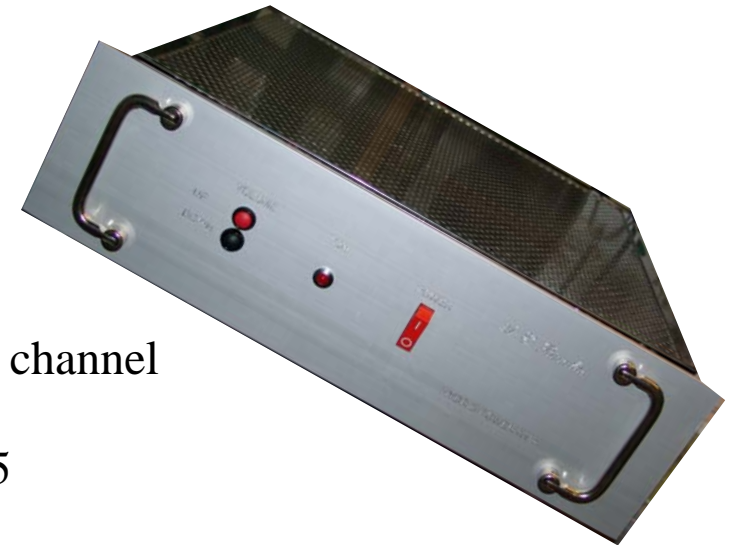


Hybrid GY-50 -20 years after-

“GY-50” Hybrid Integrated Amplifier:

Design: B. Aloia
Construction: A. E. Rinaldo

- ◆ Output Power (8 Ohm Load) > 50 + 50 Watt per channel
- ◆ Pre/driver stages tubes 6 x E88CC
- ◆ Power transistor 2 x Sanken 2SC3264/2SA1295



Presented by By A. E. Rinaldo

Descrizione del progetto

Publicato sulla rivista Costruire HI-FI numero 31-32-33 del 1998 ho deciso di pubblicare il mio lavoro vent'anni dopo la sua concezione e nascita. Motivo? E' rimasto sotto la polvere per lungo tempo ho potuto completarlo solo nel dicembre 2017.

Il progetto è stato concepito dall'autore, B. Aloia, per dare una risposta pratica all'eterno dilemma se suona meglio un amplificatore a valvole o a transistor.

In realtà secondo la mia personale convinzione, se poniamo la questione sul piano della potenza la risposta è ovvia e cioè a potenze moderate, intorno ai 50 Watt si possono costruire amplificatori a valvole per uso domestico, di ottima qualità migliori del transistor; oltre tali potenza i circuiti valvolari cominciano a diventare improponibili mentre il transistor in teoria non pone limiti.

Nella pre-amplificazione invece, le valvole sono imbattibili soprattutto laddove sono necessari segnali in uscita a livello elevato (decine di volt, indistorti) senza l'artificio della controeazione.

Il GY-50 quindi cerca (ad un costo competitivo rispetto la valvola) di cogliere i vantaggi di una e dell'altra tecnologia realizzando lo stadio amplificatore/driver con tubi elettronici e lo stadio di potenza con transistor di potenza, un ibrido quindi.

Lo stadio pre-amplificatore/driver (fig 01-a)

Costituito come si è detto con tubi elettronici, esso è realizzato con una coppia di "totem pole" in cascata di cui uno costituisce il driver vero e proprio e l'altro uno stadio pre-amplificatore visto che il GY-50 viene definito un integrato e quindi pilotabile senza la necessità di un preamplificatore. Lo stadio lavora senza alcuna controeazione, disposizione questa definita dai parametri di progetto. Tra le due coppie è inserito il controllo di volume che regola il livello del segnale in uscita.

Lo stadio di potenza (fig 01-b)

Lo stadio di potenza è costituito da una cascata di transistor BJT operanti in configurazione "common emitter" quindi con guadagno di tensione di poco inferiore all'unità ma con elevato guadagno di corrente necessaria per pilotare le bobine mobili degli altoparlanti.

Definita la potenza che vogliamo produrre su di un carico standard di 8 Ohm ad un valore minimo di 50 Watt, sarà necessario pilotare questo stadio con una tensione ricavata dalla formula:

$$P=V^2/R \text{ e quindi } V = \sqrt{P \times R} = \sqrt{50 \times 8} = \sqrt{400} = 20 \text{ volt efficaci min.}$$

20 volt che, uno stadio valvolare ben progettato, non pone problemi a fornire; inoltre, essendo questo progetto un integrato esso dovrà fornire la massima potenza con una tensione di ingresso che fissiamo in 400 mV. Il guadagno complessivo minimo dello stadio driver dovrà essere quindi di 20V/0,4V cioè di 50 volte ossia 33 decibel, facilmente ottenibili con due stadi valvolari "totem Pole" in cascata.

L'alimentazione

Serviranno, oltre alla tensione per l'accensione dei filamenti delle valvole (fig 1-e), una tensione anodica dell'ordine di 300 Volt stabilizzati (fig 1-c), una tensione singola per lo stadio di potenza di circa 80Volt "puliti" per minimizzare il ronzio in uscita, con una corrente minima di 2,5A per un carico di 8 Ohm Si sa, tuttavia che l'impedenza delle casse acustiche può scendere a valori di pochi Ohm e quindi a garanzia del mantenimento per quanto possibile della potenza l'alimentatore dovrà essere in grado di fornire picchi di corrente di circa 10 Ampere per canale (fig 1-d) laddove richiesti.,

Description of the project

Published in the magazine "Building HI-FI" number 31-32-33 of 1998 I decided to publish my work 20 years after its conception and birth. Reason? It stayed in the dust for a long time and I could only complete it in December 2017.

The project was conceived by the author, B. Aloia, to give a practical answer to the eternal dilemma if a tube or transistor amplifier is better.

In fact, according to my personal conviction, if we put the question on the output power level the answer become obvious. When powers output remain in the range of 50/70 watts, tube amplifiers for domestic use may produce sound superior to transistors; however beyond such power values tube amplifiers become impractical and their sound is questionable, especially where the demand for high dynamic music is required, transistor however in theory does not set limits.

