

Eliminare l'inerzia termica e la regolazione del punto di polarizzazione nell'uscita audio degli amplificatori

Mark Busier
Product Applications Engineer
ON Semiconductor

Incorporando la compensazione della temperatura all'interno dello stadio di uscita è possibile ottenere il controllo termico in tempo reale

Un grosso problema che si incontra quando si progettano gli amplificatori audio ad alta fedeltà è quello di mantenere la polarizzazione dello stadio di uscita e al contempo la stabilità termica nella sezione dello stadio di uscita AB. Questo deve avvenire lungo tutto l'intervallo di temperature operative dell'amplificatore. Per monitorare in modo adeguato e regolare il calore generato da ciascun dispositivo di uscita, tradizionalmente i progettisti montano uno (o più) transistor di polarizzazione sul dissipatore di calore, in stretta prossimità dei dispositivi di uscita. L'inconveniente di questo metodo è l'inevitabile tempo di risposta termica richiesto prima che si possa ottenere un equilibrio termico. In alcuni casi, questo tempo di "riscaldamento" può anche durare 30 minuti. Inoltre, i progetti degli amplificatori devono essere ulteriormente regolati con una corrente di polarizzazione di poco inferiore rispetto al punto di lavoro dei dispositivi

di uscita, di modo che non si producano fenomeni di deriva termica (thermal runaway). Mentre tali tecniche empiriche collaudate consentono di raggiungere lo scopo, le prestazioni di vera alta fedeltà sono in genere compromesse.

È richiesto un controllo più accurato della polarizzazione per eliminare sia l'inerzia termica (thermal lag), sia la regolazione fine della polarizzazione negli amplificatori audio ad alta potenza. La sfida consiste proprio in questo.

Il circuito amplificatore mostrato in figura 1 è un progetto standard attualmente in uso. Esso è stato modificato per migliorare le prestazioni in corrispondenza dei carichi a bassa impedenza e per rimanere stabile.

Il circuito di polarizzazione effettivo consiste in un piccolo transistor di segnale (TO-92) montato sul dissipatore di calore fra i driver (alloggiati in un package TO-220) con tutti i dispositivi di uscita adiacenti fra loro su ciascun lato. La stabilità della polarizzazione in questo pro-

getto richiede che il livello di polarizzazione sia impostato in modo tale che non si producano effetti di deriva termica e al contempo non sia così basso da far sì che si origini una distorsione da attraversamento (crossover). La caduta di tensione effettiva lungo il transistor di polarizzazione fra l'emettitore e il collettore è stata impostata a 3,2 V. Per qualsiasi valore più alto si genererebbe un piccolo effetto di deriva termica quando l'amplificatore è pilotato con un carico a bassa impedenza. Questo è causato da una piccola entità di latenza termica all'interno del dissipatore di calore. Per migliorare le proprietà di distorsione di piccolo segnale dell'amplificatore operazionale è stato necessario aumentare leggermente la corrente di polarizzazione. Con un valore minimo della resistenza degli emettitori (pari a 0,1 Ohm) sui dispositivi in uscita, questo diventa molto difficoltoso in un ambiente di produzione: basta un valore di polarizzazione di poco superiore del dovuto e si ha

