

Amplificatore Push-Pull 18watt (tipo Marshall)



Come promesso, sia a mio figlio che alle tante persone che me l'hanno richiesto, ecco l'ultimo nato in casa Loria: si tratta del "quasi" clone del mitico 18 watt Marshall, un piccolo Push-Pull di EL84, che ha sempre entusiasmato i chitarristi di ieri e di oggi. Lo schema è abbastanza datato: 1959, ma sempre attuale per gli amanti del suono caldo e pastoso, e mai stridente, delle valvole termoioniche. A dimostrazione di ciò invito gli interessati a visitare il sito www.18watt.com che è dedicato solo ed esclusivamente agli estimatori del 18 watt Marshall, ed agli auto-costruttori che replicano questo piccolo gioiellino, questi ultimi creano, talvolta, dei cloni veramente perfetti ed esteticamente accattivanti, sia nel montaggio rigorosamente "on air", che nello chassis, per finire poi col mobile, con tanto di mascherina e rivestimento in vinilpelle, ecc. ecc. Una curiosità: per acquistare uno di questi cloni ben realizzato può essere richiesta la cifra di circa 1600 dollari... Anch'io ero orientato sulla costruzione del "clone", ma, qui in Italia, non è possibile reperire tutti gli elementi e gli accessori occorrenti per realizzare la copia perfetta. Certo, basterebbe rivolgersi ai vari link presenti nel sito di cui sopra e farsi spedire il materiale, ma visti i prezzi e le spese di spedizione ho ripiegato su una realizzazione del tutto personale. Questa soluzione mi ha permesso di concedermi alcune libertà e, visto che non dovevo realizzare il clone, ho apportato alcune modifiche allo schema originario, sia per utilizzare alcuni componenti in mio possesso, che per migliorare (almeno spero!) la risposta in frequenza, la resa in uscita, la distorsione totale, la possibilità di regolare il Bias (questo per tutti i chitarristi smanettoni alla Jimi Hendrix). Mi preme precisare che il progetto risale almeno a 5 anni fa, cioè quando ho reperito il trasformatore d'uscita adatto, che era il ricambio (neanche originale) dell'amplificatore HI-FI Geloso G234-HF. In attesa di reperire gli altri componenti, tra i quali il trasformatore d'alimentazione, lo chassis, la basetta di supporto per i componenti passivi (leggi resistori e condensatori), il TU è rimasto intatto nella sua scatola per tutti questi anni. Finalmente, incalzato dal chitarrista di casa, e dalle numerose e-mail ricevute, ho iniziato e portato a termine l'amplificatore che qui presento. Lo schema è proprio quello del 18 watt Marshall, che è possibile visionare e scaricare sul sito dedicato, le modifiche apportate riguardano lo stadio finale in Push-Pull ed il trasformatore d'alimentazione (auto-costruito). Iniziamo proprio dal TA: oltre al secondario AT da 290+290V ed ai due secondari da 6,3V, uno per l'alimentazione del filamento della rettificatrice EZ81 e l'altro per i filamenti delle due EL84, ho avvolto anche un secondario da 12,6V per l'alimentazione dei tre doppi triodi ECC83. Questa è la prima modifica, che mi permette di alimentare il doppio filamento della ECC83 sui piedini 4 e 5, mettendo a massa il piedino 9, che è il punto di congiunzione dei due filamenti. Ricordo che i doppi triodi

valvole così dette “matchate” , che è un bruttissimo termine per indicare le valvole che sono state scelte per essere accoppiate fra loro in base a caratteristiche uguali o molto simili. Naturalmente il costo di queste valvole accoppiate è ben maggiore delle altre. Altro elemento di regolazione è R20, che si trova in serie a R21 ed assieme in parallelo al resistore catodico R22 da 150 ohm. Dal valore di resistenza equivalente, che si può variare entro una tolleranza del +/- 5% fra i 105 e i 150 ohm circa, dipende la tensione negativa di griglia controllo delle due finali. Nello schema originale Marshall tale resistenza è di 125 ohm, ma i “soliti chitarristi smanettoni” chiedono di poter variare, entro i limiti del possibile, il valore di tale resistenza. In ogni caso, in sede di taratura e messa a punto dell’amplificatore, si regoleranno il cursore di R20 e di R17 una volta per tutte, non è infatti presente alcuna manopola per questi potenziometri, anzi occorre svitare il tappo posto a protezione del perno del potenziometro per poterlo ruotare tramite un cacciavite. Ora diamo uno sguardo alle valvole finali ed al trasformatore d’uscita, come già detto il TU è un ricambio HI-FI ed è provvisto delle prese d’alimentazione per le griglie schermo delle EL84. Si tratta di un TU “ultra lineare”, perché riesce ad amplificare tutte le frequenze, da poche decine di hertz ai 20 Khertz, senza sensibili variazioni di livello. In un amplificatore per chitarra questo bisogno non è sentito in quanto le frequenze prodotte dal pick-up dello strumento non superano mai i 5/6 Khertz, ma siccome questo trasformatore avevo, questo ho usato. Naturalmente non essendo necessaria l’ultralinearità basterà non utilizzare le prese per le griglie schermo e collegare entrambe le griglie schermo delle EL84 alla tensione anodica tramite la resistenza R25. Il doppio deviatore sw4 provvede a commutare il funzionamento del TU da ultralineare (HI-FI) al funzionamento normale (Guitar). Il TU è provvisto di tre prese d’uscita per poter pilotare altoparlanti da 4, 8, 16 ohm d’impedenza, la scelta si effettua col commutatore sw3. Le caratteristiche tecniche dell’amplificatore, rilevate mediante: oscilloscopio; generatore sinusoidale di BF; distorsimetro; sonda di carico da 8 ohm, sono le seguenti:

Ingresso Normal HI: max 100 mVpp

Ingresso Normal LO: max 300 mVpp

Ingresso Tremolo HI: max 400mVpp

Ingresso Tremolo LO: max 800 mVpp

Banda passante +/- 3dB: 60 Hz....5,5 KHz

Max potenza d’uscita su 8 ohm : 15 watt (sia su ingresso Normal che su ingresso Tremolo);

Distorsione totale (THD) su max potenza (ingresso Normal pos. HI-FI): inferiore allo 0,40%;

Distorsione totale (THD) su 50% potenza (ingresso Normal pos. HI-FI): inferiore allo 0,15%;

Distorsione totale (THD) su max potenza (ingresso Normal pos. Guitar): inferiore allo 0,8%;

Distorsione totale (THD) su 50% potenza (ingresso Normal pos. Guitar): inferiore allo 0,20%;

Come si noterà la massima potenza d’uscita indicata è di 15 watt, in effetti 18 watt per un push-pull di EL84 è una potenza esagerata, che compromette sensibilmente la vita delle valvole e introduce una distorsione notevole (di circa il 4/5 %). Ho preferito stare al di sotto della max potenza anche per ottenere una distorsione molto accettabile per l’uso a cui è destinato l’apparecchio. Ricordo anche che un pilotaggio eccessivo delle finali, con una corrente anodica di riposo che supera i 48 mA, comporta un arrossamento esagerato delle placche delle valvole. Stavolta ho dovuto, necessariamente, curare anche il look in modo che l’amplificatore non sfiguri accanto alle altre apparecchiature (mixer, casse, effetti, ecc.) usate dai musicisti. Di seguito riporto l’elenco dei materiali ed espongo una galleria fotografica, che, meglio di mille parole, illustra i vari passaggi del montaggio dell’amplificatore. La spesa totale, che comprende anche tutti i materiali non strettamente elettronici (legno, vilpelle, angolari, maniglia, colla, vernici e ferramenta varia ecc.) ammonta a circa 300 euro, un bel po’ direte, ma se confrontato al costo di un clone Marshall mi sembra che ne sia valsa la pena. A proposito, attendo ancora almeno un grazie dal chitarrista di casa...

