

## IL PANNELLO A CIRCUITI STAMPATI

**I collegamenti stampati dell'apparecchio radio.**

I vari componenti dell'apparecchio radio (transistor, condensatori, resistenze, trasformatori di media e di bassa frequenza, ecc.) sono collocati sopra un pannello di materiale isolante, o sopra due o più piastrine, da un lato solo. Sull'altro lato vi sono collegamenti in rame, necessari per il completamento dei vari circuiti. Tali collegamenti sono « stampati », formati da sottili striscioline di rame, aderenti alla piastrina. Essi sono predisposti sul pannello prima del collocamento dei componenti.

L'inconveniente maggiore dei collegamenti stampati è quello di non consentire incroci; l'insieme dei collegamenti sotto la piastrina risulta perciò assai complesso e intricato. Ciascun collegamento, ossia ciascuna strisciolina di rame termina con un dischetto, al centro del quale vi è un foro, quello necessario per il passaggio del terminale a filo del componente posto sull'altra parte.

Sul pannello vi sono, oltre i collegamenti sottili, anche zone di rame di ampiezza maggiore, le « isole »; servono per il fissaggio delle linguette metalliche da usare come *punti di ancoraggio*, per più terminali. Altre zone di rame, di maggior ampiezza, sono quelle in contatto con i poli della batteria; esse provvedono alla distribuzione della tensione di alimentazione a tutto l'apparecchio. La zona maggiore è la « massa »; è quella che provvede al ritorno comune di tutti i circuiti ad una polarità della batteria, negativa o positiva, a seconda della disposizione generale del cablaggio.

La larghezza e la distanza delle striscioline di rame dipende dall'intensità di corrente che le percorre, e dall'ampiezza del segnale. I collegamenti percorsi da tutta la corrente di alimentazione, quella assorbita dall'apparecchio in funzione, sono più larghi, in genere da 3 a 6 mm. I collegamenti dei vari circuiti sono più sottili, da 2,5 mm a 0,5 mm.

Lo spessore delle striscioline, e in genere di tutto il rame depositato sulla piastrina, va da 4 a 7 centesimi di millimetro.

I pannelli isolanti sono fabbricati con cellulosa e resine di tipo fenolico; sono di spessore compreso tra 1,5 mm e 4 mm.

Tutto il *piano di cablaggio*, ossia tutto l'insieme dei collegamenti, delle « isole » e delle zone di rame sopra il pannello, viene anzitutto disegnato, in dimensioni maggiori; il disegno viene quindi fotografato. La « stampa » della fotografia avviene

## IL PANNELLO A CIRCUITI STAMPATI

sopra i pannelli isolanti, su una superficie dei quali vi è distribuito il rame elettrolitico, uniformemente. Sopra il rame è disposto uno strato di sostanza fotosensibile.

Dopo fotografato il piano di cablaggio sul rame fotosensibilizzato del pannello, viene tolto il rame superfluo, come in qualsiasi procedimento fotografico. Sono ne-

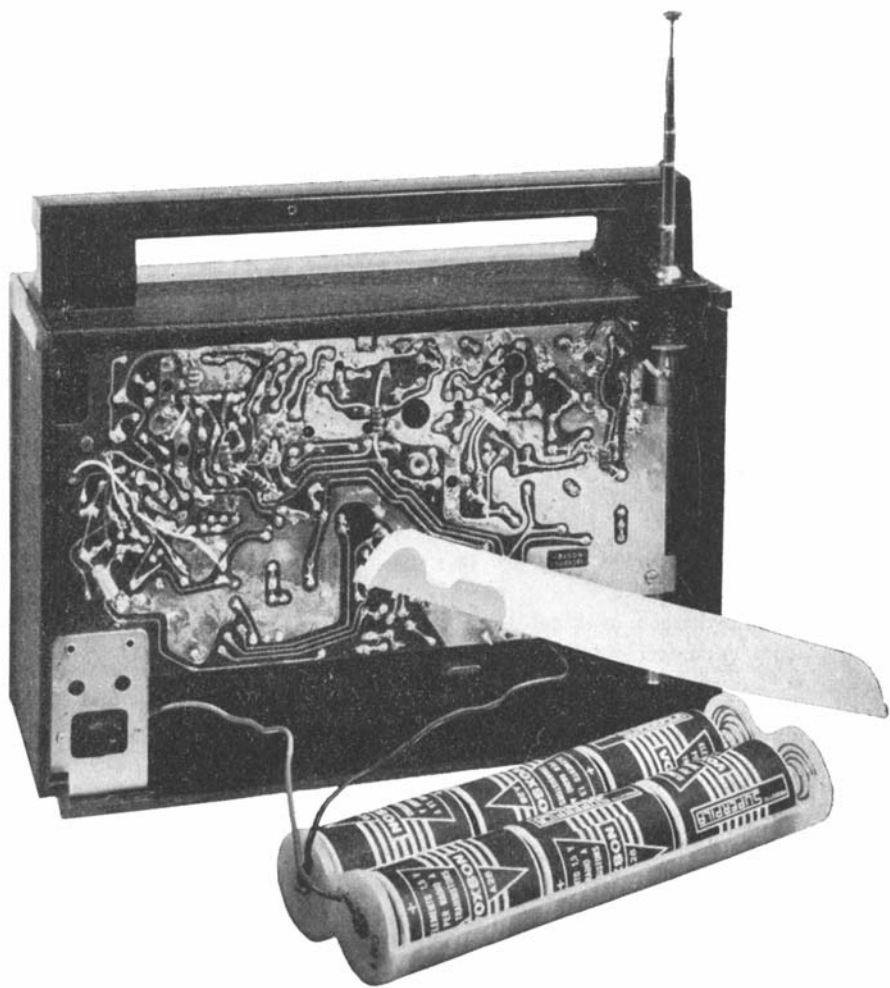


Fig. 11.1. - Pannello a circuiti stampati dell'apparecchio AM/FM della Voxson mod. 754.

cessari due « sviluppi », alla fine dei quali il piano di cablaggio in rame è formato sul pannello.

La saldatura delle varie connessioni, ossia dei terminali dei componenti con le strisciole di rame del cablaggio, avviene simultaneamente. I pannelli vengono

messi in contatto con una superficie di stagno liquido; lo stagno raggiunge in tal modo tutte le parti da saldare, compresi gli schermi dei componenti da unire con la massa di rame. Tutte le saldature vengono ottenute in una volta sola, in circa 5 secondi.

Alcune parti del cablaggio, quelle relative a circuiti a radio frequenza FM, vengono argentate per diminuire la loro resistenza.

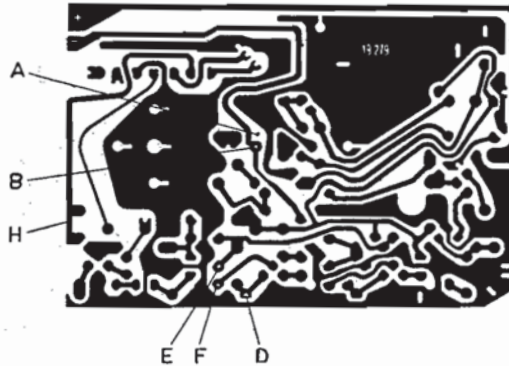


Fig. 11.2. - Cablaggio stampato di piccolo apparecchio a transistor.

Quale sia l'aspetto del pannello a circuiti stampati di un apparecchio radio del tipo AM/FM è illustrato dalla fig. 11.1. La fotografia si riferisce all'apparecchio mod. 754 della Voxson.

Un esempio di schema di cablaggio stampato è quello di fig. 11.2. Appartiene ad un piccolo apparecchio tascabile a 6 transistor e 2 diodi.

### Linee di alimentazione e circuiti stampati.

Sulle piastre a circuiti stampati degli apparecchi radio, le zone di rame più importanti sono quelle a cui fanno capo i due poli della batteria, e alle quali sono collegati i componenti. Negli schemi elettrici, le due linee di alimentazione possono essere molto semplici, formate semplicemente da due rette, una delle quali eventualmente ingrossata per indicare la « massa », la parte metallica principale alla quale tutte le altre si riferiscono; nei circuiti stampati esse assumono configurazioni assai complesse e curiose, dovendo raggiungere tutti i componenti, cosa questa non facile.

