

Come costruire un Theremin

(Traduzione dal sito www.strangeapparatus.com a cura di Agostino Cinnirella)



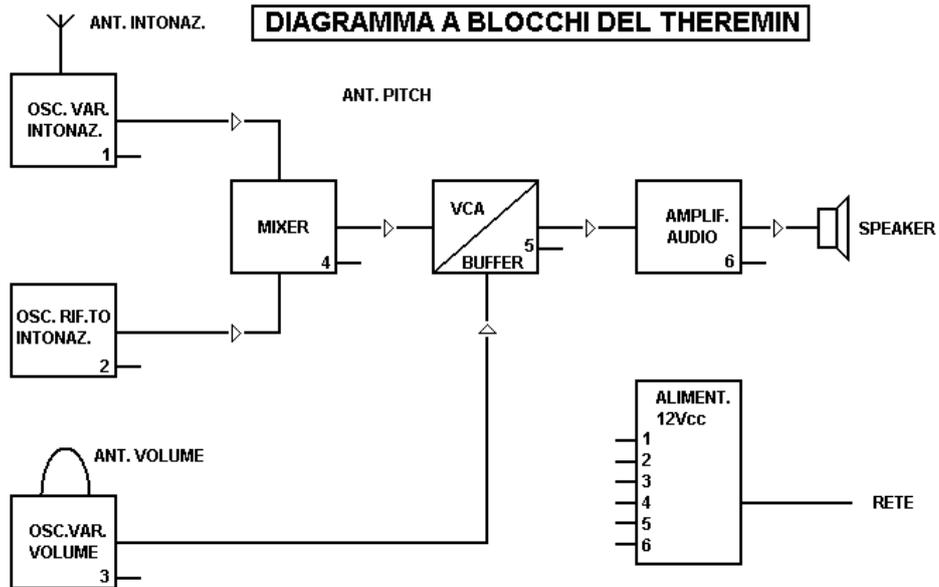
Il Theremin (dal nome del suo inventore Leon Theremin) è uno strumento musicale che risale ai primi giorni della radio e dell'elettronica. Si tratta di un semplice dispositivo funzionante a frequenza radio, che si basa sull'interazione di due oscillatori per produrre una serie di note musicali. Un oscillatore serve come riferimento, mentre il secondo è libero di essere influenzato dalla capacità della mano dell'esecutore che si avvicina o si allontana dall'antenna d'intonazione dello strumento. Per ottenere il controllo del volume del suono prodotto è usato un altro oscillatore. Suonare lo strumento è un'interessante combinazione di elettronica e teatralità. Quando il thereminista gesticola nello spazio, un suono glissato emana dall'altoparlante dello strumento. Anche se il Theremin è stato utilizzato e ancora oggi per esecuzioni di musica seria, è più comunemente conosciuto per gli effetti sonori inquietanti nei film di fantascienza degli anni '50. Ho fantasticato sull'idea di costruire un Theremin dalla fine degli anni '60, ma non sono mai riuscito a trasformare questo sogno in realtà fino a pochi anni fa. Ecco una descrizione dei risultati di un bel paio d'ore trascorse nel capanno del mio cortile e alcuni consigli utili per gli appassionati che potrebbero avere il desiderio di provarci.

Il progetto

Anche se ho sentito un forte bisogno di produrre uno strumento tradizionale, è difficile ignorare i benefici dei semiconduttori al momento di definire un progetto di questa natura. Il risultato del mio lavoro è uno strumento con le stesse frequenze di oscillazione e una disposizione funzionale simile all'originale Theremin RCA, ma con l'utilizzo di transistori al posto delle valvole. Il mio Theremin è costruito con moduli separati che rappresentano ogni unità funzionale dello strumento. In questo modo diventa semplice costruire ogni elemento del Theremin, farlo funzionare correttamente e infine assemblare l'intero strumento. I moduli del Theremin sono 7:

- Oscillatore di controllo dell'intonazione
- Oscillatore di riferimento dell'intonazione
- Miscelatore
- Oscillatore di controllo del volume sonoro
- Circuito risonante del volume (Buffer) e Amplificatore controllato in tensione (VCA)
- Amplificatore Audio
- Alimentatore

Ogni oscillatore utilizzato in questo Theremin è del tipo Colpitts e utilizza un induttore in miniatura con nucleo di ferrite e tre condensatori che determinano la frequenza. Due degli oscillatori incorporano un mezzo per consentire all'operatore di regolare la frequenza tramite un controllo disposto sul pannello frontale.