AMPLI PUSH-PULL 18 WATT - ELENCO COMPONENTI

Quant.	Descrizione articolo	Costo Un.	Costo Tot.	Cod.N.E.
1	Resistore 150 ohm 3 Watt a filo R22	€ 0,20	€ 0,20	RF03.150
1	Resistore 100 ohm 2 Watt R25	€ 0,08	€ 0,08	R2.100
1	Resistore 1,5 KiloOhm 4 Watt R24	€ 0,20	€ 0,20	R4.152
1	Resistore 8,2 KiloOhm 2 Watt R15	€ 0,08	€ 0,08	R2.822
1	Resistore 330 Ohm 2 Watt R21	€ 0,05	€ 0,05	R2.330
3	Resistore 820 Ohm 1/2 Watt R3, 11 ,32	€ 0,05	€ 0,15	RO.820
2	Resistore 1 KiloOhm 1/2 Watt R26a , 26b	€ 0,05	€ 0,10	RO.102
2	Resistore 8,2 KiloOhm 1/2 Watt R19, 23	€ 0,05	€ 0,10	RO.822
1	Resistore 56 KiloOhm 1/2 Watt R12	€ 0,05	€ 0,05	RO.563
2	Resistore 68 KiloOhm 1/2 Watt R27, 28	€ 0,05	€ 0,10	RO.683
5	Resistore 100 KiloOhm 1/2 Watt R5, 7, 10, 13, 30	€ 0,05	€ 0,25	RO.104
2	Resistore 220 KiloOhm 1/2 Watt R4, 31	€ 0,05	€ 0,05	RO.224
2	Resistore 220 KiloOhm 1/4 Watt R16, 18	€ 0,03	€ 0,06	R.224
4	Resistore 470 KiloOhm 1/2 Watt R9, 14, 36, 37	€ 0,05	€ 0,20	RO.474
4	Resistore 1 MegaOhm 1/2 Watt R1, 2, 29, 35	€ 0,05	€ 0,20	RO.105
1	Resistore 2,2 MegaOhm 1/2 Watt R34	€ 0,05	€ 0,05	RO.225
4	Potenziometro 500 KiloOhm log "Alpha" R6, 8, 39, 40	€ 1,40	€ 5,60	valv.audio
1	Potenziometro 1 MegaOhm log "Alpha" R38	€ 1,40	€ 1,40	valv.audio
1	Potenziometro 500 KiloOhm lin "Alpha" R17	€ 1,40	€ 1,40	valv.audio
1	Potenziometro 5 KiloOhm lin "Alpha" R20	€ 1,40	€ 1,40	valv.audio
1	Potenziometro 1 KiloOhm lin "Alpha" R33	€ 1,40	€ 1,40	valv.audio
4	Condens. Mallory 150 series 10nF- 630VI C2, 5, 6, 7	€ 0,60	€ 2,40	valv.audio
4	Condens. Mallory 150 series 4,7nF- 630VI C3, 11,17,19	€ 0,60	€ 2,40	valv.audio
1	Condens. Mallory 150 series 22nF- 630VI C20	€ 0,65	€ 0,65	valv.audio
1	Condens. Mallory 150 series 47nF- 630VI C16	€ 0,82	€ 0,82	valv.audio
1	Condensatore Silver Mica 500pF 500V C18	€ 0,72	€ 0,72	valv.audio
1	Condens. elettr.TAD 32+32 uF 500V 35x50mm C9/A, 9/B	€ 6,90	€ 6,90	valv.audio
1	Condens. elettr. 32 uF 350V 18x32mm C4	€ 1,30	€ 1,30	EH32.99
1	Condens. elettr. 470 uF 35V 13x26 mm C8	€ 0,52	€ 0,52	EH470.35
2	Condens. elettr. 47 uF 63V 8x22 mm C1, 10	€ 0,31	€ 0,62	EH47.63
3	Condensatore ceramico a pastiglia 1000V 10 nF C8, 9, 10	€ 0,35	€ 1,35	CC2.103
1	Condensatore ceramico a pastiglia VHF 100 pF C15	€ 0,10	€ 0,10	CC10.100
6	Zoccolo noval montaggio chassis	€ 0,90	€ 5,40	valv.audio
3	Electro Harmonix 12AX7 / ECC83 (EH-12AX7) V1, 2, 3	€ 9,00	€ 27,00	valv.audio
2	Sovtek EL84 Platinum Matched Pair V4, 5	€ 7,80	€ 15,60	valv.audio
1	Electro Harmonix 6CA4 / EZ81 (EH-6CA4) V6	€ 9,00	€ 9,00	valv.audio
1	Basetta 54 capicorda Turret board (TAG-30056)	€ 2,40	€ 2,40	valv.audio
7	Manopola Chichen Head NERA Diametro foro 6.3 mm	€ 0,60	€ 4,20	valv.audio
1	Deviatore doppio 250V 2A SW4	€ 2,58	€ 2,58	MX10.5
2	Deviatore semplice 250V 3A SW1, 2	€ 1,45	€ 2,90	MX01.2
1	Commutatore rotativo 4 vie 3 pos.1 settore SW3	€ 2,50	€ 2,50	CR4V3
8	Capicorda con occhiello diam. 3 mm x 2 A	€ 0,01	€ 0,08	SB5.3
6	Presse jack mono 6,3 mm. Metallica da pannello	€ 1,30	€ 7,80	JKF06.1
1	Spia rossa 220 VAC	€ 0,72	€ 0,72	LN3.20
1	Trasf. 290-0-290v 130mA/6,3V 1A/ 3,15-0-3,15V 3A TA	€ 41,50	€ 41,50	Novarria
1	P.P. 8000 OhmSEC- 4-8-16 Ohm100 mA 25 WATT TU	€ 28,00	€ 28,00	Novarria
1	Chassis metallico Mob 11 adatto per ampli 18 Watt pp el84	€ 26,90	€ 26,90	Novarria
1	Minuteria varia: viti,dadi, filo per collegamenti, ecc.	€ 4,00	€ 4,00	Ferram.
3	Spese medie di spedizione da tre fornitori	€ 9,00	€ 27,00	Spese sp.
	TOTALE		€ 211,28	

Nota: prezzi aggiornati a Gennaio 2010, possono subire variazioni.