La fig. 11.3 indica un esempio pratico; una batteria da 6 volt è collegata con il positivo a massa, e con il negativo prima all'interruttore e poi alla linea di alimentazione. Tutti i componenti sono disposti tra tale massa e la linea di alimentazione. Quest'ultima è divisa in due parti da una resistenza di 220 ohm; la prima parte è a 6 volt, la seconda parte è a 5,2 volt, essendo la caduta di tensione ai suoi capi di 0,8 volt. È ciò che avviene in molti apparecchi radio ad onde medie.

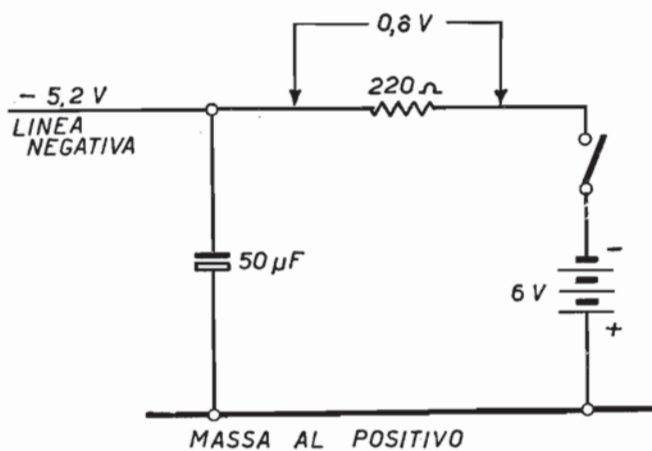


Fig. 11.3. - Circuito di alimentazione con polarità positiva a massa.

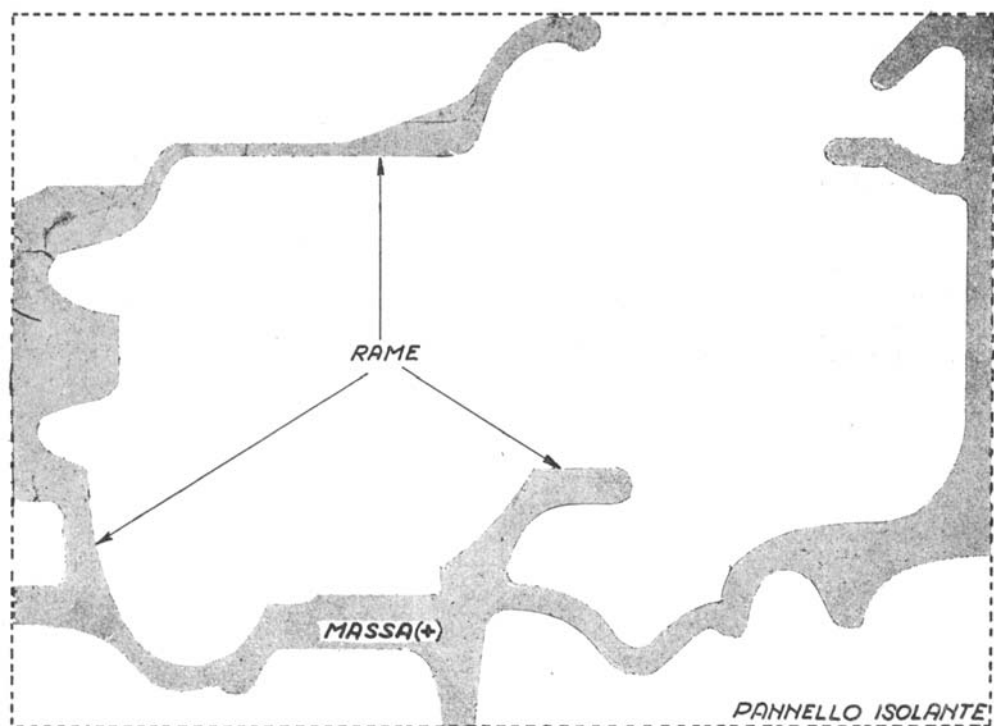


Fig. 11.4. - Massa metallica positiva « stampata » su pannello.

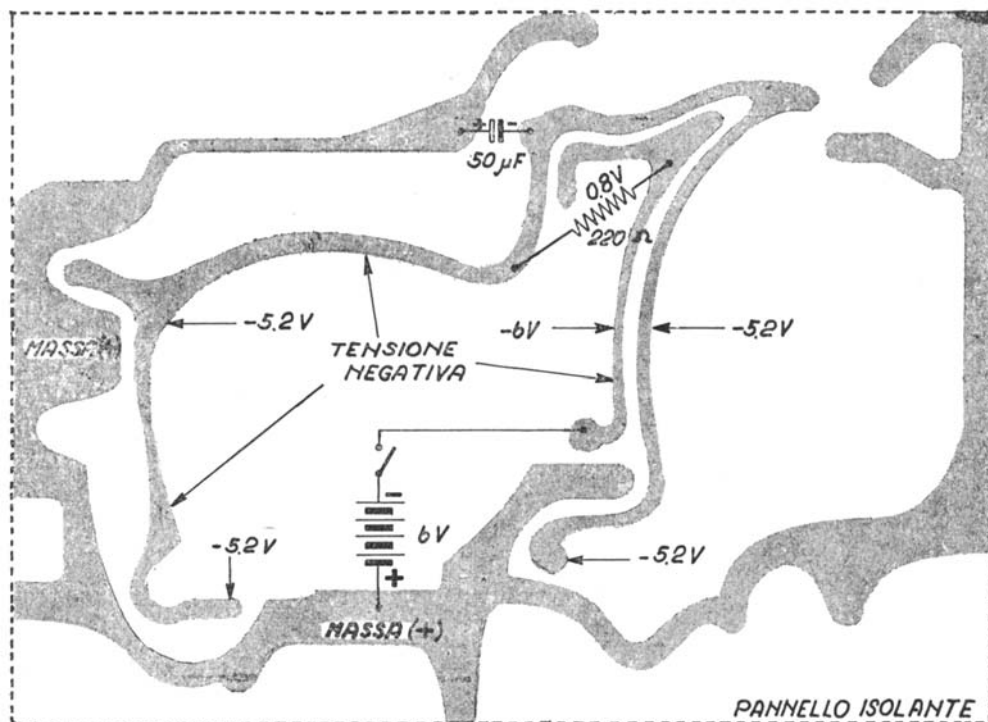


Fig. 11.5. - Massa positiva e linee di alimentazione negativa su pannello a circuiti stampati.

Come può risultare il tracciato del rame sulla piastra isolante, sulla quale sono fissati i componenti dell'apparecchio, è indicato dalla fig. 11.4. È questa la massa, collegata al positivo, ossia il collegamento di ritorno di tutti i circuiti al polo positivo della batteria.

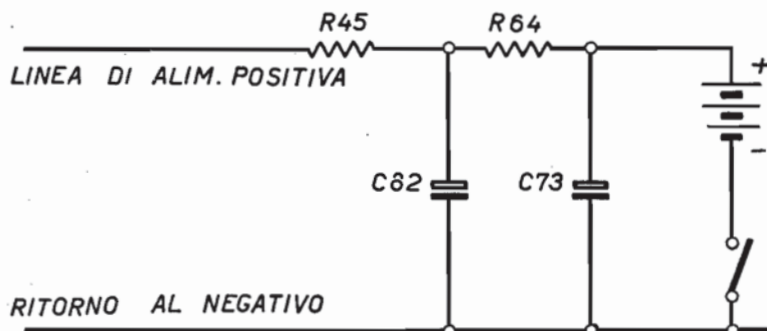


Fig. 11.6. - Ritorno al negativo e linea di alimentazione positiva.

Le linee di alimentazione negativa, quella a  $-6$  volt e quella a  $-5,2$  volt, possono assumere l'aspetto di fig. 11.5. Esse si trovano nell'interno della massa positiva, e in parte la seguono. È indicata la batteria da 6 volt, l'interruttore, la resistenza di 220 ohm e il condensatore di 50 microfarad.

Un altro esempio è quello di fig. 11.6. La massa metallica anziché al positivo è collegata al negativo della batteria, come avviene nella maggior parte degli apparecchi, particolarmente in quelli AM/FM. La linea di alimentazione è quindi positiva. Si tratta di un apparecchio a 7 transistor e 2 diodi. Vi sono due resistenze di caduta, e due condensatori elettrolitici di disaccoppiamento.