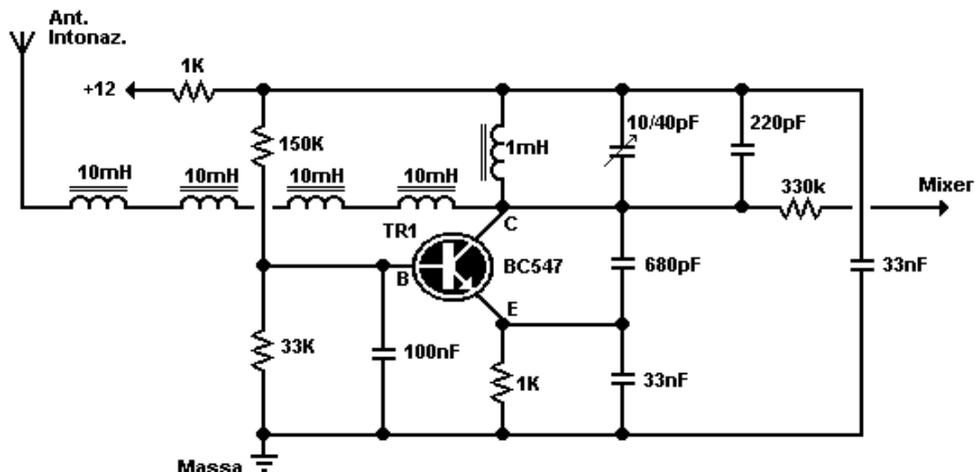


Il diagramma a blocchi mostra la disposizione generale dei moduli del Theremin. I segnali dei due oscillatori dell'intonazione sono forniti al miscelatore che produce frequenze di somma e differenza di questi segnali. Dopo il filtraggio, emerge il solo segnale audio differenza che è inviato all'amplificatore controllato in voltaggio (VCA). Il guadagno di quest'ultimo è variato dal segnale DC del rivelatore nel circuito risonante di volume. Questo segnale DC è prodotto quando l'oscillatore del volume è scostato dalla sua frequenza fissa dalla capacità della mano che si avvicina o si allontana dall'antenna del volume. Il segnale audio dal VCA è poi inviato all'amplificatore e infine all'altoparlante.

I circuiti

Ciascun modulo può essere costruito, provato e regolato in modo che il montaggio finale consista semplicemente nel collegare i vari moduli ed eseguire alcune regolazioni finali. Per riuscire a ottimizzare i moduli è necessario un oscilloscopio e/o un frequenzimetro.

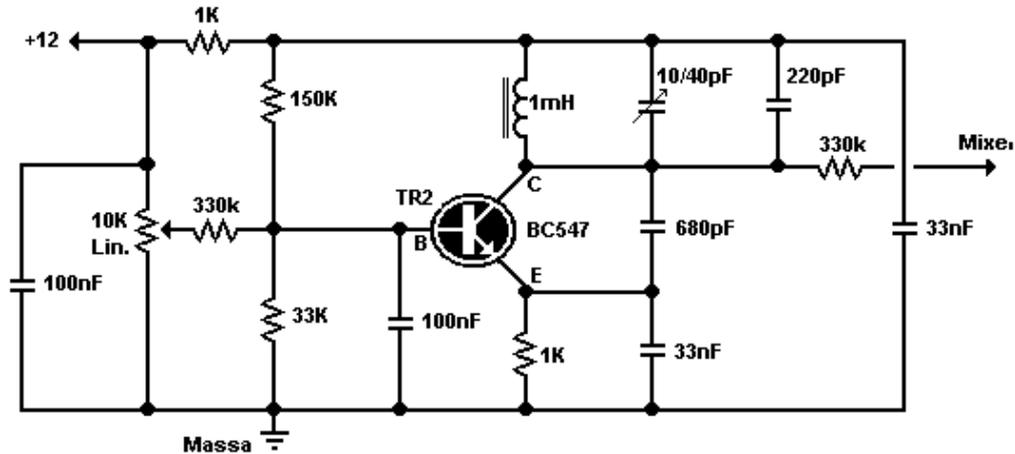
Oscillatore variabile dell'intonazione (172kHz)



