:

$$30 + 10 + 1 = -41 \text{ dB totali}$$

Ovviamente questa selezione verrà eseguita in mo-

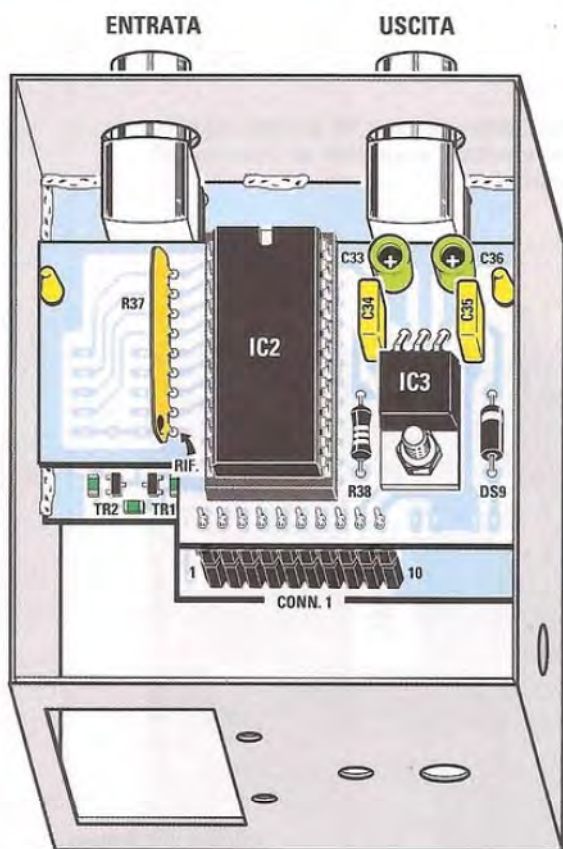


Fig.11 Eseguita l'operazione descritta in fig.10, potrete procedere a fissare sulla scheda RF in SMD l' LX.1745 per mezzo del connettore CONN.1.

do automatico grazie all'uso della memoria Eeprom siglata IC2, che applicherà i giusti livelli logici 0/1 in funzione del valore di attenuazione scelto.

Tutti i transistor presenti nel circuito servono ad ottenere i giusti livelli di tensione, in modo da pilotare in modo corretto i diodi degli attenuatori; soltanto i due transistor TR7-TR8 svolgono la funzione di "inverter" logici.

Il circuito necessita di una tensione di alimentazione stabilizzata a +5 Volt erogata dall'integrato stabilizzatore IC3.

E' pertanto possibile utilizzare una tensione di alimentazione compresa tra i +8 Volt e i +15 Volt, mentre la massima corrente assorbita non supera i 200 mA.

REALIZZAZIONE PRATICA

A causa delle frequenze sulle quali deve operare forniamo la parte di RF di questo attenuatore già assemblata in SMD con la sigla KM1745K (vedi fig.5).

Ad essa è associato il circuito stampato base LX.1745 sul quale dovrete montare i pochi componenti richiesti (vedi fig.8).

Iniziate saldando la resistenza R38 e il diodo DS9, facendo attenzione nel caso di quest'ultimo alla polarità indicata dalla fascia bianca che dovrete orientare verso l'alto.

Procedete quindi con i due condensatori poliestere C34 e C35 e i due condensatori elettrolitici C33 e C36, rivolgendone verso il basso il lato del corpo contraddistinto dal +.

Inserite lo zoccolo per la Eeprom IC2 facendo attenzione a posizionare la tacca di riferimento come indicato dalla serigrafia.

Inserite i 3 terminali dell'integrato stabilizzatore a 5 Volt siglato IC3 nei fori predisposti sulla serigrafia e poi piegatene il corpo serrandolo con l'apposito dado (vedi fig.8).

Sulla stessa faccia dello stampato saldate il gruppo di resistenze R37 sempre rispettando la tacca di riferimento che, come noterete, dovrà essere orientata verso il basso.

Nel blister abbiamo inserito della piattina colorata che vi servirà per collegare lo stampato con i contraves (vedi fig.8).

Con uno spezzone di filo collegate i reofori del led DL1 allo stampato e l'interruttore S3 lasciandone i fili di collegamento di lunghezza adeguata per farne fuoriuscire il deviatore dalla mascherina della scatola in dotazione.

Saldate i due contraves ai due spezzoni di piattina come illustrato in fig.8, e, dopo aver girato il circuito stampato, innestate i pin del connettore CONN1.

A questo punto, potete procedere al montaggio della scheda premontata in SMD KM1745K all'interno del mobile che forniamo in dotazione con questo progetto.

Come potete notare in fig.10, a questo scopo dovrete saldarne i margini lungo i bordi interni del contenitore in modo da ottenere un'ottima schermatura d'entrambe le facce.

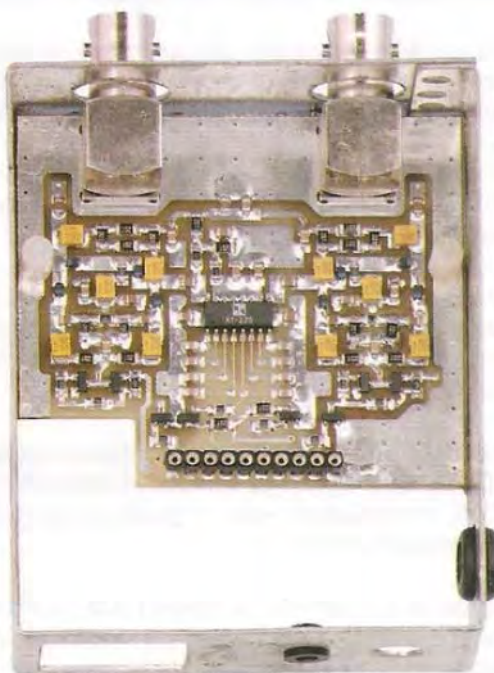


Fig.12 Foto della scheda RF in SMD siglata KM1745K montata e saldata all'interno del mobile metallico.

Fig.13 Una volta collocate le due schede KM1745K e LX.1745 all'interno del mobile, dovrete provvedere ad inserire i componenti esterni nella mascherina e a chiuderlo con il relativo coperchio.



Prendendo come riferimento la fig.11, innestate il circuito stampato base LX.1745 sulla scheda pre-montata in SMD KM1745K per mezzo del connettore CONN1.

Incastrate bene i contraves nel loro alloggiamento, avvitate il deviatore S3 nell'apposito foro e fate fuoriuscire dai fori predisposti sulla mascherina i fili di alimentazione a 12 Volt, e il led di power on.

Chiudete quindi i due coperchi.

Poiché sia i diodi pin che l'integrato AT220 introducono delle perdite quantificabili in circa 3 dB, dovrete ricordare che il valore totale di attenuazione applicato sarà uguale al valore impostato sui contraves più 3 dB.

Per il collaudo potrete collegare l'uscita VHF del generatore DDS, oppure un qualsiasi generatore RF, all'ingresso dell'attenuatore e l'uscita di quest'ultimo all'ingresso di un oscilloscopio: se l'ingresso dell'oscilloscopio non dispone di un carico a 50 ohm, dovete applicarne uno esternamente in mo-

do da far funzionare l'uscita dell'attenuatore su un carico di 50 ohm.

Agendo adesso sui contraves, vedrete il segnale attenuare in funzione dei dB inseriti.

COSTO di REALIZZAZIONE

Tutti i componenti necessari per realizzare la scheda base dell'attenuatore RF siglata LX.1745 (vedi fig.8) compresi il circuito stampato, uno spezzone di piattina e il mobile metallico MO1745 (vedi figg.12-13)

Euro 32,00

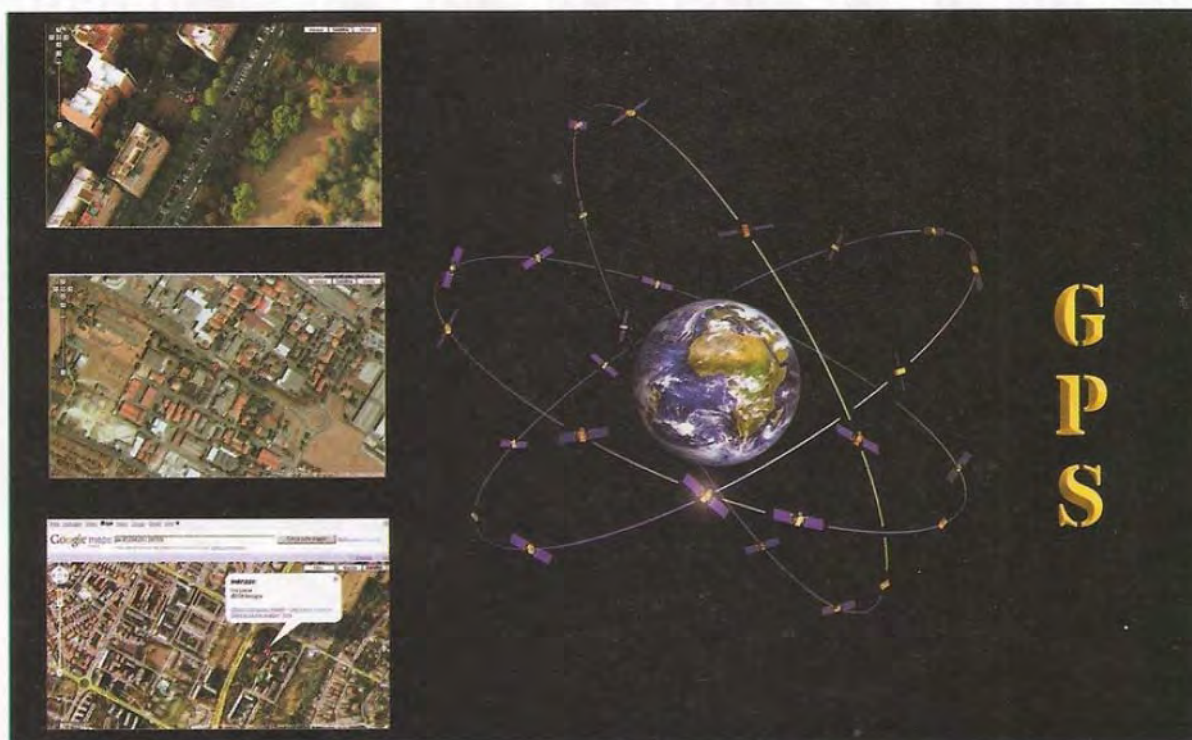
La scheda RF già assemblata con componenti montati in SMD e siglata KM1745K (vedi fig.5)

Euro 59,00

Costo del solo stampato LX.1745

Euro 4,00

Tutti i prezzi sono comprensivi di IVA, ma non delle spese postali di spedizione a domicilio.



Il nostro LOCALIZZATORE

Il GPS non è solo navigatore e noi ve lo dimostriamo con questo Tracker GPS che vi permetterà di localizzare il nonno che si è perso, di controllare dove si trova vostro figlio, di ritrovare il vostro cane e di soccorrere, semplicemente premendo un pulsante, chiunque vi chiedo aiuto in qualsiasi parte del mondo si trovi.

Da quando l'uomo ha capito che per la propria sopravvivenza era di fondamentale importanza spostarsi dai luoghi di origine per andare alla ricerca di nuove risorse ed esperienze in territori lontani, ha dovuto risolvere il problema dell'orientamento nello spazio, individuando dei punti di riferimento che gli tornassero utili per ritrovare agevolmente la strada di casa.

Prima di possedere la bussola lo faceva valutando la propria posizione rispetto al Sole di giorno e alle stelle di notte.

Nelle ore diurne infatti osservava la traiettoria del sole nel cielo dall'alba (**Est**) al tramonto (**Ovest**). Nelle ore notturne, invece, prendeva come punto

di riferimento le stelle che, conservando nelle varie stagioni la medesima posizione relativa sulla volta celeste, tornavano utili alla realizzazione di mappe sempre più particolareggiate sulla base delle quali i navigatori del passato poterono tracciare le rotte marittime dei propri viaggi.

Grazie alla mole di informazioni tramandate ed arricchite da una generazione all'altra, si arrivò a creare una bussola rudimentale che veniva orientata a mano, associandone l'uso alla memorizzazione di alcuni punti di riferimento: una montagna, il delta di un fiume, ecc.

L'esperienza dell'antico marinaio che conosceva il

vento, odorava l'aria e osservava il volo degli uccelli, è stata così via via soppiantata dall'introduzione di strumenti che nel tempo sono divenuti sempre più sofisticati, passando dalla bussola all'astrolabio, al sestante, all'orologio di precisione.

In tempi recenti, con l'invenzione delle radiocomunicazioni da parte di Guglielmo Marconi e agli ulteriori sviluppi della radiotecnica e dei radar, la scienza nautica ha raggiunto traguardi inimmaginabili: grazie a un semplice sistema radio ricevente e trasmettente è possibile conoscere la direzione semplicemente orientando l'antenna verso il punto da cui giunge il segnale più forte.

Con l'avvento dei satelliti, infine, è nata una nuova tecnologia che paradossalmente ci ha fatto "ritornare" all'epoca di quei primi marinai che contavano sulle stelle per ritrovare la rotta di casa.

La sola differenza è che le "nuove stelle" di silicio e alluminio sono frutto della più moderna ricerca scientifica ed hanno mandato in disarmo i sistemi

di radio fari a terra come il Loran o il Tacan, grazie all'assoluta precisione degli impulsi con i quali ci guidano dall'alto.

La tecnologia GPS (Global Position System)

La costellazione **GPS** è formata da una flotta di **31** satelliti attivi.

I satelliti supplementari migliorano la precisione del sistema permettendo misurazioni ridondanti.

In orbita vi sono un minimo di **28** satelliti per la trasmissione di dati GPS, più 3 di scorta.

Da questo si evince che da un punto del globo terrestre il ricevitore riesce a vedere solo circa la metà di essi.

Ma in realtà non li vedrà mai tutti e 14 a causa della loro inclinazione rispetto all'equatore.

di fiducia: TRACKER GPS

Fig.1 Tracker viene fornito in una elegante confezione che contiene anche due batterie al litio, un caricabatteria esterno e un manuale. Voi dovrete procurarvi, se non l'avete già, soltanto la SimCard presso un gestore di vostra fiducia.



Inoltre il ricevitore GPS stesso fa una discriminazione dei satelliti in base alla loro geometria e alla stima degli errori di ciascuno, privilegiando quelli che garantiscono maggior precisione.

La costellazione di satelliti GPS è disposta su **6** piani orbitali inclinati di **55°** rispetto al piano equatoriale (quindi non coprono le zone polari) a forma di ellissi a bassa eccentricità.

Ogni piano orbitale ha **3** o **4** satelliti, e i piani sono disposti in modo tale che ogni utilizzatore sulla terra possa ricevere i segnali di almeno 5 satelliti. La loro quota è di **20.200 km** e compiono due orbite complete in un giorno siderale.

Ciascun satellite trasmette sulle frequenze di **1,2** e **1,5 GHz** derivate da un unico oscillatore ad alta stabilità.

Lo scopo della doppia frequenza è quello di eliminare l'errore dovuto alla rifrazione atmosferica.

Su queste frequenze portanti, modulate in fase, viene modulato il messaggio di navigazione contenente effemeride, almanacco e stato della costellazione, tempo GPS e parametri di correzione ionosferica.

Ogni satellite trasmette l'almanacco (parametri orbitali approssimati) dell'intera costellazione, e le effemeridi relative a se stesso.

La parte relativa alle effemeridi dura **18 secondi** e viene ripetuta ogni **30 secondi**.

Per scaricare completamente l'almanacco dell'intera costellazione sono necessari invece **12,5 minuti**.

In tal modo il ricevitore GPS, mentre effettua il conteggio dell'effetto doppler dovuto alla velocità, riceve i parametri dell'orbita da cui deriva la posizione del satellite: viene così a disporre di tutti gli elementi necessari a definire nello spazio la superficie di posizione.

Ogni satellite è dotato di **4 oscillatori** ad altissima precisione, di cui 2 al cesio e 2 al rubidio, di razzi per effettuare le correzioni di orbita e di due pannelli solari di area pari a **7,25 m²** per la produzione di energia (vedi figg.2-3).

Ha infine batterie di emergenza per garantire l'apporto energetico nei periodi in cui il sole è eclissato. Pesa circa **845 Kg** ed ha una vita di progetto di **7,5 anni**.

Stazioni di tracciamento e centro di calcolo

Per poter far corrispondere le strade delle mappe con la rilevazione dei punti da parte dei satelliti è indispensabile conoscere perfettamente le dimensioni del globo terrestre e molti di voi sapranno che la terra non è una sfera perfetta, motivo per il quale si è dovuto ricorrere a dei modelli matematici complessissimi del campo gravitazionale terrestre.

La costruzione di questo modello è stato uno dei problemi di più ardua soluzione nello sviluppo del progetto.

Quattro stazioni americane provvedono ad aggiornare in tempo reale i calcoli relativi ai vari satelliti che passano sopra di loro per la determinazione dei parametri orbitali istante per istante.

Ricevitore GPS

Intersecando tre circonferenze il cui raggio è la distanza compresa tra il satellite (che conosciamo) e la superficie terrestre si può individuare un punto su di essa.

Il principio di funzionamento **GPS** si basa su un metodo di posizionamento sferico, che consiste nel misurare il tempo impiegato da un segnale radio a percorrere la distanza satellite-ricevitore.

Conoscendo il tempo impiegato dal segnale per giungere al ricevitore e l'esatta posizione di almeno **3** satelliti per avere una posizione **2D** (bidimensionale), e **4** per avere una posizione **3D** (tridimensionale), è possibile determinare la posizione nello spazio del ricevitore stesso.

Tale procedimento usato per il calcolo effettivo della posizione, chiamato **trilaterazione**, utilizza solo informazioni di distanza ed è simile alla triangolazione, dalla quale tuttavia si differenzia per il fatto di non necessitare di informazioni riguardanti gli angoli (come in Marina).

Come funziona la trilaterazione?

Supponiamo di voler capire dove ci troviamo. Per farlo dobbiamo conoscere almeno tre coordinate.

Partiamo ad esempio dal presupposto di trovarci a **150 Km** da Antibes.

Questa informazione può essere rappresentata come visibile in fig.4.

Fig.2 Foto di un satellite della flotta GPS gestita dalla amministrazione degli Stati Uniti d'America.



Immagine tratta dal sito ESA



Fig.3 Foto di un satellite della flotta GALILEO gestita dalla Unione Europea, compatibile con GPS.

Immagine tratta dal sito ESA

Se Antibes è al centro significa che possiamo essere su un qualsiasi punto della circonferenza, visto che ogni punto si troava a **150 Km** dal centro.

Supponiamo di avere un'altra informazione: ci troviamo a **200 Km** da Milano.

Rappresentando graficamente anche questa seconda informazione (vedi fig.5) possiamo essere sicuri di trovarci in un punto che dista esattamente **150 Km** da Antibes e **200 Km** da Milano.

Aggiungiamo una terza informazione: ci troviamo a **300 Km** da **Bologna**.

A questo punto possiamo desumere di essere nell'unico punto al mondo che dista esattamente **150 Km** da Antibes, **200 Km** da Milano e **300 Km** da

Bologna e cioè a **Sanremo** (vedi fig.7).

Nota: naturalmente non abbiamo rispettato la precisione del satellite, si tratta solo di un esempio.

La precisione può essere ulteriormente incrementata grazie all'uso di sistemi come il **WAAS** (statunitense) o l'**EGNOS** (europeo), perfettamente compatibili tra loro.

Consistono in uno o due **satelliti geostazionari** che inviano dei segnali di correzione.

La modalità **Differential-GPS (DGPS)** utilizza un collegamento radio per ricevere dati DGPS da una stazione di terra e ottenere un errore sulla posizione al massimo di un paio di metri.

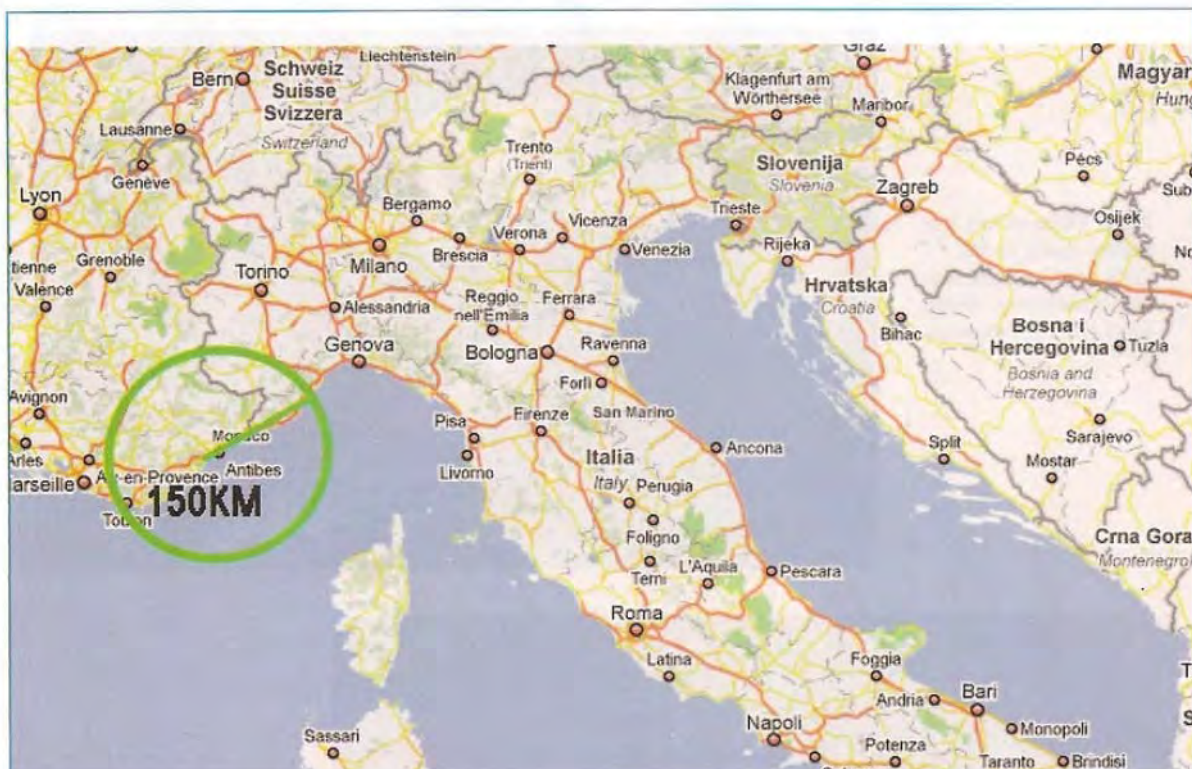


Fig.4 In questo esempio abbiamo ipotizzato che il soggetto, animale, persona o cosa, dotato di GPS si trovi a 150 chilometri da Antibes.

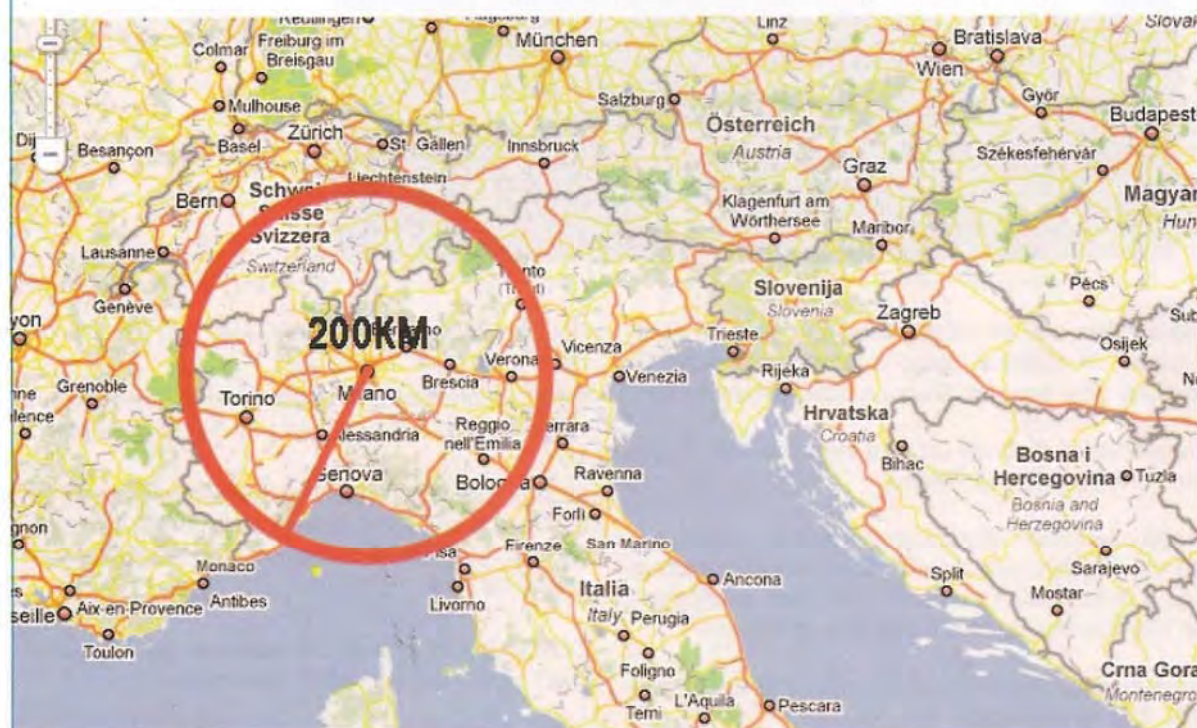


Fig.5 In questo esempio si ipotizza che il soggetto si trovi a 200 chilometri da Milano, in un punto lungo la circonferenza evidenziata in colore.

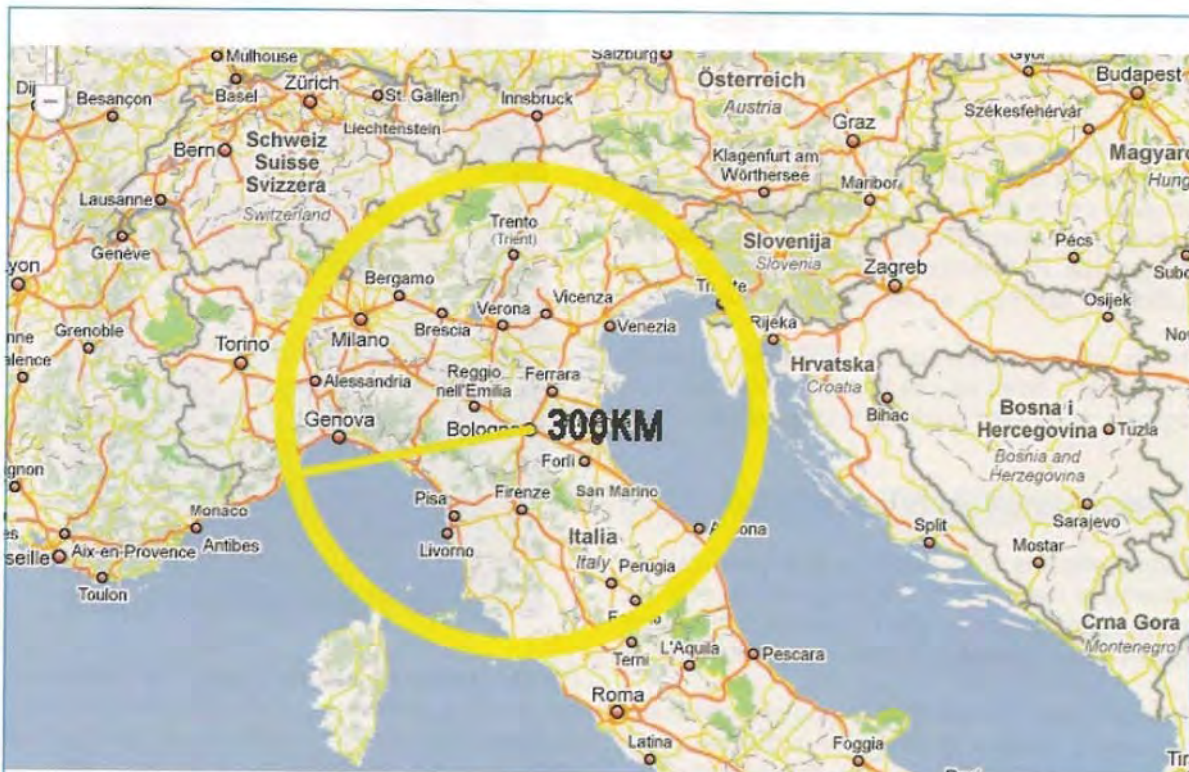


Fig.6 Un altro esempio in cui si ipotizza che il soggetto si trovi a 300 chilometri da Bologna, in un punto qualsiasi lungo la circonferenza.



Fig.7 Il satellite trova la vostra posizione facendo intersecare le circonferenze in modo tale da localizzare un punto e uno solo.

La modalità **DGPS-IP** sfrutta, anziché onde radio, la rete Internet per l'invio di informazioni di correzione.

In commercio sono disponibili ricevitori GPS ("esterni"), **interfacciabili** mediante porta **USB** o connessioni senza fili come il **Bluetooth**, che consentono di realizzare navigatori GPS su vari dispositivi: palmari, PC, computer portatili, e, se dotati di sufficiente memoria, anche telefoni cellulari.

Per la navigazione esistono **software** appositi, proprietari o open source che utilizzano una cartografia, anch'essa pubblica o proprietaria.

GPS e Teoria della Relatività

Tutto il sistema GPS funziona solo grazie ad un sistema di rilevamento del tempo molto preciso, perché è in base all'analisi delle variazioni di tempo che determina le posizioni geografiche.

Storicamente, il "**secondo**" (come misura di tempo) venne definito in termini di rotazione terrestre, come **1/86400** del giorno solare medio.

L'orologio atomico presente in ognuno dei satelliti che formano la **flotta GPS** è un tipo di orologio in cui la base del tempo è determinata dalla frequenza di risonanza di un atomo.

Tale orologio utilizza un **MASER** (**M**icrowave **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation, cioè Amplificazione di Microonde tramite Emissione Stimolata di Radiazione), che per sua natura contiene un gas di **Cesio** che viene eccitato.

Questo gas in stato eccitato emette un segnale alternato molto stabile, che si **utilizza come riferimento del secondo**.

Il **secondo** è l'unità di misura definita con maggiore accuratezza, ed è attualmente nell'ordine di:

$$10^{-14} / 10^{-15}$$

Questa è la definizione dotta:

"La durata di **9 192 631 770** periodi della radiazione corrispondente alla transizione tra due livelli iperfini, da ($F=4, MF=0$) a ($F=3, MF=0$), dello stato fondamentale dell'atomo di cesio -133".

In Italia il "secondo" è individuato mediante il campione dell'**Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo Ferraris**, a Torino.

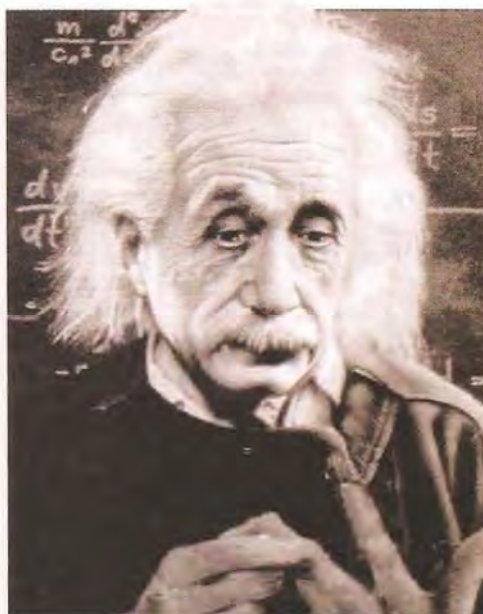


Immagine tratta da Internet

Per darvi un'idea di quanto questi satelliti siano precisi abbiamo fatto ricorso alla teoria della **relatività** di **Albert Einstein**, perché come tutti gli oggetti di precisione che girano lontano dalla terra sono interessati dalle conseguenze della Teoria della Relatività.

Infatti, a causa dell'effetto combinato della velocità relativa, che rallenta il tempo sul satellite di circa **7 microsecondi** al giorno, e della minore curvatura dello spazio-tempo a livello dell'orbita del satellite, che lo accelera di **45 microsecondi**, il tempo sul satellite scorre ad un ritmo leggermente più veloce che a terra, causando un anticipo di circa **38 microsecondi** al **giorno**, rendendo necessaria una correzione automatica da parte dell'elettronica di bordo.

Questa osservazione fornisce un'ulteriore prova dell'esattezza della teoria in un'applicazione del mondo reale.

L'effetto relativistico rilevato è infatti esattamente corrispondente a quello calcolabile teoricamente, almeno nei limiti di accuratezza forniti dagli strumenti di misura attualmente disponibili.

Possono inoltre esistere altri tipi di errore del GPS che sono di tipo **atmosferico** e di tipo **elettronico**.

come calcola la distanza il GPS ?

A tempi stabiliti (supponiamo le 12:00) il satellite genera un **codice** (detto **pseudo random code**) e lo invia sulla Terra.

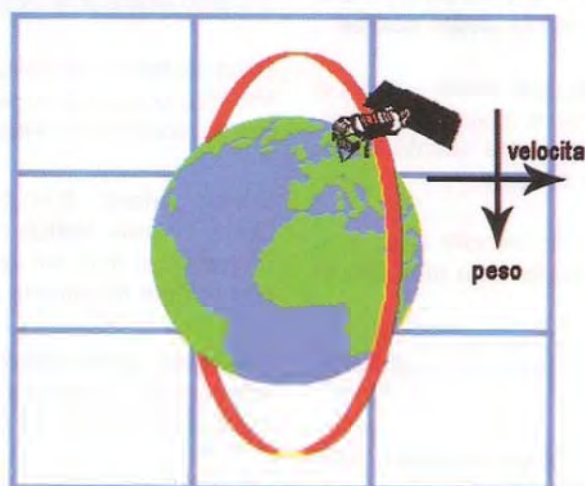


Fig.8 Prima della teoria relativistica vigeva la teoria messa a punto da Newton (ricordate la mela?) secondo la quale qualsiasi corpo che nello spazio ruoti attorno ad un pianeta o attorno al sole rimane pressochè stabile sulla sua traiettoria, perchè bilanciato dalla forza peso che lo attrae verso la Terra e dalla velocità di fuga verso lo spazio che cerca di farlo andare via. Se il mondo fosse fatto come aveva detto Newton, un satellite avrebbe impiegato un tempo preciso per effettuare una rotazione completa attorno alla Terra (ad esempio 110 minuti per un NOAA a 800 Km di altezza) e si sarebbe dovuti intervenire soltanto in presenza di venti solari o impatti che facevano deformare l'orbita. Pur tenendo sotto controllo tutte le variabili e migliorando la misura del tempo si è visto però che non è così, il tempo cioè cambia senza che ce ne accorgiamo.



Fig.9 Dopo l'enunciazione della teoria relativistica il mondo non è stato più lo stesso. Tutto l'universo si basa su un concetto che si chiama spazio-tempo, che alcuni definiscono "la quarta dimensione" (altezza, profondità, larghezza sono le altre). La possiamo immaginare come un tappeto che viene attirato dalla forza di gravità del sole che deforma tutto quello che ci ruota attorno. Non è più un sistema che ruota con un'orbita fissa, ma un'orbita a spirale che degrada sempre verso un "punto". Se dunque un satellite per compiere un'orbita impiega ad esempio 110 minuti (satelliti della serie NOAA), utilizzando dei cronometri atomici è possibile dimostrare che ad ogni giro il tempo di un'orbita cambia di alcuni microsecondi.

Il ricevitore (il nostro GPS), che è un orologio che riceve i dati alle 12:00, genera lo stesso **codice**.

Quando il segnale generato dal satellite arriva a terra e viene letto dal ricevitore, quest'ultimo lo riconosce ed è in grado di misurare quanto tempo ha impiegato per compiere il "tragitto".

Moltiplicando il tempo per la velocità della luce (300.000 Km/s), si ottiene la distanza tra il satellite ed il ricevitore GPS.

Il calcolo matematico è ovviamente abbastanza semplice.

Tutto quello che dobbiamo sapere è quando, esattamente, il segnale è partito dal satellite.

E lo dobbiamo sapere con una precisione estrema visto che **un solo millesimo di secondo di differenza** potrebbe penalizzare la rilevazione con un errore nell'ordine dei 300 Km!

Una volta che il ricevitore GPS ha effettuato i suoi calcoli, può fornire le seguenti informazioni:

- **longitudine**
- **latitudine**
- **altitudine**

Applicando queste informazioni ad una mappa è possibile capire perfettamente dove ci si trova, in quale città, in quale strada e perfino in quale senso di marcia si sta procedendo.

Non a caso, una delle applicazioni più frequenti della tecnologia GPS è proprio nel campo della navigazione guidata.

Piccoli computer portatili dotati di memoria possono infatti contenere migliaia di mappe ed essere usati addirittura per ricevere suggerimenti vocali sull'itinerario da seguire.

Come comunica con noi il GPS ?

Dalla costellazione dei satelliti ci arriva una serie di informazioni che sono perfettamente accessibili anche in modo molto semplice.

Stiamo parlando di un protocollo di comunicazione che si chiama **NMEA (National Marine Electronic Association)** nato per applicazioni meteo della marina militare americana poi civile.

Si tratta di uno standard **ASCII** che comunica in seriale, formato da una stringa di lettere e numeri che inizia col carattere "\$" e finisce col carattere "&".

Questa stringa di dati (record), a seconda della provenienza (satelliti meteo, o sonde barometriche o GPS), presenta contenuti specifici.

Il sistema GPS ci invia le seguenti stringhe che presentano all'inizio i seguenti descrittori:

NMEA recordDescription

GGA Global positioning System fix data
 GLL Geographic position - latitude/longitude
 OSA GNSS DOP and active satellites
 GSV GNSS satellites in view
 RMC Recommended minimum specific GNSS data
 VTG Course over ground and ground speed
 ZDA Time and date

Nella tabella in basso vi proponiamo una esemplificazione del significato della voce **GLL**.

Il **record GLL** quando ci arriva si presenta in questo modo:

```
$GPGLL,2500.00033,N,12159.99915,E,081727.00,A,A*66 &
```

Name	Example	Description
Message ID	\$GPGLL	GLLprotocol header
Latitude	2500.00033	dddmm.mmmm
N/S indicator	N	N = north or S = south
Longitude	12159.99915	dddmm.mmmm
E/W indicator	E	E = east or W = west
UTC time	081727.00	hhmmss.sss
Status	A	A = data valid or V = data not valid
Mode	A	N = no fix, A = autonomous, D = DGPS, E = DR

Nota: dddmm.mmm dove:
d = degrees/gradi
m = minuti

PRINCIPIO di FUNZIONAMENTO

Il principio di funzionamento di Tracker si basa su una rete già esistente **GSM GPRS** dei telefoni cellulari che interagisce con una rete **GPS** trasmettendo al telefonino autorizzato velocità, coordinate, messaggi d'allarme.

In pratica, questo dispositivo è in grado di **localizzare** e **controllare** un qualsiasi oggetto, persona o animale, per mezzo di un **SMS** che lo interroga oppure, se debitamente programmato, di inviarcvi un allarme in caso di **movimento non autorizzato** o semplicemente di **richiesta di aiuto**.

Le applicazioni di questo dispositivo sono innumerevoli e qui ci limitiamo ad annoverarne soltanto alcune tra le più significative:

- controllo/ricerca per bambini in ambiente affollato;
- controllo di persone disabili con forti disturbi di orientamento e lacune della memoria;
- controllo spostamenti animali domestici;
- antifurto per valige, moto, auto;
- noleggio di auto, moto, cicli, ecc.;
- controllo velocità ciclomotore del figlio;
- security per manager;
- controllo del personale in trasferta;
- controllo ambientale legalizzato.

Vi presentiamo TRACKER

Tracker viene fornito in una confezione corredata di due batterie al litio, di un carica batteria dotato di supporto per caricare le batterie esternamente e di un connettore per caricarlo direttamente come un normale cellulare.

Il Tracker è inoltre dotato di un'asola utile per fissarlo alla cintura dei pantaloni o al collare di un cane o, per mezzo di strip, alla carrozzeria di un'auto o di una moto, ecc.

All'interno del Tracker, oltre ad un ricevitore **GPS**, è presente un **GSM/GPRS quadriband** che copre praticamente tutto il mondo, ad esempio:

850 MHz (America latina), **900 MHz** e **1.800 MHz** Europa, **1.700 MHz** (America del nord).

L'accuratezza del posizionamento del GPS Tracker è di circa **9 metri**.

Il Tracker sta in carica in stand by per oltre **48 ore**.

Cosa occorre in più ?

Per utilizzare il Tracker dovete procurarvi una **Sim-Card** con un numero di telefono cellulare fornito dal vostro gestore di telefonia di fiducia.

Vi consigliamo di scegliere il contratto più economico e che abbia nel carnet molti SMS poiché tutto il dialogo con Tracker avviene appunto per mezzo di normali SMS.

Prima d'inserire la SimCard dovete eseguire una semplice operazione.

Disabilitate la richiesta di inserimento del **Pincode**, che, se in un cellulare normale è garanzia di privacy, sul **Tracker** sortisce l'effetto di bloccarne il funzionamento.

Attivate quindi nella SimCard l'opzione che attiva gli SMS in **formato testo**.

Se acquisterete una SimCard nuova, prima d'inserirla nel Tracker dovete effettuare almeno una telefonata verso un qualsiasi numero per **abilitarla**.

Accensione di TRACKER

Per aprire Tracker dovete tirare verso l'esterno la linguetta in basso (vedi fig.10) e spostare il coperchio indietro e in alto.

Sollevate il porta SimCard e inserite la SimCard e ponete la batteria sopra di essa posizionandola verso i contatti in basso.

Richiudete il coperchio spostando la linguetta in alto.

Premendo **ON/OFF** accendete Tracker.

Eseguite queste operazioni in giardino, o comunque in uno spazio aperto, in modo d'avere la possibilità di acquisire il dato GPS nel miglior modo possibile.

Saranno necessari circa **10-40 secondi** e tutto sarà Ok quando l'indicatore laterale (vedi fig.11) fornirà un impulso di luce ogni **4 secondi**.

Inizializzazione

Seguite esattamente questa procedura: inviate un SMS dal vostro cellulare al Tracker scrivendo da tastiera il seguente comando:

begin123456

dove:

begin: chiave

123456: password o codice segreto iniziale

Se tutto è Ok, al vostro telefonino giungerà il messaggio:

begin ok

Nota: quando scrivete sul cellulare il codice del comando seguite scrupolosamente la nostra scritta, quindi se c'è uno spazio dovete mettere lo spazio.

Per cambiare la password

Inviare il seguente SMS:

password123456password 195613

dove:

password: chiave

123456: vecchia password

password: chiave

195613: nuova password

Attenzione a scrivere esattamente:

**password+6numeri della password iniziale
+password+spazio+6 numeri della nuova password.**

Attivare fino a 5 numeri autorizzati

Chiamando **10 volte** lo stesso numero, automaticamente quel numero di cellulare viene autorizzato.

E' anche possibile programmare da remoto i numeri che si desiderano chiamare in caso di allarme o richiesta digitando:

admin195613 +39335xxxxxxx

dove:

admin chiave

195613 password

+39335xxx numero cellulare da chiamare

Nota: ricordate di lasciare **uno spazio** tra password e numero.

Aggiungete il prefisso (+39) se pensate di utilizzare il Tracker anche a livello internazionale.

