



Amplificatore di potenza e non solo

I gruppi a costante di tempo costituiscono un importante circuito presente nei moderni amplificatori Hi-Fi. Vediamo come funzionano

Flavio Criseo - 2ª parte

L'assenza di schema elettrico non può ostacolare la riparazione e il corretto studio di un apparato elettronico.

Abbiamo visto come sia composto all'interno l'STK4142II e quali siano i ragionamenti da effettuare per conoscerne la potenza d'uscita e l'alimentazione necessaria.

Continuando l'intervento, vediamo come ci siamo comportati nelle fasi service.

Grazie a quanto visto riguardo ai circuiti a costanti di tempo,

possiamo comprendere a fondo il funzionamento di un dispositivo impiegato nel Pioneer: l'*anti-bump elettronico*.

Una "visione" diversa del gusto

Nella **Foto 7** possiamo vedere la presenza di alcuni stabilizzatori di tensioni atti ad alimentare gli stadi di preamplificazione e altri circuiti interni all'Hi-Fi sotto esame; nella **Foto 8** sono visi-

bili altri fusibili (uno dei quali in contenitore TO-92) che, a un veloce controllo Ohmico, sembrano intatti.

Dato che la corrente efficace assorbita da un solo canale alla massima potenza ammonta a circa 1,77 A senza dare alimentazione all'integrato ibrido, facciamo un veloce controllo dell'efficienza dei rami di alimentazione.

Prendiamo due resistori da 22 Ω con potenza di 10 W ciascuno e connettiamoli in parallelo.



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 impianto è duale)

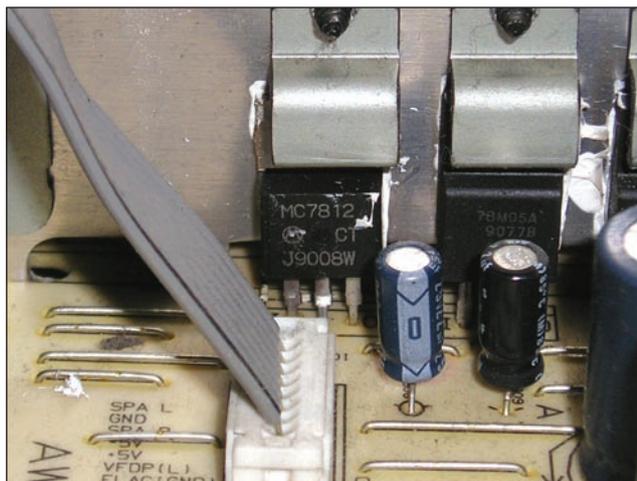


Foto 7 - Stabilizzatori di tensione fissati sulla stessa aletta dissipatrice del finale audio

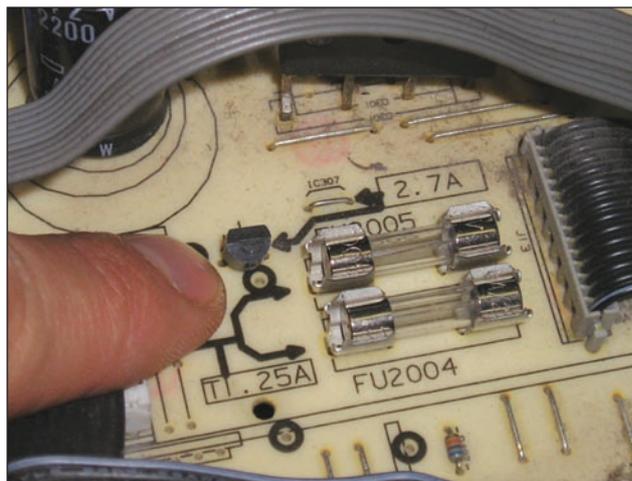


Foto 8 - Oltre ai fusibili ritardati è presente anche un fusibile in case TO-92. Durante i controlli ne abbiamo verificato l'effettiva efficienza

Connettiamo i resistori direttamente ai capi del condensatore illustrato in Foto 5 e accendiamo l'impianto Hi-Fi (per quello che riguarda le Foto 4 e 5 e la loro sequenza, a causa di un errore di impaginazione occorso nella precedente puntata, le stesse vengono qui ripubblicate. Ci scusiamo con i lettori per l'inconveniente).