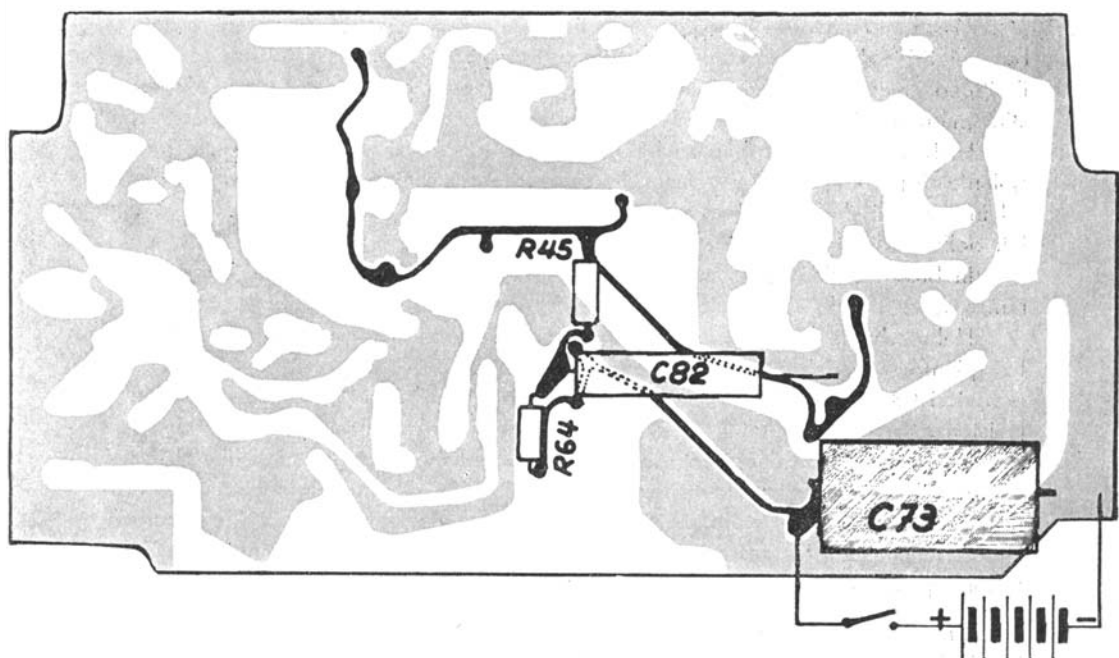


Fig. 11.7. - Pannello con le linee e il ritorno di fig. 14.6.

La fig. 11.7 mostra come appare la piastra con la massa metallica e le tre linee di alimentazione, senza tutti gli altri cablaggi stampati. La massa è indicata in grigio; le tre linee di alimentazione sono segnate in nero. Si può notare che la massa grigia è diffusa su tutta la piastra, raggiunge ogni suo punto, a volte con lunghi « vicoli ». La prima linea di alimentazione positiva, quella dal polo positivo della batteria alla resistenza R64, corre entro uno stretto corridoio nella massa metallica, passa sotto il condensatore C82 e finisce al punto di saldatura della resistenza R64. L'altro terminale di R64 raggiunge una « isoletta » di ancoraggio, alla quale è saldato il terminale di R45. La terza linea di alimentazione è la più lunga, poiché

raggiunge tutti i circuiti di conversione, di media frequenza e preamplificazione audio; è sottile lungo i due lati della piastra.

Il condensatore C73 è di grande capacità e di elevata tensione di lavoro, essendo applicato direttamente ai capi della batteria; è perciò di dimensioni notevoli.

### Esempio di pannello a circuiti stampati.

Il cablaggio stampato di un apparecchio tascabile, a sei transistor e due diodi, relativo alla sola sezione radio, comprendente i tre primi transistor e i due diodi, è illustrato dalla fig. 11.8. Lo schema elettrico è quello di fig. 11.9.

*Massa metallica.* — Sostituisce il telaio metallico dell'apparecchio; rappresenta la base elettrica di tutti i circuiti, in quanto tutti fanno capo ad essa; costituisce anche il ritorno comune dei vari circuiti. È collegata al polo positivo della batteria; quest'ultima non è indicata, essendo unita con la sezione audio. È una batteria da 9 volt.

La base metallica forma anche la linea di alimentazione positiva. Sulla piastra isolante di pertinax, essa è formata dal rame che corre lungo tutta l'estremità bassa, ed in parte ai due lati, raggiunge la parte centrale dove forma un'«isola». I due lati della massa sono collegati insieme, essendo uniti all'«isola» centrale.

In basso, a destra, nella massa metallica vi è una zona rotonda libera, senza rame; serve per la sistemazione della resistenza variabile del controllo di volume.

Nello schema elettrico, gran parte dei collegamenti hanno un terminale a massa. I condensatori variabili C1 e C6, nonché i condensatori di fondo C2 e C7, e i compensatori C3 e C8, collegati in parallelo ai variabili, hanno un capo a massa. Così le resistenze R1, R3, R6, R8, R12, R14 ed R16 hanno un terminale a massa; lo stesso avviene per molti condensatori fissi. Per questa ragione la massa metallica non può essere disposta soltanto alle estremità della piastrina di montaggio, ma deve insinuarsi anche verso il centro, in modo da poter «raccolgere» tutti i componenti che devono andare a massa, ossia che devono essere collegati alla linea di alimentazione positiva.

*Circuiti del transistor convertitore.* — La base del transistor TR1 ha il proprio terminale saldato al punto di ancoraggio, in alto a sinistra, a cui fa capo anche la presa dell'avvolgimento di sintonia, sopra la bacchetta di ferrite, in funzione di antenna magnetica. Il suo emittore va ad una strisciolina di ancoraggio, a cui sono saldati anche i terminali del condensatore C5 e della resistenza R3. Quest'ultima è collegata a massa; il condensatore C5 va invece alla presa della bobina d'oscillatore.

Tale bobina ha cinque prese di contatto; esse sono a fianco di quelle del primo trasformatore di media frequenza, la cui custodia è tratteggiata sul piano di cablaggio stampato. Il condensatore C9 è solo parzialmente visibile, essendo nascosto dalla strisciolina di rame che va al condensatore variabile C6.

Il collettore di TR1 va alla bobina di reazione, con una strisciolina di contatto.

*Circuiti del primo transistor MF.* — La sua base è unita alla strisciolina di rame alla quale giunge anche il condensatore C13, un'estremità della quale va al primo

