

Nel corso di una visita ad un'Industria produttrice di **condensatori elettrolitici**, l'ingegnere responsabile del laboratorio ci promise che ci avrebbe regalato qualcosa di veramente particolare, che non avremmo mai potuto trovare in commercio.

Il nostro primo pensiero fu che si trattasse di un condensatore **speciale** con lamine dorate oppure al titanio e invece questo regalo consisteva in un semplice **strumento**, che lui stesso aveva progettato per controllare in laboratorio l'**efficienza** dei condensatori elettrolitici.

Il regalo era accompagnato da una **autorizzazione** a pubblicarlo sulla rivista, autorizzazione della quale abbiamo subito approfittato a vantaggio dei nostri lettori.

L'ingegnere si è raccomandato di precisare nel nostro articolo che questo strumento **non serve** per misurare il valore di **capacità** del condensatore elettrolitico, ma soltanto la sua **ESR**, cioè la **Equivalent Series Resistance**.

Per chi non sapesse cos'è una **ESR** diciamo che si tratta di una **resistenza parassita** che, in teoria, si trova posta in **serie** al condensatore come abbiamo evidenziato in fig.2.

Il valore di questa resistenza è determinato dalla **gelatina**, cioè dal liquido **elettrolita** interposto tra le armature del condensatore, che, mano a mano che si essicca, fa aumentare il valore della **ESR** e più questo aumenta, più si riduce la capacità del condensatore elettrolitico di svolgere la sua normale funzione.

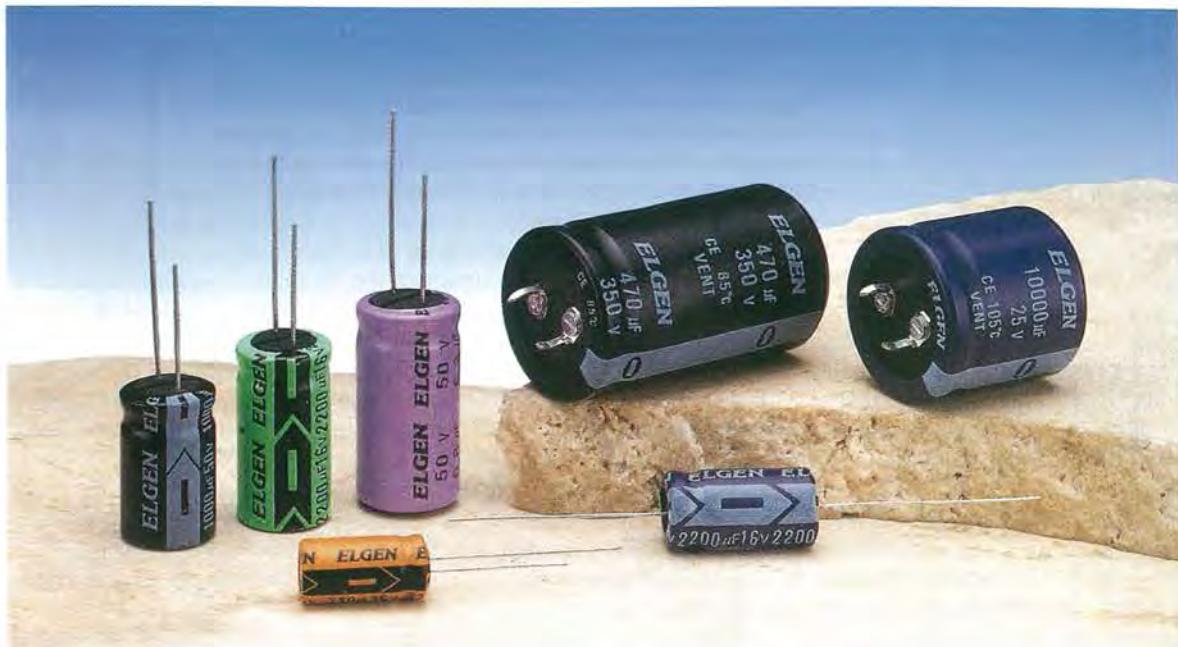
Purtroppo quando si acquistano dei condensatori elettrolitici, non si sa da quanto **tempo** questi giacevano in magazzino, perché purtroppo sul loro corpo non appare scritto, come nel caso degli alimentari, "da consumarsi entro il gennaio 2004", quindi si corre il rischio di entrare in possesso di condensatori **vecchi** con l'elettrolita già **essiccato**.

