



Entwurf: Dipl.-Ing. Dieter Laues

Man muß nicht in ein mehrere tausend Mark teures Fertigprodukt investieren, wenn man sich Dolby-Surround-Raumklang ins heimische Wohnzimmer holen will. Es reichen drei zusätzliche kleine Lautsprecher und ein Surround-Dekoder - aber bitte mit dynamischer Richtungskompensation!

Um einen Surround-Dekoder im Eigenbau zu realisieren, stehen prinzipiell zwei Varianten offen. Man kann einen Dekoder entwerfen, der alle vier Signale (Links, Rechts, Mitten, Surround) dekodiert und sie unabhängig von anderen Signalquellen verstärkt und mit eigenen Lautsprechern wiedergibt oder das schon bestehende Equipment, nämlich das Stereo-Fernsehgerät mit seinen eingebauten Verstärkern und Lautsprechern, mit einzubeziehen, so daß nur die beiden feh-

lenden Kanäle dekodiert, verstärkt und wiedergegeben werden müssen. Zwar ist die erste Lösung zweifellos eleganter, aber auch wesentlich teurer und komplizierter, zumal neben der umfangreichen Elektronik auch noch zusätzliche Verkabelung nötig ist. Der preisliche Unterschied zu einem handelsüblichen Pro-Logik-Dekoder wäre nur gering, so daß ein Selbstbau sich kaum lohnen würde.

Der hier vorgestellte Dekoder geht des-

halb den anderen Weg. Er ist sowohl kompakt als auch preiswert und fügt sich wie in **Bild 1** zu sehen in die vorhandene Anlage ein. Der linke und rechte Kanal werden wie gewohnt wiedergegeben, entweder über die im TV vorhandenen Endstufen mit internen oder externen Lautsprechern oder, was sich bei leistungsschwachen TV-Endstufen anbietet, über den Line-Ausgang und die Audio-Stereoanlage, die einen hochqualitativen und satten Sound garantiert. So verwandelt man mit geringem finanziellen Aufwand den Wohnraum mit Raumklang in einen Klangraum. Der Surround-Dekoder wird an die Line-Ausgänge des Fernsehgerätes angeschlossen. Diese Audio-Ausgänge können als Cinch-Buchsen ausgeführt sein, meist sind die Audiosignale auch auf der SCART-Buchse zu finden. Der Surround-Dekoder verfügt über eigene integrierte 20-W-Leistungsendstufen (Leistung an 4 Ω), so daß die Surround-

Lautsprecher und der Lautsprecher für den Mittenkanal direkt angeschlossen werden können. Wegen des beschränkten Frequenzbereichs reichen für den Surround-Kanal kleine Satelliten-Boxen, bei der Box für den Mittenkanal sollte man allerdings auf eine gute Baßwiedergabe achten. Sehr gut geeignet ist eine gute Regalbox. Alle Lautsprecher eines Surround-Systems sollten etwa den gleichen Wirkungsgrad besitzen.

Die Blockschaltung

Der Surround-Dekoder ist zwar möglichst einfach aufgebaut, aber dennoch keine der oft anzutreffenden simplen passiven Matrix-Versionen, deren Kanaltrennung doch eher als mangelhaft zu bezeichnen ist. Die klanglichen Resultate solcher Schaltungen lohnen der Mühe und der Kosten nicht.

Wir präsentieren einen aktiven Dekoder, der ähnlich gute Ergebnisse liefert wie ein (lizenzpflichtiger) Pro-Logic-Dekoder. Das Blockschaltbild 2 ähnelt deshalb auch mehr dem Schaltbild des Pro-Logic- als des passiven Dekoders in der letzten Elektor-Ausgabe, sieht man einmal von der fehlenden Richtungskompensation für den linken und den rechten Kanal ab. Das Blockschaltbild zeigt, daß Mitten- und Surround-Kanal durch Summen- beziehungsweise Differenzbildung der beiden (surround-kodierten) Stereo-Kanäle entstehen. Beachten Sie, daß in unserem Fall linker und rechter Eingangskanal auch dem linken und rechten Ausgangskanal entspricht. Das Summensignal des Mittenkanals trifft ohne weiteres auf einen spannungsgesteuerten Verstärker (VCA), während das Differenzsignal noch eine Reihe von Funktionsgruppen - Tiefpaß, Verzögerungsstrecke, Bandpaß und Expander - durchläuft, bevor es ebenfalls zum VCA gelangt. Bei beiden Kanälen folgt auf den VCA ein (integrierter) Leistungsverstärker.

Beide VCAs werden von der *Dynamischen Richtungskompensation* gesteuert. Dieser Funktionsblock ist der entscheidende Unterschied zwischen einem passiven Matrix- und einem echten Pro-Logic-Dekoder (auch wenn wir unseren nicht so nennen dürfen). In diesem Block werden beide Übertragungskanäle fortwährend miteinander verglichen und die Ergebnisse in Steuersignale für die VCAs umgewandelt. Diese permanente Verstärkungs-Einstellung des Surround- und des Mittenkanals sorgt für einen beträchtlichen Gewinn an Kanaltrennung gegenüber der einfachen Matrix-Lösung.