Tutti i led del sistema si accendono immediatamente e la tensione ai capi della capacità si aggira intorno ai 27 V. Per evitare che i resistori scaldino eccessivamente attendiamo un minuto e, dopo aver verificato che la tensione è stabile, spegniamo il tutto.

Operiamo allo stesso modo sul ramo della $-V_{cc}$ verificando, più o meno, la stessa tensione del ramo precedente (ovviamente negativa).

In questo modo siamo sicuri che il ponte di diodi, visibile sul lato destro della Foto 5, il trasformatore di alimentazione e i due elettrolitici principali sono in ottimo stato.

Se c'è un guasto questo deve essere nel finale e non nell'alimentazione.

Ci portiamo sull'integrato STK4142II (Foto 9). Come si può notare, è presente una staffa in alluminio che tiene saldamente

ancorato il "case" dell'integrato con il dissipatore di Foto 3 (vedi prima parte su Il Cinescopio di novembre, pag. 19). Tolto il fermo meccanico, l'integrato è visibile così come illustrato in Foto 10.

A proposito del dissipatore

Guardiamo il particolare di Foto 11; in corrispondenza della parte centrale dell'integrato sono montate due coppie di alette a nostro modesto parere molto efficienti.

L'efficienza di un dissipatore termico è il rapporto fra il calore

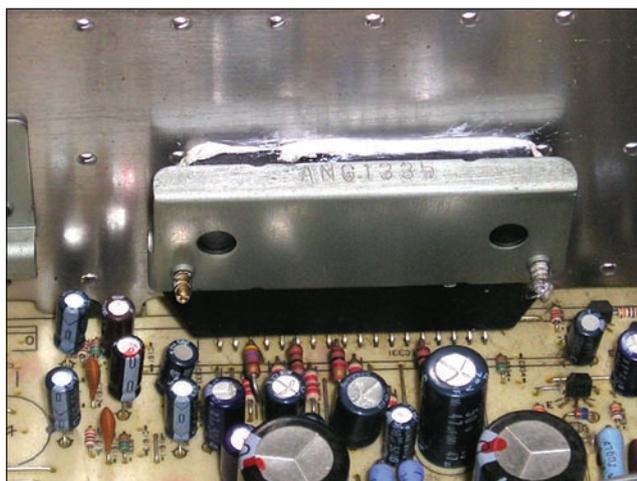


Foto 9 - L'STK4142II durante la fase di smontaggio e di analisi del guasto



Foto 10 - Finale audio di potenza oggetto della nostra riparazione

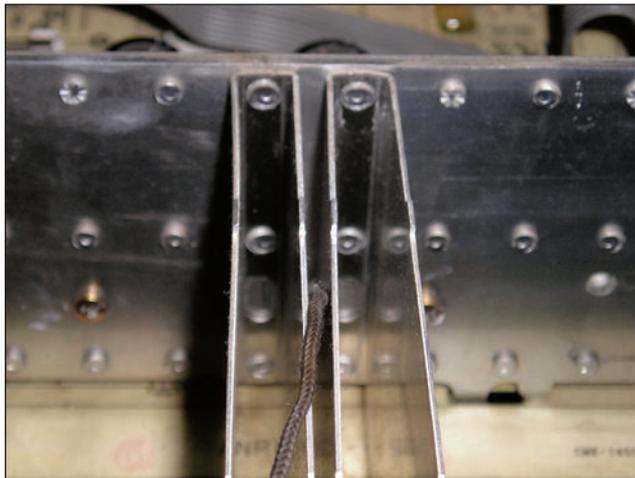


Foto 11 - Alette di raffreddamento ad alta efficienza

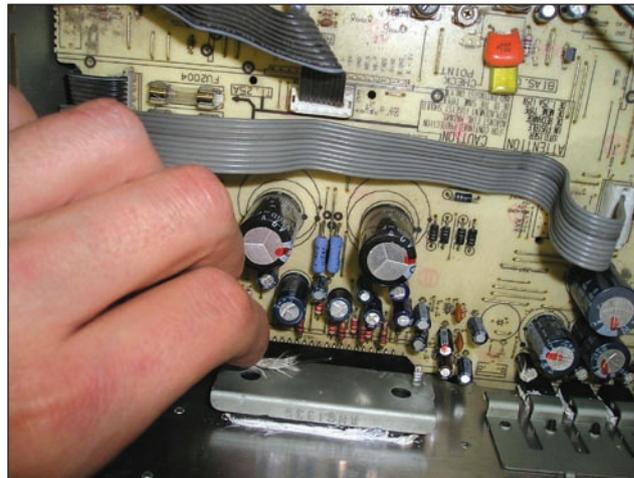


Foto 12 - Posizionamento della termocoppia per il controllo termico alla fine dell'intervento

smaltito dal sistema di raffreddamento e quello prodotto dal sistema generante (l'STK4142II).

