

Questo strumento permette di eseguire misure molto precise di resistenze, induttanze e capacità. Il sistema di misura a ponte, diverso per ogni grandezza misurata, garantisce la massima precisione. L'indicazione dell'equilibratura è assicurata da uno strumento a zero centrale, la cui sensibilità è aumentata da opportuni amplificatori operazionali integrati. Un ingegnoso accorgimento limita l'amplificazione dei segnali troppo grandi, mentre la esalta ai segnali piccoli che si hanno in prossimità dell'equilibrio.



PONTE DI MISURA R-L-C

Per quanto risulti di manovra un pochino più complessa di un normale tester, un ponte fornisce risultati incomparabilmente più precisi, tanto che è ormai da molte decine d'anni lo strumento di misura principe del laboratorio, anche là dove si debbano tarare altri strumenti. Il vantaggio del ponte sugli altri tipi di strumenti è che la sua precisione non dipende da una taratura fatta di tanto in tanto, ma è sempre preciso quanto lo sono gli elementi di confronto usati per equilibrarlo.

Nell'UK 580/S il valore di una capacità o di un'induttanza «effettivi» è composto da due termini che per convenzione si definiscono termine «REALE» e termine «IMMAGINARIO». Il termine

REALE corrisponde alle perdite resistive ed il termine IMMAGINARIO alle effettive proprietà in corrente alternata.

Con l'aumentare della frequenza, l'influenza delle perdite si farà sentire in maniera sempre più forte, specie per le induttanze dove l'«effetto pelle» tenderà a diminuire la sezione utile per il passaggio della corrente aumentando così la resistenza del conduttore. L'insieme della parte reale e della parte immaginaria di una grandezza reattiva, ne formeranno l'effettiva resistenza al passaggio di una corrente alternata. Questa grandezza si chiama impedenza, si misura in ohm, e risulta dalla composizione secondo il teorema di Pitagora della parte resistiva e della parte reattiva supposte

rappresentate da vettori perpendicolari tra di loro. La resistenza opposta da una capacità o da un'induttanza prive di perdite al passaggio di una corrente alternata si chiamano rispettivamente «reattanza capacitiva (X_c)» e «reattanza induttiva» (X_L). Ambedue dipendono dalla frequenza in ragione diretta per le induttanze ed in ragione inversa per le capacità. In parole più semplici un'induttanza oppone una resistenza al passaggio della corrente alternata tanto maggiore quanto maggiore è la frequenza, mentre con la capacità il comportamento è inverso. Tali proprietà sono molto usate per formare circuiti il cui comportamento dipende dalla frequenza, ossia i cosiddetti filtri.

Circuiti base per i ponti di misura

Tutti i ponti, siano essi in corrente continua od in corrente alternata, sono fondamentalmente basati su un'indicazione di bilanciamento della tensione di uscita, che deve essere nulla. Derivano tutti dall'originale «ponte di Wheatstone», ancora oggi usato per la misura delle resistenze.

La configurazione del ponte di Wheatstone, mostrata in fig. 2, consiste in:

- 1) Quattro bracci resistivi connessi «a diamante», che comprendono la resistenza incognita e la resistenza campione
- 2) Una sorgente di energia elettrica alternata o continua, a seconda delle necessità

CARATTERISTICHE TECNICHE

Alimentazione dalla rete:
125 - 220 - 250 Vc.a. 50-60 Hz
Consumo: 2 W
Grandezze misurate: R.L.C.
Portate di misura: sette decadi per ciascuna grandezza e centesimi
Regolazione intermedia: in decimi del campo di misura
Precisione: 0,5%
Misura delle resistenze: da 0,1 Ω a 1 M Ω

Misura delle induttanze: da 10 μ H a 100 H
Misura delle capacità: da 5 pF a 100 μ F
Circuiti integrati impiegati: TBA820-T
FU6 A7776393 - L141B1
Diodi impiegati: 8x1N4002 -
6 x BAY71 - OA95
Zener impiegati: 2x1ZS13A-
oppure 1ZS12A
Dimensioni: 280x150x120 mm
Peso: 1750 g