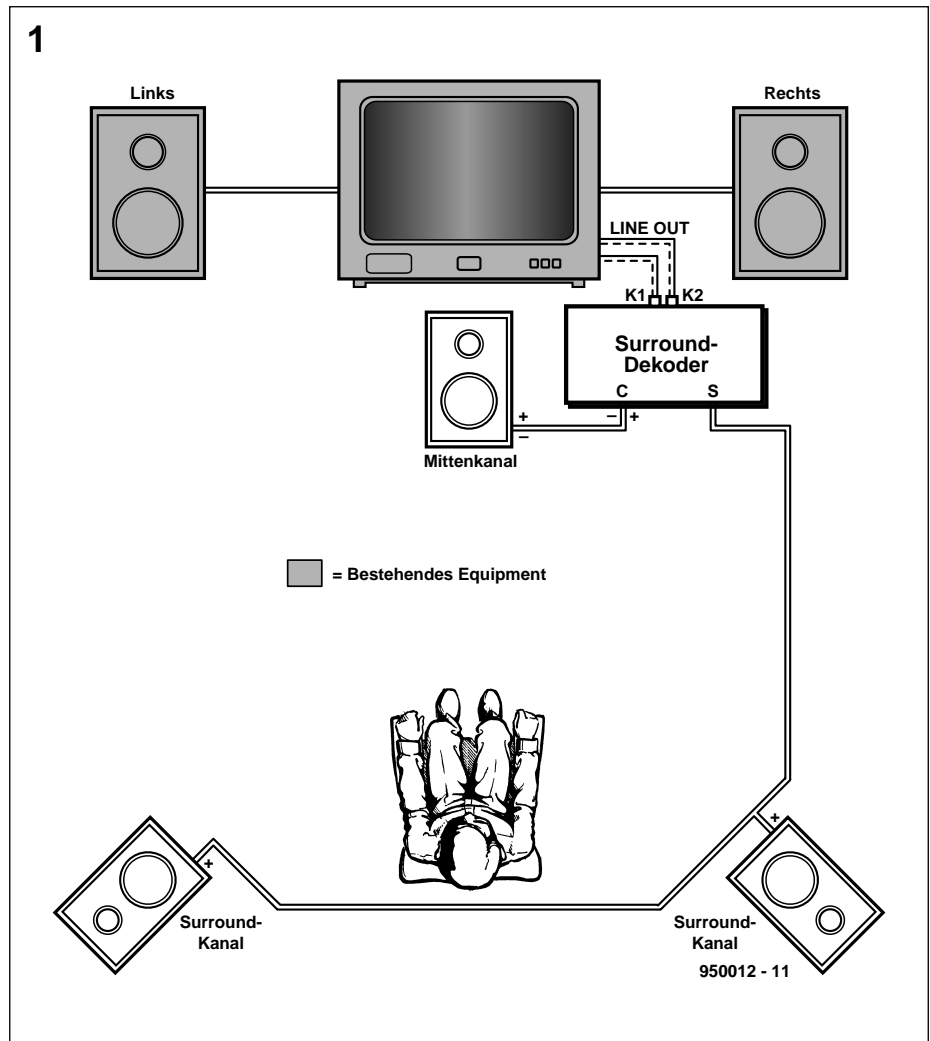


Bild 1. So sieht die einfachste Konfiguration der aktiven Surround-Anlage aus. Linker und rechter Kanal werden direkt vom Fernsehgerät (oder von der Audio-Anlage) angesteuert. Der Dekoder liefert die Signale für den Mitten- und den Surround-Kanal.