Se l'operazione è andata a buon fine Tracker vi risponde:

admin ok

Se desiderate inserire fino a 5 numeri, dovrete ripetere l'operazione per 5 volte per 5 numeri diversi di cellulare.

Per cancellare numeri autorizzati utilizzate questo comando:

noadmin195613 +39335xxxxxxx

MODALITA' d'USO

Fate una prova, chiamate Tracker (ricordate che Tracker è del tutto assimilabile ad un cellulare dotato di un proprio numero telefonico) e vediamo cosa ha da dirvi:

sms

lat 44.47295 long 011.397370 speed 000.0

16/07/09 10.30 bat:F signal:F

imei:.....

lat 44.47295 = latitudine (0-90)

long 011.397370 = longitudine (0-360)

speed 000.0 = velocità in Km/h

bat:F = la batteria è carica

signal:F = il segnale radio è forte

imei = xxxxxx numero scheda Simcard

...altri utilizzi di TRACKER

Auto track

Questa funzione invia a intervalli di tempo regolari programmati le **coordinate geografiche** del luogo in cui si trova l'oggetto, persona o animale, provvisto di Tracker.

Inviare, ad esempio, il messaggio:

t030s005n195613

Se sostituite **s** con **m** o con **h**, Tracker interpreta il tempo da **0** a **255** in **secondi** o **minuti** o **ore**.

Ad esempio:

t030s = 30 secondi (riceverete tanti SMS)

t030m = 30 minuti

t030h = 30 ore (**Nota:** max48 ore)

A voi, il compito di scegliere il tempo più giusto per l'utilizzo specifico.

Per disabilitare Auto Track

Inviare a Tracker un SMS contenente il seguente codice:

notn195613

non sono accettati dei tempi inferiori a 30 secondi.

Alcune APPLICAZIONI del TRACKER GPS



DOV'È ...!?

Controllo trasfertisti



Ricerca bambini



Antifurto



Controllo velocità max.



Ricerca animali d'affezione



Localizzazione persone con disturbi di orientamento

Sorveglianza solo sonora

Per ascoltare ciò che "sente" Tracker inviare il comando:

Monitor195613

Tracker risponderà:

monitor ok

Componendo il numero di Tracker col cellulare, potrete udire tutto quello che succede intorno ad esso, ovviamente rimanendo negli ambiti d'uso consentiti dalla Legge sulla Privacy.

Riprogrammare TRACKER nella modalità iniziale: coordinate geografiche

Inviare a Tracker un SMS scrivendo il comando:

tracker195613

e aspettare la risposta:

tracker ok!

Allarme TRACKER fermo da 3 a 10 minuti

Inviare a Tracker il comando:

move195613

quando Tracker riceve questo comando risponde:

move ok

Non appena l'oggetto o la persona o l'animale si muovono, vi arriverà un SMS che recita:

Move

Per disabilitarlo, inviate un SMS:

nomove195613

Allarme se TRACKER, dopo 3 o 10 minuti, si sposta al di fuori di uno spazio predefinito in latitudine e longitudine

Inviare a Tracker il messaggio:

Stockade195613 long,lat

Come vedete questo è il comando più complicato da formulare, perché implica che conosciate la **latitudine** e la **longitudine** del luogo in cui si trova l'oggetto che non si deve muovere.

Se si muove, Tracker risponde con:

**Stockade ! lat 45.67 long 11.30 speed 000.0
15/07/09 12.21**

Per disabilitare il comando:

nostockade195613



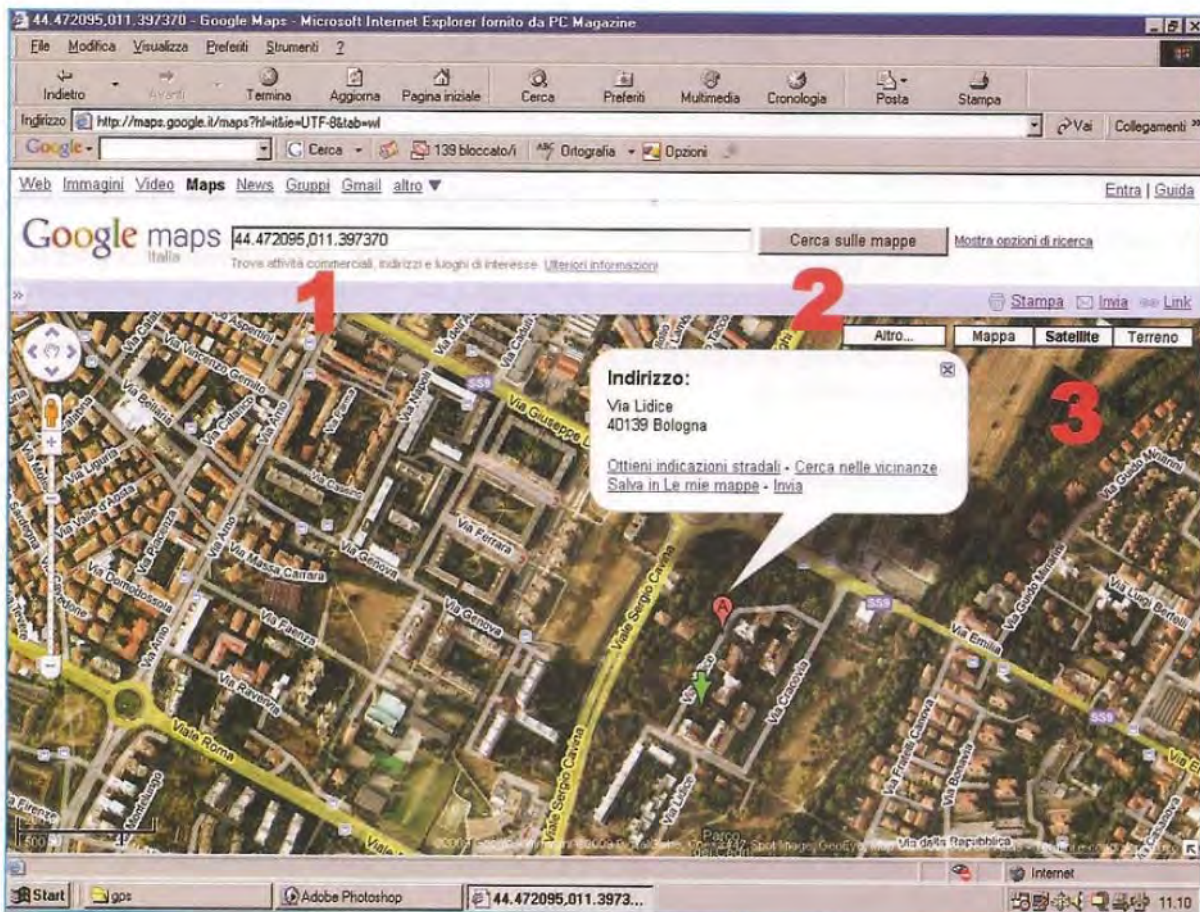


Fig.12 Per localizzare sulla Mappa il punto in cui si trova TRACKER, scrivete le coordinate numeriche separate da una virgola: sulla Mappa vedrete il punto "fisico" e l'indicazione del nome della Via più prossima ad esso.

Allarme se TRACKER va oltre una velocità predefinita

Se desiderate che Tracker vi invii un allarme quando il motorino di vostro figlio o l'automobile del nonno superano una certa velocità (70 Km/h), potete inviare questo comando:

speed 195613 070

dove:

speed: comando

195613: password

070: velocità predefinita di 70 Km/h

Riceverete il seguente messaggio di accettazione del comando:

speed ok !

Nel caso vengano superati i 70 Km/h, vi arriverà un SMS del tipo:

speed070! lat 45.67 long 11.30 15/07/09 12.21

Per cancellare il comando:

nospeed 195613

La velocità non deve essere inferiore a 50 Km/h, pena una misura non troppo accurata.

Pulsante SOS

Premendo per circa **3 secondi** il pulsante **SOS**, il Tracker invia ai 5 telefoni autorizzati il messaggio:

help me ! lat 45.67 long 11.30 speed 000.0 15/07/09 12.21

e continuerà ad inviare questo messaggio fino a quando uno dei telefoni autorizzati non gli risponderà con un SMS del tipo:

help me!

a conferma che è stata presa in considerazione la richiesta di aiuto.

In questo caso se inviate il comando:

Monitor195613 (password)

attiverete la modalità di ascolto e, chiamando Tracker, potrete ascoltare **in viva voce**, in modalità telefono, il sonoro di ciò che sta succedendo tutt'intorno ad esso.

Ciò vi metterà subito nella condizione di scegliere la modalità di intervento più opportuna.

Abbiamo le coordinate geografiche e poi?

Avendo le coordinate geografiche potrete rintracciare Tracker (omettiamo di proposito il nome dell'oggetto che dobbiamo trovare: il nonno, il bimbo, il cane, l'auto, il trasfertista furbetto, il manager scomparso, la valigia, il computer, la cassa degli attrezzi del muratore o dell'idraulico, ecc.), utilizzando il servizio gratuito che fornisce **Google**. Andate all'**indirizzo web** (vedi fig.12):

<http://maps.google.it/>

Nota: le figure 4, 5, 6, 7, 12, 14, 15, 16 sono tratte dal programma **Google Map** scaricabile gratuitamente dal **web**. Ricordiamo che **Google Map** è un marchio di **Google inc**.

Scrivete solo il **valore numerico della latitudine e longitudine** così come le leggete dal vostro SMS

separandole solo con la virgola nella casella di testo (vedi **N.1** in fig.12).

Cliccate su "**Cerca sulla Mappa**" (vedi **N.2** in fig.12) e scegliete **mappa, satellite** o **terreno** per il punto di vista per voi più chiaro.

A tal proposito ve ne diamo una dimostrazione nelle tre figg.14-15-16.

Nel nostro caso abbiamo scelto **satellite** (vedi **N.3** in fig.12) e sul monitor ci è apparso immediatamente il punto in cui si trovava il nostro Tracker. Se utilizzate una carta geografica di tipo turistico ricordate che **LAT** sono i valori che trovate sul bordo della carta a sinistra, dal basso in alto a crescere, e **LONG** sono i numeri sul bordo della carta in basso, da sinistra a destra a crescere.

Come si trattasse di una battaglia navale, incrociate i valori (dipende dal dettaglio della vostra carta) e trovate il punto di intersezione: lì si trova il vostro **Tracker** con ciò che stavate cercando.

Crediamo che avervi presentato questo oggetto possa aiutarvi a proteggere meglio di qualsiasi "ronda" i vostri cari e le vostre cose da malintenzionati.

Saremo dunque lieti di ricevere i vostri ordini e prenotazioni perché, a causa degli onerosi costi di gestione del magazzino, siamo costretti a tenerne disponibili soltanto scorte limitate.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo del **Tracker completo** siglato **KM102**
Euro 165,00 (IVA compresa)

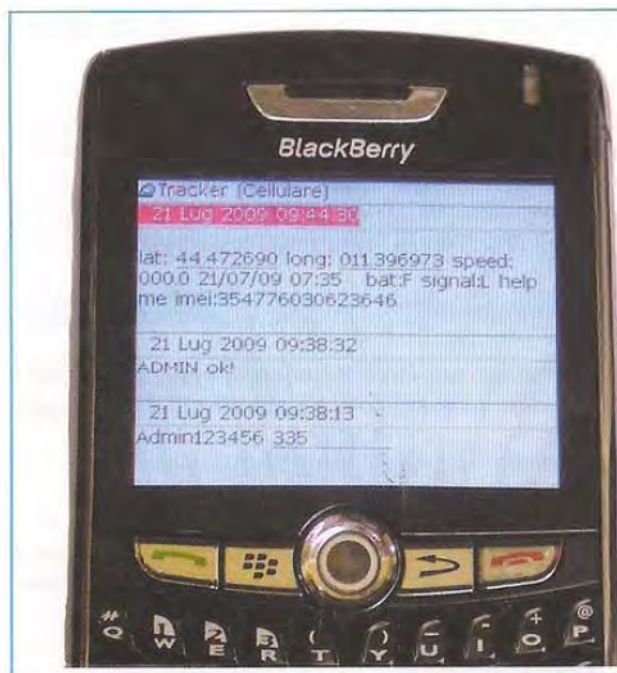


Fig.13 Potete usare qualsiasi cellulare che trasmetta SMS. Non è obbligatorio disporre di palmare. Naturalmente un palmare del tipo riprodotto nella foto a lato è già corredato del programma **Google Map**, dal quale ricavare direttamente le coordinate del punto in cui è localizzato **TRACKER**.

Qui abbiamo riprodotto un esempio di messaggio SMS inviato tramite **TRACKER** premendo il pulsante **SOS**.

Fig.14 Quando dovete inserire le coordinate geografiche scegliete nel menu in alto la visione della mappa che vi facilita nella localizzazione di TRACKER. In questo caso abbiamo selezionato l'opzione "Mappa".

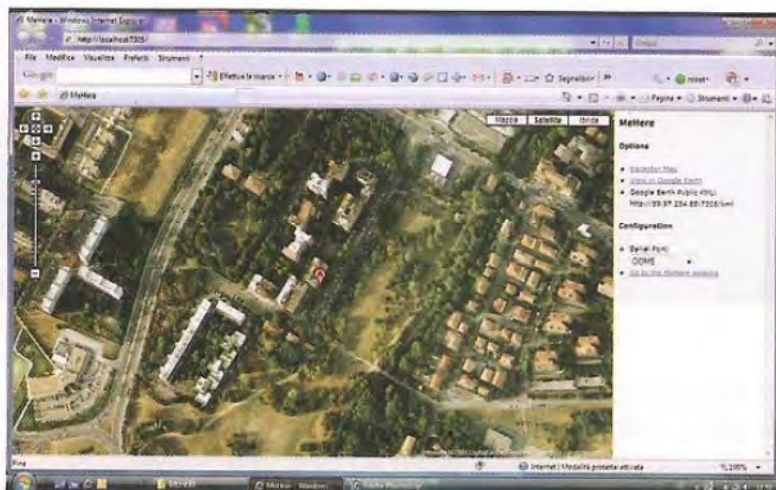
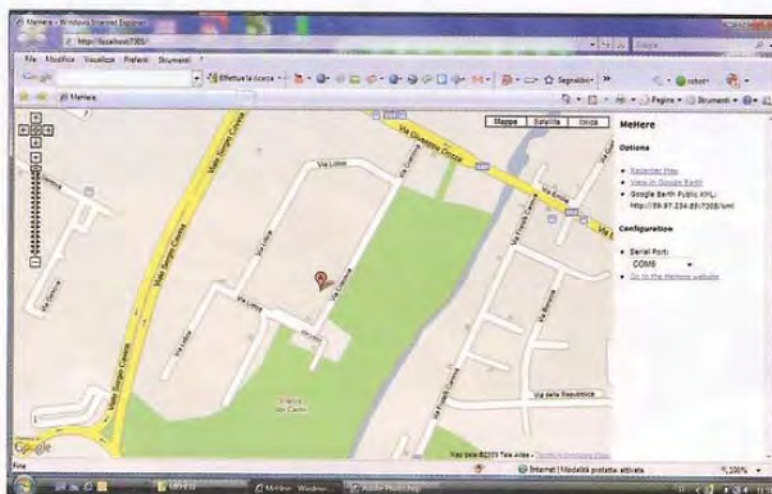
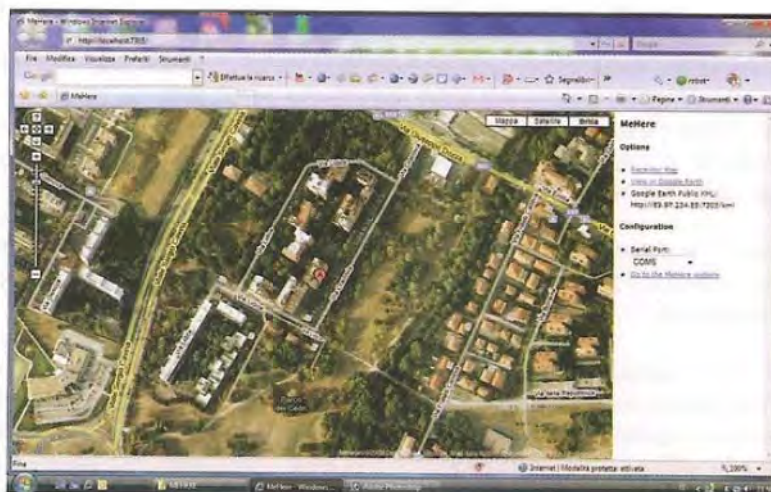


Fig.15 Se preferite una visione dall'alto di tipo satellitare, prima di inserire le coordinate geografiche, scegliete nel menu in alto la visione corrispondente all'opzione "Satellite".

Fig.16 Se oltre alla visione dall'alto desiderate vedere anche il nome delle strade, prima di inserire le coordinate geografiche, selezionate nel menu l'opzione "Terreno/Ibrida".





che COS'È L'IMPEDENZA

Che differenza c'è tra impedenza e resistenza elettrica? Perché tensione e corrente non sono sempre in fase? E cosa distingue una reattanza di tipo capacitivo da una di tipo induttivo? Se non sapete rispondere, vi consigliamo di leggere questo articolo, nel quale cercheremo di fornire una risposta a questi quesiti.

Qualche volta, nelle lettere che riceviamo in redazione, alcuni lettori esprimono il loro rammarico per il fatto di non riuscire ad afferrare fino in fondo il significato di alcuni concetti, considerati essenziali per gli addetti ai lavori.

Abbiamo notato che fra le definizioni che sono rimaste "indigeste", una delle più gettonate è quella di **impedenza**.

Molti, per esempio, ancora non riescono a distinguere la differenza che passa tra **impedenza** e **resistenza**, e spesso vanno in confusione utilizzando ora l'uno ora l'altro vocabolo.

Altri, tratti in inganno dal fatto che questo termine

viene usato correntemente per indicare le piccole **bobine** utilizzate in **radiofrequenza**, sono convinti che l'impedenza non sia nient'altro che un modo diverso di chiamare l'**induttanza**.

Quando poi si comincia a parlare di cose come la **reattanza induttiva** e quella **capacitiva**, si rischia di instaurare un vero e proprio dialogo fra sordi.

Se prendete un testo di elettrotecnica vedrete che questi argomenti vengono trattati diffusamente con tanto di **funzioni trigonometriche** e **numeri complessi**, con il risultato che il lettore si trova ben presto "ingolfato" in una serie di formule che presuppongono una conoscenza matematica **approfondita**, della quale non tutti dispongono.

Come spesso succede, i troppi calcoli allontanano dal **significato fisico** di un fenomeno, cioè in definitiva dalla sua comprensione.

Così se vi chiedessero come si fa in pratica a **misurare** il valore di una **impedenza**, molto probabilmente non sapreste **cosa rispondere**.

Per questo abbiamo deciso di scrivere questo articolo, nel quale cercheremo di dissipare i vostri dubbi sull'argomento, spiegandovi in modo semplice in cosa consiste tale fenomeno.

Ma non ci accontenteremo di una spiegazione teorica, per quanto semplificata, perché lo spirito della nostra rivista è quello di farvi capire le cose facendovele toccare con mano.

Così abbiamo deciso di presentare a breve il progetto di un nuovo **impedenzometro USB** che, collegato al vostro **personal computer**, vi permetterà di eseguire facilmente qualsiasi misura di **impedenza**.

Questo articolo deve essere considerato una prima introduzione all'argomento, alla quale seguirà, nelle prossime riviste, la presentazione dello strumento vero e proprio, con cui potrete divertirvi ad eseguire tutte le misure.

Nel frattempo vi spiegheremo la differenza che intercorre tra l'**impedenza** e la **resistenza** elettrica, perché si dice che un'impedenza è di tipo **induttivo** e un'altra è di tipo **capacitivo**, che cos'è la **reattanza** e come varia al variare della **frequenza**.

Vi accorgete che questa materia non è "spinosa" come sembra, ma può risultare anche molto interessante.

Cos'è l'IMPEDENZA ?

Di per sé la parola **impedenza** sta ad indicare qualcosa che "impedisce", cioè che si oppone al passaggio della **corrente**.

Ma allo stesso modo anche la parola **resistenza** si può collegare intuitivamente allo stesso concetto.

e COME si MISURA

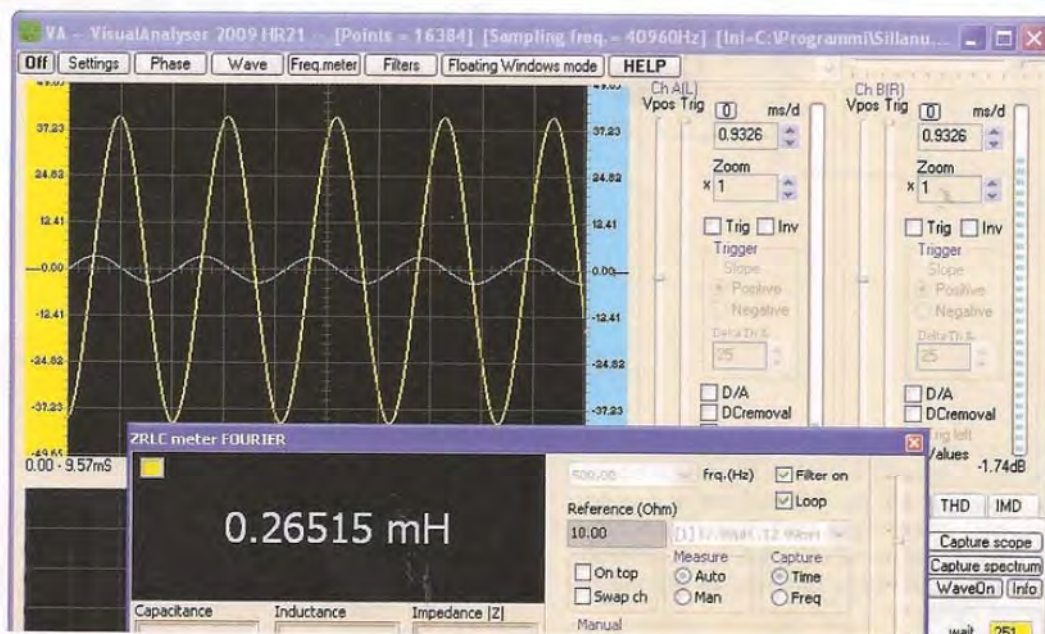


Fig.1 La caratteristica dell'impedenza è quella di produrre uno sfasamento tra la tensione presente ai suoi capi e la corrente che la attraversa. Per determinare il valore di un'impedenza non basta misurare il suo valore assoluto, ma occorre conoscere anche l'angolo di fase fra tensione e corrente.

Allora qual è veramente la differenza che passa tra **impedenza** e **resistenza**, visto poi che per indicare il loro valore si usa la stessa unità di misura, e cioè l'**ohm**?

Per comprenderlo ricordiamo come avviene la misura della resistenza elettrica.

Come saprete, per misurare la resistenza di un **conduttore** si applica ai suoi capi una **tensione continua** via via **crescente**, registrando per ogni valore di **tensione** applicato il corrispondente valore di **corrente** che lo attraversa.

Lo schema di questa misura è riassunto in fig.2, nel quale al **conduttore** da misurare viene applicata la tensione prodotta dal **generatore di tensione continua Vcc**.

In serie al conduttore viene posto un **amperometro** che rileva la corrente che lo percorre, mentre ai suoi capi è posto un **voltmetro** che consente di misurare i diversi valori di tensione applicati.

Se andiamo a riportare sull'asse orizzontale di un foglio di **carta millimetrata** i diversi valori di **tensione** applicata e sull'asse verticale i corrispondenti valori di **corrente** che abbiamo misurato, e congiungiamo i punti ottenuti, ricaveremo una **linea retta**, come rappresentato in fig.3.

Questo significa che il nostro conduttore segue la **legge di Ohm**, la quale dice che il **rapporto** tra la **tensione V** applicata ad un conduttore e la **corrente I** che lo attraversa è **costante**.

Questo rapporto è chiamato **resistenza**, e si misura in **ohm**.

Questa affermazione è rappresentata dalla nota formula:

$$R = V : I$$

dove:

R è la **resistenza** in **ohm**

V è la **tensione** in **Volt**

I è la **corrente** in **Ampere**

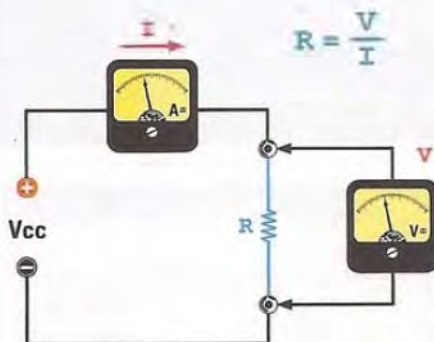
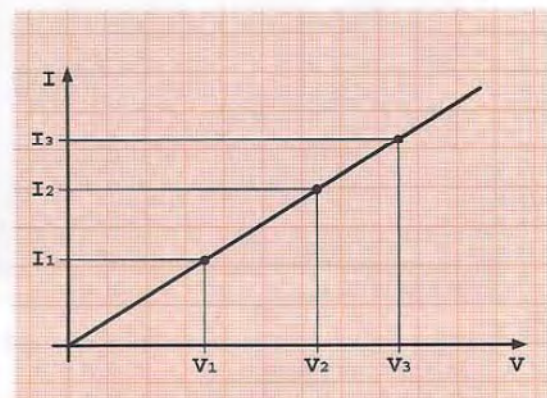


Fig.2 Come sapete, la misura della resistenza di un conduttore viene effettuata applicando ai suoi capi una tensione continua e misurando la corrente che lo attraversa.

Fig.3 Se riportiamo su un foglio di carta millimetrata i diversi valori di tensione continua applicati ad un conduttore e i corrispondenti valori della corrente, e congiungiamo i diversi punti ottenuti, se il conduttore rispetta la legge di Ohm, si ottiene una linea retta.



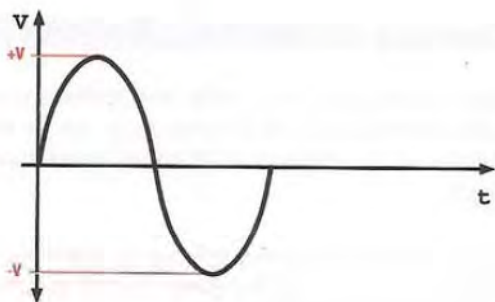
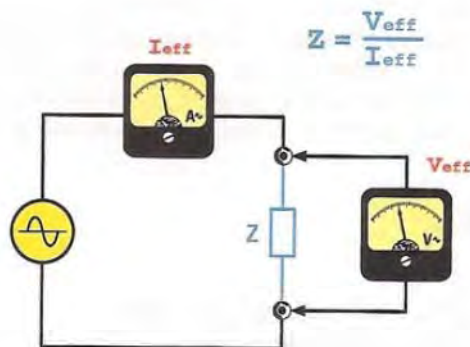


Fig.4 E' qui rappresentato l'andamento di una tensione sinusoidale che varia nel tempo tra il valore massimo +V e il valore minimo -V.

Il concetto di impedenza viene introdotto per studiare il comportamento dei circuiti ai quali sono applicate tensioni sinusoidali.

Fig.5 La misura dell'impedenza viene eseguita applicando ai suoi capi una tensione sinusoidale e misurando il valore della corrente efficace che la attraversa.



Riassumendo tutto questo in parole semplici, potremo dire che per misurare la resistenza di un conduttore si applica ai suoi capi una **tensione continua** di un certo valore.

Misurando il valore della **corrente** che lo attraversa, il **rapporto** fra la tensione e la corrente ci fornisce la sua **resistenza**.

Fin qui nulla di nuovo, ma ribadire questo concetto ci servirà per comprendere meglio come si misura l'**impedenza**.

La misura di impedenza non è concettualmente molto diversa, perché anche in questo caso si misura la **tensione** applicata ad un conduttore e la **corrente** che lo attraversa.

Ciò che distingue la misura della impedenza dalla misura della resistenza, è che questa volta la misura non viene più eseguita applicando una tensione **continua** ma una **tensione alternata**, e più precisamente una **tensione ad andamento sinusoidale**.

Se rappresentiamo in un grafico l'andamento nel tempo della tensione **sinusoidale** prodotta da un generatore, otterremo una figura come quella rappresentata in fig.4.

Come potete notare il valore della tensione all'uscita del generatore **varia** continuamente nel **tempo** partendo da **0**, raggiungendo un **picco positivo** di valore massimo **+V** e scendendo nuovamente a **0**.

Dopodichè la tensione passa a valori **negativi**, raggiungendo un **picco negativo**, di valore **-V**, per ritornare a salire fino a **0**.

A questo punto il generatore ha completato una **intera sinusoide**. Quindi il ciclo ricomincia descrivendo una nuova sinusoide, e così via.

Come saprete il **numero** di intere **sinusoidi** che vengono prodotte dal generatore in **1 secondo** viene chiamato **frequenza**, e si misura in **Hertz**, indicandolo con la abbreviazione **Hz**.

Così un generatore che produce una **sinusoide al secondo**, si dice che ha una **frequenza di 1 Hertz (Hz)**.

Ora supponiamo di disporre di un generatore in grado di erogare una sinusoide a frequenza **variabile** e di utilizzarlo per la misura dell'impedenza nel circuito di fig.5.

Come potete notare, il circuito è molto simile a quello utilizzato in precedenza per la misura della resistenza elettrica.

L'unica differenza è che il generatore ora produce una tensione **sinusoidale** ad una certa **frequenza f** e che sia il **voltmetro** che l'**amperometro** sono predisposti per misurare una tensione ed una corrente **alternata**.

La misura della impedenza è in parte ancora simile a quella della resistenza, perché se noi misuriamo la tensione efficace presente ai capi dell'impedenza con il **voltmetro** e la corrente efficace che la attraversa con l'**amperometro**, se chiamiamo **Z** l'**impedenza**, anche in questo caso potremo scrivere:

$$Z = V : I$$

dove:

Z è il **valore della impedenza in ohm**

V è la **tensione efficace in Volt**

I è la **corrente efficace in Ampere**

Abbiamo volutamente specificato **tensione efficace** e **corrente efficace** perché il voltmetro e l'amperometro in alternata misurano il valore **efficace** e non il valore **massimo**, ma la stessa relazione rimarrebbe valida anche se utilizzassimo i valori **massimi** di tensione e corrente.

Nota: ricordiamo per inciso, che il **valore efficace** di una tensione sinusoidale si ricava dividendo il suo **valore massimo**, cioè l'**altezza del picco**, per il **valore approssimato di 1,41**:

$$V_{\text{eff}} = V_{\text{max}} : 1,41$$

A parte il fatto che la misura viene eseguita in regime **sinusoidale**, anziché in corrente **continua**, a questo punto verrebbe da pensare che resistenza e impedenza sono la stessa cosa.

Invece non è così, tanto è vero che se sottoponete alla misura in corrente continua un condensatore otterrete un valore di resistenza praticamente infinita, mentre se lo misurate in corrente alternata otterrete un passaggio di corrente e un valore di impedenza ben preciso.

E' intuitivo quindi che ci sono alcune cose che con-

tribuiscono a rendere resistenza ed impedenza diverse tra loro.

Quando la CORRENTE è ... fuori FASE

Supponiamo di porre in serie alla impedenza che vogliamo misurare una resistenza di valore **molto piccolo**, ad esempio di **0,33 ohm**, come indicato in fig.6.

Immaginiamo poi di collegare ad un capo dell'**impedenza** da misurare il **canale X** di un oscilloscopio doppia traccia, come indicato in figura e di collegare ad un capo della resistenza da **0,33 ohm** il **canale Y** dello stesso **oscilloscopio**.

A questo punto, impostiamo sul generatore sinusoidale un valore di frequenza, ad esempio di **1.000 Hz**.

Se diamo tensione al generatore e portiamo la base dei tempi dell'oscilloscopio nella posizione **Chopper**, vedremo apparire sullo schermo **due sinusoidi**.

Nota: è importante utilizzare la funzione **Chopper** dell'oscilloscopio e non la funzione **Alternate**, perché quest'ultima non consente di misurare la **differenza di fase** esistente tra i due canali **X** e **Y**.

Se la resistenza serie che abbiamo utilizzato è di valore molto piccolo rispetto al valore della impedenza da misurare praticamente, la sinusoide che appare sul canale **X** dell'oscilloscopio coincide con la **tensione** ai capi dell'impedenza.

La sinusoide che appare sul canale **Y** rappresenta invece la **corrente** che attraversa l'impedenza.

Se osserviamo lo schermo dell'oscilloscopio, come indicato in fig.7, noteremo subito una cosa interessante è cioè che la sinusoide che rappresenta la **corrente non risulta in fase** con la sinusoide che rappresenta la **tensione**.

Per la precisione, nella raffigurazione di fig.7 la **tensione**, che è rappresentata dalla sinusoide **più grande**, risulta **sfasata in ritardo** rispetto alla **corrente**, rappresentata dalla sinusoide più piccola, di un **angolo $-\varphi$** (si usa il segno - per indicare che lo sfasamento è in **ritardo**).

Infatti la sinusoide della **tensione** raggiunge il suo massimo solo al tempo **t2**, mentre la sinusoide della **corrente** lo ha **già raggiunto** al tempo **t1**, che è precedente.

E' come se la **corrente** partisse con un certo **anticipo**, e **solo dopo un certo tempo** si manifestasse la **tensione** ai capi dell'impedenza.

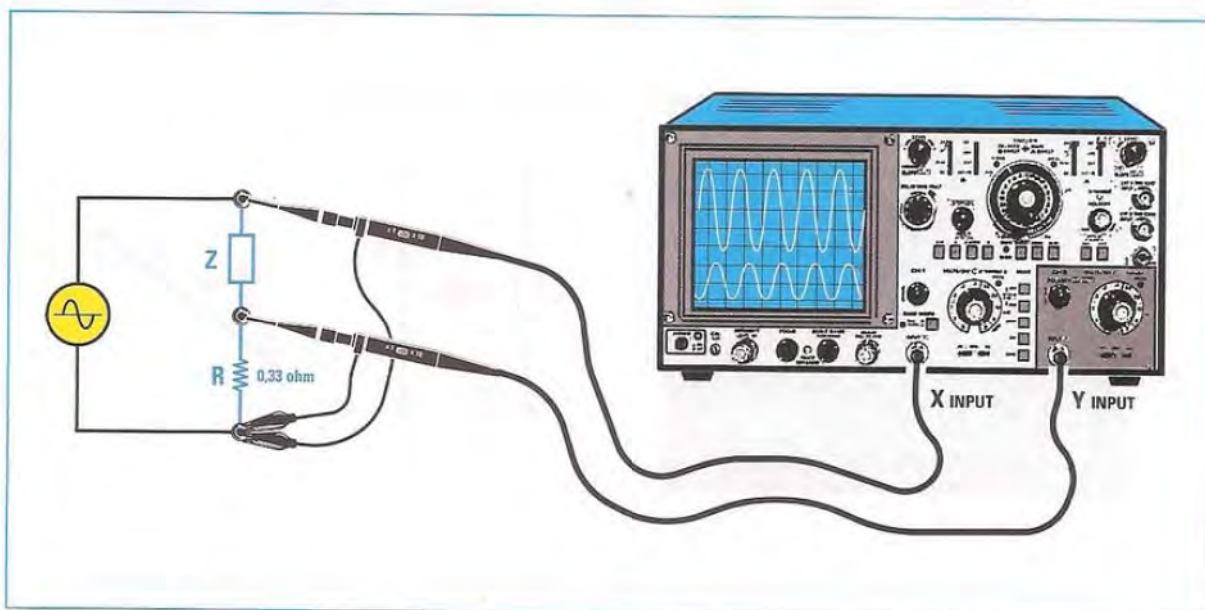


Fig.6 Se poniamo in serie ad una impedenza una piccola resistenza da 0,33 ohm, collegando l'oscilloscopio come indicato in figura è possibile visualizzare sullo schermo due sinusoidi, una di ampiezza maggiore, che rappresenta la tensione presente ai capi dell'impedenza e l'altra più piccola, che rappresenta la corrente che l'attraversa. In questo modo è possibile visualizzare lo sfasamento esistente tra queste due grandezze.

Questo è quello che succede in un **condensatore**, nel quale **prima** si realizza uno spostamento di cariche elettriche, cioè una **corrente** verso le sue armature, e **poi** si manifesta una **tensione** ai suoi capi.

Per questo motivo, una impedenza nella quale si riscontra uno **sfasamento in ritardo** della tensione rispetto alla corrente viene detta di tipo **capacitivo** e trattata in tutto e per tutto come se al suo interno ci fosse un **condensatore**.

Se il condensatore fosse ideale, questo sfasamento sarebbe esattamente di -90° . In realtà, poiché in serie al condensatore è sempre presente anche una certa **resistenza** delle armature, questa condizione ideale non si verifica mai.

A seconda del valore della **resistenza** lo **sfasamento** di una impedenza di tipo capacitivo può variare perciò all'interno dei due estremi 0° e -90° . Lo sfasamento 0° corrisponde alla **resistenza pura** mentre lo sfasamento -90° corrisponde ad una **capacità pura**.

Come indicato in fig.7 una impedenza di tipo capacitivo viene rappresentata con un **condensatore** ed una **resistenza** in serie.

Ora proviamo ad eseguire la stessa misura su un'altra impedenza utilizzando sempre lo stesso

circuito e visualizzando ancora la tensione e la corrente sullo schermo dell'oscilloscopio.

Poniamo il caso che le due sinusoidi relative alla tensione e alla corrente, una volta riportate sul grafico si presentino ora come in fig.8.

In questo caso la **tensione** risulta **sfasata in anticipo** rispetto alla **corrente** di un **angolo $+\varphi$** (si usa il segno $+$ per indicare che lo sfasamento è in **anticipo**).

Infatti la sinusoide della **tensione** raggiunge il suo massimo già al tempo t_1 , mentre la sinusoide della **corrente** lo raggiunge solo al tempo t_2 , che è **successivo**.

Ora si verifica il fenomeno opposto a quello precedente, perché è come se la **tensione** ai capi dell'impedenza arrivasse **prima** della **corrente** che la attraversa.

Questo è proprio ciò che si verifica in una **induttanza**, nella quale, per la **legge di Lenz**, la variazione della corrente che l'attraversa genera una forza controelettrica che si oppone alle variazioni della corrente medesima.

In pratica, è come se la tensione si manifestasse **prima** della corrente che l'attraversa.

Per questo, se misurando una impedenza si riscontra uno sfasamento in **anticipo** della **tensione** ri-

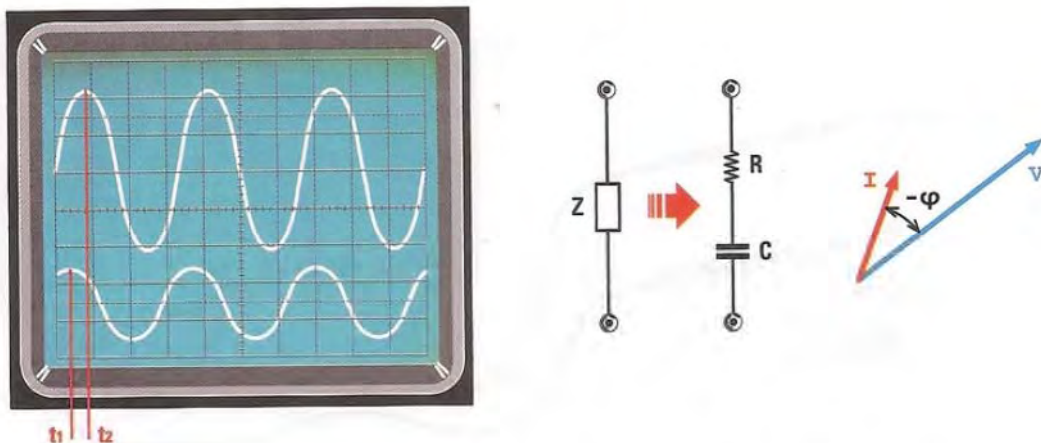


Fig.7 Se l'impedenza che state misurando è di tipo capacitivo, cioè è formata da un condensatore e da una resistenza in serie, la sinusoide della tensione, visibile nella parte alta dello schermo, risulterà sempre sfasata in ritardo rispetto a quella della corrente, visibile nella parte inferiore dello schermo. Come potete notare, la sinusoide della tensione raggiunge il suo massimo al tempo t_2 , cioè dopo la sinusoide della corrente, che raggiunge il suo massimo già al tempo t_1 . Dalla differenza tra il tempo t_1 ed il tempo t_2 è possibile ricavare l'angolo di fase $-\varphi$ fra le due sinusoidi.

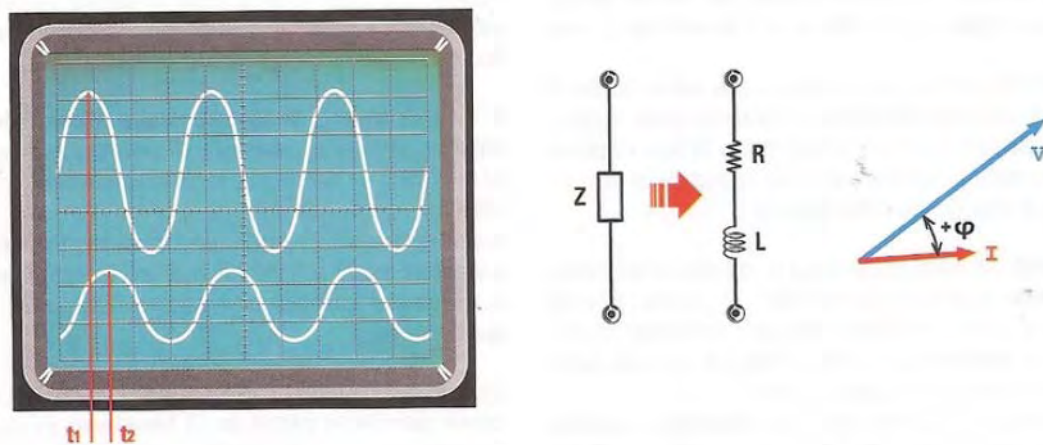


Fig.8 Se l'impedenza è invece di tipo induttivo, cioè è formata da una induttanza e da una resistenza in serie, la sinusoide della tensione, visibile nella parte alta dello schermo, risulterà sfasata sempre in anticipo rispetto a quella della corrente, visibile nella parte inferiore dello schermo. Se osservate lo schermo vedete che la sinusoide della tensione raggiunge il suo massimo al tempo t_1 , mentre la sinusoide della corrente lo raggiunge più tardi, e cioè al tempo t_2 . Anche in questo caso dalla differenza fra il tempo t_2 e il tempo t_1 si può risalire all'ampiezza dell'angolo di fase $+\varphi$.

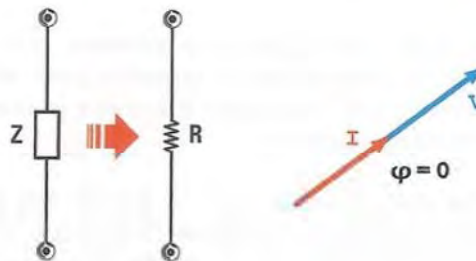
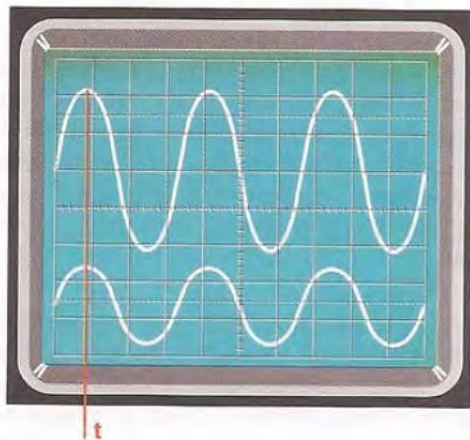


Fig.9 Se l'impedenza che state misurando è di tipo resistivo, cioè è formata dalla sola resistenza R , la sinusoide della tensione, visibile nella parte alta dello schermo, risulterà invece perfettamente in fase con quella sottostante della corrente. Come potete notare, entrambe le sinusoidi raggiungono il massimo nello stesso istante t . In questo caso si dice che l'impedenza è di tipo puramente resistivo.

spetto alla **corrente** si dice che si tratta di una impedenza di tipo **induttivo**, e la si considera come se al suo interno ci fosse una **induttanza**.