Riportiamo di seguito il valore **medio ESR** in ohm di

MISURARE la ESR



Fig.1 Per misurare la ESR di un condensatore vi serve il nostro kit e un qualsiasi Tester.



di un ELETTROLITICO

Il Tester che vi presentiamo NON misura la capacità in microfarad di un condensatore elettrolitico, ma controlla soltanto la sua ESR (Equivalent Serie Resistance). Eseguendo questo controllo si riesce a stabilire se un condensatore elettrolitico è ancora efficiente oppure se è talmente "invecchiato" da non essere più in grado di svolgere la sua funzione.

diverse capacità di condensatori elettrolitici **efficienti**:

Capacità	valore ESR
1,0 microF	2,00 ohm
4,7 microF	1,90 ohm
10 microF	1,80 ohm
100 microF	0,40 ohm
470 microF	0,16 ohm
1.000 microF	0,10 ohm

Nota: per misurare questo valore **ESR** si è utilizzata un'onda quadra da 100 KHz.

Qualcuno si chiederà quali sono gli **svantaggi** che possono derivare dall'inserimento in un circuito di un condensatore elettrolitico con una **ESR** superiore al suo massimo consentito.

In pratica, un condensatore elettrolitico con una elevata **ESR** non riuscirà mai a **filtrare** in modo per-

fetto i residui di alternata e se con il tempo questa **ESR** aumentasse, si noterebbe che il condensatore elettrolitico si **surriscalda** e questo inconveniente si riscontra soprattutto negli alimentatori **switching**.

Nota: il condensatore elettrolitico può **surriscaldare** anche se viene applicata ai suoi terminali una tensione maggiore di quella di **lavoro**.

SCHEMA ELETTRICO

Come potete vedere in fig.3 questo strumento, che serve per controllare l'efficienza dei **condensatori elettrolitici**, utilizza un integrato **TL.084**, più 2 transistor **n-p-n** e 1 transistor **p-n-p**.

Iniziamo la descrizione dal primo operazionale si-

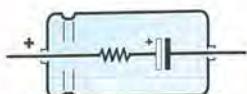


Fig.2 La ESR è una resistenza teorica posta in serie a un condensatore il cui valore aumenta più questo invecchia. Un elevato valore di ESR impedisce al condensatore di svolgere la sua regolare funzione.