A meno di un coefficiente ϵ che identifica il materiale costituente l'aletta di raffreddamento e altri parametri, l'efficienza dell'aletta è funzione dello spessore e della lunghezza di una singola lamina.

In parole povere, più sottile è lo spessore della lamella, maggiore è la sua lunghezza, migliore sarà la sua efficienza. Con un'ottima efficienza è possibile smaltire velocemente tutto il calore prodotto dall'amplificatore.

Si guardi ora la Foto 11 e la Foto 3 (vedi Il Cinescopio, novembre 04, pag. 19): con le due foto è possibile avere un'idea del particolare e dell'insieme del sistema di raffreddamento.

Le lamine sono molto sottili e molto lunghe.



Foto 13 - Temperatura raggiunta sulla parete del dissipatore

Considerando che il calore generato dall'integrato sarà dato dalla somma del calore prodotto dal canale destro più il sinistro, con sole quattro alette di alluminio si riescono a dissipare $50 W_{RMS}$: ovvero $25 W + 25 W$ per entrambi i canali.

Sostituiamo l'integrato STK perché sicuramente in avaria e accendiamo il tutto (previo collegamento di due resistori da 8Ω circa al posto delle casse acustiche).

Nessun fusibile "salta" all'avvio, togliamo il cortocircuito inserito nello stadio d'ingresso e inseriamo un segnale di 50 mV picco/picco ottenendo correttamente in uscita una potenza di circa 410 mWRMS. In questi casi è bene controllare l'onda con oscilloscopio. Lo stesso risultato lo si è verificato sull'altro canale audio.



Foto 14 - Temperatura raggiunta sul case del finale

La conferma della stabilità termica

Quando qualche componente passivo non funziona come dovrebbe, il segnale può essere distorto in uscita, oppure la temperatura dello stadio di potenza può innalzarsi di parecchi gradi (se il guasto non è troppo grave l'innalzamento è minimo).

Spesso, un leggero innalzamento della temperatura passa inosservato perché lo si attribuisce a tolleranze o ad altro. A volte è così, ma in seguito a una riparazione, ciò può non essere sempre vero.

Bisogna stare attenti perché, anche se l'incremento termico è minimo, questo corrisponde a un aumento interno della temperatura che in certi casi può ammontare a svariate decine di gradi centigradi.

È anche vero però che, se l'emissione in potenza non raggiunge il valore massimo consentito, questo leggero aumento non porta a conseguenze immediate. Il discorso cambia allorché si presenta una richiesta energetica vicina alla soglia massima oppure, ancor più grave, in presenza di cortocircuito da parte del carico.

In entrambi i casi, dato il leggero aumento (anomalo) della temperatura media, il sistema di dissipazione deve far fronte a un ulteriore incremento del calore prodotto.



Foto 15 - Controllo termico sugli stabilizzatori integrati



Foto 16 - Contatto della termocoppia e lettura diretta su display

Incremento che, com'è facile intuire, il sistema non è in grado di dissipare.

Le conseguenze sono che dopo una settimana o più dalla riparazione, il problema sul finale audio riappare "senza un perché apparente".

Controllo termico

Inseriti gli altoparlanti sulle uscite, accendiamo l'Hi-Fi e appoggiamo la nostra termocoppia sul case dell'integrato, così come visibile in **Foto 12**.

Attendiamo un innalzamento termico per circa tre minuti e rileviamo quanto visibile in **Foto 13**.

Ogni considerazione e ogni controllo deve essere fatto tenendo conto che anche nelle condizioni massime di dissipazione rileveremo sempre una temperatura leggermente inferiore dato che la temperatura ambiente prevista in fase di progetto sarà ben più alta dei 22 °C presenti in laboratorio.

I 39 °C rilevati danno un primo esito positivo al nostro controllo preliminare.