Anche in questo caso se l'induttanza fosse ideale questo sfasamento sarebbe esattamente di $+90^\circ$. In realtà, poiché il filo con cui è realizzata l'induttanza è caratterizzato sempre anche da una certa resistenza, questa condizione ideale non si verifica mai.

A seconda del valore della **resistenza**, lo **sfasamento** di una impedenza di tipo **induttivo** varia fra tra 0° e $+90^\circ$.

Lo sfasamento 0° corrisponde alla **resistenza pura** mentre lo sfasamento $+90^\circ$ corrisponde ad una **induttanza pura**.

Come indicato in fig.8 una impedenza di tipo induttivo viene rappresentata con una **induttanza** ed una **resistenza** in serie.

...e quando NO

Giunti a questo punto potreste avere la curiosità di eseguire la stessa misura con una **resistenza**, per vedere cosa succede.

Sostituiamo l'impedenza con una resistenza e andiamo ad osservare con l'oscilloscopio le due sinu-

soidi della **tensione** e della **corrente**.

Se osservate la fig.9 si coglie subito un fatto evidente, e cioè che la **tensione** e la **corrente** sono questa volta **perfettamente in fase**, perché entrambe le sinusoidi raggiungono il valore massimo allo stesso istante t .

In questo caso si dice che l'impedenza è di tipo **resistivo**.

Il fatto che la corrente e la tensione risultino perfettamente in fase è una caratteristica che si applica a qualunque componente puramente resistivo.

Se parliamo di una resistenza intesa non come componente ideale ma come **componente reale**, dovremo poi tenere conto del fatto che esiste anche la presenza di una piccola **capacità parassita**, data dal fatto che il corpo della resistenza si comporta come un piccolissimo condensatore, e di una piccolissima **induttanza parassita**, dovuta al fatto che la resistenza è comunque un conduttore percorso da corrente.

Perciò, se tralasciamo il caso del componente ideale, anche nella resistenza sarà possibile evidenziare un **piccolissimo sfasamento** fra corrente e tensione, in **anticipo** oppure in **ritardo**, a seconda che prevalga la componente **induttiva** oppure quella **capacitiva**.

Ricapitoliamo

Prima di procedere oltre è bene riassumere quello che abbiamo detto finora.

Abbiamo visto che:

- quando si applica una tensione alternata (sinusoidale) ad una **resistenza**, la **corrente** (anch'essa sinusoidale) che l'attraversa è **sempre in fase** con la **tensione** applicata;
- se invece si applica la stessa tensione sinusoidale ad una **impedenza**, la **corrente** sinusoidale che l'attraversa presenta sempre uno **sfasamento** rispetto alla **tensione**;
- se la **tensione** è in **ritardo** sulla **corrente**, significa che l'impedenza è di tipo **capacitivo**;
- se la tensione è in **anticipo** sulla **corrente**, significa che l'impedenza è di tipo **induttivo**;
- lo **sfasamento**, denominato con la lettera greca φ , corrisponde ad una porzione dei **360°** di cui è composta una intera sinusoide e pertanto si misura in **gradi**, come un angolo. Per questo si parla di **angolo di sfasamento**;
- nel caso di una impedenza di tipo **capacitivo** l'**angolo di sfasamento** φ è **negativo** ed è compreso tra **0°** e **-90°**;
- nel caso di una impedenza di tipo **induttivo** l'**angolo di sfasamento** φ è **positivo** ed è compreso tra **0°** e **+90°**.

Il valore ASSOLUTO dell'IMPEDENZA

Finora abbiamo eseguito unicamente una misura di tipo **qualitativo**, confrontando la sinusoide della **tensione** presente ai capi dell'impedenza con la sinusoide della **corrente** che l'attraversa, e abbiamo visto che questo ci permette di comprendere che tipo di **impedenza** stiamo misurando.

Però, una volta che abbiamo capito se una impedenza è del tipo **induttivo** oppure **capacitivo** è importante sapere anche a quanto corrisponde il suo **valore assoluto** in **ohm**.

Come vi abbiamo detto in precedenza, per calcolare il valore dell'impedenza si utilizza la seguente relazione:

$$Z = V : I$$

dove:

Z è il **valore** della **impedenza** in **ohm**

V è la **tensione efficace** in **Volt**

I è la **corrente efficace** in **Ampere**

Come potete notare la formula è molto simile alla **legge di Ohm**, solo che al posto di una tensione e di una corrente **continua** ci sono una tensione ed una corrente **sinusoidale** e invece del valore della **resistenza**, quello che si ottiene è il valore dell'**impedenza**, che risulta anch'esso espresso in **ohm**.

Per misurare il valore in ohm di una impedenza si può utilizzare un comune generatore BF collegandolo come indicato in fig.5.

In serie all'impedenza è posto un **amperometro**, che misura il valore efficace della **corrente** sinusoidale che l'attraversa, mentre ai capi dell'impedenza da misurare è collegato un voltmetro in **A.C.** che ci fornisce il valore efficace della **tensione**.

Per eseguire la misura occorre impostare sul generatore la forma d'onda **sinusoidale** e scegliere il valore di **frequenza** al quale si vuole misurare l'impedenza.

Dopo avere acceso il generatore, si misura il valore della **corrente efficace** e il valore della **tensione efficace** ai capi dell'impedenza e in base alla relazione precedente si ricava il suo valore **assoluto**.

Esempio: supponiamo di eseguire la misura di una impedenza a **1.000 Hz**. Dopo avere sintonizzato il generatore BF su questa frequenza misuriamo una tensione ai capi dell'impedenza di **5,6 Volt efficaci** e un valore di corrente di **18 milliAmpere**, che corrispondono a **0,018 Ampere**.

Il valore assoluto della impedenza sarà:

$$Z \text{ (ohm)} = 5,6 \text{ Volt} : 0,018 \text{ Ampere} = 311,11 \text{ ohm}$$

Questo significa che il valore della corrente che attraversa l'impedenza applicando una tensione efficace di **5,6 Volt** ad una frequenza di **1.000 Hz** è **identico** a quello che otterremmo se al posto dell'impedenza ci fosse una **resistenza** di **311,11 ohm**.

Se avete notato, abbiamo specificato che la misura della impedenza è stata eseguita impostando sul generatore un valore di frequenza di **1.000 Hz**. Infatti, se per curiosità andassimo ad eseguire la

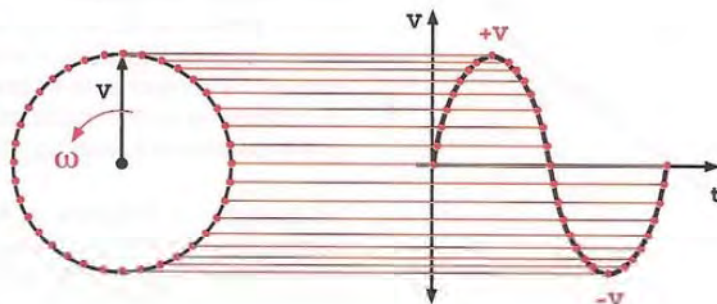


Fig.10 Se facciamo ruotare una freccia, cioè un vettore, di ampiezza V intorno ad un suo estremo, descrivendo un cerchio con velocità angolare (ω) costante, e proiettiamo ad intervalli regolari la posizione dell'altro estremo del vettore su un diagramma cartesiano, otterremo una perfetta sinusoide.

Eseguito all'inverso lo stesso procedimento, possiamo dire che una sinusoide può essere rappresentata anche come un vettore che ruota attorno al suo estremo, descrivendo una circonferenza con velocità costante (ω) . Questo modo di rappresentare una grandezza sinusoidale viene chiamato **rappresentazione vettoriale**.

stessa misura impostando sul generatore una diversa frequenza, ad esempio **2.000 Hz**, otterremo un valore di impedenza **diverso**.

Questo non succederebbe se invece di una impedenza misurassimo una resistenza.

A questo punto vi chiederete che cosa rende dipendente dalla frequenza il valore dell'impedenza. Ciò che contribuisce a modificare il **valore assoluto** dell'impedenza al variare della **frequenza** è la sua **componente reattiva**, cioè la **reattanza**.

La REATTANZA

Oltre che di **impedenza**, qualcuno di voi avrà certamente sentito parlare anche di **reattanza**.

E magari avrà sentito parlare anche di **reattanza capacitiva** e di **reattanza induttiva**.

Cosa significa? Cercheremo di spiegarvelo in modo semplice e intuitivo.

Abbiamo detto che ciò che contraddistingue l'impedenza è il fatto che la corrente sinusoidale che l'attraversa presenta sempre un certo **sfasamento** rispetto alla tensione, anch'essa sinusoidale, applicata ai suoi capi.

Una tensione sinusoidale di ampiezza massima V può essere rappresentata come un **vettore**, cioè una **freccia di ampiezza V** che ruota per conven-

zione in **senso antiorario**, con una certa **velocità angolare** costante ω , come indicato in fig.10.

Se proiettiamo sull'asse verticale di un diagramma la punta della freccia otteniamo di volta in volta una certa ampiezza.

Se la velocità di rotazione angolare della freccia è costante, la proiezione della sua ampiezza ad intervalli di tempo regolari viene a formare una perfetta **sinusoide**.

Perciò, se un vettore che ruota genera una sinusoide si può affermare anche il contrario, e cioè che una sinusoide può essere immaginata come un vettore che ruota ad una certa velocità angolare costante.

Se per esempio, volessimo dare una rappresentazione grafica delle due sinusoidi rappresentate in fig.7, potremmo rappresentare la **tensione** ai capi dell'impedenza con una **freccia blu** che ruota per convenzione in **senso antiorario** e una **freccia rossa** che ruota anch'essa allo stesso modo e con la stessa velocità angolare, che rappresenta la **corrente** che l'attraversa, come visibile in fig.11.

Supponiamo che la frequenza della sinusoide sia di **1.000 Hz**.

Come potete notare la freccia della corrente risulta sfasata in **anticipo** di un certo **angolo φ** rispetto alla freccia della tensione.

In figura abbiamo indicato la lunghezza di ciascuna freccia con un certo numero di tacche: precisa-



Fig.11 Nello studio dei circuiti è molto comodo rappresentare le grandezze sinusoidali, come tensioni e correnti, con dei vettori che ruotano ad una certa velocità angolare (ω). Dato poi che la velocità angolare è la stessa, le grandezze sinusoidali possono essere rappresentate con frecce immobili, perché le loro reciproche posizioni rimangono costanti. I due vettori blu e rosso in figura, rappresentano rispettivamente la tensione presente ai capi di una impedenza e la corrente che l'attraversa. Come potete notare, in questo caso la tensione risulta costantemente in ritardo rispetto alla corrente di un certo angolo ($-\varphi$).

mente la freccia blu rappresenta una tensione efficace di **10 Volt** e perciò ha una lunghezza di 10 tacche mentre la freccia rossa rappresenta una corrente efficace di **2 Ampere** e ha una lunghezza di 2 tacche.

Abbiamo visto nel paragrafo precedente che per calcolare il valore assoluto dell'impedenza basta dividere il valore efficace della tensione per il valore efficace della corrente.

In questo caso perciò l'impedenza **Z** avrà un valore **assoluto** di:

$$Z = 10 \text{ Volt} : 2 \text{ Ampere} = 5 \text{ Ohm}$$

Ora che abbiamo trovato il valore **assoluto** della impedenza possiamo riportarlo sul grafico precedente.

Per rappresentarla utilizzeremo questa volta una **freccia** di colore **nero**, vedi fig.12, di lunghezza uguale a **5 tacche**, pari a **5 ohm** che viene sovrapposta a quella della tensione.

Questa rappresentazione dei fenomeni elettrici tramite frecce, cioè "vettori", viene chiamata rappresentazione **vettoriale**.

Per una regola della fisica, detta regola del **parallelogramma**, un vettore può sempre essere scomposto in due componenti.

Perciò possiamo scomporre il vettore che rappresenta l'**impedenza** in due componenti e precisamente una componente **in fase** con la **corrente** e una componente che risulta ad **angolo retto** rispetto alla precedente (vedi fig.13).

Se andiamo a misurare la lunghezza delle due componenti, troviamo che la componente in fase con la corrente è lunga **3 tacche**, cioè vale **3 ohm**, mentre la componente ad angolo retto misura **4 tacche**, cioè vale **4 ohm** (vedi fig.13).

La componente in fase con la corrente viene chiamata componente **resistiva**, e indicata con la lettera **R**, mentre la componente ad angolo retto viene chiamata componente **reattiva**, o **reattanza**, e indicata con la lettera **X**.

Mentre la componente resistiva è di un solo tipo e corrisponde sempre ad una **resistenza**, la reattanza può essere di due tipi, e precisamente:

- la **reattanza capacitiva**, **Xc**, associata ad una **capacità**;
- la **reattanza induttiva**, **XL**, associata ad una **induttanza**.

In questa sede non entreremo nello specifico di questa materia.

Tuttavia, coloro che hanno acquisito un po' di esperienza in elettronica sanno che se si conosce il valore della **capacità** e della **induttanza** e la **frequenza** della tensione sinusoidale applicata, è possibile calcolare il valore dei due tipi di reattanza **Xc** e **XL** mediante due semplici formule:

Precisamente la **reattanza capacitiva Xc** viene calcolata con la formula:

$$Xc = 1 : (2\pi f \times C)$$

dove:

Xc è la **reattanza** in **ohm**

$2\pi = 6,2832$ (valore approssimato)

f è la **frequenza** della **sinusoide** in **Hz**

C è il **valore** della **capacità** in **Farad**

La **reattanza induttiva XL** invece viene calcolata con la seguente formula:

$$XL = 2\pi f \times L$$

dove:

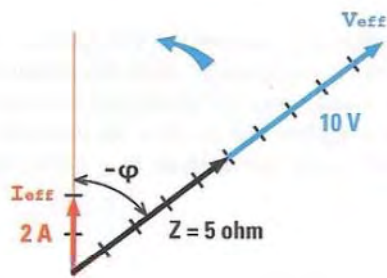


Fig.12 Dividendo la tensione efficace presente applicata all'impedenza per la corrente efficace che l'attraversa si ricava il suo valore assoluto Z , rappresentato in figura dalla freccia nera.
In questo caso poiché la tensione vale 10 volt e la corrente 2 Ampere, il valore assoluto dell'impedenza Z è di 5 ohm.

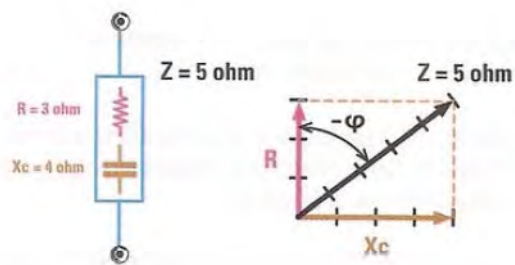


Fig.13 Il vettore impedenza di 5 ohm può essere scomposto in una componente resistiva R di 3 ohm e in una componente reattiva X_c di 4 ohm, ortogonali fra loro.
Poiché la tensione è in ritardo sulla corrente, l'angolo φ è negativo e quindi la componente reattiva è di tipo capacitivo, come indicato in figura.

X_L è la reattanza in ohm
 $2\pi = 6,2832$ (valore approssimato)
 f è la frequenza della sinusoide in Hz
 L è il valore dell'induttanza in Henry

Per capire meglio faremo alcuni esempi:

Esempio 1: supponiamo di voler calcolare la reattanza di un condensatore da 100 microFarad alla frequenza di 50 Hz.

Per calcolare la reattanza dovremo prima convertire il valore del condensatore in Farad.

Poiché 1 microFarad corrisponde ad un milionesimo di Farad, cioè a 0,000001 Farad, 100 microFarad corrispondono a 0,0001 Farad.

Applicando la formula della reattanza capacitiva otteniamo:

$$X_c = 1 : (6,2832 \times 50 \text{ Hz} \times 0,0001 \text{ Farad}) = 1 : (314,16 \times 0,0001) = 1 : 0,031416 = 31,83 \text{ ohm}$$

La reattanza a 50 Hz del condensatore che abbiamo preso in esame equivale perciò ad una resistenza di 31,83 ohm.

Perciò se ai capi del condensatore applichiamo una tensione sinusoidale di 24 Volt efficaci ad una frequenza di 50 Hz, la corrente che attraversa il condensatore sarà pari a:

$$I_{\text{eff}} = 24 \text{ Volt eff.} : 31,83 \text{ ohm} = 0,75 \text{ Ampere eff.}$$

È molto importante sottolineare che questi valori sono stati calcolati per una frequenza di 50 Hz. Se infatti volessimo ricavare la reattanza dello stesso condensatore ad una frequenza di 1.000 Hz otterremmo:

$$X_c = 1 : (6,2832 \times 1000 \text{ Hz} \times 0,0001 \text{ Farad}) = 1 : (6283,2 \times 0,0001) = 1 : 0,62832 = 1,59 \text{ ohm}$$

Applicando ai capi del condensatore la medesima tensione di 24 Volt efficaci ma ad una frequenza di 1.000 Hz, la corrente che attraversa il condensatore sarebbe ora di:

$$I_{\text{eff}} = 24 \text{ Volt eff.} : 1,59 \text{ ohm} = 15,09 \text{ Ampere eff.}$$

Come potete notare, aumentando il valore della frequenza la reattanza del condensatore si è notevolmente ridotta ed è considerevolmente aumentata la corrente assorbita. Vediamo come vanno le cose nel caso dell'induttanza.

Esempio 2: poniamo di voler calcolare la reattanza di una induttanza da 10 milliHenry ad una frequenza di 50 Hz.

Anche in questo caso, prima di procedere con i calcoli dovremo convertire il valore dell'induttanza in Henry.

1 milliHenry corrisponde a 0,001 Henry, perciò 10 milliHenry corrispondono a 0,01 Henry.

Applicando la formula della reattanza induttiva otteniamo:

$$X_L = 6,2832 \times 50 \text{ Hz} \times 0,01 \text{ Henry} = 314,16 \times 0,01 = 3,14 \text{ ohm}$$

Possiamo dire perciò che alla frequenza di **50 Hz** la reattanza della nostra induttanza equivale ad una resistenza da **3,14 ohm**.

Se ai capi dell'induttanza applichiamo la stessa tensione sinusoidale a **50 Hz** di **24 Volt efficaci** la corrente che l'attraversa sarà pari a:

$$I_{\text{eff}} = 24 \text{ Volt eff.} : 3,14 \text{ ohm} = 7,64 \text{ Ampere eff.}$$

Ora calcoliamo il valore della reattanza che avrebbe la stessa induttanza a **1.000 Hz**:

$$X_L = 6,2832 \times 1.000 \text{ Hz} \times 0,01 \text{ Henry} = 6283,2 \times 0,01 = 62,83 \text{ ohm}$$

Applicando ai capi dell'induttanza la medesima tensione di **24 Volt efficaci** a **1.000 Hz**, la corrente assorbita sarà ora di:

$$I_{\text{eff}} = 24 \text{ Volt eff.} : 62,83 \text{ ohm} = 0,38 \text{ Ampere eff.}$$

Come potete notare, mentre nel caso del condensatore l'aumento della frequenza porta ad una **diminuzione** della reattanza, nel caso dell'induttanza succede il fenomeno opposto, cioè all'aumentare della frequenza la reattanza **aumenta**.

IMPEDENZA e REATTANZA

Ora che abbiamo visto come si calcola la **reattanza**, dobbiamo spendere due parole per spiegare in che modo questo parametro contribuisce a formare il valore complessivo dell'**impedenza**.

Ricordate l'esempio di fig.11 ?

In questo caso la tensione risultava sfasata in **ritardo** rispetto alla corrente e la seguiva di un angolo φ , perciò possiamo dire che si tratta di una impedenza di tipo **capacitivo**.

In fig.13 abbiamo scomposto il vettore dell'impedenza in due componenti, una **in fase** con la corrente e l'altra a **90°** rispetto alla prima e abbiamo detto che la componente **in fase** con la corrente è la componente **resistiva** dell'impedenza mentre la componente a **90°** è la sua componente **reattiva** e precisamente la **reattanza capacitiva**.

Perciò potremo dire che l'**impedenza** di **5 ohm** rappresentata in figura è la risultante di due compo-

nenti e cioè la **componente resistiva** di **3 ohm** e la **reattanza capacitiva** di **4 ohm**.

Se applichiamo il teorema di Pitagora al triangolo formato dall'impedenza **Z**, dalla **Xc** e dalla **R**, si ottiene che il quadrato dell'ipotenusa, cioè dell'**impedenza Z**, è uguale alla somma dei quadrati dei due cateti, cioè della **resistenza R** e della **reattanza Xc**:

Perciò:

$$Z^2 = R^2 + Xc^2$$

dove:

Z è l'**impedenza** in **ohm**

R è la **componente resistiva** in **ohm**

Xc è la **reattanza capacitiva** in **ohm**

E quindi:

$$Z = \sqrt{R^2 + Xc^2}$$

Infatti, applicando la formula all'esempio precedente, otteniamo:

$$Z = \sqrt{3^2 + 4^2} = \sqrt{25} = 5 \text{ ohm}$$

Negli esempi del paragrafo precedente abbiamo visto come calcolare il valore della reattanza di un condensatore oppure di una induttanza di un certo valore.

Ora eseguiremo il procedimento inverso, e vedremo come si ricava il valore di un condensatore oppure di una induttanza se si conosce il valore in ohm della sua reattanza, e la frequenza alla quale è stata misurata.

La formula da applicare è la seguente:

$$C = 1 : (2\pi f \times Xc)$$

Poiché abbiamo detto che la reattanza nel nostro esempio è stata misurata a una frequenza di **1.000 Hz**, se vogliamo sapere a cosa corrisponde il valore di **Xc** di **4 ohm** basterà sostituire questi valori nella formula precedente e otteniamo:

$$C = 1 : (6,2832 \times 1.000 \text{ Hz} \times 4 \text{ ohm}) = 1 : 25132,8 = 0,0000397 \text{ Farad}$$

cioè **circa 40 microFarad**.

A questo punto possiamo rappresentare la nostra impedenza da **5 ohm** misurata a **1.000 Hz** come

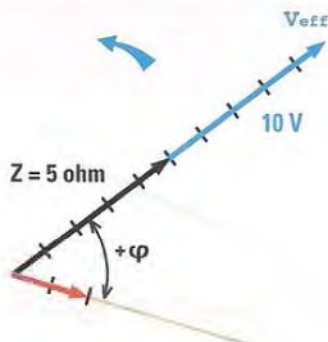


Fig.14 In questa figura abbiamo rappresentato il caso di una impedenza di tipo induttivo, nella quale la tensione, cioè il vettore di colore blu, risulta costantemente in anticipo di un angolo $+ \varphi$ rispetto alla corrente che la attraversa raffigurata dal vettore rosso.

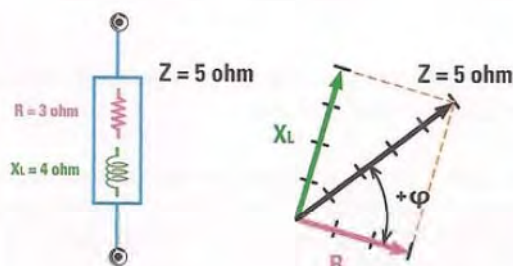


Fig.15 Anche in questo caso possiamo scomporre il vettore Z di 5 ohm nella componente resistiva R di 3 ohm e in quella reattiva X_L di 4 ohm. Poiché ora la tensione risulta in anticipo sulla corrente di un angolo $+ \varphi$, la componente reattiva è di tipo induttivo, come indicato in figura.

un circuito formato da una resistenza da 3 ohm posta in serie a una capacità da 40 microFarad.

In questo esempio abbiamo considerato che la corrente fosse in anticipo sulla tensione, cioè abbiamo considerato il caso di una impedenza di tipo capacitivo.

Cosa sarebbe successo se il vettore della corrente fosse stato invece in ritardo sulla tensione, come indicato in fig.14 ?

In questo caso avremmo che l'impedenza di 5 ohm misurata a 1.000 Hz è la risultante di una componente resistiva di 3 ohm e di una reattanza induttiva X_L di 4 ohm, come visibile in fig.15.

Anche in questo caso possiamo scrivere che:

$$Z^2 = R^2 + X_L^2$$

E quindi:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Ora, conoscendo la frequenza e il valore della reattanza induttiva X_L possiamo risalire al valore della induttanza mediante la formula:

$$L = X_L : 2\pi f$$

Nel caso di una reattanza X_L di 4 ohm misurata a 1.000 Hz, sostituendo i valori nella formula otteniamo:

$$L = 4 \text{ ohm} : (6,2832 \times 1000 \text{ Hz}) = 0,000636 \text{ Henry}$$

cioè 636 microHenry.

A questo punto possiamo rappresentare l'impedenza come un circuito formato da una resistenza da 3 ohm in serie ad una induttanza da 636 microHenry.

Per vostra conoscenza vi diremo che la rappresentazione vettoriale è molto utile per comprendere il significato fisico del fenomeno, ma risulta poco pratica quando si devono eseguire operazioni di somma, sottrazione e moltiplicazione di impedenze.

In questo caso si preferisce utilizzare una rappresentazione matematica meno comprensibile dal punto di vista fisico, ma che semplifica notevolmente l'esecuzione dei calcoli.

Questa forma di rappresentazione viene chiamata simbolica e utilizza i numeri complessi, come illustrato nell'inserito presente nella pagina successiva.

Il vantaggio dei numeri complessi consiste nel fatto che utilizzando le normali regole dell'algebra è possibile eseguire tutte le operazioni di somma, sottrazione, moltiplicazione e divisione di impedenze, che altrimenti risulterebbero molto più difficoltose da eseguire.

Alla fine dei calcoli si ottiene sempre un numero complesso, formato da una parte reale e da una parte immaginaria, dal quale è possibile ricavare sia il valore assoluto dell'impedenza, che il valore della componente resistiva e di quella reattiva.

Quando i numeri diventano immaginari...

Potrebbe sembrare strano, ma i **numeri immaginari** esistono per davvero.

Non solo, ma sono di grande aiuto in elettronica perché consentono di semplificare enormemente l'esecuzione di alcune operazioni che risulterebbero altrimenti molto complicate.

Una di queste consiste nell'eseguire il calcolo delle **impedenze** presenti all'interno di un determinato circuito.

Il grande vantaggio introdotto dai numeri immaginari, anzi, per la precisione, dai **numeri complessi**, di cui i numeri immaginari fanno parte, è che permettono di rendere facilmente eseguibili operazioni come la somma e la differenza di grandezze su cui non è per niente facile lavorare, come i **vettori**.

Nel caso del calcolo delle impedenze, ad esempio, i numeri complessi permettono di eseguire con facilità la somma delle componenti **resistive** e delle componenti **reattive** sia **capacitive** che **induttive**, evitando l'uso di lunghe formule trigonometriche.

Un numero complesso è costituito da una parte **reale**, che è un numero puro e da una parte **immaginaria**, costituita anch'essa da un numero puro preceduto dalla **lettera j**, detto **anche operatore j**, e dal segno + oppure dal segno -.
Esempio:

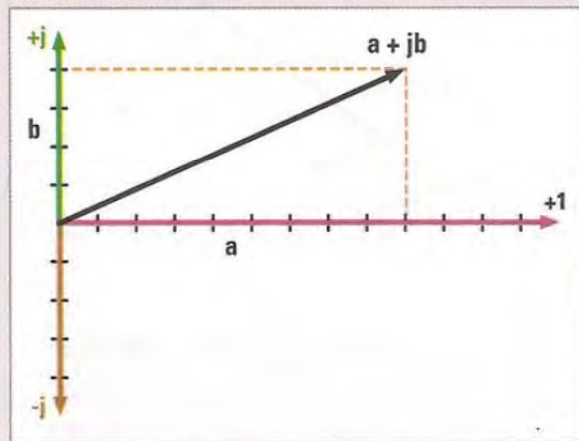
$$a + jb$$

oppure

$$a - jb$$

dove **a** costituisce la **parte reale** e **jb** rappresenta la **parte immaginaria** del numero complesso.

Volendo dare una rappresentazione grafica di un numero complesso, la parte **reale** viene rappresentata sull'asse **orizzontale**, contraddistinto dalla sigla **+1**, mentre la parte **immaginaria**, viene rappresentata sull'asse **verticale**, contraddistinto dalla lettera **j** e precisamente nella parte superiore se il segno posto davanti alla **lettera j** è **positivo**, e in quella **inferiore** se il segno è **negativo**.



In questo modo è possibile dare una immediata rappresentazione di una grandezza come l'**impedenza**, perché la componente **resistiva R** corrisponde alla **parte reale** del numero complesso mentre la sua componente reattiva, cioè la **reattanza X**, corrisponde alla **parte immaginaria**.

Precisamente, se si tratta di una **reattanza capacitiva Xc**, la parte immaginaria verrà indicata con il suo valore in **ohm** preceduto dalla lettera **j** e dal segno **-**.

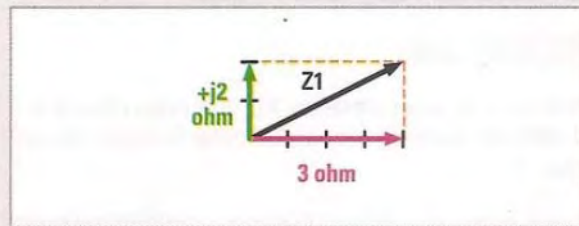
Se invece si tratta di una **reattanza induttiva XL**, verrà indicata con il valore in **ohm** preceduto dalla **lettera j** e dal segno **+**.

Se, ad esempio, vogliamo indicare con un numero complesso una impedenza formata da una **resistenza** da **3 ohm** posta in serie ad una **reattanza induttiva** di **2 ohm**, potremo scrivere:

$$Z_1 = 3 + j2$$

Il **segno +** posto davanti alla lettera **j** indica appunto che si tratta di una reattanza **induttiva XL**.

Graficamente questo numero complesso è rappresentato in questo modo:

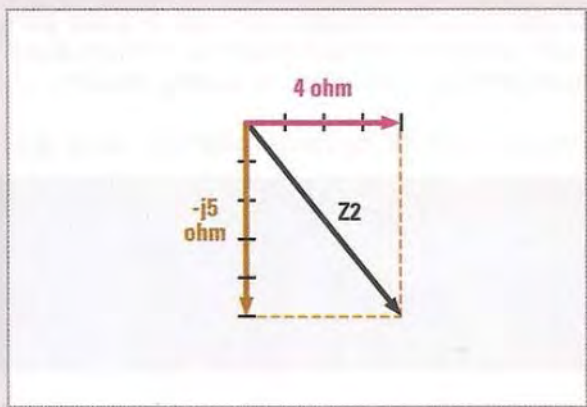


Se invece vogliamo rappresentare una impedenza costituita da una **resistenza** da **4 ohm** in serie ad una **reattanza capacitiva** di **5 ohm** scriveremo:

$$Z_2 = 4 - j5$$

In questo caso, il **segno -** posto davanti alla lettera **j** indica che si tratta di una reattanza **capacitiva** X_c .

La sua rappresentazione grafica è la seguente:



Ora supponiamo di voler calcolare l'**impedenza Zt risultante** dalla **somma** di queste due impedenze:

$$Z_t = Z_1 + Z_2 = (3 + j2) + (4 - j5)$$

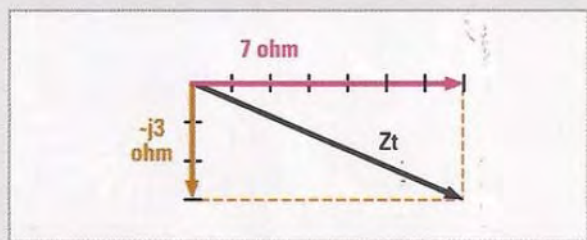
eseguendo una semplice somma algebrica otteniamo:

$$Z_t = 7 - j3$$

Come avete visto è bastato **sommare algebricamente** le rispettive parti **reali** e le rispettive parti **immaginarie** delle due impedenze, tenendo conto del loro **segno**, per ricavare l'impedenza risultante in forma di numero complesso.

L'impedenza risultante Z_t risulta costituita perciò da una **resistenza** di **7 ohm** posta in serie ad una reattanza di **3 ohm** di tipo **capacitivo**, visto che l'**operatore j** è preceduto dal **segno -**.

La rappresentazione grafica dell'impedenza così ottenuta è la seguente:



Se ora vogliamo ricavare il **modulo**, cioè il **valore assoluto** dell'impedenza Z_t , basterà applicare il teorema di Pitagora alla figura precedente ed otterremo:

$$|Z_t| = \sqrt{7^2 + 3^2} = \sqrt{49 + 9} = 7,61 \text{ ohm}$$

Inoltre, sapendo che la componente **reale a** corrisponde alla **resistenza R** e che la componente **immaginaria b** corrisponde alla **reattanza X_c** , siamo in grado di calcolare anche il valore dell'**angolo di sfasamento** $-\varphi$ tra **corrente** e **tensione**, che è dato dalla formula trigonometrica dell'**arcotangente**:

$$\varphi = \arctang X_c / R$$

e poiché X_c coincide con b e R con a , avremo:

$$\varphi = \arctang b / a$$

Perciò, sostituendo i valori trovati in precedenza potremo scrivere:

$$\varphi = \arctang 3 / 7 = 23,19^\circ$$

Avendo ricavato **modulo** e **fase**, la nostra impedenza risultante Z_t è ora perfettamente definita.

Questo è un esempio molto semplice, ma serve per mostrarvi come la matematica dei numeri complessi sia in grado di agevolare notevolmente l'approccio a questo tipo di calcoli, rendendo facilmente comprensibile anche la trattazione di una materia come questa.

A titolo di curiosità la scoperta dei numeri complessi risale al **XVI secolo** ed è attribuita al matematico **Nicòlò Tartaglia**, che lavorando a quel tempo alla risoluzione delle equazioni di terzo e quarto grado, si sarebbe imbattuto nell'esistenza dei numeri complessi.

Sembra però che il vero scopritore dei "numeri che non devono esistere", come venivano chiamati a quel tempo, sia stato il matematico **Girolamo Cardano**, che dopo averli teorizzati ne diede comunicazione al Tartaglia, senza però curarsi di pubblicare la sua scoperta.

Successivamente Cardano non diede seguito alla disputa perchè ebbe altro cui pensare.

Accusato per altri fatti di eresia e giudicato dal tribunale dell'Inquisizione, venne infatti imprigionato per qualche mese.

Successivamente i numeri complessi sono stati oggetto di studio da parte di altri matematici, come **Cartesio**, **Eulero** e **Gauss** che li hanno elaborati nella forma che oggi conosciamo.

Tutti sanno che applicando un segnale di **BF** sulla presa d'ingresso di un qualsiasi **amplificatore**, questo lo amplifica e lo ripresenta sulla sua uscita notevolmente **potenziato**.

All'atto pratico il segnale che si preleva sull'uscita di un amplificatore difficilmente **risulta identico** a quello applicato sul suo ingresso, perchè viene quasi sempre alterato dalla **Distorsione THD** (Total Harmonic Distortion).

Quanto **minore** risulterà l'ampiezza di tale **segnale THD** tanto più **fedele** risulterà il **suono** emesso dall'amplificatore.

A questo punto vi chiederete come si possa misurare la **THD** e la risposta a questo quesito è molto semplice, basta acquistare uno strumento chiamato **Misuratore di Distorsione**.

re le **frequenze pari** genera anche tante **frequenze dispari**, ad esempio:

$$1.000 + 2.000 = 3.000 \text{ Hz}$$

che corrisponde ad una **nota SOL** in **6° ottava**;

$$1.000 + 4.000 = 5.000 \text{ Hz}$$

che corrisponde ad una **nota RE** in **7° ottava**, ecc.

Queste frequenze **dispari** sommate a quelle **pari** sono quelle che le nostre orecchie sentono come **note stonate** quindi come un **suono distorto**.

Pertanto **minore** risulterà l'ampiezza delle fre-

LA DISTORSIONE

Considerando il suo **elevato costo** e sapendo che si tratta di uno strumento che non si usa spessissimo, nessuno si preoccupa di acquistarlo.

Per permettervi di eseguire comunque questo tipo di misura, vi proponiamo un **Misuratore di distorsione** particolarmente economico e vi insegneremo ad utilizzarlo con un **Oscilloscopio** oppure con un comune **Tester digitale**.

Leggendo questo articolo potrete accrescere le vostre conoscenze **tecniche** e, considerato il **basso costo** dello strumento, prevediamo che saranno molti gli hobbisti e gli studenti che lo realizzeranno.

Iniziamo dunque la nostra trattazione dicendo che la misura della **distorsione** si esegue sulla **frequenza standard** di **1.000 Hz** per poter separare facilmente le **armoniche pari** da quelle **dispari**.

Utilizzando una frequenza di **1.000 Hz** le **ottave superiori**, che sono **pari**, corrispondono alle frequenze di **2.000 - 4.000 - 8.000 Hz**.

Infatti il **doppio** di **1.000 Hz** è **2.000 Hz**, il **doppio** di **2.000 Hz** è **4.000 Hz** e il **doppio** di **4.000 Hz** è esattamente una frequenza di **8.000 Hz**.

Queste frequenze di **1.000-2.000-4.000 Hz**, ecc., che sono **pari** sono tutte **DO** di diverse **ottave**. Ad esempio la nota **DO** della **5° ottava** corrisponde esattamente a **1.046 Hz**.

Un amplificatore mal progettato oltre ad amplifica-



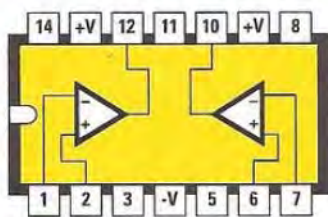


Fig.1 Le connessioni dell'integrato LM.747 viste da sopra e con la tacca di riferimento a U rivolta a sinistra. La tensione Positiva di alimentazione va applicata sui due piedini 13-9, mentre la tensione Negativa va applicata sul solo piedino 4.

con questa semplice formula:

$$\text{Hertz} = 159.000 : (\text{R2 Kiloohm} \times \text{C2 pF}) \times 1.000$$

Conoscendo la frequenza da eliminare potremo calcolare il valore di C2 o di R2 con le formule:

$$\begin{aligned} \text{C2 in pF} &= 159.000 : (\text{R2 in K}\Omega \times \text{Hz}) \times 1.000 \\ \text{R2 in K}\Omega &= 159.000 : (\text{C2 in pF} \times \text{Hz}) \times 1.000 \end{aligned}$$

Avendo utilizzato in questo schema delle resistenze R2 da 47.000 ohm equivalenti a 47 Kohm e per C2 dei condensatori da 3.300 pF, questo filtro notch eliminerà la sola frequenza di:

$$159.000 : (47 \times 3.300) \times 1.000 = 1.025 \text{ Hertz}$$

si MISURA anche COSÌ

Alcuni appassionati di Hi-Fi ci hanno chiesto come poter misurare la distorsione dei loro Amplificatori Hi-Fi senza utilizzare il PC e noi abbiamo rivolto questo interrogativo ai nostri «anziani collaboratori». In questo articolo troverete la loro risposta.

quenze dispari rispetto alle pari, più fedele risulterà il suono emesso dall'amplificatore.

SCHEMA ELETTRICO

In fig.2 riportiamo lo schema elettrico del Misuratore di Distorsione e, come potete osservare, per realizzarlo occorrono 2 integrati tipo LM.747 più quelli dello stadio di alimentazione (vedi IC3-IC4).

Questi integrati LM.747, come visibile in fig.1, hanno al loro interno 2 operazionali.

I primi due, che abbiamo siglato IC1/A e IC1/B, vengono utilizzati per ottenere un filtro notch che provvede ad eliminare la sola frequenza fondamentale dei 1.000 Hz lasciando passare tutte le frequenze THD che generano la distorsione.

Per realizzare questo filtro notch necessario per eliminare i 1.000 Hz servono solo 4 resistenze (vedi R2) e 4 condensatori (vedi C2).

La frequenza del filtro notch la potremo calcolare

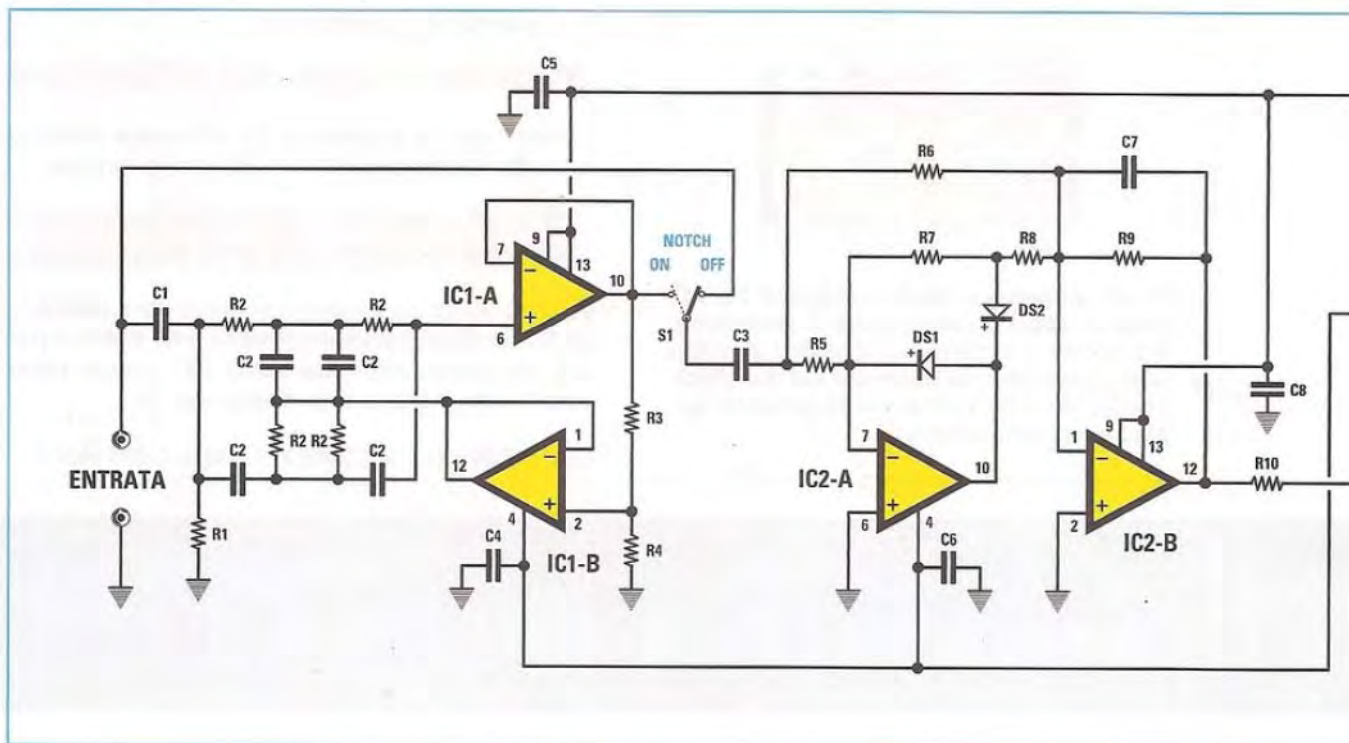
Nota: poichè le resistenze R2 e i condensatori C2 hanno una loro tolleranza non stupitevi se, anzichè ottenere 1.025 Hz, otterrete una frequenza notch di 960 Hz o di 1.050 Hz.

