

# Amplificatore di potenza e non solo

Analizziamo il funzionamento dell'STK4142II, un moderno circuito integrato ibrido della Sanyo, e vediamo un'applicazione pratica in un impianto HI-FI di successo



Flavio Criseo - 1° parte

L'analisi che ci accingeremo a compiere in queste pagine ci consentirà di comprendere come ci si debba comportare durante l'intervento in un qualsiasi amplificatore audio di potenza.

Inoltre, dal funzionamento di alcuni circuiti presenti nell'amplificatore Pioneer XD Z53T, potremo vedere come si comporta il circuito anti-bump, che basa il suo principio di funzionamento sulla carica e la scarica di un condensatore elettrolitico. In alcuni numeri scorsi abbiamo trattato le costanti di carica e scarica dei condensatori; grazie all'XD Z53T ne potremo vedere un'applicazione pratica. Un altro aspetto importante trattato in passato è l'impiego di amplificatori operazionali insvariati circuiti elettronici.

Abbiamo parlato più volte di configurazione invertente e non invertente per gli Amplificatori Operazionali (spesso abbreviati

con "Op-Amp."). L'XD Z53T della Pioneer ci consentirà di vederne una applicazione pratica con i suoi pregi e i suoi difetti.

Per ultimo, ma non per questo di secondaria importanza, faremo un breve paragone fra l'integrato TA7291S (anch'esso impiegato nel Pioneer non come amplificatore, bensì come motor driver) e il nostro STK4142II (costruito dalla Sanyo).

Molti si potrebbero chiedere: "ma che analogia elettronica c'è fra un motor driver e un amplificatore audio di potenza?"

Il motor driver è utilizzato per comandare, attraverso il telecomando a infrarossi, il motore elettrico del potenziometro del volume.

Il Power Amplifier STK4142II è invece un integrato ibrido dedicato all'amplificazione sonora di una certa qualità. Detta in questi termini, non sembra ci possano essere similitudini, anzi.

Il primo comanda un motore in continua, mentre il secondo una cassa acustica.

## Differenze e similitudini

Prima di poter fare dei paragoni, dobbiamo conoscere bene il funzionamento dei due stadi in questione e solamente a quel punto potremo tirare le somme.

L'integrato STK4142 è un amplificatore finale audio di una certa potenza; com'è facile intuire, esso è soggetto alla distorsione di Cross-Over. Sappiamo bene come si corregga e cosa sia la "Distorsione di Cross-Over" nei sistemi audio (vedere Il Cinescopio n. 6, giugno 2003, p. 52).

Per la soluzione del problema in questo caso abbiamo proprio a che fare con questa distorsione.

Molti degli argomenti trattati nei mesi scorsi nella rubrica "Appunti di Tecnologia" saranno adesso chiamati in causa. Anche se vi saranno alcuni scettici, faccio presente che gli UPS impiegano circuiti simili al motor driver TA7291S e un'elettronica simile all'STK4142II.

Sarà quindi utile comprendere bene il loro funzionamento, in questo modo si capirà agevolmente il funzionamento di tutti gli UPS attualmente in commercio.



Foto 1 - Frontale del Pioneer modello XD Z53T

## Approfondimenti



Foto 2 - Chassis una volta aperto; frontalmente si intravede una lunga lastra in alluminio

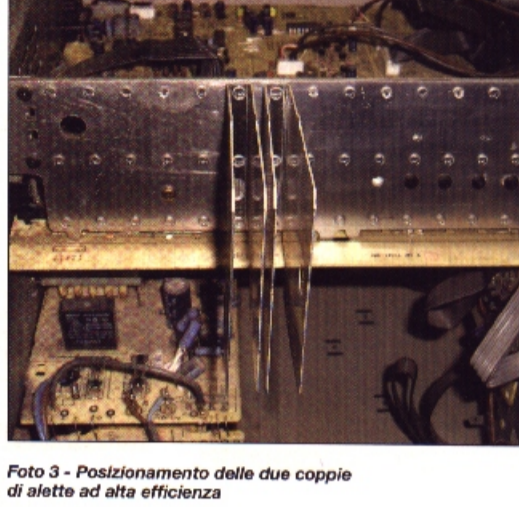


Foto 3 - Posizionamento delle due coppie di alette ad alta efficienza

## Partiamo da una riparazione pratica

Non è utile parlare solo teoricamente; "Il Cinescopio" si è sempre distinto perché, negli argomenti