In pre-amplification, however, the valves are unbeatable especially where high-level output signals (tens of volts, with minimum distortion) are needed without the artifice of the negative feed back.

The GY-50 then tries (at a competitive cost with respect to the valve) to grasp the advantages of one and the other technology by realizing the pre-amplifier stage/driver with electronic tubes and the power output stage with power transistors, a hybrid system therefore.

The pre-amplifier/driver stage (fig 01-a)

Composed, as we have said, with electronic tubes, it is made by a cascade of two "totem pole" one of which is the actual driver and the other is a pre-amplifier stage. Since the GY-50 is defined as an integrated amplifier it does not require a preamplifier to be properly driven.

This stage works without any feedback, as stated by the project specifications. Between the two totem pole, the volume control adjusts the level of the output signal.

The power stage (fig 01-b)

The power stage consists of a cascade of BJT transistors operating in the "common emitter" configuration, thus with a voltage gain slightly lower than the unit but with a high current gain necessary to drive any kind the loudspeakers type. Having defined the power we want to produce on a standard load of 8 Ohm at a minimum value of 50 Watts, it will be necessary to pilot this stage with a voltage derived from the formula:

$$P=V^2/R \text{ therefore } V = \sqrt{P \times R} = \sqrt{50 \times 8} = \sqrt{400} = 20 \text{ volt RMS min.}$$

20 volts RMS which, a well-designed valve stage, does not pose problems to supply; moreover, since this project is an integrated amplifier, as stated, it will have to supply the maximum power with an input voltage that we set in 400 mV. The overall minimum gain of the driver stage must be equal to 20V / 0.4V i.e. 50 times or 33 decibels, easily obtainable with two cascade "Totem Pole" valves.

Power supplies

In addition to the voltage for the tube heaters (fig. 1-e), the amplifier requires a voltage in the order of 300 volts regulated (fig. 1-c) for the tubes, a single regulated voltage for the power stage of about 80 volts with a minimum current of 2.5A for a load of 8 Ohms. It is known, however, that the impedance of the speakers can go down to values of a few Ohms and therefore to guarantee the capability of the output stage to respond to the demand of additional current, the power supply must be capable to supply peaks of about 10 amps per channel (fig 1-d) when required.

Realizzazione pratica

I vari circuiti vengono forniti da progettista in forma di kit: Circuiti stampati, componenti, istruzioni di montaggio. Quindi essi vanno assemblati e controllati singolarmente prima di procedere alla loro sistemazione all'interno del telaio.

L'ingombro complessivo è notevole così come il peso dell'insieme; Ho visto, navigando nei vari siti, realizzazioni molto compatte che, se da un lato offrono un ingombro minore, dall'altro creano problemi durante l'assemblaggio finale. La mia soluzione è realizzata con un telaio in acciaio inossidabile di cm. 45 x 45 alto 14. (fig 02) costruito con l'aiuto di un paziente lattoniere locale.

Esso è diviso in due sezioni (sotto-assiemi) dove su di una vengono sistemati l'enorme trasformatore di alimentazione, gli alimentatori per i filamenti delle valvole termoioniche, i condensatori del filtro addizionali dello stadio valvolare (foto 06) e sull'altra sezione (in alluminio da 5 mm) tutti gli altri componenti (foto 07).

Una volta sistemate le parti come mostrato nella foto 08 esse vengono fissate al telaio mediante colonnine distanziatrici alte 5 mm sopra gli alloggiamenti appositamente ricavati con lo scopo di consentire il cablaggio dalla parte sottostante (foto 05). Questa soluzione permette inoltre eventuali interventi di manutenzione qualora fosse necessario durante il collaudo o in seguito

La scelta di un telaio in acciaio inox e alluminio ha il vantaggio che non occorre procedere alla verniciatura tuttavia la lavorazione manuale, come da me eseguita, è piuttosto onerosa data la durezza e spessore del materiale. Una struttura in ferro è forse più facile da gestire ma necessita di una verniciatura professionale perché duri nel tempo.

Il controllo del volume.

I controlli del volume (uno per canale) sono collocati sul circuito stampato dello stadio amplificatore/driver a valvole. (foto 03) Con la scelta del mio layout, la posizione risulta piuttosto infelice per cui ho dovuto optare per una versione "motorizzata" piuttosto che la classica soluzione e due manopole poste sul pannello frontale. Con un mini DC/DC converter da 6 V a +/- 5V, due pulsanti per il controllo della rotazione del motore ho realizzato una soluzione semplice ed elegante. (fig 03)

Prestazioni.

Non mi inoltrerò nei dettagli, peraltro puntualmente descritti sulla rivista Costruire HI-FI al numero 33 concernenti le prestazioni, salvo riportare qualche dato facilmente misurabile con la mia datata strumentazione i cui risultati sono sintetizzati nella Tabella 01 e nei grafici relativi. Le mie rilevazioni sono perfettamente in linea con le misure ufficiali il che conferma la bontà del design quando realizzato correttamente seguendo le buone regole di disposizione dei componenti e l'interconnessione degli stessi.

Potenza uscita su:	8 Ohm 60,5 W (prima del clipping)	85 W di Picco
	4 Ohm 100 W (prima del clipping)	141 W di Picco
	2 Ohm 128W (prima del clipping)	180 W di Picco

Construction

The various circuits are supplied by the designer in the form of kits: printed circuits, components and assembly instructions. Therefore they must be assembled and checked individually before proceeding to their arrangement inside the frame.

The overall dimensions are considerable, as is the weight of the whole; I have seen, navigating in the various sites, very compact realizations that, on the one hand, offer a smaller size, on the other they create problems during the final assembly. My solution is made with a stainless steel frame of 45 x 45, cm. with an height of 14 cm. (fig 02) built with the help of a patient local tinsmith.