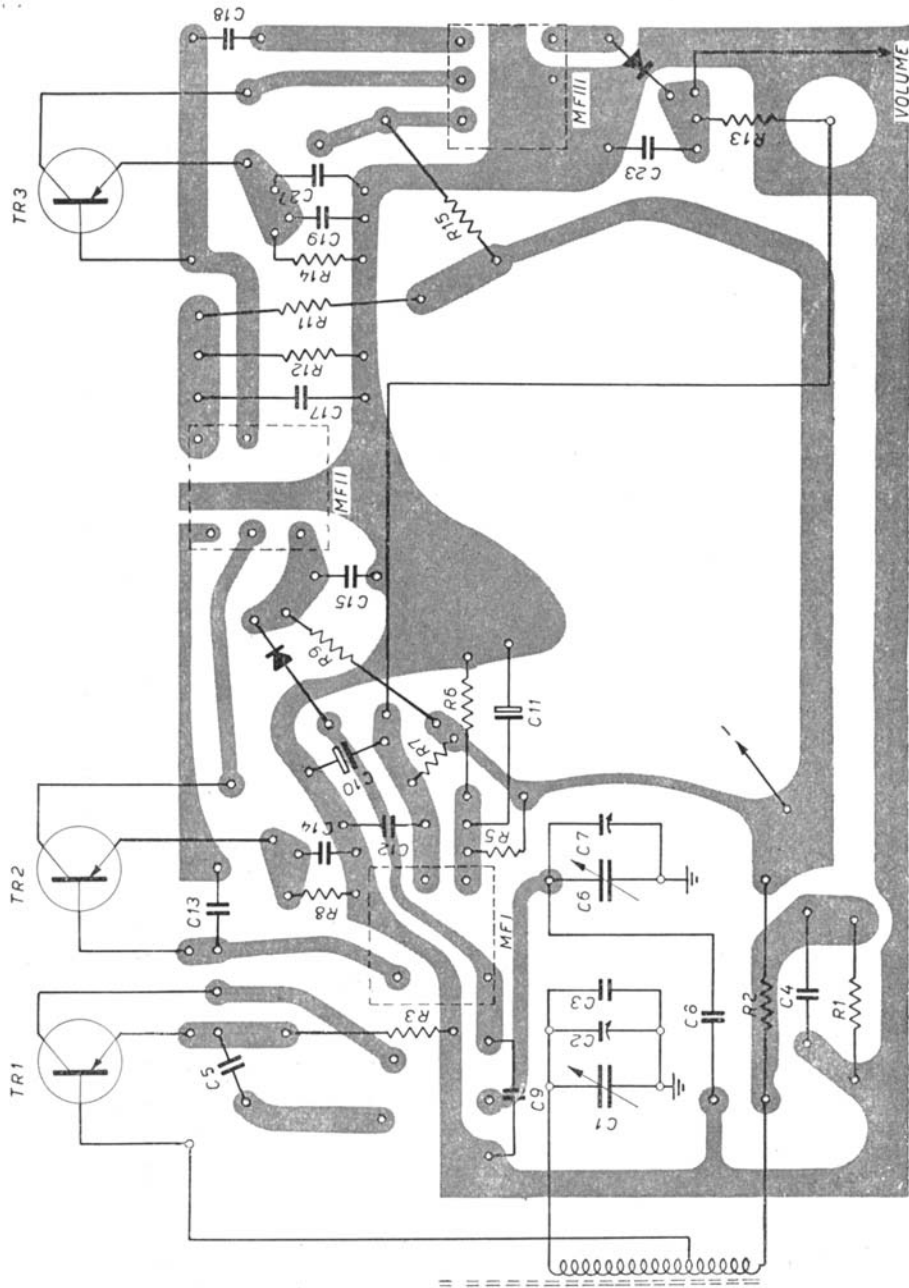


Fig. 11.8. - Pannello con cablaggio stampato di apparecchio a transistor. Si riferisce alla sola sezione radio.



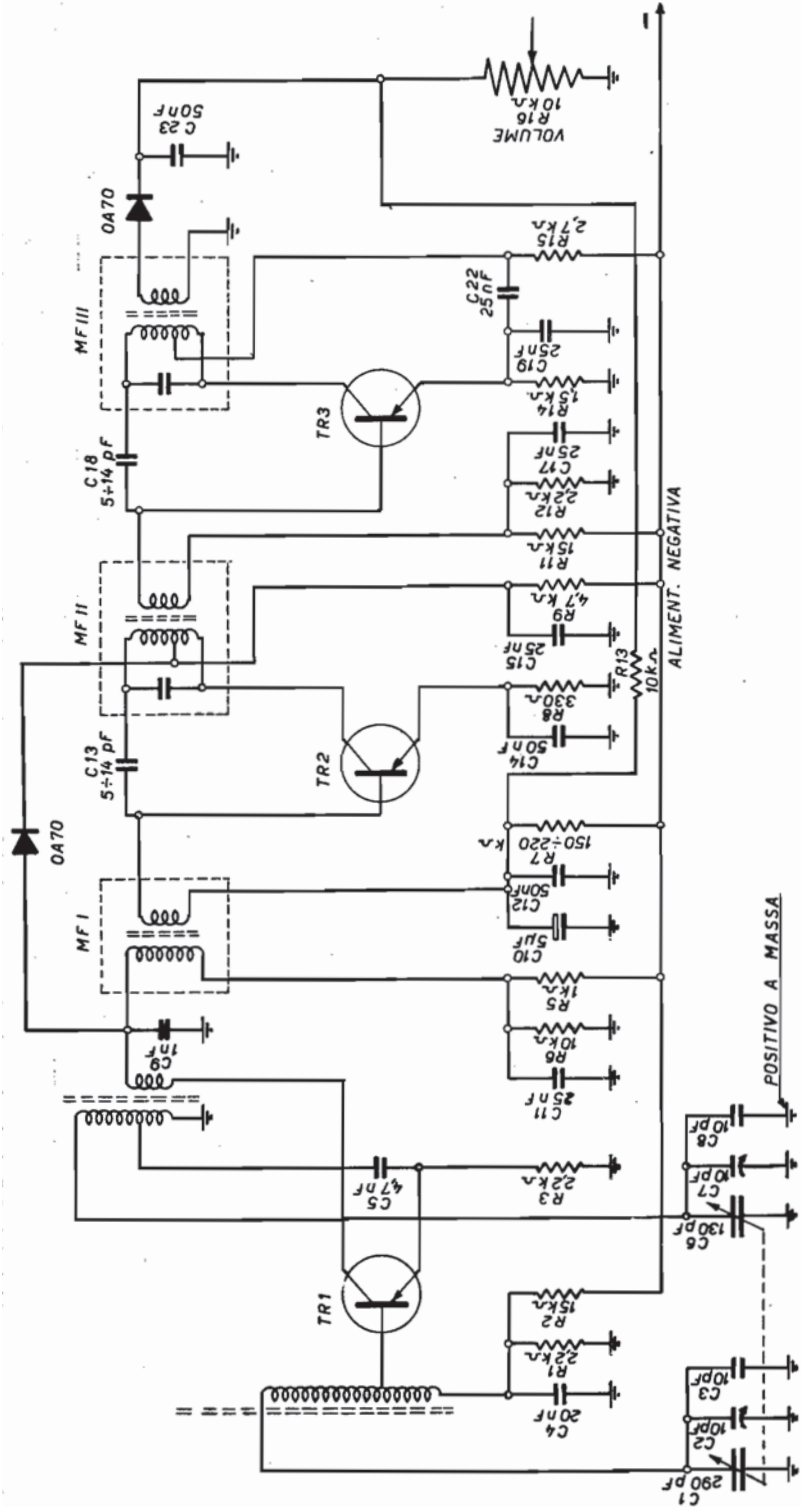


Fig. 11.9. - Schema elettrico del cablaggio di fig. 14.8.

trasformatore MF, indicato con MFI. Il suo emittore va all'« isoletta » a cui giungono anche R8 e C14. Il suo collettore è saldato alla strisciolina orizzontale, la seconda dall'alto, diretta al secondo trasformatore MF, indicato con MFII.

*Circuiti del secondo transistor MF.* — È indicato in alto a destra; il terzo trasformatore MF è tratteggiato sul lato destro, verso il centro. La sua base è saldata alla strisciolina orizzontale a Z, al centro di essa; le estremità della strisciolina sono saldate al secondario del secondo trasformatore MF e al neutrocondensatore C18.

L'emittore di TR3 ha il terminale saldato all'« isoletta », sotto la strisciolina a Z, a cui sono saldati anche in terminale della resistenza R14 e dei condensatori C19 e C22. Il collettore va alla strisciolina che lo collega ad una delle tre prese in alto di MFIII.

*Circuiti dei due diodi.* — Il diodo di smorzamento, tra il primario di MFI ed il centro del primario di MFII, si trova, nel piano di cablaggio stampati, verso il centro in alto, a fianco della resistenza R9. Il diodo rivelatore è sul lato destro, verso il centro, sotto MFIII; è parzialmente nascosto dalla massa metallica. Fa capo all'« isoletta » a cui giungono i terminali di C23 e di R13.

Il piano di cablaggio stampato è solo indicativo; ha lo scopo di consentire un facile orientamento nell'intrigo dei collegamenti stampati. In pratica le varie striscioline di rame sono più vicine e più corte, nonchè meno regolari.

#### CIRCUITI STAMPATI DELLA SEZIONE AUDIO.

Lo schema della sezione audio dell'apparecchio è quello di fig. 11.10. Si tratta di uno schema molto semplice, di tipo classico, con un transistor amplificatore del segnale audio, in funzione di pilota (TR1), e con due transistor finali in controfase (TR2 e TR3). Nello schema sono indicati i numeri, entro cerchietti, corrispondenti alle striscioline di rame dei circuiti stampati, sul pannello isolante, fig. 11.11.

*Massa metallica.* — È indicata con il numero 1; nello schema è segnata con il simbolo grafico della presa di terra; nel piano di cablaggio è la striscia metallica che corre lungo i lati. Essa agisce da conduttore per il ritorno comune dei circuiti, ed è collegata al polo positivo della batteria. Ha quindi la funzione di linea positiva di alimentazione.