Comunque anche con frequenze prossime ai richiesti 1.000 Hz, il risultato non cambia.

Il filtro notch eliminando 1.000 Hz circa, lascerà passare verso il successivo stadio raddrizzatore composto dall'integrato IC2, le sole frequenze THD che generano distorsione, quindi per conoscere il loro valore sarà sufficiente misurarle.

Utilizzando i due operazionali siglati IC2/A-IC2/B contenuti nel secondo integrato LM.747 abbiamo realizzato un raddrizzatore ideale a doppia semionda in grado di rilevare, senza nessuna attenuazione, le più microscopiche variazioni d'ampiezza.

Molti si chiederanno per quale motivo abbiamo utilizzato due operazionali per realizzare uno stadio raddrizzatore, quando si sarebbe potuto benissimo ricorrere a dei comuni diodi raddrizzatori al silicio.



ELENCO COMPONENTI LX.1743

R1 = 100.000 ohm
 R2 = 47.000 ohm x 4
 R3 = 3.300 ohm
 R4 = 8.200 ohm
 R5 = 22.000 ohm
 R6 = 22.000 ohm
 R7 = 22.000 ohm
 R8 = 10.000 ohm
 R9 = 100.000 ohm
 R10 = 1.000 ohm
 C1 = 100.000 pF poliestere

C2 = 3.300 pF poliestere x 4
 C3 = 100.000 pF poliestere
 C4 = 100.000 pF poliestere
 C5 = 100.000 pF poliestere
 C6 = 100.000 pF poliestere
 C7 = 330.000 pF poliestere
 C8 = 100.000 pF poliestere
 C9 = 100.000 pF poliestere
 C10 = 100.000 pF poliestere
 C11 = 100.000 pF poliestere
 C12 = 100.000 pF poliestere
 C13 = 100.000 pF poliestere

C14 = 470 microF. elettr.
 C15 = 470 microF. elettr.
 DS1 = diodo 1N.4148
 DS2 = diodo 1N.4148
 RS1 = ponte raddrizz. 100 V 1 A
 IC1 = integrato tipo LM747
 IC2 = integrato tipo LM747
 IC3 = integrato tipo MC.78L12
 IC4 = integrato tipo MC.79L12
 T1 = trasform. 3 Watt (T003.03)
 sec. 16+16 V 100 mA
 S1-S2 = deviatori

Forse non tutti sanno che i **diodi al silicio** iniziano a **raddrizzare un segnale alternato** solo quando questo supera il valore di **0,7 Volt** circa. Tutti i segnali **alternati** con valori **minori di 0,7 Volt** non verrebbero dunque raddrizzati e tensioni comprese tra **0,10 e 0,69 Volt** un **tester** le indicherebbe sempre del valore di **0 Volt**.

Un **raddrizzatore ideale** realizzato con due **amplificatori operazionali** (vedi **IC2/A-IC2/B**) è in grado di raddrizzare **tensioni** anche di **pochi microVolt** ed è per questo motivo che viene utilizzato negli **strumenti di misura di elevata precisione**.

Ritornando al nostro schema elettrico precisiamo

che quando il deviatore **S1** viene posto in posizione **Notch OFF** (vedi fig.2), il segnale di **1.000 Hz** viene direttamente trasferito, tramite il condensatore **C3**, dalle bocche d'ingresso al **raddrizzatore ideale** composto da **IC2/A-IC2/B** escludendo lo stadio del **filtro notch**.

Quando la levetta del deviatore **S1** viene posta in posizione **Notch ON**, il segnale dei **1.000 Hz** passa prima sul **filtro notch** e poi sul **raddrizzatore ideale** per ricavarne il valore della **tensione THD**.

Per alimentare i due integrati **LM.747** è necessaria una **tensione duale di 12+12 Volt** che preleveremo dallo stadio di alimentazione riportato sul lato destro dello schema elettrico di fig.2.

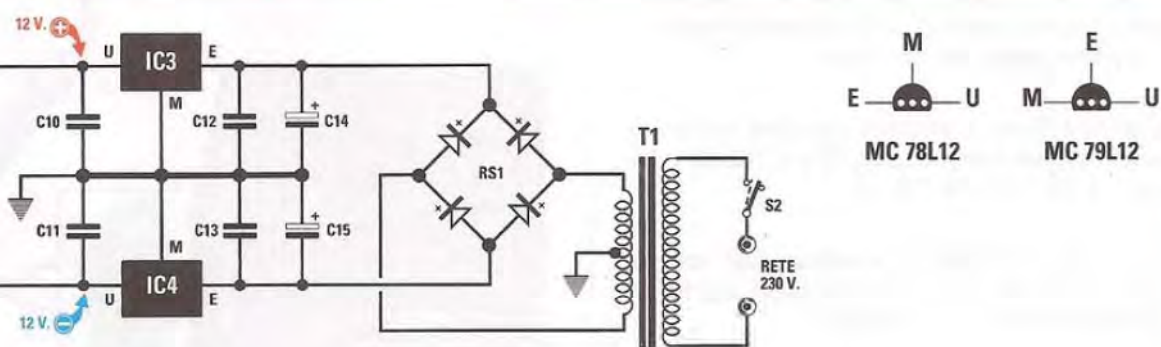
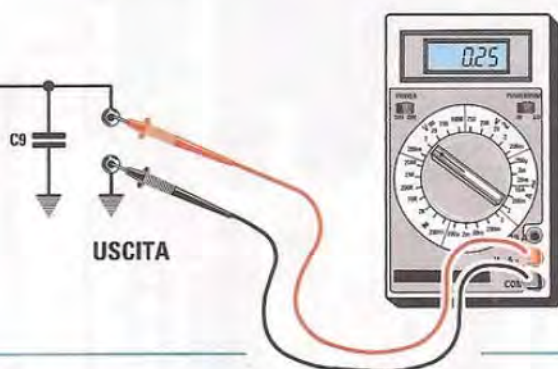


Fig.2 Schema elettrico del Misuratore di Distorsione. I due operazionali di sinistra siglati IC1/A e IC1/B vengono utilizzati per il Filtro Notch dei 1.000 Hz, mentre i due operazionali di destra siglati IC2/A e IC2/B vengono utilizzati per realizzare un Raddrizzatore Ideale a doppia semionda.

In alto a destra, le connessioni E-M-U dei due integrati stabilizzatori IC3-IC4, viste da sotto.



L'integrato **MC.78L12**, che abbiamo siglato **IC3**, serve per stabilizzare i **12 Volt positivi**, mentre l'integrato **MC.79L12**, che abbiamo siglato **IC4**, serve per stabilizzare i **12 Volt negativi**.

REALIZZAZIONE PRATICA

La realizzazione pratica di questo misuratore di distorsione siglato **LX.1743** è così **semplice** che, una volta completato, possiamo assicurarvi che funzionerà immediatamente anche se fosse il vostro **primo montaggio**.

Per iniziare consigliamo di inserire nel circuito stampato gli **zoccoli** dei due integrati **IC1-IC2** e, dopo averne saldati tutti i piedini sulle piste in rame, potete continuare inserendo tutte le **resistenze** e i due **diodi** al silicio **DS1-DS2**.

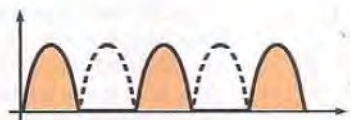


Fig.3 Un raddrizzatore ideale ad una semionda che utilizza **UN** solo diodo al silicio lascia passare le semionde Positive, ma non quelle Negative.

Come potete vedere nel disegno di fig.5 il lato di **DS1** contornato da una **fascia nera** va rivolto verso destra e il lato di **DS2** contornato da una **fascia nera** va rivolto verso sinistra.

Completata questa operazione potete inserire tutti i **condensatori poliestere** e per agevolarvi vi diremo che quelli da **3.300 pF** presentano stampigliata sul corpo la sigla **3n3**, quelli da **100.000 pF** il valore **.1** mentre il condensatore **C7** da **330.000 pF** il valore **.33**.

Proseguendo nel montaggio potete inserire nel circuito stampato i due minuscoli **integrati stabilizzatori** siglati **IC3-IC4**.

L'integrato **IC3** siglato **MC.78L12** va collocato in prossimità dell'elettrolitico **C14** rivolgendolo verso quest'ultimo la **parte piatta** del suo corpo.

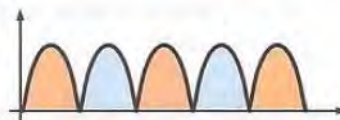


Fig.4 Un raddrizzatore ideale ad onda intera utilizza sempre **DUE** diodi (vedi in fig.2 **DS1-DS2**), quindi fornisce un segnale raddrizzato come visibile qui sopra.

L'integrato IC4 siglato MC.79L12 va inserito in prossimità dell'elettrolitico C15 rivolgendolo verso di esso la parte piatta del suo corpo.

Nota: alcune Case costruttrici riportano sul corpo di questi integrati le sigle L.78L12 e L.79L12, altre le sigle uA.78L12 e uA.79L12.

Il corpo di questi integrati stabilizzatori non va premuto con forza sul circuito stampato, ma tenuto sollevato da esso circa 8-9 mm.

Ora potete inserire il ponte raddrizzatore RS1 tenendo il suo corpo sollevato circa 12-15 mm dal circuito stampato.

Nell'inserire i suoi quattro terminali controllate che quello contrassegnato da un + risulti rivolto verso l'elettrolitico C14.

Per completare il montaggio inserite nel circuito stampato la morsettieria a 4 poli utile per collegare il deviatore S2 e i due fili terminali del cordone di rete dei 230 Volt.

In prossimità di questa morsettieria inserite il piccolo trasformatore di alimentazione e, completata anche questa operazione, non vi rimarrà che osservare estasiati il montaggio del vostro Distorsimetro.

Prima di fissare il circuito stampato all'interno del suo mobile dovrete inserire negli zoccoli i due integrati LM.747 (vedi IC1-IC2), rivolgendoli verso i terminali Input e Output (Entrata e Uscita) il lato del corpo contornato da una piccola tacca a U.

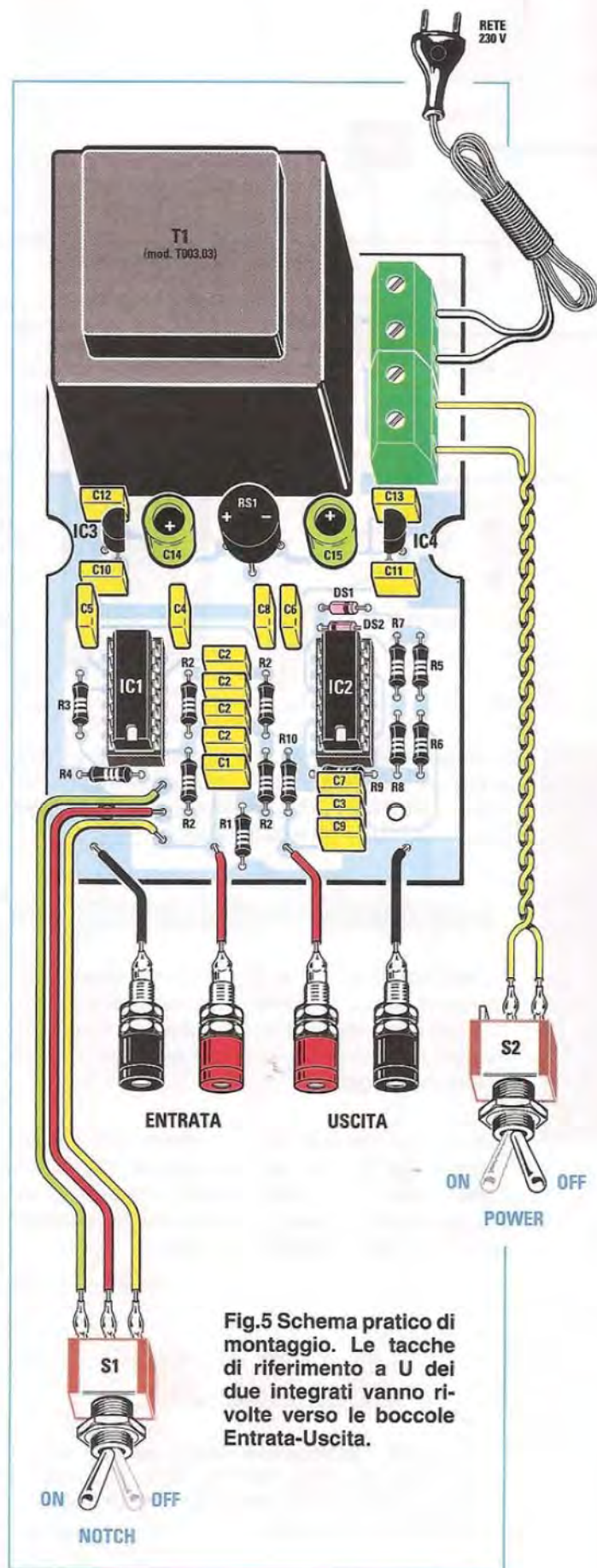
Potete quindi aprire il mobile plastico per estrarre il pannello anteriore che, come noterete in fig.6, risulta già forato e serigrafato.

Su tale pannello fisserete, a sinistra, le boccole Nera e Rossa per l'ingresso e, a destra, le boccole Rossa e Nera d'uscita.

Per collegare queste 4 boccole negli appositi fori, potrete saldare sul circuito stampato due corti e sottili spezzi di filo di rame nudo saldandone le estremità alle boccole stesse.

Sul pannello andranno fissati anche i due deviatori a levetta che abbiamo siglato S1-S2.

Per mezzo di corti fili isolati in plastica dovrete quindi collegare i terminali del deviatore S1 ai terminali capifilo posti vicino all'integrato IC1, mentre i terminali del deviatore S2 andranno collegati alla morsettieria assieme al cordone di rete (vedi fig.5).



CONTROLLARE la DISTORSIONE con un OSCILLOSCOPIO

Prima di misurare la percentuale di **distorsione** di un **Preamplificatore BF** o di un **Finale di potenza**, dovete conoscere quale **distorsione** presenta la **frequenza dei 1.000 Hz** prelevata dal **Generatore BF** che verrà utilizzato.

La prima operazione da compiere sarà dunque quella di prelevare dal **Generatore BF** la frequenza di **1.000 Hz** e di applicarla sull'ingresso dello **Oscilloscopio**, nel quale avrete già provveduto a ruotare la manopola dei **Volts/Div.** sulla portata **0,5 Volt x divisione** e spostato la levetta del selettore **AC-GND-DC** sulla posizione **AC** (vedi fig.8).

Come seconda operazione, dovete ruotare la manopola che regola l'**ampiezza** del segnale di uscita del **Generatore BF** fino a far apparire sullo schermo delle **sinusoidi** che coprono un totale di **8 quadretti** (vedi sempre fig.8).

Poichè la manopola del **Volts/Div.** risulta posizionata sulla portata **0,5 Volt x divisione** e sapendo che il segnale copre **8 quadretti**, la sua **ampiezza** risulterà pari a:

$$0,5 \times 8 = 4 \text{ Volt}$$

Senza muovere la manopola del **Generatore BF**, applicate questo segnale sull'ingresso del **Misuratore di Distorsione** e poi spostate la levetta del deviatore **S1** sulla posizione «**notch OFF**» in modo che il segnale di **BF** passi direttamente sul **radrizzatore ideale** escludendo il **filtro notch**.

Ora collegate l'**Oscilloscopio** all'uscita del **Misuratore di Distorsione** (vedi fig.9) e poi spostate la levetta del selettore **AC-GND-DC** sulla posizione **DC** come visibile in fig.10.

Poichè la manopola dei **Volts/Div.** dell'oscilloscopio risulta posizionata sui **0,5 Volt x quadretto** e sapendo che il **segnale BF** ha un'ampiezza di **4 Volt**, la **riga orizzontale** che appare sullo schermo raggiungerà l'**8° quadretto**, infatti:

$$4 : 0,5 = 8 \text{ quadretti (vedi fig.10)}$$

Se così non fosse, ruotate la manopola del segnale d'uscita del **Generatore BF** fino a portare la linea orizzontale esattamente sull'**8° quadretto**.

Ora spostate la levetta del deviatore **S1** del **Misuratore di Distorsione** sulla posizione «**notch ON**»

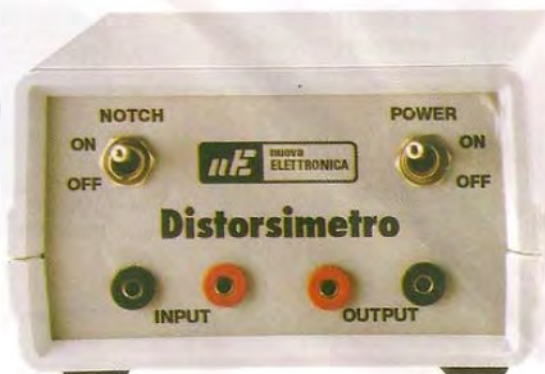


Fig.6 Foto della mascherina in alluminio del mobile destinato a questo progetto, già forata e serigrafata.

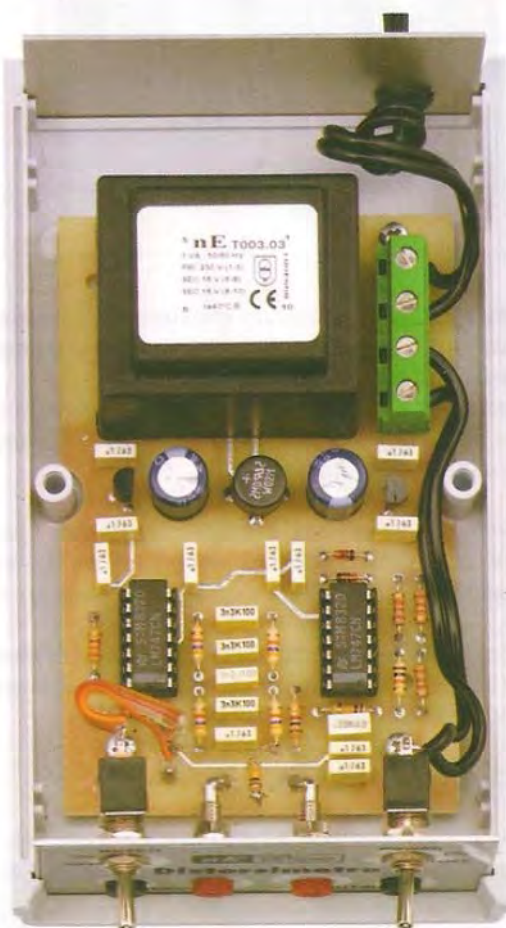


Fig.7 Foto del circuito stampato montato già fissato all'interno del mobile per mezzo delle viti autofilettanti inserite nel kit.

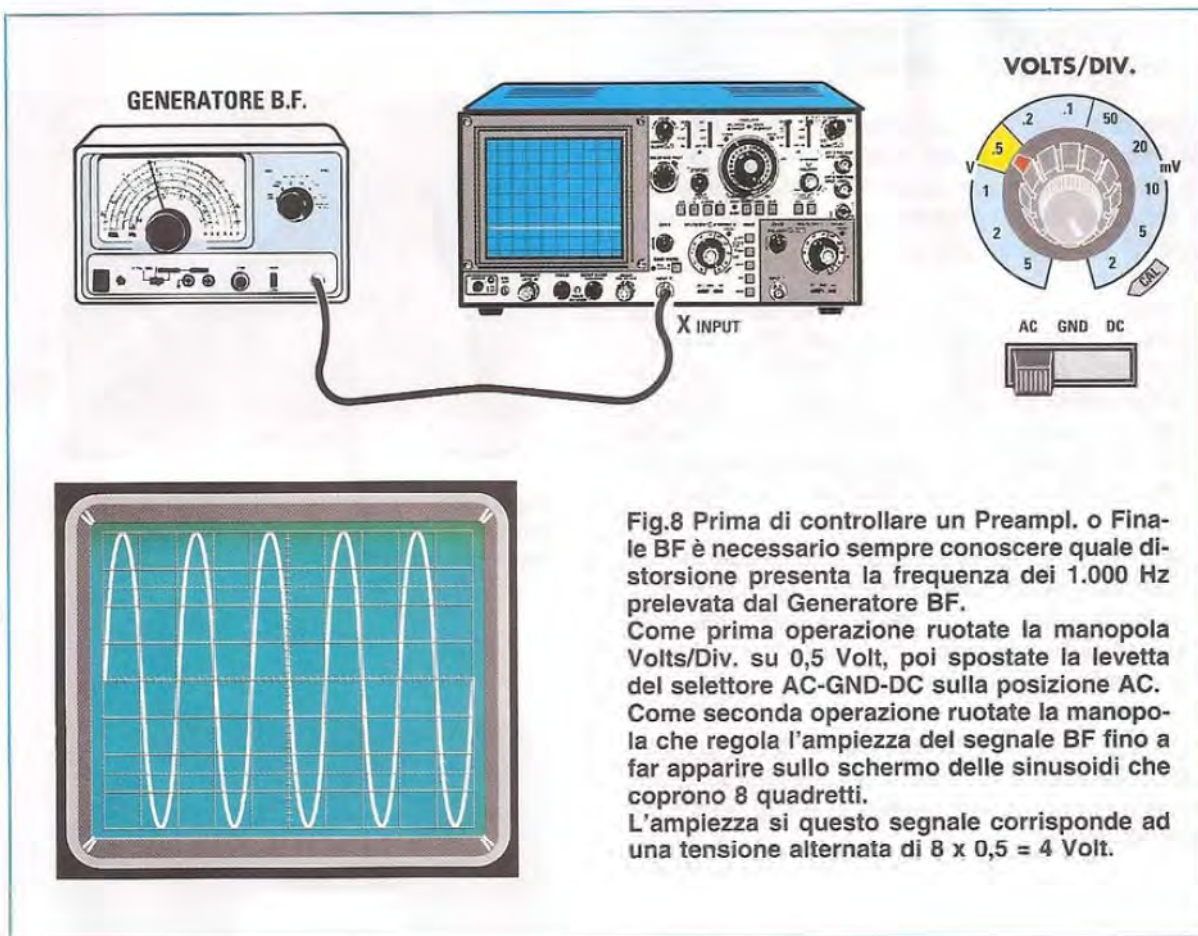


Fig.8 Prima di controllare un Preampl. o Finale BF è necessario sempre conoscere quale distorsione presenta la frequenza dei 1.000 Hz prelevata dal Generatore BF.

Come prima operazione ruotate la manopola Volts/Div. su 0,5 Volt, poi spostate la levetta del selettore AC-GND-DC sulla posizione AC. Come seconda operazione ruotate la manopola che regola l'ampiezza del segnale BF fino a far apparire sullo schermo delle sinusoidi che coprono 8 quadretti.

L'ampiezza di questo segnale corrisponde ad una tensione alternata di $8 \times 0,5 = 4$ Volt.

(notch inserito) e con un movimento micrometrico, ruotate la manopola di sintonia del Generatore BF sui 1.000 Hz circa.

Noterete che la riga orizzontale che prima si trovava posta sull'8°quadretto (vedi fig.10) inizierà a scendere verso il basso.

Se volete ottenere una maggior precisione, potete ruotare la manopola del Volts/Div. dai 0,5 Volt x quadretto su 0,1 Volt x quadretto (vedi fig.11).

Ammetto che in queste condizioni la riga orizzontale scenda a mezzo quadretto (0,5 di quadretto), questa tensione risulterà pari a:

$$0,5 \times 0,1 = 0,05 \text{ Volt}$$

Conoscendo il valore minimo, potete calcolare la percentuale di distorsione del Generatore BF utilizzando la formula:

$$\text{Distorsione \%} = (\text{Volt min} : \text{Volt max}) \times 100$$

Sapendo che i Volt massimi del segnale risultano 4 Volt (vedi fig.10) e che i Volt minimi sono sce-

si a 0,05 Volt (vedi fig.11), ricaverete che questo Generatore BF ha un distorsione del:

$$(0,05 : 4) \times 100 = 1,25\%$$

Non stupitevi se il vostro Generatore BF ha un valore così elevato, perchè ve ne sono altri che raggiungono anche valori maggiori.

PROSEGUENDO nella MISURA

Collegate l'uscita del Generatore di BF direttamente all'ingresso dell'Amplificatore o Preamplificatore da testare e collegate poi la loro uscita al Misuratore di distorsione (vedi fig.12).

Spostate la levetta del deviatore S1 del Notch in posizione «OFF» (vedi fig.13), in modo che il segnale BF passi direttamente sullo stadio raddrizzatore ideale senza passare nel filtro notch.

Avendo collegato all'uscita del Misuratore di Distorsione l'Oscilloscopio con la levetta del selettore AC-GND-DC in posizione DC (vedi fig.10) e la manopola dei Volts/Div. posizionata su 0,5 Volt x quadretto, già saprete che la riga orizzontale rag-

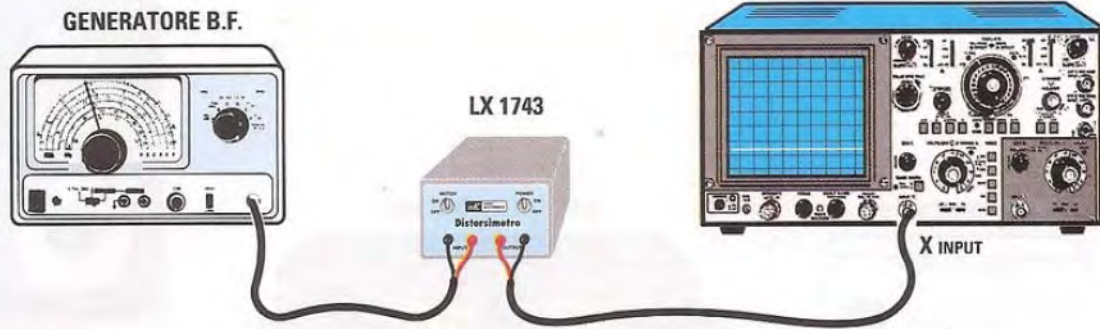


Fig.9 Senza modificare l'ampiezza del segnale BF applicate questo segnale sull'ingresso del Misuratore di Distorsione. Se spostate la levetta del suo deviatore S1 sulla posizione «notch OFF», il segnale BF passerà direttamente sul Raddrizzatore Ideale escludendo il Filtro Notch; spostando la levetta del deviatore S1 sulla posizione «notch ON», il segnale BF passerà attraverso il Filtro Notch, poi proseguirà verso il Raddrizzatore Ideale.

Fig.10 Posizionate la manopola Volts/Div. su 0,5V e la leva AC-GND-DC su DC: la traccia orizzontale raggiungerà l'8° quadretto. In caso contrario, ritoccate la manopola del segnale d'uscita del Generatore BF fino a far raggiungere alla traccia l'8° quadretto.

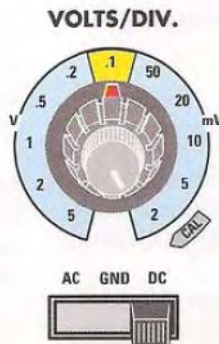
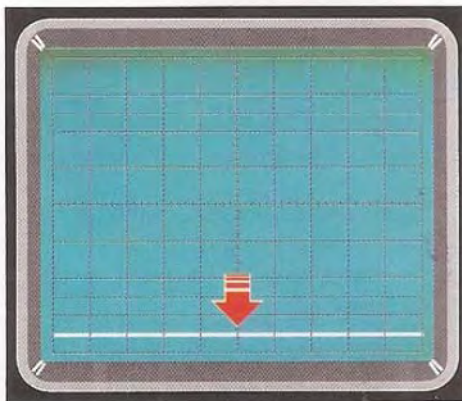
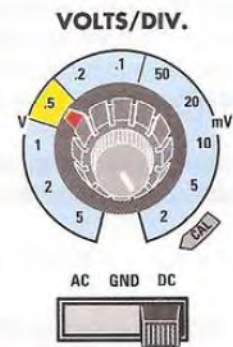
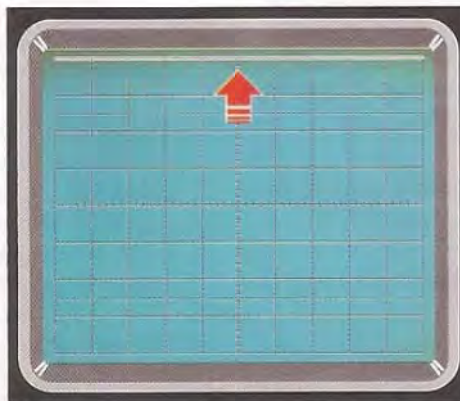
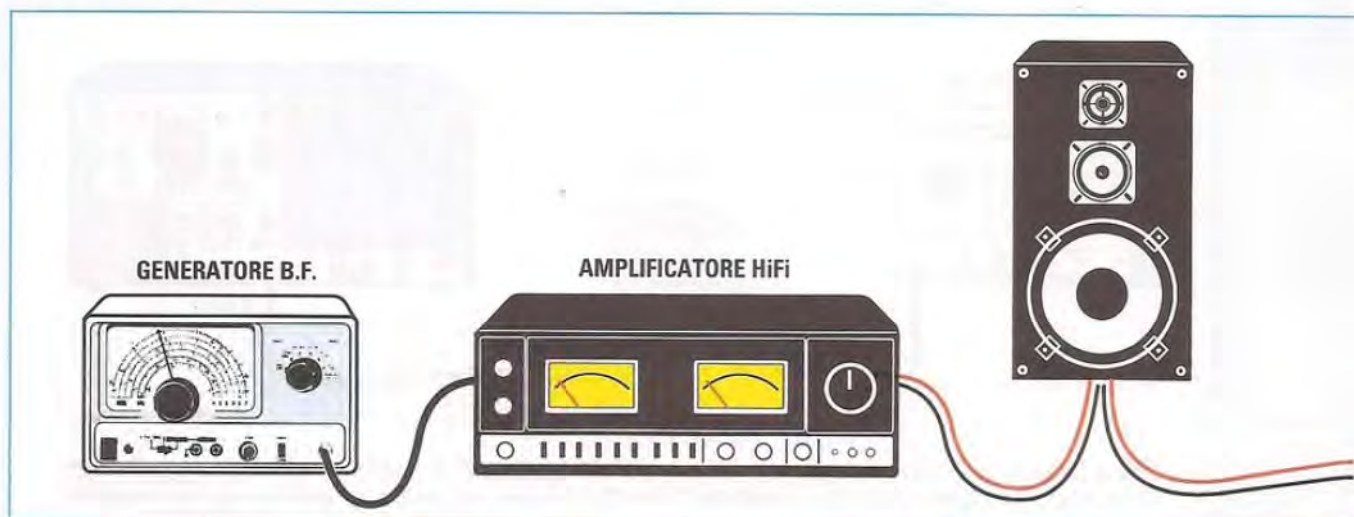


Fig.11 Ruotate la manopola di sintonia del Generatore BF sui 1.000 Hz circa, fino a far scendere il più in basso possibile la traccia di fig.10. Per ottenere una maggior precisione, potete ruotare la manopola del Volts/Div. su 0,1 Volt x quadretto.



giungerà l'8° quadretto.

Ora spostate la levetta del deviatore **S1** del **Misuratore di Distorsione** sulla posizione «notch ON» (vedi fig.14), poi ruotate la manopola di sintonia del **Generatore BF** sulla frequenza dei **1.000 Hz** fino a far scendere la **riga orizzontale** che appare nello schermo il più in **basso** possibile.

Volendo ottenere una maggior **precisione** potete ruotare la manopola del **Volts/Div.** da **0,5 Volt x quadretto** a **0,1 Volt x quadretto** (vedi fig.11).

Amesso che la **riga orizzontale** scenda su **0,7 di quadretto** questa **tensione** risulterà di:

$$0,7 \times 0,1 = 0,07 \text{ Volt minimi}$$

Conoscendo il **valore minimo** potrete calcolare la **percentuale di distorsione** utilizzando la **formula** che già conoscete:

$$\text{Distorsione \%} = (\text{Volt min} : \text{Volt max}) \times 100$$

Sapendo che i **Volt massimi** dei **1.000 Hz** risultano di **4 Volt** (vedi fig.10) e che i **Volt minimi** sono scesi a **0,07 Volt**, la **distorsione totale** risulterà pari a:

$$(0,07 : 4) \times 100 = 1,75\%$$

Per ottenere il **valore reale di distorsione** del nostro **Preamplificatore** o **Finale di potenza** basta **sottrarre** alla **distorsione totale** quella del **Generatore BF**.

Poichè la **distorsione** del **Generatore BF** risulta pari a **1,25%**, basta eseguire la seguente **sottrazione**:

$$1,75 - 1,25 = 0,5 \% \text{ distorsione reale}$$

CONTROLLARE la DISTORSIONE con un TESTER DIGITALE

Se per **misurare** la **distorsione** utilizzerete un **Tester digitale**, la prima operazione da compiere sarà sempre quella di controllare quale valore di **distorsione** ha la **frequenza** dei **1.000 Hz** prelevata dal **Generatore BF**.

Quindi collegate l'uscita del **Generatore di BF** direttamente all'ingresso del **Misuratore di distorsione** e poi spostate la levetta del deviatore **S1** in posizione **OFF** (vedi fig.15), in modo che il segnale **BF** passi direttamente sullo stadio del **raddrizzatore ideale** escludendo il **filtro notch**.

Ora ruotate la manopola del segnale d'uscita del **Generatore BF** fino a leggere sul **Tester** una tensione di **10,00 Volt** (vedi fig.15).

Ottenuta questa condizione, spostate la levetta del deviatore **S1** sulla posizione **ON** (vedi fig.16), in modo che il segnale di **BF** passi attraverso al **filtro notch** e anche sul **raddrizzatore ideale**.

Con un **movimento micrometrico** ruotate la manopola del **Generatore BF** in prossimità della frequenza dei **1.000 Hz**, fino a quando vedrete la tensione del **Tester** scendere sul suo valore **minimo**.

Amesso di leggere sul **Tester** una tensione di soli **0,25 Volt** (vedi fig.16), potrete calcolare la **percentuale di distorsione** del **Generatore BF** utilizzando la **formula**:

$$\text{Distorsione \%} = (\text{Volt min} : \text{Volt max}) \times 100$$

Sapendo che i **Volt massimi** sono **10 Volt** (vedi fig.15) e che i **Volt minimi** hanno raggiunto **0,25**

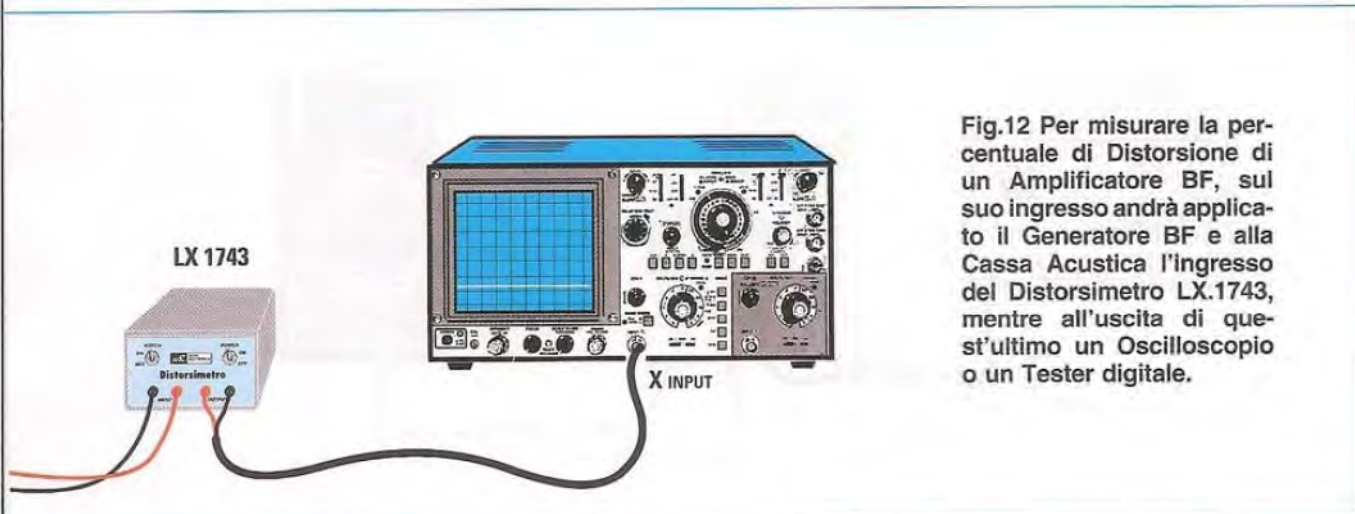


Fig.12 Per misurare la percentuale di Distorsione di un Amplificatore BF, sul suo ingresso andrà applicato il Generatore BF e alla Cassa Acustica l'Ingresso del Distorsimetro LX.1743, mentre all'uscita di quest'ultimo un Oscilloscopio o un Tester digitale.

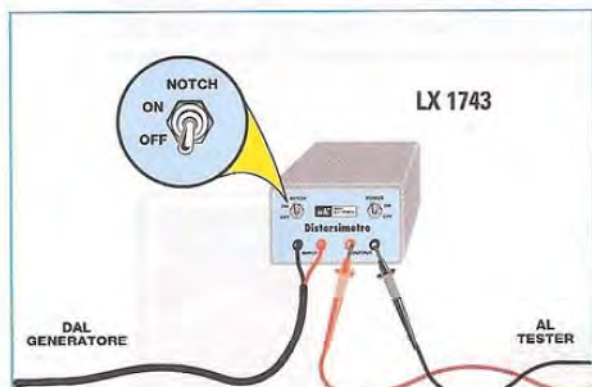


Fig.13 Quando il deviatore S1 viene posto in posizione OFF, il segnale BF passa direttamente dall'ingresso al Raddrizzatore Ideale a doppia semionda.

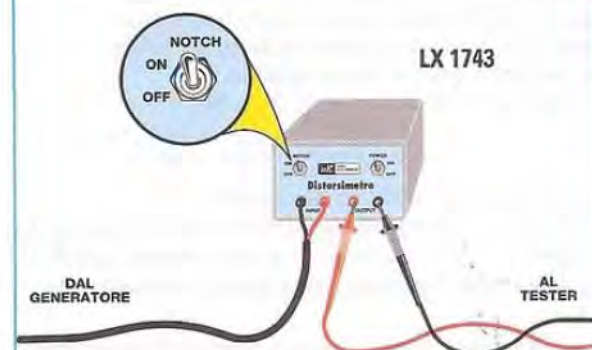


Fig.14 Quando il deviatore S1 viene posto in posizione ON, il segnale BF passa attraverso il Filtro Notch e prosegue verso il Raddrizzatore Ideale a doppia semionda.

Volt (vedi fig.16), il Generatore BF utilizzato avrà una distorsione del:

$$(0,25 : 10) \times 100 = 2,5 \%$$

Sapendo che la distorsione del Generatore BF ha un valore del 2,5%, lo potrete collegare alla presa d'ingresso dell'Amplificatore Finale o del Preamplificatore, collegando poi alla loro uscita il Misuratore di distorsione e all'uscita di quest'ultimo il nostro Tester digitale anziché l'Oscilloscopio.

A questo punto dovrete ruotare lentamente la manopola di sintonia del Generatore BF sui 1.000 Hz circa, cercando di far scendere la tensione sul suo valore minimo.

Ammessi di essere riusciti a far scendere la tensione su un valore di 0,31 Volt, la distorsione totale risulterà pari a:

$$(0,31 : 10) \times 100 = 3,1 \%$$

Per ottenere il valore reale di distorsione del solo Preamplificatore o del Finale di potenza che abbiamo testato, basta sottrarre la distorsione del segnale di 1.000 Hz del Generatore BF che, nel nostro esempio, risultava del 2,5%:

$$3,1 - 2,5 = 0,6 \%$$
 distorsione reale

Avendo consigliato di utilizzare un Tester digitale per controllare la distorsione, è ovvio che molti penseranno che questa misura si possa eseguire anche utilizzando un Tester analogico, del tipo cioè provvisto di lancetta, ma non è così.

Quando infatti ridurrete la sua sensibilità per ricercare il valore minimo, basterà un irrisorio spostamento della sintonia del Generatore BF per far sbattere violentemente la lancetta dello strumento

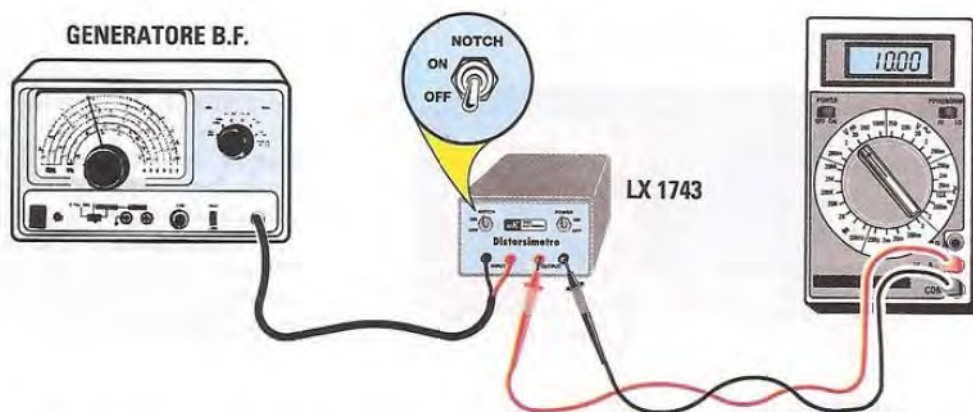


Fig.15 Se utilizzerete un Tester digitale dovreste prima sapere quale valore di Distorsione presenta la frequenza dei 1.000 Hz prelevata dal Generatore BF, quindi spostate il deviatore S1 in posizione OFF e la manopola del Tester sulla portata 20 Volt DC. Di seguito ruotate la manopola del segnale d'uscita del Generatore BF fino a leggere sul Tester una tensione continua di 10,00 Volt.

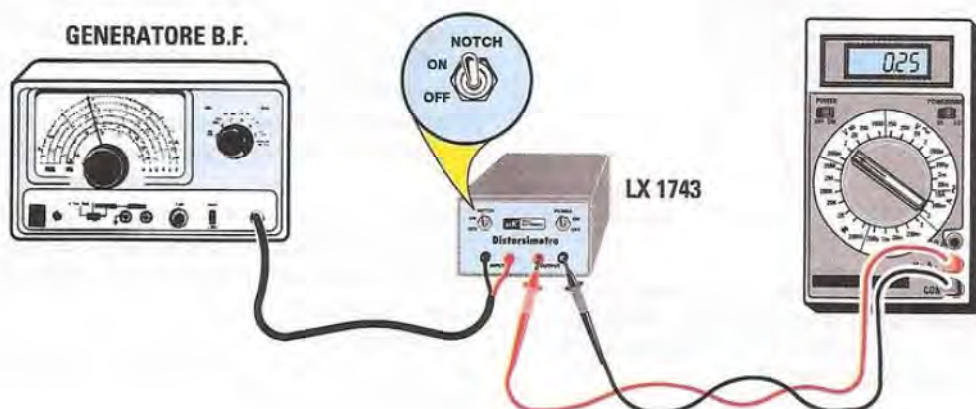


Fig.16 Ottenuta una tensione di 10,00 Volt (vedi fig.15), spostate la levetta del deviatore S1 sulla posizione ON, in modo che il segnale di BF passi attraverso il Filtro Notch e automaticamente sul Raddrizzatore Ideale. Ora ruotate la manopola di sintonia del Generatore BF, fino a far scendere questa tensione verso il suo minimo. Per ottenere una maggior precisione, potete ruotare la manopola su 2 Volt DC.

sul fondo scala, tanto da spezzarla.

