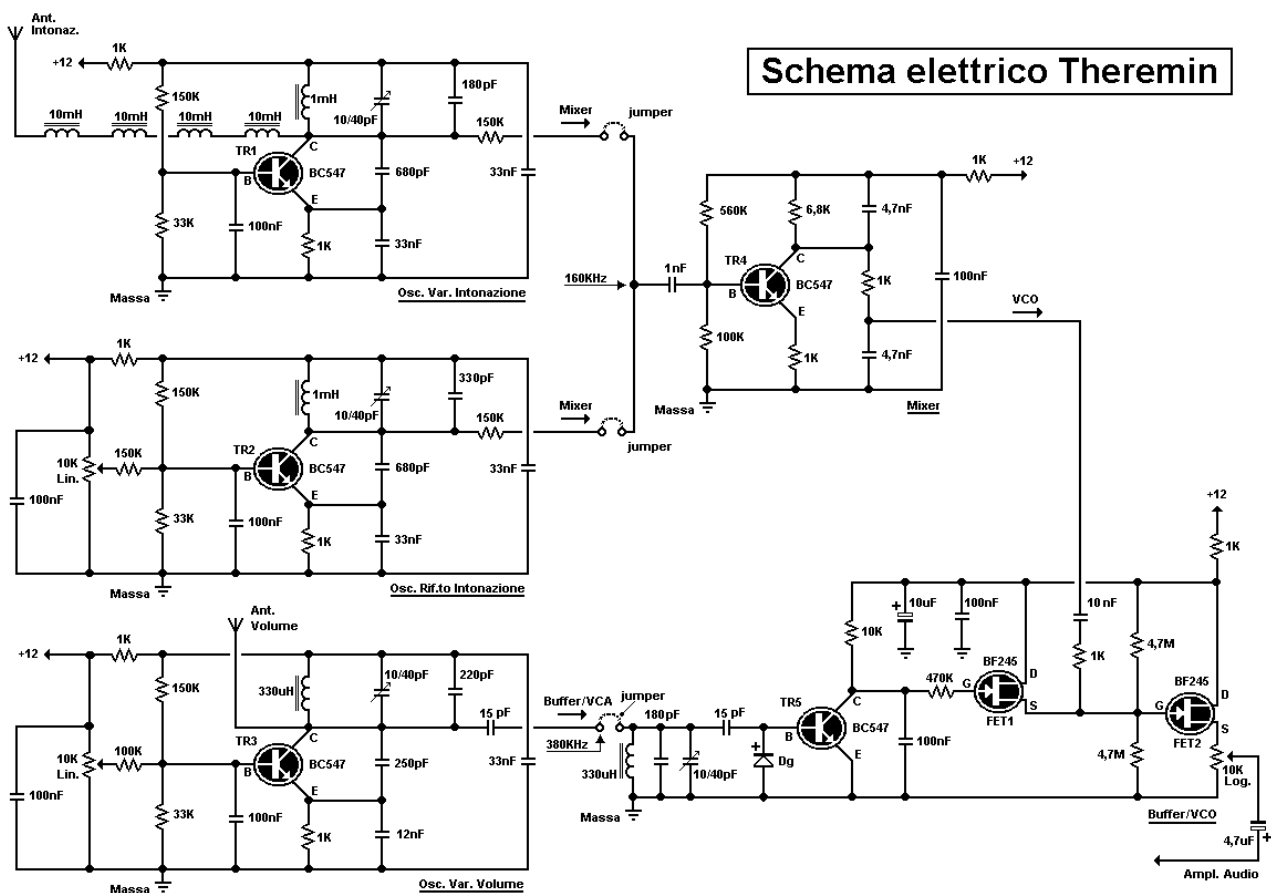


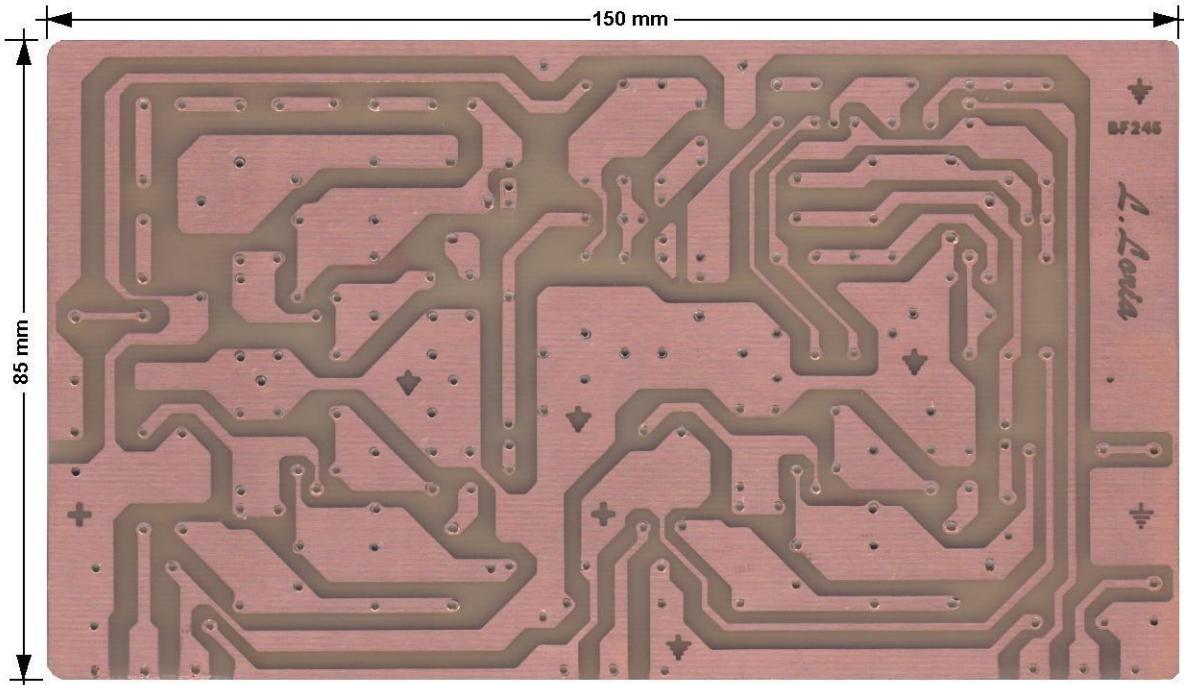
# Transistor theremin

**Premessa:** dopo la pubblicazione delle mie prime versioni di theremin a valvole ho ricevuto diverse richieste dagli appassionati del genere perché fosse presentata una versione a stato solido, senza la necessità di trovare valvole, zoccoli, trasformatori d'alimentazione, filtri ceramici ecc. In effetti la costruzione del theremin a valvole, per i più, si è presentata problematica. Il solito amico Agostino Cinnirella ha scovato in rete il progetto di un autore australiano e me lo ha proposto. E' sua la traduzione del primo articolo apparso sul sito. Questo progetto del theremin a transistor è molto simile a quello dell'autore visibile sul sito [www.strangeapparatus.com](http://www.strangeapparatus.com). Però, mentre lui consiglia la costruzione separata di vari moduli, io ho optato per la costruzione compatta su un singolo circuito stampato, ho anche eliminato l'amplificatore audio e l'alimentatore, così come appare nel suo schema elettrico. Anche qualche valore dei componenti è stato cambiato in sede di collaudo per ottimizzare il circuito. Lo schema elettrico definitivo è quello seguente:

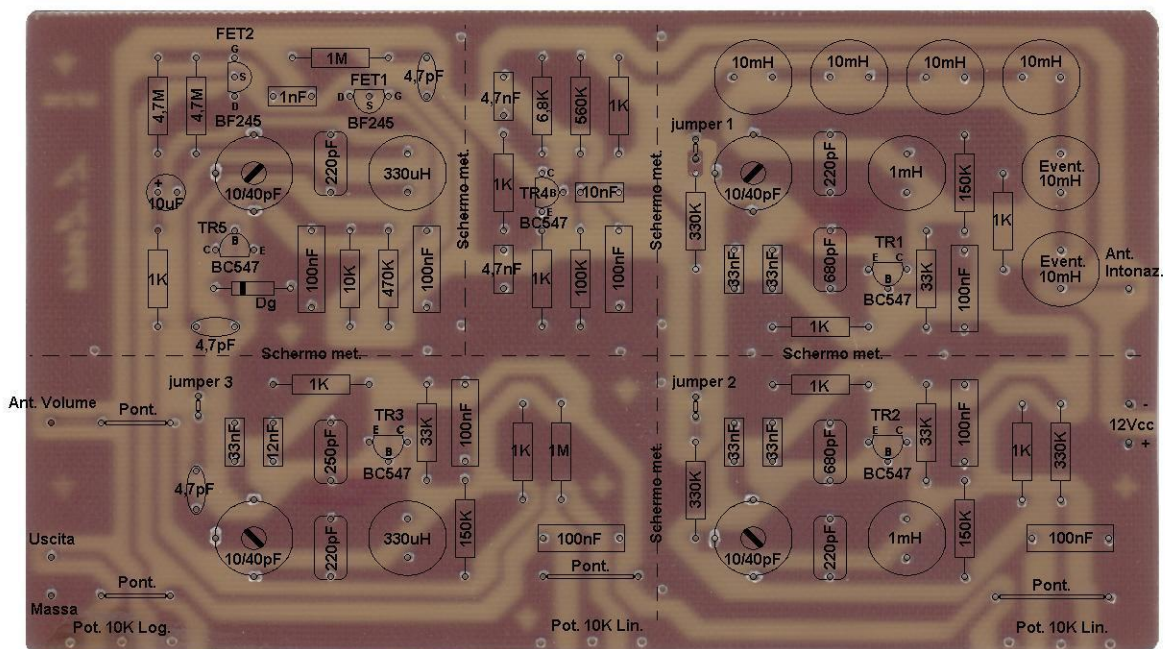


Per la spiegazione del circuito elettrico valgono le note riportate nel primo articolo. L'alimentazione sarà fornita da un qualunque alimentatore a 12 Vcc/500mA, l'amplificatore audio può essere qualunque, anche le casse acustiche del PC possono andar bene. Si notino i tre ponticelli "jumper" che saranno utili in fase di taratura e di messa punto dello strumento. Ricordo, per chi non abbia letto i precedenti lavori sul theremin, che occorre tarare il theremin per far sì che le frequenze dell'oscillatore variabile d'intonazione e dell'oscillatore fisso di riferimento coincidano "a riposo", cioè in maniera che dal mixer non giunga alcun segnale udibile al circuito VCO. Analogamente occorrerà tarare l'oscillatore del volume. Per la taratura sarà bene munirsi di frequenzimetro o di oscilloscopio, si vedrà in seguito come andrà eseguita. I componenti del theremin si trovano abbastanza facilmente nei negozi di elettronica, ma in ogni caso c'è sempre il WEB che può aiutare a rintracciare quelli che il negozio non ha. Pur avendo compattato tutto il montaggio all'interno del circuito stampato, ho lasciate separate le varie sezioni tramite uno schermo metallico, affinché non si

producano interferenze. Lo schermo metallico è facilmente ricavabile da una qualsiasi lattina di banda stagnata (no d'alluminio perché non è possibile saldarlo a stagno). Ed ecco il circuito stampato del Transistor Theremin:



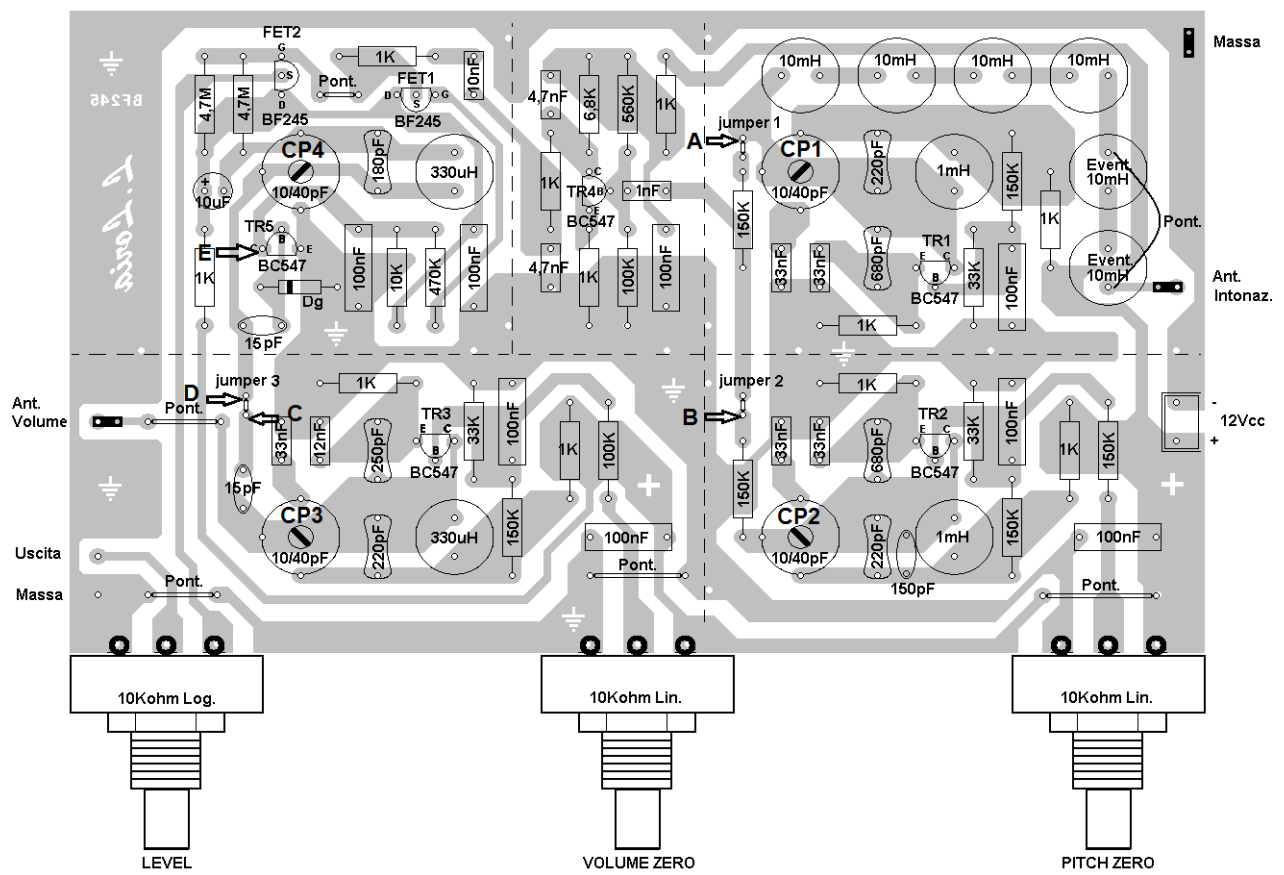
Circuito stampato lato piste



Circuito stampato lato componenti

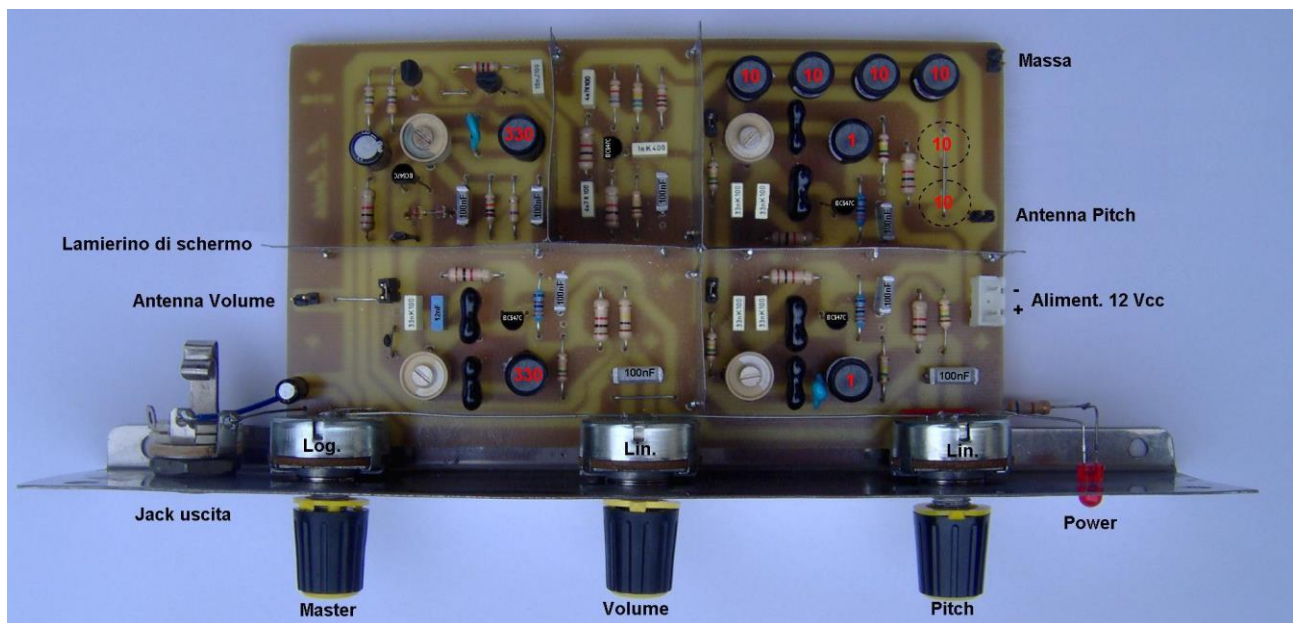
Le linee tratteggiate indicano dove sistemare lo schermo metallico e delimitano fisicamente i vari stadi che compongono il circuito: nel primo rettangolo, a sinistra in alto, è racchiuso il Buffer/VCO; nel rettangolo, centrale alto, si trova il circuito del Mixer; a destra in alto l'Oscillatore d'intonazione facente capo all'antenna; immediatamente sotto l'Oscillatore d'intonazione fisso di riferimento; al suo fianco, sotto il buffer/vco, l'Oscillatore del Volume.

