

Certo che non tutti, radioriparatori o hobbisti, che dispongono di un piccolo laboratorio possono permettersi il lusso di acquistare sofisticati strumenti necessari per controllare i montaggi o effettuare riparazioni tecniche, e le ragioni sono sempre le solite; se si desidera acquistare uno strumento dotato di particolari caratteristiche bisognerebbe pagare cifre sbalorditive, accontentandosi invece di qualcosa di molto più economico, ci si accorge subito che questo serve a ben poco.

Per risolvere tale problema abbiamo pensato di proporvi un wattmetro da poter considerare «semiprofessionale», in quanto, a differenza di molti altri tipi, non dispone solo di una semplice resistenza di carico e di un normale diodo raddrizzatore, ma di un completo voltmetro in alternata, per poter rivelare solo ed esclusivamente un segnale di BF, escludendo eventuali residui di tensione conti-

Con la potenza minima di 1 watt, da noi prevista, avremo invece la possibilità di controllare anche il rendimento di eventuali stadi finali di radio e registratori portatili, in quanto con tale portata abbiamo la possibilità di leggere con la massima precisione, potenze sull'ordine di 0,1-0,3 e 0,5 watt.

Concludendo, aggiungiamo ancora che questo strumento dispone di un proprio carico interno da 4 o 8 ohm 100 watt, e questo ci permette di collaudare e riparare qualsiasi impianto amplificatore, senza dover applicargli in uscita un'appropriata cassa acustica completa di altoparlante, e quindi di lavorare in silenzio.

Dei quattro diodi led posti sul pannello frontale, due ci serviranno per indicarci per quale impedenza di carico è stato predisposto il wattmetro, se 4 o 8 ohm, e due per stabilire se risulta inserito oppure no il carico interno.

## WATTMETRO AUDIO

**Se riparate o realizzate amplificatori Hi-Fi, è indispensabile che nel vostro laboratorio ci sia un wattmetro di BF, e se ancora non lo possedete è arrivato il momento di costruirne uno.**

**Il progetto che vi proponiamo con le sue cinque portate fondo scala, e cioè 1-5-10-50-100 watt, con un'elevata banda passante da 10 Hz a 100.000 Hz e con la possibilità di misurare la potenza anche con l'altoparlante inserito, soddisferà ogni vostra aspettativa.**

nua, che potrebbero risultare presenti sui terminali di uscita dell'amplificatore.

Inoltre per evitare di leggere tensioni dovute a frequenze spurie che non rientrano nella gamma audio, la banda passante di tale wattmetro è stata volutamente ristretta da 10 a 100.000 Hz, e a questo dobbiamo aggiungere che per ottenere una maggiore precisione di lettura lo abbiamo dotato di cinque portate fondo scala e cioè 1-5-10-50-100 watt.

La massima potenza misurabile di 100 watt, è da considerare più che sufficiente per usi normali, in quanto, i più diffusi amplificatori per uso domestico risultano da 30-40-50 e 60 watt, e solo raramente se ne trovano da 80-100 watt. Ci riferiamo ovviamente a **watt efficaci**, perché ben presto vi accorgete che molti amplificatori con sopra riportato 80-100 watt non meglio specificati, in pratica ne erogano soltanto 40-55.

### SCHEMA ELETTRICO

Dopo aver sommariamente descritto le principali caratteristiche di questo wattmetro, il cui schema elettrico è stato riportato in fig. 1, passiamo ora a descriverne il funzionamento.

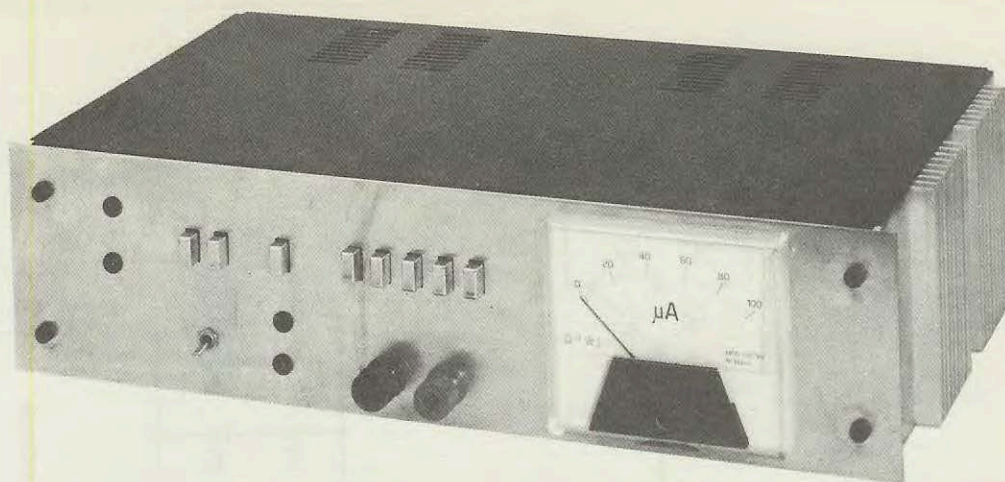
Il segnale prelevato sull'uscita dell'amplificatore verrà applicato sulle due bocche «entrata segnale» ai capi del quale è posto il partitore resistivo composto dalle resistenze da R1 a R5.

Ruotando il commutatore S1, potremo selezionare la portata fondo scala del wattmetro, scegliere cioè, a seconda della necessità una delle cinque portate disponibili, 1-5-10-50-100 watt.

Contemporaneamente il segnale di BF giungerà anche sul deviatore S2/A.