QUELLO che dovete sempre RICORDARE

La manopola di sintonia del Generatore BF va sempre ruotata con un movimento micrometrico, per poter centrare perfettamente la frequenza di taglio del filtro notch.

In sostituzione di un normale Generatore BF potreste utilizzare, ammesso che l'abbiate già disponibile, il Generatore DDS professionale che abbia-

mo presentato nella rivista N.226.

Con questo Generatore DDS è possibile variare la frequenza in +/- anche di 1 solo Hertz, quindi la sua sintonia risulterà veramente micrometrica.

Comunque in questo stesso numero vi presentiamo anche un valido ed economico Generatore di Onde sinusoidali a 1.000 Hz.

Quando inizierete a testare un qualsiasi Preamplificatore di BF dovreste sempre ricordare di applicare sulla sua uscita un carico resistivo, che può

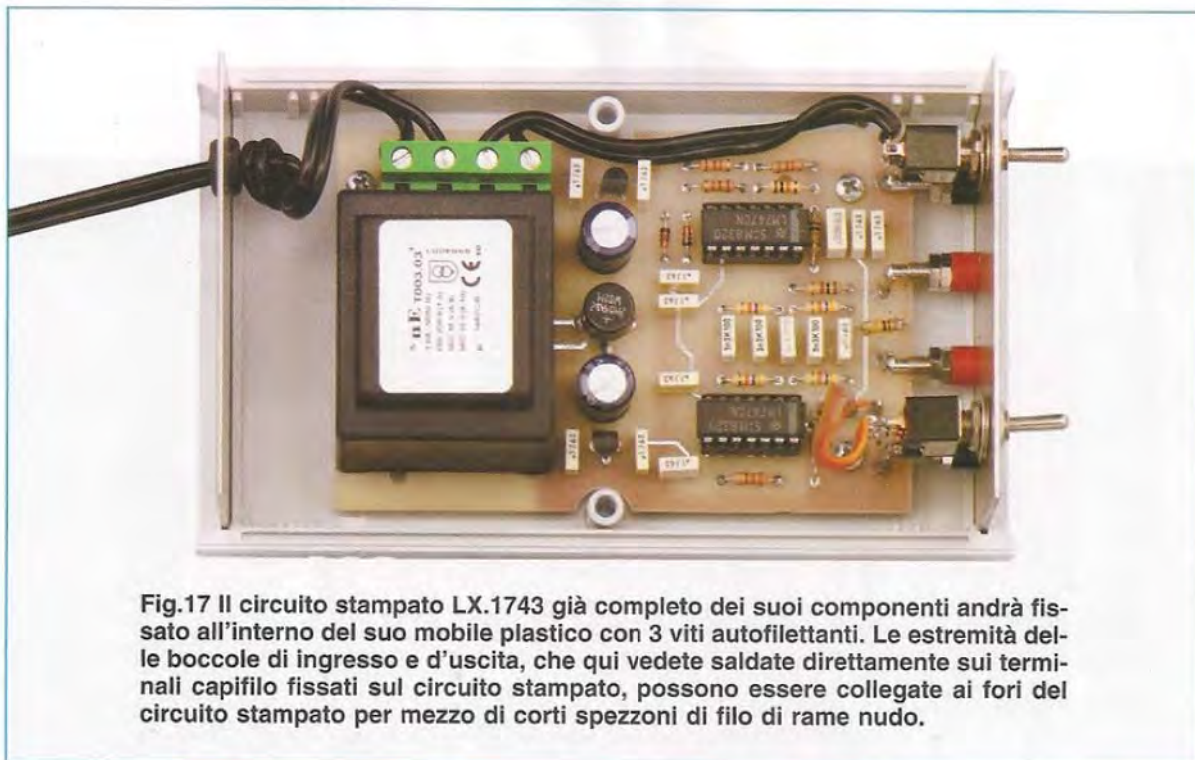


Fig.17 Il circuito stampato LX.1743 già completo dei suoi componenti andrà fissato all'interno del suo mobile plastico con 3 viti autofilettanti. Le estremità delle bocche di ingresso e d'uscita, che qui vedete saldate direttamente sui terminali capifilo fissati sul circuito stampato, possono essere collegate ai fori del circuito stampato per mezzo di corti spezzoni di filo di rame nudo.

essere costituito da una comune **resistenza** che abbia un valore compreso tra **10.000 - 47.000 ohm**.

Ai capi di questa resistenza verrà prelevato il segnale da applicare sull'ingresso del **Misuratore di distorsione LX.1743** e poi all'uscita di quest'ultimo andrà collegato l'**Oscilloscopio** (vedi fig.12) o, in sua sostituzione, un normale **Tester digitale**.

Per testare invece un **Finale di potenza**, potrete collegare il **Misuratore di distorsione** direttamente ai capi della sua **Cassa Acustica** (vedi fig.12), ma poichè la nota dei **1.000 Hertz** potrebbe assordarvi, è possibile sostituire la **Cassa Acustica** con un **carico resistivo** che abbia una potenza in **Watt** pari o maggiore a quella del nostro amplificatore.

Il kit di questo **carico resistivo** siglato **LX.1116** lo abbiamo pubblicato nella rivista **N.163** ed anche nel 1° volume "**Audio Handbook**".

Normalmente la misura della **distorsione** di un **Amplificatore di potenza** si effettua su una **potenza max** di circa **3/4**, quindi se avete un amplificatore da **50 Watt** regolate il suo **volume** sui **30-35 Watt** circa.

Se volete **attenuare** l'ampiezza del segnale **BF** da applicare all'**Oscilloscopio** o al **Tester**, potrete porre in parallelo al **carico resistivo** un normale **trimmer** da **1.000 ohm**.

Poichè la misura viene eseguita su una frequenza **standard** di **1.000 Hz** circa, il controllo dei **toni Bassi e Alti** va regolato in modo da **non attenuare** mai le frequenze dei **toni Medi**.

CONCLUSIONE

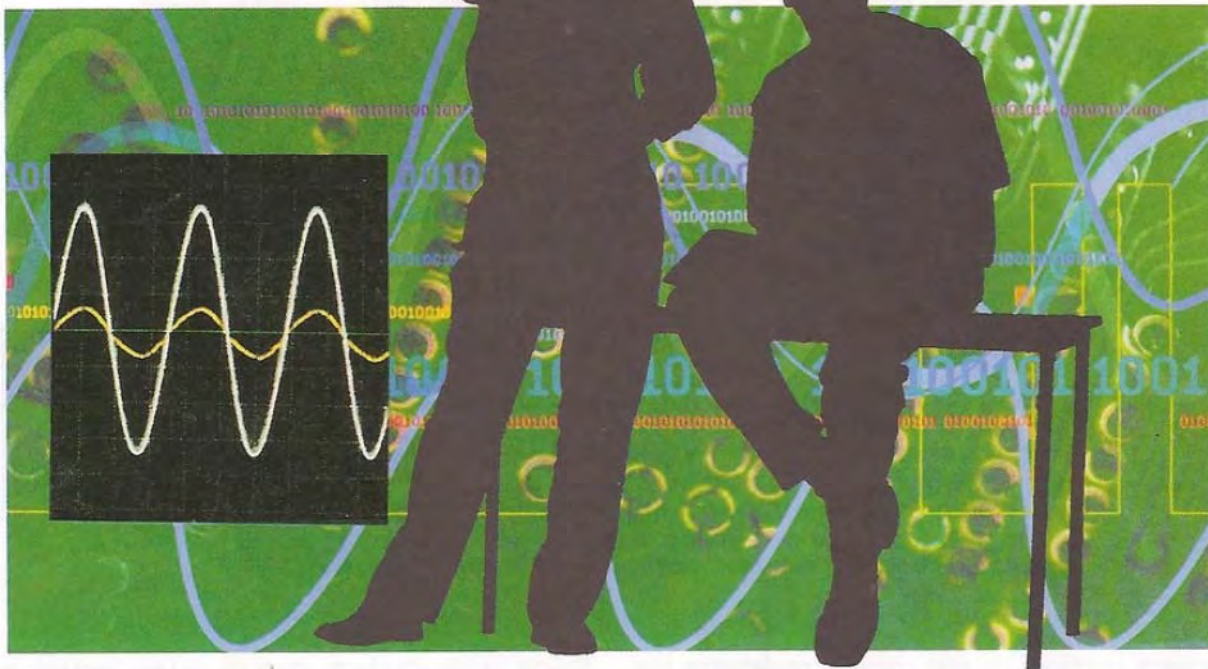
Ora che sapete come autocostruire un economico **Misuratore di distorsione** potete realizzarlo per controllare, anche per pura curiosità, la percentuale di **distorsione** del vostro **Generatore BF** e per passare poi a misurare la percentuale di **distorsione** del vostro **Preamplificatore** o **Finale di potenza** utilizzando come strumento di misura un **Oscilloscopio** oppure un **Tester digitale**.

COSTO di REALIZZAZIONE

Tutti i componenti necessari per la realizzazione del kit **LX.1743** visibili nelle figg.5-7, compresi il **circuito stampato**, il **mobile plastico** provvisto di **mascherina** frontale già forata e serigrafata **MO 1743** (vedi fig.6), più **4 banane mignon** per le bocche di ingresso e d'uscita **Euro 45,00**

Il solo circuito stampato **LX.1743** **Euro 6,50**

Tutti i prezzi sono già comprensivi di **IVA**, ma **non** delle **spese postali** per la consegna a domicilio.



Per poter utilizzare il **Distorsimetro LX.1743** pubblicato nelle pagine precedenti, vi serve un **Generatore BF** idoneo a fornire un'onda **sinusoidale** che, partendo da una frequenza di **950 Hz**, riesca a raggiungere un massimo di **1.200 Hz** così da sintonizzarsi sulla frequenza del **Filtro Notch** presente all'interno del **Distorsimetro**.

Sapendo che molti hobbisti non dispongono di tale **Generatore BF**, abbiamo pensato di proporlo ad un prezzo vantaggioso.

Noi, abbiamo realizzato questo **Generatore** per farlo funzionare solo su una ristretta gamma di frequenza, da **950 a 1.200 Hz**, ma come apprendete leggendo l'articolo, potrete facilmente modificarlo per ottenere delle **frequenze** diverse.

SCHEMA ELETTRICO

Lo schema elettrico di questo **Generatore BF** è riportato in fig.1 e, come noterete, per la sua realizzazione abbiamo utilizzato un solo integrato siglato **LM.747** o **uA.747**, che contiene due amplificatori operazionali (vedi fig.4).

Il primo operazionale, che abbiamo siglato **IC1/A**, è utilizzato come stadio **oscillatore a ponte di Wien**, in grado di fornire un **segnale BF** con una **bassissima distorsione**.

Lo stadio composto dal fet **FT1** e dai due diodi **DS1-**

DS2 svolge la funzione di **CAG**, cioè di **Controllo Automatico di Guadagno**, e provvede a fornire in uscita un segnale con un'**ampiezza costante**, una condizione questa indispensabile per un **Distorsimetro** che deve rilevare le più piccole variazioni d'ampiezza sull'uscita del **Filtro Notch**.

Pertanto, se per un qualsiasi motivo l'**ampiezza** del segnale **BF** dovesse **aumentare**, i due diodi **DS1-DS2** provvederebbero a fornire una tensione **maggiormente negativa** al Gate del fet, **riducendo** automaticamente il suo **guadagno**: di conseguenza si **ridurrà** l'ampiezza del segnale **BF**.

Se invece l'**ampiezza** del segnale **BF** dovesse **diminuire**, i diodi **DS1-DS2** provvederebbero a fornire una tensione **meno negativa** al Gate del fet, **aumentando** così il suo **guadagno** e di conseguenza **aumenterà** l'ampiezza del segnale **BF**.

Il **doppio** potenziometro **R1-R2** da **10.000 ohm** e i due condensatori poliestere **C1-C2** da **3.900 pF** servono per generare la **frequenza sinusoidale**.

Il valore della **frequenza** che si riesce a generare si calcola con la formula:

$$\text{Hz} = 159.000 : (\text{R1 in K}\Omega \times \text{C1 in pF}) \times 1.000$$

Guardando lo schema elettrico si noterà che, in **se-**

rie al potenziometro R1, è presente la resistenza R3 da 33.000 ohm, quindi con il potenziometro R1 ruotato per il suo massimo si ottengono:

$$10.000 + 33.000 = 43.000 \text{ ohm pari a } 43 \text{ K}\Omega$$

Con questo valore il Generatore fornirà in uscita una frequenza di:

$$159.000 : (43 \times 3.900) \times 1.000 = 948 \text{ Hz}$$

Quando il potenziometro R1 viene ruotato per il suo minimo si otterranno:

$$0 + 33.000 = 33.000 \text{ ohm pari a } 33 \text{ K}\Omega$$

valore con il quale il Generatore fornirà in uscita una frequenza di:

$$159.000 : (33 \times 3.900) \times 1.000 = 1.235 \text{ Hz}$$

In teoria, ruotando il potenziometro R1 dal suo minimo al suo massimo, si otterranno delle frequenze comprese tra 948 Hz e 1.235 Hz.

In pratica, si risconteranno sempre delle piccole differenze dovute dalla tolleranza dei componenti.

Anche se non ne abbiamo mai fatto cenno, dobbiamo ricordarvi che i valori di R1-R3-C1 devono essere rispettivamente identici ai valori di R2-R4-C2.

GENERATORE 950 - 1200 Hz

Utilizzando un solo integrato tipo LM.747, equivalente all'uA.747, è possibile realizzare un Generatore in grado di fornire delle onde Sinusoidali da 950 a 1.200 Hz. Come apprenderete nel leggere l'articolo, basta modificare due soli componenti per ottenere frequenze diverse.

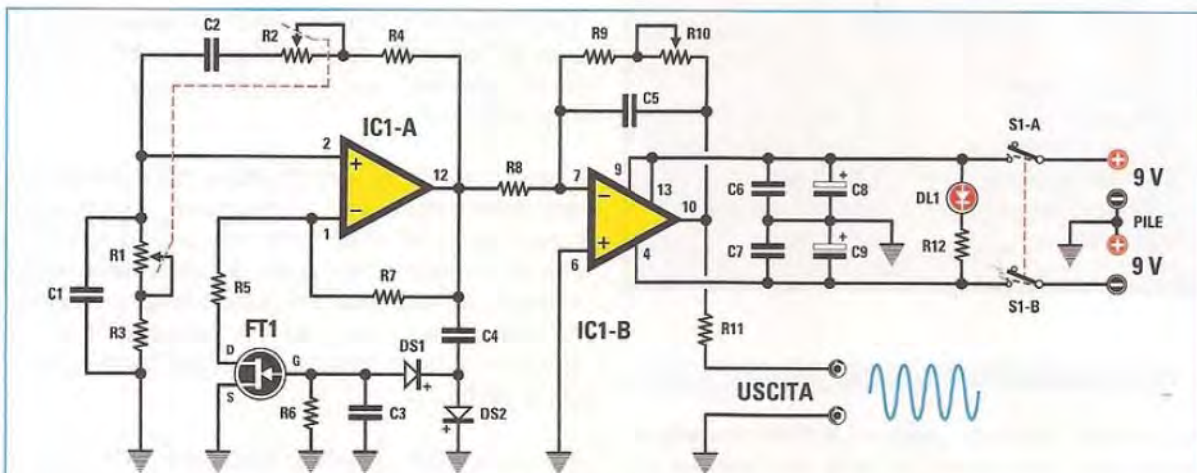


Fig.1 Schema elettrico del Generatore BF ed elenco componenti.

ELENCO COMPONENTI LX.1744

R1-R2 = 10.000 ohm pot. lin.

R3 = 33.000 ohm

R4 = 33.000 ohm

R5 = 10.000 ohm

R6 = 1 megaohm

R7 = 22.000 ohm

R8 = 120.000 ohm

R9 = 33.000 ohm

R10 = 470.000 ohm pot. log.

R11 = 1.000 ohm

R12 = 2.200 ohm

C1 = 3.900 pF poliestere

C2 = 3.900 pF poliestere

C3 = 100.000 pF poliestere

C4 = 100.000 pF poliestere

C5 = 100 pF ceramico

C6 = 100.000 pF poliestere

C7 = 100.000 pF poliestere

C8 = 47 microF. elettrolitico

C9 = 47 microF. elettrolitico

DS1 = diodo silicio 1N4148

DS2 = diodo silicio 1N4148

DL1 = diodo Led rosso

FT1 = Fet tipo 2N.5247

IC1 = integrato LM.747

S1 A/B = deviatore a levetta

La **frequenza** presente sul piedino d'uscita **12** del primo operativo **IC1/A**, verrà applicata sul piedino d'ingresso **7** del secondo operativo siglato **IC1/B** per essere **amplificata** o **attenuata**.

Infatti, come potrete appurare consultando **pag.264** (vedi fig.24) del 1° volume **Handbook**, il **guadagno AC** di un amplificatore operativo con **ingresso invertente** si calcola con la formula:

$$\text{guadagno} = (R9 + R10) : R8$$

Ruotando il potenziometro **R10** per la sua **massima resistenza**, otterremo in uscita un segnale **amplificato** che raggiunge circa **12 Volt p/p**.

Ruotando il potenziometro **R10** per la sua **minima resistenza**, otterremo in uscita un segnale **attenuato** che raggiunge circa **1 Volt p/p**.

Per alimentare questo **Generatore** utilizziamo una tensione **duale** di **9+9 Volt** che preleveremo da due comuni pile radio da **9 Volt**.

Per evitare di dimenticarsi il **Generatore acceso** dopo l'uso e di esaurire così in breve tempo le pile, abbiamo inserito nel circuito un **diodo led (DL1)**.

Note tecniche

Alimentazione	9+9 Volt
Consumo	10 mA
Banda frequenza	950 - 1.200 Hz circa
Minimo segnale	1 Volt p/p circa
Massimo segnale	12 Volt p/p circa
Distorsione	0,8 % circa

REALIZZAZIONE PRATICA

Nel circuito stampato siglato **LX.1744** dovrete inserire tutti i componenti richiesti disponendoli come visibile in fig.2.

Come potrete notare, sul circuito stampato è riportato un disegno grafico di ogni componente compresa la relativa sigla per facilitarvi nel montaggio. Come primo componente consigliamo di inserire lo **zoccolo** per l'integrato **IC1**, rivolgendosi verso la resistenza **R7** la sua tacca di riferimento a **U**.

Dopo lo **zoccolo** potete inserire tutte le **resistenze** controllandone il valore **ohmico** tramite le **fascie a colori** presenti sul loro corpo.

Ora prendete i due diodi al silicio **DS1-DS2**, poi inseriteli nel circuito stampato tenendo presente che la **fascia nera** del diodo **DS1** va rivolta verso **IC1**,

mentre la **fascia nera** del diodo **DS2** va rivolta verso il fet **FT1** (vedi fig.2).

Completato il montaggio di questi componenti, potete passare ad inserire tutti i **condensatori**.

Il piccolo condensatore **ceramico C5** andrà inserito in basso vicino alla resistenza **R8**.

I condensatori **poliestere** andranno collocati nelle posizioni indicate nello schema pratico.

Quando inserite i condensatori **elettrolitici C8-C9** dovrete ricordarvi di rispettare la polarità **+/-** dei loro due terminali.

Per coloro che ancora non lo sapessero, precisiamo che il terminale **positivo** risulta **più lungo** di quello negativo.

Proseguendo nel montaggio, prendete il fet **FT1** e inseritelo nella posizione visibile nello schema pratico, rivolgendosi verso **DS1** il lato **piatto** del corpo. Nell'eseguire questa operazione, tenete il suo **corpo** leggermente sollevato rispetto il piano dello stampato.

Ora potete inserire i due potenziometri, ma prima di farlo dovrete accorciare, con un piccolo seghetto, i loro **perni plastici**, in modo da portarli ad una lunghezza di circa **15 millimetri** (vedi fig.5).

Il potenziometro **R10** va posto sul lato sinistro e i suoi tre **terminali** saldati sulle piste sottostanti del circuito stampato per mezzo di corti spezzoni di filo di rame nudo.

Il doppio potenziometro **R1-R2** andrà collocato sul lato destro, saldando i tre **terminali** del potenziometro "inferiore" sulle piste del circuito stampato con dei cortissimi spezzoni di filo di rame nudo, mentre i tre **terminali** del potenziometro "superiore" sulle piste del circuito stampato per mezzo di spezzoni di filo di rame nudo leggermente più lunghi (vedi fig.2).

Per completare questa operazione, ricordatevi di collegare a **massa** con dei sottili fili di **rame nudo** il **corpo metallico** dei due potenziometri per evitare che captino del **ronzio** di alternata a **50 Hz**.

Inserite quindi l'integrato **LM.747** nel relativo zoccolo, rivolgendosi verso la resistenza **R7** la sua tacca di riferimento a forma di **U** presente su un solo lato del corpo.

In pratica, il montaggio dei componenti richiesti per questo circuito stampato risulta in gran parte realizzata, mancano solo da collegare le **prese pila**, il **diodo led**, il doppio **deviatore S1** e la **presa d'uscita**.

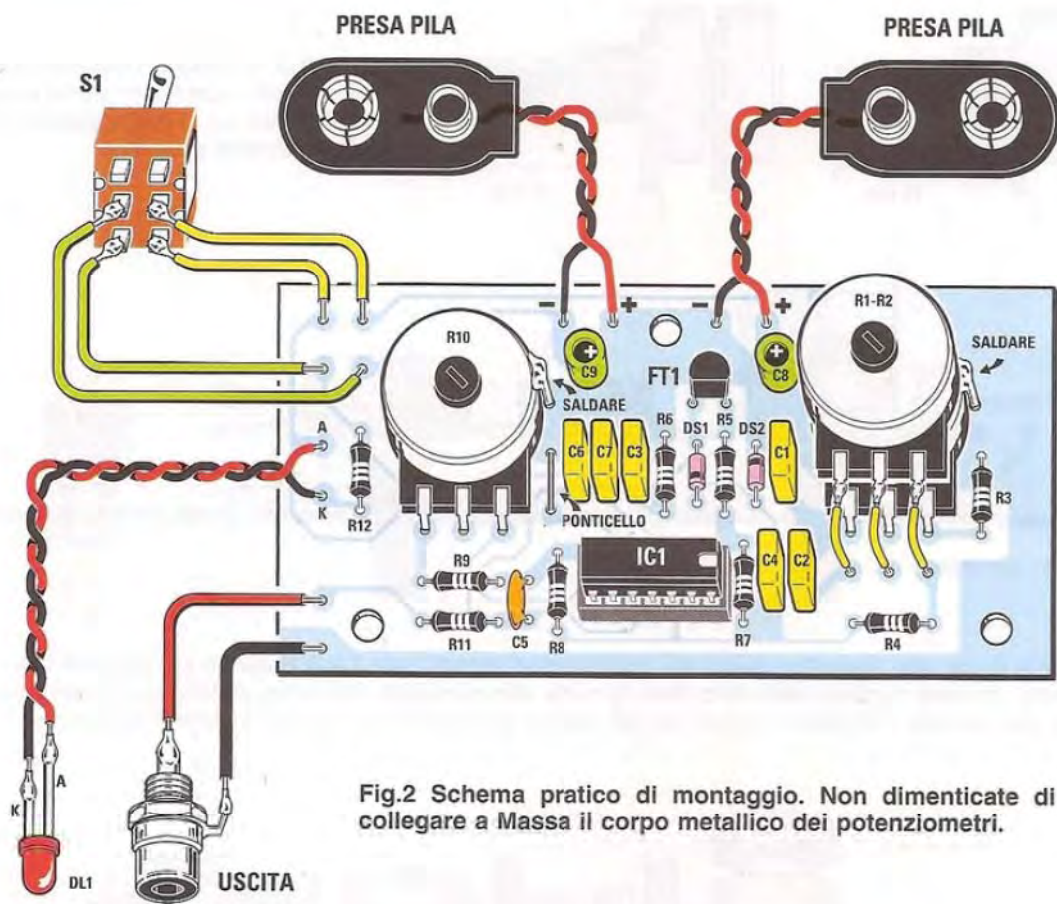
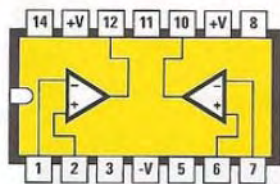
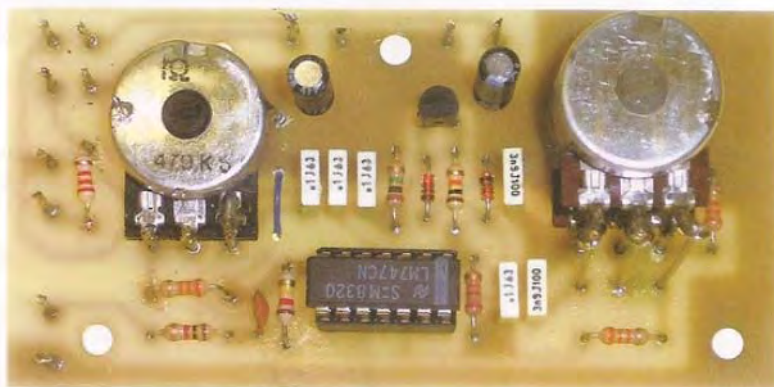


Fig.2 Schema pratico di montaggio. Non dimenticate di collegare a Massa il corpo metallico dei potenziometri.

Fig.3 Foto del circuito stampato con sopra già montati tutti i componenti.



LM 747

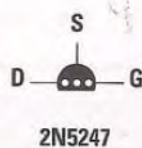


Fig.4 Connessioni viste da sopra dell'LM.747, mentre le connessioni del Fet sono viste da sotto. Il terminale più lungo del diodo led è l'Anodo.

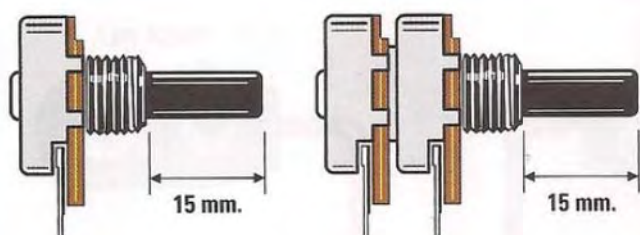


Fig.5 Prima di fissare i potenziometri sul circuito stampato dovete accorciarne con un piccolo seghetto i perni, portandoli a 15 mm.

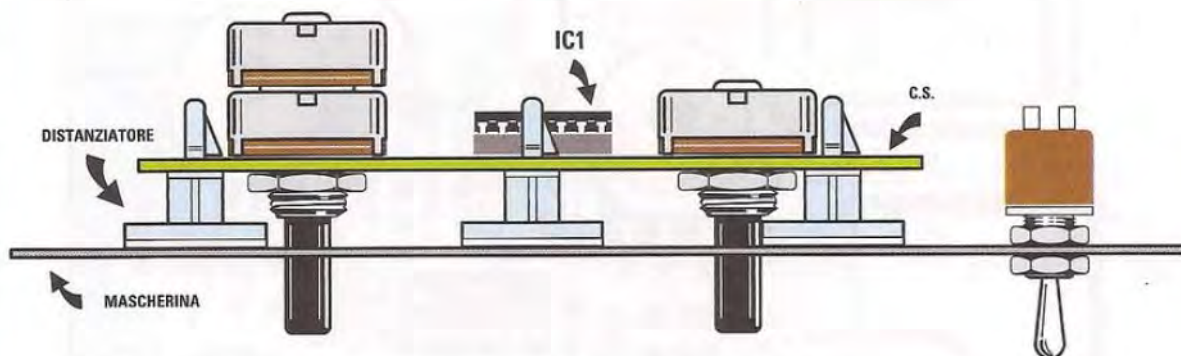


Fig.6 Dopo aver inserito i perni dei distanziatori plastici nei 3 fori presenti sul circuito stampato, dovete togliere dalle loro Basi la carta che protegge l'adesivo, premendo leggermente sul circuito stampato in modo da far aderire perfettamente i 3 distanziatori plastici.



Fig.7 Foto del pannello frontale con sopra fissato il circuito stampato. Il pannello frontale così completato verrà posto sul mobile plastico a consolle (vedi fig.8) con viti autofilettanti.

Fig.8 Ecco come si presenta il Generatore di BF LX.1744 che provvede a fornire un'onda sinusoidale da 950 a 1.200 Hz.



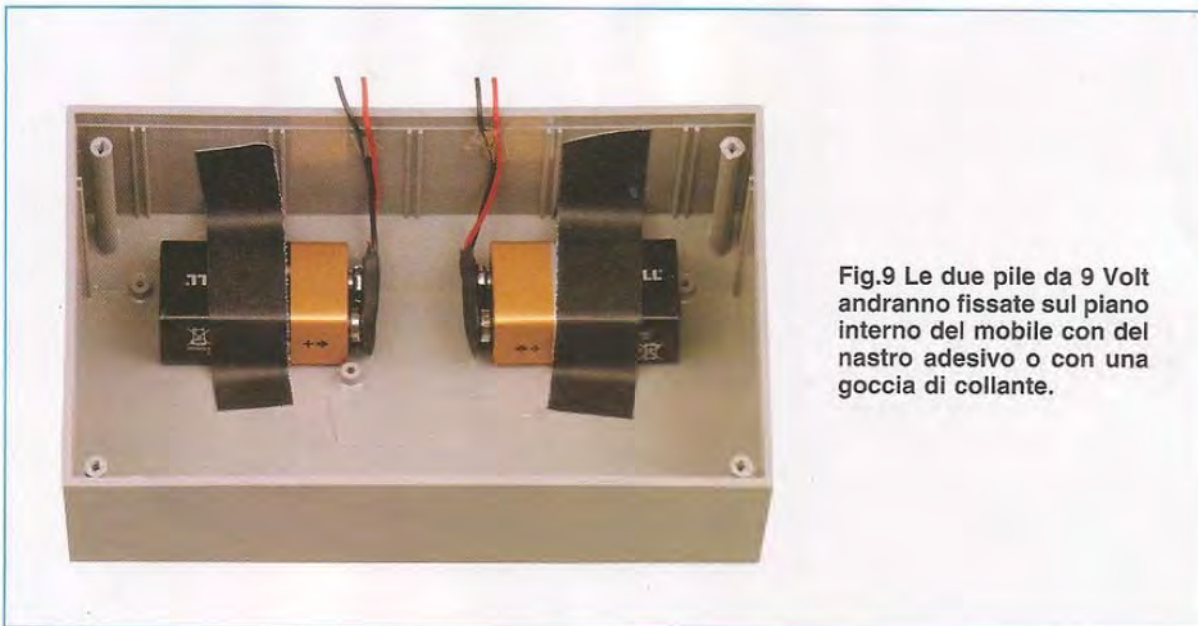


Fig.9 Le due pile da 9 Volt andranno fissate sul piano interno del mobile con del nastro adesivo o con una goccia di collante.

Per quanto riguarda le **prese pila** basta saldare il filo di colore **rosso** nel foro contrassegnato **+** e il filo **nero** nel foro contrassegnato **-**.

Per collegare gli altri componenti esterni, consigliamo di saldare nei **fori** del circuito stampato degli spezzi di filo isolato in plastica di colore diverso e lunghi circa **7 centimetri**, saldandoli in seguito sui vari componenti preventivamente fissati sul **pannello** frontale del mobile.

Dopo aver tolto il **pannello** dal mobile, dovrete fissare su esso il doppio **deviatore S1**, la gemma cromata per il **diodo led** e la **presa d'uscita BF**.

Completata questa operazione, fissate sul **pannello** il **circuito stampato** e per farlo prelevate dal kit i **3 distanziatori plastici** con **base autoadesiva** ed inseritene i **perni** nei **3 fori** presenti nel circuito stampato.

Di seguito, togliete sotto la **base** di questi distanziatori la carta che protegge l'**adesivo** e poi inserite i **perni** dei due **potenziometri** nei **2 fori** presenti nel pannello esercitando una leggera pressione sul circuito stampato, in modo che l'**adesivo** faccia presa sulla superficie del pannello di alluminio.

Per completare il montaggio dovrete solo collegare le estremità degli spezzi di filo precedentemente saldati sul circuito stampato.

Come potete osservare in fig.2, per il deviatore **S1** dovrete usare **4 fili**, mentre per il **diodo led** e la **presa BF d'uscita** userete **2 fili**.

Poichè i terminali del **diodo led** sono **polarizzati**, se invertirete i due fili **non** si accenderà, inconveniente al quale potrete porre rimedio semplicemente invertendoli.

Per completare il montaggio dovrete fissare le due **pile da 9 Volt** sul piano interno del mobile, utilizzando uno spezzone di **nastro adesivo** o di **cerotto** oppure una goccia di collante (vedi fig.9).

Il pannello frontale andrà applicato sopra al mobile e fissato con le sue **4 viti** autofilettanti.

COSTO DI REALIZZAZIONE

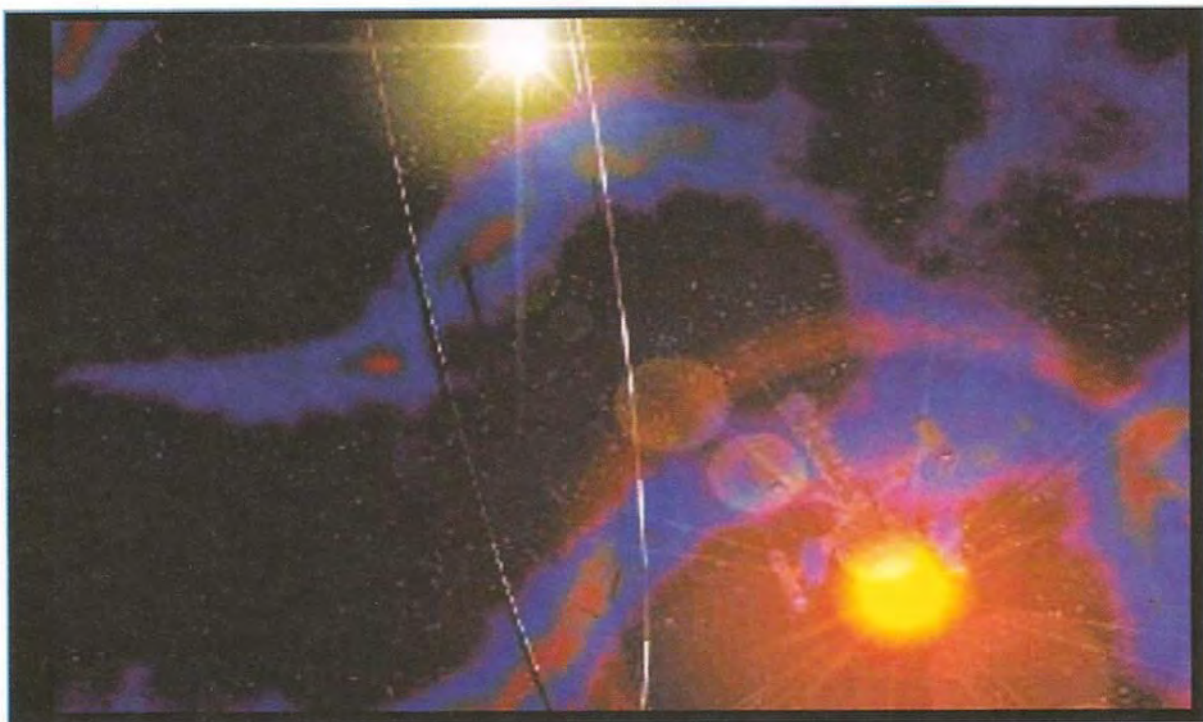
Tutti i componenti necessari per la realizzazione del kit **LX.1744** visibili nelle figg.2-3, compresi il circuito stampato ed il **mobile plastico MO1744** provvisto di **mascherina** frontale già forata e **serigrafata** (vedi fig.8) più uno spezzone di piattina, una **presa maschio BF** e i distanziatori plastici **autoadesivi**

Euro 33,00

Il solo circuito stampato **LX.1744**

Euro 3,60

Tutti i prezzi sono già comprensivi di **IVA**, ma **non** delle **spese postali** per la consegna a domicilio.



LUCI PSICHEDELICHE a

Grazie al magico effetto prodotto dai loro intermittenti lampi colorati, le "luci psichedeliche" sono legate in modo indissolubile alla musica del nostro tempo.

In questo articolo vi presentiamo un progetto di luci psichedeliche in miniatura, a diodi led, da realizzare sulla basetta del Minilab.

Dopo averne completato il montaggio, ci serviremo di un nuovo strumento presente all'interno dell'oscilloscopio per pc, e cioè il generatore BF, per capire come funzionano.

Sembra che a inventarle siano stati i "Pink Floyd", che in materia di effetti speciali non sono stati secondi a nessuno, ma non è del tutto sicuro.

Quello che è certo è che le "luci psichedeliche", con le loro fantastiche pulsazioni luminose, **gialle, rosse e azzurre**, hanno colorato la musica del nostro tempo, a partire dall'era della musica "pop" e del "rock", fino ad arrivare alla "metal" dei giorni nostri.

E' grazie a loro che i primi **faretti colorati**, desti-

nati a creare nei raduni musicali della "beat generation" un'atmosfera surreale e un po' visionaria, hanno cominciato improvvisamente ad **animarsi** e a **pulsare** al ritmo della musica, trascinando lo spettatore in una esaltante "performance" visiva e musicale.

E l'aggettivo "**psichedelico**" con il quale sono state indicate fin dall'inizio non è stato coniato a caso, perché proprio questo è l'effetto di suggestione che l'alternanza fortemente ritmata di **luci, colori e suono** è in grado di produrre nello spettatore.

Oggi i frequentatori delle discoteche sono ormai abituati agli effetti prodotti dalle luci intermittenti dei fari colorati e forse non immaginano che questa invenzione, che ha accompagnato tre generazioni di appassionati, ha contribuito a cambiare la storia della musica contemporanea.

Se però chiedeste a qualcuno **come funzionano**, molto probabilmente rimarreste delusi perché molti non saprebbero rispondere.

E' per questo che, un po' sul serio e un po' per gioco, abbiamo creato per voi un progetto di **luci psichedeliche in miniatura**, da montare sulla breadboard del **Minilab**, per farvi vedere come funzionano.

Naturalmente, trattandosi di un gioco, non abbiamo utilizzato i potenti **faretti colorati** che vengono normalmente impiegati nelle discoteche. Al loro posto ci siamo serviti di **tre diodi led** di diverso colore, che sono in grado di creare comunque un simpatico effetto luminoso.

Se dopo averle realizzate, farete "ascoltare" alle luci psichedeliche un brano della vostra "compilation" preferita, vedrete che i diodi led **giallo, rosso e verde** cominceranno a ballare allegramente al ritmo della musica.

E se poi spegnete la luce, nessuno potrà impedirvi di sognare, e di catapultarvi come d'incanto sul palco del concerto.

Come funzionano le luci psichedeliche

Come sapete, la musica è composta da una combinazione di diverse note, a ciascuna delle quali corrisponde una ben definita **frequenza**.

In fig.2 è riprodotta la tastiera di un pianoforte nella quale sono riportate le frequenze corrispondenti ad ognuna delle note fondamentali, raggruppate in **7 ottave**, a partire dalla **base ottava** per arrivare fino alla **6ª**.

I tasti **bianchi** corrispondono alle **7 note fondamentali DO-RE-MI-FA-SOL-LA-SI**, mentre i tasti

DIODI LED per MINILAB

Fig.1 Una volta terminato il montaggio delle luci psichedeliche, potrete divertirvi ad osservarne il funzionamento collegando il circuito all'oscilloscopio virtuale del Minilab installato sul vostro personal computer.



neri corrispondono ai "diesis" cioè a **5 note intermedie** supplementari.

La serie delle **dodici note** (le 7 fondamentali + i 5 diesis) costituisce una **ottava**.

Nella figura sono rappresentate sul lato **sinistro** della tastiera le note a frequenza più **bassa** che costituiscono la **base ottava** e poi in successione, procedendo verso il lato **destro** della tastiera e con frequenza via via **crescente**, le note raggruppate nelle ottave successive fino alla **6^a**.

Come potete osservare, ogni volta che si passa da una **ottava** a quella **superiore**, la frequenza di ciascuna nota **raddoppia**.

Così, ad esempio, mentre il Do della **2^o ottava** ha una frequenza di **130,76 Hz**, il Do della **3^o ottava** ha una frequenza di **261,52 Hz**, cioè esattamente **doppia**.

A sua volta il Do della **4^o ottava** ha una frequenza doppia di quello della **3^o**, e così via.

Nella parte superiore della figura sono anche indicati i principali **strumenti musicali** e la gamma di **note** e di **frequenze** che sono in grado di generare.

Osservando questo diagramma è facile comprendere che quando ascoltiamo un brano musicale, il nostro orecchio riceve un insieme di tanti suoni diversi, aventi ciascuno una frequenza propria.

I suoni che hanno una frequenza inferiore ai **500 - 800 Hz** circa vengono considerati **bassi**, i suoni compresi tra gli **800** e i **2.500 - 3.000 Hz** vengono chiamati **medi**, mentre i suoni superiori ai **3.000 Hz** vengono definiti **acuti**.

Un orecchio umano in perfette condizioni è in grado di percepire suoni che vanno da una bassa frequenza di **16 Hz** fino ad una frequenza acuta di circa **16.000 Hz** e a volte anche oltre.

Dopo questa breve premessa siamo in grado di capire meglio come funziona un circuito di luci psichedeliche.

L'impianto di luci psichedeliche ha un compito molto semplice: quello di "riconoscere" le diverse **frequenze sonore** che sono presenti ad ogni istante in un brano musicale e, a seconda che si tratti di suoni **bassi**, **medi** oppure **acuti**, di accendere di volta in volta un **faretto** di **diverso colore**.

Naturalmente vi chiederete come fa il circuito a riconoscere e a smistare sui diversi faretto, in "tem-

po reale", tutte le frequenze musicali che gli arrivano, combinate fra loro.

La risposta è molto semplice: utilizzando un **microfono** e una serie di **filtri**.

Se osservate lo schema di funzionamento riprodotto in fig.3 vedete che il primo componente del circuito è il **microfono**, che ha la funzione di convertire le **onde sonore**, cioè i suoni, in un **segnale elettrico** nel quale sono contenute le stesse **frequenze** prodotte dalle diverse note musicali che vengono riprodotte in quel preciso momento.

Se, per esempio, il musicista sta strimpellando un unico tasto del pianoforte, nel segnale elettrico prodotto dal microfono sarà presente la frequenza caratteristica di quella nota.

Se invece state ascoltando l'esecuzione di un complesso, il segnale prodotto dal microfono sarà allo stesso tempo la combinazione tra il suono **basso** prodotto dal ritmo della batteria, le frequenze **medie** della voce del cantante e gli **acuti** prodotti dalla chitarra elettrica.

Per azionare i led dei **bassi**, dei **medi** e degli **acuti** è indispensabile riuscire a separare le diverse frequenze sonore, e questa funzione viene svolta dai tre **filtri** indicati, nello schema di fig.3, con il nome di filtro **passa basso**, **passa banda** e **passa alto**.

Quando abbiamo progettato il nostro circuito abbiamo deciso che tutte le onde sonore la cui frequenza ricade al di sotto di **400 Hertz**, cioè i **bassi**, vadano ad accendere il diodo **led verde**.