* N.E. = www.nuovaelettronica.it

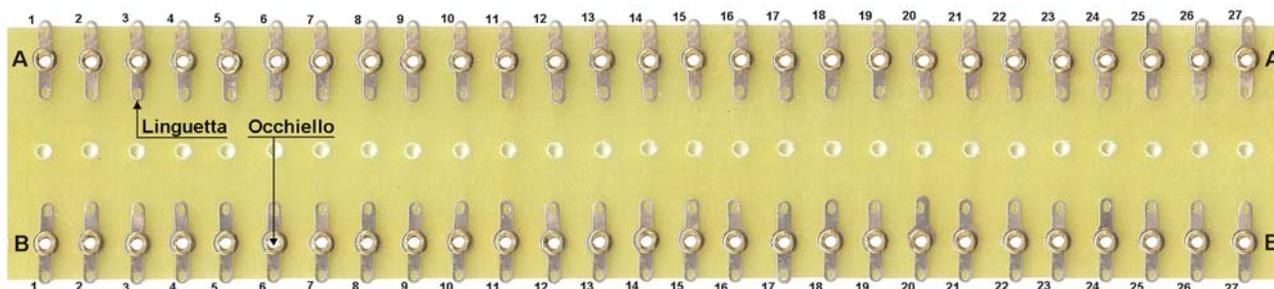
** valv.audio = www.valvole-audio.com/

*** Novarria = www.enovaz.it/

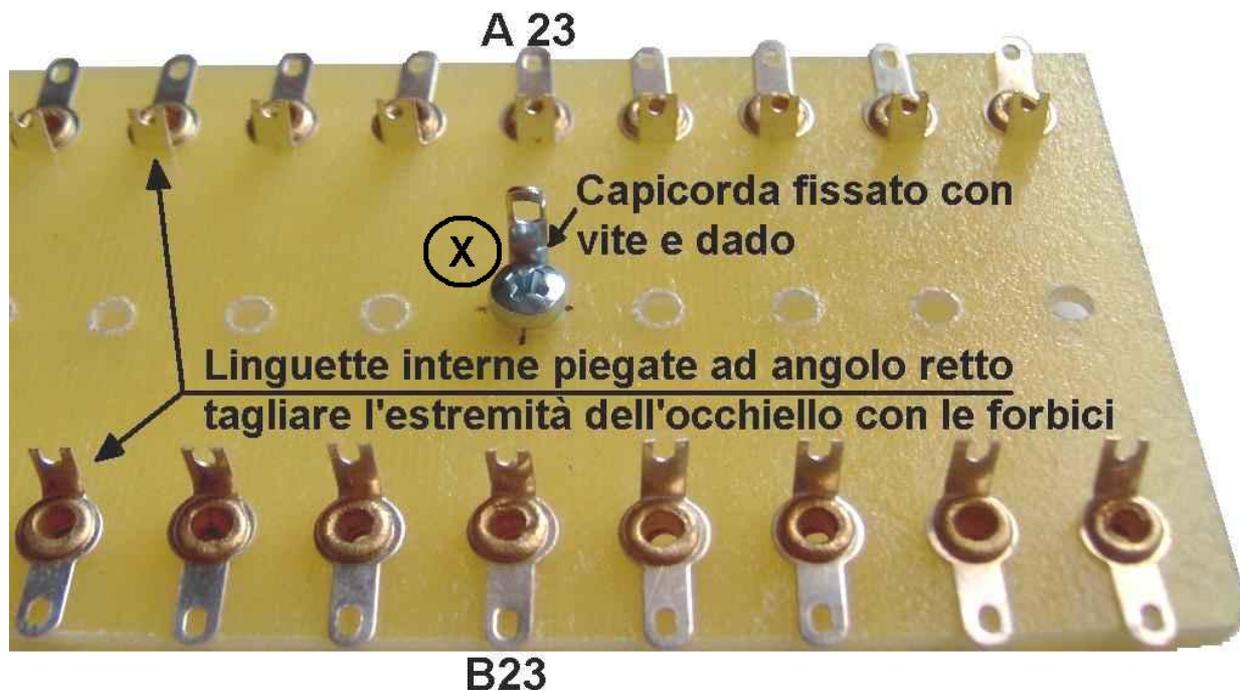
Ho verificato come il materiale elettronico sia disponibile presso i tre siti indicati in tabella, aggiungo anche che Novarria ha in catalogo un kit di Push-Pull 18 watt per chitarra, che dai componenti usati assomiglia molto allo schema Marshall. Però non conosco esattamente il kit, quindi mi astengo dai giudizi. Segue la galleria fotografica, si inizia dalla basetta provvista di due fila di capicorda, dove si monteranno quasi tutti i componenti passivi, esattamente come era in uso 40/50 anni fa, si vedrà che, usando tale sistema, sarà oltremodo agevole effettuare la manutenzione sull'amplificatore, senza doverlo smontare neanche dal suo mobile.



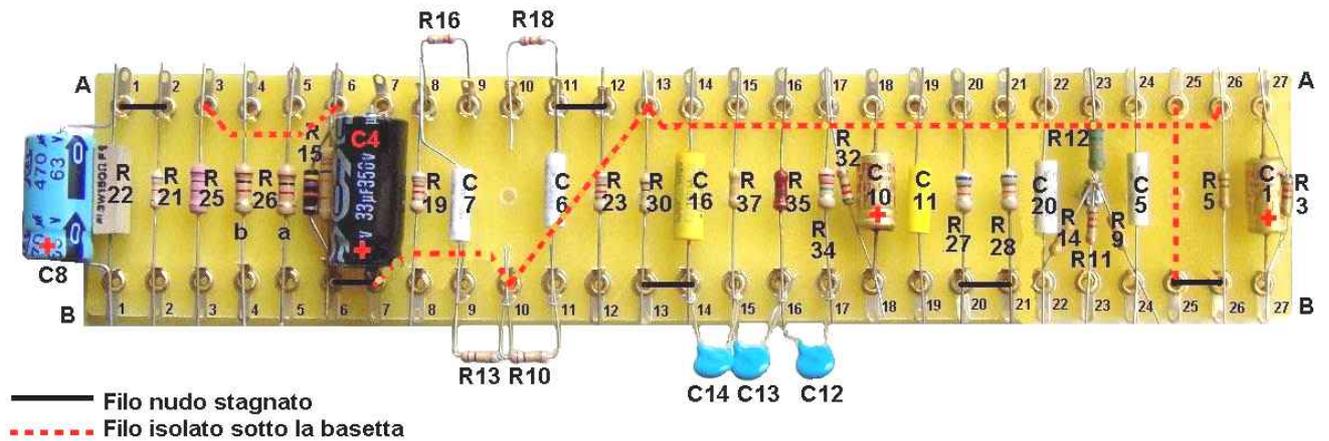
Ogni capicorda è composto da un occhiello, rivettato alla basetta di vetronite e da due linguette utili per i collegamenti. Per identificare con certezza i capicorda sarà utile numerarli.



La fila alta (A) avrà la numerazione da 1 a 27, così come la fila bassa (B), occorre ancora preparare le linguette perché sia agevole saldarci i vari elementi. Inoltre è necessario montare un ulteriore capicorda denominato X.



Le linguette esterne hanno il compito di collegamento con gli altri elementi, esterni alla basetta di supporto: potenziometri, piedini delle valvole, eccetera. Saranno piegate, analogamente a quelle interne, solo quelle necessarie quando si effettueranno le varie giunzioni. Si può dunque iniziare il montaggio di resistori e condensatori sulla basetta.



Effettuare prima i ponticelli con filo nudo stagnato (da occhiello a occhiello dei capicorda), poi i collegamenti con filo isolato disposto sotto la basetta e sempre da occhiello a occhiello, poi disporre i componenti, nell'ordine indicato, cominciando da C8 della prima colonna e terminando con R3 della seconda colonna, saldandoli alla linguetta interna dei capicorda. Le linguette esterne dei capicorda devono restare libere per poter eseguire i collegamenti col restante circuito esterno alla basetta.

Solo i componenti: R16, R18, R13, R10, C14, C13, C12, si possono saldare direttamente alle linguette esterne, se risulti più agevole.

———— Filo nudo stagnato

Collegare:

A1-A2
 A11-A12
 B6-B7
 B13-B14
 B20-B21
 B25-B26

----- Filo isolato sotto la basetta

Collegare:

A3-A6
 B7-B10
 B10-A13
 A13-A26
 A25-B25

Disporre i componenti nell'ordine indicato:

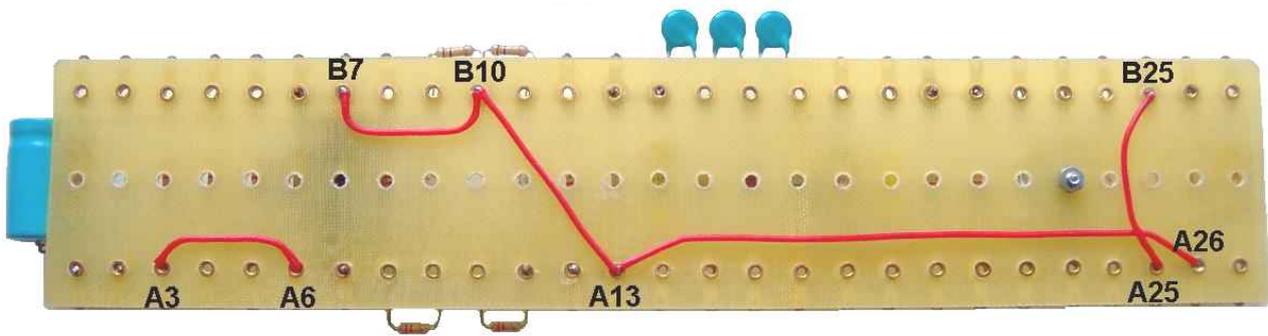
C8 = 470µF 63V	A1-B1+	C13 = 10nF VHF a disco	B15-B16
R22 = 150 ohm 3W	A1-B1	C12 = 10nF VHF a disco	B16-B17
R21 = 680 ohm	A2-B2	R37 = 470 Kohm	A15-B15
R25 = 100 ohm 2W	A3-B3	R35 = 1 Mohm	A16-B16
R26 a = 1000 ohm	A4-B4	R34 = 2,2 Mohm	A17-B17
R26 b = 1000 ohm	A5-B5	R32 = 820 ohm	A17-B18
• R15 = 8,2 Kohm 2W	A6-B6	C 10 = 47 µF 63V	A18-B18 +

• (parallelo di 10 + 47 Kohm)

segue...