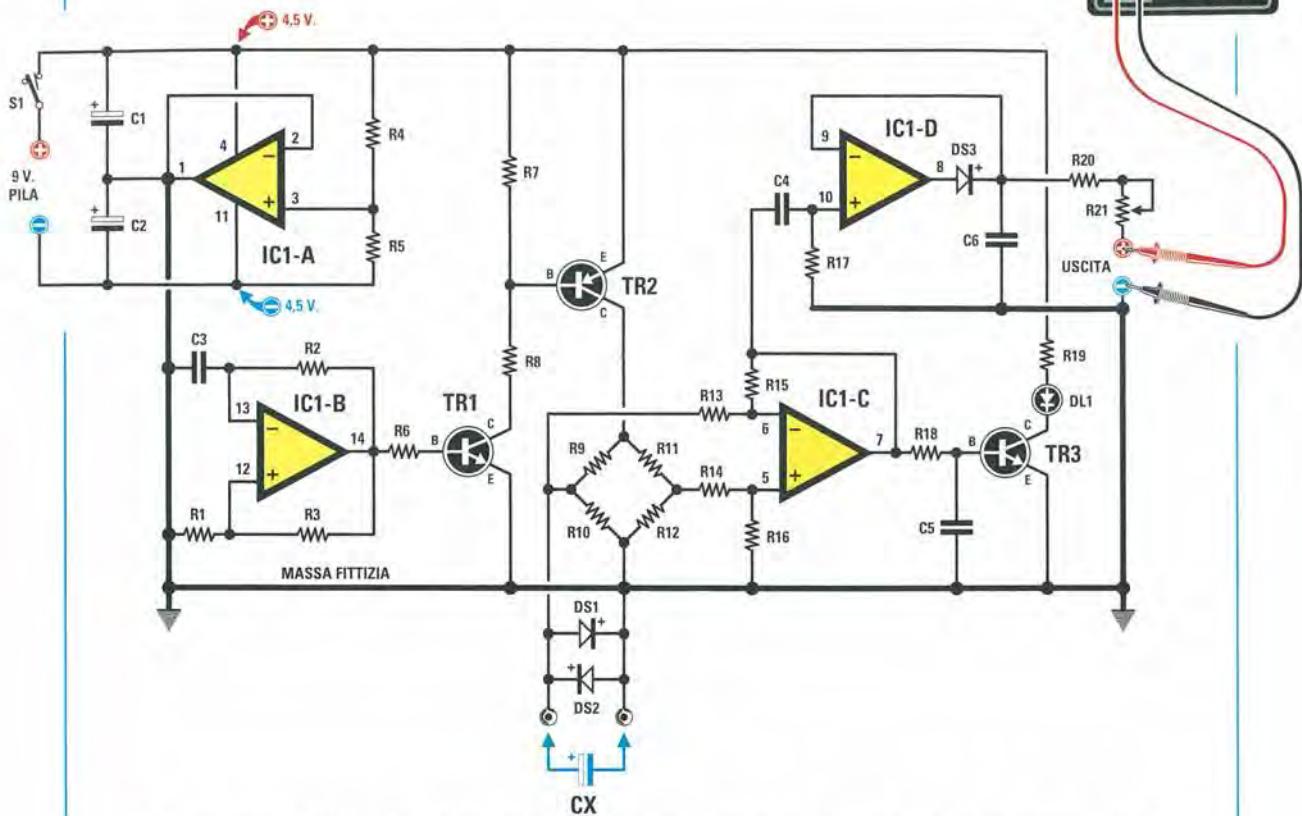


Fig.3 Schema elettrico del circuito in grado di misurare il valore ESR di un condensatore elettrolitico. Collegando alle boccole d'uscita un Tester posto sulla portata dei 100 microamper, se il condensatore non è esaurito leggerete una corrente che varierà da 90 a 100 microamper (vedi Tabella N.2), mentre, se il condensatore è esaurito, leggerete una corrente che può scendere anche sui 16 microamper (vedi Tabella N.1 in fig.11).

ELENCO COMPONENTI LX.1518

R1 = 1.500 ohm
R2 = 10.000 ohm
R3 = 10.000 ohm
R4 = 10.000 ohm
R5 = 10.000 ohm
R6 = 68.000 ohm
R7 = 4.700 ohm
R8 = 12.000 ohm
R9 = 1.000 ohm 1%
R10 = 22 ohm
R11 = 1.000 ohm 1%
R12 = 22 ohm

R13 = 1.000 ohm
R14 = 1.000 ohm
R15 = 47.000 ohm
R16 = 47.000 ohm
R17 = 47.000 ohm
R18 = 15.000 ohm
R19 = 680 ohm
R20 = 2.200 ohm
R21 = 20.000 ohm trimmer
C1 = 1 microF. elettrolitico
C2 = 1 microF. elettrolitico
C3 = 1.000 pF poliestere