The chassis is divided into two sections (sub-assemblies) where the smallest one, houses the enormous power transformer, the filament power supplies of the thermionic valves, the capacitors of the additional filter of the valve stage (photo 06) while, in the other section (a plate of 5 mm thick aluminum) all the other components are placed (photo 07).

Once the parts have been positioned as shown in photo 08, they are fixed to the frame by means of 5 mm high spacer above the housings specially made for the purpose of allowing the wiring from the underlying part (photo 05). This solution also allows possible maintenance or interventions if necessary during the testing or afterwards.

The choice of a stainless steel and aluminum frame has the advantage that it is not necessary to proceed with painting, however, the manual processing, as I have done, is rather onerous due to the hardness of the material. An iron structure is probably easier to handle but needs a professional coating to assure it lasts over time.

Volume control.

Volume controls (one per channel) are placed on the printed circuit between the pre-amplifier and the driver stage (photo 03). With the choice of my layout, the position is rather out of place so I had to opt for a "motorized" version rather than the classic solution and two knobs on the front panel. With a mini DC / DC converter from 6 V to +/- 5 V, two buttons to control the rotation of the motor, I created a simple and elegant solution (fig 03).

Performance

I will not go into details, moreover precisely described in the magazine "Costruire HI-FI" in the issue n. 33 concerning the performances, except to report some easily measurable data with my dated instrumentation whose results are summarized in Table 01 and in the related graphs. My measurements are perfectly in line with the official measures which confirms the goodness of the design when correctly realized following the good rules of component placement and the interconnection of the same.

Output power on:	8 Ohm 60.5 W (before clipping)	85 W peak
	4 Ohms 100 W (before clipping)	141 W peak
	2 Ohm 128W (before clipping)	180 W peak

Fig 01-b

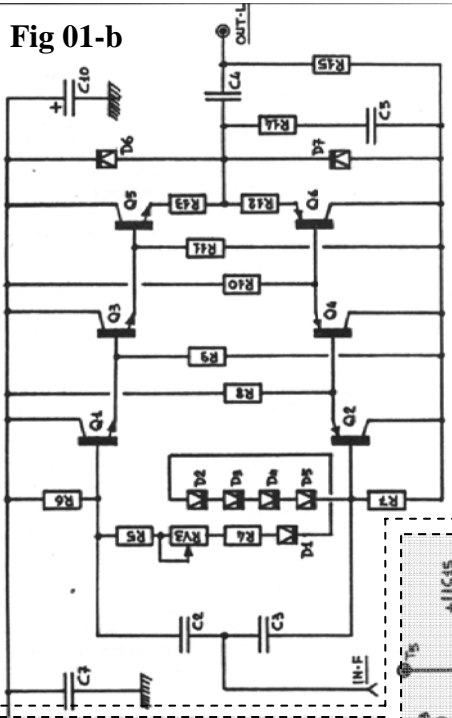


Fig 01-a

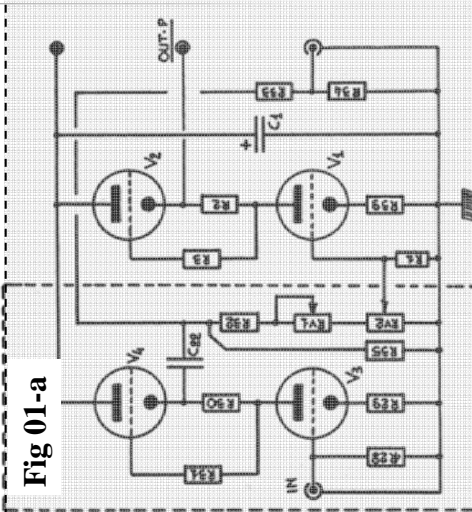


Fig 01-d

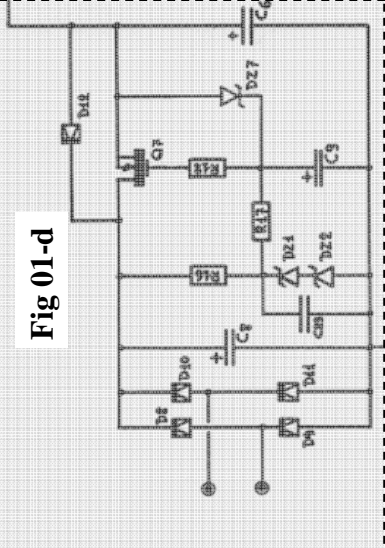


Fig 01-c

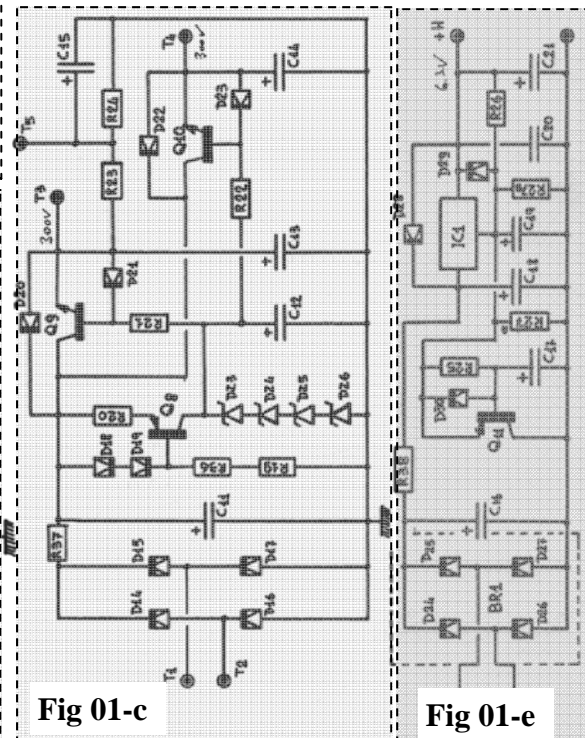


Fig 01-e

GY50 design B. Aloia.