C4 = 33 uF 350VI	A7-B7 +	C11 = 4,7 nF 630 VI	A19-B19
R19 = 8,2 Kohm	A8-B8	R27 = 68 Kohm	A20-B20
C7 = 10 nF 630 VI	A8-B9	R28 = 68 Kohm	A21-B21
R16 = 220 Kohm	A8-A9	C20 = 22 nF 630 VI	A22-B22
R18 = 220 Kohm	A10-A11	R14 = 470 Kohm	B22- X
R13 = 100 Kohm	B9-B10	R11 = 820 ohm	B23- X
R10 = 100 Kohm	B10-B11	R12 = 56 Kohm	A23- X
C6 = 10 nF 630VI	A11-B11	R9 = 470 Kohm	B24- X
R23 = 8,2 Kohm	A12-B12	C5 = 10 nF 630 VI	A24-B24
R30 = 100 kohm	A13-B13	R5 = 100 Kohm	A26-B26
C16 = 47 nF 630 VI	A14-B14	C1 = 47 uF 63 VI	A27-B27 +
C14 = 10nF VHF a disco	B14-B15	R3 = 820 ohm	A27-B27

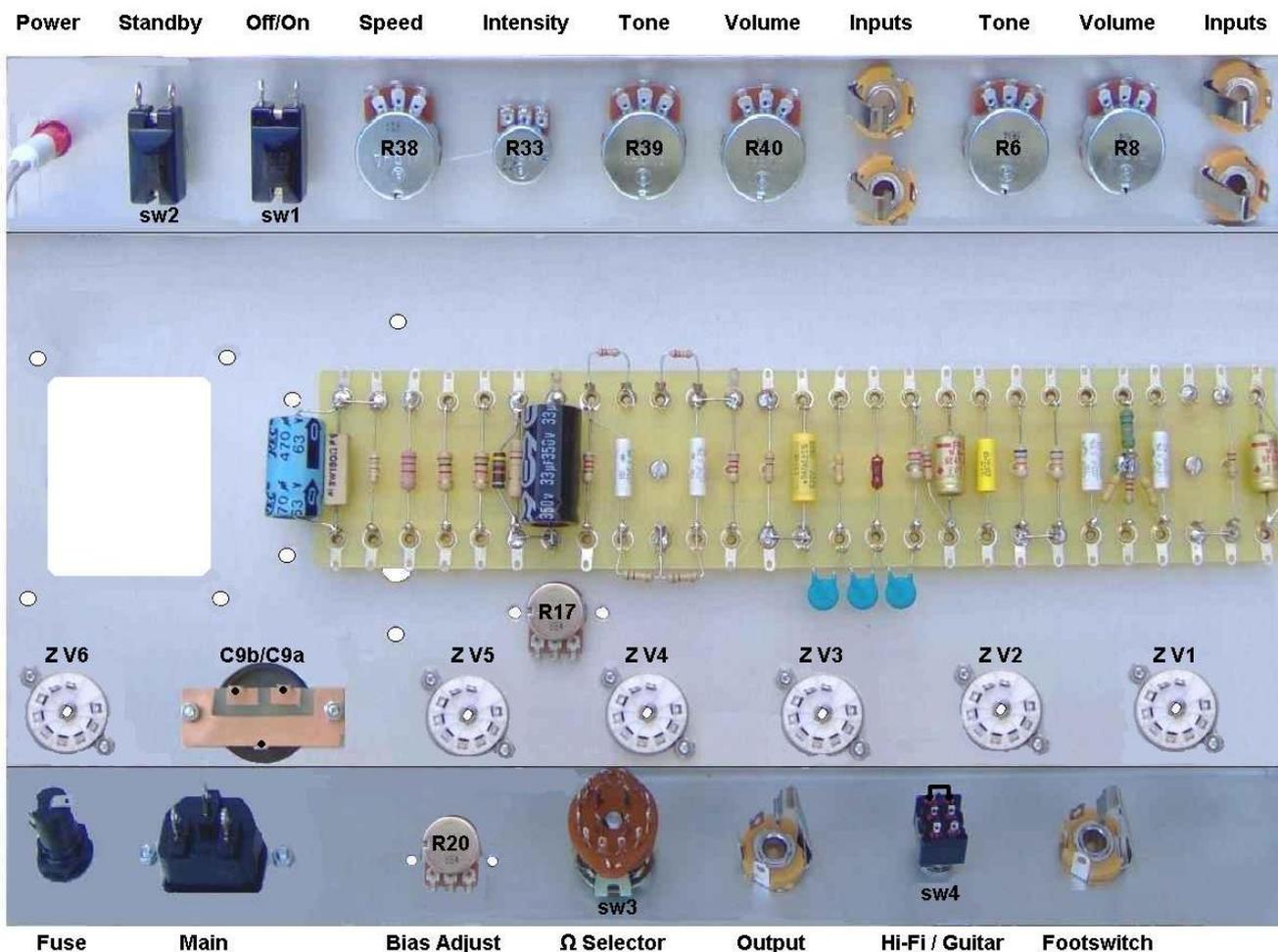
Nella foto seguente si notino i collegamenti da farsi sul lato inferiore della basetta.