C4 = 100.000 pF poliestere
C5 = 1 microF. poliestere
C6 = 1 microF. poliestere
DS1 = diodo tipo 1N.4007
DS2 = diodo tipo 1N.4007
DS3 = diodo tipo 1N.4148
DL1 = diodo led
TR1 = NPN tipo BC.547
TR2 = PNP tipo BC.557
TR3 = NPN tipo BC.547
IC1 = integrato TL.084
S1 = interruttore

gato IC1/A, che viene utilizzato per ottenere una **massa fittizia**, vale a dire una tensione **duale** di **4,5 + 4,5 volt** partendo da una tensione **singola** di **9 volt** fornita da una comune pila radio.

Come potete vedere nello schema elettrico di fig.3, la **tensione negativa** di **4,5 volt** rispetto alla **massa fittizia** viene utilizzata per alimentare il piedino **11** dell'integrato **TL.084**, mentre la **tensione positiva** di **4,5 volt** viene utilizzata per alimentare il piedino **4** dello stesso integrato.

Il secondo operazionale siglato **IC1/B**, utilizzato come **multivibratore astabile**, è in grado di generare delle **onde quadre** con un **duty cycle** del **50%**.

Con i valori del condensatore **C3** e delle resistenze **R1-R2-R3** (vedi l'elenco componenti), preleviamo dal suo piedino d'uscita un'onda quadra con una **frequenza** di circa **100 KHz**.

Dobbiamo precisare che, a causa delle **tolleranze** dei componenti, la frequenza si aggira intorno ai

100 KHz, quindi, non essendo **critica**, anche se dovesse risultare di **90 KHz** o di **110 KHz** il circuito funzionerebbe sempre in modo perfetto.

Il transistor **npn**, siglato **TR1**, preleva l'onda quadra dal piedino d'uscita di **IC1/B** tramite la resistenza **R6** ed il Collettore lo trasferisce sulla Base del transistor **pnp** siglato **TR2**.

Sul Collettore di **TR2** ci ritroveremo un'onda positiva con un'ampiezza di **4,5 volt**, che applicheremo al **ponte resistivo** composto dalle quattro resistenze siglate **R9-R11 - R10-R12**.

Il segnale disponibile alle estremità di questo **ponte resistivo** viene prelevato tramite le due resistenze **R13-R14** per essere applicato sugli ingressi del terzo operazionale siglato **IC1/C**, utilizzato come **amplificatore differenziale**, che provvederà ad amplificare di circa **47 volte** la differenza di segnale che esiste tra i punti **R9-R10** e **R11-R12**.

Sulla giunzione di **R9-R10** e la **massa**, viene ap-

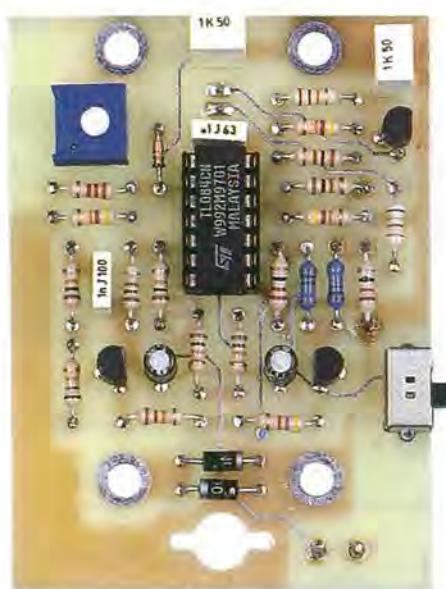
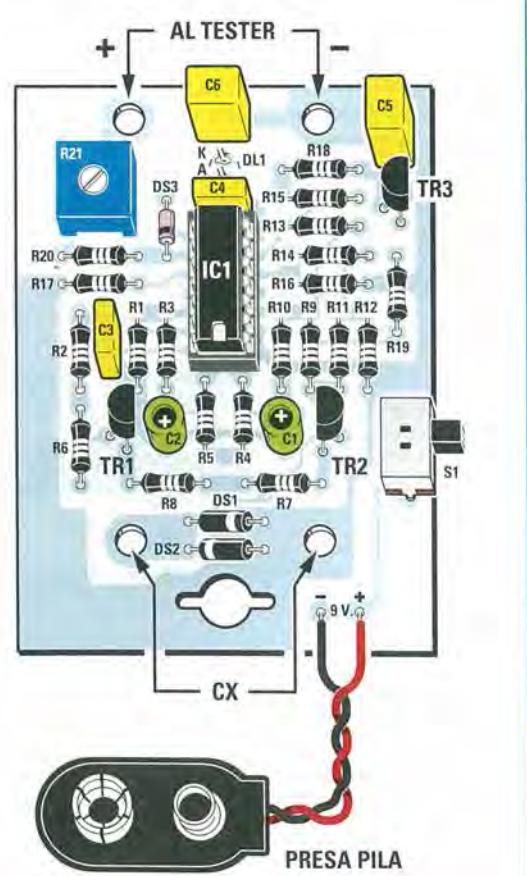