Nella figura seguente notare ancora meglio la disposizione dei vari elementi sul circuito stampato:

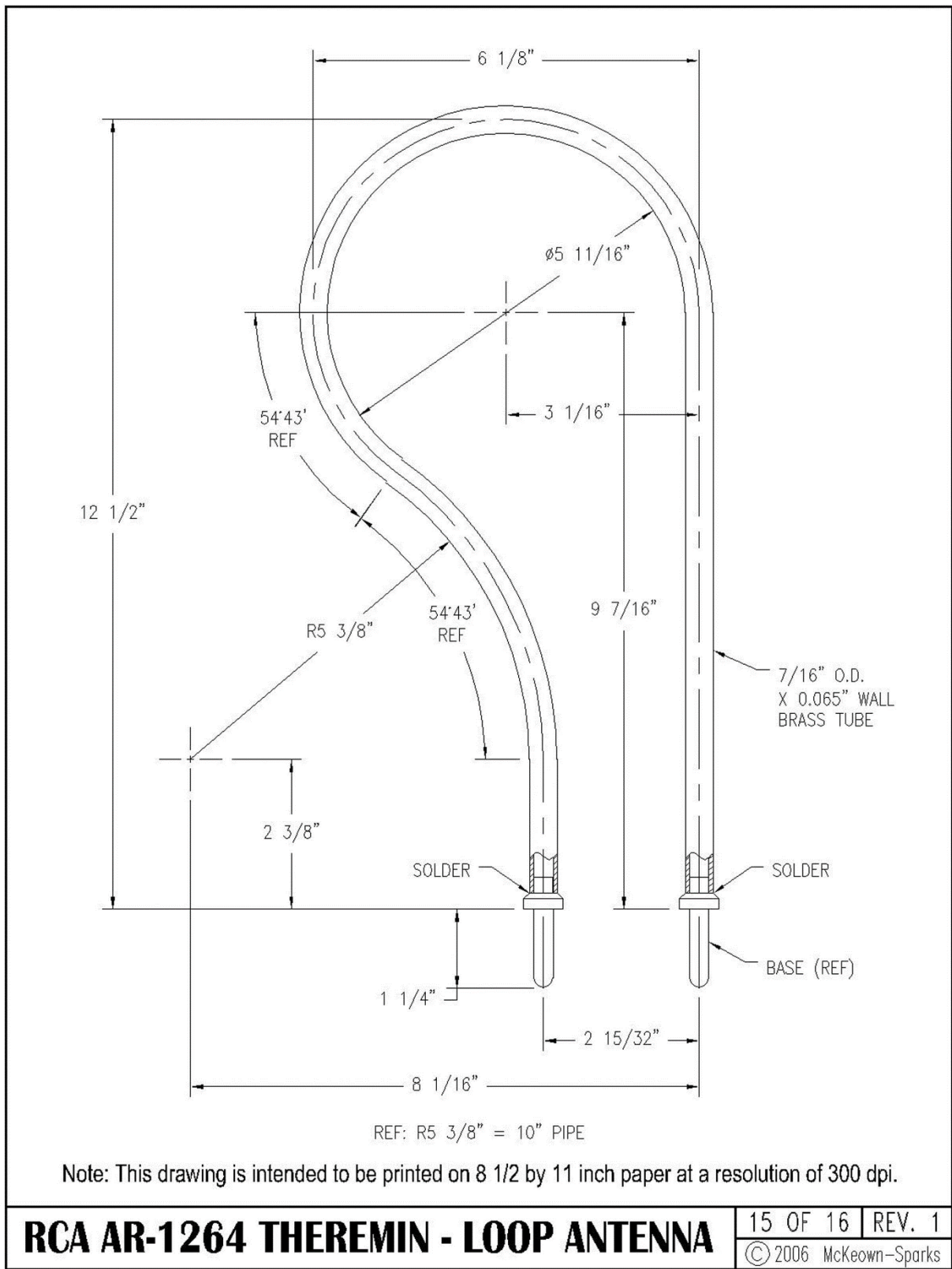


**Disposizione dei componenti sul circuito stampato**

Nella foto successiva ecco il prototipo terminato:

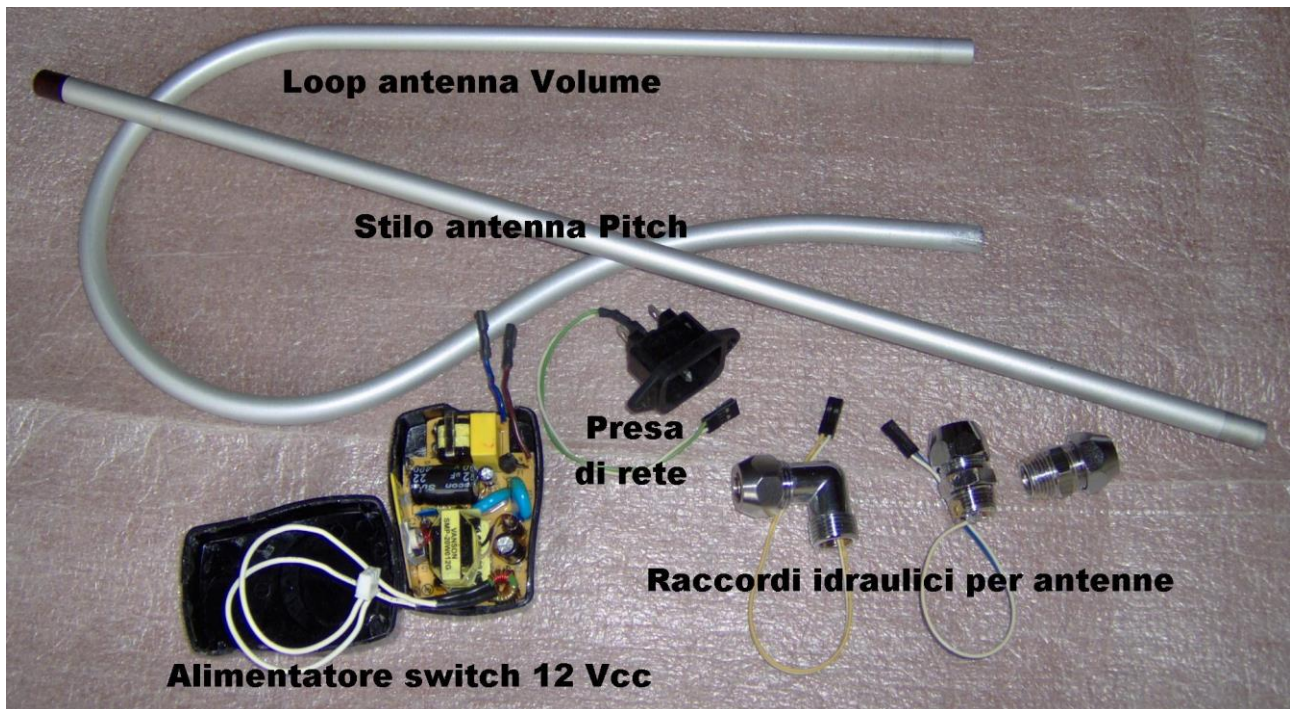


Il montaggio risulta compatto, la sistemazione dei componenti è razionale e i vari stadi ben riconoscibili e separati tra di loro. Anche la taratura e la messa a punto risultano più agevoli. Tutti i comandi si trovano nella mascherina frontale, così come la presa jack d'uscita (per il collegamento all'amplificatore audio) ed il led spia d'accensione. In questo modello di theremin è possibile usare l'antenna del volume così come nell'originale strumento RCA, ecco il disegno con le quote relative:



Le misure riportate sono in pollici, da convertire in cm: 1 pollice = 2,54 cm. Io ho realizzato sia l'antenna del volume che quella d'intonazione usando un comune tubetto d'alluminio da 10 mm di diametro, comunemente venduto nei reparti brico o nei ferramenta ben forniti. L'antenna dritta dell'intonazione è lunga circa 45 cm. Per l'attacco delle antenne ed il loro collegamento elettrico al resto del circuito ho utilizzato dei normali raccordi idraulici cromati (quelli per le cannette d'alimentazione acqua di lavabi e bidet) due raccordi dritti ed uno ad angolo. Nella fotografia seguente si possono notare sia le antenne che i loro raccordi ed i pochi altri componenti occorrenti per terminare il montaggio dello strumento.