Funziona a 172kHz ed è influenzato dalla capacità parassita mano esecutore/antenna intonazione. Un piccolo induttore con nucleo di ferrite assieme a tre condensatori forma il circuito di sintonia della frequenza. Lo scopo dei quattro induttori da 10mH in ferrite, in serie all'antenna, è di migliorare la linearità della

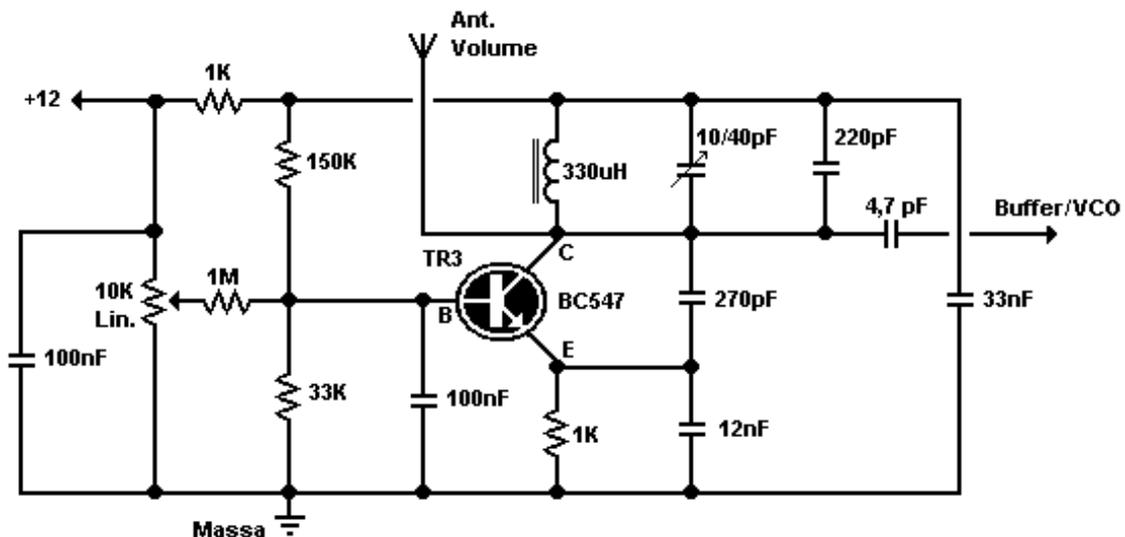
relazione tra la posizione della mano del suonatore e l'antenna. Senza questi elementi, il tono prodotto dal Theremin salirebbe dapprima lentamente e poi improvvisamente per diverse ottave in pochi millimetri di movimento della mano, rendendo lo strumento difficile da suonare. Poiché questi induttori formano un circuito risonante in serie con la capacità parassita associata all'antenna, è difficile prevedere dei valori ottimali. Il valore di queste induttanze e il loro numero è da regolare per tentativi, finché si ottenga il miglior rapporto movimento mano/intonazione. Il segnale di uscita di quest'oscillatore è inviato al modulo di miscelazione tramite un cavo schermato.

