



Lautsprechereinschaltverzögerung mit DC-Schutz

Zum Schutz wertvoller Lautsprecherboxen sollte jeder Audio-Endverstärker mit einer Einschaltverzögerung und einem DC-Schutz ausgestattet sein, damit durch das verzögerte Zuschalten der Boxen Einschaltgeräusche unterbunden und im Fehlerfall die Lautsprecher von der Endstufe getrennt werden.

Allgemeines

Von jedem guten Verstärker wird langfristig unter allen Einsatzbedingungen eine einwandfreie Funktion erwartet. Auch wenn diese Erwartung in der Regel erfüllt wird, so ist selbst bei dem besten NF-Verstärker niemals mit 100%iger Sicherheit auszuschließen, daß irgendwann einmal ein Defekt in der Endstufe auftritt.

Ohne Schutzmaßnahmen führt ein Endstufendefekt häufig zu schwerwiegenden Folgeschäden, da die, je nach Leistung, recht hohe Versorgungsspannung der Verstärker direkt an den Lautsprecheranschlüssen bzw. -buchsen anstehen kann.

Lautsprecher sind ausschließlich für den Betrieb an Wechselspannung ausgelegt,

so daß hohe Gleichspannungen sehr schnell zur Erwärmung der Spule und somit zur Zerstörung des „Schallwandlers“ führen - der Lautsprecher brennt durch.

Ein weiteres Problem stellen sogenannte Plop- und Knackgeräusche im Einschaltmoment des Verstärkers dar. Dabei ist es durchaus normal, daß es einige Zeit dauert, bis sich die Betriebsspannungen stabil aufgebaut haben und die Endstufe die Betriebswerte erreicht. Auch wenn die Einschaltgeräusche normalerweise für die Lautsprecher nicht schädlich sind, so werden sie doch als störend empfunden.

Zum Schutz von Lautsprecherboxen stellen wir hier eine wirksame Schutzschaltung vor, die absolut unabhängig vom Endstufentyp einsetzbar ist. Dabei ist es völlig unerheblich, ob es sich um eine Brücken-

endstufe, einen Hybridverstärker oder um eine Gegentaktendstufe handelt. Des weiteren spielt es keine Rolle, ob die Lautsprecheranschlüsse nun einseitig mit der Schaltungsmasse verbunden sind oder nicht. Unsere Schutzschaltung ist problemlos an jede Endstufe anschließbar.

Auch im Hinblick auf die Versorgungsspannung stellt unsere Schutzschaltung keine Ansprüche. Es ist nur eine einzige unstabilierte oder stabilisierte Betriebsspannung zwischen 6 V und 30 V erforderlich, die nicht galvanisch mit der Schaltungsmasse des Verstärkers verbunden sein muß, jedoch durchaus mit der Masse verbunden sein darf. Egal ob einfache Spannung oder +/- Spannung, innerhalb des Versorgungsspannungsbereiches ist alles erlaubt, wenn ein Strom von ca. 140 mA geliefert werden kann.

Selbst über ein Steckernetzteil ist die Spannungsversorgung der Schaltung möglich, sofern dieses zusammen mit dem Verstärker eingeschaltet wird. In diesem Fall braucht zum Anschluß der Schutzschaltung das Gehäuse eines bestehenden Verstärkers nicht einmal geöffnet zu werden.

Schaltung

Abbildung 1 zeigt unsere Schutzschaltung in Stereoausführung, die trotz der universellen Einsatzmöglichkeiten mit wenig Schaltungsaufwand realisiert ist.

Die Schaltung kann in die Funktionsbereiche DC-Überwachung und Einschaltverzögerung unterteilt werden. Während zur Einschaltverzögerung ausschließlich T 3, T 4 mit externer Beschaltung erforderlich sind, sorgen IC 1, T 1 und die externen Komponenten für den DC-Schutz des er-

sten Stereokanals. Die mit IC 2, T 2 aufgebaute Schaltung stellt in gleicher Weise die Schutzfunktion für den zweiten Kanal sicher.

Der Verstärker Ausgang des ersten Kanals wird an ST 1, ST 2 und der Eingang des zweiten Kanals an ST 3, ST 4 angeschlossen. Die Lautsprecherboxen sind dementsprechend mit ST 7, ST 8 bzw. ST 9 und ST 10 zu verbinden.

Betrachten wir zuerst die Funktionsweise der mit T 3 und T 4 aufgebauten Einschaltverzögerung. Im ausgeschalteten Zustand sind die Lautsprecher mit Hilfe des Relais RE 1 vom Endverstärker getrennt. Direkt mit Einschalten des Verstärkers erhält auch unsere Schutzschaltung die Betriebsspannung an ST 5 (Pluspol) und ST 6 (Minuspol).