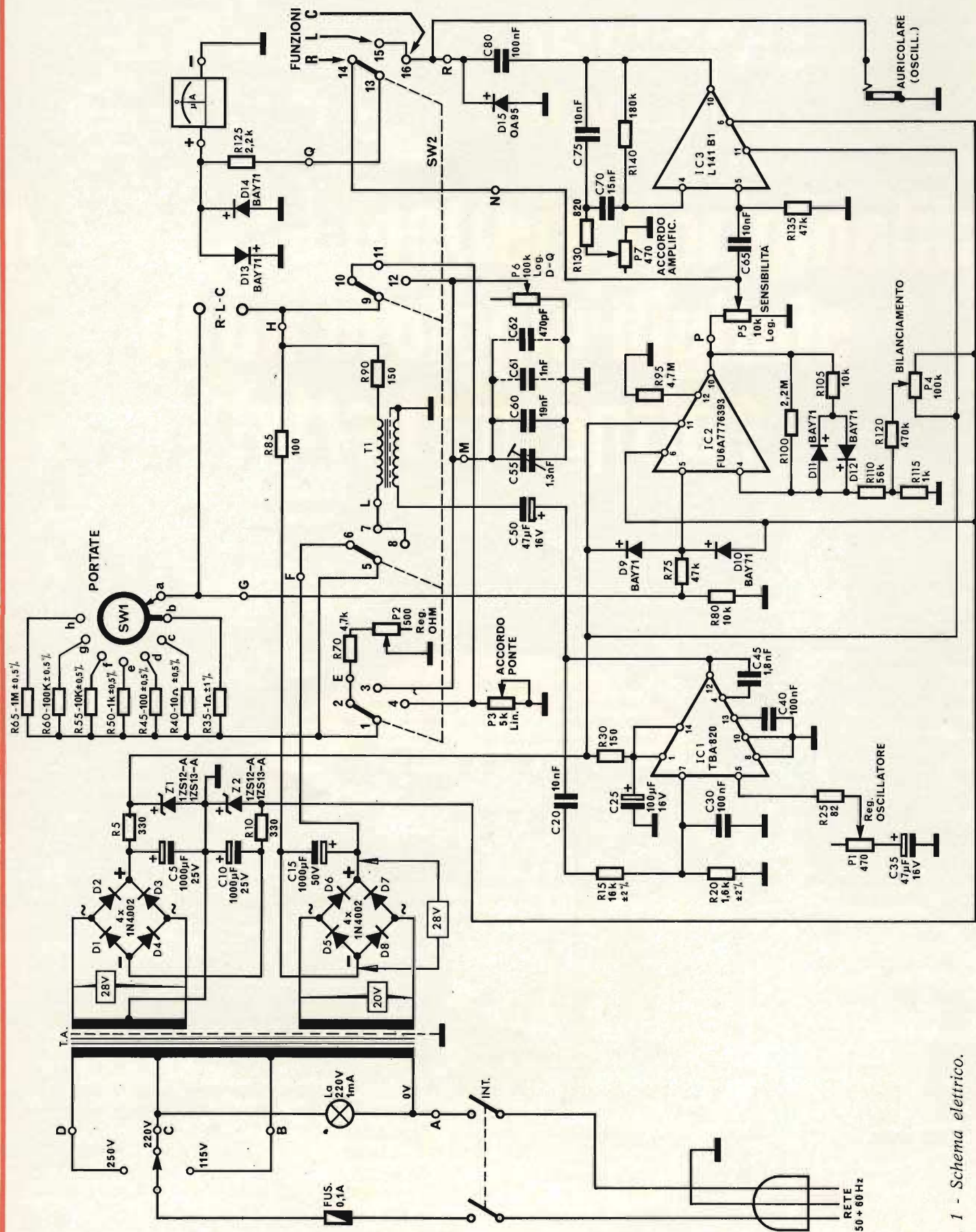


Fig. 1 - Schema elettrico.

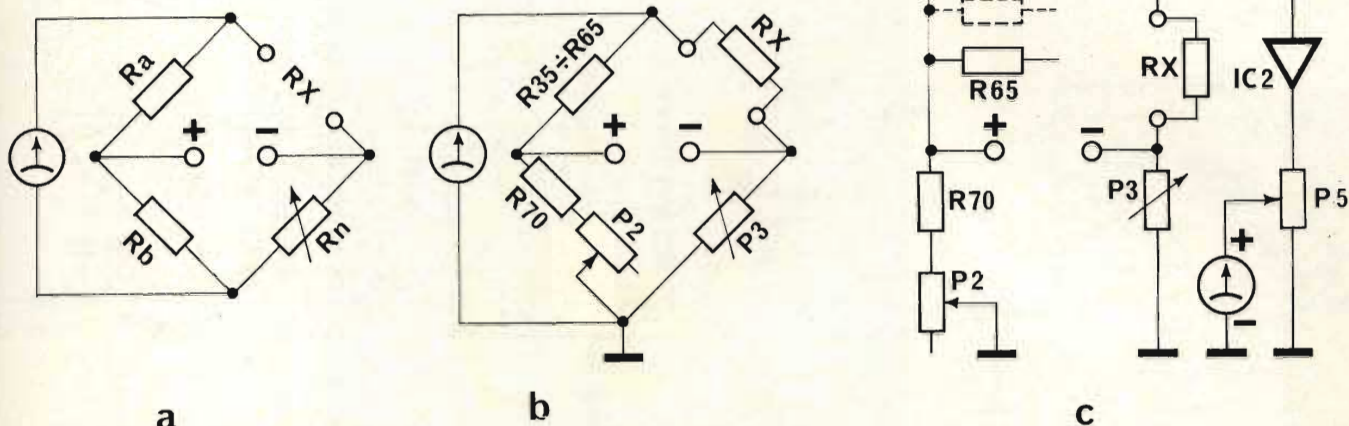


Fig. 2 - Misura delle resistenze.

3) Un indicatore di uscita che può consistere in un galvanometro, in una cuffia, oppure in un oscilloscopio.

A seconda dello scopo al quale sono destinati e dei particolari accorgimenti usati nel circuito, i ponti assumono nomi diversi, ma la disposizione mostra sempre chiaramente la derivazione dal ponte di Wheatstone.

Nella descrizione dell'apparecchio daremo le informazioni necessarie per individuare la funzione dei vari elementi ed il sistema usato per eseguirne il collegamento in funzione della grandezza che saranno chiamati a misurare.

DESCRIZIONE DELLO SCHEMA

Il ponte di misura si può predisporre mediante un apposito commutatore (SW2) in modo da formare tre schemi completamente diversi adatti ciascuno ad effettuare una delle tre misure R,L,C, per le quali il ponte è abilitato. Daremo per prima cosa le necessarie indicazioni per comprendere il funzionamento dei tre diversi ponti, partendo dai vari elementi effettivamente presenti in circuito, fino ad arrivare allo schema teorico del particolare ponte adottato.

Misura delle resistenze (Fig. 2). Si tratta del ben noto ponte di Wheatstone. Le quattro braccia sono formate rispettivamente dalla resistenza in prova, dal potenziometro P3, dalla resistenza R70 in serie col potenziometro P2 e dal gruppo di resistenze campione R35 ÷ R65 selezionabili mediante il commutatore SW1. (Fig. 2C).

Invece del solito galvanometro disposto su una delle diagonali del ponte, troviamo qui uno strumento dotato di amplificatore operazionale (IC2) che con un'opportuna rete di retroazione, viene a fornire una amplificazione di 32 dB sia per la corrente continua che per la corrente alternata necessaria per

le successive misure. Questo avviene solo per le tensioni molto piccole, in quanto per tensioni maggiori entra in funzione la rete supplementare di controreazione formata da D11 e D12 in serie con la resistenza R105. Entrando in conduzione i diodi, l'effetto della controreazione sarà quello di abbassare il guadagno in maniera proporzionale al segnale. Questo accorgimento è stato adottato per eliminare il bisogno del pulsante di aumento della sensibilità finora adottato nei ponti di misura. Infatti, se il ponte è fortemente squilibrato il segnale eccessivo allo strumento potrebbe danneggiarlo. Un tempo quindi si doveva cercare un equilibrio approssimativo con la sensibilità dello strumento opportunamente ridotta.

Ad un certo punto si premeva un pulsante che restituiva tutta la sensibilità all'indicatore.

Il sistema descritto invece elimina la necessità dell'indicatore a doppia sensibilità in quanto la regolazione è automatica e dipendente dal segnale. Una regolazione fornita da P5 si ritrova alla uscita dell'operazionale e serve ad adattare l'uscita di questo alla scala dello strumento.

Siccome la formula di equilibrio del ponte di Wheatstone è la seguente:

$$R_x = \frac{R_n R_a}{R_b} \quad (\text{fig. 2a})$$

Si vede che basterà cambiare il prodotto $R_n R_a$ per coprire una vasta gamma di valori resistivi, mentre R_b potrà rimanere costante.