In posizione «carico esterno», lo ruoteremo nel caso desiderassimo misurare la potenza in uscita di un amplificatore con inserito il proprio altopar-





## DA 1 a 100 WATT

lante, in posizione «carico interno» invece, se desiderassimo misurarlo con il solo carico resistivo presente nell'interno del wattmetro, e infatti collocandolo in questa posizione, in parallelo ai terminali «entrata segnale» potremo applicare con il deviatore S3/A le resistenze R6 e R7 se vogliamo un'impedenza di **4 ohm**, oppure le resistenze R8 e R9 se ci serve invece un'impedenza da **8 ohm**.

Queste quattro resistenze impiegate come carico sono del tipo antiinduttivo e da 50 watt ognuna, quindi per ottenere un'impedenza di **4 ohm 100 watt**, dovremo collegarne due in parallelo da **8 ohm 50 watt** (vedi R6 e R7), mentre per ottenere un'impedenza di **8 ohm 100 watt** dovremo collegarne in parallelo due da **16 ohm 50 watt** (vedi R8 e R9).

Il commutatore S2/A risultando doppio (vedi S2/B), ci permetterà di visualizzare sul pannello frontale del mobile, tramite i due diodi led, DL1-DL2, quali delle due posizioni «carico interno» o «carico esterno», è stata prescelta.

Ritornando al commutatore S1, diremo che dal suo cursore, tramite il condensatore C1, il segnale di BF, verrà trasferito sul piedino 3 non invertente dell'integrato IC1, per poter essere amplificato, poi dalla sua uscita (piedino 6) prelevato per essere raddrizzato dal ponte costituito da quattro diodi al silicio DS3-DS4-DS5-DS6, e infine per leggere la tensione raddrizzata verrà utilizzato uno strumento da 100 microampere con scala predisposta per tale wattmetro.

Il trimmer R19 con in serie la resistenza R20, che troviamo posta in parallelo a tale strumento, ci servirà per effettuare come spiegheremo, la taratura del fondo scala.

I due diodi al silicio DS1-DS2 applicati sul terminale 3 di IC3, servono da protezione, cioè evitare che all'ingresso dell'integrato TL 081 non giunga mai un segnale con un'ampiezza maggiore di 1,5 volt, condizione questa, facile da verificarsi nell'eventualità si misuri per errore una potenza maggiore rispetto a quella massima prevista dalla posizione in cui è stato ruotato il commutatore S1.

L'integrato operativo IC1, come si sa richiede per la sua alimentazione una tensione duale e per questo a molti sembrerà strano trovarne una singola da 15 volt, erogata dall'integrato uA 7815.

Controllando più attentamente lo schema elettrico, si potrà invece notare che questo integrato risulta alimentato da una tensione duale.

Se infatti misurassimo la tensione che alimenta i due piedini 4 e 7, prendendo come punto di riferimento la giunzione del partitore resistivo composto dalle resistenze R12 e R13, troveremo che il piedino 4 di IC1 risulterà alimentato a 7,5 negativi, mentre il piedino 7 a 7,5 volt positivi.

Se avessimo adottato una tensione duale, quindi due integrati stabilizzatori, uno per la tensione negativa e uno per la tensione positiva, le resistenze R15-R16-R17-R18 avremmo dovuto collegarle a massa, invece, in questo circuito tutte risultano