Oscillatore di riferimento dell'intonazione(172kHz)



Opera anch'esso a circa 172kHz ed è impostato sulla frequenza corretta da parte dell'operatore con il potenziometro da 10k. Come nel precedente oscillatore un piccolo induttore con nucleo di ferrite assieme a tre condensatori forma la rete di determinazione della frequenza. Anche il segnale di uscita di quest'oscillatore è inviato al modulo di miscelazione tramite un cavo schermato

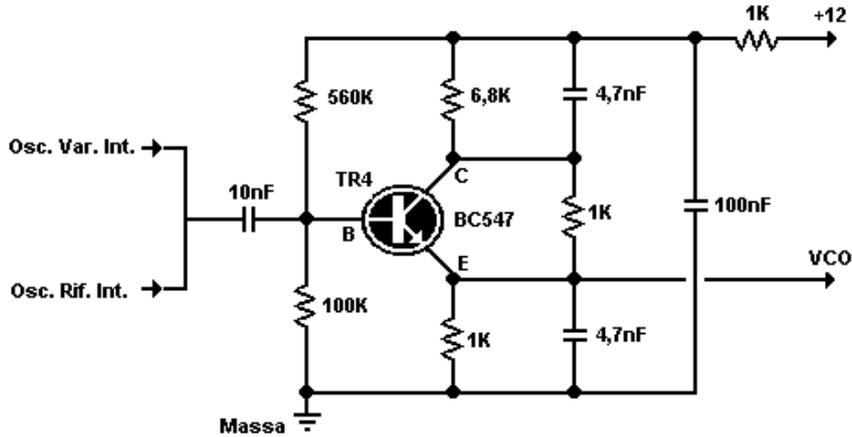
Circuito dell'oscillatore variabile del volume



L'oscillatore del volume opera attorno ai 440kHz ed è fortemente influenzato dall'antenna del volume. Quando correttamente sintonizzato, e la mano dell'operatore si trovi quasi a toccare l'antenna, la frequenza

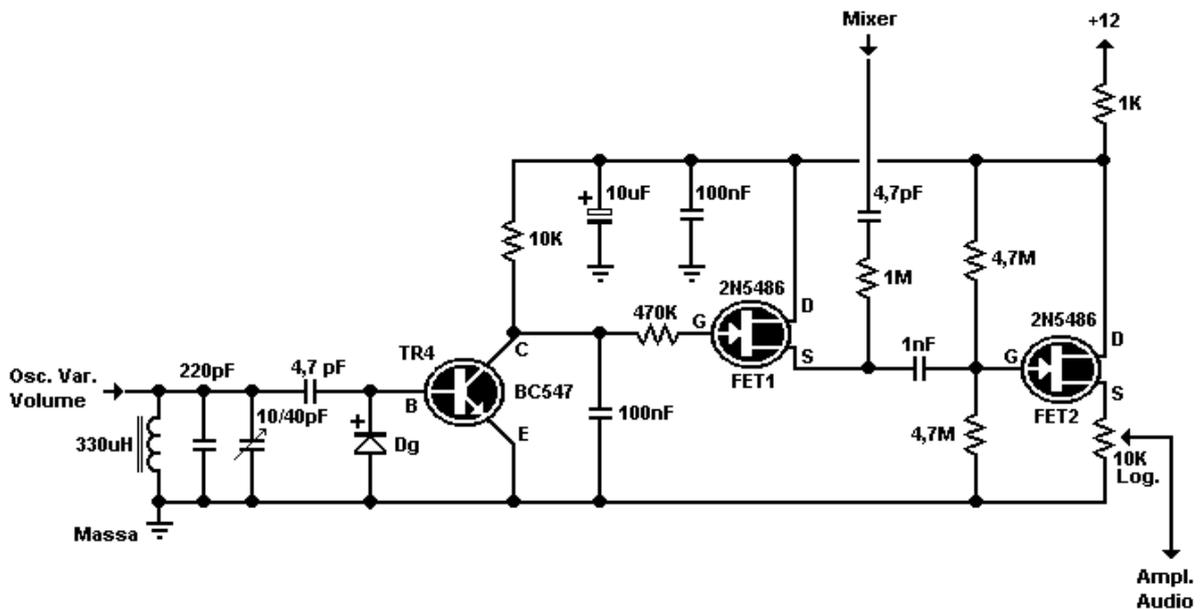
dell'oscillatore corrisponderà a quella del circuito risonante di volume. Questa condizione fa sì che il massimo segnale sia presente sul circuito accordato e corrisponda all'audio zero. Il potenziometro da 10Kohm consente all'operatore di regolare l'oscillatore sulla corretta frequenza.