R_n è formato da un gruppo di resistori fissi di alta precisione e stabilità denominati sullo schema con numeri che vanno da R35 ad R65. Questi valori resistivi si possono selezionare con un commutatore. Il campo lasciato libero tra i vari gradini di commutazione è

riempito dal potenziometro R_a (nello schema P3). Regolando questo potenziometro si può equilibrare il ponte ottenendo una copertura continua, in quanto il valore inserito in circuito dal potenziometro interviene come fattore e non come addendo. E' necessario che la variazione di questo potenziometro sia **perfettamente lineare** e che la sua stabilità sia ottima sia nel tempo che rispetto alle variazioni di temperatura, altrimenti i valori indicati sulla scala tenderebbero a scostarsi da quelli veri. R_b è fornita di un potenziometro in serie serie semifisso, P2 che serve a centrare l'equilibrio del ponte in modo che la scala di P3 non risulti spostata. Tale centratura si effettua per mezzo di una **resistenza campione** di $1000 \Omega \pm 1\%$ fornita insieme allo strumento.

La taratura fatta per questa resistenza campione sarà valida per tutte le posizioni del ponte, entro i limiti delle tolleranze ammesse.

L'alimentazione in corrente continua della seconda diagonale del ponte viene fatta prelevando dal secondario del trasformatore di alimentazione una tensione alternata che viene in seguito rettificata dal ponte D5, D6, D7, D8 e livellata da C15. Non è necessario che questa tensione sia stabilizzata in quanto, come si vede dalla formula del ponte, il suo valore non interviene a determinare la precisione della misura. Potrà soltanto influire sulla sensibilità dello strumento, ma questa è già molto grande ed eventualmente regolabile per mezzo di P5. L'alimentatore fornisce una tensione di circa 25 V ed una corrente massima di 100 mA. L'amplificatore operazionale per le misure di resistenza è alimentato, insieme agli altri, da cui funzione chiariremo in seguito, da un'altra sezione del secondario del trasformatore di alimentazione, la cui tensione viene raddrizzata dal ponte D1, D2, D3, D4, livellata da

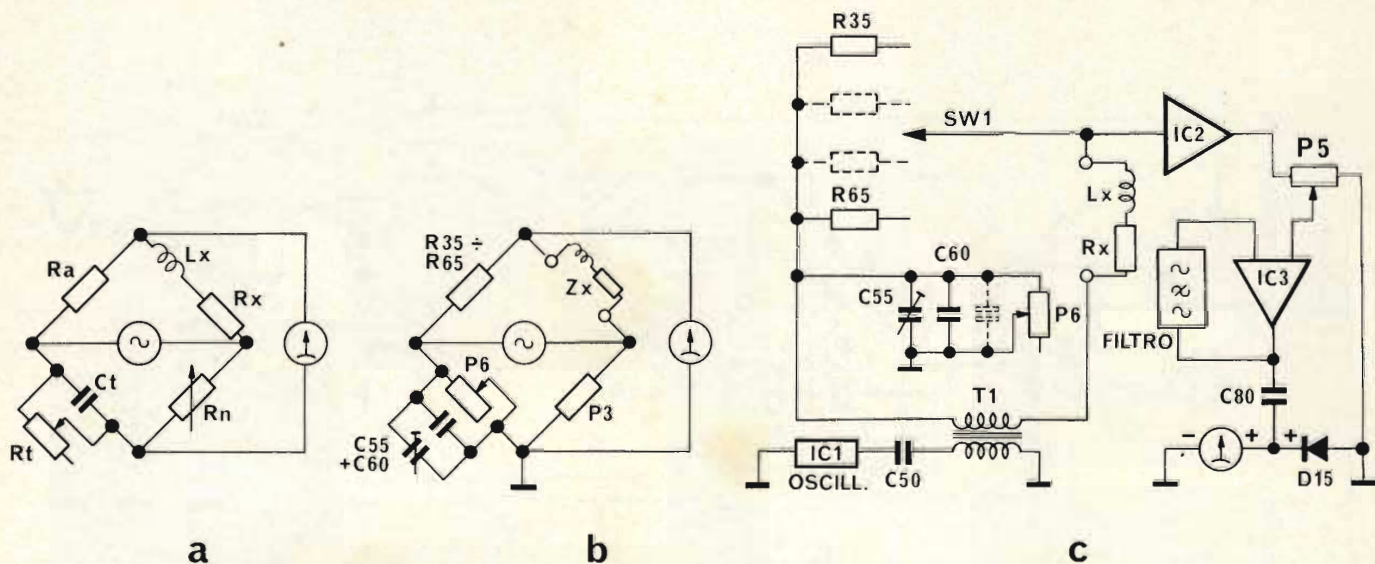


Fig. 3 - Misura delle induttanze.

C5 e C10 e stabilizzata dagli Zener Z1 e Z2 rispettivamente in serie alle resistenze R5 ed R10. Infatti gli amplificatori operazionali hanno bisogno di una tensione di alimentazione assolutamente stabile con un valore positivo ed uno negativo, con zero centrale. Il valore della tensione di alimentazione è dato dalla tensione di Zener di Z1 e di Z2.

Misura delle induttanze (Fig. 3)

Come abbiamo già accennato la misura di valori dinamici dei componenti deve essere eseguita in corrente alternata. La prima differenza che si riscontra quindi rispetto allo schema precedentemente descritto è la sostituzione della sorgente di tensione continua sulla seconda diagonale, con una sorgente a tensione alternata di frequenza fissa (circa 1.000 Hz). La frequenza di 1.000 Hz è stata scelta in quanto costituisce il riferimento standard per varie grandezze in bassa frequenza, come per esempio l'impedenza delle bobine degli altoparlanti. Ciò non toglie che i valori delle induttanze misurati saranno validi per qualsiasi frequenza. Tale costanza non vale però per i coefficienti di bontà, per cui è stato ritenuto inutile dare una scala per questi, limitandosi a fornire una regolazione non tarata atta ad equilibrare la parte resistiva o reale dell'induttanza a garanzia di una migliore esattezza della misura della parte reattiva od immaginaria. Per la misura esatta del coefficiente di bontà esistono appositi strumenti, i Q-metri, che eseguono la misura all'effettiva frequenza alla quale la bobina dovrà funzionare. Infatti il Q o coefficiente di bontà o di smorzamento dipende da troppi elementi connessi alla costruzione della bobina, che non permettono l'extrapolazione esatta per valori di frequenze diversi da quella di misura.