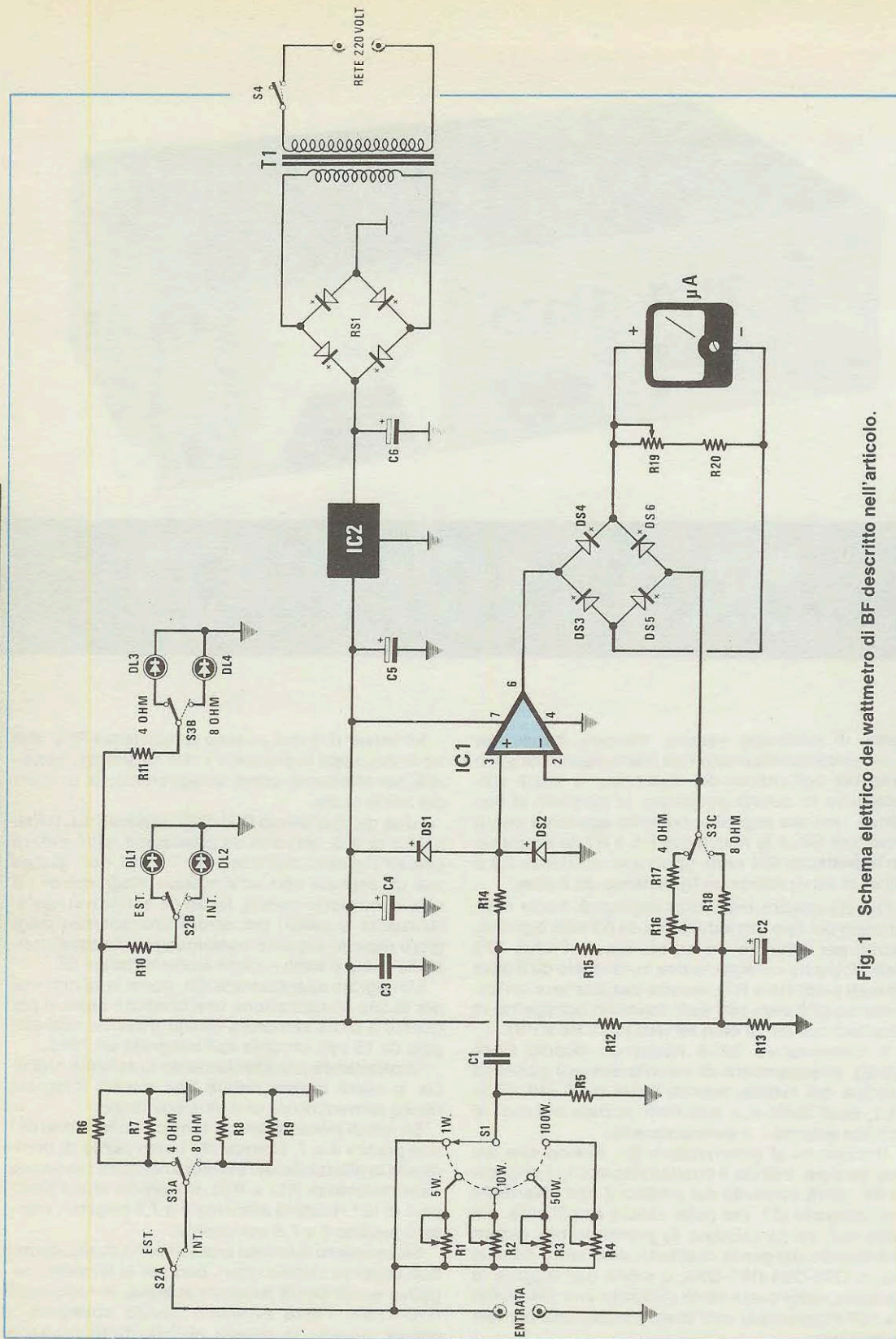


Fig. 1 Schema elettrico del wattmetro di BF descritto nell'articolo.



collegate al centro delle resistenze R12 e R13, in quanto è su questo punto che noi abbiamo creato una «massa» fittizia, cioè il centro dei 7,5 volt positivi e dei 7,5 volt negativi.

Il consumo di corrente dello strumento si aggira sui 30 milliamper circa, quindi il trasformatore da utilizzare potrà essere di soli 10 watt con un secondario di 18 volt, che preleveremo dal nostro trasformatore n. 17, il quale eroga appunto 18 volt 0,5 amp.

## REALIZZAZIONE PRATICA

Una volta descritto lo schema elettrico passiamo a spiegarvi come dovrete procedere per la realizzazione pratica.

Innanzitutto, coloro che monteranno questo

wattmetro dovranno richiederci il circuito stampato siglato LX 502 che è stato riportato a grandezza naturale in fig. 3.

Su di esso monteremo ordinatamente tutti i componenti che troveremo nel kit, in modo da ottenere alla fine un montaggio identico a quello visibile in fig. 4.

È ovvio che, anche se non esistono precise regole per montare questo o quel componente, per facilitarvi il montaggio pratico, vi consigliamo sempre di inserire per primo lo zoccolo sul quale troverà posto l'integrato, per procedere poi con i componenti di piccole dimensioni, come ad esempio le resistenze e i diodi, cercando per questi ultimi di rispettarne la polarità, collocandoli cioè, con la fascia che li contorna rivolta come la vediamo riportata nel disegno pratico o sul disegno serigrafico presente sul circuito stampato.

## COMPONENTI

- R1 = 5.000 ohm trimmer
- R2 = 5.000 ohm trimmer
- R3 = 50.000 ohm trimmer
- R4 = 50.000 ohm trimmer
- R5 = 1.500 ohm 1/4 watt
- R6 = 8 ohm 50 watt
- R7 = 8 ohm 50 watt
- R8 = 16 ohm 50 watt
- R9 = 16 ohm 50 watt
- R10 = 680 ohm 1/4 watt
- R11 = 680 ohm 1/4 watt
- R12 = 2.200 ohm 1/4 watt
- R13 = 2.200 ohm 1/4 watt
- R14 = 4.700 ohm 1/4 watt
- R15 = 100.000 ohm 1/4 watt
- R16 = 5.000 ohm trimmer
- R17 = 8.200 ohm 1/4 watt
- R18 = 15.000 ohm 1/4 watt
- R19 = 5.000 ohm trimmer
- R20 = 1.000 ohm 1/4 watt
- C1 = 470.000 pF poliestere
- C2 = 10 mF elettrol. 25 volt
- C3 = 100.000 pF a disco
- C4 = 10 mF elettrol. 25 volt
- C5 = 100 mF elettrol. 25 volt
- C6 = 1.000 mF elettrol. 25 volt
- DS1 = diodo al silicio tipo 1N4007
- DS2 = diodo al silicio tipo 1N4007
- DS3 = diodo al silicio tipo 1N4148
- DS4 = diodo al silicio tipo 1N4148
- DS5 = diodo al silicio tipo 1N4148
- DS6 = diodo al silicio tipo 1N4148
- DL1 = diodo led verde
- DL2 = diodo led rosso
- DL3 = diodo led rosso
- DL4 = diodo led verde
- RS1 = ponte raddrizzatore 40 - 100 V.1A
- IC1 = integrato tipo TL081
- IC2 = integrato tipo  $\mu$ A 7815
- S1 = commutatore 5 tasti 3 + 3 dip.
- S2 = commutatore 1 tasto 6 + 6
- S3 = commutatore 2 tasti 6 + 6 dip.
- S4 = interruttore
- T1 = trasformatore primario 220 volt sec. 18 volt 0,5 Amp. n. 94.