Fig. 02

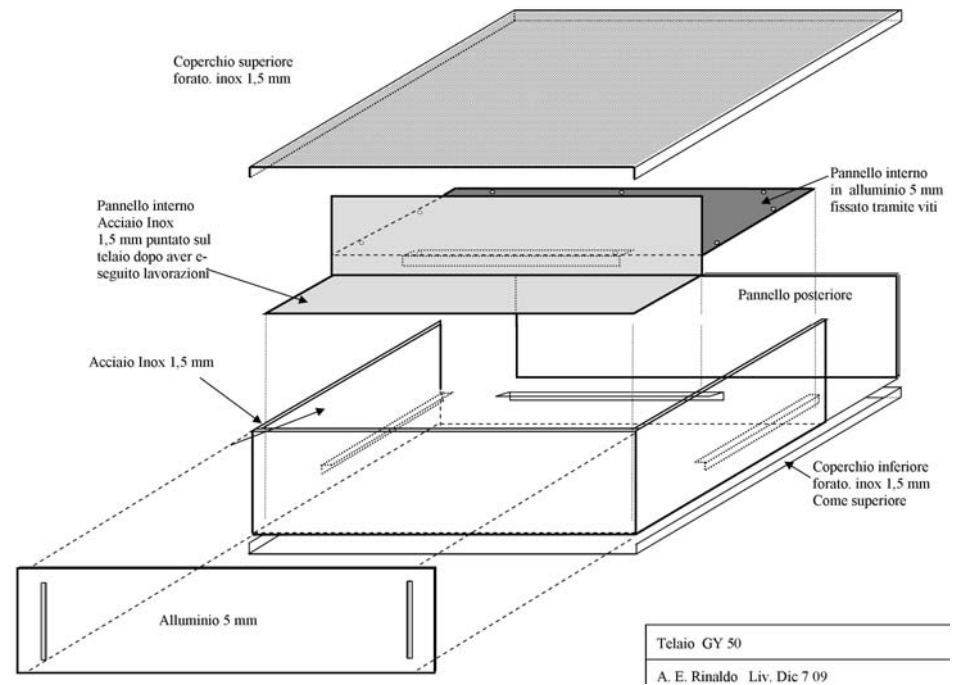
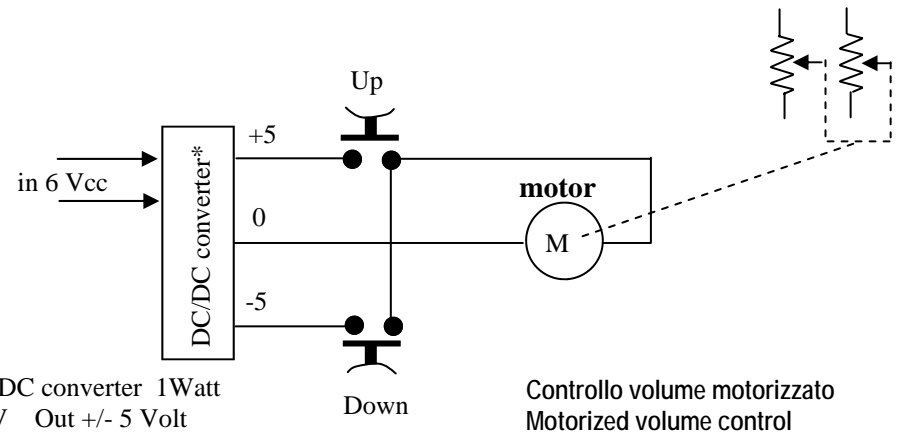


Fig. 03



* DC/DC converter 1Watt
in +6V Out +/- 5 Volt

Controllo volume motorizzato
Motorized volume control

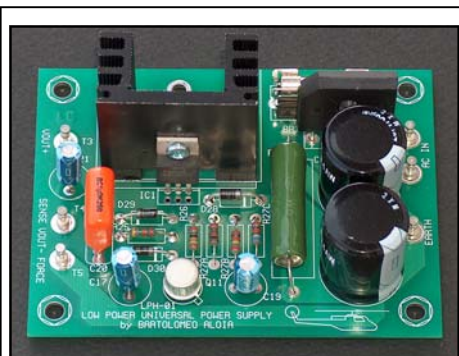


Foto 01 Alimentatore DC filamenti (2)
Heather DC P.S.



Foto 02 Alimentatore / stabilizzatore anodica anodica (1)
Anodic regulated P.S.



Posizione controlli volume
Volume Ctrl PC pads

Foto 03 Stadio Valvolare (1)
Vacuum tubes stage

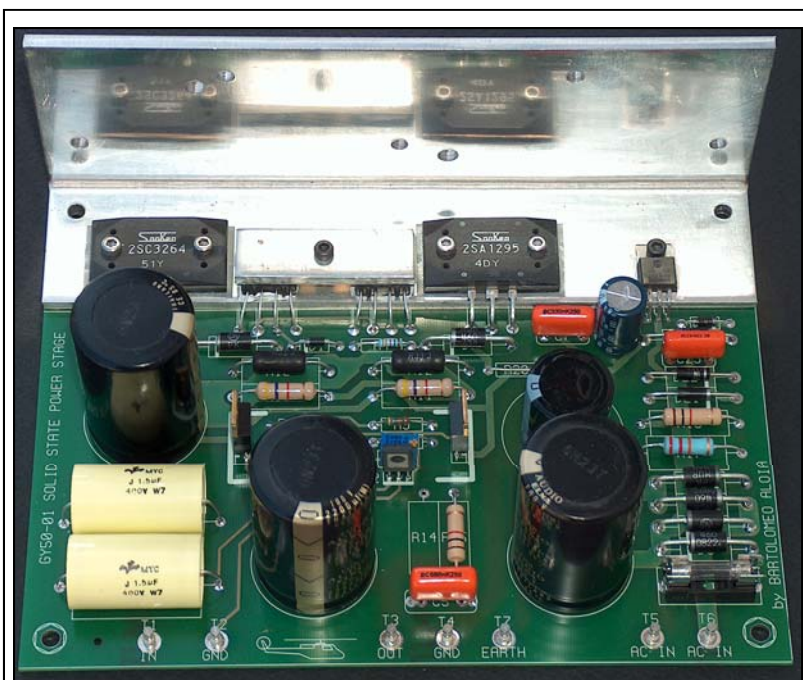


Foto 04 Finali di potenza (2) con transistor Sanken
Power stage with Sanken transistor