Un'altra differenza rispetto al ponte resistivo consiste nell'adozione di una ulteriore amplificazione, di tipo selettivo effettuata dal circuito operativo IC3 sul segnale prelevato dalla prima diagonale del ponte.

Il segnale di azzeramento risulta alternativo e quindi esso deve essere rivelato prima di essere applicato allo strumento di misura, che funziona a corrente continua. A tale scopo si è previsto il circuito di rivelazione formato dal diodo D15 e dal condensatore C80.

Un ponte costruito secondo lo schema di fig. 3 si chiama «ponte di Maxwell».

Gli elementi di equilibratura sono gli stessi di quelli usati per il ponte di Wheatstone (P3 ed il gruppo decadico comprendente le resistenze che vanno da R35 ad R65).

La regolazione della scala viene fatta da P6 che porta in parallelo una o più capacità destinate ad equilibrare la parte reattiva. Una di queste capacità è variabile e serve a posizionare l'indicazione della scala di P3 in modo analogo a quanto fatto per le resistenze, mentre il potenziometro P6 può essere regolato dal quadro per equilibrare la parte resistiva. Solo quando l'effetto della componente resistiva sarà esattamente equilibrato, l'indicazione dell'induttanza sarà quella vera, in caso contrario il minimo avverrà in corrispondenza di un valore diverso, che sarà dato dall'impedenza ossia dalla radice quadrata della somma dei quadrati della resistenza di perdita e della reattanza induttiva a 1000 Hz. **E' quindi molto importante continuare a regolare P6 e P3 durante la misura dell'induttanza fino ad ottenere un'indicazione che sia il minimo dei minimi.**

L'alimentazione del ponte avviene per mezzo di un oscillatore avente come elemento attivo il circuito integrato lineare IC1, il quale oscilla grazie al segnale di reazione che si fa arrivare all'entrata

non invertente attraverso il filtro selettivo a ponte di Wien formato da C20, R15, R20 e C30. Siccome la frequenza di oscillazione dipende anche dall'amplificazione dell'elemento attivo, si agisce su questa mediante P1 per regolarla entro certi limiti.

L'equazione del ponte di Maxwell è la seguente:

$$LX = R_n R_a C_t \quad (\text{fig. 3a})$$

e l'equilibratura dipende come nel caso precedente dal prodotto di R_n e di R_a , quindi valgono le medesime considerazioni fatte in precedenza.

Il valore R_x che si vede disposto in serie all'induttanza nella fig. 3 dipende dal coefficiente di bontà (Q) della bobina, e viene equilibrato e quindi eliminato dalla manovra di R_t ossia del potenziometro P6.

Il vantaggio di questo schema è che esso non necessita di confrontare l'induttanza con un campione dello stesso tipo, ma con una reattanza di segno opposto come quella fornita da un condensatore.

Misura delle capacità (Fig. 4)

Pur essendo concettualmente analoga a quella delle induttanze, la misura delle capacità richiede uno schema diverso, in quanto ora si devono confrontare reattanze dello stesso tipo. Il tipo di ponte adottato è quello di De Sauty. In questo caso si considerano le correnti di perdita di un condensatore come se esse passassero attraverso una resistenza in parallelo al condensatore ideale. Infatti le perdite sono un by-pass attraverso l'isolatore perfetto che dovrebbe essere il condensatore per la corrente continua. Notare che per l'equilibratura del ponte ci si avvale sempre dei medesimi elementi, ossia le decadi $R35 \div R65$ ed il potenziometro P3, disposti però in maniera diversa nel «diamante» del ponte.

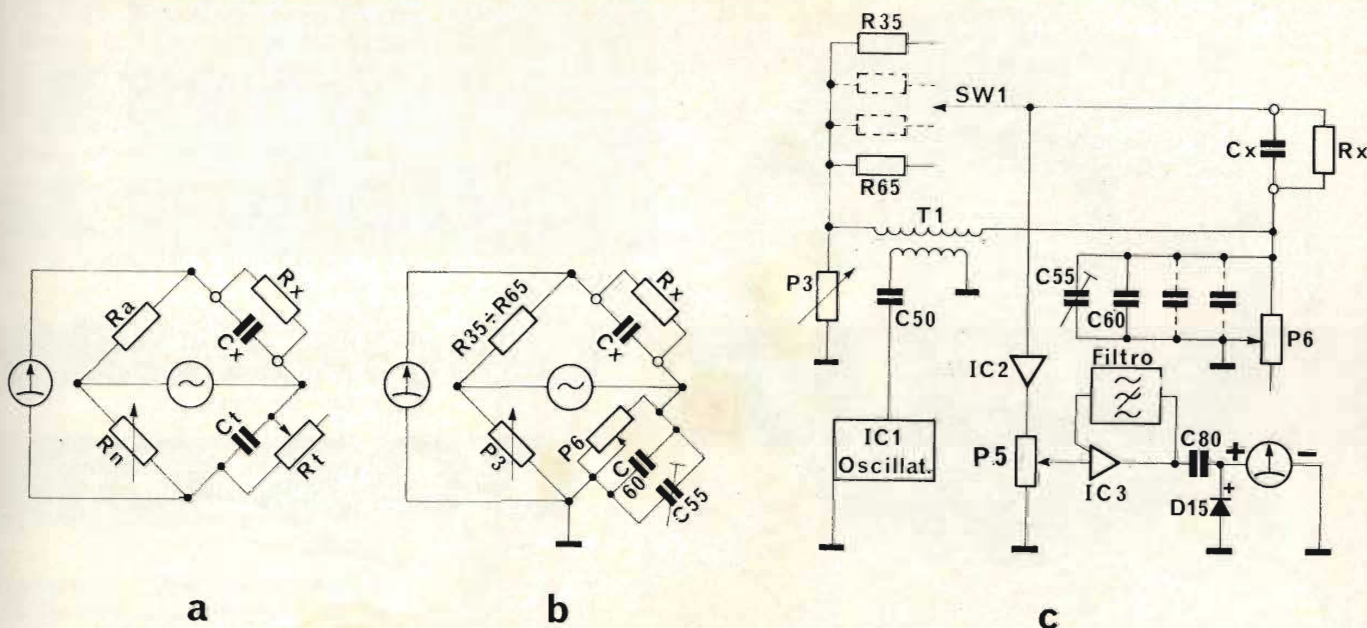


Fig. 4 - Misura delle capacità.