Chiaramente, se misurassimo la temperatura senza staffa di alluminio, rileveremmo una temperatura leggermente inferiore, così come è possibile notare dalla **Foto 14**.

Questo è dovuto al fatto che il contenitore plastico che racchiude l'integrato non è un buon dissipa-

tore di calore (infatti la parte posteriore del case è in alluminio).

Durante le prove, che con nostra soddisfazione hanno dato esito positivo, controlliamo anche gli stabilizzatori posti sulla stessa aletta di raffreddamento e visibili nelle **Foto 15 e 16**.

Chiaramente, non tutti i circuiti funzionano a 25 V ÷ 26 V, quindi sono necessari due stabilizzatori che, dopo una mezz'ora di funzionamento, non fanno superare i 40 °C sull'alluminio di raffreddamento.

Lo Schmitt trigger a transistori

Come in tutti gli amplificatori che si rispettino, il Pioneer in esame presenta un circuito per l'innesco ritardato all'accensione.

La carica dei condensatori di alimentazione non avviene cioè in modo immediato, ma subisce un andamento simile a quello visibile in **Fig. 4**.

Intorno alla tensione massima di cresta, infatti, si hanno delle piccole oscillazioni date dalla natura ondulatoria della tensione raddrizzata, nonché dalle caratteristiche non lineari dei condensatori stessi. Queste oscillazioni generano una fase di funzionamento instabile del sistema che si ripercuote sul carico.

Tale effetto è udibile come un "colpo" sugli altoparlanti, noto come *bump*.

Si rende indispensabile quindi l'impiego di un circuito a tempo che permetta di collegare gli altoparlanti solamente dopo che la fase di carica nei condensatori di alimentazione sia ultimata.

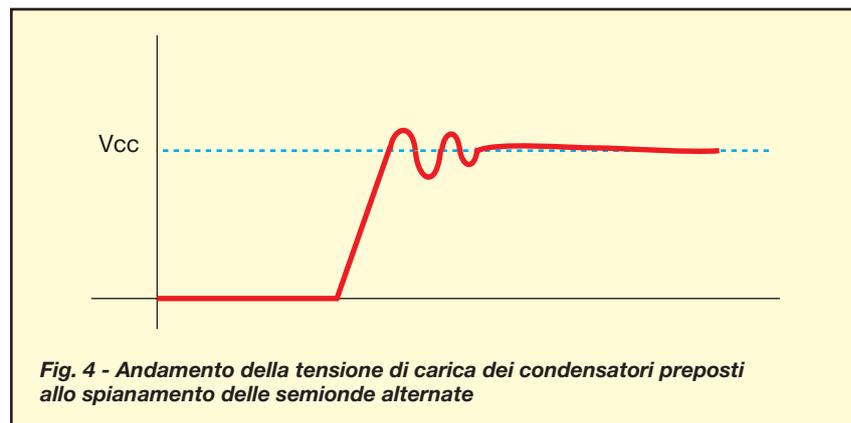


Fig. 4 - Andamento della tensione di carica dei condensatori preposti allo spianamento delle semionde alternate

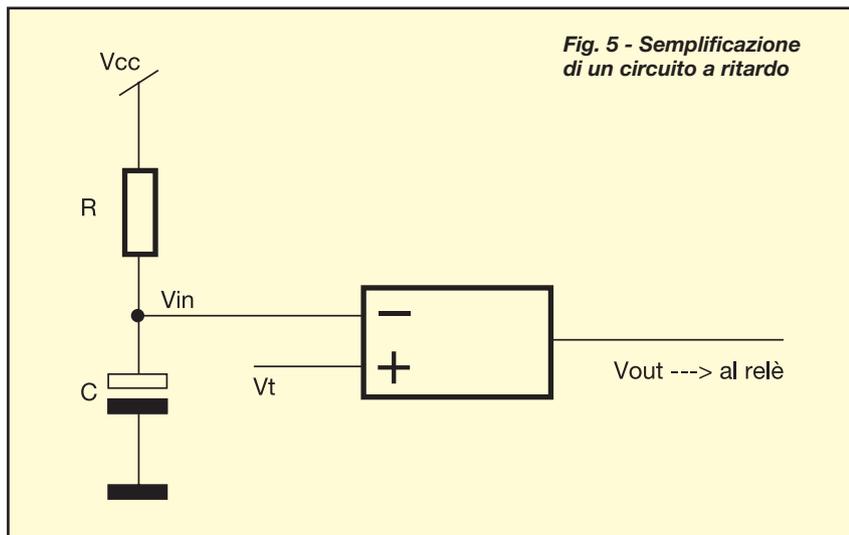


Fig. 5 - Semplificazione di un circuito a ritardo

Un dispositivo del genere è assimilabile a una sorta di temporizzatore che pilota un eventuale carico in uscita, solamente dopo un tempo "Ton".