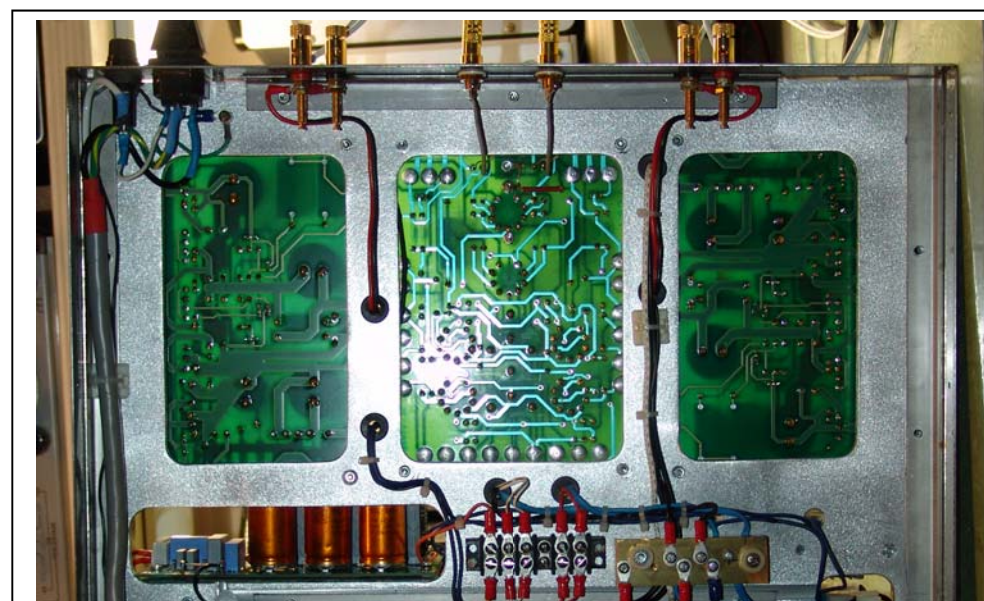
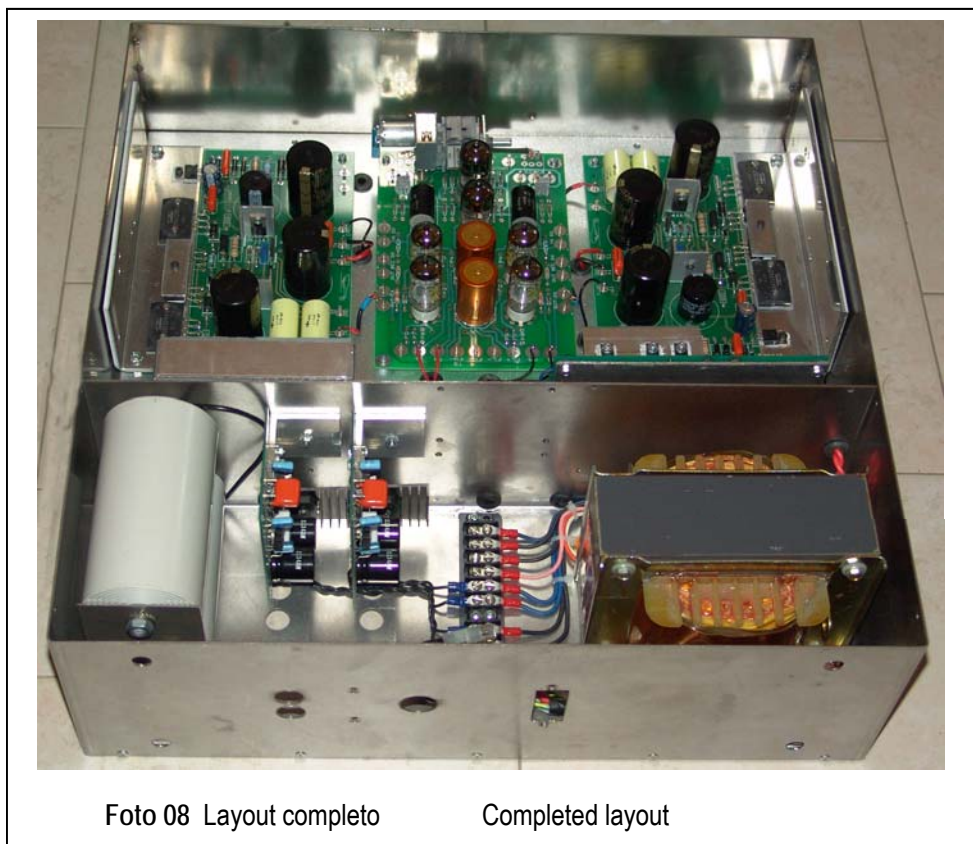
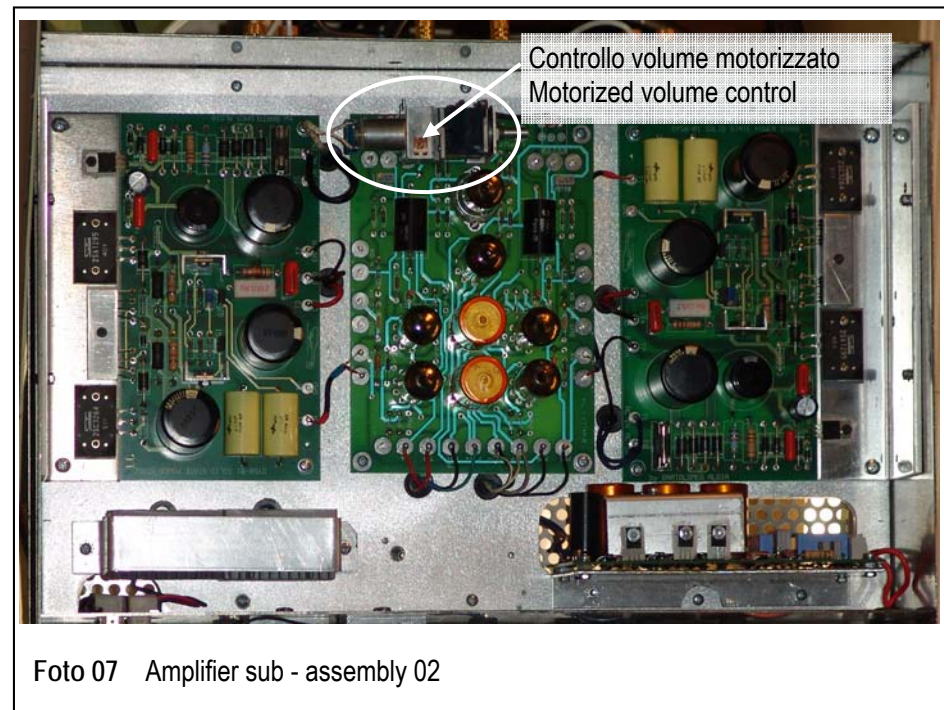