Fig.4 Qui sopra la foto del circuito stampato LX.1518 con sopra già montati tutti i componenti. Anche se in questa foto non appare, il circuito stampato che vi forniremo risulta serigrafato con tutte le sigle dei componenti.

Fig.5 Sulla destra, il disegno pratico di montaggio del misuratore di ESR. Il circuito stampato viene tenuto bloccato nel mobile plastico tramite i dadi delle boccole CX e quelle che vanno al Tester (vedi fig.7).



plicato il **condensatore elettrolitico** del quale si desidera controllare la sua **efficienza**.

I due diodi al silicio **DS1-DS2** posti in **opposizione di polarità** tra **R9-R10** e la **massa**, servono esclusivamente per proteggere il circuito nell'eventualità in cui sulle **boccole d'ingresso** venisse applicato un condensatore elettrolitico **carico**.

Nota: il condensatore elettrolitico da controllare può essere applicato sulle **boccole d'ingresso** senza rispettare nessuna **polarità**.

Se il condensatore elettrolitico da **testare** ha una valore **ESR** regolare, dall'uscita di **IC1/C** preleveremo un'onda quadra di **100 KHz**, che il condensatore **C4** trasferirà sul piedino d'ingresso **non invertente** dell'ultimo operazionale sigillato **IC1/D** utilizzato come **raddrizzatore ideale**.

La tensione **continua** disponibile ai capi del condensatore **C6** viene applicata sull'ingresso di un **tester analogico** oppure **digitale**, che avremo provveduto a commutare sulla portata **100 microamper CC**, perchè è su questo valore di **fondo scala** che devierà la lancetta dello strumento se il condensatore elettrolitico è **efficiente**.

Se il condensatore elettrolitico da **testare** dovesse risultare in **perdita**, il ponte verrebbe **sbilanciato** quindi sul piedino d'uscita dell'operazionale **IC1/C** ci ritroveremo una tensione **positiva** che la resistenza **R18** trasferirà sulla **Base** del transistor **npn TR3**; quest'ultimo, portandosi in conduzione, farà **accendere** il diodo led **DL1** collegato al suo **Collettore**.



Fig.6 Fissato il circuito stampato all'interno del mobile, in basso noterete lo spazio destinato alla pila di alimentazione da 9 volt.