Guardiamo adesso la **Fig. 5** e vediamo di comprendere come tale dispositivo possa essere utile allo scopo.

Ammettiamo che, al momento dell'accensione dell'interruttore principale di alimentazione, la tensione V_t si porti a un potenziale alto (ad esempio 3 V, 4 V).

Sappiamo bene come funzionano i circuiti di carica e scarica e i dispositivi a costanti di tempo.

Sul pin negativo è presente un circuito di carica RC.

Ammettiamo che il resistore sia connesso all'alimentazione e, quindi, al momento dell'accensione dell'impianto inizi a dare corrente al condensatore posto verso massa.

Inizialmente, la capacità C è scarica, quindi la tensione V^- è nulla ($V^- = 0 V$).

Dato che la V_t è sicuramente positiva, il dispositivo di comparazione provoca una differenza di tensione positiva che porta la $V_{out} = 0V$ (o comunque a un potenziale molto basso).

Quando la V_{in} supera il valore della V_t , la differenza delle due tensioni diviene negativa. A questo punto la V_{out} assume un valore alto (quasi uguale alla V_{cc}).

Per potersi verificare quest'ultima condizione, è trascorso un certo tempo "T"; questo è sufficiente a far trascorrere il transitorio di carica dell'alimentazione; il carico può quindi essere connesso al finale audio.

Vediamo cosa accade alla capacità C durante la carica; la **Fig. 6** mostra l'andamento crescente della tensione sulle armature di C , così come spiegato nella rubrica "appunti di tecnologia".

Nell'istante in cui si raggiunge il valore V_t , la V_{out} passa da un livello basso a uno alto.

Dato che anche durante la carica di C possono verificarsi irregolarità sull'andamento della tensione, se queste si verificano, così come visibile in **Fig. 7**, ovvero intorno alla tensione d'innescò, è possibile avere una fase instabile della V_{out} in uscita.

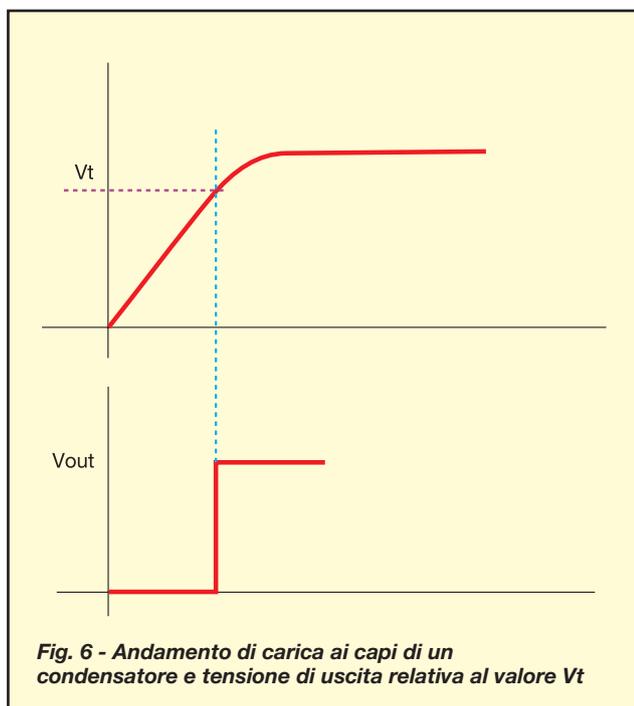


Fig. 6 - Andamento di carica ai capi di un condensatore e tensione di uscita relativa al valore V_t