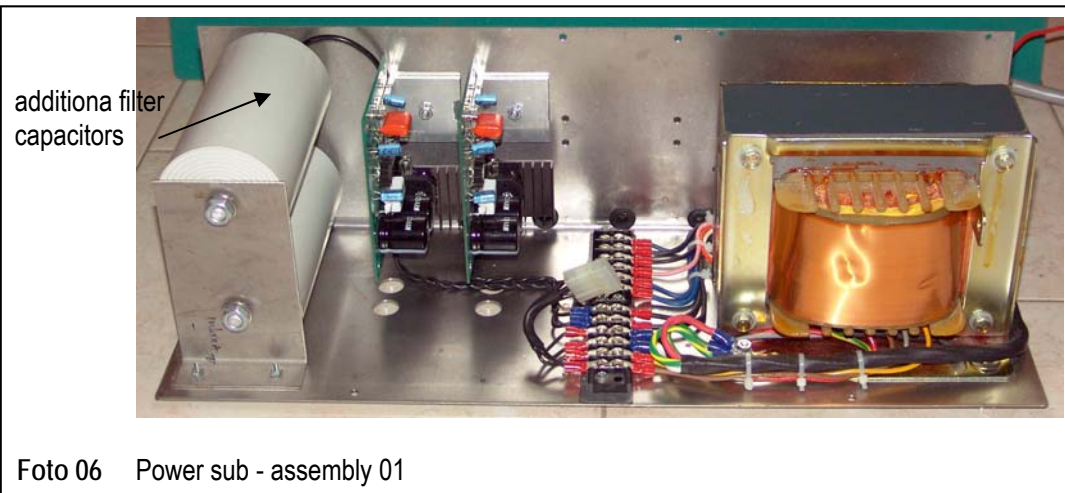
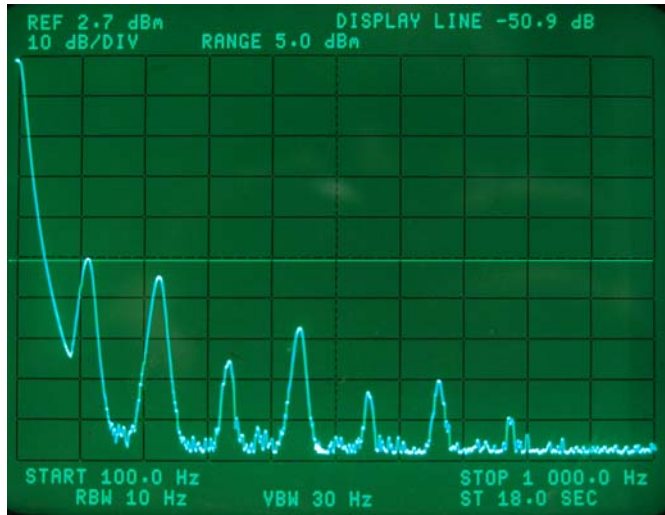
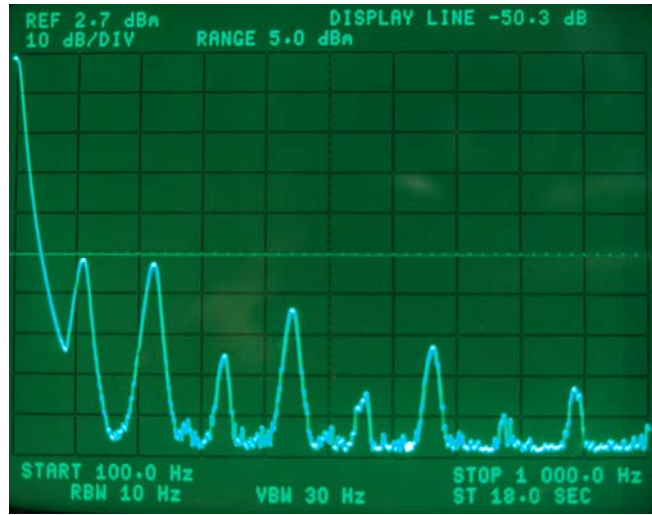