*Circuiti stampati del primo transistor.* — La base di TR1 va alla strisciolina di rame n. 4, in funzione di zona di ancoraggio. Ad essa sono saldati i terminali della base, del condensatore C1, collegato al cursore della resistenza variabile RV, non indicata nello schema, e quelli delle due resistenze R1 e R2.

L'emittore di TR1 va alla zona di ancoraggio n. 3, alla quale sono saldati i terminali della resistenza R3 e del condensatore C2; gli altri due terminali di questi componenti vanno alla massa n. 1, a cui sono saldati.

Il collettore di TR1 va all'inizio della strisciolina n. 6, l'altra estremità della quale va all'entrata del primario del trasformatore pilota T1; l'uscita del primario

va alla zona di ancoraggio n. 7 (e n. 3). Tale zona sostituisce la linea di alimentazione negativa dopo la resistenza di caduta R4.

*Circuiti stampati dei transistor finali.* — Il secondario del trasformatore pilota (T1) ha tre terminali, indicati nello schema con i numeri 8, 9 e 10. Essi sono saldati all'inizio di tre striscioline di rame, due delle quali, la 8 e la 10 hanno i terminali collegati alla base di ciascuno dei due transistor finali in controfase, TR2 e TR3. La strisciolina n. 9 consiste di due parti, unite insieme con un collegamento a filo, per poter scavalcare la strisciolina n. 8; alla seconda parte sono saldate le resistenze R5 e R7, ed il termistore R6.

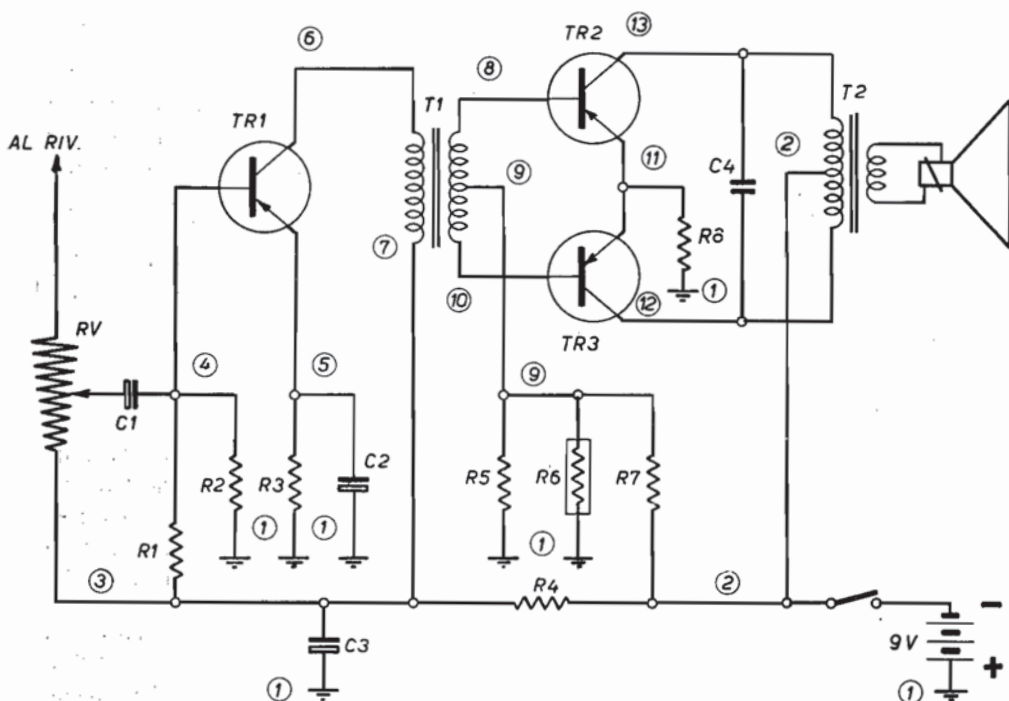


Fig. 11.10. - Schema elettrico della sezione audio.

I due emittori hanno i terminali saldati alla strisciolina d'ancoraggio n. 11, insieme alla resistenza R8; quest'ultima ha l'altro terminale saldato alla massa metallica, e quindi al positivo della batteria.

I due collettori sono saldati all'inizio delle striscioline n. 12 e n. 13, l'altra estremità delle quali va al primario del trasformatore d'uscita T2. La presa centrale è saldata all'isoletta n. 2, a cui fa capo l'interruttore, e le resistenze R4 e R7.

I valori dei condensatori e delle resistenze, sono riportati in vari schemi simili nel capitolo nono. I transistor sono: un OC71 in funzione di pilota, e due OC72 nello stadio finale. La batteria è da 9 volt.

## IL PANNELLO A CIRCUITI STAMPATI

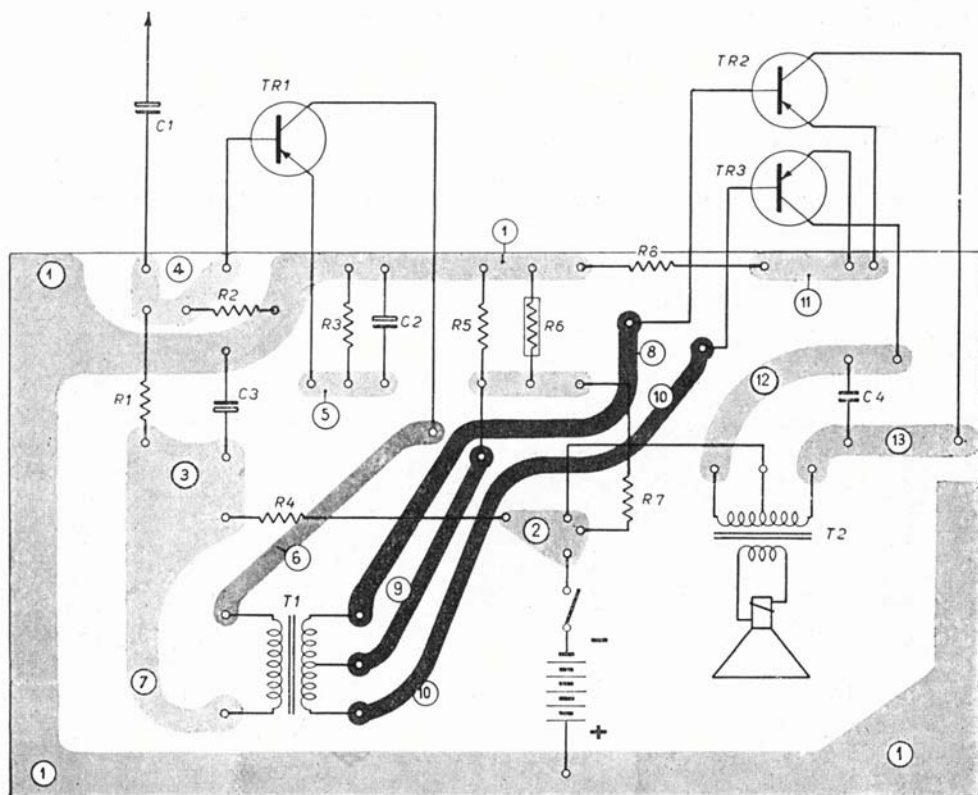


Fig. 11.11. - Cablaggio stampato della sezione audio.

### Pannello con componenti e circuiti stampati.

I circuiti stampati degli apparecchi a molti transistor, a modulazione di ampiezza e di frequenza, sono alquanto complessi. Più facilmente seguibili sono quelli degli apparecchi a pochi transistor, di tipo tascabile. Un esempio è quello di fig. 11.12. Esso si riferisce all'apparecchio Phonola mod. T 609.

I componenti sono tutti sistemati sopra un unico pannello ad eccezione dell'antenna magnetica, disposta in alto, e delle quattro pilette da 1,5 volt, formanti la batteria, disposta in basso. L'apparecchio è a 6 transistor e 1 diodo; è di dimensioni ridotte, essendo tascabile. Lo schema elettrico è quello di fig. 11.14.