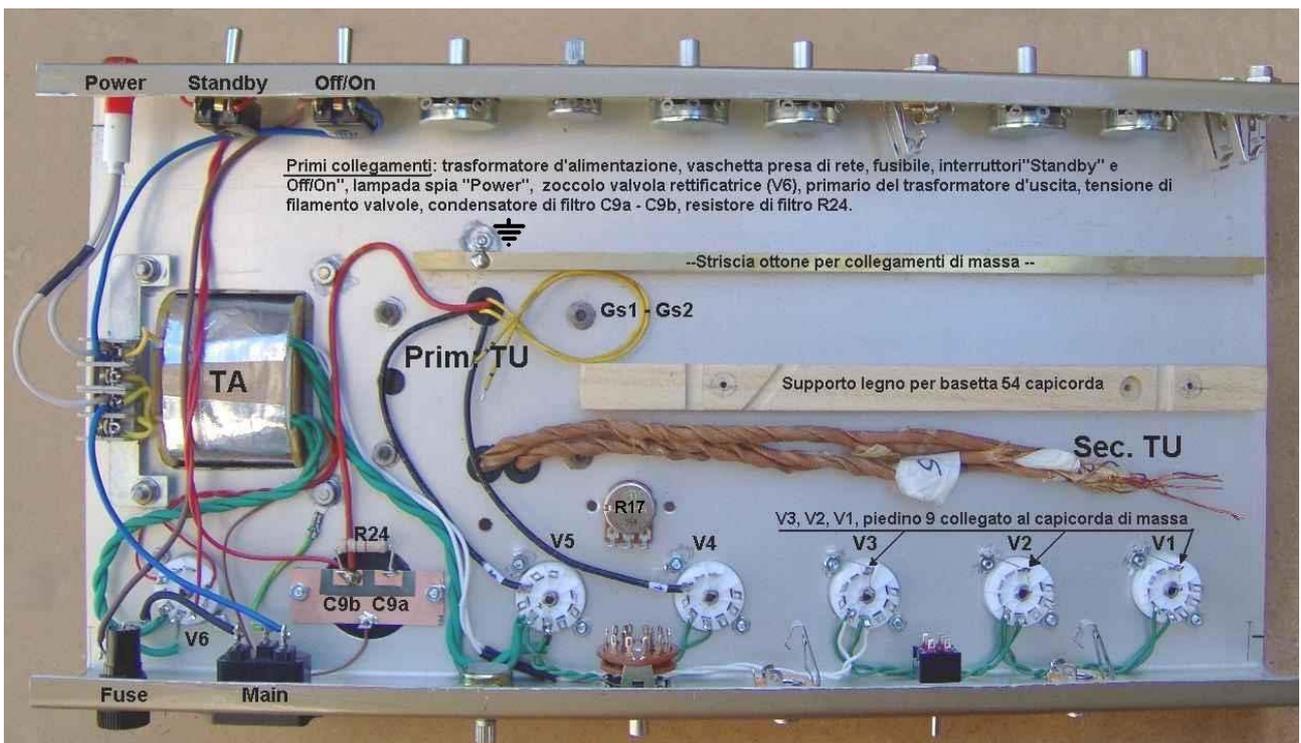
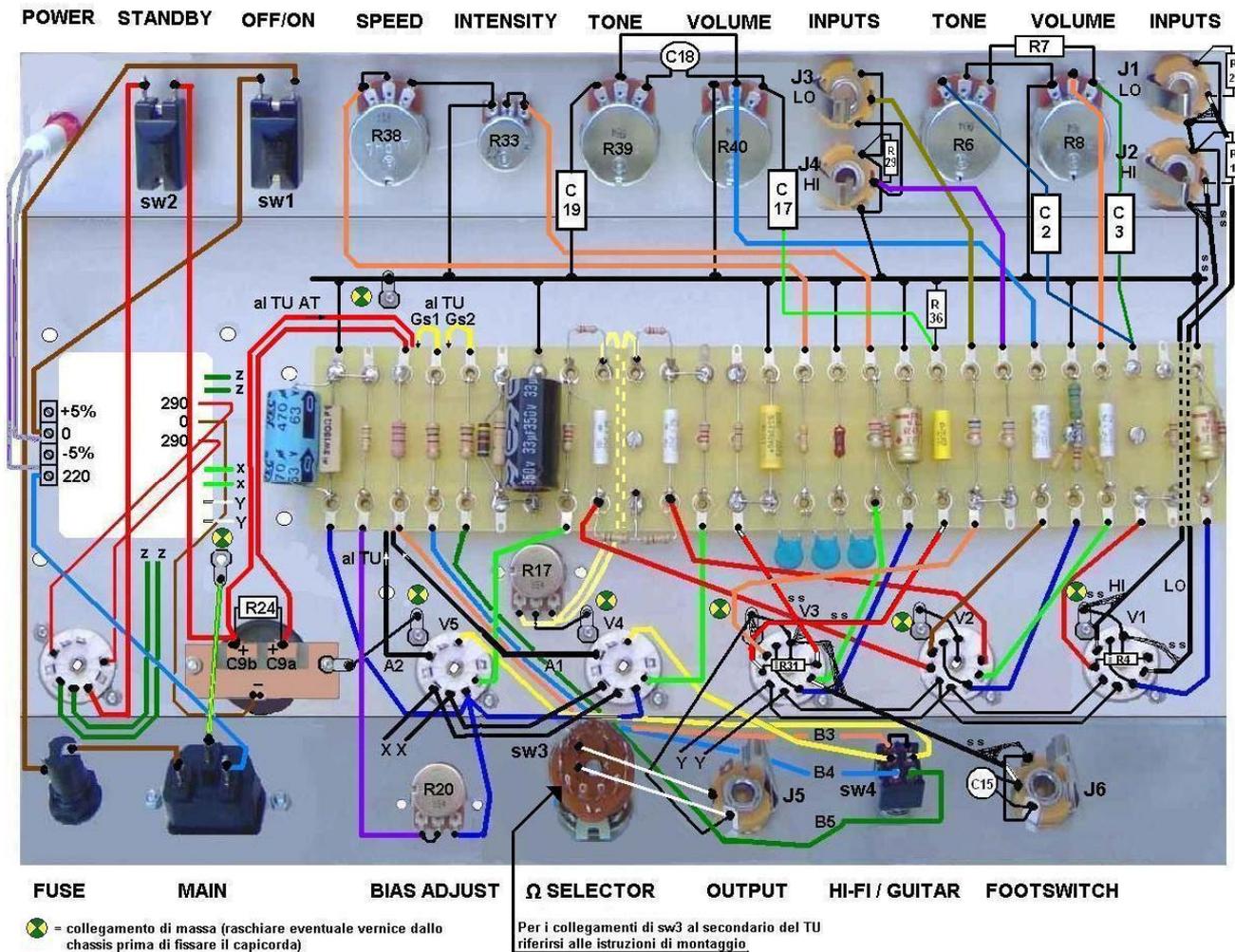
Una volta pronta la basetta è il momento di dedicarsi al telaio, qui ognuno si può sbizzarrire, io ho optato per la disposizione originale del Marshall, perché il cablaggio risulta abbastanza agevole ed ordinato, con le sei valvole in linea poste sul fondo (scusate il termine automobilistico) e tutti o quasi tutti i comandi sulla parte anteriore. Lo chassis, da me utilizzato, era un pezzo di canale per il passaggio dei cavi nelle vecchie centrali telefoniche (quelle elettromeccaniche oramai in disuso) trovata al ferrivecchi. Era riposta da anni in un angolo del garage in attesa di suo degno utilizzo. Ci vuole un bel po' di lavoro meccanico per praticare tutti i fori necessari, nella foto si vedono solo i fori sulla faccia superiore, ma occorre fare un altro bel po' di fori anche sul lato anteriore e posteriore.



Preparato il telaio si possono fissare ad esso tutti gli altri componenti: zoccoli delle valvole, potenziometri, interruttori, fusibile, vaschetta di rete, eccetera).