Miscelatore



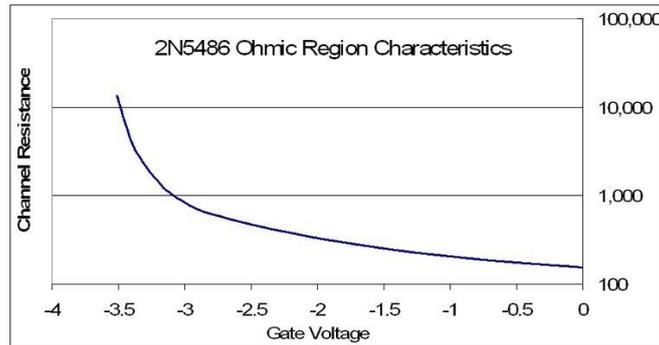
Il miscelatore è il modulo più semplice da montare e non richiede alcuna regolazione. La sua funzione è quella di miscelare i segnali provenienti dai due oscillatori dell'intonazione per produrre un segnale audio. Quando il miscelatore riceve dagli oscillatori due frequenze leggermente diverse, produce in uscita una forma d'onda complessa come risultato. Se si analizzasse la forma d'onda di uscita si vedrebbero effettivamente due frequenze: una equivalente alla somma delle frequenze di ingresso e l'altra equivalente alla sottrazione (o differenza) delle due frequenze di ingresso. Essendo la prima frequenza di valore molto alto e inutile e inaudibile per il nostro scopo, si utilizza un filtro passa-basso (due condensatori da 4,7nF e una resistenza da 1k) per estrarre solo la seconda che rientrerà nella gamma udibile.

Circuito risonante del volume (Buffer) ed amplificatore controllato in tensione (VCA)

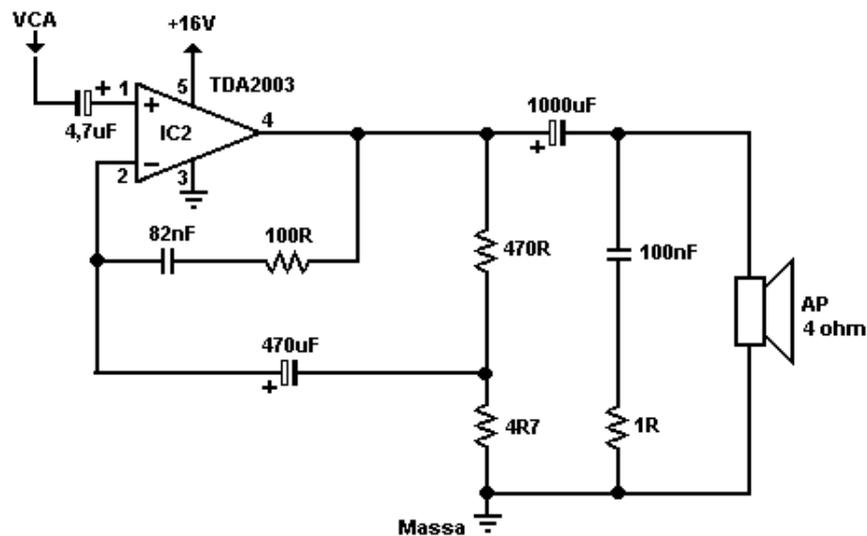


Questo modulo altera il volume del Theremin in risposta ai gesti delle mani dell'esecutore. È costituito da un circuito risonante, tarato alla stessa frequenza prodotta dall'oscillatore del volume, quando la mano del suonatore è vicino all'antenna. Questo provoca la massima tensione del segnale da sviluppare attraverso il circuito accordato. Quando la mano si allontana dall'antenna del volume, la frequenza dell'oscillatore si allontana dalla frequenza di risonanza del circuito accordato. Ciò causa la caduta di polarizzazione in CC