Per l'alimentazione del theremin, dopo qualche prova, ho scelto un semplicissimo alimentatore switching, che costa veramente poco ma, soprattutto, non interferisce minimamente nel funzionamento. Infine ho realizzato un bel mobile in legno di mogano per alloggiarci il montaggio. Sui fianchi ho praticato i fori per fissare i raccordi idraulici porta-antenne, sul fondo l'apertura per la presa di rete e sul davanti l'asola per il frontalino dello strumento con manopole e presa jack.



Nella tabella seguente riporto l'elenco del materiale elettronico occorrente:

## ELENCO COMPONENTI

Quant	Descrizione articolo
2	Resistore 4,7 MegaOhm 1/4 Watt
1	Resistore 560 KiloOhm 1/4 Watt
1	Resistore 470 KiloOhm 1/4 Watt
6	Resistore 150 KiloOhm 1/4 Watt
2	Resistore 100 KiloOhm 1/4 Watt
3	Resistore 33 KiloOhm 1/4 Watt
1	Resistore 10 KiloOhm 1/4 Watt
1	Resistore 6,8 KiloOhm 1/4 Watt
11	Resistore 1000 Ohm 1/4 Watt
1	Resistore 680 Ohm 1/2 Watt
2	Potenziometro 10 KiloOhm Lineare
1	Potenziometro 10 KiloOhm Logaritmico
4	Induttore nucleo magnet. 10mH
2	Induttore nucleo magnet. 1mH
2	Induttore nucleo magnet. 330uH
2	Condensatore 680 pF Silver Mica
1	Condensatore 330 pF Silver Mica
1	Condensatore 250 pF Silver Mica
1	Condensatore 220 pF Silver Mica
2	Condensatore 180 pF Silver Mica
8	Condensatore 100 nF Poliest. 100 VL
5	Condensatore 33 nF Poliest. 100 VL
1	Condensatore 12 nF Poliest. 100 VL
1	Condensatore 10 nF Poliest. 100 VL
2	Condensatore 4,7 nF Poliest. 100 VL
1	Condensatore 1nF Poliest. 100 VL
2	Condensatore 15 pF ceram. a disco 50 VL
4	Compensatore 10-40 pF ceramico
1	Condensatore 10 uF/63 VL Elettrol.
1	Condensatore 4,7 uF/63 VL Elettrol.
1	Diodo al Germanio tipo AA117 /1N34
1	Led spia accensione rosso o verde
5	Transistor NPN tipo BC547
2	JFET canale N tipo BF245

### **Note per la taratura:**

Inizialmente non occorre collegare lo strumento all'amplificatore, bisogna invece che sia collegato alle sue antenne e all'alimentatore 12 Vcc. Estrarre le spinette dei jumper, in maniera da isolare tutti e tre gli oscillatori dal circuito. Ruotare tutte le manopole dello strumento su ore "12", ovvero sul riferimento centrale che corrisponde alla posizione del numero 12 sul quadrante dell'orologio. **Da questo momento, e fino al termine delle operazioni di taratura, le due manopole di Volume e Pitch non devono essere più ruotate.** Fare riferimento alla figura "disposizione dei componenti sul circuito stampato" per individuare i punti di taratura.

### **Taratura strumentale:**

- Inserire la sonda del frequenzimetro in corrispondenza di "jumper 1" (**freccia A**), curando che le masse di frequenzimetro e theremin siano in contatto tra loro. Avendo cura di rimanere distanti col corpo ad almeno 40 cm dall'antenna d'intonazione, leggere quale frequenza misuri il frequenzimetro. Ruotare la vite del compensatore CP1 per leggere un valore esatto di frequenza (esempio: 160-170-180 KHz). Naturalmente, per questa operazione servirsi di cacciavite antinduttivo.