trattati, la teoria ha sempre appoggiato interventi pratici e realmente eseguiti da quanti scrivono sulla rivista.

Così, come abbiamo sempre fatto fino a oggi, l'oggetto della nostra

analisi teorico-pratica sarà il modello Pioneer visibile in Foto 1.

Come in tutti gli interventi di service, il nostro "paziente" viene recapitato perché non riproduce l'audio in entrambi i canali.

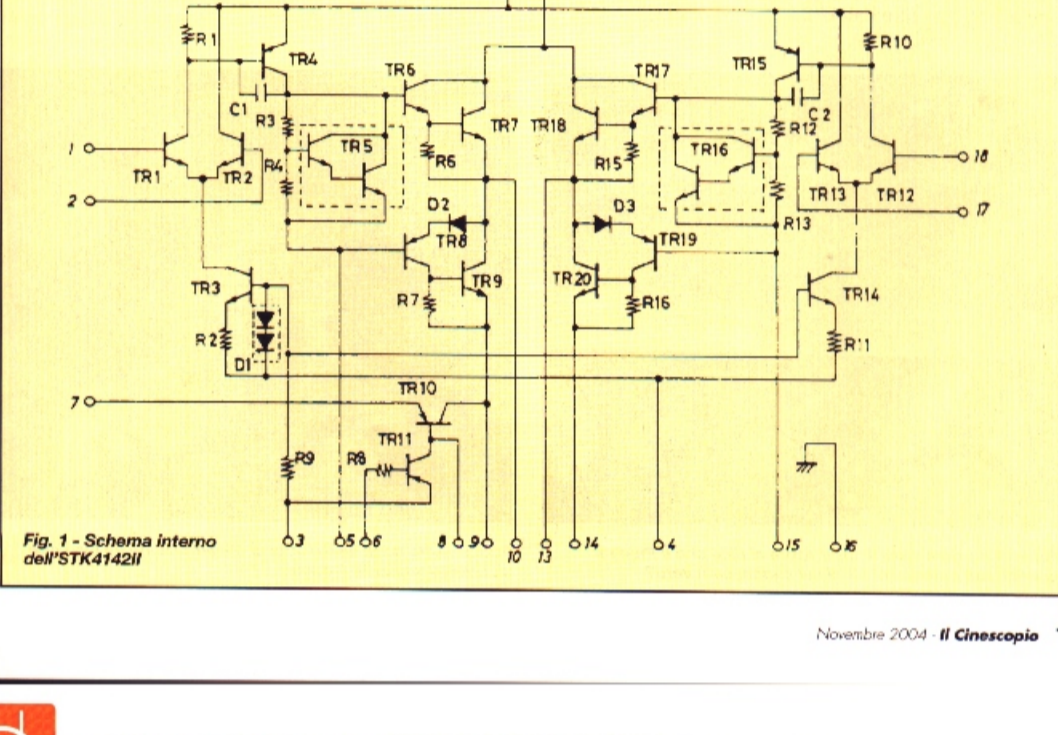


Fig. 1 - Schema interno dell'STK4142II

## APPUNTI DI TECNOLOGIA

Abbiamo aperto l'amplificatore e la Foto 2 ne mostra l'interno. Tutti i circuiti di potenza sono a ridosso di una lunga aletta di raffreddamento, visibile in Foto 3.