Da sich der Elko C 5 erst langsam über den Widerstand R 9 und den Basisstrom des Transistors T 3 aufladen kann, bleibt die Kollektor-/Emitterstrecke des Transistors T 3 noch 2 bis 3 Sekunden durchgesteuert. Das Basispotential des Darlingtonttransistors T 4 wird dadurch auf Masse (Minusanschluß ST 6) gezogen, und das Relais bleibt deaktiviert.

Erst nach Ablauf der mit R 9 und C 5 festgelegten Zeitkonstante sperrt der PNP-Transistor T 3. Nun kann das Spannungspotential an der Basis von T 4 bis auf 0,7 V über die an der Z-Diode D 13 anliegende Spannung ansteigen.

Am Emitter des in Kollektorschaltung betriebenen Längstransistors T 4 stellt sich eine Spannung ein, die 1,4 V unterhalb der

Basisspannung liegt, und das Relais RE 1 zieht an.

Die parallel zur Relaispule liegende Freilaufdiode D 24 begrenzt im Ausschaltmoment die durch Gegeninduktion hervorgerufenen Spannungsspitzen. Bei Abfallen der Betriebsspannung wird C 5 über D 21 schnell entladen.

Die DC-Überwachung ist für den rechten und linken Stereokanal vollkommen identisch aufgebaut. Bei der Schaltungsbeschreibung beziehen wir uns daher auf die Erläuterung der mit IC 1 und T 1 aufgebauten Stufe.

Sobald an einem der beiden Verstärker Ausgänge unzulässig hohe Gleichspannungen auftreten, hat die DC-Überwachung die Aufgabe, die Lautsprecher sofort vom Verstärker Ausgang zu trennen.

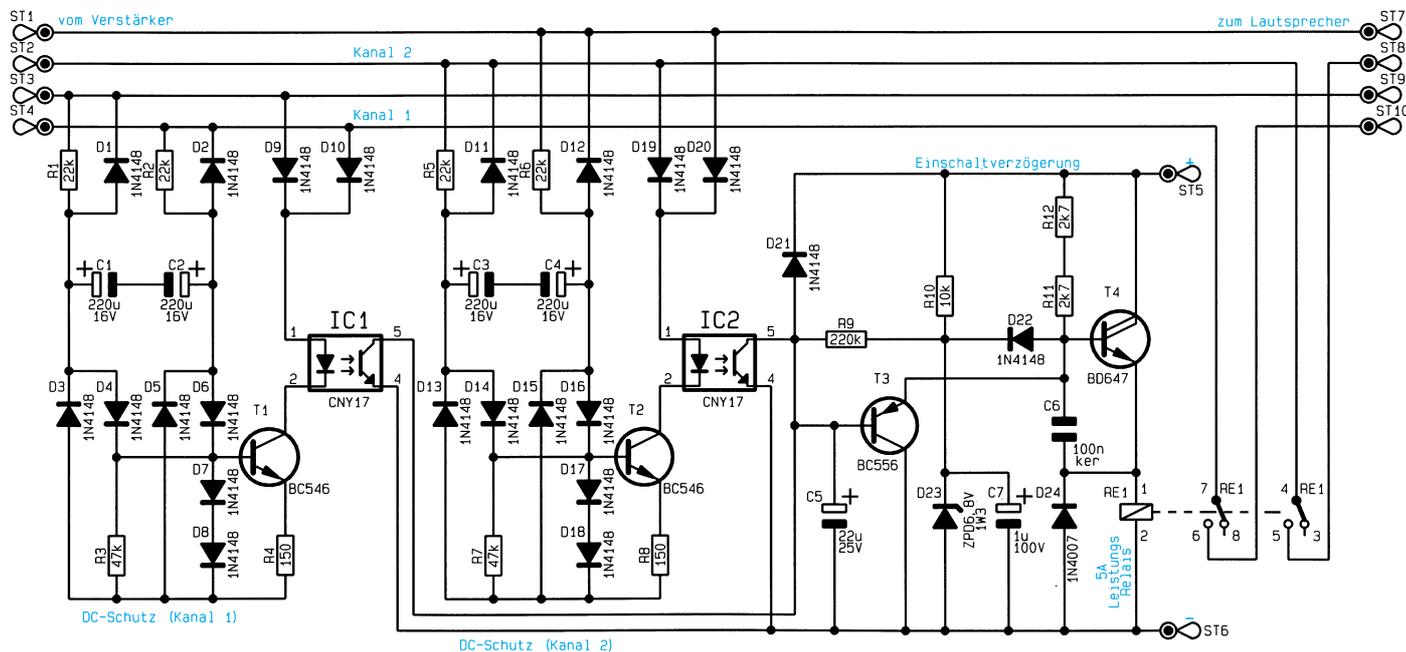
Die Schaltung der DC-Überwachung besteht aus einem Tiefpaßfilter, einem Brückengleichrichter, einer Stromquelle und einem Optokoppler.