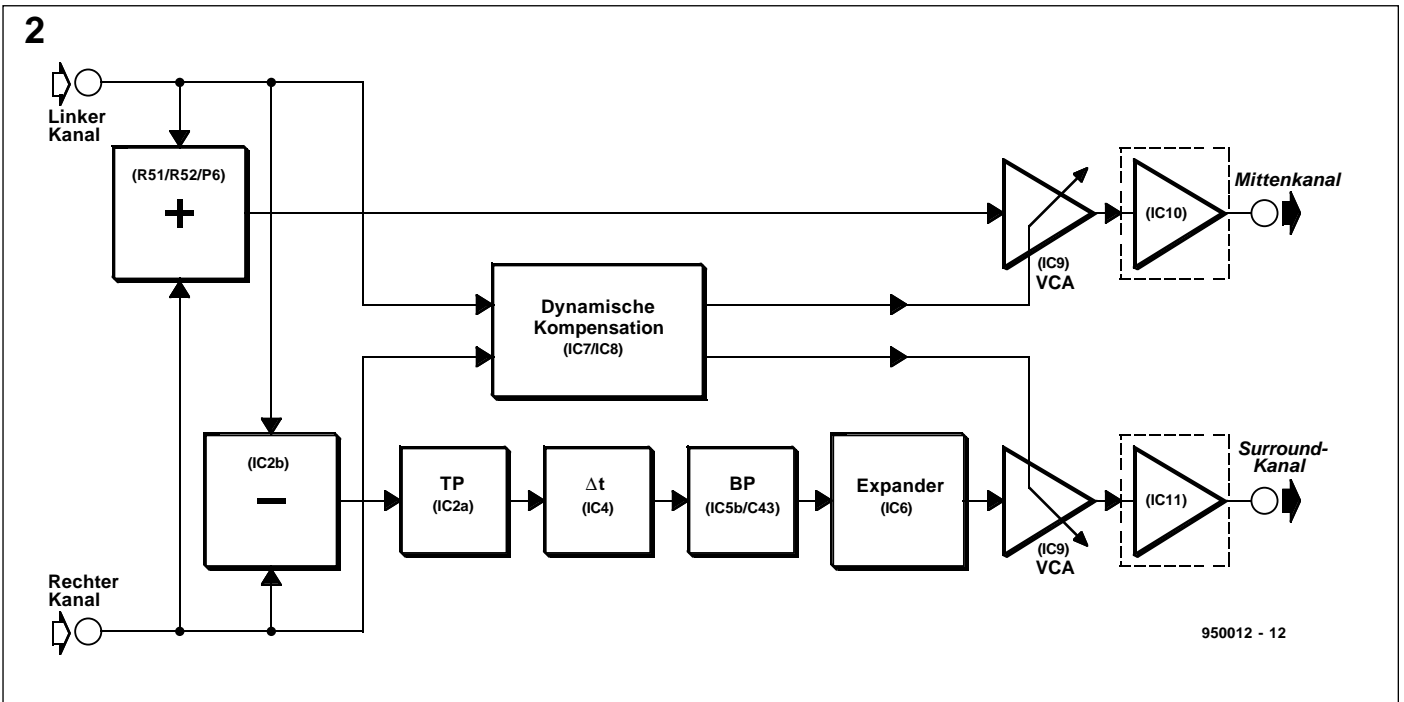
Mittenkanal

Sehen wir uns zuerst an, wie der Mittenkanal in praktischer Elektronik aussieht. Schon aus dem Blockschaltbild ist zu ersehen, mit welchen Bauteilen der Mittenkanal realisiert ist. So ist das Schaltbild 3 etwas verständlicher. Beide Eingangssignale gelangen zunächst über K1 und K2 und die Pufferverstärker (IC1) zum Addierer, der ganz simpel nur mit den Widerständen R51, R52 und P2 aufgebaut ist (oberhalb von IC9). Das Summensignal wird über den Koppelkondensator C42 zu Pin 5 von IC9 geführt. Dieses IC, ein TDA1074A von Philips, umfaßt vier Verstärker, deren Verstärkungsfaktoren paarweise mit einer Steuergleichspannung an den Pins 9 und 10 eingestellt werden können. Der Hersteller gibt dem IC die Bezeichnung *dual tandem electronic potentiometer circuit*. Der maximale Verstärkungsfaktor ist 1, so daß wie bei einem Poti nur eine Abschwächung des Eingangssignals möglich ist. Das Signal des Mittenkanals verläßt an Pin 7 das IC; der Anschluß

für die Steuerspannung ist Pin 9. Nähere Informationen finden Sie auf den Datenblättern in der Heftmitte.

Hinter C45 trifft das Signal auf einen integrierten Leistungsverstärker (IC10), einen TDA2040 von Philips. Mit diesem IC und nur wenigen externen Bauteilen ist eine *nominelle* Ausgangsleistung von über 30 W an 4 Ω zu erzielen. Der TDA2040 arbeitet im Surround-Dekoder allerdings nicht an den Grenzen seiner Spezifikationen. Bei einer Versorgung mit ±16 V statt erlaubter ±20 V und einem Verstärkungsfaktor von etwa 18 (25 dB) liegt die Ausgangsleistung bei 18 W (15 kHz, THD < 0,5 %) beziehungsweise 22 W (1 kHz, THD < 0,5 %). Das ist bei weitem genug Qualität und Quantität für den Mitten- als auch für den Surround-Kanal.

Zwischen dem Ausgang des integrierten Leistungsverstärkers und der Ausgangsbuchse befindet sich ein Relais, das von einer kleinen, aber wirksamen Verzögerungsschaltung mit T1 angesteuert wird. Das berüchtigte Einschaltgeräusch in den Lautsprechern wird so wirkungsvoll unter-



950012 - 12

Bild 2. Das Blockschaltbild zeigt, daß der aktive Surround-Dekoder aus einer Vielzahl von Funktionsgruppen besteht, deren wichtigste Bauteile gekennzeichnet sind.

drückt. Außerdem kann man ein weiteres Relais an T1 anschließen, das die Lautsprecher oder die Line-Verbindung für den linken und den rechten Kanal (je nach Konfiguration der Surround- und der HiFi-Anlage) umschaltet.

Surround-Kanal

Um das Signal für den Surround-Kanal zu erzeugen, ist ein höherer Aufwand erforderlich. Die beiden Eingangssignale treffen hinter den Eingangspuffern zunächst auf IC2b, einem als Subtrahierer geschalteten Opamp. Dessen Ausgang führt zu dem mit IC2a realisierten Tiefpaßfilter vierter Ordnung, das die Bandbreite des L-R-Signals auf 7 kHz beschränkt. Der Tiefpaß hat die Funktion eines sogenannten Anti-Aliasing-Filters, das durch Begrenzung der Bandbreite verhindern soll, daß Verzerrungen und unerwünschte Mischprodukte zwischen Signalfrequenz und Taktfrequenz entstehen.