Sul pannello, i diversi componenti sono collocati come in fig. 11.13. A destra in alto vi è il condensatore variabile, con i due compensatori di regolazione. Alla sua sinistra vi è la bobina d'oscillatore, indicata con T1, racchiusa entro custodia metallica; sotto di esso vi è il primo trasformatore a media frequenza, T2. Il secondo è in basso a destra, T3; il terzo è in basso al centro, T4.

Il primo transistor, *TR1*, è vicino a *T1*, in alto al centro; il secondo, *TR2*, si trova tra *T2* e *T3*; il terzo, *TR3*, è collocato tra *T3* e *T4*. Dopo *T4* vi è il diodo rivelatore, *D1*.

All'angolo sinistro, in basso, vi è il trasformatore d'uscita, *T6*; seguono i due transistor finali *TR5* e *TR6*, e viene quindi il trasformatore pilota, *T5*. Al di sopra vi è il transistor pilota, *TR4*, e la resistenza *R12*, del controllo di volume.

Tutti i componenti sono disposti intorno al foro centrale, per l'altoparlante. Su questo lato della piastra sono sistemati anche i condensatori e le resistenze, ecc-

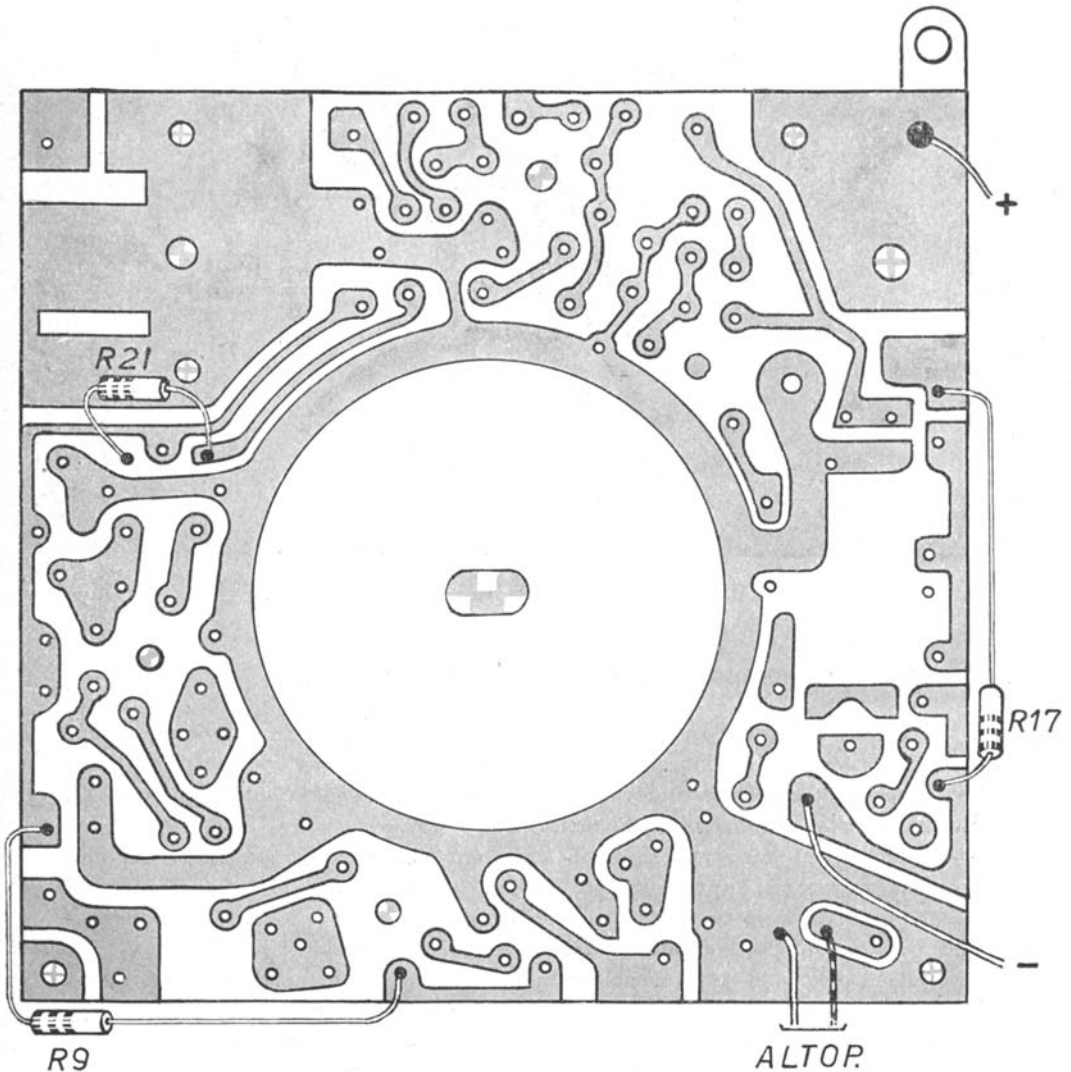


Fig. 11.12. - Pannello con tutto il cablaggio stampato di un apparecchio di produzione commerciale.

zione fatta per R9, R17 e R21, le quali si trovano sulla parte retrostante, quella sopra la quale vi è il rame dei cablaggi stampati.

La massa metallica positiva è disposta intorno al foro dell'altoparlante, raggiunge l'angolo destro in basso, e l'angolo sinistro in alto. Si ramifica in vario modo, per

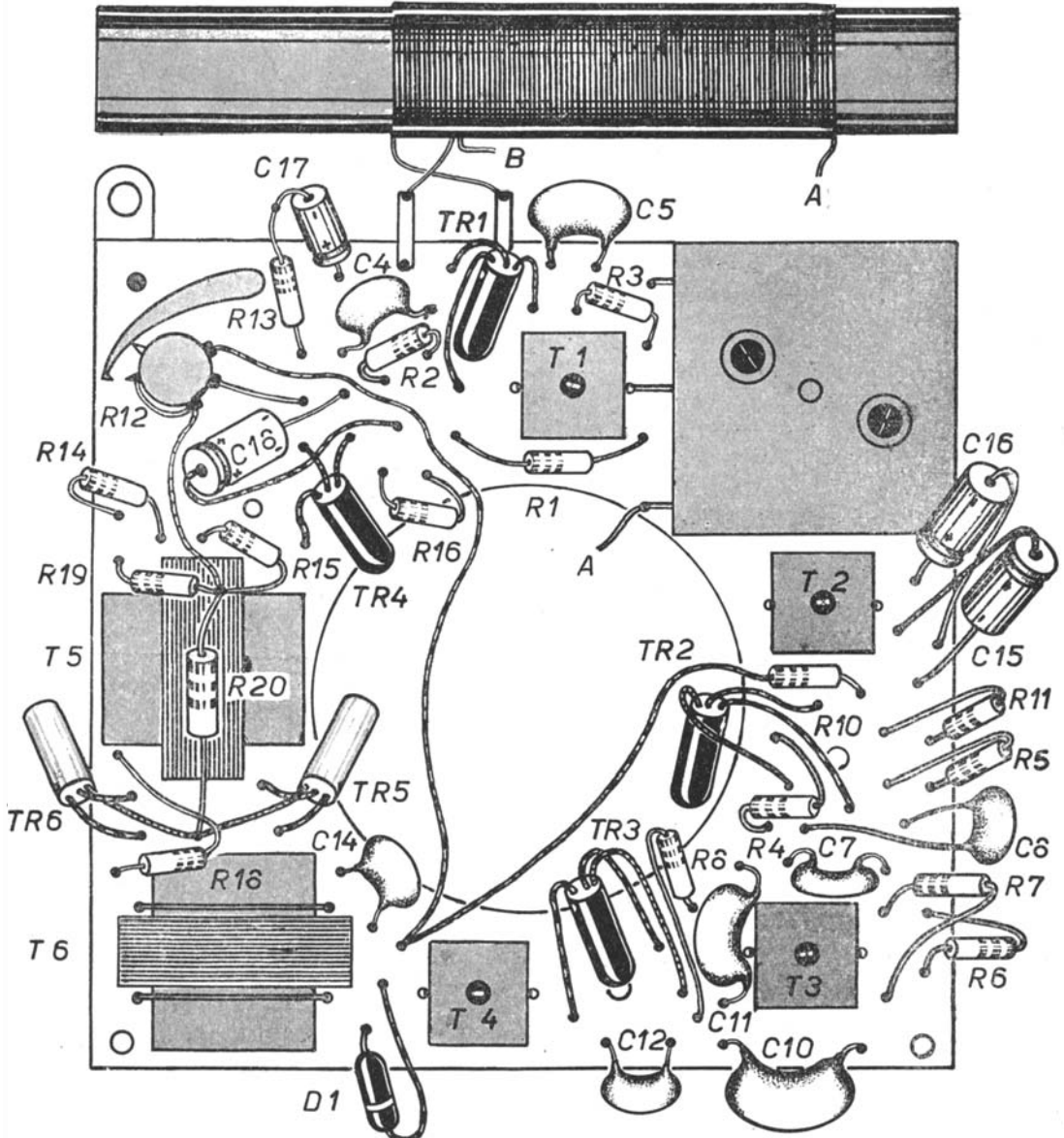


Fig. 11.13. - Componenti sull' altro lato del pannello di fig. 14. 12.