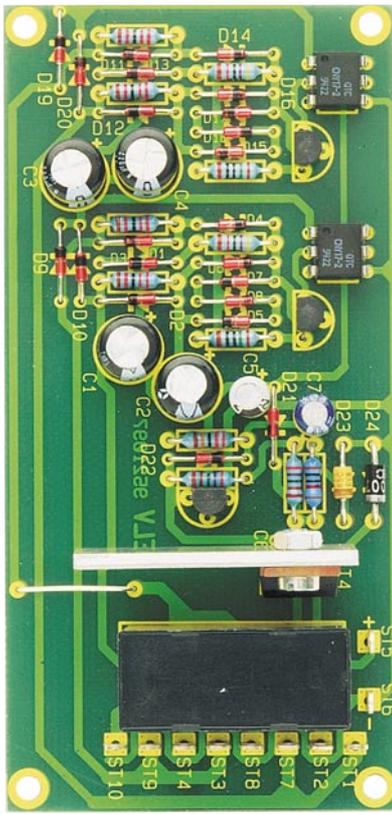
Zunächst betrachten wir den mit R 1, R 2, D 1, D 2, C 1 und C 2 aufgebauten Tiefpaßfilter, dessen untere Grenzfrequenz mit 0,03 Hz sehr tief ist. Solange vom Lautsprecher Ausgang des Verstärkers eine reine Wechselspannung abgegeben wird, stellt sich an C 1, C 2 ein arithmetischer Mittelwert von 0 ein.

Wird im Fehlerfall das NF-Signal durch eine Gleichspannung überlagert oder liegt eine reine Gleichspannung am Verstärker Ausgang an, so werden die Elkos C 1, C 2 entsprechend der Polarität der Gleichspannung aufgeladen.

Unabhängig von der Polarität an den Elkos C 1 und C 2 gelangt über den mit D 3 bis D 6 aufgebauten Brückengleichrichter grundsätzlich der positive Pol der Gleichspannung an die Basis des Transistors T 1

Bild 1: Schaltbild der Lautsprechereinschaltverzögerung in Stereoausführung





Fertig aufgebaute Leiterplatte der Einschaltverzögerung mit DC-Schutz

und der negative Pol an die Katode der Diode D 8.

T 1 bildet zusammen mit den Dioden D 7, D 8 und dem Widerstand R 4 eine Konstantstromquelle für die im Kollektorkreis liegende lichtemittierende Diode des Optokopplers IC 1. Bei hohen Gleichspannungen am Verstärkerausgang begrenzt die Stromquelle den Diodenstrom des Optokopplers auf einen zulässigen Wert.

Je nach Polarität der in einem Fehlerfall am Verstärkerausgang auftretenden Gleichspannung ist die Diode D 9 oder D 10 leitend.

Wird z. B. ST 3 positiv gegenüber ST 4, so erfolgt ein Stromfluß von ST 3 über die Diode D 9, die im IC 1 integrierte Infrarotdiode, die Kollektor-/Emitterstrecke des Transistors T 1, R 4, D 5 und D 2 zurück zu ST 4. Liegt eine Gleichspannung mit umgekehrter Polarität an, so sind die Dioden D 10, D 3 und D 1 leitend, während D 9, D 5 und D 2 sperren.

Die Ansprechschwelle unserer DC-Überwachung liegt bei ca. 3,5 bis 4 V. Gleichspannungen unterhalb 4 V führen im allgemeinen zu keiner Gefährdung der Lautsprecherboxen.