Bei der Verzögerung handelt es sich um einen 2048-stufigen Eimerkettenspeicher (*bucket brigade device BBD*) des Typs MN3008. Im Rhythmus des Taktsignals wird das Eingangssignal durch eine Reihe von 2048 FET-Kondensator-Stufen geschoben. Die notwendigen Lade- und Entladezeiten verursachen die gewünschte Verzögerung. Das Taktsignal bestimmt (in gewissen Grenzen) die Verzögerungszeit. Es kann allerdings nicht ein x-beliebiges Taktsignal verwendet werden, sondern ein nur niederimpedantes, doppelphasiges, das das zu diesem Zweck entworfene IC MN3101 liefert. Die frequenzbestimmenden Bauteile R15, R16, C9 und P1 sind so dimensioniert,

daß man mit P1 eine Verzögerungszeit von 10...30 ms einstellen kann. Das verzögerte Signal erscheint an den Pins 3 und 4. C15 schließt Nadelimpulse kurz, die durch das Umschalten der FETs entstehen können.

Damit das Surround-Signal frei von allen Taktfrequenz-Anteilen ist, durchläuft es hinter dem Puffer IC5a einen weiteren Tiefpaß vierter Ordnung, ebenfalls mit einer Grenzfrequenz von 7 kHz. Die Beschaltung von IC5b ist identisch mit der von IC2a. Das Blockschaltbild ist übrigens nicht fehlerhaft, auch wenn die Hochpaßfunktion nicht auf dem ersten Blick zu erkennen ist. Sie wird nämlich vom RC-Glied C43/R55 realisiert, dessen Zeitkonstante so berechnet ist, daß die untere Grenzfrequenz bei etwa 50 Hz liegt.

Da das Surround-Signal bei der Aufnahme komprimiert wurde, muß es der Empfänger wieder expandieren. Diesem Zweck dient IC6, ein altherwürdiger (aber nichtsdestotrotz guter) Kompaner vom Typ NE571. Das IC umfaßt die beiden Funktionsgruppen Expander und Kompressor, die jeweils aus einem Gleichrichter, einer *variable gain cell* und einem Opamp bestehen. Wir verwenden den Expanderteil, so daß nur wenige externe Bauteile nötig sind. Der Expansionsfaktor wird von diesen Komponenten (C23...C29 und R27...R32) auf 1:1,3 festgelegt.

Der weitere Weg des Surround-Signals entspricht dem des Mittensignals: Es wird vom zweiten *elektronischen Poti* in IC9 abgeschwächt und trifft schließlich auf einen zweiten integrierten Leistungsverstärker (IC11), der genau so beschaltet

ist wie IC10. Hinter den Relaiskontakten steht das Surround-Signal am Anschluß LSP S zur Verfügung.

Dynamische Kompensation

Kommen wir nun zum aktiven Teil des Dekoders, der den Unterschied zu simplen Matrixlösungen ausmacht. Die dynamische Kompensation hat die Aufgabe, beide Eingangskanäle zu analysieren und eine Steuerspannung für die beiden VCAs zu kreieren. Wie man im Blockschaltbild sieht, sind dazu die vier Opamps von IC7 sowie einige EXOR-Glieder (IC8) auserkoren.

Die von IC1 gepufferten Eingangssignale werden über C31 und C32 zu je einem Komparator (IC7b/c) geführt. Die invertierenden Eingänge liegen wegen des Spannungsteilers R35/R36 nur ein wenig über Massenniveau. Am Ausgang der Komparatoren findet man ein rechteckförmiges Signal, das während der negativen Halbwellen der Eingangsspannung Low und während der positiven High ist. Der Spannungsteiler R35/R36 sorgt lediglich dafür, daß bei fehlendem Eingangssignal die Komparatorausgänge sicher Low sind.

Die Ausgangssignale der Komparatoren treffen nun auf das wichtige EXOR-Gatter IC8c. Ein EXOR-Ausgang ist nur dann High, wenn die Eingänge unterschiedlich sind. Hinter dem Gatter integriert R37/C36 die Rechteckspannung, so daß im Prinzip eine variierende Steuerspannung für die VCAs bereitsteht. Und jetzt das Entscheidende: Mono-Signale, die ja vom Mittenkanal wiedergegeben