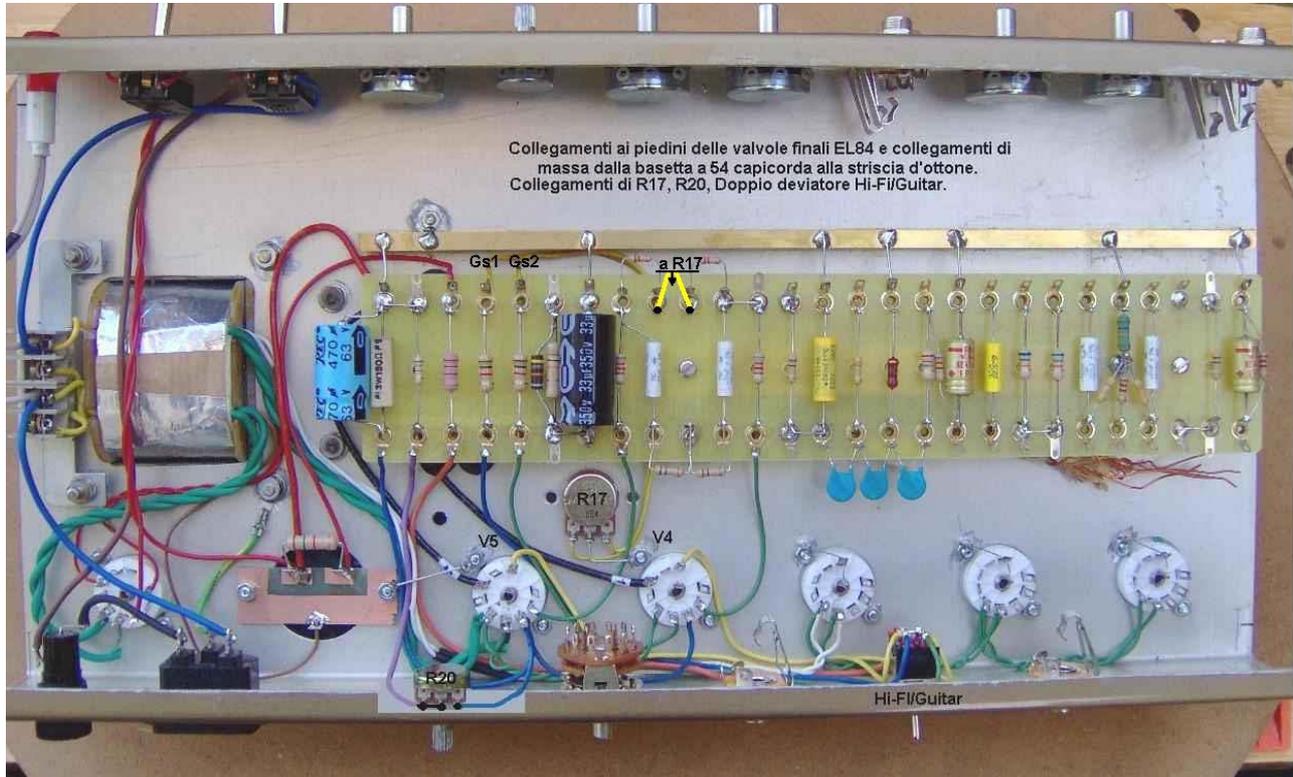


Ora si può iniziare il cablaggio dell'apparecchio, io inizio sempre da sinistra verso destra, seguire il piano di montaggio che è rappresentato di seguito, anche se a prima vista può risultare abbastanza complesso, eseguendo il lavoro per fasi successive, e ricontrollando per bene, avendo sott'occhio sia il piano costruttivo che lo schema elettrico, non si dovrebbe incappare in errori grossolani o di scordare di effettuare qualche collegamento. Per questo motivo ho diviso il lavoro da eseguirsi in quattro fasi successive. Ricordo che, per ottenere successo nella costruzione dell'amplificatore e per non impazzire poi perché qualcosa non è andata per il verso giusto, occorre armarsi di santa pazienza, non avere fretta, controllare sempre due volte prima di effettuare i collegamenti, usare una buona lega saldante al 60/40 % di stagno, usare lo stesso colore di filo per i collegamenti ai vari piedini delle valvole. Espongo il mio criterio: filo nudo o color nero per i collegamenti di massa; rosso per la tensione anodica; arancio o giallo per le griglie schermo; azzurro per i catodi; verde per la tensione di filamento; verde più tenue per le griglie controllo. In questo modo è molto più agevole seguire il circuito, anche nella ricerca di un guasto. I fili usati per i collegamenti devono rimanere, il più possibile adagiati sul fondo del telaio, senza far giri viziosi ed evitando grovigli o accavallamenti non necessari. Il problema del ronzio negli amplificatori, si risolve anche adottando queste norme basilari. A questo proposito si noti l'unico punto di massa per la basetta porta-componenti ed alcuni collegamenti schermati, come quelli per le prese jack d'ingresso, ed anche per la tensione anodica di V3. In seguito si noterà anche il particolare sistema di schermaggio adottato per i condensatori che sono collegati fra la basetta ed i potenziometri. Anche se in questo montaggio non è stato necessario, sarebbe opportuno collegare a massa anche le carcasse dei potenziometri. Tutti questi accorgimenti sono necessari, a volte indispensabili, per riuscire ad eliminare il fastidioso ronzio d'alternata che, captato dalle valvole preamplificatrici, è successivamente amplificato dalle finali con riproduzione in altoparlante. Ho ritenuto necessario e doveroso questo lungo preambolo al cablaggio perché voglio evitare insuccessi ai meno esperti in simili montaggi ed evitare le e-mail che esordiscono così: **“ Ho montato questo o quest'altro, come da Lei spiegato sul sito, ma non funziona, cosa può essere?”** Allora scruto nella mia sfera di cristallo e rispondo...

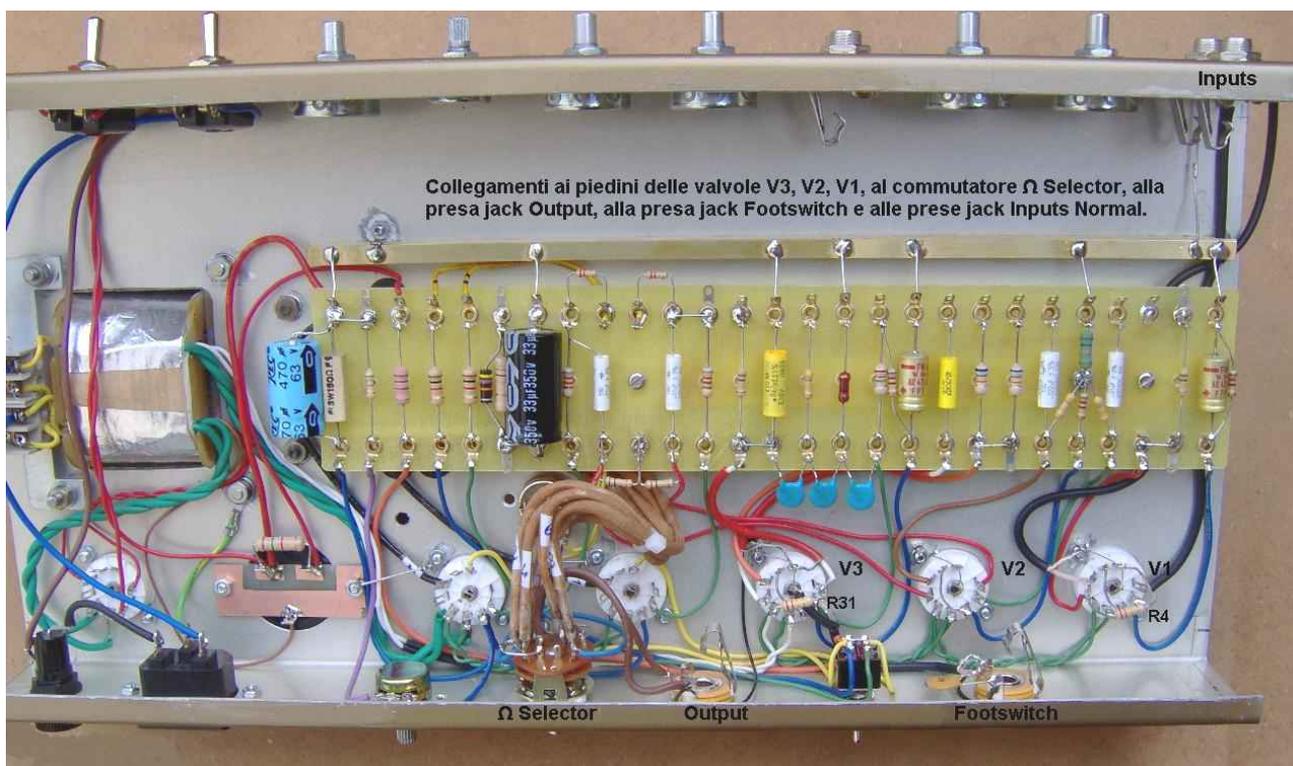


Prima di proseguire con la seconda parte sarebbe opportuno provare le tensioni in uscita dal trasformatore d'alimentazione, sia quella per l'anodica che quella dei filamenti, poi inserire la sola valvola rettificatrice EZ81 e controllare che sia presente la tensione continua sui terminali del grosso condensatore elettrolitico C9a/b. All'incirca si devono misurare 350/360 Volt. Questa prova ci mette al riparo da qualche "sgradevole" sorpresa successiva.