Anche il gruppo delle capacità C55-C60 ed eventuali altre aggiunte per centrare la scala, in parallelo al potenziometro P6 per equilibrare la componente resistiva sono gli stessi che nel caso precedente. Siccome anche il risultato della taratura vale anche per le induttanze, basta effettuare la taratura soltanto con la capacità campione di $1000 \text{ pF} \pm 1\%$ fornita nel kit. Nei condensatori, di solito, la componente resistiva è meno importante che nelle induttanze, quindi, pur essendo il procedimento di misura analogo, si ravviserà la necessità di un minore uso del potenziometro P6.

In questo caso l'equazione del ponte sarà la seguente:

$$C_x = \frac{R_n C_t}{R_a} \quad (\text{fig. 4a})$$

Questa volta non abbiamo il prodotto di R_n ed R_a ma il loro rapporto, e questo fatto si noterà nell'andamento inverso della scala delle capacità rispetto a quella delle resistenze e delle induttanze.

CIRCUITI ACCESSORI

Dell'amplificatore operazionale inserito tra l'uscita del ponte e lo strumento indicatore nella misura delle resistenze abbiamo già parlato.

Quando i due diodi D11 e D12 entrano in piena conduzione per segnali molto forti, la resistenza di controreazione R105 diventerà pari alla resistenza d'ingresso R80. Siccome il coefficiente di amplificazione di un amplificatore operazionale dipende dal rapporto di queste due resistenze, essendo tale rapporto uguale ad 1 anche il guadagno sarà unitario, ossia avremo un guadagno in tensione di 0 dB. Naturalmente avremo un guadagno in corrente, che è dovuto al

diversivo valore delle resistenze di ingresso e di uscita sulle quali la tensione si sviluppa. La prima è molto alta e quindi la corrente all'ingresso sarà molto bassa, mentre la seconda è molto bassa e si avrà l'effetto inverso. La protezione dell'ingresso del circuito integrato contro le sovratensioni è svolta dai due diodi D9 e D10 che non permettono alla tensione d'ingresso di superare quella di alimentazione sia in senso positivo che in senso negativo.

Nei due ponti in corrente alternata l'alimentazione avviene attraverso il trasformatore T1 che è costruito in modo speciale, su nucleo ad olla in ferrite, per evitare dispersioni di flusso e con schermatura elettrostatica a massa tra il primario ed il secondario per evitare accoppiamenti capacitivi non simmetrici che potrebbero alterare la precisione della misura.

Il segnale alternativo di alimentazione del ponte è generato da un oscillatore sinusoidale molto stabile al variare del carico grazie alla bassa impedenza di uscita dell'amplificatore operazionale IC1 che è usato come elemento attivo.

Un altro circuito integrato (IC3) è usato per amplificare in modo selettivo il segnale proveniente dall'amplificatore a larga banda IC2.

Lo schema nel quale è collegato IC3 forma un cosiddetto «filtro attivo» nel quale si provvede sia alla selezione di una particolare frequenza che alla sua amplificazione. Siccome la selezione della frequenza è effettuata in controreazione dal filtro ad arresto di banda formato da R140, C75, C70, R130, P7, il suo effetto sull'uscita sarà esaltato con un aumento del Q e quindi della selettività e del guadagno massimo in tensione.

Il filtro è chiamato usualmente «trappola a T pontato».

Il potenziometro P7 varierà la frequenza centrale della banda passante del

filtro, permettendone l'esatta sintonizzazione con la frequenza generata dall'oscillatore e quindi la massima sensibilità dell'indicatore di zero.

Lo strumento indicatore è protetto dai sovraccarichi dalla coppia di diodi D13 e D14.

Siccome l'orecchio umano è un indicatore sensibilissimo, molto più di un galvanometro, per effettuare misure di azzeramento precise in corrente alternata, si è prevista anche una presa per cuffia o auricolare. La scomparsa del fischio indicherà l'equilibratura del ponte.

(Nel caso di incertezza del punto d'azzeramento si può utilizzare un oscilloscopio e azzerare per il minimo di altezza del segnale residuo).

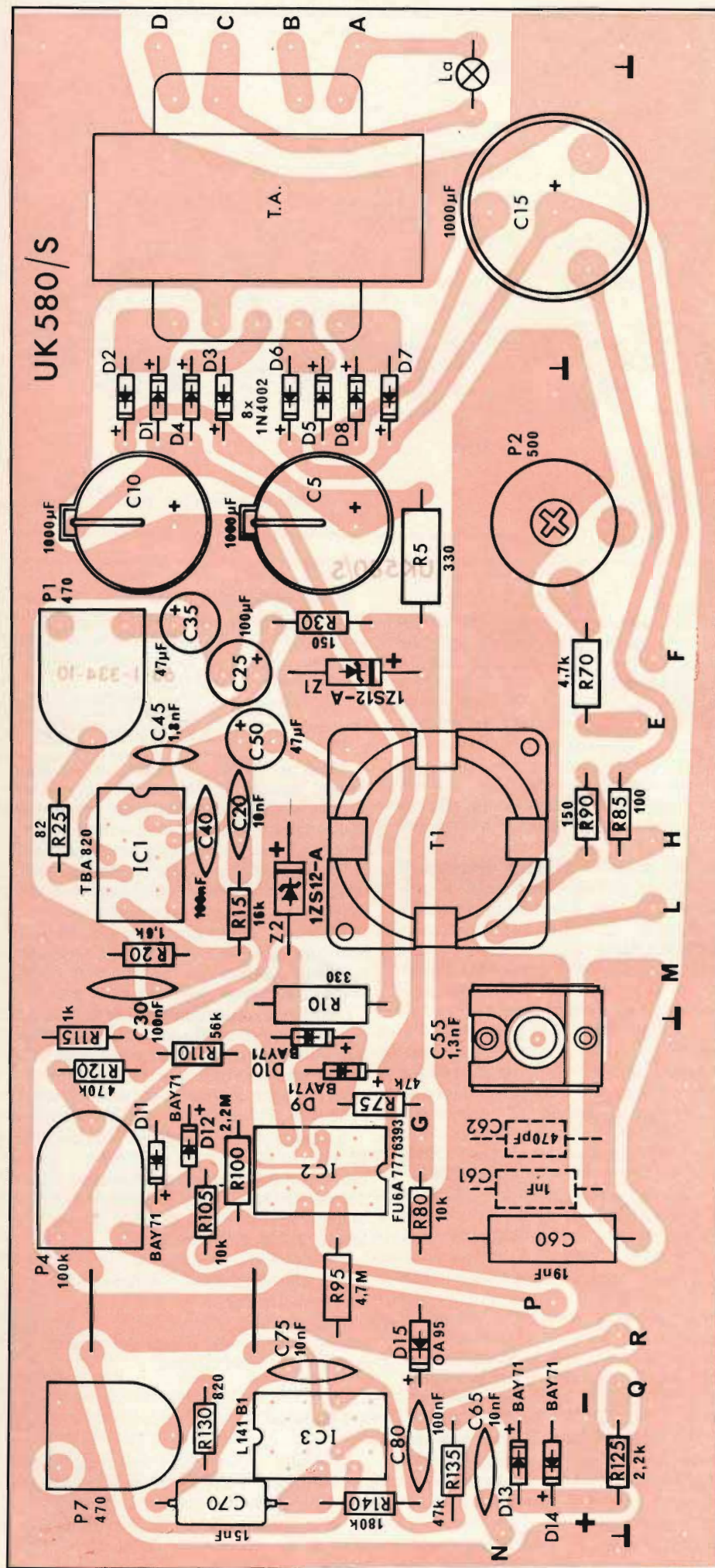
L'alimentazione complessiva dello strumento avviene dalla rete elettrica con possibilità di scelta tra tre tensioni diverse selezionabili con un cambiaterensione. Le tre tensioni di rete possibili sono 115, 220 e 250 V.