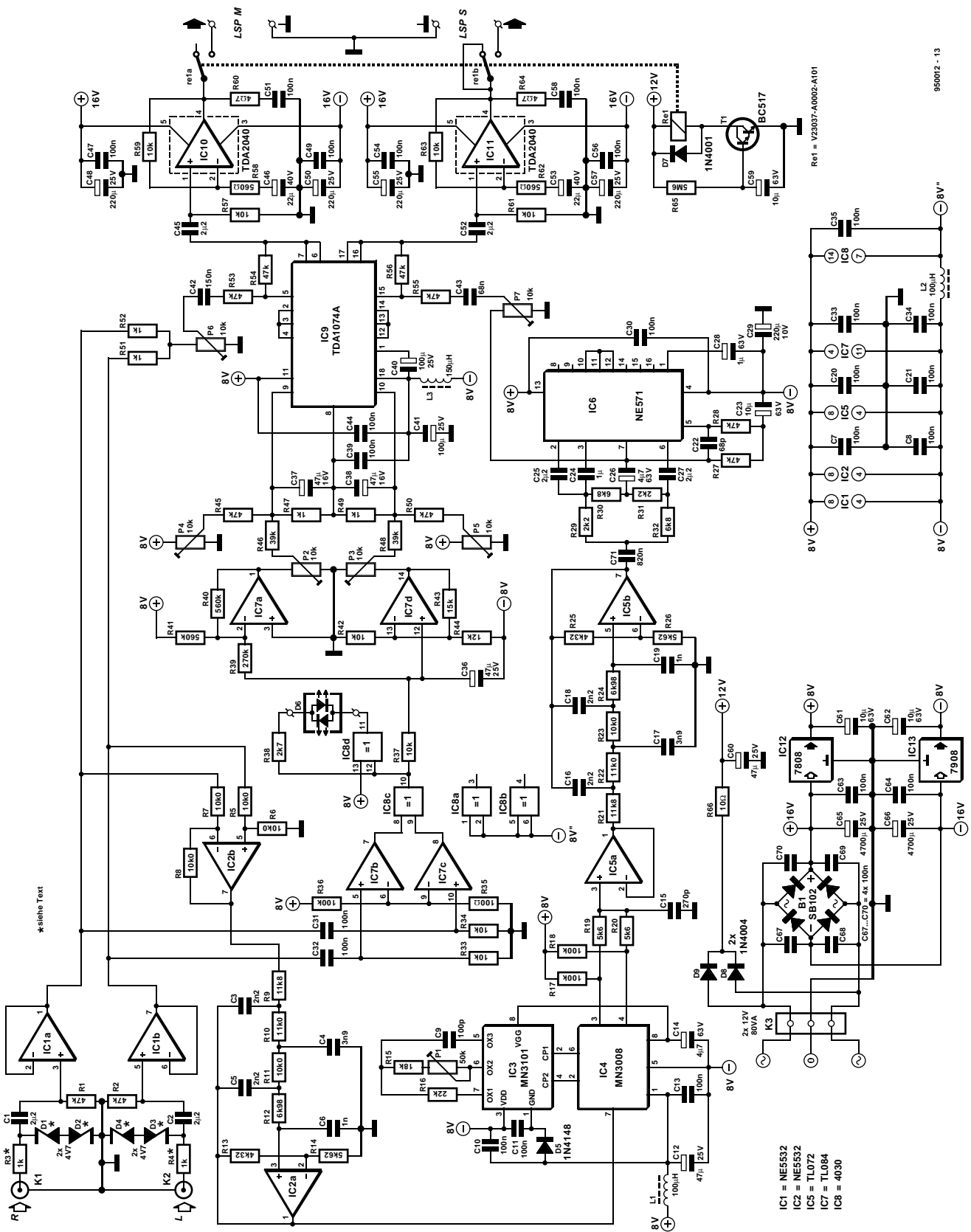


Bild 3. Die Schaltung des Surround-Dekoders scheint auf den ersten Blick etwas undurchsichtig, ein Vergleich mit der Blockschaltung macht aber schnell die Signalwege deutlich. Die Eingänge befinden sich bei IC1, die Ausgänge sind durch das Relais getrennt bei IC10 und IC11.