- Ora staccare la sonda del frequenzimetro dal jumper 1 e collegarla al “jumper 2” (**freccia B**), con le masse degli strumenti sempre in contatto tra loro, leggere quale frequenza misuri il frequenzimetro. Ruotare la vite del compensatore CP2 per leggere lo stesso valore esatto di frequenza letto su jumper 1. In questo modo le frequenze generate dai due oscillatori d’intonazione, essendo le stesse, se inviate al mixer, non daranno luogo alla terza frequenza udibile differenza tra le due.
- Adesso spostare la sonda del frequenzimetro su “jumper 3” (**freccia C**) e, con la mano poggiata sull’antenna del volume, leggere quale frequenza misuri il frequenzimetro. Ruotare la vite del compensatore CP3 per leggere un valore esatto di frequenza (esempio: 360-370-380 KHz).
- Ora staccare la sonda del frequenzimetro dal jumper 3 (frecciaC) e collegarla al “jumper 3” (**freccia D**), con le masse degli strumenti sempre in contatto tra loro, leggere quale frequenza misuri il frequenzimetro. Ruotare la vite del compensatore CP4 per leggere lo stesso valore esatto di frequenza letto in precedenza sulla freccia C.
- Staccare quindi il frequenzimetro dal circuito. Per affinare la taratura conviene servirsi, a questo punto del tester, predisposto per misure di tensioni continue, collegato col puntale negativo a massa e col positivo sul collettore di TR5 (**freccia E**), reinserire il ponticello sul jumper 3 e allontanando la mano dall’antenna del volume leggere le indicazioni del voltmetro. La tensione indicata dovrebbe aggirarsi intorno alla metà di quella d’alimentazione (dai 5 ai 6/7 volt circa), ora avvicinare la mano all’antenna del volume fino a toccarla, la tensione deve crescere fino ad un massimo (circa 10 volt). Le operazioni di taratura strumentali sono così concluse. Scollegare il tester ed inserire al loro posto anche i ponticelli di jumper 1 e jumper 2. Da questo momento sarà possibile eseguire le regolazioni di taratura servendosi dell’orecchio e delle manopole disposte sul frontale del Theremin.

#### **Taratura ad orecchio:**

- Applicare l’uscita del theremin all’ingresso di un amplificatore audio e terminare la taratura “**ad orecchio**”, inizialmente agire su CP3 o CP4 per annullare completamente il suono o portandolo al minimo, sempre con la mano sull’antenna del volume, naturalmente, in questa fase, occorre regolare i controlli di Master e volume dei due apparecchi per ottenere un suono accettabile: né troppo alto, né troppo basso. Accertarsi anche che la rotazione della manopola “Volume” sul theremin, di poco a destra o a sinistra dalla posizione centrale, riesca ad assicurare un buon controllo del “silenzio”. Segno che la taratura iniziale è stata eseguita a regola d’arte.
- Ottenuto un regolare controllo del volume, avendo l’accortezza di rimanere il più distante possibile dall’antenna verticale del Pitch, regolare CP1 e/o CP2 per ottenere il silenzio. Avvicinando poi la mano allo stilo verticale si deve udire la prima nota grave a circa 30/40 cm di distanza, nota che deve aumentare di frequenza avvicinando sempre più la mano, fino a sfiorare l’antenna. Accertarsi anche che la rotazione della manopola “Pitch”, di poco a destra o a sinistra della posizione centrale, riesca ad assicurare un buon controllo. In pratica, ruotando la manopola, senza accostare la mano all’antenna d’intonazione, lo strumento deve “suonare”, mentre riportando la manopola al centro il suono deve cessare. Indicando, anche in questo caso, che la taratura iniziale è stata eseguita a regola d’arte.
- La taratura, a questo punto, può dirsi terminata, d’ora in avanti, tutte le volte che si accenderà lo strumento e dopo pochi istanti, basterà regolare i comandi di Volume e di Pitch, per preparare il theremin all’esecuzione dei brani.
- Solo dopo molto tempo, quando pur ruotando i comandi tutti in un verso o nell’altro, non si riuscirà ad azzerarlo perfettamente, occorrerà allora ripetere le operazioni di taratura iniziali.

#### **Nota finale:**

La taratura è possibile eseguirla anche con l’oscilloscopio, basterà collegarlo agli stessi punti indicati per il frequenzimetro e controllare che le forme d’onda rilevate coincidano esattamente, con uno strumento doppia traccia sarà ancora più facile l’operazione, potendo sovrapporre le tracce per accertarsi che siano di frequenza uguale. Sebbene sia possibile, in linea teorica, effettuare la taratura solo ad “orecchio”, la sconsiglio vivamente per non perdere tempo e pazienza, infatti, se le frequenze differiscono tra loro di oltre 15/20 kHz sarà impossibile udire alcun suono e sapere, quindi, dove e come intervenire sul circuito per apportare eventuali modifiche.



**Il mobile:**

Per quanto riguarda le dimensioni del mobile, occorre che si sviluppi in lunghezza per almeno 40 cm, perché è necessario distanziare le antenne, e quindi le mani dell'esecutore, onde evitare reciproche influenze. Uno sguardo al progetto terminato e racchiuso nel mobile chiarirà certamente le idee. Per questo progetto non ho previsto repliche o alcun kit di montaggio. Per eventuali consigli o maggiori chiarimenti offro però la mia solita disponibilità.



luciano.loria@gmail.com