### Come funziona l'ibrido STK4142

Vediamo la Fig. 1 e cerchiamo di comprendere lo schema interno. Dato che l'integrato contiene un doppio stadio perfettamente simmetrico, concentriamo la nostra attenzione solamente su una parte della rete elettrica (i disegni varranno anche per l'altra).

Guardiamo ora le connessioni elettriche dei transistori Q1+Q11.

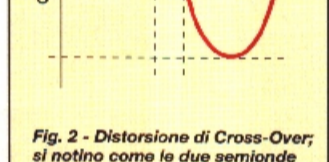


Fig. 2 - Distorsione di Cross-Over; si notino come le due semionde risultano "spazzate" in prossimità del valore zero

### Il BJT Q3

Il bipolare Q3 è connesso al pin 4 attraverso la R2 e al pin 3 attraverso la R9.

Ammettiamo per un attimo che il pin 3 sia a massa, mentre il pin 4 sia connesso a una tensione negativa  $-V_{cc}$ .

Dato che Q1-Q2 sono connessi a  $+V_{cc}$  e i loro emittitori sono connessi su Q3, quest'ultimo assolverà la funzione di generatore di corrente costante.

Q3 impone una corrente sulla coppia differenziale, che non varierà al sopraggiungere della tensione pilota su Q1.

### I BJT Q6-Q7-Q8-Q9

La coppia di transistori Q6-Q7 è la più classica fra le Darlington. Com'è noto, la Darlington permette di ottenere un'amplificazione in corrente che è data dal prodotto  $(\beta_6 + 1) \cdot (\beta_7 + 1)$  dove i due  $\beta$  sono rispettivamente i coefficienti di amplificazione di Q6 e Q7.

La R6 ha il compito di accendere i due BJT in modo che possano essere pronti al sopraggiungere del segnale in ingresso.

I transistori Q8-Q9, anche se molti lo ignorano, sono anch'essi in connessione Darlington.

L'amplificazione in corrente, così come detto poc'anzi, è sempre data dal prodotto dei due  $\beta$  ma, a differenza di Q6-Q7, il BJT equivalente è un PNP. La presenza dell'NPN (Q9) permette una maggiore velocità alle transizioni e un migliore smaltimento del calore rispetto alle possibilità di Q8. Si ottiene quindi la possibilità di pilotare un PNP accompagnato dagli aspetti positivi dell'NPN.

### Il diodo D2

Dato che Q6-Q7 presentano le giunzioni base-emettitore in serie, è indispensabile la presenza di D2 in serie alla base di Q8, in modo da avere lo stesso potenziale di soglia.

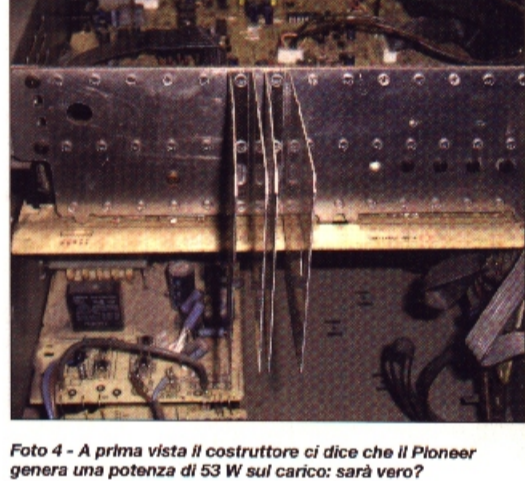


Foto 4 - A prima vista il costruttore ci dice che il Pioneer genera una potenza di 53 W sul carico: sarà vero?



Foto 5 - Uno degli elettrolitici di alimentazione (la tensione su questo impiego è duale)

## Approfondimenti

Se considerassimo il pin 13 come punto di uscita del segnale amplificato, avremo quindi due  $V_{be}$  in serie (relative a Q6-Q7) e altre due  $V_{be}$  anch'esse in serie (relative a D2-Q8).

Tutti i segnali sinusoidali con tensione picco/picco inferiore a  $4 V_{be}$  non sarebbero trasmessi in uscita.