Perciò, ogni volta che il segnale prodotto dal microfono contiene una frequenza inferiore a **400 Hz**, questa, dopo avere attraversato l'amplificatore, giunge all'ingresso del filtro **passa basso**, il quale è progettato in modo da lasciar passare tutti i segnali inferiori a **400 Hz**.

Il segnale proveniente dal microfono **attraversa** così il filtro e va ad accendere, tramite un transistor di pilotaggio, il diodo **led verde**.

Naturalmente il filtro lascia passare solo le frequenze **inferiori** a **400 Hz**, mentre tutte le frequenze superiori a questo valore non riescono ad attraversarlo e vengono **bloccate** come visibile nel grafico di risposta del filtro raffigurato in fig.4.

Le onde sonore la cui frequenza ricade all'interno della fascia (che in linguaggio tecnico viene chia-

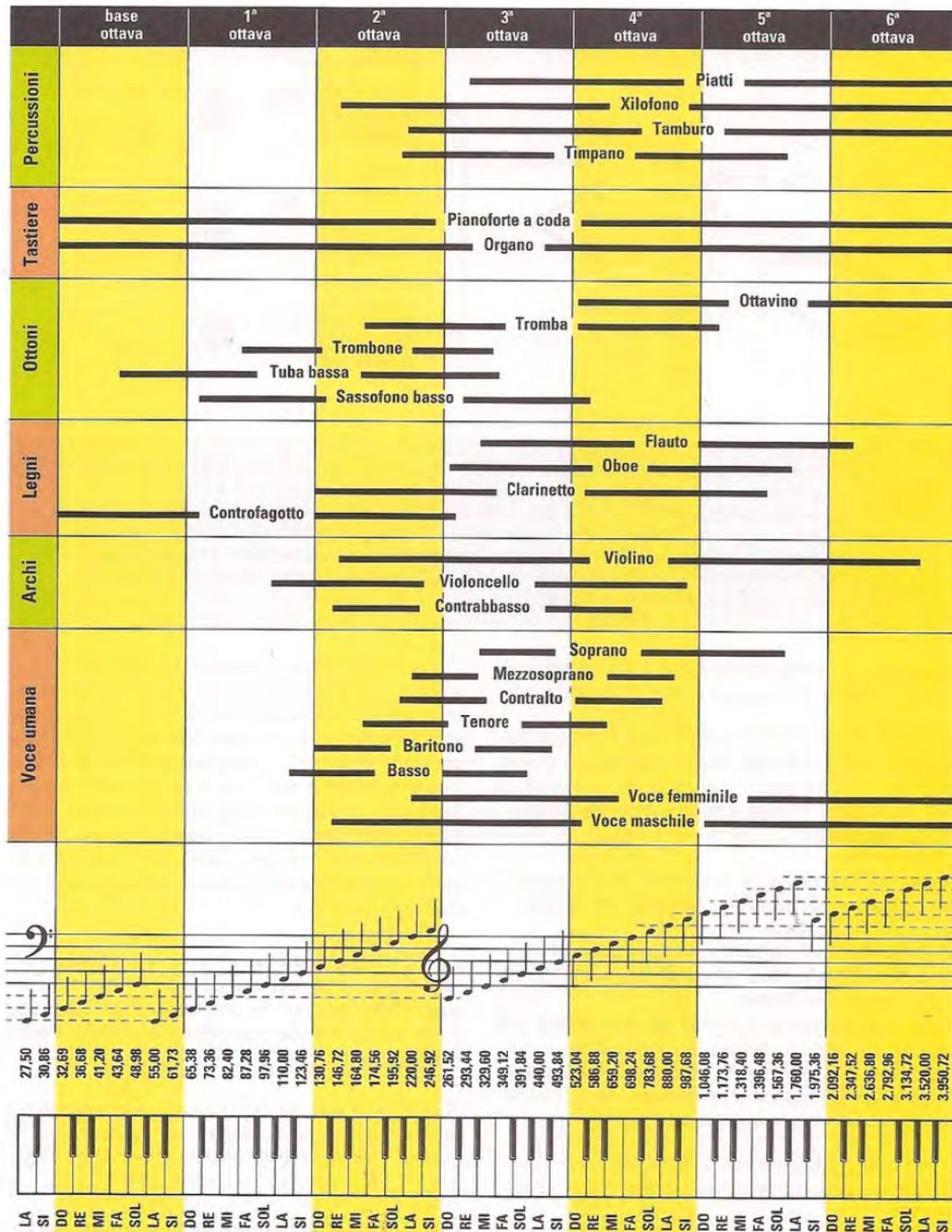


Fig.2 In questa figura è riprodotta una tastiera di pianoforte nella quale sono indicate le frequenze corrispondenti a ciascuna nota. Come potete notare la tastiera è divisa in sette ottave, ciascuna delle quali è formata dalla medesima sequenza di 12 note, le sette fondamentali corrispondenti ai tasti bianchi, e le 5 diesis, corrispondenti ai tasti neri. Quando si passa da una ottava a quella immediatamente superiore, la frequenza di ciascuna nota raddoppia. Nella parte superiore è indicata l'escursione della voce umana e di alcuni dei principali strumenti musicali.

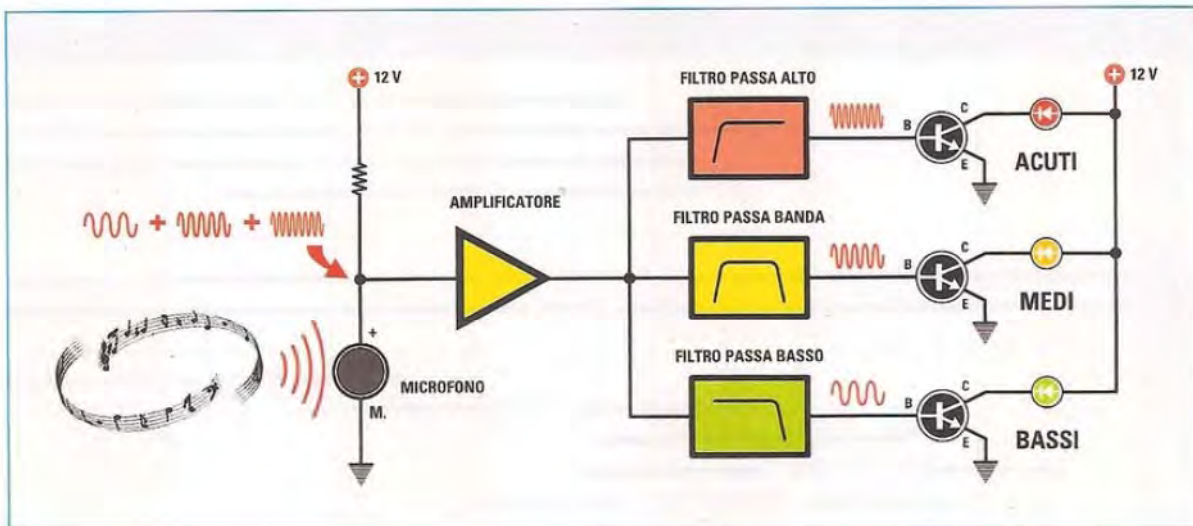


Fig.3 In questo schema a blocchi è riprodotto il funzionamento delle luci psichedeliche. Le diverse frequenze sonore corrispondenti alle note presenti ad un dato momento nel brano musicale vengono trasformate dal microfono in un segnale elettrico. Dopo essere stato amplificato dallo stadio amplificatore, il segnale contenente le diverse frequenze viene presentato all'ingresso dei filtri passa basso, passa banda e passa alto, che hanno il compito di separare i bassi, i medi e gli acuti, accendendo di volta in volta il diodo led corrispondente.

mata **banda**) compresa tra **400** e **2.000 Hertz**, cioè i **medi**, devono invece accendere il diodo **led giallo**.

Perciò ogniquale volta dal microfono arriva un segnale contenente una frequenza compresa in questo intervallo, il filtro **passa banda** lo lascerà passare per accendere tramite il transistor di pilotaggio il diodo **led giallo**.

Tutte le frequenze al di fuori della banda vengono invece **bloccate** dal filtro, come visibile in fig.5.

Infine, tutti i suoni la cui frequenza risulta superiore a **2.000 Hertz**, cioè gli **acuti**, dovranno accendere il diodo **led rosso**.

Così, non appena all'ingresso del filtro **passa alto** giunge un segnale di frequenza superiore a questo valore proveniente dal microfono, il filtro provvede a lasciarlo passare per attivare, tramite il transistor pilota, il diodo **led rosso**.

Tutte le frequenze inferiori a **2.000 Hz**, invece, vengono **bloccate** dal filtro come indicato chiaramente in fig.6.

SCHEMA ELETTRICO

Dopo avere spiegato a grandi linee il principio di funzionamento delle luci psichedeliche, vediamo come funziona nel dettaglio il circuito che andremo a realizzare.

Come potete notare osservando lo schema di fig.7, il primo componente è costituito dal **microfono** alimentato da una tensione di **12 Volt**, che ha il compito di trasformare l'**energia meccanica** associata alle onde sonore in un **segnale elettrico** avente la stessa frequenza dell'onda sonora che gli arriva. Ogni volta che sulla membrana del microfono arriva un'onda sonora, al suo interno si genera una variazione di corrente che, grazie alle resistenze **R1** e **R2**, si trasforma in una variazione di tensione ai capi del microfono.

Il segnale elettrico così prodotto attraversa il condensatore **C1** da **220 nanoFarad** ed entra nell'ingresso **non invertente**, contrassegnato dal segno **+**, dell'**amplificatore operazionale LM324**, siglato **IC1/A**.

Questo integrato ha la funzione di **amplificare** il debole segnale proveniente dal microfono e di creare un **disaccoppiamento** tra il microfono stesso e la successiva serie dei **tre filtri**.

Il segnale presente sul **pin 1** all'uscita dell'amplificatore, viene poi inviato al gruppo dei **tre filtri IC1/D - IC1/C - IC1/B**, i quali, a seconda della frequenza che ricevono in ingresso, provvedono a smistare il segnale sulle tre diverse uscite dei **bassi**, dei **medi** e degli **acuti**, accendendo di volta in volta i **diodi led** corrispondenti.

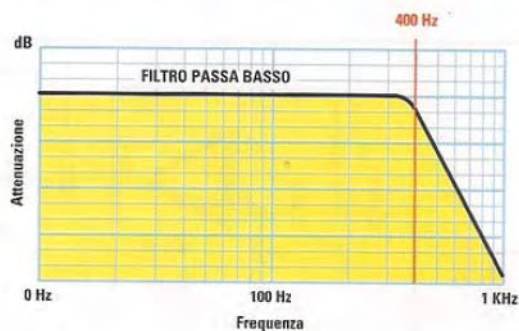


Fig.4 Il grafico riprodotto in figura mostra come varia l'ampiezza del segnale in uscita dal filtro passa basso al variare della sua frequenza. Il filtro passa basso è progettato per lasciare passare tutte le frequenze inferiori a 400 Hz. La linea piatta indica che tutte le frequenze comprese tra 0 e 400 Hz vengono lasciate passare senza subire alcuna attenuazione. Le frequenze superiori a questo valore vengono invece progressivamente attenuate dal filtro, come mostra la linea inclinata del diagramma riprodotto in figura, fino ad essere completamente eliminate.



Fig.5 Questo grafico mostra invece la curva di risposta del filtro passa banda. Il filtro passa banda delle nostre luci psichedeliche deve lasciare passare, senza attenuarle, tutte le frequenze comprese tra 400 Hz e 2 KHz (2000 Hz). Questo funzionamento è indicato dalla linea piatta del grafico. Le frequenze inferiori a 400 Hz e superiori a 2 kHz vengono invece fortemente attenuate fino a scomparire, come indicato dalle due linee inclinate poste a sinistra e a destra.



Fig.6 Questa è invece la curva di risposta del filtro passa alto. Il filtro passa alto è disegnato per lasciare passare, senza attenuazione, tutte le frequenze superiori a 2 kHz. Questo funzionamento è rappresentato dalla linea piatta del grafico. Le frequenze inferiori a 2 kHz vengono invece progressivamente attenuate fino a scomparire, come indicato dalla linea inclinata posta nella parte sinistra del grafico.

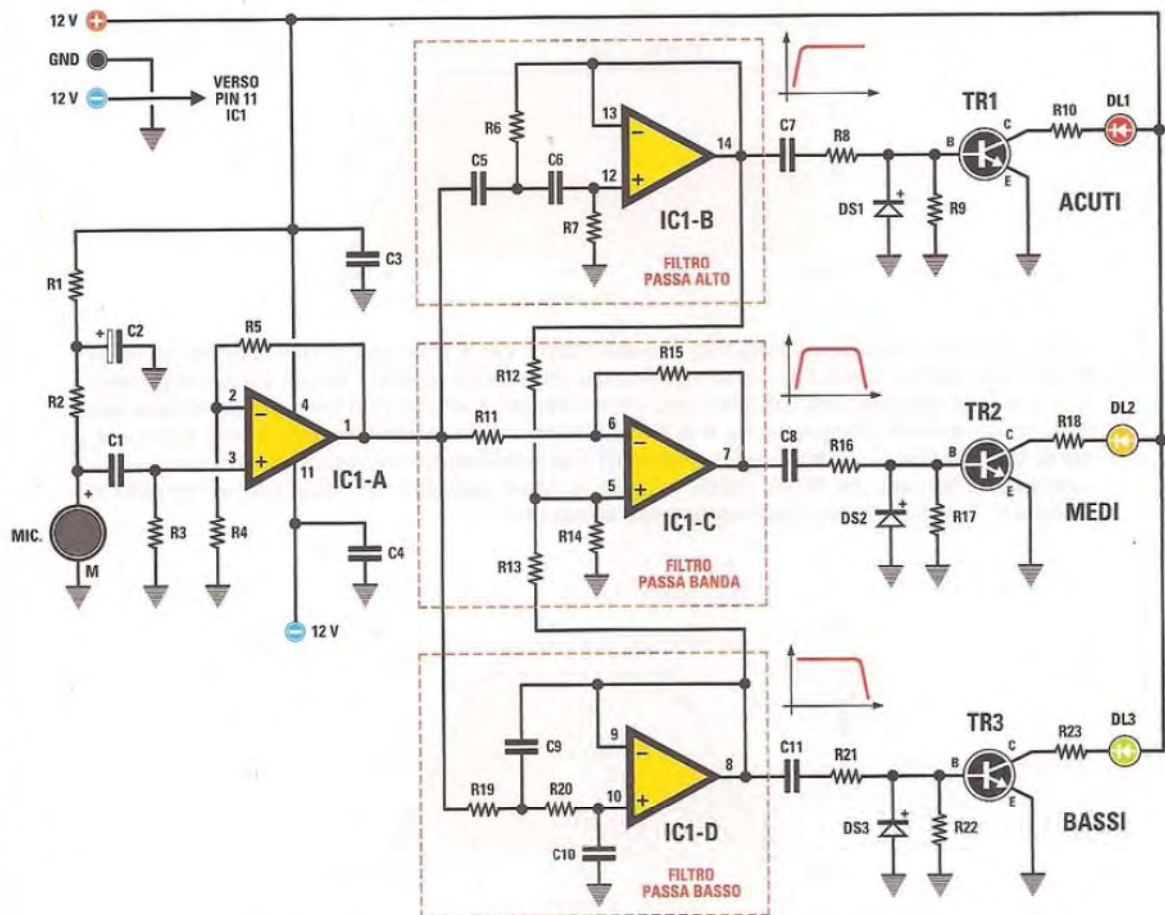


Fig.7 Schema elettrico delle luci psichedeliche. Al centro sono visibili il filtro passa basso, il filtro passa banda e il filtro passa alto, che hanno la funzione di separare le diverse frequenze sonore presenti nel segnale elettrico prodotto dal microfono, accendendo di volta in volta il led dei bassi, dei medi oppure degli acuti.

ELENCO COMPONENTI LX.3009

R1-R2 = 3.300 ohm
 R3 = 100.000 ohm
 R4 = 3.300 ohm
 R5 = 1 megaohm
 R6 = 12.000 ohm
 R7 = 22.000 ohm
 R8 = 1.000 ohm
 R9 = 100.000 ohm
 R10 = 470 ohm
 R11 = 100.000 ohm
 R12 = 100.000 ohm
 R13 = 100.000 ohm
 R14 = 100.000 ohm
 R15 = 100.000 ohm

R16 = 1.000 ohm
 R17 = 100.000 ohm
 R18 = 470 ohm
 R19 = 10.000 ohm
 R20 = 10.000 ohm
 R21 = 1.000 ohm
 R22 = 100.000 ohm
 R23 = 470 ohm
 C1 = 220 nF poliestere
 C2 = 10 microF. elettrolitico
 C3 = 100 nF poliestere
 C4 = 100 nF poliestere
 C5 = 4,7 nF poliestere
 C6 = 4,7 nF poliestere

C7 = 470 nF poliestere
 C8 = 470 nF poliestere
 C9 = 56 nF poliestere
 C10 = 22 nF poliestere
 C11 = 470 nF poliestere
 DS1-DS3 = diodi tipo 1N4148
 DL1 = diodo led rosso
 DL2 = diodo led giallo
 DL3 = diodo led verde
 TR1 = NPN tipo BC547
 TR2 = NPN tipo BC547
 TR3 = NPN tipo BC547
 IC1 = integrato tipo LM324
 MIC. = capsula microfonica

Se, per esempio, sul **pin 1** dell'integrato **IC1/A** è presente un segnale la cui frequenza è **compresa tra 0 e 400 Hertz**, l'unico filtro che si lascerà attraversare da questo segnale sarà il filtro **passa basso** formato dall'integrato **IC1/D** e dai due condensatori **C9** e **C10** insieme alle resistenze **R19** e **R20**. Dall'uscita del filtro (vedi **pin 8** di **IC1/D**) il segnale viene inviato, tramite il condensatore di accoppiamento **C11**, alla **base** del transistor NPN **TR3**, che provvede ad **amplificarlo** e ad accendere il diodo led dei **bassi DL3**.

Se, invece, sul **pin 1** di **IC1/A** è presente un segnale di frequenza **superiore a 2.000 Hertz**, l'unico filtro che si lascerà attraversare dal segnale sarà il filtro **passa alto** formato dall'integrato **IC1/B** e dalla rete dei condensatori **C5 - C6** e dalle resistenze **R6** e **R7**.

Dall'uscita del filtro passa alto, e cioè dal **pin 14** di **IC1/B**, il segnale attraversa il condensatore di accoppiamento **C7** e arriva al transistor NPN **TR1**, che dopo averlo **amplificato** ulteriormente accende il diodo led degli **acuti DL1**.

Se infine sul **pin 1** di **IC1/A** è presente un segnale avente una frequenza **compresa tra 400 e 2.000 Hertz**, questo attraverserà il filtro **passa banda** formato dall'integrato **IC1/C** e andrà ad accendere, tramite il transistor NPN **TR2**, il diodo led **DL2** dei **medi**.

E' importante notare che il filtro formato da **IC1/C** funziona come un filtro passa banda pur essendo in realtà solo un semplice **circuito sommatore**. Poiché l'adozione di un vero filtro **passa banda** avrebbe reso più complicata la realizzazione del circuito, abbiamo utilizzato un piccolo stratagemma, sostituendolo con il **circuito sommatore** e facendo funzionare quest'ultimo come un vero e proprio **filtro**.

Il "trucco" alla base di questo accorgimento è molto semplice.

Il **pin 5**, corrispondente all'ingresso **non invertente** del **sommatore IC1/C**, risulta collegato sia alla uscita del filtro **passa basso IC1/D**, tramite la resistenza **R13**, che a quella del filtro **passa alto IC1/B**, tramite la resistenza **R12**.

Perciò sul **pin 5** di **IC1/C** arriveranno unicamente i segnali aventi frequenza **inferiore a 400 Hz**, provenienti dal filtro **passa basso**, e i segnali aventi frequenza **superiore a 2.000 Hertz**, provenienti dal filtro **passa alto**.

Sul **pin 6** di **IC1/C**, corrispondente all'ingresso **invertente** del **sommatore**, arrivano invece **tutti** i segnali compresi nella intera **banda audio**.

Dove sta il trucco? Poiché il **sommatore** effettua la somma **algebraica** dei segnali presenti ai suoi due ingressi, e poiché il suo ingresso **invertente** ha il segno -, mentre l'ingresso **non invertente** ha il segno +, alla fine quello che si ottiene in uscita dal circuito sommatore, cioè sul **pin 7** di **IC1/C**, è la **differenza** fra l'intera **banda audio** e le **due porzioni** al di **sotto** dei **400 Hertz** e al di **sopra** dei **2.000 Hertz**, presenti entrambe sull'ingresso **non invertente**.

Quella che si ottiene in uscita dalla differenza è perciò esattamente la banda di segnali compresa tra **400 e 2.000 Hz**.

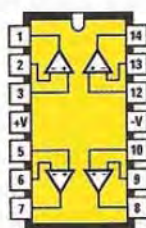
Così tutti i segnali compresi tra questi due valori attraverseranno l'integrato **IC1/C** e, passando attraverso il **condensatore C8**, raggiungeranno la **base** del transistor NPN siglato **TR2**, accendendo il diodo led dei **medi DL2**.

Come avete visto utilizzando **tre filtri** e cioè un **passa basso**, un **passa alto** e un **passa banda**, è possibile suddividere tutte le diverse frequenze sonore contenute in un brano musicale in tre distinte fasce di frequenza, che ci consentono di pilotare luci di diverso colore, creando così il piacevole effetto luminoso che tutti conosciamo.



Fig.8 In figura è visibile lo schema a blocchi dell'integrato LM 324, visto dall'alto, con i suoi 4 amplificatori operazionali. A fianco è riprodotto il transistor BC547 visto da sopra, con i suoi tre terminali base (B), collettore (C), emettitore (E) ed il diodo led con la rappresentazione dei suoi due terminali anodo (A) e catodo (K).

Luci psichedeliche a diodi led



LM 324

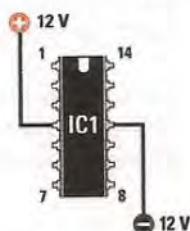


Fig.9 Il circuito di luci psichedeliche che andremo a realizzare funziona esattamente come uno vero. L'unica differenza è che i faretto ad incandescenza e i rispettivi circuiti di pilotaggio sono stati sostituiti da tre **diodi led**.

Il progetto utilizza un unico circuito integrato, siglato **LM324**.

Se osservate la vista dall'alto dell'integrato riportata qui sopra, vedete che il suo schema a blocchi mostra la presenza al suo interno di **4 amplificatori operazionali**, rappresentati da **4 piccoli triangoli**, ciascuno dotato di **due ingressi**, uno **non invertente** contraddistinto dal **segno +** e uno **invertente**, contraddistinto dal **segno -** e di una **uscita**.

Gli **amplificatori operazionali** sono ampiamente utilizzati in elettronica per le loro caratteristiche di **elevata amplificazione**, **alta impedenza di ingresso** e **bassa impedenza di uscita**.

Nota: se desiderate sapere qualcosa di più sugli **amplificatori operazionali** e sulle **principali configurazioni circuitali** nelle quali vengono impiegati, vi consigliamo di leggere la nostra pubblicazione **"Imparare l'elettronica partendo da zero"**, vol.2, da pag.60 a pag.80.

In questo progetto utilizzeremo un amplificatore operazionale nella sua classica configurazione di **amplificatore invertente (IC1/A)**, due operazionali per realizzare il **filtro passa basso (IC1/D)** e il **filtro passa alto (IC1/B)**, ed un operazionale per il **sommatore (IC1/C)**.

Sul corpo dell'integrato sono presenti due file da **7 piedini** ciascuno, per un totale di **14 piedini** numerati da **1 a 14** in senso antiorario.

Come sempre sul corpo dell'integrato è presente una **tacca di riferimento** che serve ad inserire l'integrato nel circuito nel **giusto verso**. La tacca di riferimento serve anche per identificare la posizione dei **piedini**.

Collocando l'integrato con la tacca di riferimento rivolta verso l'**alto**, come indicato in figura, ed osservando l'integrato **da sopra**, e cioè con i suoi piedini rivolti verso il circuito stampato, vedrete che il piedino **1** è il **primo in alto a sinistra** della tacca di riferimento.

A partire dal piedino numero **1** i piedini vengono numerati in progressione in senso **antiorario**.

Questo integrato viene alimentato con una **tensione duale** di **+/-12 Volt**. La tensione di **+12 Volt** viene applicata sul **piedino 4**, mentre la tensione di **-12 Volt** viene applicata sul **piedino 11**.

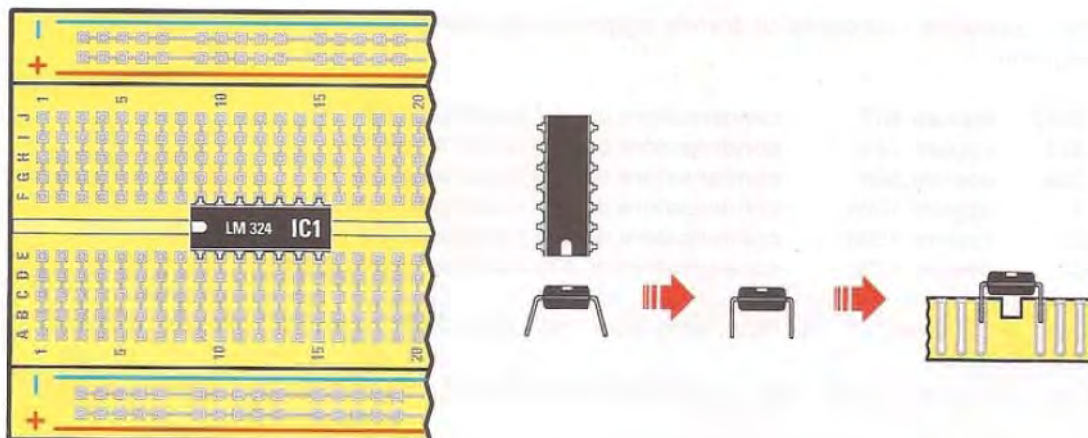


Fig.10 Visto che ormai siete divenuti esperti nel montaggio dei componenti sulla breadboard, abbiamo raccolto i disegni relativi alle istruzioni di montaggio dei componenti più comuni e cioè **resistenze, condensatori, diodi e led** in un'unica figura (vedi fig.16), che potrete consultare in caso di dubbio durante l'inserimento dei componenti.

Iniziate inserendo l'integrato **LM324**, siglato **IC1**, che andrà collocato nei fori a cavallo della striscia centrale, nella posizione indicata in figura, cioè con la **tacca** di riferimento rivolta verso **sinistra**. Come al solito fate molta attenzione a non rivolgere la tacca nel verso sbagliato, perché potreste danneggiare l'integrato.

Prima di inserire il circuito integrato nella basetta vi consigliamo di **piegare** leggermente le due file di **pedini** con una pinza, rendendole perfettamente **parallele**. Fatto questo, rivolgete la tacca di riferimento verso sinistra, ed inseritelo nella posizione indicata, premendo a fondo.

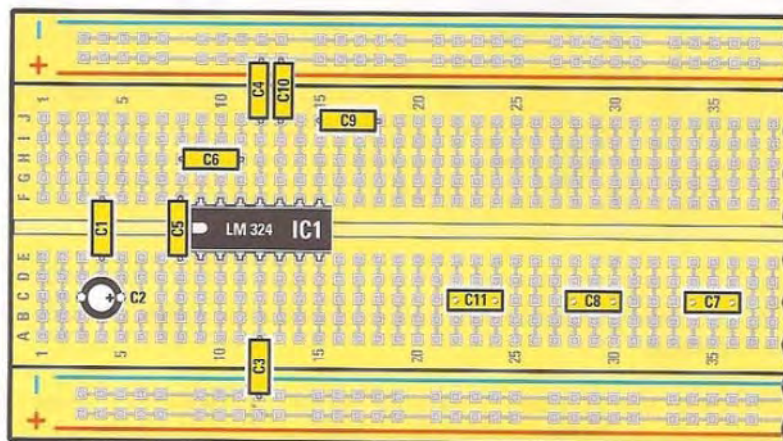


Fig.11 Prelevate dal kit i 10 condensatori poliestere C1-C3-C4-C5-C6-C7-C8-C9-C10-C11.

Poiché i condensatori **poliestere non hanno polarità**, i loro pedini possono essere **scambiati** tranquillamente tra loro. Nell'elenco componenti di fig.7 sono indicati i valori di capacità di ciascun condensatore in **nanoFarad**.

Per riconoscere i condensatori dovrete leggere le sigle stampigliate sul loro corpo, che sono le seguenti:

.0047	oppure 4n7	condensatore da 4,7 nanoFarad C5-C6
.022	oppure 22n	condensatore da 22 nanoFarad C10
.056	oppure 56n	condensatore da 56 nanoFarad C9
.1	oppure 100n	condensatore da 100 nanoFarad C3-C4
.22	oppure 220n	condensatore da 220 nanoFarad C1
.47	oppure 470n	condensatore da 470 nanoFarad C7-C8-C11

Dopo averli identificati, inserite i condensatori nella breadboard, ciascuno nella posizione indicata in figura.

Ora prelevate dal kit il condensatore **elettrolitico C2** da **10 microFarad**, che potrete riconoscere facilmente per la forma cilindrica.

A differenza dei condensatori poliestere i terminali di questo condensatore **non possono essere scambiati** perché il condensatore **elettrolitico** è dotato di una precisa **polarità**. Il valore della capacità è stampato sul suo corpo e i due **terminali metallici** che fuoriescono dal corpo del condensatore sono di **diversa lunghezza**. Il terminale più lungo corrisponde al polo **positivo**, mentre il terminale più corto corrisponde al polo **negativo**.

Se osservate il corpo del condensatore, noterete che in corrispondenza del terminale più **corto** è stampata una serie di **segni -**, che indica il terminale **negativo**.

Inserite il condensatore **C2** rivolgendolo il suo polo **positivo**, cioè il suo terminale più **lungo**, verso **destra**, come indicato in figura.

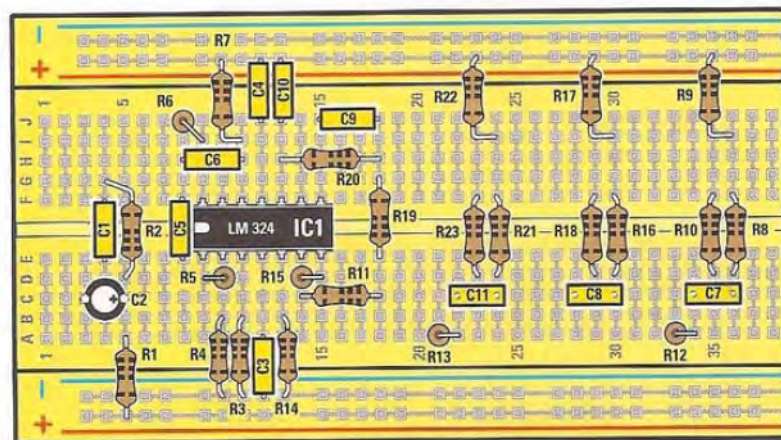


Fig.12 E' ora la volta delle **resistenze**, che potrete riconoscere facilmente osservando i **colori** stampigliati sul loro corpo.

Nota: come sempre da pag.24 a pag.27 del vol.1 "*Imparare l'elettronica partendo da zero*" troverete il **codice colori delle resistenze** e la spiegazione di come interpretarli.

In fig.16 abbiamo indicato come vanno tagliati i loro reofori e come vanno piegati prima di essere inseriti nella breadboard. La maggior parte delle resistenze andrà piegata, come sempre, in modo da distanziare tra loro i reofori di circa **10 mm**.

La resistenza **R2**, dovrà invece essere piegata in modo da distanziare i suoi reofori di circa **13-14 mm** in modo da poterla inserire come indicato in figura e così anche la resistenza **R20**.

Le resistenze **R7-R9-R17** e **R22** invece andranno piegate a circa **11 mm** e poi, una volta inserite nei corrispondenti fori sulla basetta, leggermente piegate verso sinistra, in modo da risultare perfettamente allineate agli altri componenti.

Le resistenze **R5-R6-R12-R13** ed **R15** invece, andranno piegate su **loro stesse**, come indicato in fig.16, in modo da essere montate **verticalmente** sulla breadboard. Inserite sempre bene a fondo i terminali dei componenti nei fori della basetta, se volete evitare problemi di funzionamento del circuito.

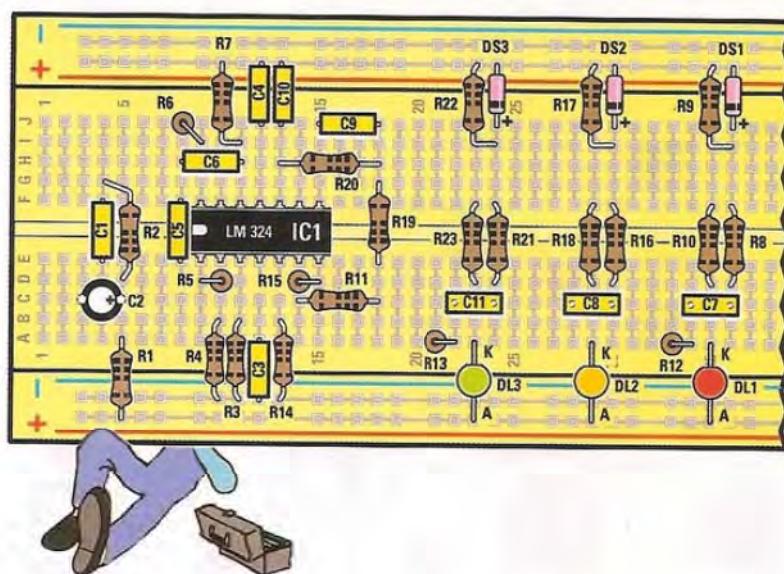


Fig.13 Prelevate ora dal kit i **3 diodi DS1-DS2-DS3**. Se li osservate vedrete che sul corpo di ciascun diodo è stampigliata una **fascia nera** che indica il **catodo (K)**, mentre l'altro terminale corrisponde all'**anodo (A)**. Inserite i diodi nelle posizioni indicate in figura, avendo cura di rivolgere la loro **fascia nera** verso il **basso**.

Fate molta attenzione, ogni volta che montate un diodo, a rispettare la direzione in cui va rivolto perché altrimenti il vostro circuito **non funzionerà**.

Ora procuratevi i tre **diodi led** di colore **giallo, rosso e verde**. Come al solito potrete notare che i loro due terminali non hanno la stessa lunghezza. Il terminale **più lungo** corrisponde all'**anodo (A)** del diodo mentre il terminale più corto corrisponde al **catodo (K)**.

Se per caso avete tagliato i terminali e non ricordate più la loro disposizione, non vi preoccupate perché è possibile individuare l'**anodo** ed il **catodo** anche tramite il **corpo del diodo led**. Se lo osservate con attenzione, noterete che un lato del **corpo** risulta **smussato**. Il terminale in corrispondenza della **smussatura** è il **catodo (K)**. Naturalmente, il terminale opposto corrisponde all'**anodo (A)**.

Dopo aver divaricato leggermente i due terminali dei diodi led inseriteli nella basetta nelle posizioni assegnate, tenendo presente che il diodo led **verde**, corrispondente ai **bassi**, andrà inserito nella posizione corrispondente a **DL3**, il diodo led **giallo** corrispondente ai **medi**, andrà inserito nella posizione corrispondente a **DL2**, mentre il diodo led **rosso**, corrispondente agli **acuti**, andrà inserito nella posizione corrispondente a **DL1**.

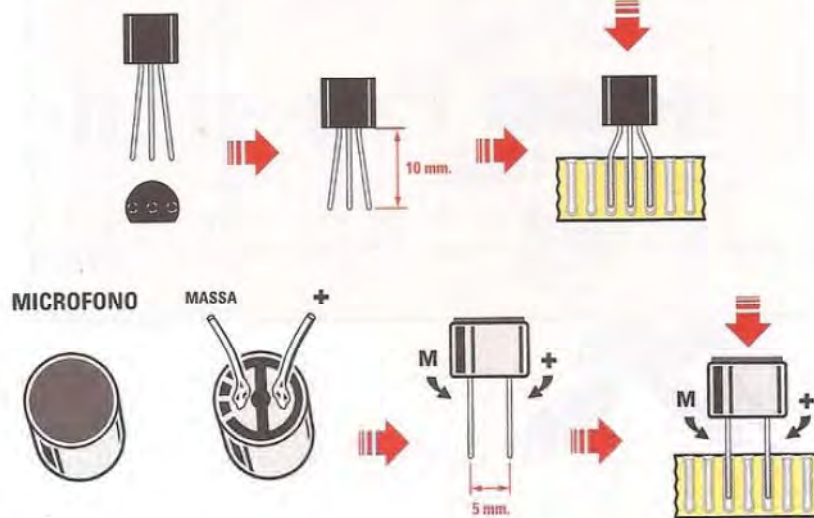
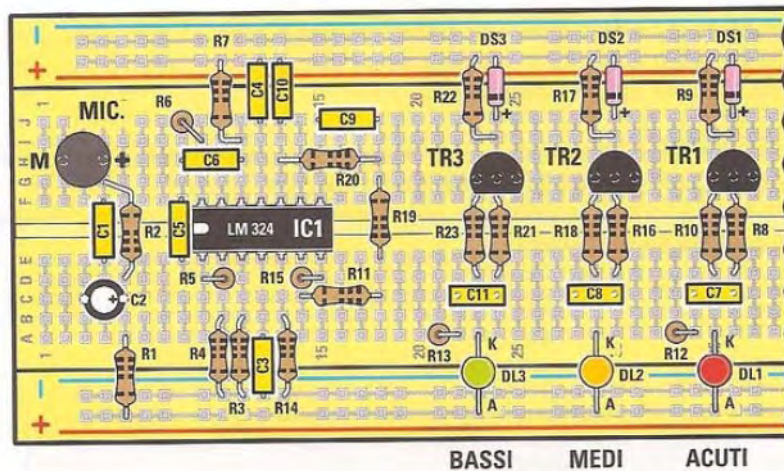


Fig.14 Ora dovete inserire nella basetta i tre transistor BC547 siglati TR1-TR2 e TR3. Dopo averli prelevati dal kit osservateli: come vedete sono provvisti di tre terminali corrispondenti rispettivamente alla **base (B)**, all'**emettitore (E)** e al **collettore (C)**, vedi fig.8.

I transistor sono racchiusi in un contenitore **plastico** che presenta un **lato piatto**. Per inserirli correttamente nella basetta dovete dapprima **divaricare** leggermente i loro terminali con una **pinzetta**.

Quindi potrete inserirli nella posizione ad essi assegnata, facendo attenzione a rivolgere il loro lato piatto verso il **basso**, come indicato in figura.

Da ultimo non vi resta che inserire il **microfono**.

Dopo averlo prelevato, ruotatelo in modo da osservare il lato da cui fuoriescono i suoi due terminali. Prima di inserire il microfono nella breadboard, dovete identificare il terminale corrispondente al **positivo** ed il terminale corrispondente alla **massa**.

Per fare questo osservate con attenzione le due **piazzole** sulle quali sono saldati i due **terminali**, che a prima vista possono sembrare identiche ma che in realtà non lo sono.

Mentre la piazzola corrispondente al polo **positivo** del microfono è completamente **isolata**, la piazzola corrispondente alla **massa** risulta invece **collegata** tramite **tre piccole piste**, alla parte metallica del microfono stesso. Dopo averli così identificati, inserite i terminali del microfono nei fori assegnati, aiutandovi con un paio di pinzette, facendo attenzione a **non scambiarli** mentre capovolgete il microfono per inserirlo nella basetta.

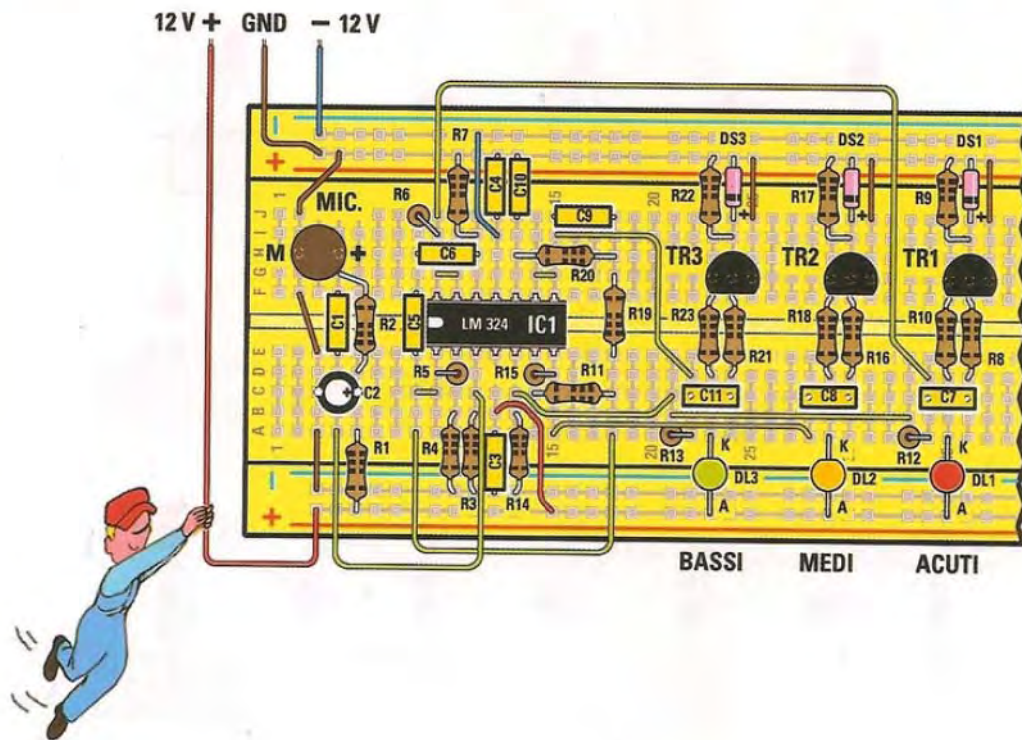


Fig.15 Giunti a questo punto potete finalmente completare il circuito, eseguendo tutti i collegamenti indicati in figura.

In questa fase, vi raccomandiamo come sempre di fare molta attenzione a spellare bene il filo, inserendolo poi a fondo nei fori della breadboard, in modo da realizzare un **contatto sicuro** con le piccole mollette presenti nei fori della basetta.

Se avrete curato adeguatamente l'inserimento di tutti i componenti nella breadboard il vostro circuito funzionerà subito senza alcun inconveniente.

Diversamente, dovrete ripassare tutti i componenti uno per uno per assicurarvi che i loro terminali siano perfettamente inseriti nei fori della basetta.

Una volta eseguiti i collegamenti all'interno della basetta non vi resta che eseguire i collegamenti necessari per fornire al circuito l'**alimentazione** dei **+ 12 Volt**, dei **-12 Volt** e della **massa (GND)** tramite l'**alimentatore del Minilab**.

Inserite dapprima nella breadboard il filo **rosso** dei **+12 Volt** e collegatelo alla riga **rossa** posta nella parte **inferiore** della basetta, come indicato in figura.

Inserite quindi il filo **blu** dei **-12 Volt** nella riga **azzurra** posta nella parte **superiore** della breadboard.

Collegate poi il filo **marrone** della **massa (GND)** alla riga **rossa** posta nella parte **superiore** della breadboard.