La frequenza di rete può essere sia di 50 che di 60 Hz. Un interruttore generale bipolare interrompe ambedue i conduttori di rete, in quanto non è possibile prevedere quale dei due fili sarà la fase e quale il neutro.

Un fusibile protegge la rete contro guasti che si possono verificare all'interno dello strumento, ed una lampada spia indica quando l'apparecchio è acceso. La presa di rete è dotata di contatto di massa anti-infortunistico.

MECCANICA

Il ponte universale è costruito entro un contenitore metallico della nuova linea di strumenti Amtron, ormai già ricca di numerosi tipi adatti a svariate possibilità di misure elettriche ed elettroniche.



Il circuito è montato in gran parte su di un unico circuito stampato che garantisce al montaggio un aspetto ordinato e caratteristiche costanti.

Inoltre la disposizione su circuito stampato permette di evitare gli errori di cablaggio che un tempo erano così frequenti.

Sul pannello anteriore del contenitore sono disposti tutti i comandi necessari al funzionamento del ponte, e precisamente:

- 1) Lo strumento indicatore che permette la lettura dell'azzeramento della corrente sulla diagonale di misura del ponte.
- 2) Il regolatore della sensibilità che esegue un dosaggio della corrente trasmessa allo strumento, in modo da non superare mai le sue prestazioni massime.
- 3) Il regolatore D-Q che permette di neutralizzare le componenti di perdita nella misura delle induttanze e delle capacità.
- 4) Il selettore di scala, mediante la cui manovra si sceglie l'estensione del campo di misura (RANGE).
- 5) Il verniero, P3 che permette di percorrere con continuità il campo di misura delimitato dal selettore di scala.
- 6) Il selettore di funzione, che permette di scegliere il tipo di grandezza da misurare (resistenza, induttanza o capacità).
- 7) Le prese d'ingresso alle quali va connesso l'elemento da sottoporre a misura.
- 8) La presa per la cuffia che è un utile accessorio per l'esatto azzeramento in corrente alternata.
- 9) La lampada di segnalazione di strumento acceso.
- 10) L'interruttore generale di rete.

Sul pannello posteriore troviamo il conduttore di allacciamento alla rete con presa di massa di sicurezza, il fusibile di protezione ed il cambiamentoni.

TARATURA DELLO STRUMENTO

Dopo aver effettuato un'ultima accurata verifica del montaggio elettrico e meccanico ed esserci accertati che non sussistano errori di qualsiasi genere, accertarsi che la tensione disponibile sulla rete corrisponda a quella segnata dal cambiamentoni. Infilare quindi la spina nella presa ed accendere lo strumento. Prima di dare corrente si sarà provveduto ad azzerare meccanicamente l'apparecchio indicatore agendo sulla vite sottostante alla scala, attraverso l'apposito foro praticato nella mascherina anteriore.

Fig. 5 - Disposizione dei componenti sulla basetta a circuito stampato.

**per
essere
ascoltati...
MEGAFONO
MG 200**



RCF

42029
S. Maurizio REGGIO EMILIA
Via Notari
Tel. (0522) 40.141 - 33.346
5 linee
20149 MILANO
Via Alberto Mario 28
Tel. (02) 468.909 - 463.281

MICROFONI ■ DIFFUSORI A TROMBA ■ COLONNE SONORE ■ UNITA' MAGNETODINAMICHE ■ MISCELATORI ■ AMPLIFICATORI BF ■ ALTOPARLANTI PER HI-FI ■ COMPONENTI PER HI-FI ■ CASSE ACUSTICHE