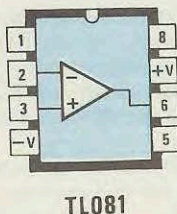
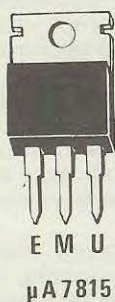
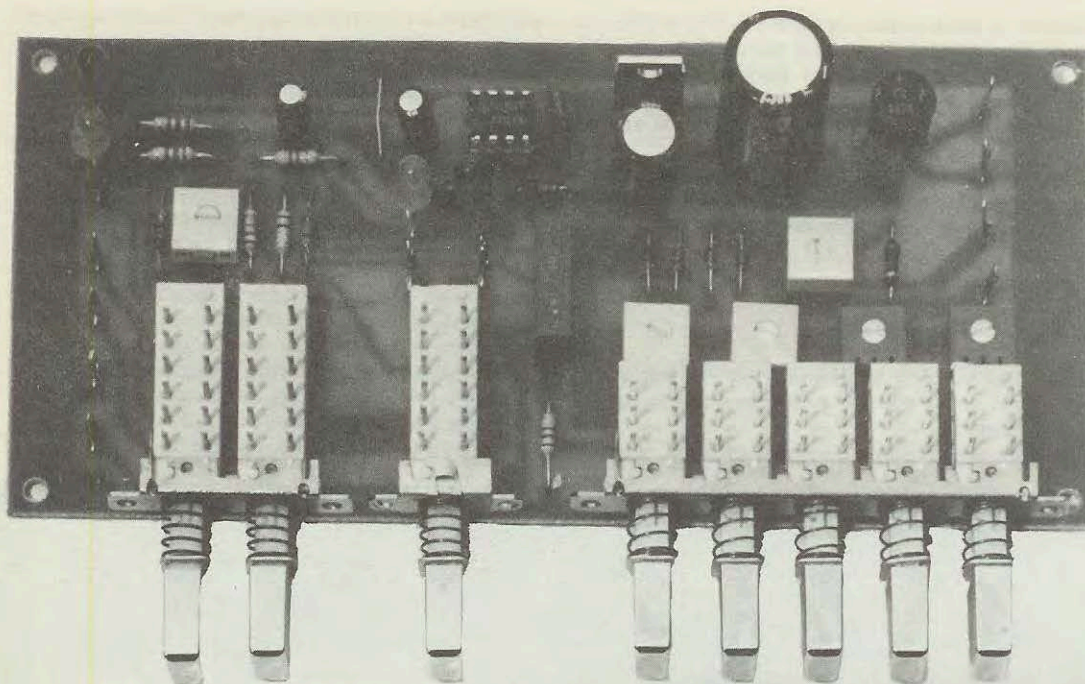


Fig. 2 Connessioni dell'integrato  $\mu$ A.7815 e del TL.081. Quest'ultimo equivalente al TL.071 - LF.351 -  $\mu$ A.771.





Continueremo montando i condensatori poliestere, i trimmer, il ponte raddrizzatore RS1, l'integrato stabilizzatore uA 7815, ponendolo con il lato metallico rivolto come vedesi nel disegno pratico, i condensatori elettrolitici (attenti alle polarità), e per ultimi i commutatori a slitta.

Osservando il disegno elettrico si noterà che i commutatori S1-S2-S3 sono stati disegnati nel modo classico, per rendervi il circuito più facilmente comprensibile, in realtà però essi sono del tipo a slitta.

Quindi per S1 avremo cinque pulsanti, pigiando i quali si potrà scegliere quale sarà la portata fondo scala che desideriamo adottare, cioè 1 watt, 5 watt ecc.

Lo stesso dicasi per quello relativo alla scelta dell'impedenza da 4 o 8 ohm (S3/A-B-C) e per quello che servirà ad applicare il carico esterno o ad escluderlo (S2/A-B).

Il vantaggio di utilizzare dei commutatori a slitta, anche se il loro costo è maggiore rispetto a quelli rotativi, è largamente compensato dal fatto che non solo si semplifica il montaggio eliminando fili volanti, ma si evitano anche probabili errori di cablaggio.

Arrivati a questo punto ci rimangono ancora da montare le quattro resistenze antiinduttive da 50 watt e cioè la R6-R7-R8-R9.

Queste come vi sarà facile notare, hanno forma rettangolare e da un solo lato di questo supporto ceramico è riportata la resistenza in graffite.

**Il montaggio sul circuito stampato dei componenti del wattmetro come vedesi in questa foto è molto semplice. I diodi led montati sul circuito stampato andranno ovviamente fissati sul pannello frontale del mobile.**

Abbiamo precisato che il supporto è di materiale ceramico, quindi dovremo fare attenzione a non lasciarle cadere, in quanto se ancora non lo sapete ... la ceramica ed il vetro almeno per quest'anno, risultano ancora molto fragili!

Poiché apparentemente sia le resistenze da 8 ohm che quelle da 16 ohm sembrano identiche, prima di montarle in parallelo sarà bene misurarle con un tester.

Ricordiamo infine che, quando ai loro capi verrà applicato un segnale di BF, di qualsiasi potenza, le resistenze dissiperanno questa potenza in calore e per questo come vedesi in fig. 5 dovremo fissarle sull'aletta di raffreddamento posta lateralmente al mobile.

Fate attenzione durante il montaggio, che le teste delle viti che servono per fare contatto con gli estremi della resistenza, non fuoriescano dal corpo ceramico, perché se andassero a toccare il metallo dell'aletta, creerebbero un cortocircuito.

Anche se un estremo di queste resistenze deve essere collegato a «massa», non utilizzate per tale



scopo il metallo dell'aletta, ma collegate tale filo direttamente e solo sulla boccola di massa «entrata del segnale», e ancora con un filo collegate questa boccola alla massa del circuito stampato, come è stato disegnato nello schema pratico di fig. 4.

Applicando erroneamente tale filo sul metallo dell'aletta, anche se elettricamente possiamo considerarlo collegato a massa, in pratica, non risulta molto affidabile, è infatti sufficiente che si allenti una vite del mobile e del pannello, per non avere più un perfetto contatto elettrico con le boccole d'entrata e le conseguenze che ne possono derivare potrebbero risultare dannose per il vostro amplificatore.