Eseguite un ultimo controllo visivo per accertarvi di avere inserito tutti i componenti nelle giuste posizioni e di avere realizzato correttamente i collegamenti richiesti.

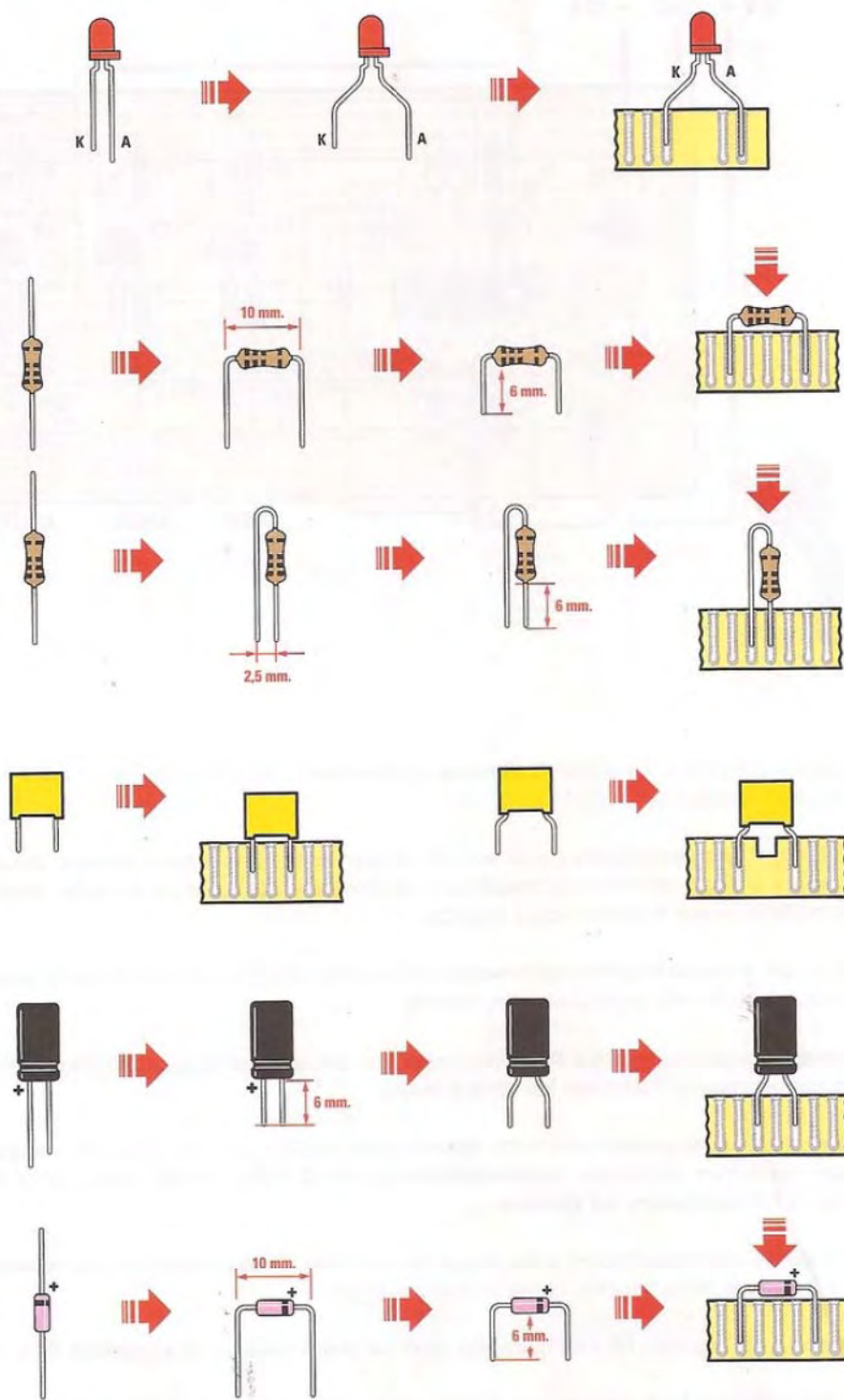


Fig.16 In questa figura abbiamo riunito le **istruzioni di montaggio** sulla breadboard dei componenti più comuni.

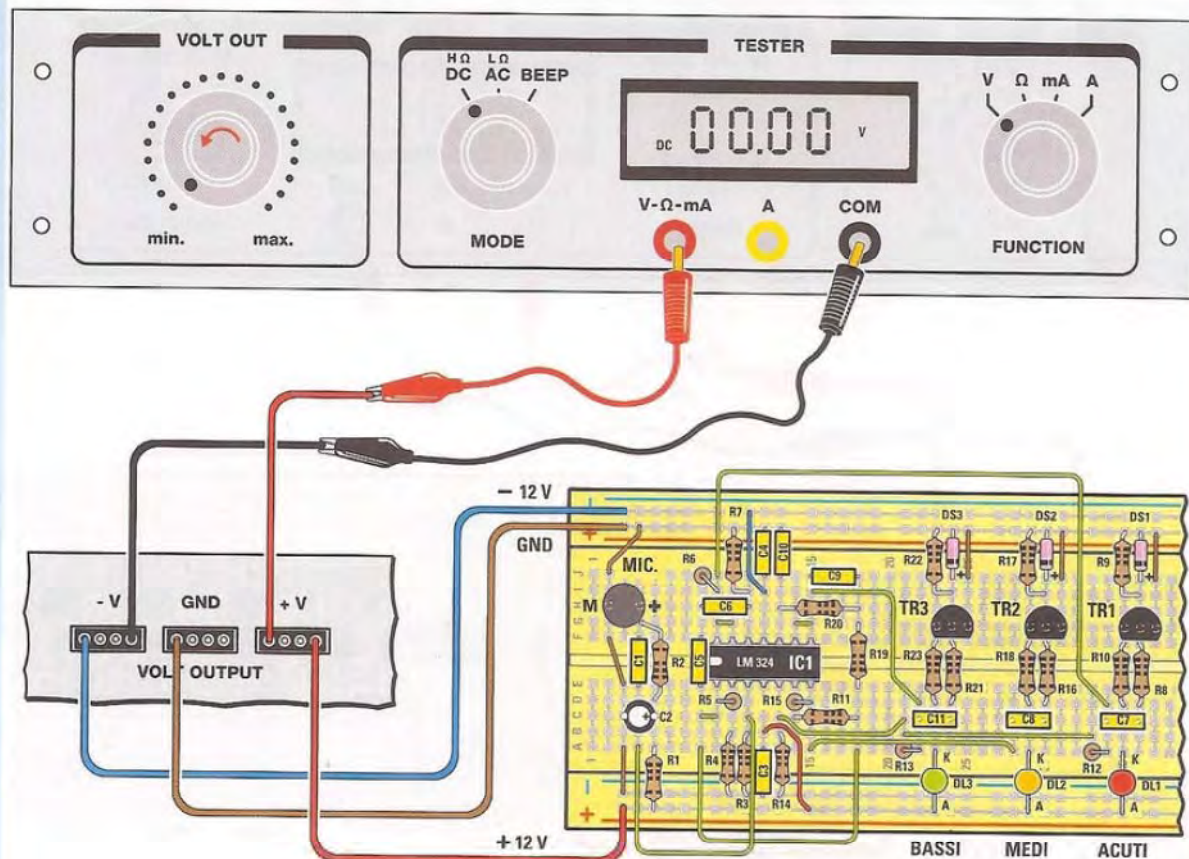


Fig.17 Giunti a questo punto dovete collegare la breadboard all'alimentatore del Minilab. Con il minilab spento ruotate la manopola siglata **VOLT OUT** tutta verso **sinistra** in posizione **min.** Selezionate il commutatore **MODE** su **DC** ed il commutatore **FUNCTION** su **V**. Quindi collegate il filo **marrone** della massa ad uno qualsiasi dei 4 fori del connettore siglato **GND**. Successivamente dovete collegare il filo **rosso** della **+12 Volt** ad uno qualsiasi dei 4 fori del connettore siglato **+V** e il filo **blu** della **-12 Volt** ad uno qualsiasi dei 4 fori del connettore siglato **-V**, come indicato in figura.

Nota: quando ruotate il commutatore **FUNCTION** dovete aver cura di osservare sempre questa precauzione: **non ruotate mai il selettore FUNCTION dalla posizione V alla posizione mA se le boccole del tester sono collegate ad una tensione, perché in questo modo si rischierebbe di danneggiare il circuito di misura del tester.**

In questo caso staccate **prima** i cavi dal circuito di misura, **poi** ruotate il selettore **FUNCTION** e **quindi** riattaccate i cavi.

Per la stessa ragione **non collegate mai** i puntali del tester ad una **tensione** se il selettore **FUNCTION** è posto in **Ω-mA-A**.

Quindi prendete uno spezzone di filo **nero** e inseritelo in uno dei fori del connettore **-V**. Prendete poi uno spezzone di filo **rosso** e inseritelo in uno dei fori del connettore **+V**. Ora collegate il filo **nero** alla boccola siglata **COM** del tester e il filo **rosso** alla boccola siglata **V-Ω-mA** sempre utilizzando i cavetti muniti di puntali collegati ai cavetti con coccodrilli.

Questo collegamento vi servirà per misurare con il **voltmetro** la tensione di **alimentazione** che andrete a fornire al circuito.

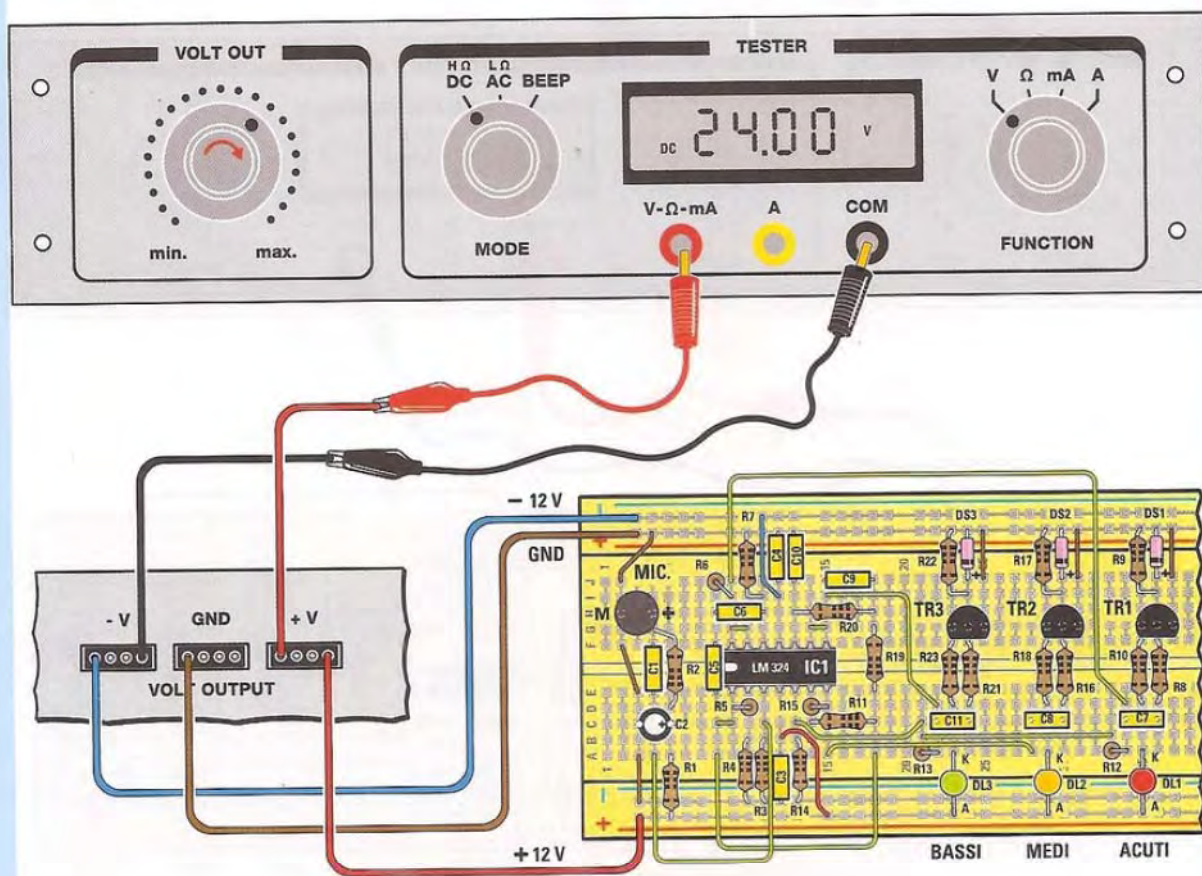


Fig.18 Ora accendete il Minilab. Ruotate piano la manopola **VOLT OUT** in senso **orario** fin quando non leggerete sul **display** del **tester** un valore il più possibile vicino a **24,00**. Sappiate che non è indispensabile ottenere esattamente il valore **24,00** ma basterà che il valore sul display sia compreso tra **23** e **24 Volt**. In questo modo avete fornito al circuito l'**alimentazione duale** di **+/-12 Volt** necessaria per il suo funzionamento.

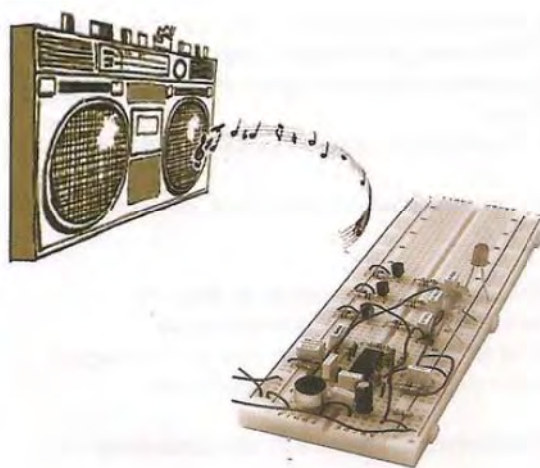


Fig.19 Dopo avere ultimato il montaggio potrete divertirvi ad osservare come funzionano le luci psichedeliche che avete costruito. Per fare questo basterà avvicinare la breadboard, e precisamente il lato sul quale è installato il **microfono**, ad una **sorgente sonora**, come l'altoparlante della **radio** oppure di uno **stereo**. Provate a riprodurre un brano musicale qualsiasi e vedrete che i diodi led **verde**, **giallo** e **rosso** si accenderanno in modo intermittente a seconda della presenza dei bassi, dei medi e degli acuti nel brano musicale. Se osservate con attenzione il diodo led **verde** dei bassi vedrete che, essendo legato alla riproduzione delle basse frequenze, riprodurrà fedelmente la ritmica del brano che state ascoltando.

Approfondimento

Con la realizzazione delle luci psichedeliche abbiamo fatto la conoscenza con un nuovo dispositivo elettronico e cioè con il **filtro**.

Come vi abbiamo spiegato, la funzione di un filtro è quella di lasciare passare solo un certo "pacchetto" di segnali, e precisamente quello che ricade all'interno di un determinato **intervallo di frequenze**.

Ma come funziona veramente un filtro elettronico? Per darvi un'idea, anche se molto approssimativa di come lavora, possiamo paragonarlo ad un **paio di occhiali** sui quali è possibile montare diverse **lenti in vetro colorato**.

Le lenti di diverso colore si comportano infatti anch'esse come dei filtri, in grado di separare le **onde elettromagnetiche** di diversa **frequenza** che compongono la luce solare.

Nella figura sottostante abbiamo riprodotto un disegno dello **spettro della luce solare** con la collocazione dei vari colori che lo compongono e con l'indicazione delle rispettive lunghezze d'onda.

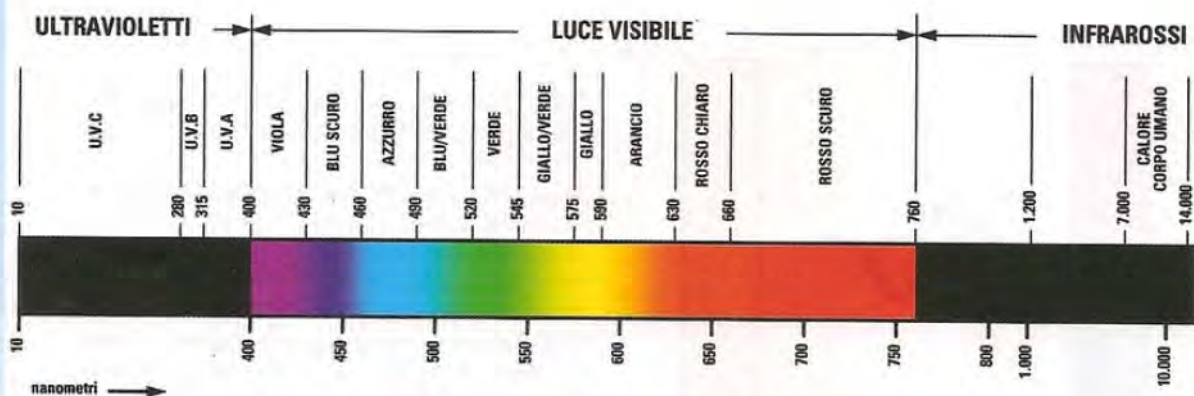


Fig.20 La figura ci permette di capire la composizione delle diverse onde elettromagnetiche che formano la luce solare in funzione della loro **lunghezza d'onda**, che si misura in **nanometri**, cioè in **miliardesimi di metro**.

Percorrendo lo spettro da destra a sinistra la **lunghezza d'onda** delle onde luminose **diminuisce** mentre la loro **frequenza aumenta**. Al di là dell'estremo destro, corrispondente a una lunghezza d'onda di **760 nanometri** circa, si trova la regione invisibile dell'**infrarosso**, cioè di quelle radiazioni elettromagnetiche che conferiscono alla luce solare il suo spiccato e caratteristico **effetto termico**.

Scendendo al di sotto di **760 nanometri** cioè si entra nella parte **visibile** dello spettro e si incontrano le sue frequenze più **basse**, quelle relative al **rosso**.

Procedendo verso sinistra la frequenza delle onde luminose aumenta progressivamente, e si passa nell'ordine alla colorazione **arancio** (630-590 nanometri circa), **giallo** (590-575 nanometri circa) e **verde** (545-520 nanometri circa), che caratterizza la parte intermedia dello spettro.

Aumentando ancora la frequenza si passa alla colorazione **azzurra** (490-460 nanometri) e poi a quella **viola** (430-400 nanometri), e procedendo ancora al di sotto dei **400 nanometri** si abbandona il campo della luce visibile e si entra nella fascia degli **ultravioletti**, una radiazione elettromagnetica caratterizzata da una **elevata energia** e da un forte **potere ionizzante**.

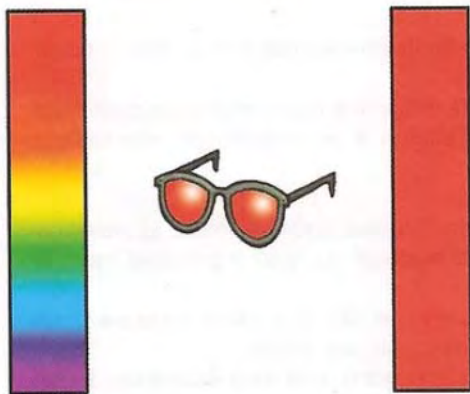


Fig.21 In questa figura e in quelle che seguono abbiamo riprodotto alcuni esempi che ci aiutano a comprendere come funziona un filtro.

Se montiamo su un paio di occhiali una coppia di lenti di colore **rosso**, queste si comportano come un filtro passa basso, lasciando passare solo le radiazioni luminose che appartengono alla zona del rosso dello spettro solare, e cioè quelle a più **bassa** frequenza.

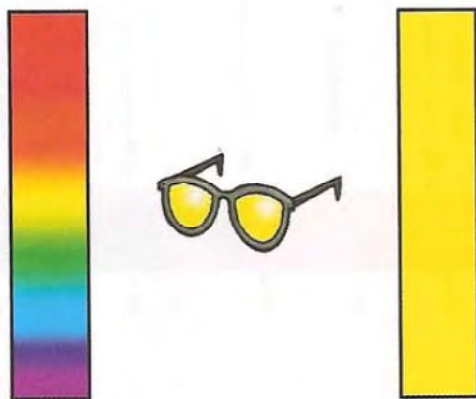


Fig.22 In questo esempio possiamo capire come funziona il filtro passa banda.

Se montiamo sugli occhiali un paio di lenti di colore **giallo**, queste lasceranno filtrare unicamente le radiazioni luminose che appartengono alla porzione del giallo dello spettro solare, cioè quelle di frequenza **intermedia**, eliminando le onde luminose di frequenza più **bassa** e quelle di frequenza più **alta**. In questo caso le lenti si comportano come un filtro passa banda.

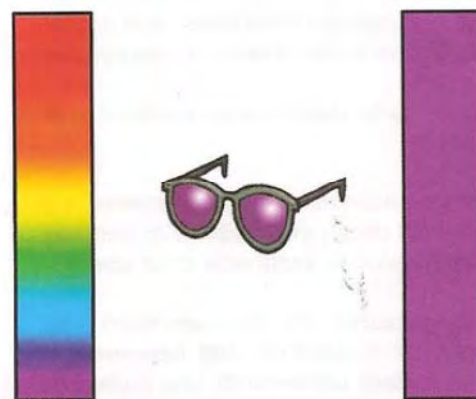


Fig.23 In quest'ultimo disegno abbiamo esemplificato il funzionamento di un filtro passa alto. Se montiamo sugli occhiali un paio di lenti **violetta**, queste lasciano passare solo le radiazioni luminose di frequenza più **alta**, cioè quelle che appartengono alla parte violetta dello spettro solare. Anche in questo caso, proprio come avviene per i filtri delle nostre luci psichedeliche, le lenti di diverso colore consentono di lasciar passare unicamente quelle radiazioni luminose che sono contenute all'interno di un ben definito intervallo di **frequenza**. In realtà, le frequenze che non sono desiderate non vengono mai completamente **eliminate** da un filtro, ma in pratica è come se lo fossero perché vengono così fortemente **attenuate**, cioè ridotte di **intensità**, da risultare inesistenti.

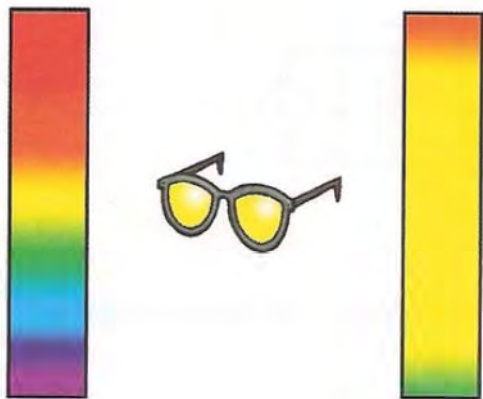


Fig.24 Se per esempio indossate gli occhiali con le lenti di colore **giallo**, attraverso di esse passerà inevitabilmente anche una piccola parte di radiazione luminosa di colore **arancio**, perchè questa radiazione ha una **frequenza** molto **prossima** al giallo, essendogli molto vicina nello spettro.

L'**intensità** della radiazione **arancio**, che attraversa le lenti, tuttavia, risulterà piuttosto **attenuata** rispetto alla radiazione **gialla**, che attraverserà invece interamente la lente senza incontrare alcuna **attenuazione**.

Lo stesso discorso vale anche per la radiazione di colore **verde**, che riuscirà anch'essa ad attraversare la lente di colore **giallo** essendo il verde molto vicino a questo colore nello spettro della luce solare.

Lo stesso fenomeno si verifica anche nei filtri elettronici. Se prendiamo ad esempio il filtro **passa basso** delle luci psichedeliche, ricordiamo che questo filtro "taglia", cioè elimina, tutti i segnali elettrici che hanno una frequenza superiore a **400 Hz**. Questa frequenza viene chiamata "**frequenza di taglio**" del filtro.

Ciò significa che tutti i segnali elettrici che hanno una frequenza **inferiore** a **400 Hz**, cioè inferiore alla **frequenza di taglio**, passano indenni attraverso il filtro, cioè non subiscono **alcuna attenuazione**.

Tutti i segnali invece, la cui frequenza **supera i 400 Hz**, cioè superiore alla **frequenza di taglio**, passando attraverso il filtro subiranno una **forte attenuazione**.

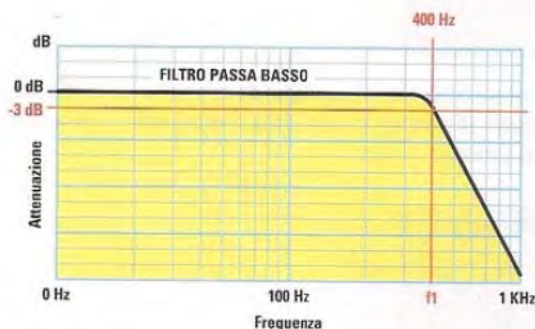


Fig.25 Ciò è ben visibile nella figura che abbiamo riprodotto sopra, nella quale è rappresentata la **risposta** del filtro al variare della **frequenza** del segnale applicato al suo ingresso.

Nell'asse verticale del grafico è indicato il valore della **attenuazione** del filtro, mentre sull'asse orizzontale è riportato il valore della **frequenza** del segnale che attraversa il filtro.

Questo diagramma viene ottenuto applicando all'**ingresso** del filtro un segnale elettrico costituito da **onde sinusoidali** aventi tutte la **stessa ampiezza**, ma via via di **diversa frequenza**, e misurando il segnale sinusoidale presente ogni volta all'**uscita** del filtro.

Per fare questo si collega l'ingresso del filtro ad un generatore di onde sinusoidali a frequenza variabile come indicato nella figura successiva.

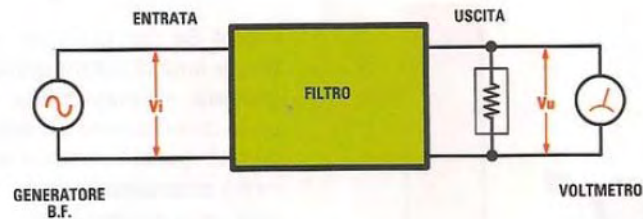


Fig.26 Si regola quindi l'ampiezza dell'onda prodotta dal generatore BF in modo che raggiunga un certo valore, ad esempio **1 Volt**.

A questo punto si sceglie sul generatore una frequenza, ad esempio **100 Hz**.

Questo significa che stiamo applicando all'ingresso del filtro un segnale sinusoidale di ampiezza pari a **1 Volt** e frequenza uguale a **100 Hz**.

Per vedere come si comporta il filtro, colleghiamo un **voltmetro** sulla sua uscita e misuriamo l'ampiezza della tensione in uscita.

Se dividiamo il valore della tensione in uscita per il valore della tensione applicata in ingresso otteniamo il valore della attenuazione del filtro a **100 Hz**.

$$\text{Attenuazione} = \frac{V_{uscita}}{V_{ingresso}}$$

Supponiamo che la tensione in uscita abbia la stessa ampiezza della tensione in ingresso. Questo significa che il filtro non produce nessuna attenuazione su un'onda di frequenza uguale a **100 Hz**.

Se riportiamo i dati ricavati in una tabella otterremo:

Frequenza (Hz)	Attenuazione
100	1

Ora portiamo il generatore su **200 Hz**, misuriamo la tensione in uscita e calcoliamo il valore dell'**attenuazione**. Eseguiamo la stessa operazione a **300 Hz** e poi a **400 Hz** e riportiamo i valori ottenuti ogni volta nella tabella:

Frequenza (Hz)	Attenuazione
100	1
200	1
300	1
400	0,707

Come potete notare, l'attenuazione, che si è mantenuta uguale a **1** fino a **300 Hz**, si porta ad un valore di **0,707** al raggiungimento della **frequenza di taglio** del filtro, cioè a **400 Hz**.

Questo significa che il segnale in uscita a **400 Hz** vale **0,707 Volt**, cioè che si è **ridotto** a circa il **70%** della ampiezza del segnale in entrata, che è di **1 Volt**.

Questo è corretto perché la **frequenza di taglio** di un filtro viene proprio definita come la frequenza alla quale il segnale in **uscita** risulta attenuato di **0,707**, cioè di $1/\sqrt{2}$ rispetto al segnale in **entrata**.

Se proseguiamo con la nostra misurazione, aumentando la frequenza del segnale oltre la frequenza di taglio otterremo valori di attenuazione via via crescenti.

Frequenza (Hz)	Attenuazione
100	1
200	1
300	1
400	0,707
500	0,6
600	0,5
700	0,4

Questo indica che il filtro funziona correttamente, **attenuando** sempre più i segnali indesiderati, cioè quelli che presentano una frequenza maggiore della **frequenza di taglio**.

Se osservate il grafico della risposta del filtro riprodotto in fig.25, noterete che l'attenuazione non è espressa in valori decimali ma in una unità di misura chiamata **dB**.

Senza entrare in particolari diremo che in elettronica l'attenuazione si misura in **decibel (dB)**, che sono un modo di misurare le intensità di un fenomeno secondo una scala **logaritmica**.

E in questo caso, davanti al valore in **dB** si pone il segno - ad indicare che si tratta di una **attenuazione**.

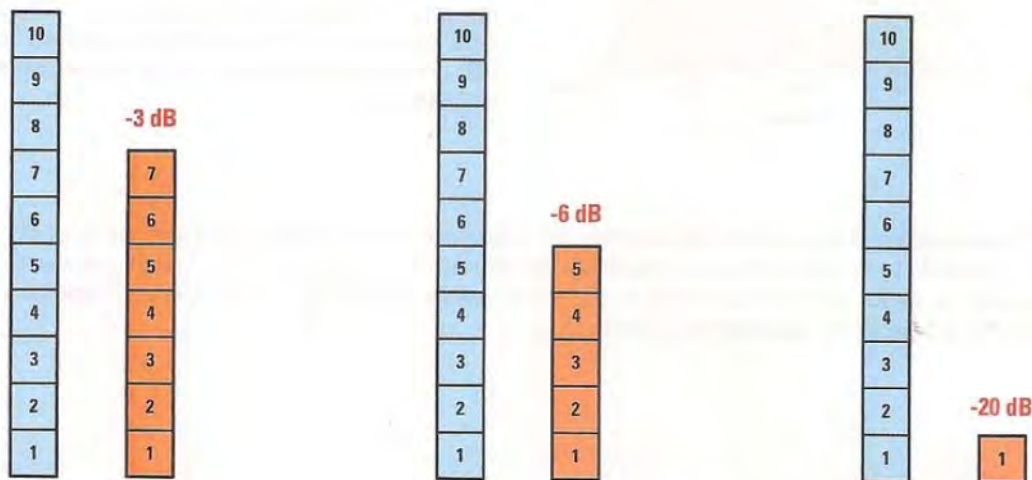


Fig.27 In questo disegno abbiamo riprodotto a titolo di esempio alcuni valori di **attenuazione** in **dB**. La colonna azzurra indica l'ampiezza in valore decimale della tensione di ingresso del filtro mentre la colonna rossa indica l'ampiezza in valore decimale della tensione di uscita.

Come potete notare:

- se il segnale viene ridotto a circa il **70%** del suo valore iniziale, si dice che è stato attenuato di **3 decibel**, cioè **-3 dB**.
- se il segnale viene ridotto a circa la **metà** del suo valore iniziale si dice che è stato attenuato di **6 decibel**, cioè di **-6 dB**.
- se il segnale viene ridotto a **1/10** del suo valore iniziale si dice che è stato attenuato di **20 decibel**, cioè di **-20 dB**.

Se, invece, il segnale **non** viene attenuato, si dice che l'attenuazione vale **0 decibel**, cioè **0 dB**. Come potete notare osservando la fig.25, la frequenza di taglio coincide con il valore di attenuazione di **-3 dB**.

Per questo si dice comunemente che la frequenza di taglio di un filtro è la frequenza alla quale il segnale si riduce di **-3 dB**.

Nota: coloro che desiderano approfondire l'argomento dei decibel potranno consultare il vol.2 della pubblicazione **"Imparare l'elettronica partendo da zero"** alle pagg.140-163.

Nel caso che abbiamo esaminato, cioè del filtro **passa basso**, il filtro aveva un'unica frequenza di taglio a **400 Hz**.

Se osserviamo il diagramma del filtro **passa-banda**, vedremo che questo è dotato di **due** frequenze di taglio, e precisamente una frequenza di taglio **inferiore f1 a 400 Hz** e una frequenza di taglio **superiore f2 a 2.000 Hz**.



Fig.28 Questo significa che il filtro attenuerà, cioè non lascerà passare, tutte le frequenze che risultano **inferiori a 400 Hz**. Un segnale di frequenza uguale alla **f1**, cioè a **400 Hz**, verrà attenuato invece esattamente di **-3 dB**. Da questo valore di frequenza in su non vi sarà più alcuna attenuazione del segnale (**0 dB**) fino al raggiungimento della frequenza **f2** di **2.000 Hz**.

A questo valore di frequenza l'attenuazione del segnale in uscita tornerà ad essere pari a **-3 dB**. Aumentando progressivamente la frequenza del segnale all'ingresso del filtro, l'attenuazione del segnale in uscita aumenterà ancora di più, come visibile nel grafico, con il risultato di **eliminare** tutte le frequenze **superiori** a questo valore.



Ricapitolando:

- un filtro elettronico consente di lasciare passare solo i segnali elettrici contenuti all'interno di un ben definito **intervallo di frequenza** e di eliminare i segnali aventi un diverso valore di frequenza, **attenuandoli**, cioè riducendoli di intensità.
- la frequenza alla quale il segnale in uscita viene attenuato del **70% circa**, cioè di **-3 dB**, viene detta **frequenza di taglio** del filtro.
- la curva di risposta del filtro mostra quali frequenze vengono lasciate passare dal filtro. A seconda della risposta, un filtro si distingue in **passa basso**, **passa banda** oppure **passa alto**.

Osserviamo il funzionamento delle luci psichedeliche con l'oscilloscopio per pc

Il circuito delle luci psichedeliche che avete costruito ci offre una magnifica opportunità per spiegare il funzionamento di un nuovo strumento che fa parte del vostro **oscilloscopio per personal computer** e cioè il **generatore BF**.

Ricordate il generatore di onde sinusoidali che avete costruito nella **rivista N.238**?

Quel generatore produceva **onde sinusoidali** ad una frequenza fissa di circa **1.590 Hz**.

Il generatore **BF** del **VA** non solo produce **onde sinusoidali** a frequenza variabile tra **1 Hz** e **20.000 Hz**, ma è in grado di generare diverse forme d'onda, come l'**onda quadra**, l'**onda triangolare**, ecc.

Per capire come funziona il circuito delle luci psichedeliche, utilizzeremo il generatore **BF** del **VA** per **simulare** l'arrivo di **onde sonore** di diversa frequenza, e ci divertiremo ad osservare come vengono selezionate dai **filtri** del circuito in modo da accendere i tre diversi diodi led.

Il nostro esperimento consiste nel sostituire il microfono presente sulla breadboard con il **generatore BF (Bassa Frequenza)** presente nel software **VA**.

Una volta sostituito il microfono con il generatore, andremo ad **iniettare** nel circuito una serie di **onde sinusoidali** di **diversa frequenza** che simulano il segnale elettrico prodotto nel **microfono** dalle **onde sonore** presenti nel brano musicale.

In questo modo potremo vedere come si comportano i **tre diversi filtri** del circuito al variare della frequenza delle onde sinusoidali presenti al loro ingresso e come queste vengono smistate in uscita.

Prima di passare alla esecuzione dell'esperimento, dovrete come al solito provvedere ad effettuare sia l'**installazione** del **software VA** sul vostro **personal computer** (vedi in proposito la rivista N.238 alle pagg.99-100-101) che la **calibrazione** dell'**oscilloscopio** (leggi in proposito la rivista N.239 alle pagg.113-114-115-116-117).

Configurate inoltre le varie finestre del **VA** come indicato nella rivista N.238 alle pagg.87-88-89-90. Prima di inoltrarci nella esecuzione dell'esperimento, tuttavia, è bene che prendiamo confidenza con il generatore BF e osserviamo come funzionano i suoi comandi.

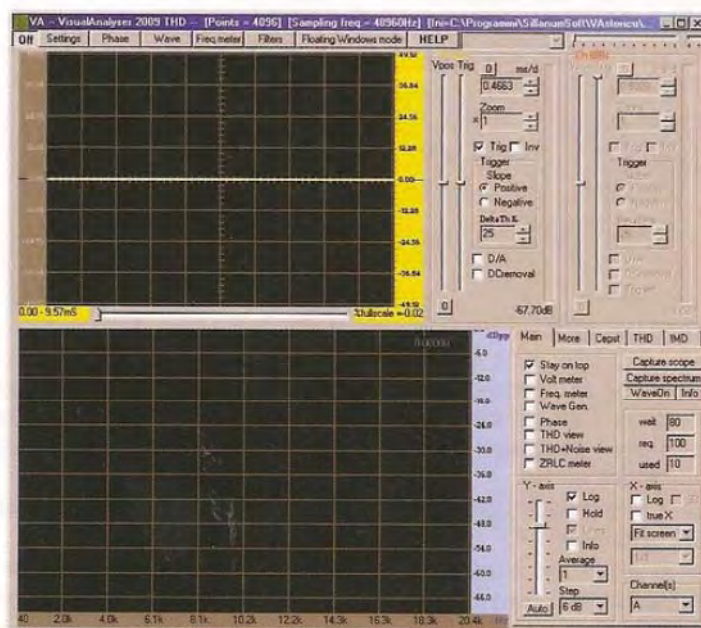


Fig.29 Partiamo come sempre dalla finestra principale del **VA**, che vedete riprodotta in figura.

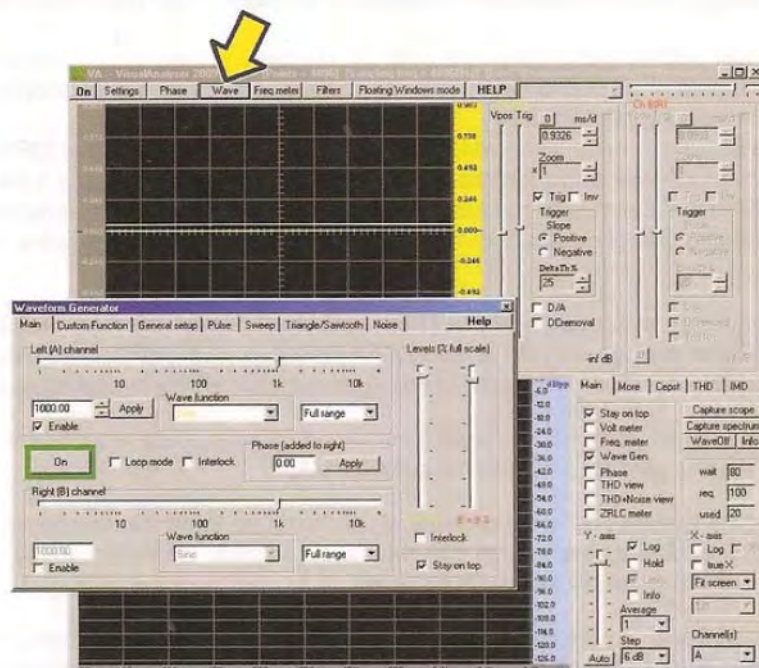


Fig.30 Se ora cliccate sulla opzione **Wave** vedrete aprirsi la finestra soprastante.

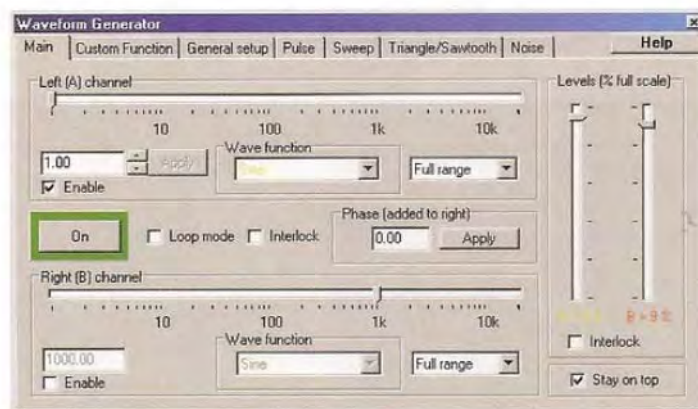


Fig.31 Dovete sapere che all'interno del VA sono presenti **due distinti generatori BF**, uno contrassegnato dalla dicitura **Left (A) channel** e l'altro dalla dicitura **Right (B) channel**. Le diciture derivano dal fatto che i generatori possono essere utilizzati per provare i due **canali Left e Right** di un **amplificatore audio**.

Come potete vedere nella finestra sono presenti due identiche sezioni che riportano i comandi relativi a entrambi i generatori BF.

Noi utilizzeremo solo la sezione **superiore**, e cioè quella relativa al **generatore Left (A)**.

Prima di iniziare ad utilizzare il generatore daremo una breve descrizione dei comandi necessari per farlo funzionare.

Subito sotto la scritta **Left (A) channel** vedrete una barra graduata, dotata di un cursore, che permette di impostare la **frequenza di lavoro** del generatore BF. Se spostate completamente a **sinistra** il cursore vedrete comparire sulla finestra sottostante il numero **1**. Questo significa che avete impostato una frequenza di lavoro di **1 hertz**.

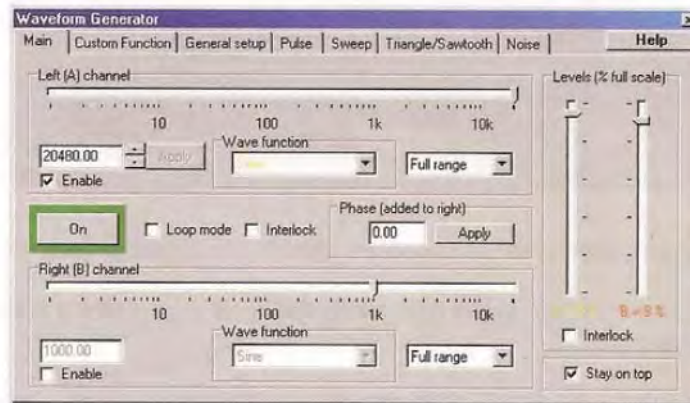


Fig.32 Se invece spostate il cursore completamente verso **destra**, nella stessa finestra vedrete comparire il valore **20480,00**. Questo significa che avete attivato il generatore ad una frequenza di **20.480 Hertz**.

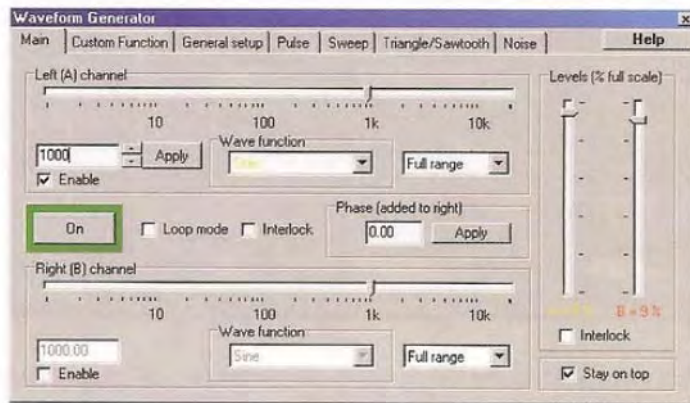


Fig.33 Se desiderate impostare un valore preciso di frequenza, può risultare difficile farlo utilizzando il cursore orizzontale. In questo caso è molto più comodo scrivere direttamente il valore di frequenza desiderato nella casellina bianca sottostante.