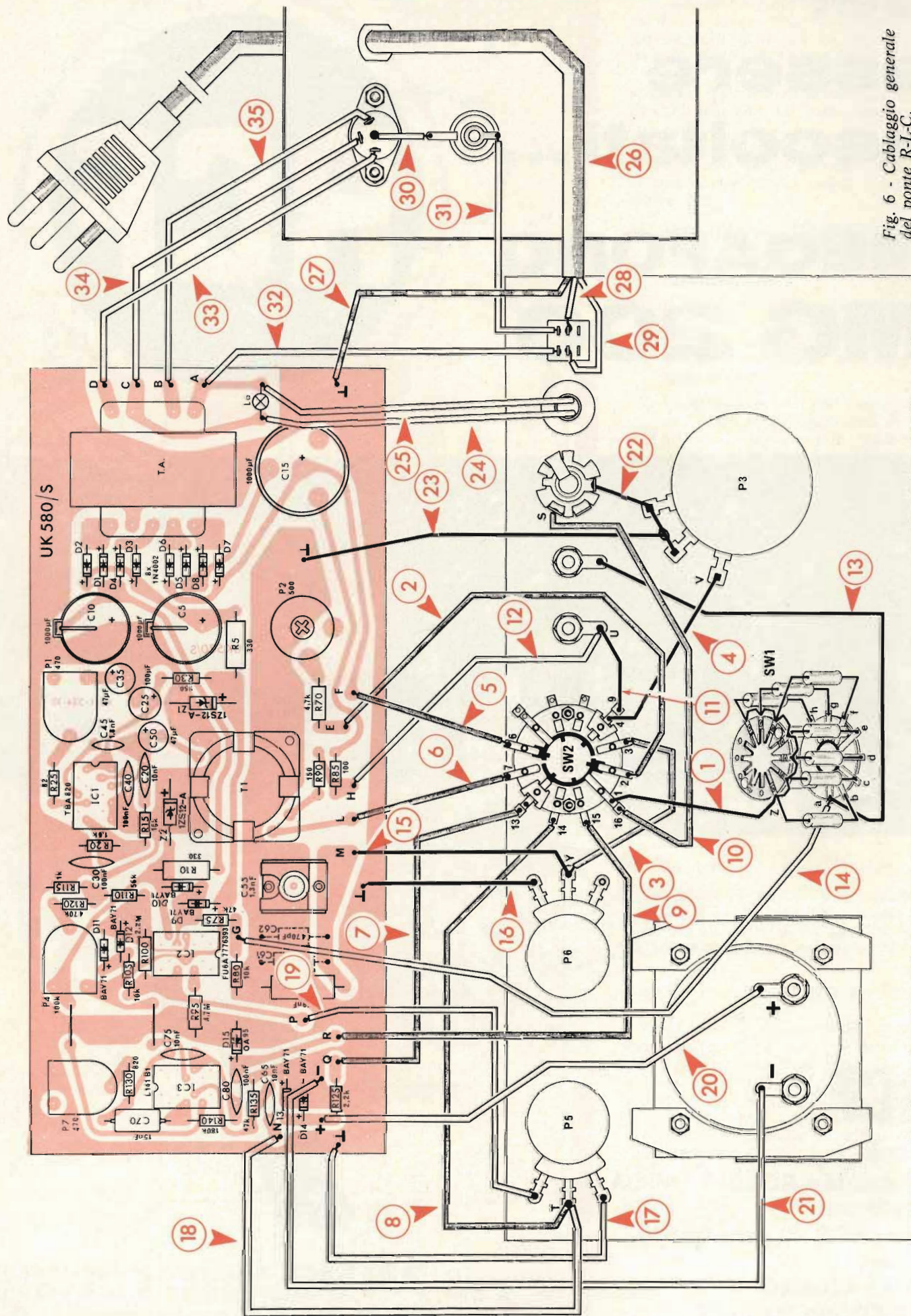
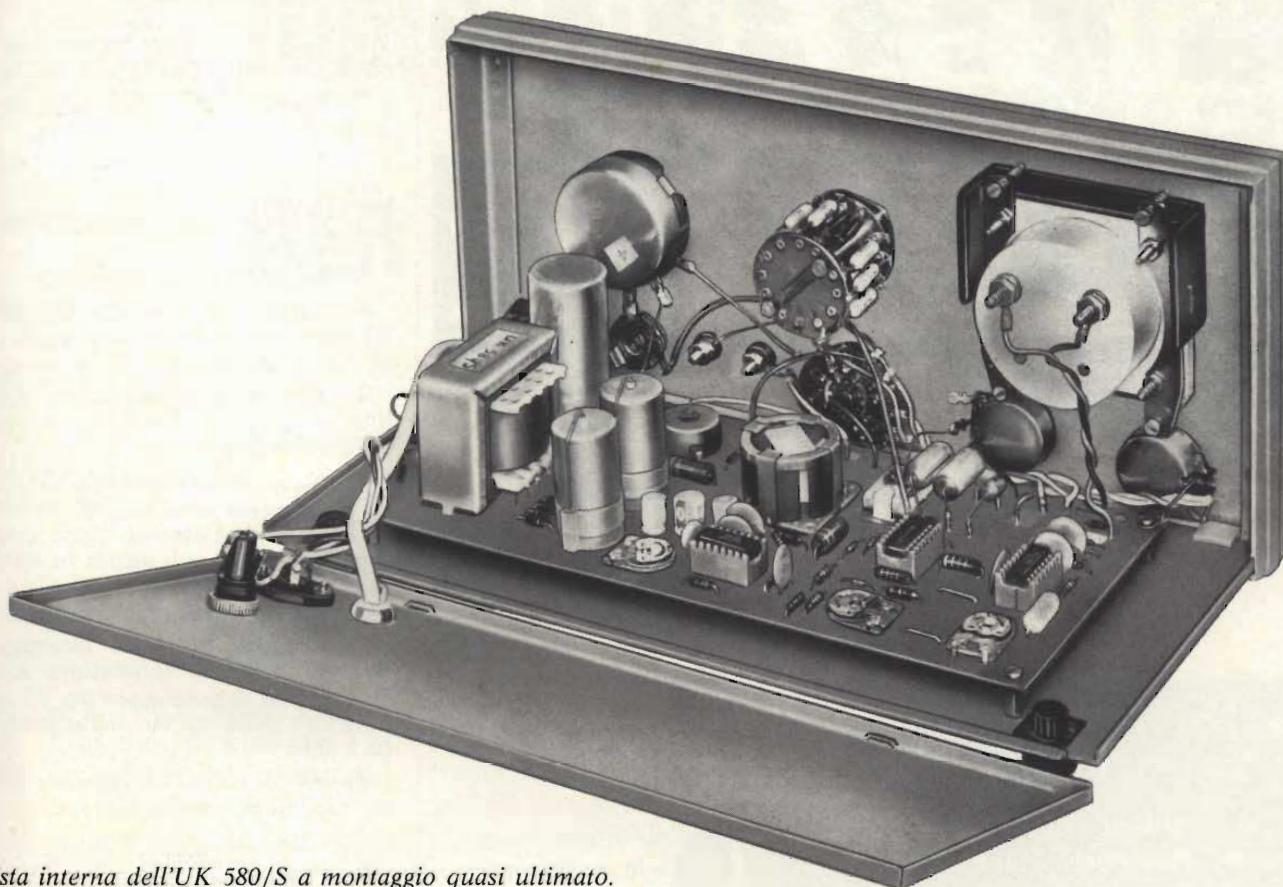


Fig. 6 - Cablaggio generale
del ponte R-L-C.



Vista interna dell'UK 580/S a montaggio quasi ultimato.