Non preoccupatevi, se durante il funzionamento l'aletta riscaldasse eccessivamente, essa infatti serve proprio per togliere calore alle resistenze e per fare questo deve riscaldarsi, comunque è ovvio che non si potrà lasciare collegato al wattmetro un amplificatore da 80-100 watt alla sua massima potenza per ore e ore.

Anche se collaudassimo un amplificatore da 100 watt, riteniamo che in 30 minuti si riescano ad effettuare tutte le misure necessarie, se poi utilizzassimo un giradischi la potenza in uscita non

risulterà sempre massima ma varierà con dei secondi di pausa, a seconda del pezzo musicale inciso sul disco.

Solo collaudando un amplificatore inserendogli un segnale prelevato da un oscillatore di BF potremo disporre di una potenza massima continua, che potrebbe, prolungandone la misura, surriscaldare la nostra aletta di raffreddamento.

In questo secondo caso, sarà utile effettuare qualche minuto di pausa per non far superare sull'aletta i 30-40 gradi, oppure collocare esternamente un normale ventilatore per accelerare la dissipazione del calore.

Un'altra soluzione che potrete adottare, potrebbe essere quella di acquistare altre due resistenze da 50 watt, collocarle dentro un barattolo di latta, (quelli ad esempio per le vernici) riempiendolo poi con almeno due Kg di olio «multigrade», cioè lo stesso che versiamo nella coppa del motore della nostra automobile. Fig. 6

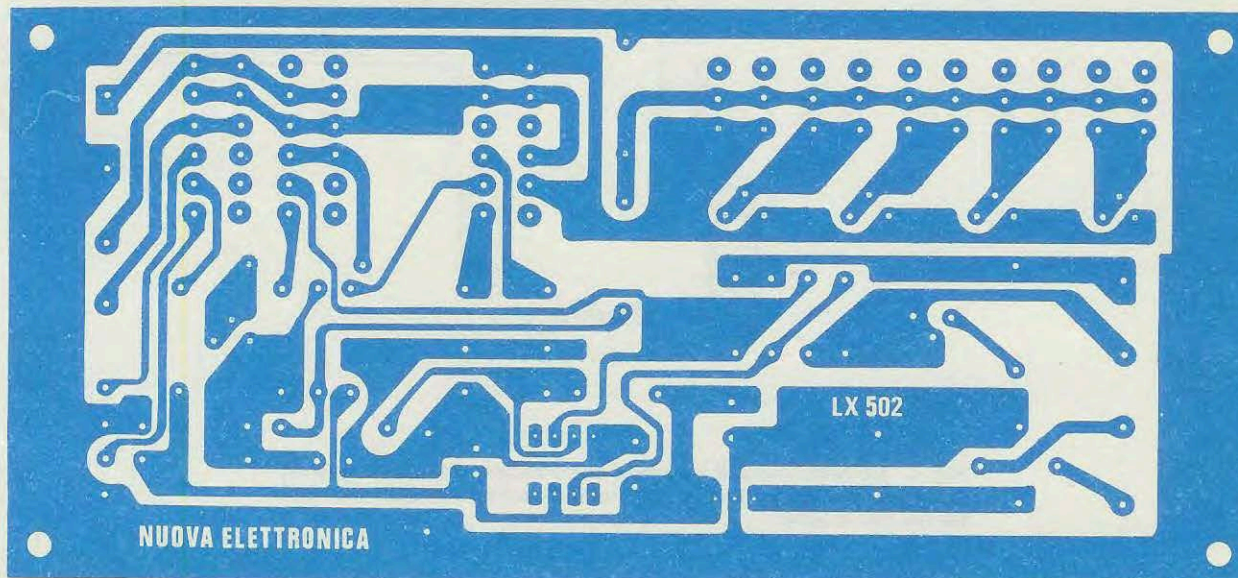
È ovvio che utilizzando questa «sonda esterna» a bagno d'olio, dovremo spostare il deviatore S2 in posizione **carico esterno**.

Terminato il montaggio, sul circuito stampato avremo dei terminali che ci serviranno per i collegamenti esterni; due di questi terminali verranno utilizzati per collegare al circuito stampato i fili del secondario del trasformatore di alimentazione. Altri serviranno per alimentare i quattro diodi led posti sul pannello frontale del mobile, due per il microamperometro, e altri due per i morsetti o boccole utili per l'«entrata segnale BF».