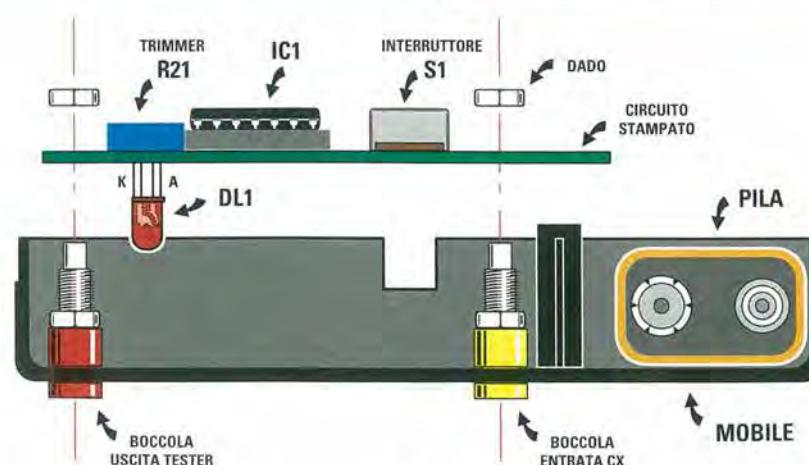


Fig.7 Prima di inserire il circuito stampato all'interno del mobile, dovete fissare le boccole per il Tester e quelle per il condensatore CX, poi praticare un'asola per muovere la leva dell'interruttore S1 ed infine un piccolo foro per il diodo led DL1.

Concludendo possiamo dire quanto segue:

- se applicando sulle **boccole d'ingresso** un condensatore **elettrolitico**, vediamo la lancetta del tester **deviare sul fondo scala**, significa che il condensatore "è sano", quindi possiamo tranquillamente utilizzarlo nei nostri montaggi;
- se applicando sulle **boccole d'ingresso** un condensatore **elettrolitico**, notiamo che la lancetta del tester **non** arriva sul **fondo scala**, significa che il condensatore **non** è più in grado di svolgere la sua funzione, quindi conviene gettarlo nella spazzatura;
- se applicando sulle **boccole d'ingresso** un condensatore **elettrolitico** vediamo la lancetta rimanere immobile sullo **0** e nello stesso tempo **accendersi** il diodo led **DL1**, significa che il condensatore è in **perdita**, quindi anche in questo caso conviene gettarlo come il precedente.

REALIZZAZIONE PRATICA

Tutti i componenti necessari per far funzionare questo tester vanno montati sul piccolo circuito stampato siglato **LX.1518** visibile in fig.5.

Il primo componente da inserire nel circuito stampato è lo **zoccolo** per l'integrato **IC1**.

Dopo aver saldato tutti i suoi terminali sulle piste del circuito stampato, potete inserire le **resistenze** e, di seguito, i due diodi al silicio **DS1-DS2** con corpo **plastico**, rivolgendo il lato contornato da una **fascia bianca** uno in senso opposto all'altro, poi il diodo al silicio **DS3** con corpo in vetro, rivolgendo verso il basso il lato contornato da una **fascia nera**.

In alto, sulla sinistra del circuito stampato, saldate

il **trimmer R21** ed in basso, sul lato destro, il deviatore a levetta siglato **S1** (vedi fig.5).

Proseguendo, montate sullo stampato i quattro condensatori **poliestere** e poi i due **elettrolitici C1-C2** rispettando la polarità **+/-** dei loro terminali.

Nota: prima di inserire i due condensatori poliestere **C4-C6** posti sulla parte superiore del circuito stampato, consigliamo di inserire nel lato opposto del circuito stampato il diodo led **DL1**, rivolgendo il terminale **più lungo**, che è l'**Anodo**, verso l'integrato **IC1**.

Ora potete passare ad innestare il transistor tipo **BC.547** nella posizione contrassegnata dalla sigla **TR1**, rivolgendo la parte **piatta** del suo corpo verso destra, cioè verso il condensatore elettrolitico **C2**.

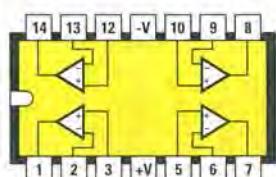
Il secondo transistor, siglato **BC.557**, va collocato in corrispondenza della dicitura **TR2**, rivolgendo la parte **piatta** del suo corpo verso sinistra, cioè verso il condensatore elettrolitico **C1**.