Foto 05 Vista connessioni sotto il telaio
Bottom view (wiring)

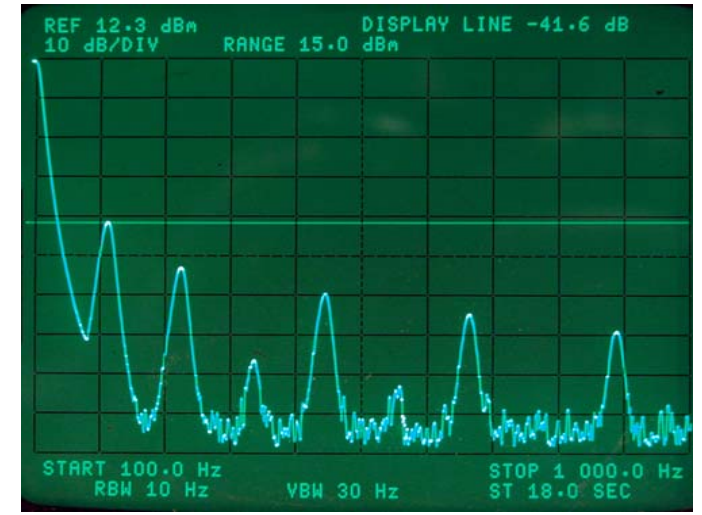




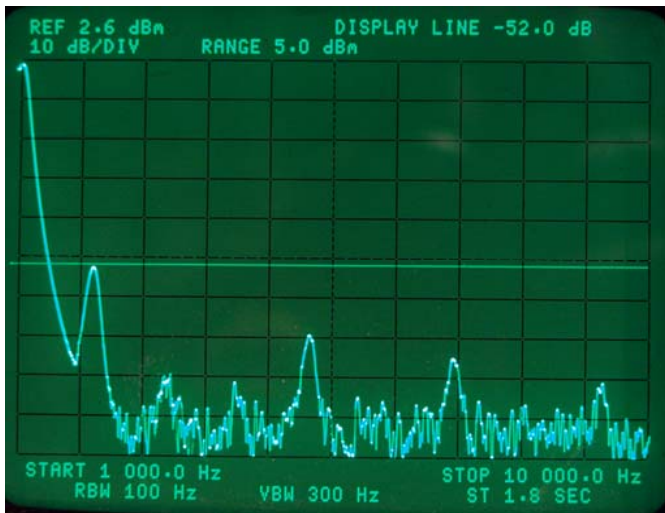
100 Hz 1W 2° harmonic -51 db = 0,28%
3° harmonic -55 db = 0,17%



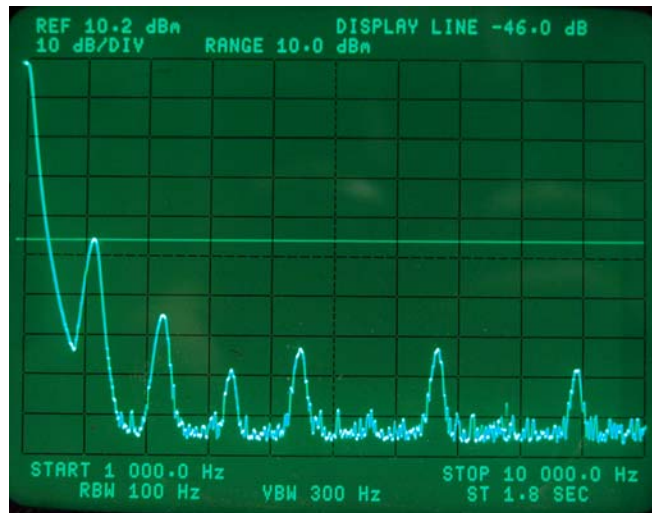
100 Hz 5W 2° harmonic -50 db = 0,31%
3° harmonic -52 db = 0,25%



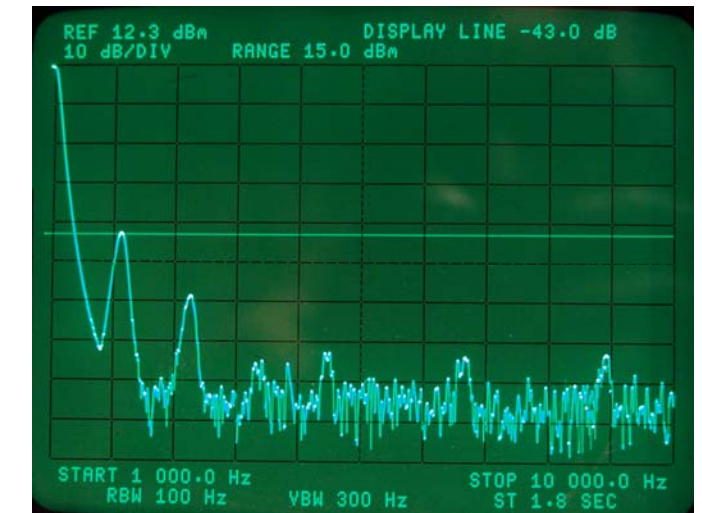
100 Hz 10W 2° harmonic -41,6 db = 0,9%
3° harmonic -52 db = 0,25%



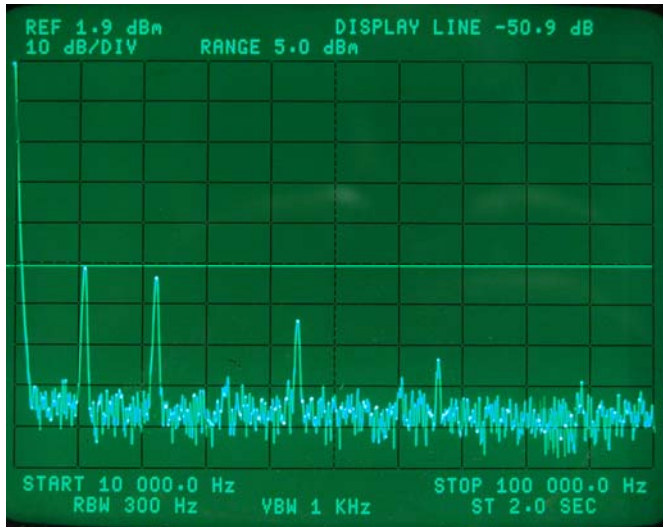
1 KHz 1W 2° harmonic -52 db = 0,25%
4° harmonic -70 db = 0,03%