Nachbau

Der Nachbau dieser kleinen Schaltung ist sehr einfach und in ca. einer halben

Stückliste: Lautsprecher-einschaltverzögerung

Widerstände:

- 150Ω R4, R8
- 2,7kΩ R11, R12
- 10kΩ R10
- 22kΩ R1, R2, R5, R6,
- 47kΩ R3, R7
- 220kΩ R9

Kondensatoren:

- 100nF/ker C6
- 1µF/25V C7
- 22µF/25V C5
- 220µF/25V C1, C2, C3, C4

Halbleiter:

- CNY17 IC1, IC2
- 1N4148 D1 - D22
- BC548 T1, T2
- BC556 T3
- BD647 T4
- ZPD6,8V/1,3W D23
- 1N4007 D24

Sonstiges:

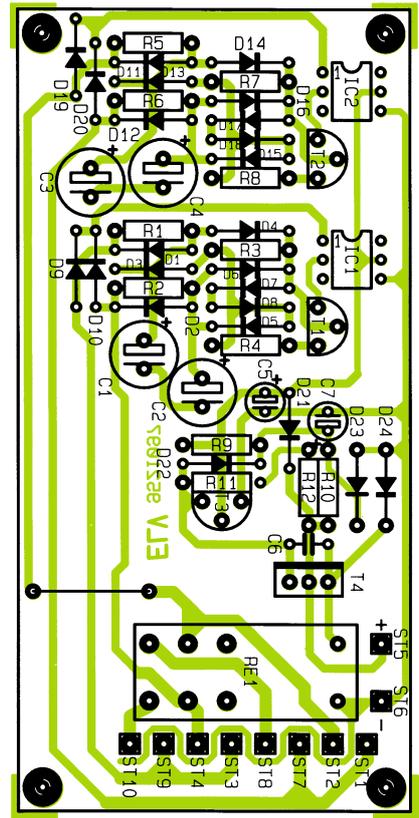
- Lötstifte mit Lötösen ST1-ST10
- Leistungsrelais,
5V, 2 x um RE11
- 1 Kühlkörper
- 1 Zylinderkopfschraube, M3 x 5 mm
- 1 Mutter, M3

Stunde zu bewerkstelligen. Sämtliche Bauelemente finden auf einer kleinen Leiterplatte mit den Abmessungen 106 mm x 51 mm Platz. Bei der Bestückung der Bauteile halten wir uns genau an die Stückliste und den Bestückungsplan.

Zuerst ist eine kleine Drahtbrücke, gefolgt von den 12 Metallfilmwiderständen zu bestücken. Die Anschlußbeinchen werden 1 mm hinter dem Gehäuseaustritt abgewinkelt, durch die dazugehörigen Bohrungen der Platine geführt und an der Lötseite mit Lötzinn sorgfältig festgesetzt. Überstehende Drahtenden sind, wie auch bei den nachfolgend einzusetzenden Bauteilen, so kurz wie möglich abzuschneiden.

Danach werden die 22 Dioden des Typs 1N4148, die Z-Diode D 23 und die Freilaufdiode D 24 mit richtiger Polarität eingesetzt. Sämtliche Dioden sind an der Kathodenseite (Pfeilspitze) mit einem Ring gekennzeichnet.

Beim Einlöten der 6 Elektrolytkondensatoren ist ebenfalls die korrekte Einbaulage (Polarität) wichtig. Überlicherweise ist bei den Elkos der Minuspol gekennzeichnet. Der Kondensator C 6 kann hingegen mit beliebiger Polarität eingesetzt werden.



Bestückungsplan der Lautsprechereinschaltverzögerung

Pin 1 der beiden Optokoppler des Typs CNY 17-2 ist mit einem Punkt gekennzeichnet. Beim Einsetzen der Optokoppler ist daher zu beachten, daß dieser Punkt mit Pin 1 des Symbols im Bestückungsdruck übereinstimmen muß.

Die Anschlußbeinchen der 3 Kleinleistungstransistoren sind vor dem Anlöten so weit wie möglich durch die zugehörigen Bohrungen der Platine zu führen.

6 Lötstifte mit Öse dienen zum Anschluß der Versorgungsspannung, der Verstärkerausgänge und der Lautsprecher. Vor dem Anlöten werden die Lötstifte stramm in die zugehörigen Bohrungen der Platine gepreßt.

Der Leistungs-Darlington-Transistor T 4 ist mit einem Abstand von 5 mm zwischen Gehäuseunterseite und Platinenoberfläche einzulöten. Entsprechend dem Platinenfoto wird am Leistungstransistor eine Alukühlfläche angeschraubt.

Nach dem Einsetzen ist das Leistungsrelais RE 1 mit ausreichend Lötzinn festzusetzen.

Üblicherweise wird die fertig aufgebaute Schaltung in das Gehäuse eines bestehenden Verstärkers eingebaut. Hierbei ist unbedingt ein ausreichender Sicherheitsabstand zu netzspannungsführenden Teilen einzuhalten. Beim Einbau sind sämtliche VDE- und Sicherheitsvorschriften sorgfältig zu beachten!