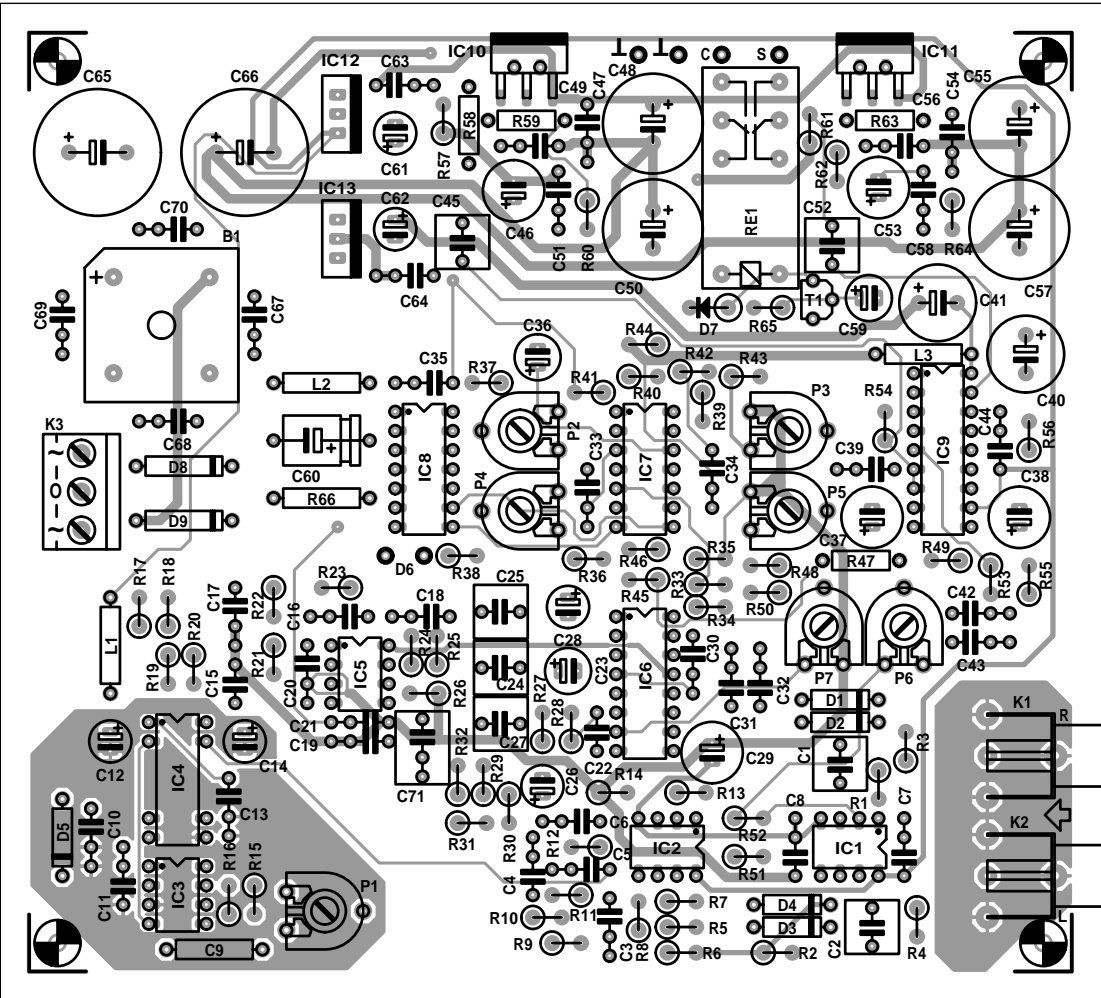


Bild 4. Auf die doppel-seitige Platine passen bis auf den Trafo alle Bauteile, auch die Leistungsendstufen und das Netzteil.

Stückliste

Widerstände:

- R1,R2,R27,R28,R45,R50,R53...R56 = 47 k
- R3,R4 = 1 k *)
- R5...R8,R11,R23 = 10kΩ 1%
- R9,R21 = 11kΩ 1%
- R10,R22 = 11kΩ 1%
- R12,R24 = 6k98 1%
- R13,R25 = 4k32 1%
- R14,R26 = 5k62 1%
- R15 = 18 k
- R16 = 22 k
- R17,R18,R36 = 100 k
- R19,R20 = 5k6
- R29,R31 = 2k2
- R30,R32 = 6k8
- R33,R34,R37,R42,R57,R59,R61,R63 = 10 k
- R35 = 100 Ω
- R38 = 2k7
- R39 = 270 k
- R40,R41 = 560 k
- R43 = 15 k
- R44 = 12 k
- R46,R48 = 39 k
- R47,R49,R51,R52 = 1 k
- R58,R62 = 560 Ω
- R60,R64 = 4Ω7
- R65 = 5M6
- R66 = 10 Ω
- P1 = 50 k Trimpoti
- P2...P7 = 10 k Trimpoti

Kondensatoren:

- C1,C2,C25,C27,C45,C52 = 2µ2 MKT, RM5

- C3,C5,C16,C18 = 2n2
- C4,C17 = 3n9
- C6,C19 = 1 n
- C7,C8,C20,C21,C30...C34,C39,C44,C47,C49,C51,C54,C56,C58 = 100 n
- C9 = 100 p Styroflex (liegend)
- C10,C11,C13,C35,C63,C64,C67...C70 = 100 n keramisch
- C12,C36,C60 = 47 µF/25 V stehend
- C14,C26 = 4µ7/63 V stehend
- C15 = 270 p
- C22 = 68 p
- C23,C59,C61,C62 = 10 µF/63 V stehend
- C24 = 1 µ MKT, RM5
- C28 = 1 µF/63 V stehend
- C29 = 220 µF/10 V stehend
- C37,C38 = 47 µF/16 V stehend
- C40,C41 = 100 µF/25 V stehend
- C42 = 150 n
- C43 = 68 n
- C46,C53 = 22 µF/40 V stehend
- C48,C50,C55,C57 = 220 µF/25 V stehend
- C65,C66 = 4700 µF/25 V stehend
- C71 = 820 n

Spulen:

- L1,L2 = 100 µH
- L3 = 150 µH

Halbleiter:

- D1...D4 = 4V7 *)
- D5 = 1N4148
- D6 = Dual-LED grün/rot mit 2 Anschlüssen
- D7 = 1N4001

- D8,D9 = 1N4004
- B1 = SB102 (10 A/100 V) für Platinenmontage
- T1 = BC517
- IC1,IC2 = NE5532
- IC3 = MN3101
- IC4 = MN3008
- IC5 = TL072
- IC6 = NE571
- IC7 = TL084
- IC8 = 4030
- IC9 = TDA1074A
- IC10,IC11 = TDA2040
- IC12 = 7808
- IC13 = 7908

Außerdem:

- K1,K2 = Cinchbuchse für Platinenmontage
- K3 = 3-polige Platinenlusterklemme, RM5
- Re1 = Relais 12 V/5 A/270 Ω (z.B. Siemens V23037-A2-A101)
- 1 Kühlkörper SK57 (Fischer), 37,5 mm hoch
- 2 keramische Isolationscheiben AOS220 (Fischer)
- Gehäuse (z.B. ESM ET38/09)
- Rinkern-Netztrafo, sek. 2·12 V/80 VA
- Netzeingangsbuchse mit integriertem Sicherungshalter und Feinsicherung 0,5 A träge
- Stereo-Lautsprecherklemme oder vier Banaenbuchsen
- Netzschalter
- Platine 950012-1

werden, besitzen einen Phasenunterschied von nahezu Null, so daß die EXOR-Eingänge gleich sind, der EXOR-Ausgang permanent Low und deshalb die Gleichspannung am Integrator minimal ist. Anders verhält es sich bei Surround-Signalen mit großer Phasendifferenz. Ein hoher Anteil von Surround-Information im Eingangssignal hat auch eine hohe Gleichspannung am Integrator zur Folge.