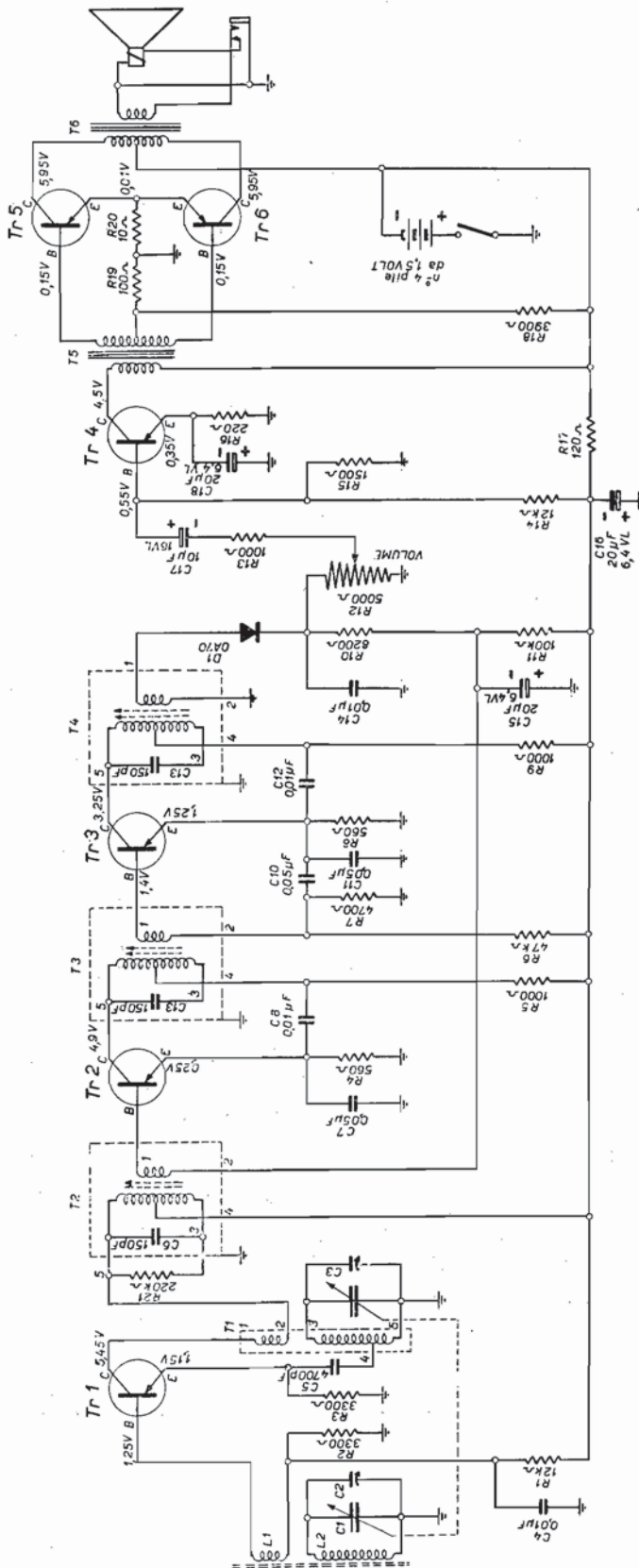


Fig. 11.14. - Schema elettrico dell'apparecchio di cui le due figure precedenti.

poter raggiungere tutti i componenti. Il cavetto che parte dal polo positivo della batteria va al rame nell'angolo in alto a destra, e da questo all'interruttore.

La prima linea di alimentazione negativa, a  $-6$  volt, è a destra in basso, collegata con un filo conduttore al  $-$  batteria. Ad essa fa capo la resistenza di caduta R17 di 120 ohm. Tale resistenza raggiunge un'isoletta d'ancoraggio, insieme con la resistenza R14, la quale, insieme con R15, forma il partitore di tensione per la base di TRA.

La seconda linea negativa, a  $-5,5$  volt, si estende sul lato opposto della piastra, deviando verso l'interno per raggiungere la resistenza R1. Sulla parte a lato della piastra fanno capo R5, R6 e R11. La resistenza R9 è esterna.

La figura è rovesciata rispetto la precedente, in quanto è sottostante; per cui mentre il condensatore variabile in fig. 11.13 è a destra in alto, nella fig. 11.12 è a sinistra in alto, dove indicati i due fori per le viti di fissaggio del condensatore variabile, e il foro per il suo asse.

### Piastra con cablaggi stampati di sezione audio.

Solo pochi apparecchi sono provvisti di un'unica piastra con cablaggi stampati, con sopra tutti i componenti; la maggior parte degli apparecchi, particolarmente di quelli AM/FM, ha i componenti distribuiti su due o più pannelli, in modo da poter utilizzare meglio lo spazio disponibile, nell'interno della custodia.

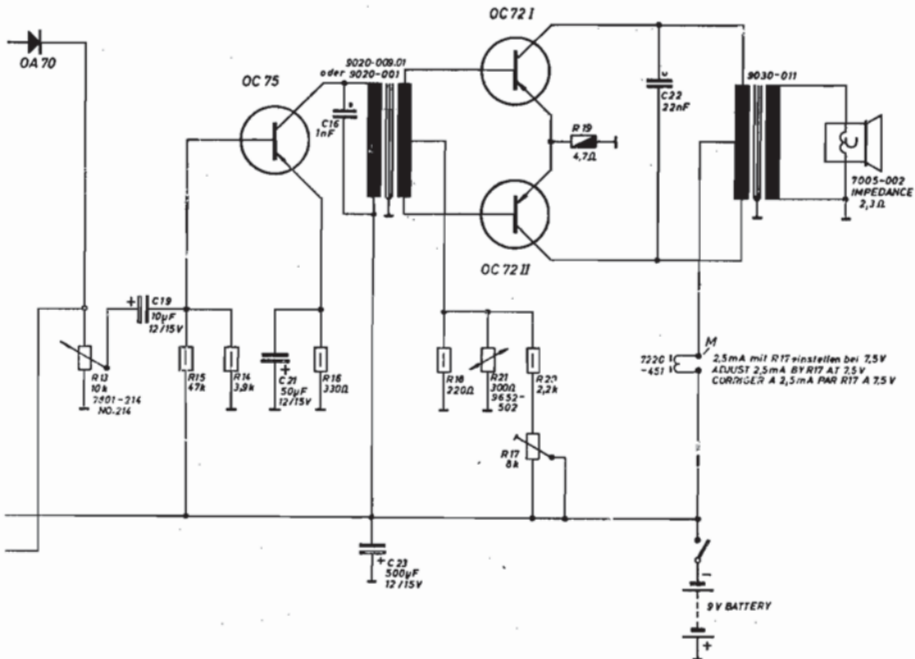


Fig. 11.5. - Schema elettrico della sezione audio.