Se per esempio decidiamo di far lavorare il generatore a **1.000 Hz**, sarà sufficiente cliccare con il tasto sinistro del mouse nella casellina bianca e scrivere al suo interno il valore desiderato, cioè **1.000**, come indicato nella figura.

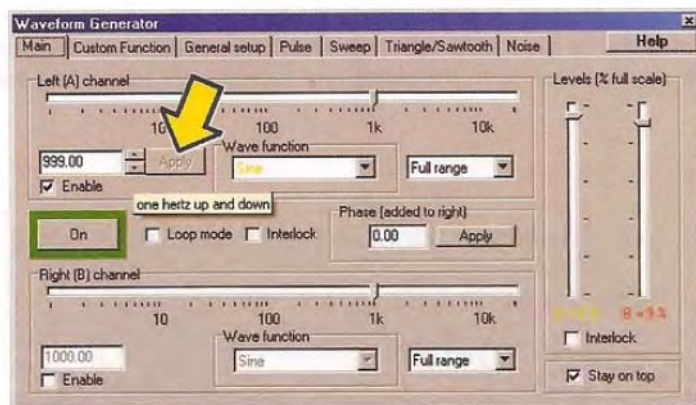


Fig.34 Poi, per rendere effettiva la scelta occorre cliccare con il tasto sinistro del mouse sul pulsante **Apply**.

Il valore impostato verrà riscritto seguito dal **punto decimale** e da **2 zeri** a conferma che il valore è stato accettato.

Se si desidera apportare una piccola correzione intorno al valore impostato, ad esempio portare la frequenza da **1.000 Hz** a **999 Hz** basta cliccare sulle due **freccette** poste a fianco della casellina bianca.

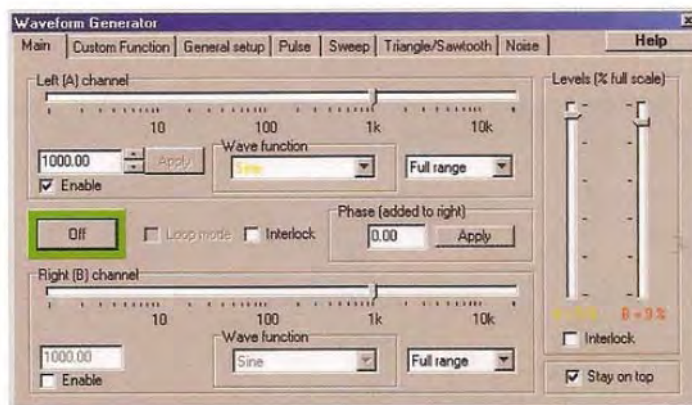


Fig.35 Proseguendo nella descrizione dei comandi del generatore BF, incontriamo la casella **Wave function**.

Attivando questa funzione è possibile selezionare la **forma d'onda** prodotta dal generatore, cioè il tipo di onda **sinusoidale**, **quadra**, **triangolare** ed altre forme d'onda ancora.

Per le misure che andremo ad eseguire sulle luci psichedeliche utilizzeremo la funzione **Sine** cioè quella corrispondente all'**onda sinusoidale**.

Cliccate perciò sulla freccetta posta a lato della casella **Wave function** e selezionate all'interno della casella che si apre la funzione **Sine**.

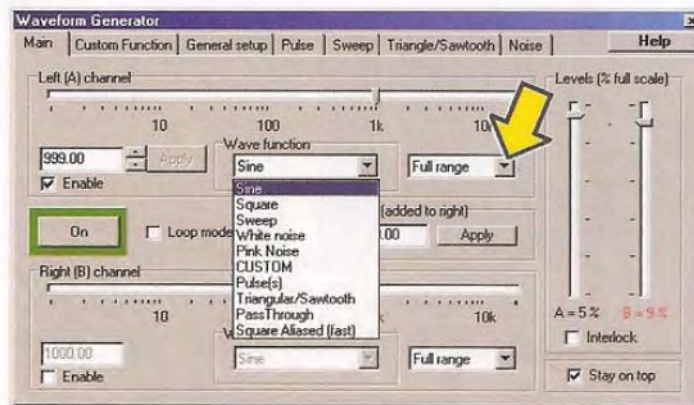


Fig.36 Dopo avere selezionato la forma d'onda prodotta dal generatore, cliccate sulla casella bianca immediatamente adiacente e vedrete aprirsi una serie di opzioni come indicato nella figura che segue:

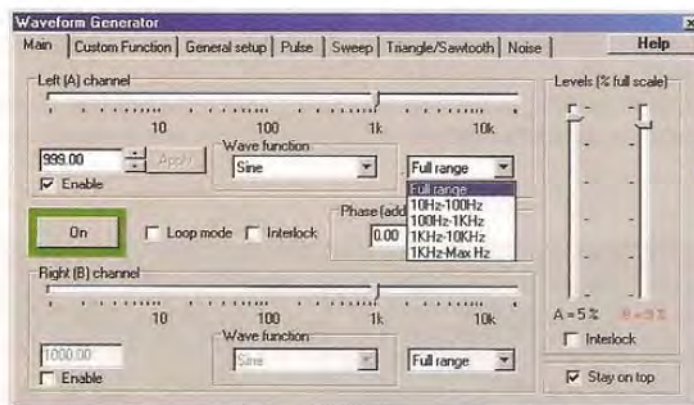


Fig.37 Selezionate l'opzione **Full range**, che corrisponde alla intera escursione del generatore, cioè da **1 Hz** fino a **20.480 Hz**.

Se ora vi spostate sul lato destro della finestra vedrete due cursori verticali, contrassegnati dalla dicitura **Levels (% full scale)**. Il cursore di sinistra è quello relativo al **canale A**, mentre il cursore di destra è quello relativo al **canale B**.

Poiché abbiamo detto che utilizzeremo il generatore **BF** relativo al **canale A**, dovremo regolare unicamente il cursore di **sinistra**.

Il cursore **Levels** corrisponde alla manopola che regola l'**ampiezza** del segnale prodotto dal generatore, e cioè nel nostro caso l'ampiezza dell'onda sinusoidale.

Per il momento ci accontentiamo di conoscere la funzione di questo cursore. Nel corso delle misure vedremo poi come dovremo regolarlo.

Se adesso avete la curiosità di osservare l'onda sinusoidale a **1.000 Hz** prodotta dal generatore non dovete far altro che cliccare con il tasto sinistro del mouse sul tasto **ON**.

Vedrete che sul tasto compare la dicitura **OFF** e la fascia che lo circonda si colora e inizia a lampeggiare in modo intermittente, indicando in questo modo che il **generatore BF** è stato **attivato**.

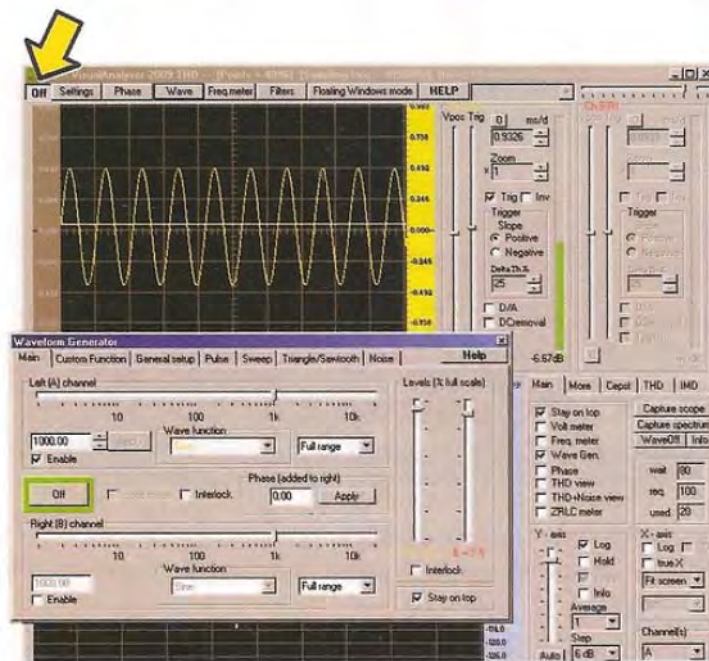


Fig.38 Tuttavia sullo schermo dell'oscilloscopio ancora **non compare** la forma d'onda prodotta dal generatore, perché occorre attivare l'oscilloscopio cliccando sul tasto **ON** posto in alto a sinistra sulla barra delle opzioni.

La comparsa della dicitura **OFF**, indica che l'oscilloscopio è stato attivato, e sullo schermo potete osservare l'**onda sinusoidale** prodotta dal generatore BF, come visibile in figura.

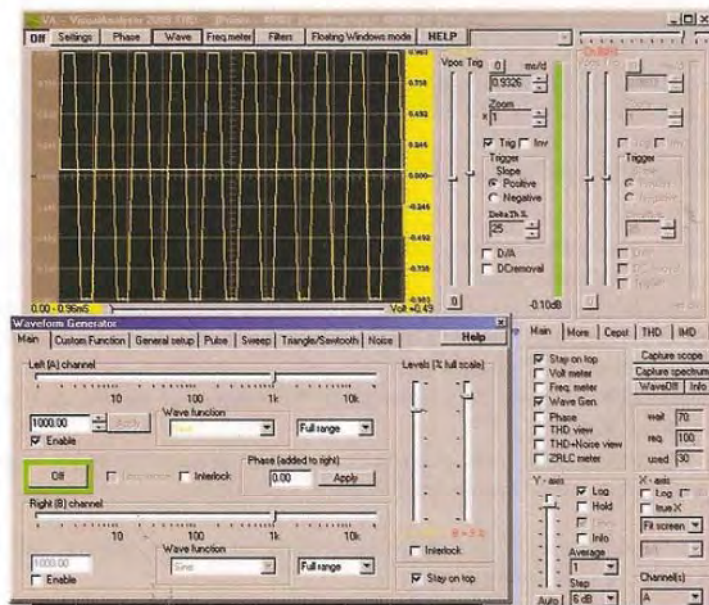


Fig.39 Se il cursore del **Levels** fosse regolato male potrebbe succedere che l'onda che appare sullo schermo dell'oscilloscopio anziché risultare perfettamente sinusoidale risulti **distorta**, come indicato in figura.

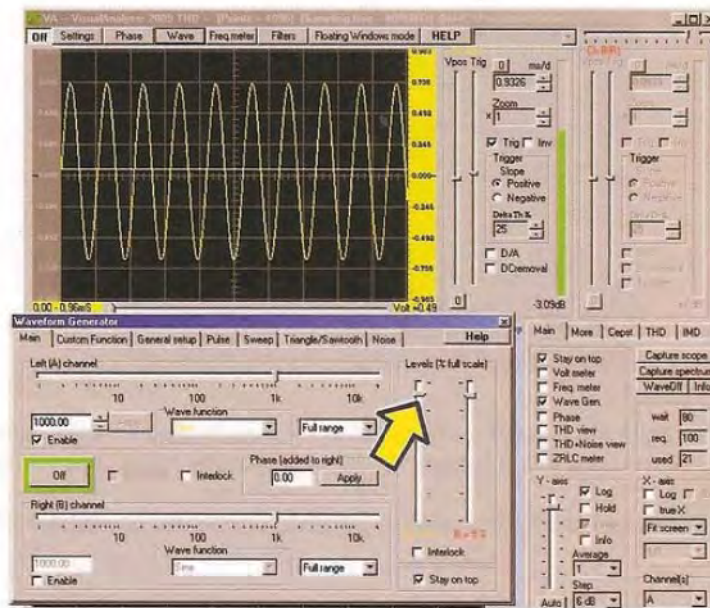


Fig.40 In questo caso sarà sufficiente ridurre il livello del segnale di uscita del generatore, facendo scorrere verso l'alto il cursore del Levels, come indicato in figura, per ripristinare la corretta forma d'onda del generatore.

Potrebbe succedere anche che il cursore Levels sia troppo sensibile e che spostandolo anche di pochissimo dalla posizione iniziale la forma d'onda sullo schermo aumenti troppo provocando la distorsione dell'onda. In questo caso è possibile agire sul comando del volume posto sulla funzione **Mixer** di Windows, che è posto in serie al cursore di **Levels** del generatore BF. Riducendo il volume del **Mixer** è perciò possibile rendere più agevole la regolazione del **Levels**. Per farlo dovrete procedere come segue.

Dalla barra delle opzioni posta in alto sulla finestra principale del VA selezionate l'opzione **Settings**. Sulla finestra che si apre subito dopo cliccate sull'opzione **Device**. Si aprirà la finestra sottostante.

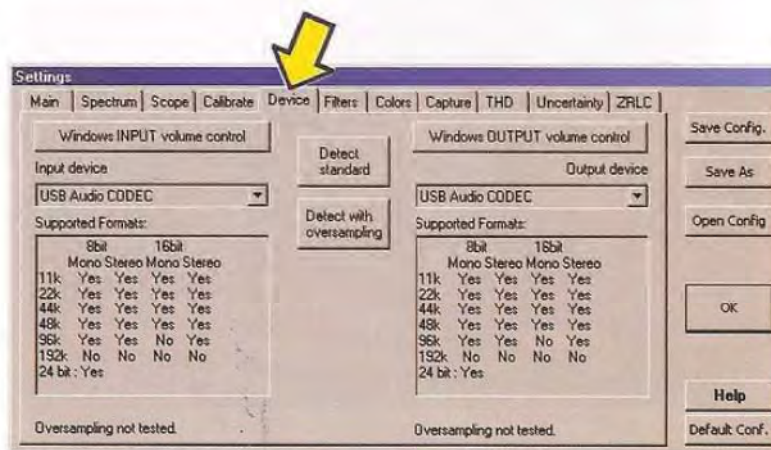


Fig.41 Cliccate sul tasto **Windows OUTPUT volume control**. Si aprirà la finestra riprodotta nella figura successiva.

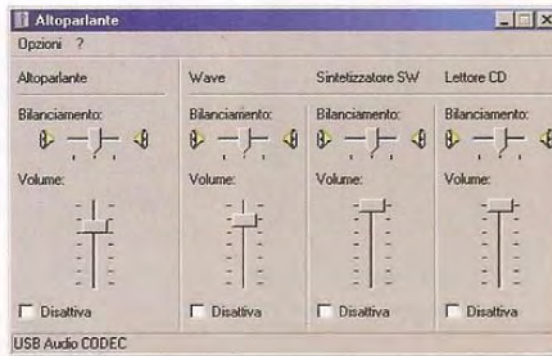


Fig.42 Ora dovreste agire sul cursore verticale, posto a sinistra nella finestra, quello relativo alla sezione **Altoparlante**. Abbassate il cursore di circa due tacche, come indicato in figura.

Ora andate a verificare se la sensibilità della regolazione **Levels** del generatore BF è cambiata.

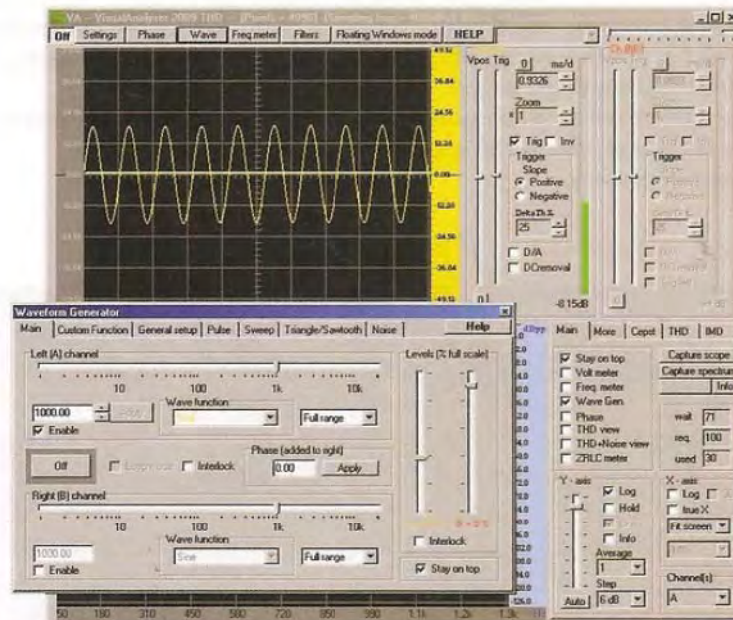


Fig.43 Vi accorgete che ora la regolazione della ampiezza dell'onda sullo schermo è più agevole perché avete a disposizione una corsa maggiore del cursore **Levels**.

Dopo aver visto quali sono i comandi del generatore BF possiamo finalmente dare inizio alle misure per vedere come funziona il nostro circuito di luci psichedeliche.

La prima cosa da fare è collegare il circuito delle luci psichedeliche alla **scheda LX.1690**.

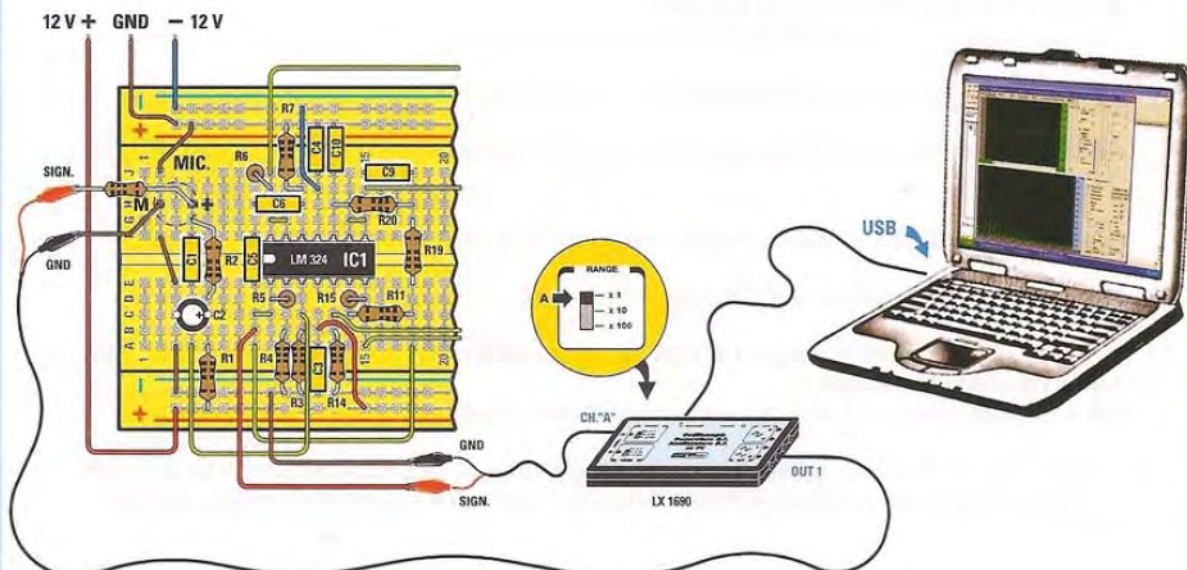


Fig.44 Per fare questo dovrete, come prima cosa, **estrarre** il microfono dalla breadboard. Fatto questo prendete uno spezzone di filo e spellatelo da entrambi i lati.

Poi inserite un capo del filo che avete messo a nudo nel foro nel quale era inserito il terminale di **massa** del **microfono**, come indicato in figura.

Prelevate quindi dal kit la resistenza da **1 Megaohm**, che potrete riconoscere dai seguenti colori stampigliati sul suo corpo:

marrone-nero-verde-oro

Inserite un reoforo della resistenza sulla breadboard nel punto nel quale era precedentemente inserito il terminale **positivo** del microfono, come visibile in figura.

Ora prendete il cavo **cod. RG1.103** provvisto di un **connettore BF maschio** e di una coppia di **coccodrilli rosso e nero**.

Inserite il **connettore BF maschio** nella **presa BF** contrassegnata dalla scritta **OUT 1** della scheda **LX.1690** e poi collegate la coppia di **coccodrilli** come segue:

- il **coccodrillo nero** andrà collegato al filo che avete precedentemente collegato al posto del terminale **massa** del microfono, come indicato in figura;
- il **coccodrillo rosso** invece andrà collegato al reoforo rimasto libero della resistenza da **1 Megaohm** come indicato in figura.

Adesso prelevate due spezzoni di filo ed inseriteli uno nella riga azzurra della breadboard corrispondente al **GND** e l'altro nel foro corrispondente al **pin 1** dell'integrato **IC1**, come indicato in figura.

Prendete il secondo cavo **cod. RG1.102** che ha da un lato un **connettore BNC** e dall'altro una coppia di **coccodrilli, rosso e nero**.

Inserite il **connettore BNC maschio** del cavo sul **connettore BNC femmina** presente sull'**ingresso CHA** della stessa scheda **LX.1690**.

Quindi collegate i due **coccodrilli** del cavo in questo modo:

- il **coccodrillo nero** andrà collegato allo spezzone di filo collegato alla riga **GND**;
- il **coccodrillo rosso** andrà collegato all'altro filo che avete precedentemente collegato al **pin 1** di **IC1**.

Alla fine la breadboard risulterà collegata alla scheda **LX.1690** come indicato nella figura.

Ponete l'attenuatore relativo al **CHA** sulla posizione **x1**.

Collegate come sempre la scheda **LX.1690** alla presa **USB** del vostro personal computer, utilizzando l'apposito cavo **USB**.

Infine dovrete collegare la breadboard all'alimentatore del Minilab come indicato in fig.17.

Predisponete le manopole del Minilab come indicato in fig.17 e quindi accendete il Minilab e regolate la tensione dell'alimentatore fino ad ottenere i **+24 Volt** seguendo le istruzioni riportate in fig.18.

A questo punto lanciate il **software VA** fino ad ottenere sullo schermo del pc la videata principale. Selezionate sulla barra posta in alto l'opzione **Wave**, cliccandoci sopra con il tasto sinistro del mouse e vedrete comparire la finestra del **Generatore BF**.

Quindi selezionate una frequenza compresa tra **200 Hz** e **300 Hz**.

Ora regolate l'**ampiezza** dell'onda sinusoidale prodotta dal **generatore BF** tramite il cursore **Level A**, in modo che l'intera onda occupi all'incirca **7 quadretti** dello schermo, da picco a picco.

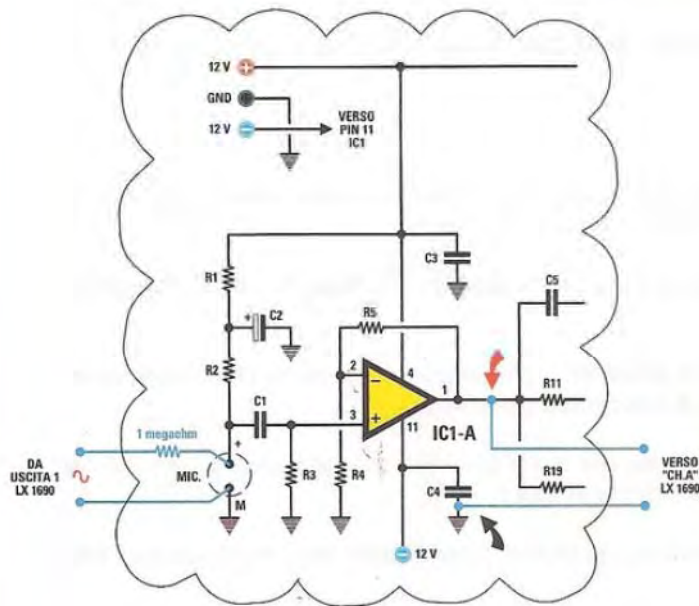


Fig.45 A lato abbiamo indicato con le frecce il punto nel quale andrete a prelevare il segnale da osservare con il vostro oscilloscopio.

Sul lato sinistro è indicato il collegamento alla scheda **LX.1690** realizzato tramite la resistenza da 1 megohm.

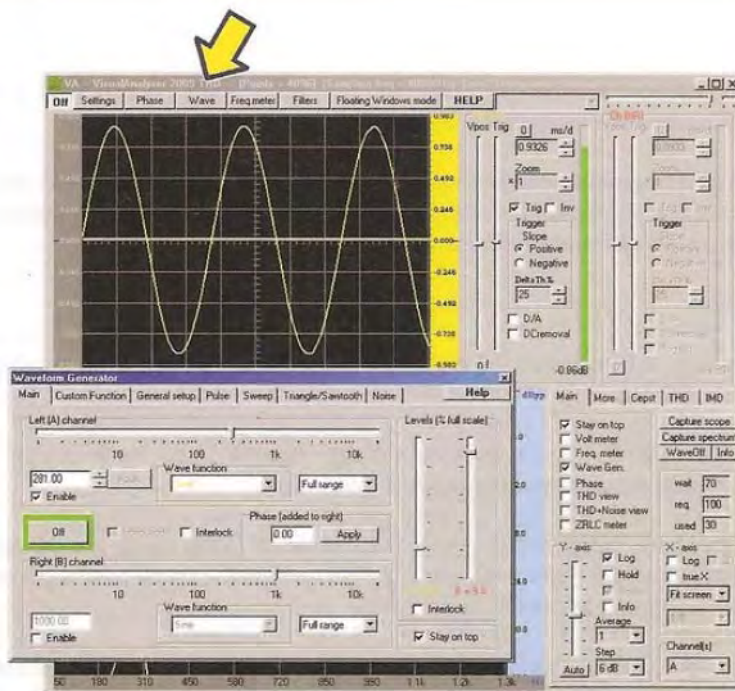


Fig.46 Se volete potete misurare l'ampiezza in Volt dell'onda sinusoidale e per farlo basterà cliccare con il tasto sinistro del mouse su uno dei picchi superiori e poi trascinare il mouse fino a fare coincidere la linea orizzontale che si apre con uno dei picchi inferiori della sinusoide.

Sullo schermo leggerete direttamente l'ampiezza dell'onda picco a picco, che nel caso del nostro esempio è di **1,81 Volt** (vedi figura seguente).

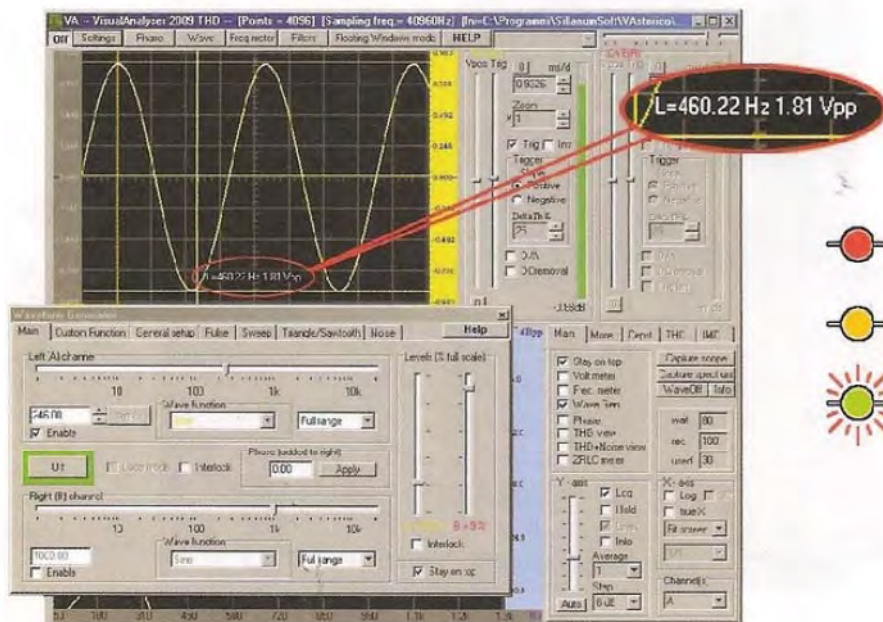


Fig.47 Se ora osservate il circuito delle luci psichedeliche vedrete che il diodo verde è acceso.

Questo è giusto perché abbiamo detto che tutte le frequenze comprese tra 1 e 400 Hz, cioè i **bassi**, dovranno accendere il diodo **led verde**.

Per osservare il funzionamento del filtro spostate il cursore orizzontale **Left (A)** che regola la frequenza del generatore, lentamente verso sinistra. In questo caso state **riducendo** progressivamente la frequenza del generatore fino a 1 Hz.

Vedrete che il diodo led continua a rimanere acceso, come previsto.

Questo dimostra che il filtro passa-basso lavora correttamente, lasciando passare tutte le frequenze inferiori a 400 Hz.

Ora spostate lentamente lo stesso cursore in senso opposto, cioè verso destra, **umentando** la frequenza dell'onda sinusoidale prodotta dal generatore.

Vi accorgete che il led verde resta acceso ma che ad un certo punto la sua intensità luminosa comincia gradualmente a ridursi, mentre inizia ad accendersi come previsto il **diodo led giallo**, cioè quello che segnala la presenza dei **medi**.

Questo indica che per valori di frequenza superiori alla frequenza di taglio di 400 Hz il filtro **passa basso** comincia ad **attenuare**, mentre allo stesso tempo entra in funzione il filtro **passa-banda**.

Se osservate la forma dell'onda sinusoidale che compare sullo schermo, potrebbe capitarvi di vederla come nella figura sottostante, cioè **distorta**.

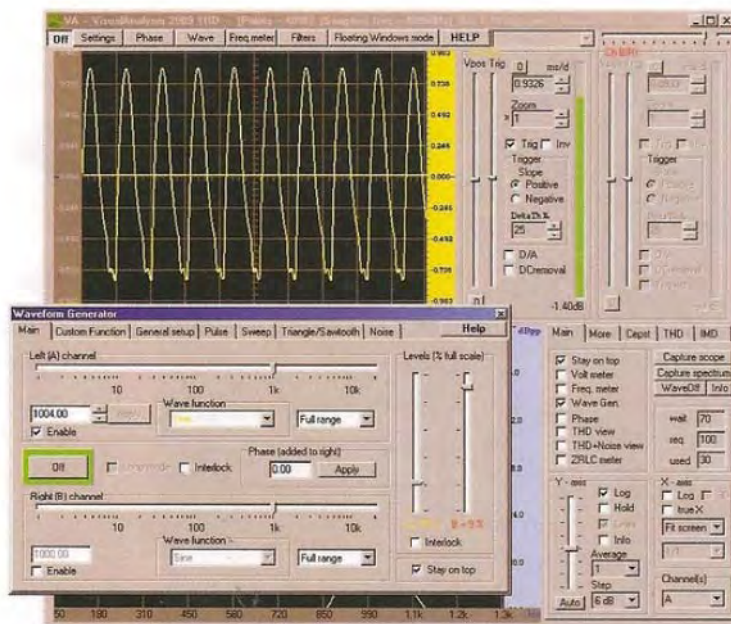


Fig.48 Questo significa che il segnale prodotto dal generatore è **troppo alto**. Riducete l'ampiezza dell'onda sinusoidale agendo sul cursore **Levels** e vedrete che la forma d'onda sullo schermo ritorna normale.

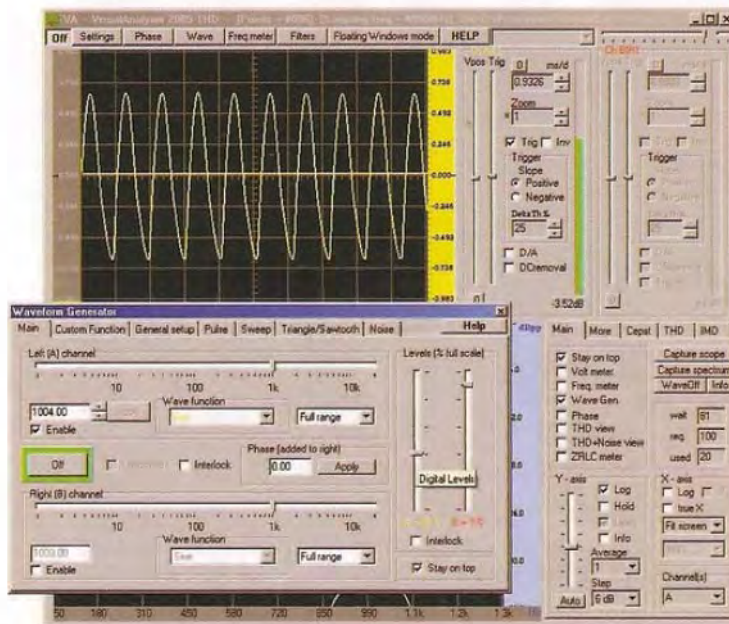


Fig.49 Dopo avere regolato l'ampiezza del segnale spostate lentamente il cursore **Left (A)** ancora verso destra, **umentando** ancora la frequenza erogata dal generatore.

Controllate che il diodo **led giallo** rimanga acceso, a indicazione che il filtro passa-banda funziona correttamente.

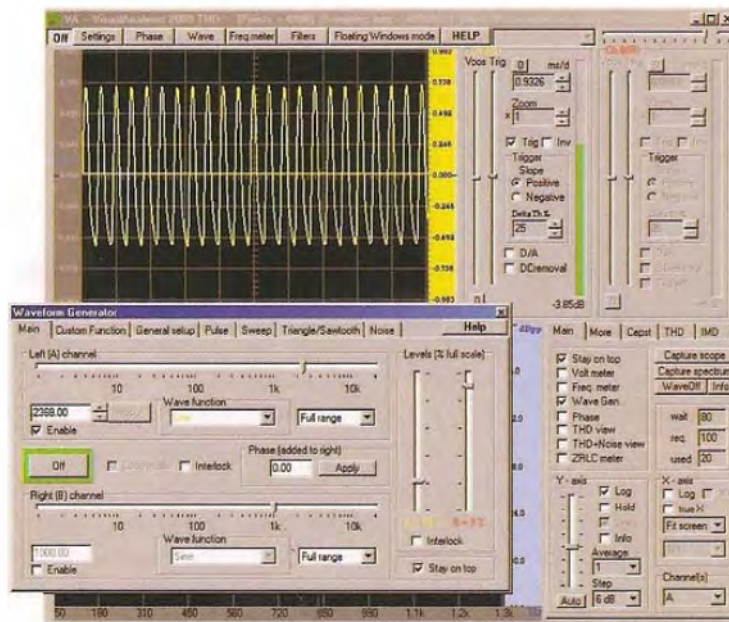


Fig.50 Ad un certo punto, superata la frequenza di circa **2.000 Hz**, vedrete che la luminosità del **led giallo** inizia a **ridursi**, ad indicare che abbiamo superato la frequenza di taglio superiore del filtro **passa banda**, che comincia ad attenuare, mentre inizia ad accendersi il diodo **led rosso**, perché entra in azione il filtro **passa alto**.

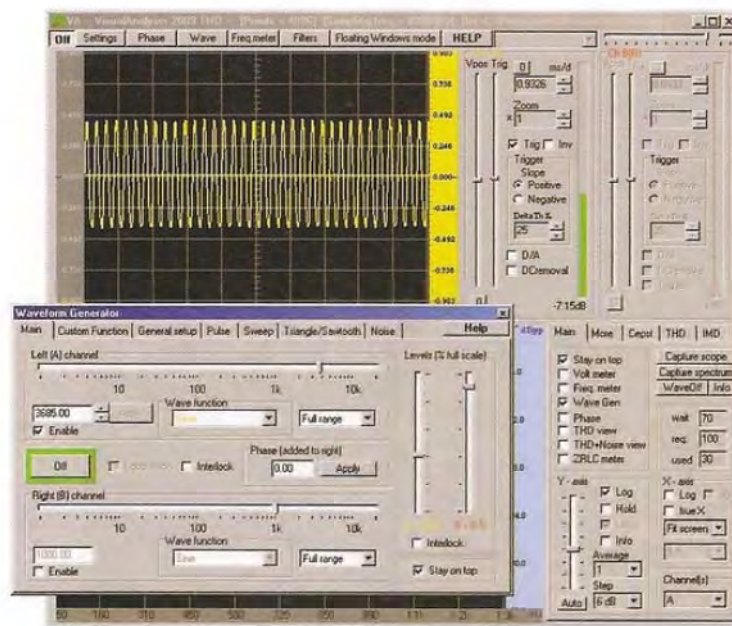


Fig.51 Aumentando ancora la frequenza, vedrete che l'ampiezza del segnale si **riduce** leggermente e di conseguenza vedrete **ridursi** anche la luminosità del led rosso. Questo fenomeno non è dovuto ad una attenuazione inaspettata del filtro passa alto, ma semplicemente ad una riduzione dell'ampiezza del segnale prodotto dal **generatore BF**. Provvedete perciò ad aumentare l'ampiezza del segnale agendo ancora sul cursore **Levels** del generatore e vedrete intensificarsi di nuovo la luminosità del led. Spostando il cursore **Left (A)** ancora verso destra vi accorgete che ad un certo punto la luce del led rosso si attenuerà. Questa è la massima frequenza che può essere rilevata dal circuito delle luci psichedeliche.

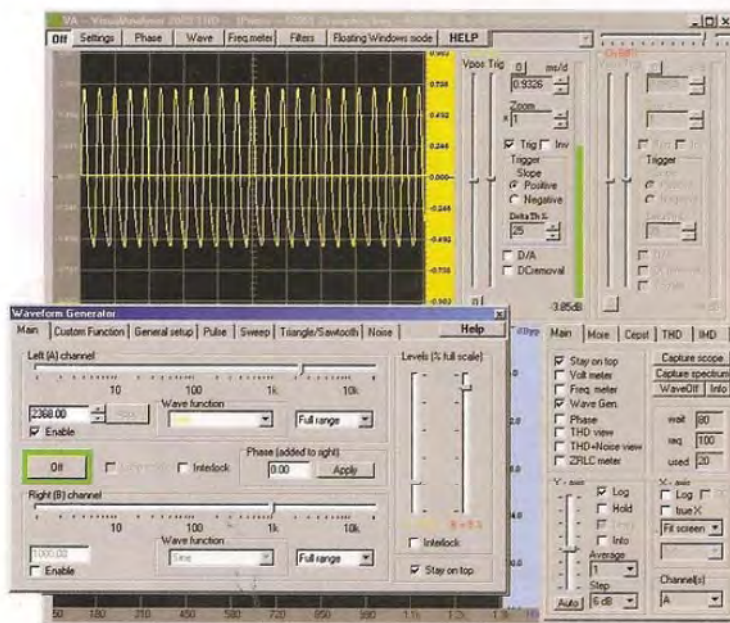


Fig.52 Se ora partendo da questo valore fate scorrere lentamente il cursore **Left (A)** verso sinistra vedrete che al diminuire della frequenza la luce passerà in successione dal led **rosso** degli **acuti**, a quello **giallo** dei **medi** e infine al led **verde** dei **bassi**, a testimonianza che i filtri delle vostre luci psichedeliche funzionano egregiamente.

COSTO di REALIZZAZIONE

Progetto "Luci psichedeliche a diodi led" pubblicato nelle pagine precedenti con la sigla LX.3009 (vedi figg.7-15) **Euro 20,00**

Progetti precedenti

Progetto "portachiavi sonoro" LX.3008, pubblicato nella rivista N.240 **Euro 8,00**

Progetto "allarme antiintrusione" LX.3007, pubblicato nella rivista N.239 **Euro 9,00**

Progetto "generatore di onde sinusoidali" LX.3006, pubblicato nella rivista N.238 **Euro 6,00**

Progetto "come accendere una serie di diodi led" LX.3005, pubblicato nella rivista N.237 **Euro 6,50**

la Breadboard

La Breadboard LX.3000 (codice 2.3000) sulla quale vanno montati i componenti relativi a ciascuno dei progetti pubblicati **Euro 9,00**

Accessori

Chi dispone del Minilab nella versione "Advanced" e desidera eseguire l'esperienza "osserviamo il funzionamento delle luci psichedeliche con l'oscilloscopio per pc", dovrà richiedere a parte un cavo con BNC e due coccodrilli lungo 1 m (cod. RG1.102), un cavo con un connettore BF e due coccodrilli (cod. RG1.103) e il kit del circuito di calibrazione LX.1691 (pubblicato nella riv. N.232).

Il circuito di calibrazione LX.1691 **Euro 15,50**
Il cavo RG1.102 **Euro 3,50**
Il cavo RG1.103 **Euro 4,50**

Nota: tenete presente che per il collegamento tra il pc e la scheda LX.1690 Oscilloscopio + Analizzatore di spettro dovrete acquistare un cavo USB per stampante reperibile presso qualsiasi rivenditore di materiale informatico.

Per realizzare il MINILAB pubblicato nella Rivista N.237

Tutti i componenti necessari per realizzare la scheda base del Minilab comprensiva di generatore di funzioni + amplificatore BF siglata LX.3001, compreso il circuito stampato **Euro 43,00**

La scheda di alimentazione siglata LX.3002, compreso il circuito stampato **Euro 30,00**

La scheda del tester siglata LX.3003, compreso il circuito stampato **Euro 55,00**

Lo stadio trasformatore (TN01.38) + componenti esterni siglato LX.3004, compreso il mobiletto plastico **Euro 12,00**

Il mobile plastico MO.3000 comprese le mascherine forate e serigrafate **Euro 35,00**

Il solo circuito stampato LX.3001 **Euro 12,50**

Il solo circuito stampato LX.3002 **Euro 7,00**

Il solo circuito stampato LX.3003 **Euro 4,50**

Nota: ovviamente perché il Minilab sia funzionante dovrete provvedere all'acquisto di tutti e 4 i blister e del mobile che compongono il progetto.

Ricordiamo a quanti fossero interessati all'acquisto del Minilab già montato e collaudato presso i nostri laboratori e provvisto di certificazione CE che dovranno specificarlo al momento dell'acquisto. In tal caso ai prezzi sopraindicati andrà aggiunto l'importo di **Euro 50,00**.

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

Aggiornamenti software

Se avete acquistato la versione "Advanced" avrete trovato all'interno un CD Rom contenente il software del Visual Analyser da installare sul vostro pc, la cui versione dipende dal momento in cui è stato acquistato il prodotto.

Questo perché il software del VA viene frequentemente aggiornato con l'introduzione di ulteriori opzioni ed accessori, che consentono di effettuare sempre nuove interessanti misure.

Se desiderate mantenervi aggiornati e usufruire delle nuove versioni del software del VA via via che diventano disponibili, potrete farlo scaricando gratuitamente l'ultima versione del software Visual Analyser direttamente dal sito:

<http://www.sillanumsoft.com>

Inoltre, tutti coloro che sono interessati ad ampliare le loro conoscenze sull'uso del VA potranno consultare i nostri precedenti articoli:

"Oscilloscopio e Analizzatore di spettro per pc" Rivista N.232

"Analizzatore di spettro su pc" Rivista N.233

"Misurare la distorsione di un amplificatore con il pc" Rivista N.238

ed i prossimi che verranno pubblicati su questo argomento nella nostra rivista.

MINILAB "JUNIOR"

Questa versione del Minilab (codice **LX.3000/J**) è dedicata ai ragazzi ed agli studenti della scuola media inferiore e più in generale a chi desidera iniziare l'apprendimento dell'elettronica senza disporre di basi specifiche. Comprende:

- il Minilab completo di trasformatore;
- il corso di elettronica "Imparare l'elettronica partendo da zero".



€ 180,00

MINILAB "SENIOR"

Questa versione del Minilab (codice **LX.3000/S**) è indicata per chi è già in possesso delle nozioni basilari e desidera approfondire la conoscenza dell'elettronica. Comprende:

- il Minilab completo di trasformatore;
- il volume "Handbook";
- la libreria tecnica su CD-Rom **NElab**



€ 180,00

MINILAB "ADVANCED"

Questa versione del Minilab (codice **LX.3000/A**) è ideale per chi desidera ampliare le proprie conoscenze, perché consente di corredare il Minilab con due ulteriori strumenti, l'oscilloscopio e l'analizzatore di spettro. Necessita di un pc dotato di presa **USB**. Comprende:

- il Minilab completo di trasformatore;
- la scheda di interfaccia **LX.1690** ed il relativo **software** applicativo.



€ 240,00