Taratura elettrica

- 1) Accendere lo strumento.
Mettere il commutatore RLC su R.
Cortocircuitare fermamente i terminali di ingresso del ponte.
Posizionare la manopola a indice a fondo corsa in senso antiorario.
Posizionare il commutatore di portata sulla scala 1 M Ω .
Portare la sensibilità al massimo.
Agendo sul potenziometro P4 azzerare lo strumento indicatore.
- 2) Disporre il selettore di funzioni su C girare di una o due divisioni il comando SENSITIVITY.
- 3) Portare il commutatore RANGE su 100 μ F.
- 4) Portare il regolatore P3 su un punto intermedio della scala.
- 5) Regolare il potenziometro dell'oscillatore P1 fino ad ottenere la massima indicazione dello strumento indicatore verso destra.
- 6) Regolare l'accordo dell'amplificatore selettivo P7 fino ad ottenere la massima indicazione. Se lo strumento tende ad andare verso fondo scala abbassare il livello del comando SENSITIVITY.
- 7) Ripetere le operazioni suddette fino ad ottenere la massima indicazione dello strumento con il comando sensitivity sempre alla stessa posizione. In questo modo avremo portato in sintonia la frequenza dell'oscillatore e quella dell'amplificatore selettivo.

- 8) Portare il selettore di funzioni su R.
- 9) Posizionare il selettore di portata su 1 k Ω .
- 10) Portare la manopola di P3 in posizione 10.
- 11) Connettere alle boccole d'ingresso la resistenza campione da 1 k Ω fornita insieme allo strumento.
- 12) Azzerare lo strumento indicatore agendo sul potenziometro semifisso P2. In questo modo avremo tarato lo strumento per la scala delle resistenze.
- 13) Portare il commutatore di funzioni su C e connettere ai morsetti la capacità campione da 1000 pF.
- 14) Portare il comando D-Q a fondo scala in senso orario.
- 15) Portare il commutatore di portata sulla scala 1 nF.
- 16) Portare la manopola del potenziometro P3 in posizione 5 circa.
- 17) Regolare il trimmer P4 fino ad ottenere un massimo nell'indicazione dello strumento.
- 18) Portare la manopola di P3 all'indicazione 10.
- 19) Agire sul trimmer capacitivo C55 fino ad ottenere un minimo dell'indicazione dello strumento. Provare a connettere una alla volta tra gli appositi ancoraggi le capacità supplementari C61 e C62. **Per effettuare la saldatura togliere corrente all'apparecchio.** Verificare in quali condizioni si ottiene il minimo dei minimi nell'indicazione dello

strumento. Bisognerà fare tre prove: una con solo C61, una con solo C62 ed una con ambedue i condensatori, regolando ogni volta il trimmer C55 e tenendo nota dei minimi via via ottenuti. Lasciare come definitiva la sistemazione che permette di avvicinare al massimo l'indice allo zero.

In questo modo si ottiene la taratura dello strumento sia per le capacità che per le induttanze.

COME SI USA IL PONTE RLC Misura delle resistenze

- 1) Accendere lo strumento mantenendo al minimo (antiorario) il regolatore SENSITIVITY.
- 2) Portare il selettore di funzione su R.
- 3) Collegare la resistenza incognita ai morsetti.
- 4) Aumentare la sensibilità fino ad ottenere un'indicazione prossima alla metà del campo di misura dell'indicatore. Agire sul commutatore RANGE fino ad ottenere la minima indicazione e su P3 fino ad azzerare l'indicatore. Aumentare via via la sensibilità ed affinare la misura con successive manovre di P3 per ottenere l'azzeramento.
- 5) Leggere il valore ottenuto. La scala di P3 porta l'indicazione in decimi del campo indicato da RANGE. Per esempio si ottiene lo zero per un valore di RANGE 10 k Ω , con P3 in posizione 7,3; il valore della resistenza incognita sarà $10.000 \times 0,73 = 7.300 \Omega$.

La



TORINO

**per favorire ancor
più la clientela
comunica**

In via **Chivasso** n° 10
Tel. 237.676

Oltre ai normali problemi,
possiamo risolvere tutti
quelli che riguardano le an-
tenne TV.

In via **Nizza** n° 34
Tel. 655.765

Vi attendono: un ampio self-
service per le più disparate
esigenze; vaste esposizioni
dei prodotti Hi-Fi; un effi-
ciente reparto CB.

GBC componenti per
l'elettronica - sale di esposi-
zione e dimostrazione - gam-
ma completa di prodotti:

GBC

SONY
WEGA



BOUYER ELAC

Misura delle induttanze

- 1) Accendere lo strumento con il comando «SENSITIVITY» al minimo.
 - 2) Posizionare il selettore di funzioni su L.
 - 3) Portare il regolatore D-Q a fondo scala in senso orario.
 - 4) Connettere ai morsetti l'induttanza da misurare.
 - 5) Portare P3 sul valore 5.
 - 6) Regolare il comando SENSITIVITY fino a portare lo strumento a fondo scala circa.
 - 7) Girare il commutatore RANGE fino ad ottenere la minima indicazione dello strumento.
 - 8) Agire sulla manopola di P3 fino ad ottenere la minima indicazione poi su D-Q e verificare se l'indicazione si abbassa ancora, poi ancora su P3 e così via fino ad ottenere il minimo dei minimi di indicazione sullo strumento.
 - 9) Leggere il valore ottenuto. Per esempio troviamo il selettore RANGE su 10 H ed il potenziometro P3 su 4,6. Il valore della nostra induttanza sarà: $10 \times 0,46 = 4,6 \text{ H}$.
- Se non si riesce ad ottenere il minimo l'induttanza è interrotta.

Misura delle capacità

- 1) Accendere lo strumento con il comando SENSITIVITY al minimo.
 - 2) Posizionare il selettore di funzioni su C.
 - 3) Posizionare il selettore D-Q a fondo scala in senso orario.
 - 4) Connettere ai morsetti la capacità da misurare.
 - 5) Portare P3 al valore 5.
 - 6) Regolare il comando SENSITIVITY fino a portare l'indice dello strumento all'incirca a fondo scala.
 - 7) Girare il comando RANGE fino ad ottenere la minima indicazione dello strumento.
 - 8) Agire sulla manopola di P3 fino ad ottenere la minima indicazione, quindi agire su D-Q e verificare se l'indicazione si abbassa ancora, poi ancora su P3 e così via fino ad ottenere il minimo dei minimi di indicazione dello strumento. Per le capacità in genere la manovra di D-Q provoca effetti meno visibili che per le induttanze, salvo che per condensatori con perdite particolarmente alte.
 - 9) Leggere il valore ottenuto. Per esempio troviamo che il selettore RANGE è su 10 nF = 10.000 pF e l'indicazione di P3 è 8,9. Il valore della capacità sarà:
 $10.000 \times 0,89 = 8.900 \text{ pF} = 8,9 \text{ nF}$.
- Se non si riesce ad effettuare la misura la capacità è in cortocircuito.

N.B. Le scatole di montaggio AM-TRON sono distribuite presso tutti i punti di vendita GBC in Italia.