Die beiden Opamps IC7a und b haben die Aufgabe, die Integratorspannung in die korrekte Steuerspannung für die beiden VCAs umzuformen. IC7a invertiert das Signal zusätzlich, damit bei starkem Mono-Anteil die Verstärkung des Mittenkanals hoch ist. Mit P2 und P3 kann man festlegen, in welchem Maße die Verstärkung der VCAs durch die dynamische Kompensation beeinflusst wird. Dreht man die Schleifer auf Masse, hat die Kompensation keinerlei Einfluß auf die Steuergleichspannung, in der anderen Einstellung ist der Einfluß maximal. P4 und P5 ermöglichen eine signalunabhängige Einstellung der "Arbeitspunkte" der VCAs und erweitern damit die Möglichkeiten der Kompensationsschaltung. Die Steuergleichspannung über R47 beziehungsweise R49 (Pin 8 von IC9 ist dabei der virtuelle Massepunkt) wird von den Strömen durch R45 und R46 beziehungsweise R48 und R50 festgelegt, so daß sich die Potis nicht untereinander beeinflussen.

Besonderheiten und Merkwürdigkeiten

Die wichtigsten Schaltungsfunktionen sind nun besprochen. Kommen wir zu einigen Details, die einen störungsfreien Betrieb garantieren. Es beginnt direkt hinter den Eingangsbuchsen K1 und K2 mit den mit Sternchen markierten Bauteilen R3, D4 und D1...D4. Die antiparallelen Z-Dioden kappen die Eingangsspannung über/unter $\pm 4,7$ V, wobei R3 beziehungsweise R4 den Strom begrenzen. Diese Bauteile sind **unverzichtbar**, wenn man die Eingänge des Surround-Dekoders an die Lautsprecherausgänge des Fernsehgerätes oder an "Line-Ausgänge" mit unbekanntem Signalpegeln anschließt. Nur wenn man sicher ist, daß man es wirklich mit einem genormten Line-Signal zu tun hat, kann man die Dioden weglassen und die Widerstände R3/R4 durch Drahtbrücken ersetzen. C1/C2 fungieren als Koppelkondensatoren, während R1/R2 die Eingangsimpedanz auf 47 k Ω festlegen.

Eine weitere Besonderheit haben Sie sicher schon in der Zweifarb-LED D6 in der Kompensationsschaltung ausgemacht. Diese LED signalisiert, ob man es mit einem Surround- oder einem Mitten-signal zu tun hat. Ist das EXOR-Gatter

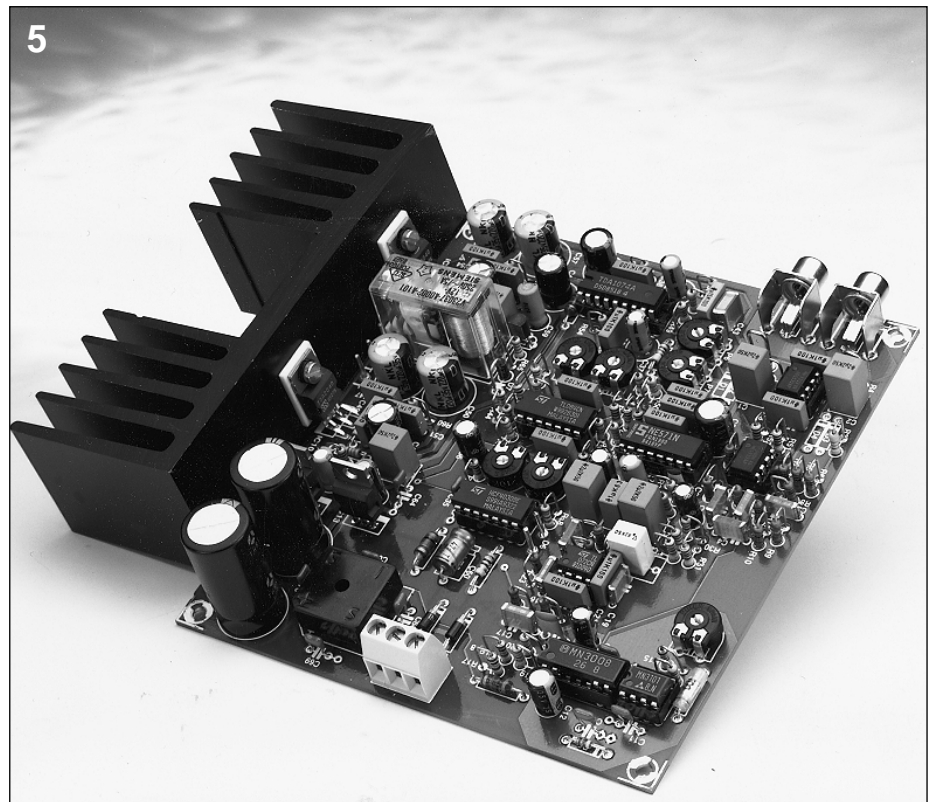


Bild 5. So sieht die aufgebaute Platine aus. Ein ausreichend dimensionierter Kühlkörper für die Leistungsstufen IC10 und IC11 gehört zur Grundausstattung des Geräts.