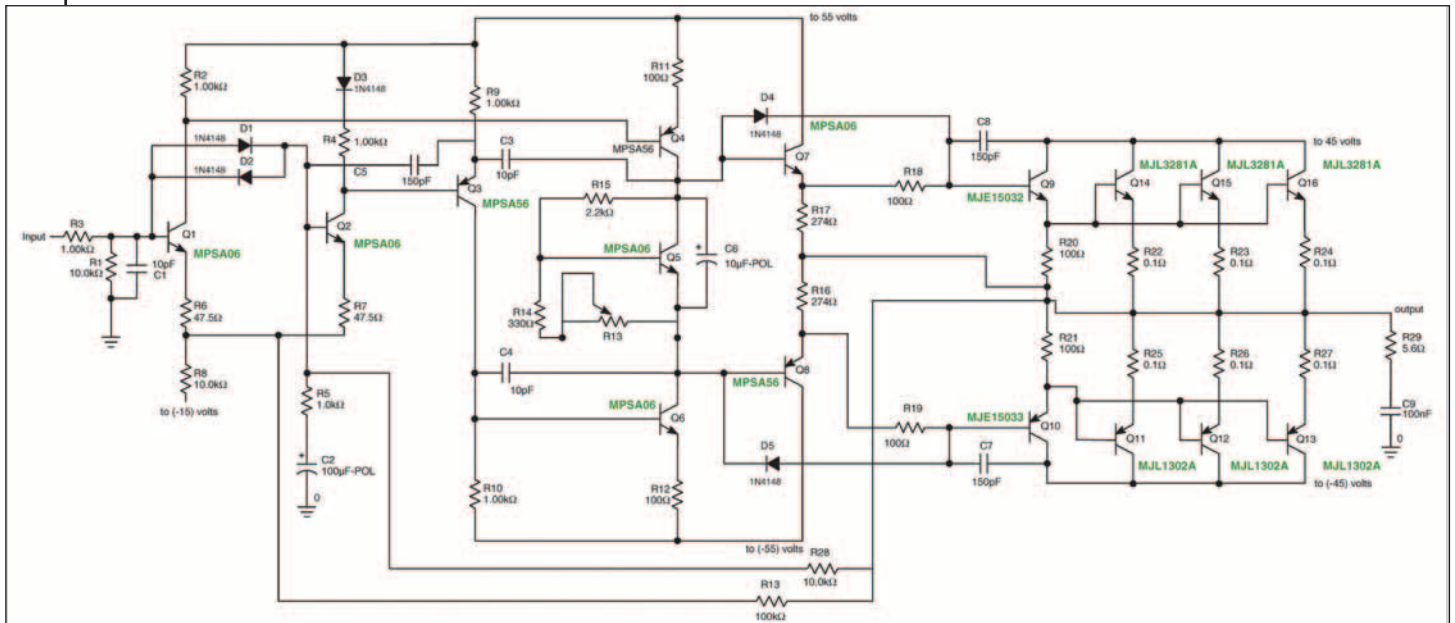


Fig. 1 - Rappresentazione schematica di un amplificatore audio a singolo canale standard

una vera e propria bomba termica. Sono state messe a punto numerose varianti del circuito per contribuire a ridurre tale effetto. Ciascuna di esse comporta un aumento dei costi a livello di sistema.

Un nuovo approccio al progetto

Anziché aumentare il numero dei componenti nel sistema, il progetto può essere adattato in modo tale che l'inerzia termica sia eliminata e che le prestazioni dell'amplificatore e l'affidabilità risultino migliorate.

Integrando termicamente i diodi di polarizzazione all'interno dei transistor di uscita, le temperature di lavoro effettive dei die possono essere monitorate in modo più preciso. La polarizzazione è ora controllata immediatamente e qualsiasi cambiamento è compensato in tempo reale. Dato che le correnti di polarizzazione sono state regolate in modo istantaneo, non c'è rischio di deriva termica o di inerzia termica legata alla massa del dissipatore di calore. Un altro vantaggio interessante di questa modifica al circuito è il fatto che può essere realizzata senza usare un potenziometro per la regolazione della polarizzazione. Questo tra l'altro elimina un passaggio nella produzione e garantisce

il raggiungimento di un punto di polarizzazione quiescente (ossia in assenza di carico).

Nel circuito modificato i componenti passivi e il transistor attivo di polarizzazione sono stati rimossi e sostituiti dai diodi incorporati nei transistor di uscita. L'effetto che si ottiene è una corrente di polarizzazione stabilizzata e un valore molto accurato di corrente quiescente che si adatta al carico e ai livelli di segnale pressoché istantaneamente. I livelli di distorsione in corrispondenza dei valori più bassi della tensione di uscita sono migliorati in modo significativo, così come i valori di THD (Total Harmonic Distortion) a piena potenza. Il rumore di fondo dell'amplificatore è ridotto, dal momento che non ci sono più oscillazioni in corrispondenza dell'attraversamento del valore nullo di tensione (zero volt crossing).