Considerando un'onda sinusoidale intorno al valore zero avremo l'effetto di Fig. 2.

### Il BJT Q5

Il problema che si presenta è una distorsione del segnale d'uscita nei pressi dell'inversione del suo segno.

Dovendo eliminare l'effetto di due  $V_{be}$  per le semionde positive e due  $V_{be}$  per le negative (ossia il diodo D2 e la  $V_{be}$  di Q8) viene impiegato un doppio BJT connesso allo stesso modo della coppia Q6-Q7. Q5, che assolve quindi il compito di eliminare la Cross-Over (per ulteriori dettagli sulla distorsione di Cross-Over si consulti Il Cinescopio n. 6, giugno 2003, p. 52). La R3 e la R4 polarizzano Q5 in modo che la  $V_{ce}$  dia circa  $4 V_{be}$ .

### Il BJT Q4

Q4 assolve la funzione di pilota dello stadio di potenza, la sua accensione, in condizioni di riposo, è affidata a una resistenza posta esternamente all'integrato.

Come tutti gli amplificatori che si rispettano, la fase del segnale in ingresso è identica a quella del segnale in uscita. La rete esterna di retroazione impone un certo guadagno su tutto il sistema e una certa banda passante.

Vediamo ora un'applicazione pratica in un impianto HI-FI di notevole successo: il Pioneer XD Z53T.

### Caratteristiche tecniche del Pioneer XD Z53T

La sigla "Z53" ci porta intuitivamente a pensare che il finale audio abbia una potenza di 53 W per canale.

In effetti, anche il legittimo proprietario ne è convinto. Senza schema e senza informazioni, se non la sigla

dell'apparato visibile in Foto 4, è ugualmente possibile stabilire alcune cose importanti in vista di un eventuale intervento.

La potenza dichiarata in Foto 4 è la potenza musicale o RMS?

Se fosse la potenza musicale e il trasformatore di alimentazione fosse inesorabilmente in avaria e se nessuna sigla fosse presente sul trasformatore, che trasformatore impieghere?

Se alcuni elettrolitici di alimentazione fossero esplosi (fenomeno che accade non di rado), quale valore utilizzare per i componenti?

Ammettiamo che la potenza dichiarata dal costruttore sia quella che serve veramente.

Ipotizziamo che i 53 W siano RMS: poiché il carico è pari a 8  $\Omega$ , abbiamo che la minima tensione sui finali dovrà essere:

$$V_{cc} = \sqrt{2 \cdot P_{RMS} \cdot R_1} = 29 \text{ V}$$

Uno dei condensatori elettrolitici sull'alimentazione (che sappiamo essere duale) è visibile in Foto 5.

Come si può notare, la tensione di lavoro del condensatore è pari a 42 V.

Per evitare la tosatura del segnale sui picchi, è corretto considerare un'alimentazione leggermente superiore ai nostri 29 V. Ammettiamo 4 V di margine sulla  $V_{cc}$  quindi abbiamo

$$29 \text{ V} + 4 \text{ V} = 33 \text{ V}$$

La tensione considerata è quella efficace, ma i condensatori (com'è noto) si caricano al valore di cresta, quindi sulle armature della capacità di Foto 5 avremmo circa 46,7 V. Questo non concorda con l'isolamento elettrico massimo (42 V) ammesso dal nostro condensatore.