Il terzo transistor siglato **BC.547** va collocato nella posizione indicata **TR3**, rivolgendo la parte **piatta** del suo corpo verso destra.

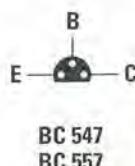
Controllate bene le sigle dei transistor perché i due siglati **BC.547** sono degli **npn**, mentre il terzo siglato **BC.557** è un **pnp**.

Completate queste operazioni, potete collegare i due fili **rosso-nero** della **presa pila** e poi inserire nel relativo **zoccolo** l'integrato **IC1**, rivolgendo verso le due resistenze **R5-R4** la sua tacca di riferimento a forma di **U**.

Le **boccole d'ingresso** indicate **CX** e quelle di uscita indicate "al **tester**" non vanno fissate sul cir-



TL 084



BC 547
BC 557



DIODO
LED

Fig.8 Qui sopra riportiamo le connessioni dell'integrato TL.084 viste da sopra e con la tacca di riferimento rivolta verso sinistra. Anche le connessioni dei due transistor, cioè quelle del BC.547 che è un NPN e quelle del transistor BC.557 che è un PNP, sono viste da sopra. Vi ricordiamo che il terminale più lungo del diodo led è l'**Anodo**.



Fig.9 Più i condensatori elettrolitici sono vicini all'esaurimento, minore sarà il valore in microamper della corrente che leggerete sul Tester (vedi fig.11). Se un condensatore elettrolitico è in cortocircuito vedrete subito accendersi il diodo led DL1.

cuito stampato, ma direttamente sul mobile plastico, perchè serviranno per tenere bloccato il circuito stampato sul mobile.

Come potete vedere in fig.7, le **boccole CX** per l'**ingresso**, sempre del medesimo colore, andranno fissate vicino al vano **pila**.

Le **boccole d'uscita** andranno invece fissate sulla parte superiore del mobile, collocando la boccole **rossa** a sinistra e quella **nera** a destra.

Nei fori presenti sul circuito stampato inserite i perni di queste boccole, poi stringete i rispettivi dadi in modo che queste facciano un buon contatto con le **piste in rame** che contornano tali fori.

TARATURA dello STRUMENTO

La taratura di questo strumento è un'operazione semplicissima che riuscirete a portare a termine in pochi secondi.

Collegate innanzitutto alle **boccole d'uscita**, poste nella parte superiore del mobile plastico, un **tester** non importa se **analogico** o **digitale** rispettando la polarità **+/-**.



Fig.10 Per verificare se lo strumento legge regolarmente la ESR, collegate in serie al condensatore elettrolitico una resistenza ohmica da 1-10-100 ohm.

TABELLA N.1

Capacità	resistenza posta in serie		
	1 ohm	10 ohm	100 ohm
1,0 μ F	82 μ A	60 μ A	16 μ A
4,7 μ F	87 μ A	63 μ A	16 μ A
10 μ F	92 μ A	66 μ A	16 μ A
47 μ F	93 μ A	67 μ A	16 μ A
100 μ F	95 μ A	67 μ A	16 μ A
470 μ F	96 μ A	67 μ A	16 μ A
1.000 μ F	96 μ A	68 μ A	16 μ A

Fig.11 Se con una resistenza da 1 ohm sul tester leggerete circa 82-96 microamper, con una resistenza da 100 ohm leggerete una corrente di soli 16 microamper.

Se collegherete un **tester analogico** commutatelo sulla portata **100 microamper DC**.

Se collegherete un **tester digitale** commutatelo sulla portata dei **200 microamper DC**.

Come seconda operazione, collegate alle **boccole d'ingresso**, poste in basso sul mobile plastico, il condensatore elettrolitico da **100 microfarad** che abbiamo inserito nel kit, senza rispettare la polarità **+/-** dei due terminali.