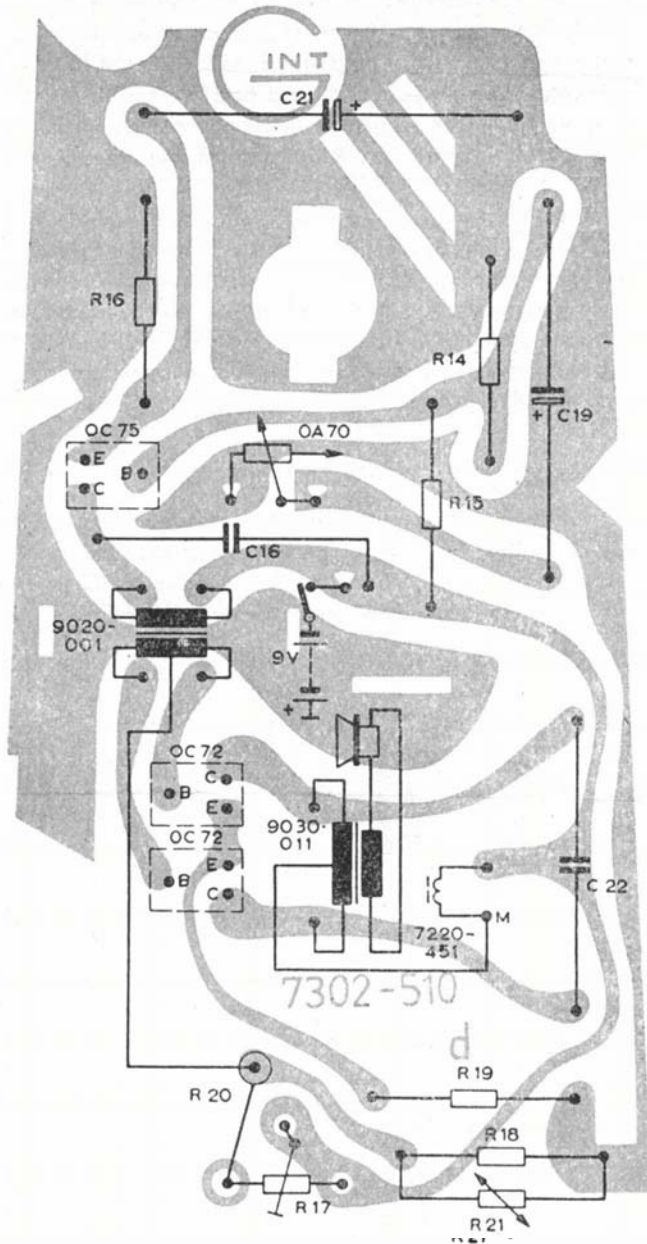


Fig. 11.16. - Piastra isolante con i cablaggio stampati della sezione audio di apparecchio di produzione tedesca.

Un esempio di pannello con componenti parziali, quelli della sola sezione audio, è quello di fig. 11.16. Lo schema elettrico è riportato dalla fig. 11.15. Si tratta dello schema originale di un apparecchio Grundig; è disegnato secondo lo stile tedesco.

In fig. 11.15 la batteria da 9 volt è disegnata al centro; essa ha il polo positivo unito alla massa metallica, al rame. Batteria e interruttore sono a parte; la figura indica dove è collegato il polo positivo della batteria e dove è collegato un capo dell'interruttore. Il trasformatore d'uscita e l'altoparlante sono indicati subito sotto. Al cablaggio stampato fanno capo soltanto i cavetti d'entrata e d'uscita dell'avvolgimento secondario; il trasformatore d'uscita è fissato sopra l'altoparlante.

L'indicazione M serve soltanto per l'inserimento del milliamperometro; durante la messa a punto, esso serve a rendere possibile la regolazione della resistenza semifissa R17, in modo da far assorbire ai due transistor in controfase, la corrente di 2,5 mA, alla tensione di 7,5 volt.

La massa positiva si estende su parte del lato sinistro della piastrina, su quello in alto e su quello a destra, insinuandosi al centro.

### **Piastrina porta-componenti a circuiti stampati.**

Quando i componenti sono in gran numero, parte di essi viene collocata su una o più piastrine « verticali ».

Un esempio è quello di fig. 11.17. In alto è indicata una piastrina « verticale » con 12 resistenze e 6 condensatori; sull'altro lato della piastrina vi sono i cablaggi stampati. La piastrina è provvista di 13 linguette metalliche, segnate con a' b' c' ecc., nonché otto cavetti, indicati con PL1, PL2 e PL4.

Le linguette sottostanti vanno inserite nei rispettivi fori della piastra principale, indicati anch'essi con a' b' c' ecc., e saldati ai cablaggi. I cavetti superiori vanno invece ad alcuni componenti indicati (R443, R421, ecc.). La piastra principale è indicata in basso, nella stessa figura. Essa si riferisce alla sezione di conversione e amplificazione a media frequenza del ricevitore della Blaupunkt mod. Westerland.

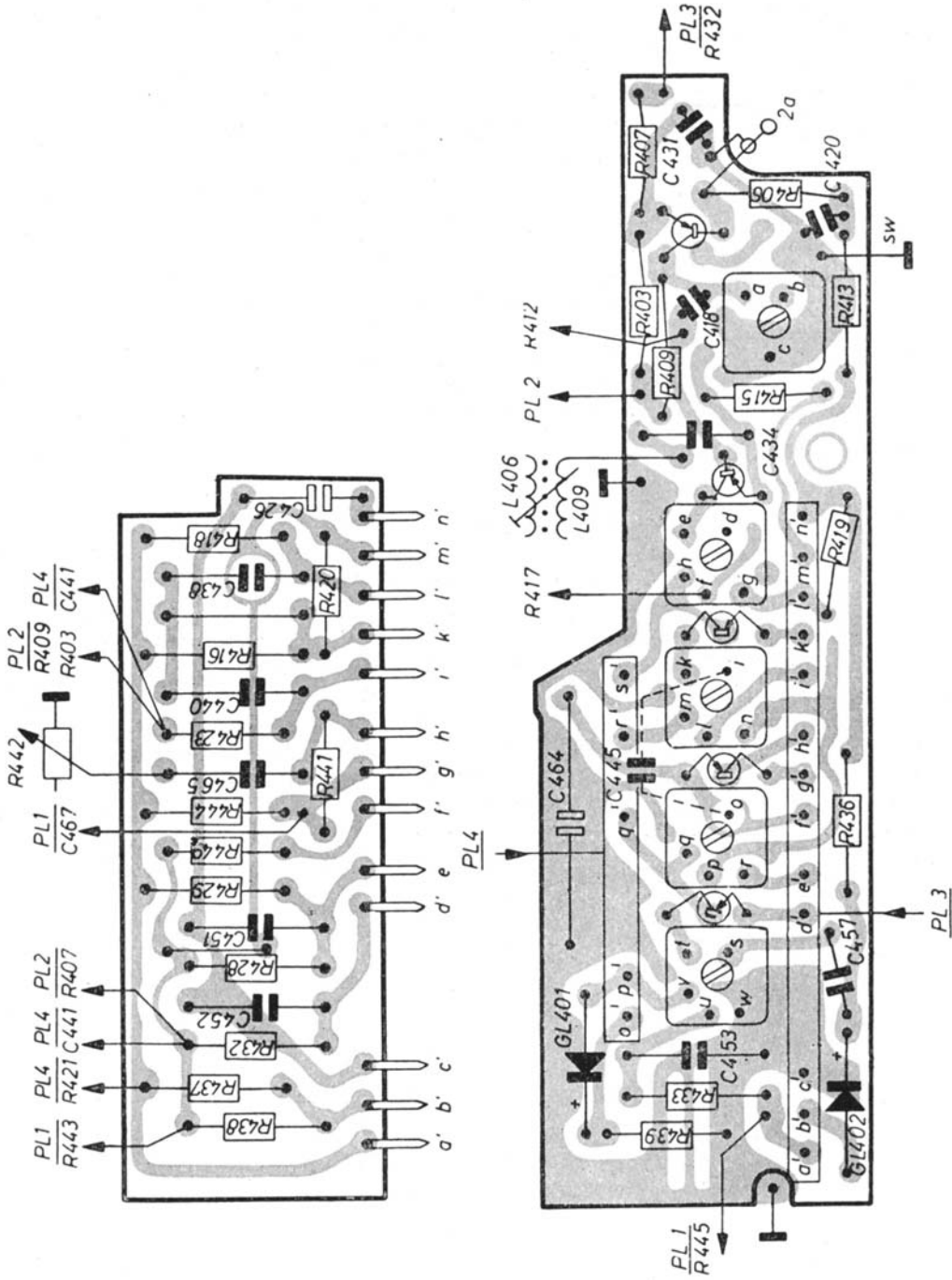


Fig. 11.17. - Piastrina portacomponenti inseribile verticalmente sul pannello sottostante.