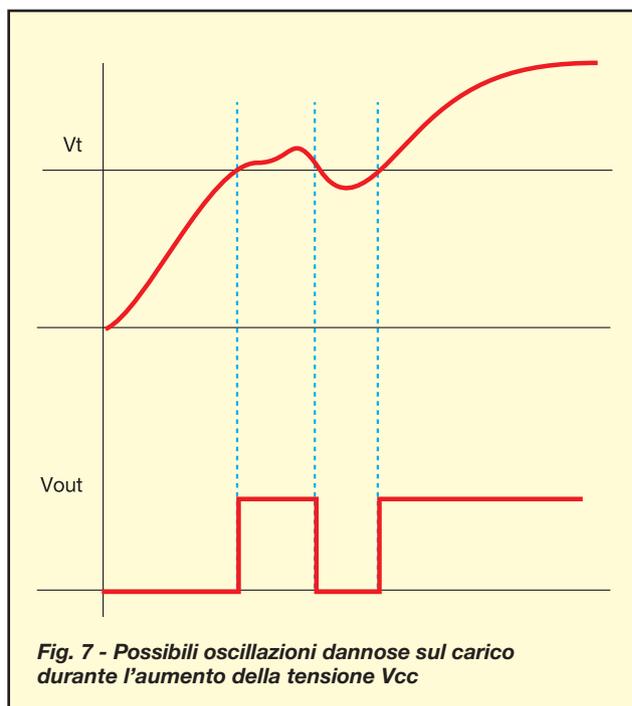


Fig. 7 - Possibili oscillazioni dannose sul carico durante l'aumento della tensione V_{cc}

Come tutti sanno, se per esempio la V_{out} pilotasse un relè, avremo un'eccitazione e una diseccitazione dello stesso.

Questa fase anomala può verificarsi fintanto che sono presenti i disturbi intorno alla V_t .

I relè utilizzati negli impianti audio, in genere, connettono gli altoparlanti, quindi nelle casse acustiche si udirebbe tutta la fase di disturbo, vanificando lo scopo del dispositivo stesso.

Nella **Foto 17** si notino la presenza di alcuni transistori posti vicino al nostro amplificatore STK4142II.

È altresì visibile un piccolo diodo con case in vetro posto vicino a uno dei transistori.

Ammettiamo che il dispositivo in Fig. 5 sia un Op-Amp (il fatto che possa essere disegnato con un rettangolo anziché, come spesso accade, con un triangolo, non cambia il ragionamento) la tensione differenziale ai suoi capi ne influenza il funzionamento.

Nella Foto 17 non abbiamo visto la presenza di Op-Amp, bensì alcuni transistori e nella Foto 18 è indicato un elettrolitico di elevata capacità (220 μ F).

I transistori della **Foto 18** sono dei KSC2458 (Fairchild Semiconductor) che, con l'ausilio dei resistori posti nelle loro vicinanze, realizzano uno stadio a doppia soglia.

Vediamo di capirci meglio

Visti i problemi che lo schema di principio di Fig. 5 presenta, si rende necessario uno stadio differenziale che intervenga per due valori di tensione e non soltanto intorno alla V_t vista in precedenza.

Quello che si vorrebbe è un controllo elettrico del tipo indicato in **Fig. 8**.

La Fig. 8 mostra due livelli (indicati rispettivamente con V_{t+} e V_{t-}) che permettono la commutazione di uno stadio d'uscita solamente

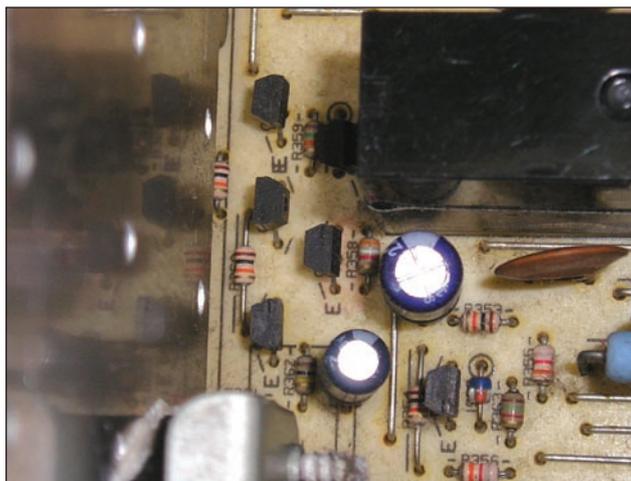


Foto 17 - Schmitt trigger a transistori oggetto della nostra analisi

nel seguente caso: ammettiamo che la linea continua di Fig. 8 sia la tensione di carica del condensatore C presente in Fig. 5. Appena la tensione del condensatore raggiunge il valore V_{t+} , il comando d'uscita del circuito di Fig. 5 cambia di stato e il carico può essere comandato.