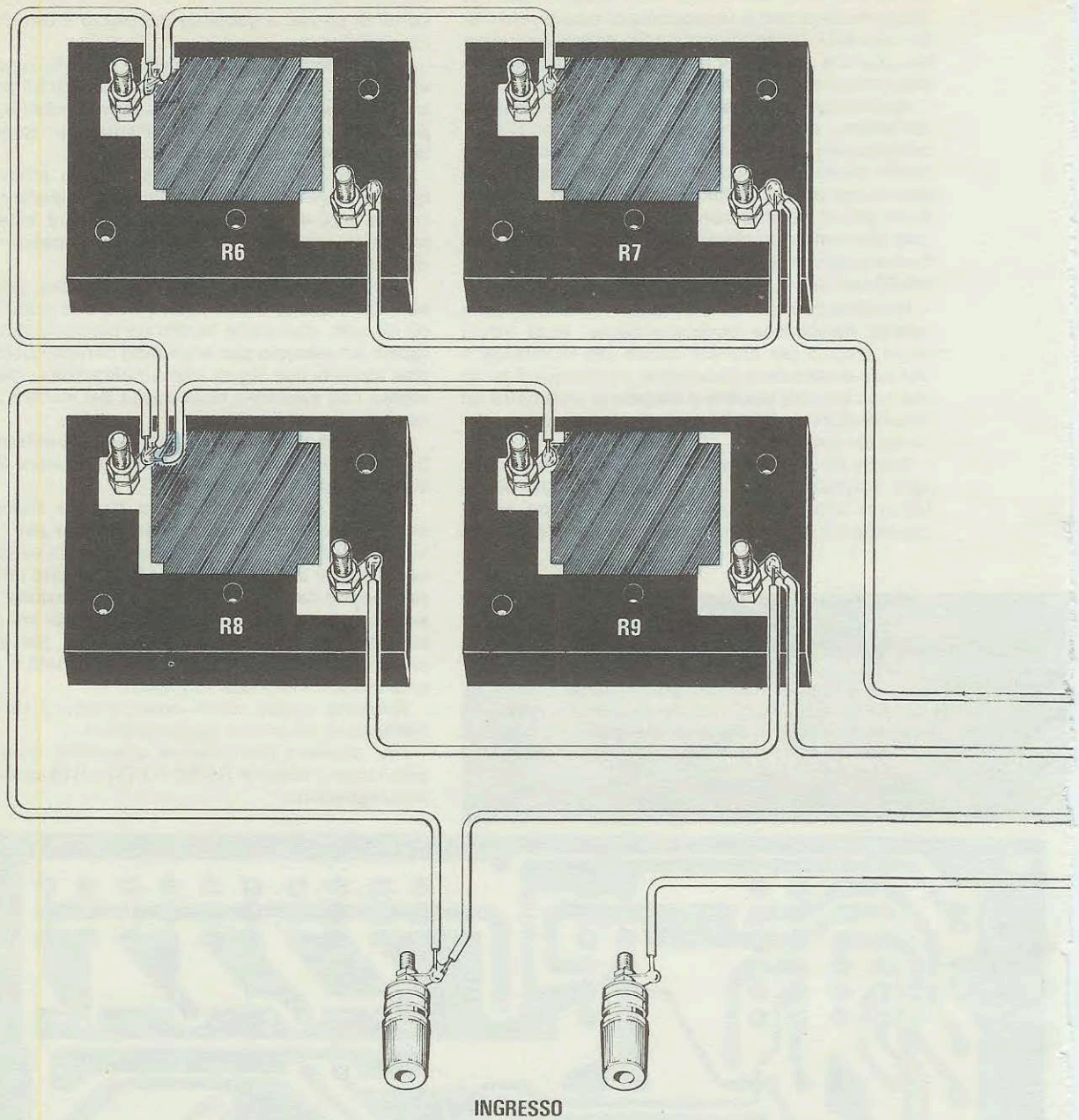
Effettuati questi ultimi collegamenti il circuito stampato è già pronto per funzionare.

Per ottenere però misure attendibili, dovremo solo tarare il trimmer R1-R2-R3-R4 e R19 come ora vi spiegheremo.

**Fig. 3** Disegno a grandezza naturale del circuito stampato richiesto per questa realizzazione. Il circuito stampato se applicato nell'interno del nostro mobile, andrà fissato su due squadrette distanziatrici per tenerlo sollevato dal piano inferiore.