sulla base di TR4 e porta la sua tensione di collettore a salire. Dato che il FET 1 è polarizzato nella regione ohmica, la tensione crescente al Gate aumenta la resistenza di canale. Questo riduce l'effetto dello shunt sull'audio in FET 2 ed aumenta il volume del segnale audio.



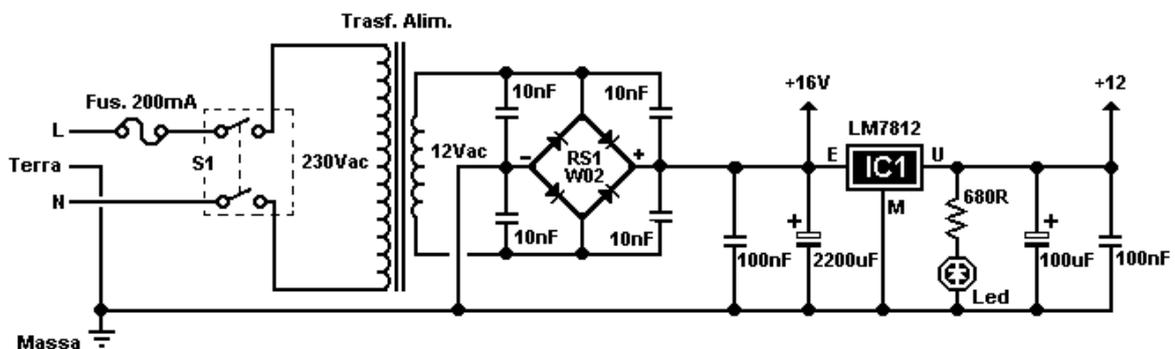
Le caratteristiche misurate di FET 1 quando polarizzato in regione ohmica



Amplificatore Audio

L'amplificatore audio utilizza un amplificatore monolitico TDA2003 originariamente progettato per le applicazioni nelle autoradio. Il circuito è quello consigliato nella scheda tecnica del produttore.