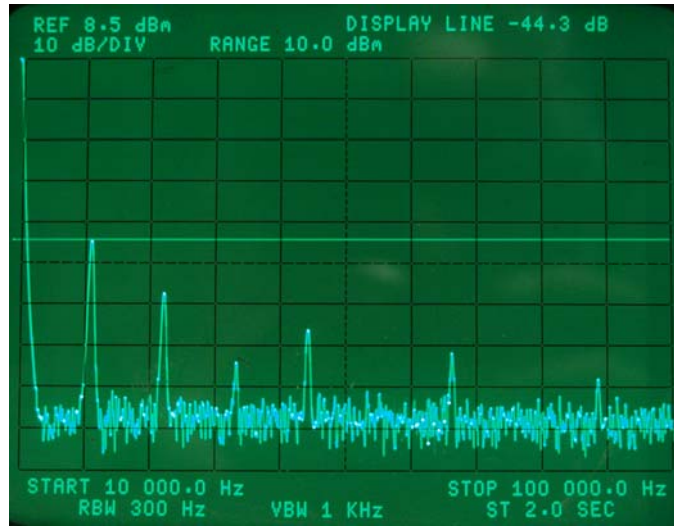
1 KHz 5W 2° harmonic -46 db = 0,39%
3° harmonic -62 db = 0,08%



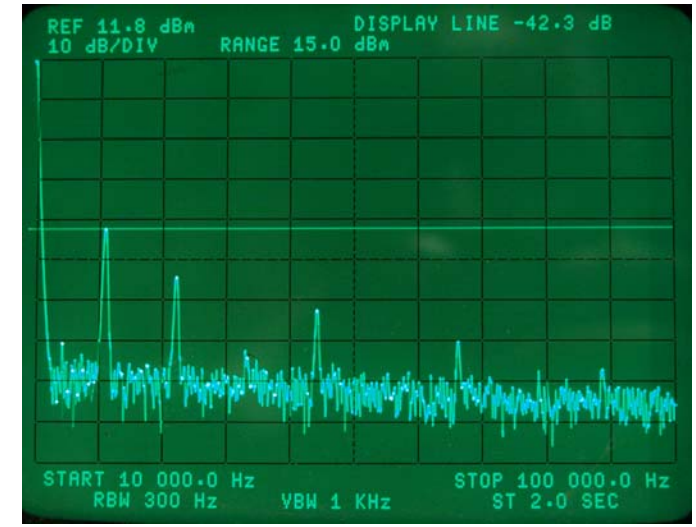
1 KHz 10W 2° harmonic -43 db = 0,70%
3° armonica -59 db = 0,11%



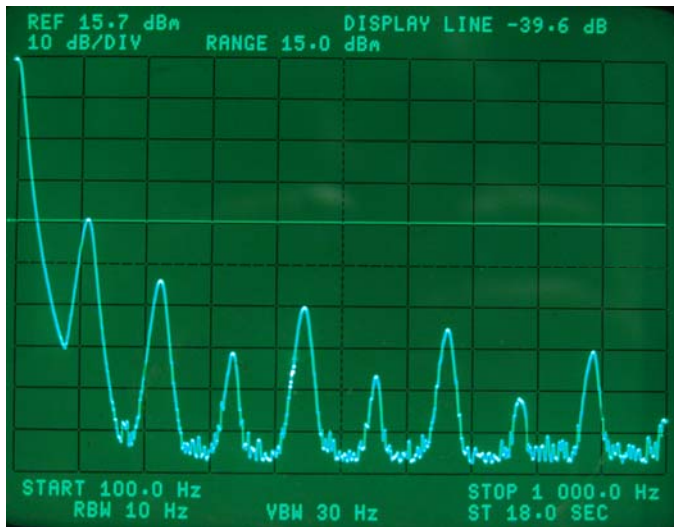
10 KHz 1W 2° harmonic -51 db = 0,28%
3° harmonic -52 db = 0,25%



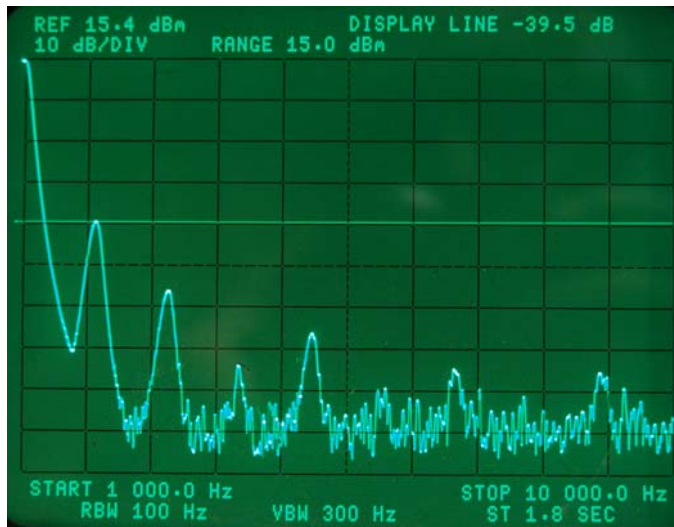
10 KHz 5W 2° harmonic -44 db = 0,63%
3° harmonic -57 db = 0,14%



1 KHz 10W 2° harmonic -42 db = 0,8%
3° harmonic -54 db = 0,2%



100 hz 20W 2° harmonic -39,6 db = 1,05%
3° harmonic -52 db = 0,25%



1 KHz 20W 2° harmonic -39,5 db = 1,06%
3° harmonic -55 db = 0,18 %

Tabella n. 01

TDH (Test Oscillator self made with distortion of 0,1%)
(distortion Analyser HP331-A)
(Spectrum Analyser HP 3585-A)

Potenza	1W	5W	10W	20W
100Hz	0.3	0.7	0.9	1.2
1 kHz	0.3	0.6	0.8	1.1
5 kHz	0.3	0.55	0.75	1.1
10kHz	0.35	0.55	0.76	1.1

The measured values deviate by a few tenths from the official measures of Aloia. The reason lies in the intrinsic distortion of my "dated" test oscillator.

However, these are very respectable values.

In the graphs shown on this page you can see the harmonic composition of the distortion. At 100Hz with power above 5 Watts the odd harmonics (3° 5°) tend to rise a bit more due to the behavior of the final transistor stage..