La carica di C subisce delle fluttuazioni ai suoi capi, così come visibile nella Fig. 8. Dato che questi disturbi sono piccoli, non riescono a raggiungere il valore V_{t-} . Il carico è quindi comandato in modo stabile.

Solamente quando la tensione riuscirà a raggiungere la V_{t-} , lo stato d'uscita del circuito cam-

bierà (il carico viene sconnesso).

Un circuito del genere, spesso denominato a "doppia soglia", è il **trigger di Schmitt**.

Il nostro amplificatore presenta un circuito a transistori (visibile nelle Foto 17 e 18) e ha sicuramente una rete elettrica simile (se non identica) a quella di **Fig. 9**.

Funzionamento del circuito

Per comprendere bene come possa comportarsi il circuito di Fig. 9 si devono supporre i due casi di funzionamento appena accennati:

- tensione di carica della capacità C superiore alla V_{t+}
- tensione di carica della capacità C inferiore alla V_{t-} .

Anche se le sigle dei transistori sullo chassis del Pioneer XD Z53T sono differenti, faremo riferimento al circuito di Fig. 9. Dopo averne compreso il funzionamento, basterà interpretarlo correttamente sul telaio per avere le idee chiare sul ruolo dei BJT presenti in **Foto 19**.

Il fatto che sul Pioneer XD Z53T possano esserci più di due BJT può dipendere anche dalla presenza

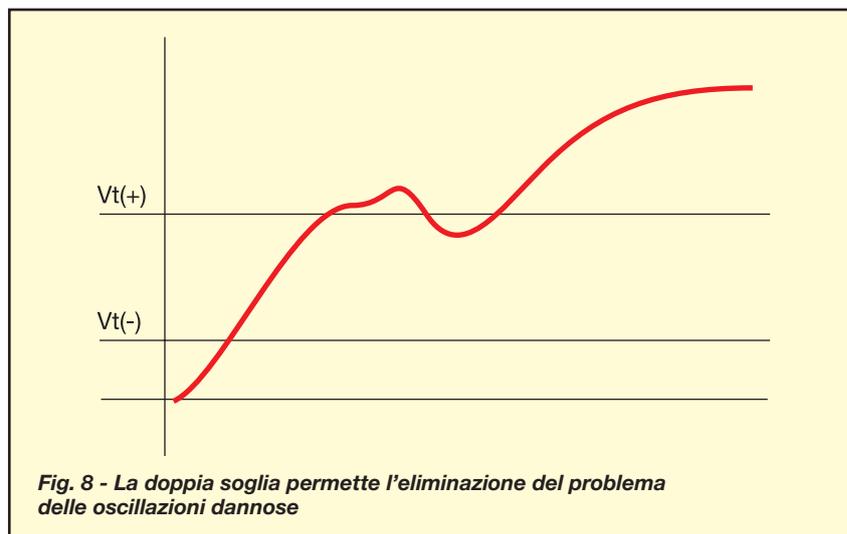


Fig. 8 - La doppia soglia permette l'eliminazione del problema delle oscillazioni dannose

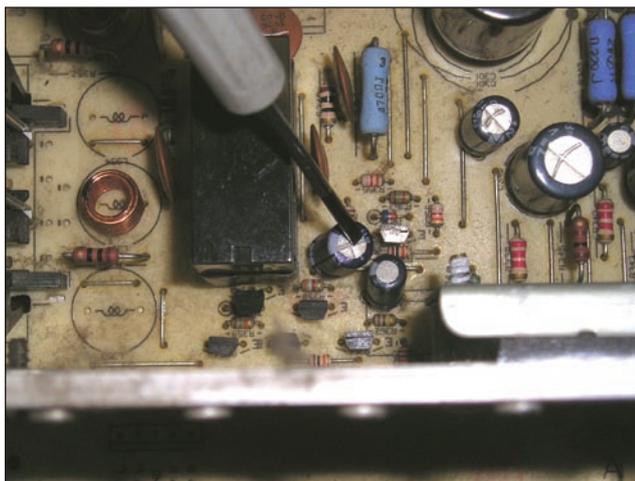


Foto 18 - Capacità C commentata in Figura 9



Foto 19 - Relè utilizzato come anti Bump (modello Omron a 24 V)

o meno di un transistor pilota e di uno connesso sulla bobina del relè (visibile in Foto 19).