In più, si hanno vantaggi nel tempo di assestamento (settling time) dell'amplificatore e nella stabilizzazione della polarizzazione, anche perché ora l'impe-

denza di uscita è leggermente inferiore. L'amplificatore mostra inoltre prestazioni superiori in temperatura, per il fatto che la corrente di polarizzazione è ora controllata dalle temperature effettive del die all'interno dei transistor di uscita, anziché dalla temperatura del dissipatore. Questi parametri sono stati misurati con un analizzatore di distorsione e sono mostrati in figura 3. In figura sono riportate le misure tipiche effettuate con un analizzatore audio di precisione. Con i diodi di polarizzazione immersi nei transistor di uscita, il nuovo valore quiescente della tensione di polarizzazione è stato aumentato a 3,4 V e sono stati ottenuti livelli di distorsione inferiori senza incorrere in alcun problema di inerzia termica. Il circuito dell'amplificatore è inoltre completamente stabile con un carico di 2 Ohm senza presentare uno scorrimento della corrente di polarizzazione causato tipicamente dalle differenze di temperatura fra i componenti di potenza, ossia dal cosiddetto "shock termico".

Come mostrato nelle curve di distorsione in figura 3, è possibile ottenere un miglioramento notevole nelle prestazioni di distorsione. I miglioramenti consistono in gran parte nella riduzione delle tensioni nello stadio di uscita di potenza,

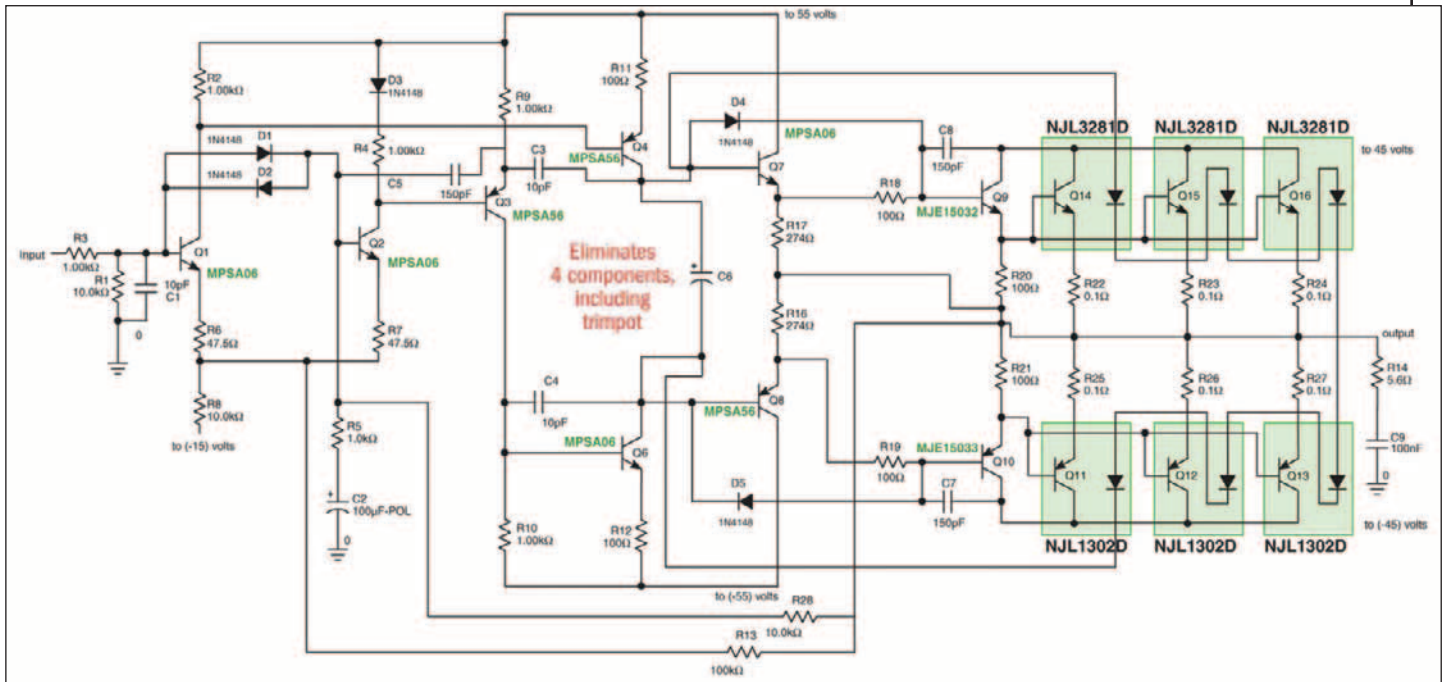
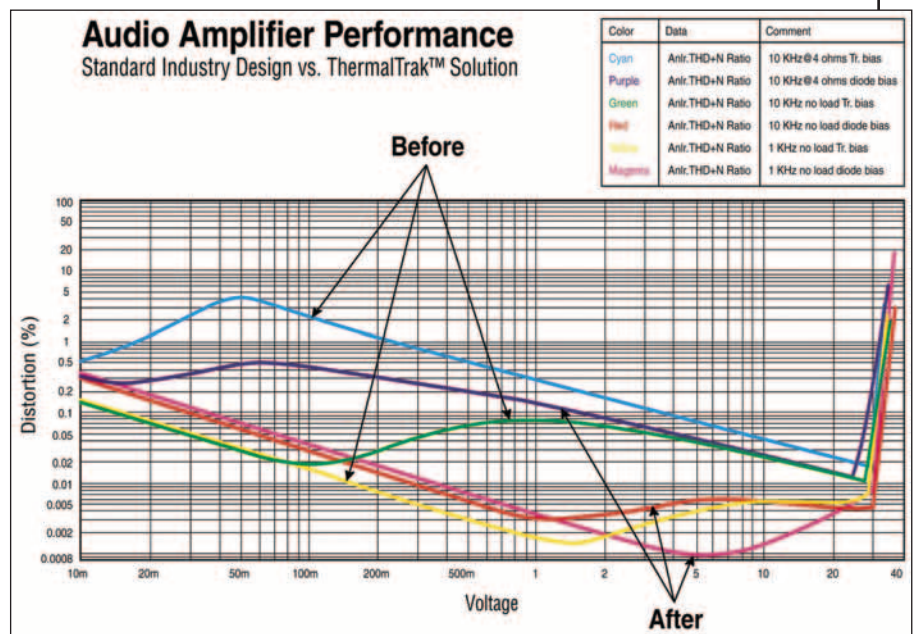