Dopo aver alimentato il circuito, spostando la levetta del deviatore **S1** ruotate lentamente il cursore del **trimmer R21** fino a portare la lancetta dello strumento **microamperometro** sul fondo scala, vale a dire sui **100 microamper**.

Se avete collegato in uscita un **tester digitale**, dovrete ruotare il cursore del **trimmer R21** fino a far apparire sui **display** il numero **100**.

Ottenuta questa condizione, lo strumento è già pronto per svolgere la sua funzione, quindi dopo aver tolto dalle **boccole d'ingresso** il condensatore elettrolitico da **100 microfarad** usato per la taratura, potete controllare tutti gli **elettrolitici** che avete a portata di mano.

COME TESTARE lo STRUMENTO

Completato lo strumento, sarete ansiosi di collaudarlo non solo per stabilire se funziona correttamente, ma anche per verificare se corrisponde a verità quanto da noi detto, cioè che inserendo in **serie** ad un condensatore elettrolitico una **resistenza** di valore noto (vedi fig.10), sul Tester si leggerà una **corrente minore**, che indicherà lo stato di essiccamento della gelatina presente all'interno del condensatore.

Prima di **testare** dei condensatori elettrolitici, consigliamo di fare questa prova, cioè di **cortocircuitare** le due boccole d'ingresso **CX** e se tutto funziona correttamente vedrete **accendersi** il diodo led **DL1**.

Se malauguratamente **non** dovesse accendersi, potreste aver inserito nel circuito stampato i due terminali **A-K** in senso opposto al richiesto.

In fig.5 si nota che il terminale **A** va rivolto verso l'integrato **IC1**.

Il diodo led potrebbe **non** accendersi anche se per **errore** avete inserito nel vano riservato al transistor **BC.547** (vedi **TR3**) il transistor **pnp** siglato **BC.557** (vedi **TR2**).

Constatato che mettendo in cortocircuito le due boccole d'ingresso **CX** il diodo led **DL1** si accen-

de, potete prendere tutti gli **elettrolitici** che avete nel cassetto ed iniziare a collegarli uno alla volta ai due coccodrilli presenti sulle boccole d'ingresso per stabilire se sono ancora **efficienti**.

Se l'**elettrolita** non si è essiccato, vedrete la lancetta del Tester deviare all'incirca sui valori riportati nella **Tabella N.2**.

Come potrete notare, fino a **4,7 microfarad** leggerete una corrente di **90-95 microamper**, mentre per capacità superiori a **10 microfarad** leggerete una corrente che si aggira sui **100 microamper**.

TABELLA N.2

Capacità	microAmper
1,0 microF	90 microA
4,7 microF	95 microA
10 microF	100 microA
47 microF	100 microA
100 microF	100 microA
470 microF	100 microA
1.000 microF	100 microA

Disponendo di questo misuratore di **ESR** potete anche verificare su quale valore **microamper** si sposta la lancetta del **tester** collegando esternamente, in **serie** al vostro elettrolitico, delle resistenze ohmiche da **1-10-100 ohm** (vedi fig.10).

Come noterete nella **Tabella N.1**, quando la **ESR** di un qualsiasi condensatore **elettrolitico** si attesta sui **100 ohm** lo strumento non raggiunge mai il fondo scala, ma si attesta sui **15-16 microamper**.

I valori in **microamper** riportati in questa tabella sono approssimativi, perché come saprete la **toleranza** di capacità di un condensatore elettrolitico può raggiungere anche un **+/- 30%**.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per la realizzazione di questo progetto di **Misuratore di ESR** siglato **LX.1518** (vedi fig.5), compresi il circuito stampato e il **mobile plastico**, più 4 banane miniatura e 2 coccodrilli

Euro 21,00

A richiesta possiamo inviare anche il solo circuito stampato **LX.1518**

Euro 2,90

I prezzi sono già **comprensivi** di **IVA** ma **non** delle **spese di spedizione postale**.