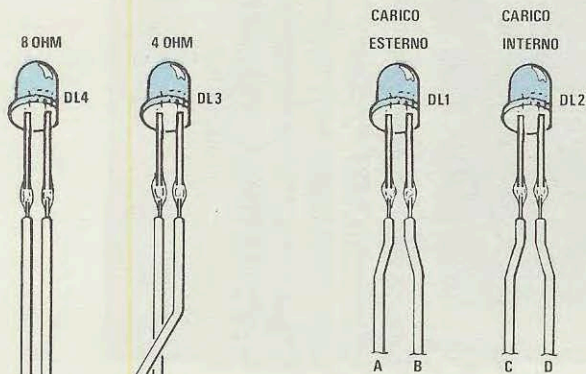




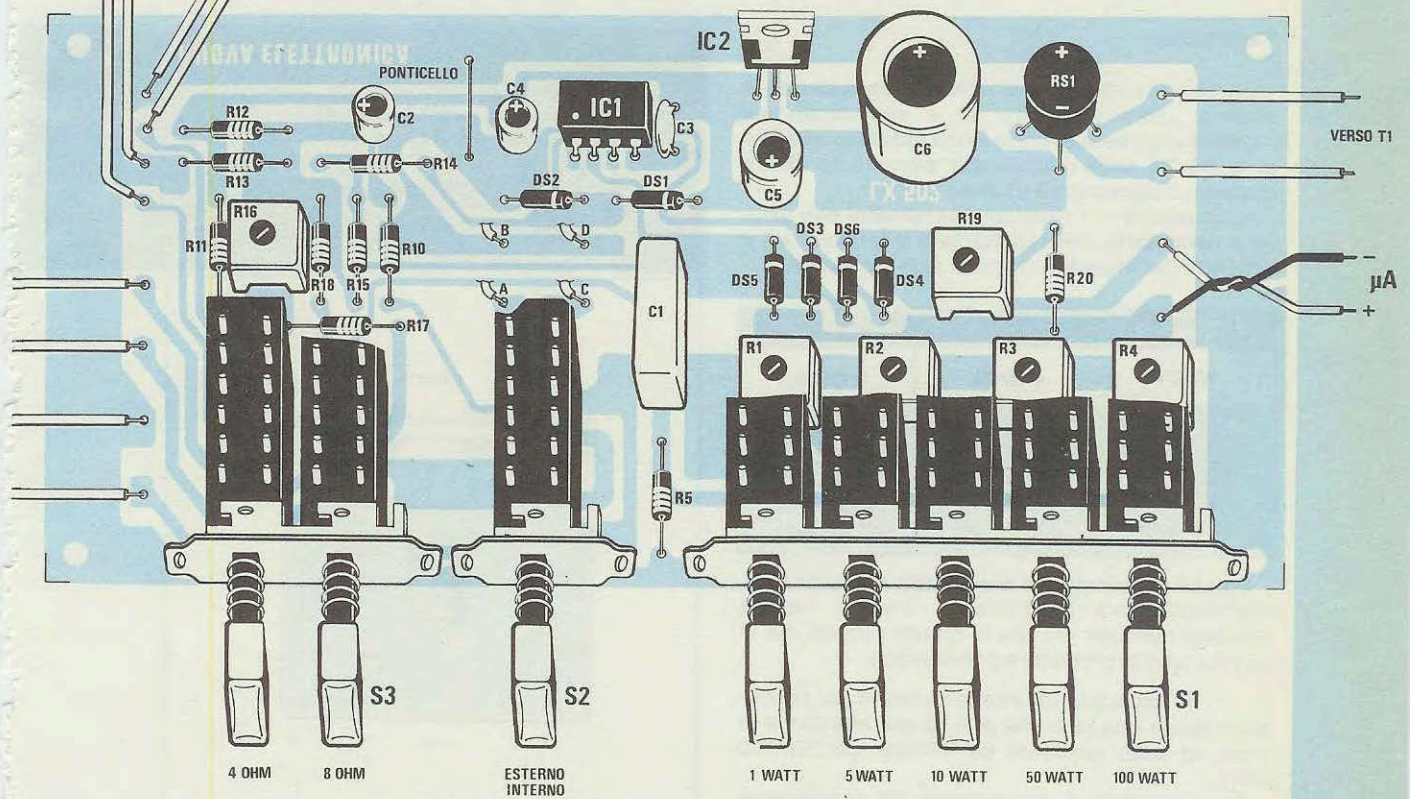


**Fig. 4** Le resistenze di potenza, dopo essere state collegate in parallelo, dovremo fissarle alle alette di raffreddamento presenti sui lati del mobile.

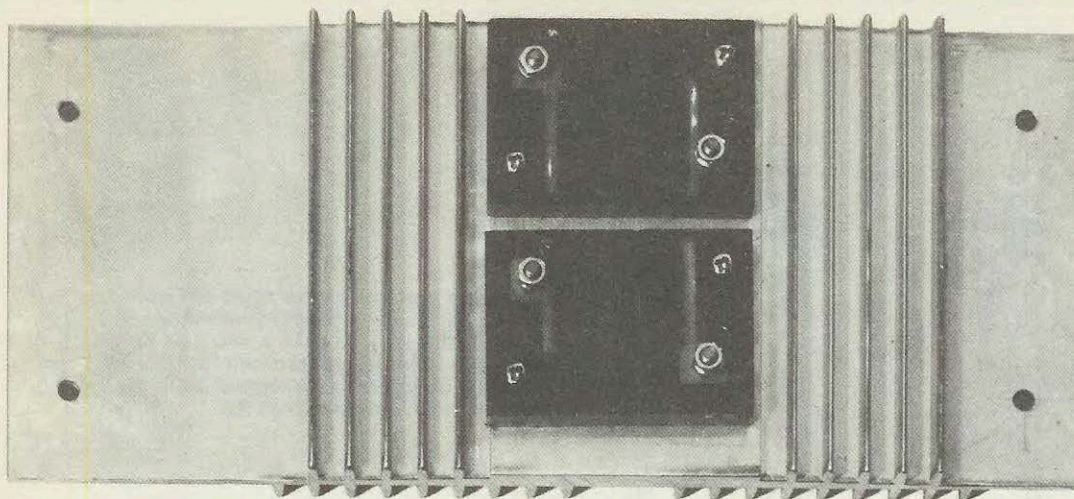




Schema pratico di montaggio del wattmetro di BF. Ricordatevi di effettuare il ponticello posto tra C2 e C4. I fili dei diodi led che terminano con le lettere AB-CD andranno a collegarsi sulle piste vicino al commutatore S2.







## TARATURA

La taratura dovremo effettuarla **escludendo** il «carico interno» tramite S2 e applicando sui morsetti «ingresso segnale» una **tensione alternata a 50 Hz** prelevandola dal secondario di un qualsiasi trasformatore di alimentazione.

Nella tabella n. 1 riportiamo le tensioni che risultano necessarie, per raggiungere il fondo scala a seconda dell'impedenza scelta cioè 4 o 8 ohm.

TABELLA N. 1		
WATT	4 OHM	8 OHM
1 watt	2,00 volt	2,68 volt
5 watt	4,47 volt	6,32 volt
10 watt	6,32 volt	8,94 volt
50 watt	14,14 volt	20,00 volt
100 watt	20,00 volt	28,28 volt

Poiché difficilmente il secondario del vostro trasformatore sarà in grado di erogare l'esatta tensione richiesta per una di queste portate, noi vi consigliamo di procedere come segue:

1° = prendete un trasformatore il cui secondario eroga una tensione di 8-10 volt alternati e in serie ad esso applicate un trimmer da 220.000 ohm..

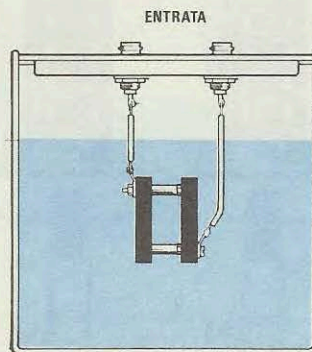
2° = spostate il commutatore S2 in posizione «carico esterno».

3° = spostate il commutatore S3 in posizione «8 ohm».

4° = spostate S1 sulla portata «1 watt fondo scala».

5° = ruotate tutto il trimmer da 220.000 ohm posto in serie al secondario del trasformatore per la sua massima resistenza.