Fig. 2 - La soluzione ThermalTrak

Fig. 3 - Confronto fra le prestazioni di un amplificatore audio realizzato con un approccio tradizionale e di uno basato sulla soluzione ThermalTrak

in corrispondenza delle quali si trova gran parte del contenuto musicale con le tonalità più basse. Va anche osservato che il controllo della polarizzazione è attivo lungo un intervallo molto più ampio. Virtualmente il tempo di attivazione ("warm-up") del circuito è nullo. L'applicazione illustrata nell'articolo ha messo in evidenza un modo semplificato per aumentare l'affidabilità di un amplificatore audio di potenza e per migliorare le prestazioni laddove è più importante. Inoltre questo approccio consente di realizzare l'amplificatore senza dover effettuare regolazioni fini per farlo funzionare in modo corretto. Ciò riduce i costi di fabbricazione ed elimina l'inerzia termica associata ai dissipatori di calore di grandi dimensioni.



Inoltre non è più necessario aggiustare il punto di polarizzazione per ottenere prestazioni accettabili per l'amplificatore di potenza. Al di là del controllo della polarizzazione, esistono numerose altre applicazioni che possono essere ricavate da questo tipo di configurazione dei componenti. È altresì possibile adottare confi-

gurazioni per ulteriori accorgimenti, come il controllo dei singoli driver per la ripartizione della corrente nei dispositivi di uscita, o la misura della temperatura per un circuito di protezione. \llcorner

ON Semiconductor
readerservice.it n. 6