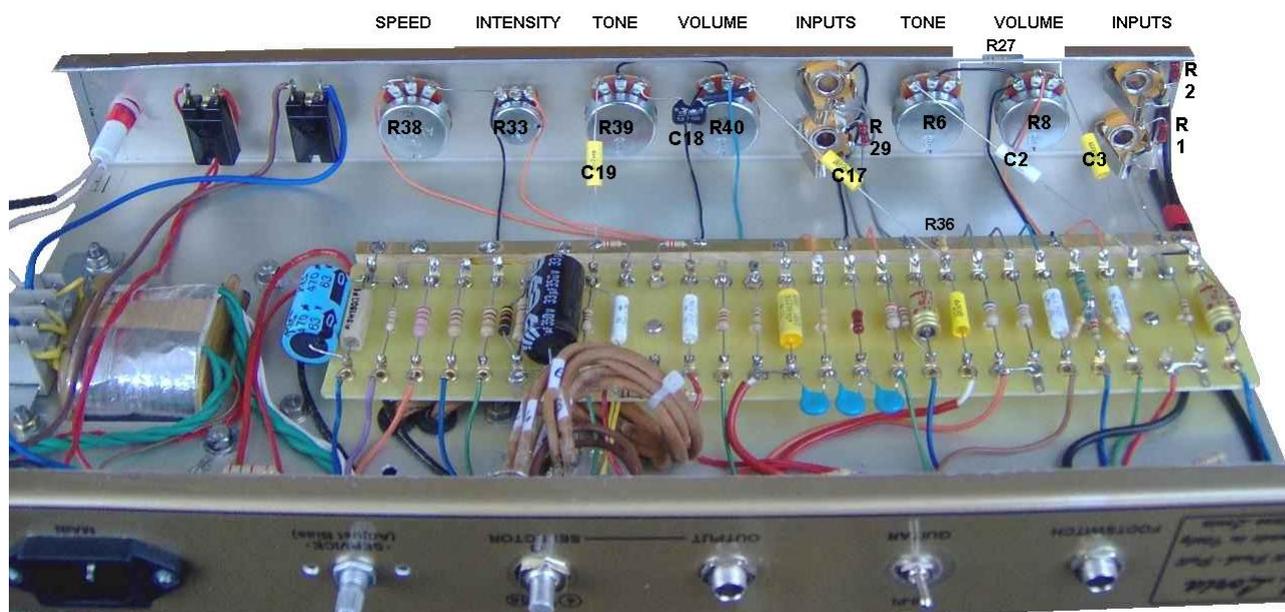
Seconda parte del cablaggio



Terza parte del cablaggio

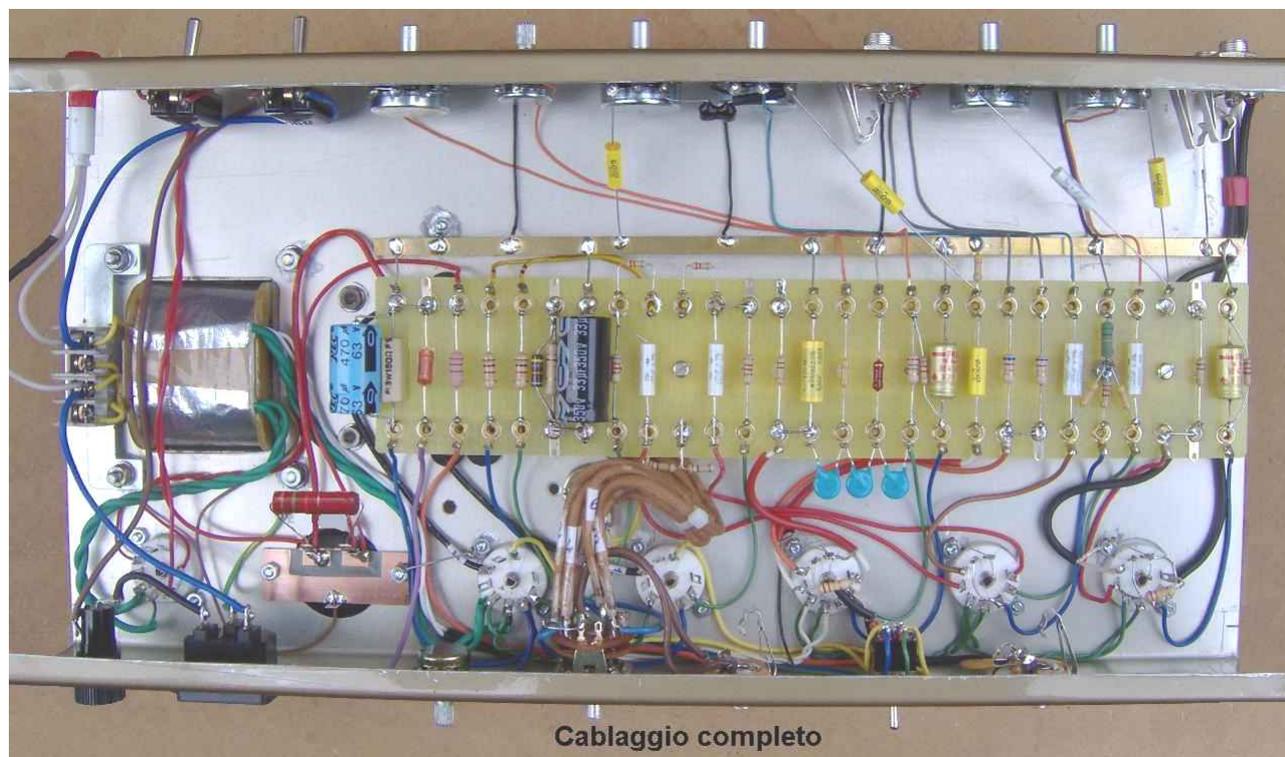


Quarta parte del cablaggio



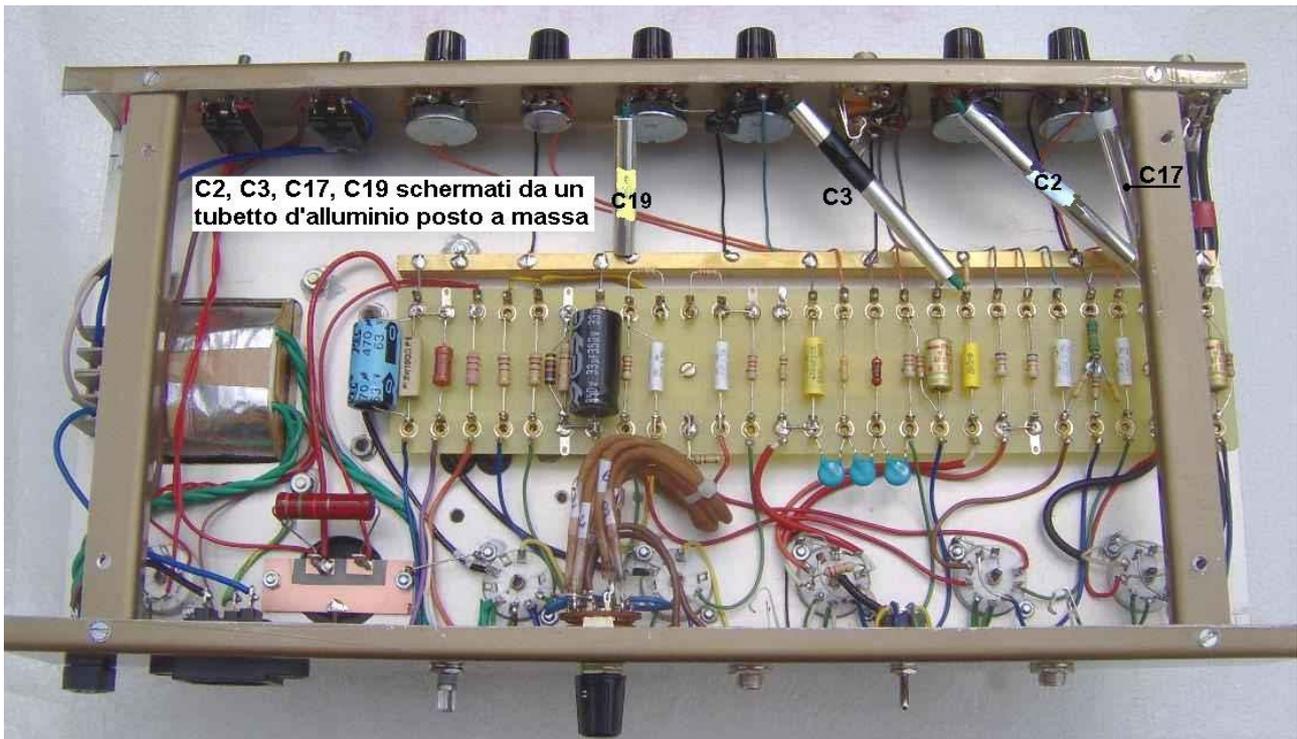
Collegamenti dei potenziometri, delle prese jacks "Inputs" Tremolo, C19, C18, C17, R29, R36, R27, C2, C3, R2, R1

Nella foto seguente ecco come si presenta l'amplificatore a cablaggio completato, ma prima del suo collaudo che ha determinato qualche variazione dei valori dei componenti, nella foto ancora successiva si noterà qual è l'aspetto definitivo del montaggio.