A meno di queste minime differenze, il funzionamento si basa sempre sulla costante di carica del gruppo RC posto in ingresso.

Abbiamo precedentemente accennato alla presenza della V_{t-} che, di per se, svolgerebbe un ruolo importante, atto a impedire oscillazioni spurie nell'innesco del carico. In verità la V_{t-} non è di fondamentale importanza nel

momento del disinnescamento del relè (ovvero del carico). Questo è derivato dalla presenza del diodo visibile in Foto 17. Quando il diodo interviene, la costante di tempo del gruppo RC viene a essere molto minore rispetto a quando non se ne ha il suo intervento.

Vediamo quale sia il ragionamento corretto da effettuare.

Ammettiamo che C sia completamente scarico e che giunga la tensione di alimentazione a tutto il dispositivo.

Una capacità scarica significa assenza di differenza di potenziale, quindi la tensione sulla base di T1 è nulla.

Se la base è priva di potenziale allora non vi fluisce nessuna corrente: il T1 è spento.

R2 e R3 sono dimensionate in modo che, quando T1 è interdetto, la corrente di base I_{b2} saturi T2.

Il potenziale sul collettore di T2 risulta essere molto basso (la saturazione del transistor provoca l'intervento della R4 nel circuito d'uscita).

Attraverso la R354 (tale è il riferimento nella serigrafia del nostro amplificatore) la capacità da 220 μF inizia a caricarsi, così come abbiamo visto nella Fig. 8.

Appena il potenziale sulla base di T1 supera di 0,7 V il potenziale dell'emettitore, la corrente nella sua base inizia a circolare.

T1 comincia a far fluire corrente sul suo collettore, quindi sul suo emettitore. Tale corrente provoca un aumento di caduta di potenziale sulla R4, mentre, data la crescente accensione di T1, l'aumentare della carica di C fa diminuire il potenziale sul collettore di T1.

Se la tensione sul collettore di T1 diminuisce, allora la tensione vista dalla base di T2 diminuisce con essa.

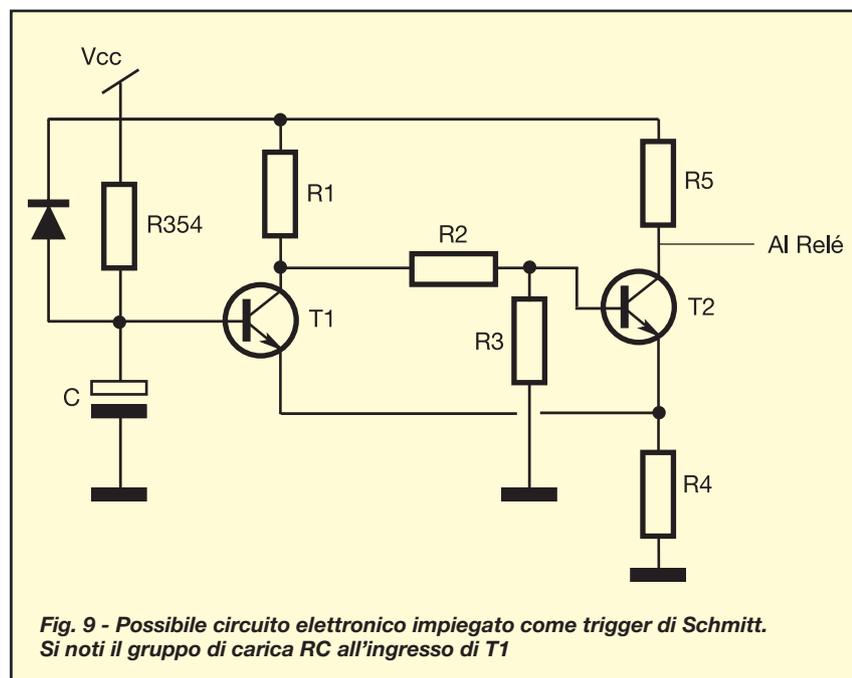


Fig. 9 - Possibile circuito elettronico impiegato come trigger di Schmitt. Si noti il gruppo di carica RC all'ingresso di T1

- continua -