**Fig. 5** Quando fisserele alle due alette, con viti autofilettanti, le due resistenze di potenza, controllate che le altre viti utilizzate come terminali, non provochino un cortocircuito con il mobile.



**Fig. 6** Volendo tenere collegato per molto tempo il nostro wattmetro ad un amplificatore di elevata potenza, si consiglia di collocare dentro un barattolo pieno d'olio le due resistenze da 50 watt. In questo caso il deviatore S2 dovremo commutarlo in posizione «carico esterno».



6° = collegate il secondario di tale trasformatore alle boccole «entrata» cercando che il trimmer da 220.000 ohm risulti applicato alla boccia che va direttamente sul commutatore S1 (cioè non a quella di massa).

7° = sulle boccole «entrata» collegate il vostro tester in posizione **volt alternati** e sulla portata 5 volt fondo scala.

8° = ruotate il trimmer da 220.000 ohm in modo da leggere sul tester una tensione di **2,68 volt** (si raccomanda di leggere tale tensione sulla scala graduata dei volt alternati e non erroneamente sulla scala dei volt continui).

9° = a questo punto ruotate il trimmer R19 fino a portare la lancetta dello strumento in corrispondenza della tacca **1 watt**.

10° = spostate il commutatore S1 sulla portata **5 watt** fondo scala.

11° = ruotate il trimmer da 220.000 ohm fino a leggere sul vostro tester una tensione alternata di **6,32 volt** (ovviamente la portata del tester di 5 volt andrà spostata sui 10 volt fondo scala).

12° = ruotate il trimmer R1 fino a far coincidere la lancetta dello strumento sulla tacca dei **5 watt** fondo scala.

13° = spostate ora il commutatore S1 sulla portata **10 watt** fondo scala.

14° = ruotate il trimmer da 220.000 ohm posto in serie al secondario del trasformatore in modo da leggere sul vostro tester esattamente **8,94 volt**.

15° = ruotate il trimmer R2 in modo da far coincidere la lancetta dello strumento con la tacca dei **10 watt** fondo scala.

16° = ruotate nuovamente il trimmer da 220.000 ohm in modo da leggere una tensione di **6,32 volt** e così facendo la lancetta dello strumento dovrà leggere **5 watt**.

17° = a questo punto spostate il commutatore S3 dalla posizione 8 ohm e portatelo su quella dei **4 ohm**.

18° = ruotate il trimmer R16 in modo da leggere sullo strumento esattamente **10 watt** fondo scala.

Come avete potuto constatare dalla tabella n. 1 una tensione di 6,32 volt corrisponde ad una potenza di 5 watt per un carico di 8 ohm e a 10 watt per un carico di 4 ohm

19° = Giunti a questo punto noi abbiamo già tarato R19 - R16 - R1 - R2 quindi questi quattro trimmer non dovremo più toccarli.

Per procedere e tarare le rimanenti due portate dei 50 e 100 watt fondo scala dovremo eseguire ancora queste semplici operazioni.

20° = riportate il commutatore S3 dalla posizione 4 ohm su quella **8 ohm**.

21° = sostituite il vostro trasformatore con uno diverso in grado di fornirvi sul secondario una tensione di circa 22-25 volt. in serie a questo anziché un trimmer da 220.000 ohm potrete inserirne uno da 100.000 o 47.000 ohm.

22° = spostate il commutatore S1 sulla portata **50 watt** fondo scala.

23° = regolate il trimmer posto in serie al trasformatore in modo da leggere sul vostro tester una tensione di 20 volt alternati.

24° = ruotate il trimmer R3 fino a far coincidere la lancetta dello strumento sulla tacca **50 watt** fondo scala.

25° = con la stessa identica tensione, potrete tarare anche il trimmer R4 per la portata dei **100 watt** fondo scala, e per questo sarà sufficiente spostare il commutatore S3 dalla posizione 8 ohm in quella dei **4 ohm**.

A taratura effettuata non vi resta che racchiudere il circuito dentro l'apposito mobile, e per provarlo sarà sufficiente prelevare un segnale di BF da una qualsiasi radio o amplificatore, ricordandovi che, se non si conoscesse la potenza massima che questo è in grado di erogare è meglio sempre partire predisponendo lo strumento per una portata più alta cioè di 50 o 100 watt e infine scendere su quelle inferiori.

Se invece conoscessimo la potenza massima che questo può erogare ma non l'impedenza di carico (cioè quella degli altoparlanti) è consigliabile effettuare la misura sull'impedenza più alta cioè sugli 8 ohm. Se con tale impedenza constatassimo che la potenza erogata risulta dimezzata rispetto a quella che dovremo rilevare potremo passare sull'impedenza di 4 ohm.

Si consiglia sempre di spegnere l'amplificatore quando si cambia sul wattmetro l'impedenza da 8 a 4 ohm o viceversa, diversamente se lo facessimo con l'amplificatore acceso, per alcuni secondi l'uscita rimarrebbe senza carico, condizione questa da evitare per non far correre dei rischi ai transistor finali di potenza.

## COSTO DELLA REALIZZAZIONE

Il solo circuito stampato LX.502	L. 5.700
Tutti i componenti necessari alla realizzazione di questo wattmetro, cioè circuito stampato, quattro resistenze di potenza da 50 watt, i commutatori a slitta, i due integrati, i trimmer, i condensatori, resistenze e diodi, il trasformatore di alimentazione n. 94 (escluso il solo strumento con scala tarata, e il mobile completo di due alette di raffreddamento)	L. 66.400
Uno strumento da 100 microamper con scala tarata in Watt	L. 17.700
Un mobile come vedesi nella foto di testa dell'articolo, completa di due alette laterali di raffreddamento, distanziatori e mascherina in alluminio già forata e serigrafata	L. 35.400