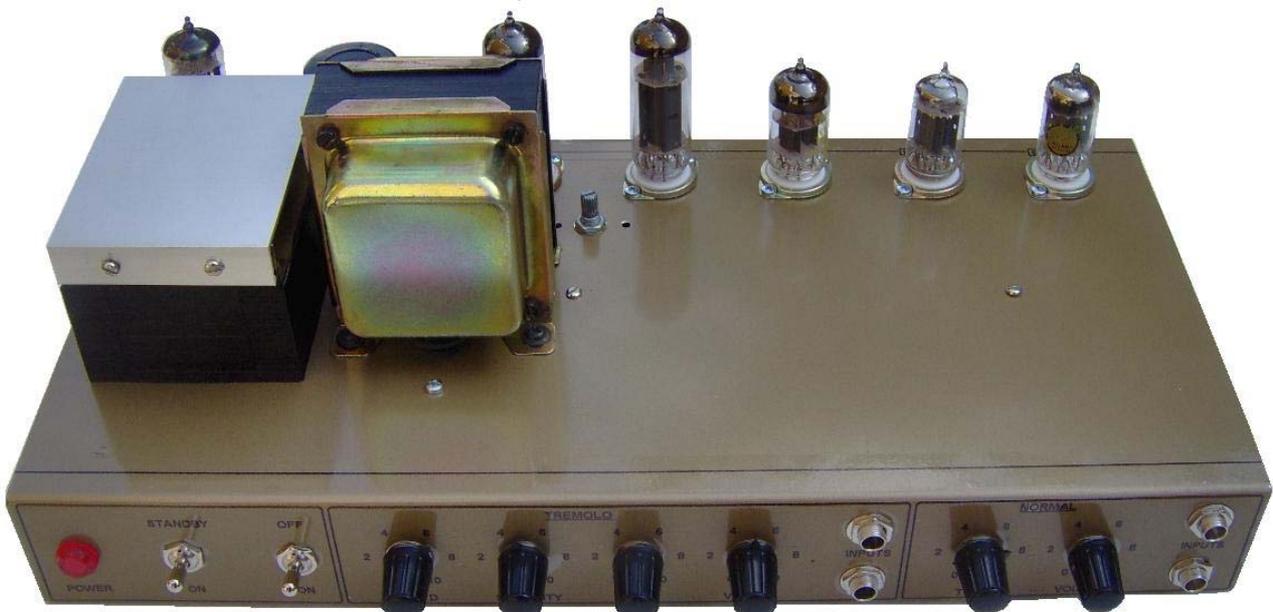


Cablaggio completo

Cablaggio definitivo dopo le prove ed il collaudo



Ed ecco, finalmente, l'amplificatore visto dal di sopra, con le valvole allineate e con le manopole di comando. Stavolta, per ottenere un'aspetto professionale, le scritte sono state serigrafate su pellicola adesiva trasparente, pellicola che è stata applicata, naturalmente, prima del fissaggio dei potenziometri e degli altri elementi presenti sia sul davanti che sul retro dell'apparecchio.



Finito il lavoro strettamente elettronico si passa alla falegnameria, occorre vestire l'amplificatore elegantemente, e naturalmente in nero. Intanto bisogna costruire una bella scatola di legno di misure adeguate e che abbia un'altezza tale da garantire un certo volume d'aria, ricordarsi che le valvole scaldano!

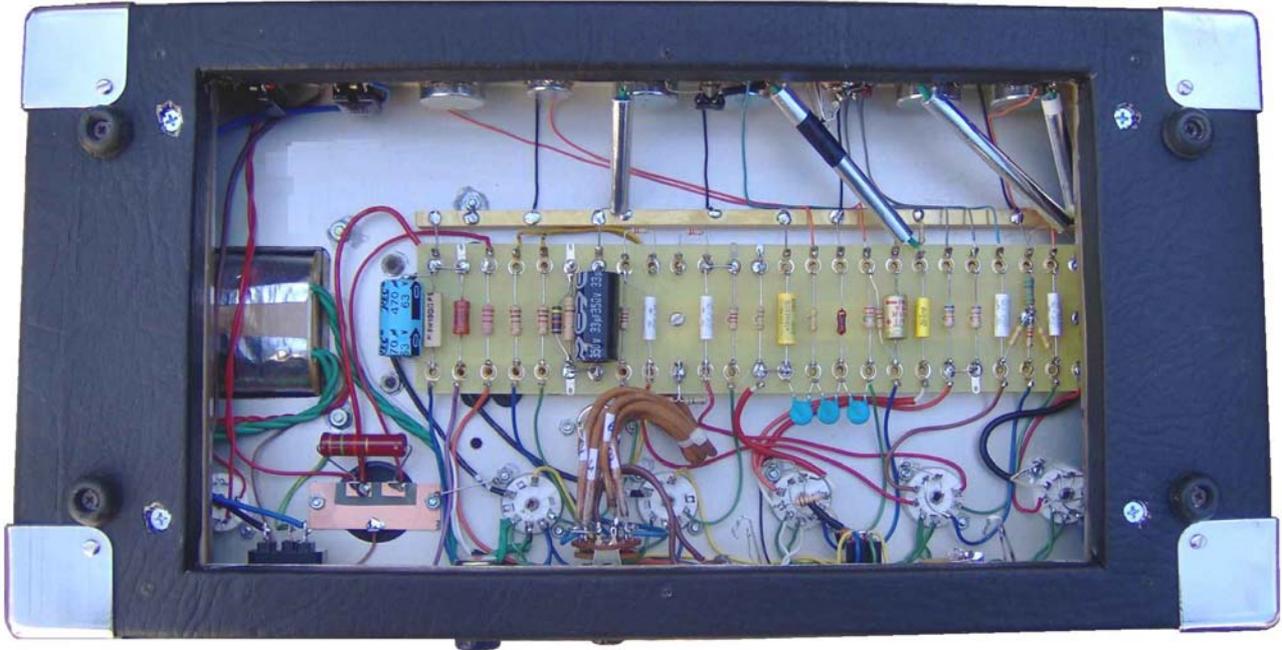


Il mobiletto è di multistrato di pioppo, economico e leggero, di spessore 1,8 cm, si noti la finestra praticata sul fondo, che permetterà l'accesso ai componenti disposti nell'interno dello chassis, senza smontare l'apparecchio. Il fondo sarà poi chiuso da una griglia forata per l'aerazione, uguale alle due griglie di chiusura anteriore e posteriore, come si vede qui di seguito.



Il mobiletto è stato rivestito di vinilpelle nera, applicata con colla tipo bostik, provvisto degli angolari metallici di rinforzo e della maniglia per il trasporto, a questo proposito si noti la posizione della maniglia, obbligata dal baricentro disassato dell'amplificatore, dovuto alla posizione dei due trasformatori TA e TU. Le griglie sono d'acciaio, forate a quadrifoglio, e sono state verniciate di nero brillante. Le sole due griglie anteriore e posteriore sono provviste di angolari di rinforzo d'alluminio da 10 x 10 mm e rivettate ad essi, in tal modo sarà possibile il fissaggio sulle pareti interne del mobile, mediante viti da legno.

Vista del fondo dell'amplificatore montato sul mobile



Vista dal retro, manca solo da fissare la mascherina posteriore



Misura delle tensioni ai vari piedini delle valvole

Misure eseguite con tester digitale 10 Mohm, in assenza di segnale d'ingresso e con carico da 8 ohm in uscita. Tutte le misure sono riferite a massa.

Valvola	Piedino 1	Piedino 2	Piedino 3	Piedino 4	Piedino 5	Piedino 6	Piedino 7	Piedino 8	Piedino 9
V1 ECC83	165 V	-----	1,08 V	6,5 Vac	6,5 Vac	165 V	-----	1,08	-----
V2 ECC83	232 V	55 V	73 V	6,5 Vac	6,5 Vac	212 V	53 V	73 V	-----
V3 ECC83	198 V	-----	1,7 V	6,5 Vac	6,5 Vac	150 V	0,02 V	1,7 V	-----
V4 EL84	-----	-----	11 V	6,8 Vac		-----	330 V	-----	317 V
V5 EL84	-----	-----	11 V	6,8 Vac		-----	327 V	-----	319 V
V6 EZ81	296 Vac	-----	335 V	6,3 Vac		-----	296 Vac	-----	-----