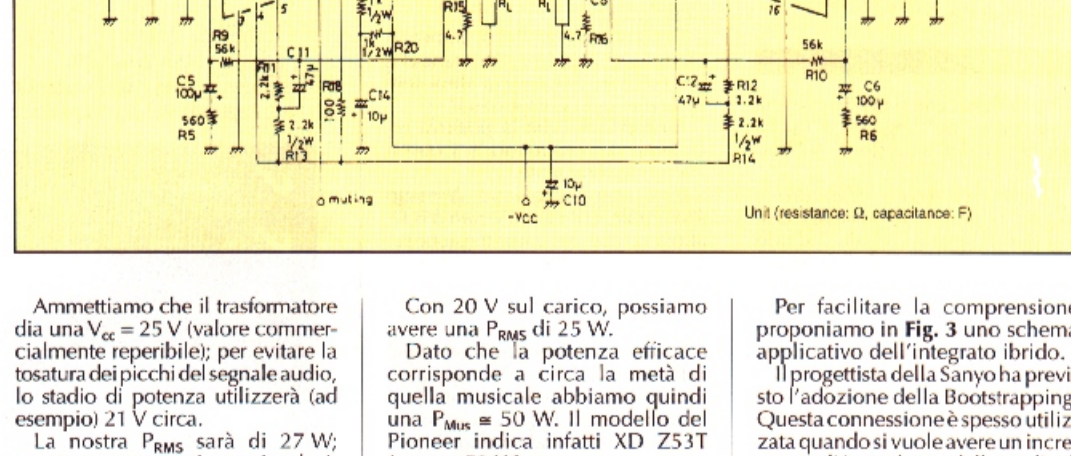
La potenza dichiarata dal costruttore è quindi la potenza musicale e non RMS.

### Che tensione dovrebbe avere il trasformatore?

L'elettrolitico di Foto 5 è da 42 V di isolamento; ipotizziamo di caricarlo a una tensione un po' più bassa, ad esempio a 38 V di cresta.

La  $V_{cc}$  del trasformatore sarà quindi da 26,9 V.

### Stefano Conica. Si nota la rete Bootstrapping e il controllo in retroazione



Ammettiamo che il trasformatore dia una  $V_{cc} = 25 \text{ V}$  (valore commercialmente reperibile); per evitare la tosatura dei picchi del segnale audio, lo stadio di potenza utilizzerà (ad esempio) 21 V circa.

La nostra  $P_{RMS}$  sarà di 27 W; mentre, con questi nuovi valori, la nostra capacità sarà carica a 35,2 V circa (valore certamente corretto rispetto ai 42 V massimi ammessi).

Fortunatamente il nostro trasformatore non è guasto, mentre il fusibile da 800 mA (vedere Foto 6) posto sul primario è sostituito il fusibile e dissaldati i pin 11, 9 e 14 del finale audio, proviamo a dare tensione.

Le capacità di filtro si caricano correttamente a 32,2 V. Data la presenza del ponte di diodi, abbiamo una caduta di 35 V corrispondenti a 24,75 V efficaci (i nostri 25 V ipotizzati).

Con 32,2 V abbiamo 22,8 V efficaci a disposizione e, considerando circa 3 V di margine, possiamo ipotizzare che il carico subirà un picco massimo di 20 V per le semionde positive e 20 V per quelle negative.



Foto 6 - Ruolà di accensione sul circuito di alimentazione e fusibili di protezione

Per facilitare la comprensione proponiamo in Fig. 3 uno schema applicativo dell'integrato ibrido.

Il progettista della Sanyo ha previsto l'adozione della Bootstrapping. Questa connessione è spesso utilizzata quando si vuole avere un incremento di impedenza dello stadio di potenza. La rete composta da R11, R13 e C11 assolve a questo compito per il canale di sinistra. La rete R12, R14 e C12 per il canale destro.

Per ottenere la massima potenza in uscita è sufficiente un segnale d'ingresso di 400 mV picco/picco.

Il guadagno, infatti, è fissato a 40 dB, mentre il sistema guadagna in tensione circa 101 volte.

La rete composta da R9, R5 e C5 per il canale sinistro (R10, R6, C6 per il destro) impone il guadagno suddetto e una banda passante che parte da circa 3 Hz fino ad estendersi oltre i 338 kHz.

La presenza di C1, all'interno dell'integrato (vedere Fig. 1), permette un'attenuazione della massima frequenza in modo da evitare autooscillazioni alle frequenze superiori alla massima udibile dal nostro orecchio.

- continua -