Alimentazione

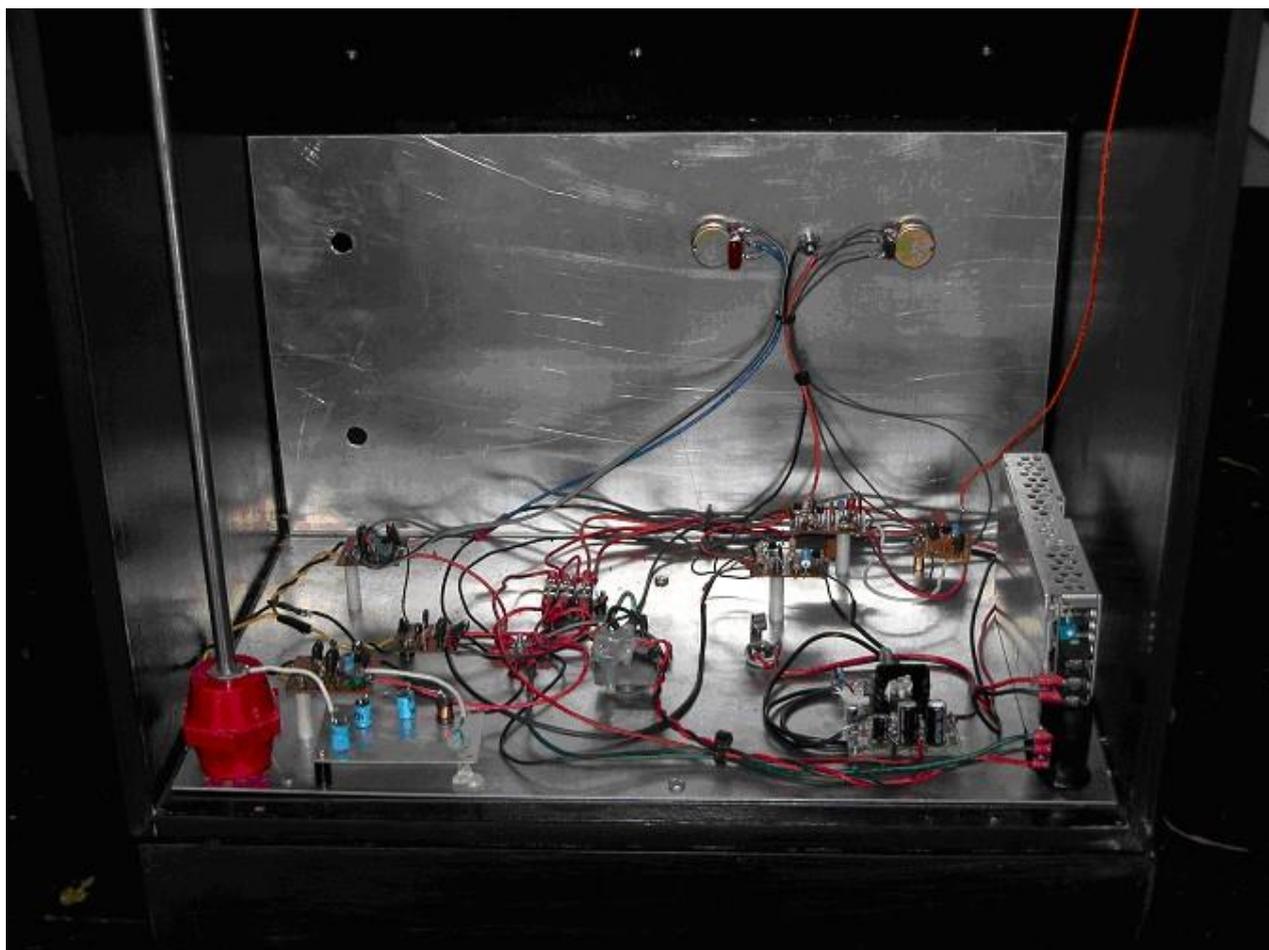


L'alimentatore utilizza un trasformatore 230VAC/12VAC, un ponte raddrizzatore e un regolatore di tensione a tre terminali. I condensatori in parallelo sui diodi raddrizzatori servono a ridurre il ronzio indotto.

Assemblaggio e Collaudo

Quando tutti i moduli sono stati costruiti e provati si tratta semplicemente di assemblarli ed eseguire la messa a punto finale. La disposizione dei moduli non è particolarmente critica, ma ovviamente l'oscillatore a tono variabile deve essere montato vicino all'antenna del tono e l'oscillatore del volume vicino all'antenna del volume.

La realizzazione pratica di un primo prototipo



Il potenziometro del volume è regolato in modo tale che il suono si riduca a zero quando la mano dell'operatore quasi tocca l'antenna del volume. Il potenziometro dell'intonazione si deve regolare in modo che nessun segnale acustico sia presente quando il thereminista è in piedi nella posizione di esecuzione. Il Theremin è ora pronto per essere usato.

NOTA: rispetto all'originale ho apportato alcune piccole correzioni e anche lo schema elettrico è stato ridisegnato per rendere più semplice ed immediata la comprensione del testo e del circuito. A breve seguirà la pubblicazione dell'esemplare da me costruito, con ricche ed esaurienti spiegazioni.

luciano.loria@gmail.com