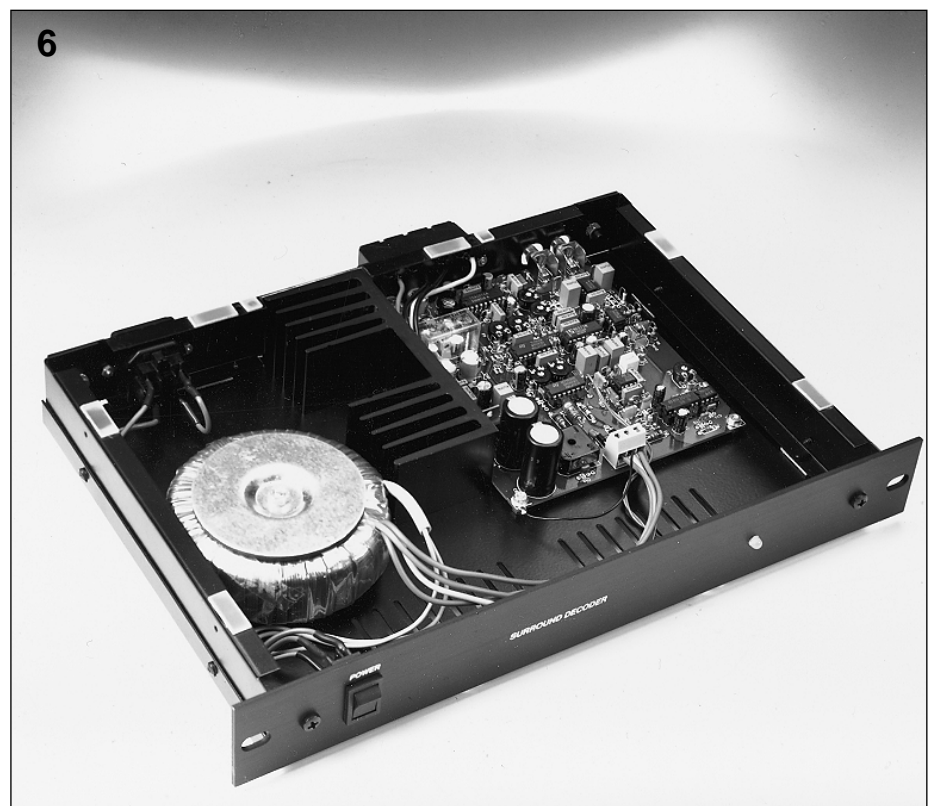


Bild 6. Unser Labormuster paßt nur dann in ein 1-HE-Gehäuse, wenn einige zwischen Bodenplatte, Seitenblechen und Deckel geklebte kleine Epoxy-Abschnitte die Höhe des Gehäuses um etwa 3 mm vergrößern und außerdem ein (schwierig zu beschaffender, aber ausreichender 80-VA-) Trafo mit einer Höhe von weniger als 38 mm eingesetzt wird. Bequemer ist der Einbau in ein Gehäuse mit 1,5 HE oder 2 HE.

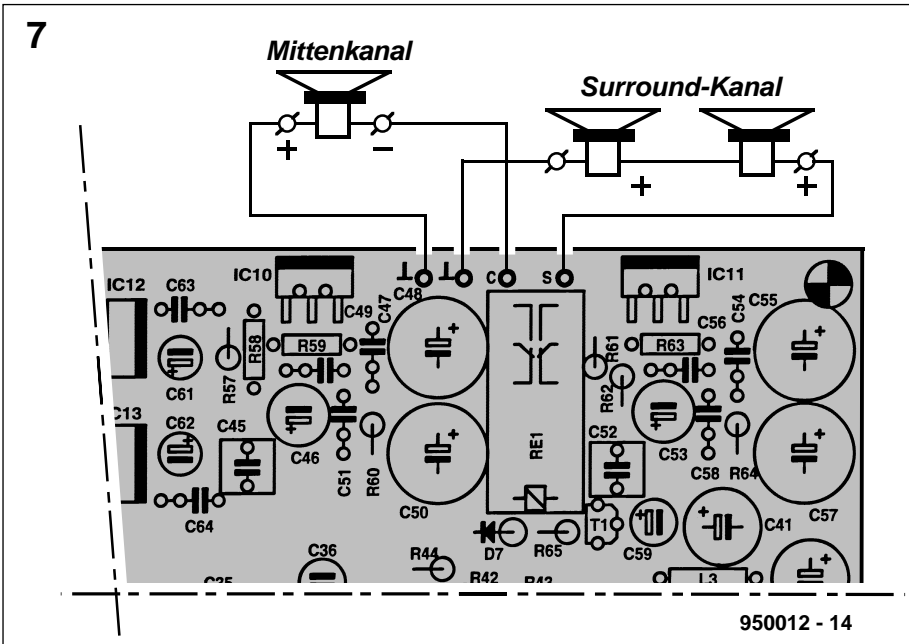


Bild 7. Nur wenn Sie ganz sicher sind, daß die Impedanzen der beiden Surround-Lautsprecher 8Ω nicht unterschreiten, können sie parallel an den Ausgang geschaltet werden. Bei niedrigeren oder unbekanntenen Impedanzen empfiehlt sich die gezeigte Reihenschaltung. Achten Sie auf die korrekte Polung der Lautsprecher!

IC8c bei einem Mittensignal Low, kippt der Ausgang von IC8d auf High, so daß die linke (grüne) LED aktiv ist. Bei einem Surround-Signal findet man einen hohen Pegel an IC8c, so daß der Ausgang von IC8d Low und die rechte rote LED aktiv ist. In der Praxis wechselt sich die LEDs so schnell ab, daß die Übergänge fließend erscheinen.

Schließlich noch zum Netzteil, das sich abgesehen vom 12 V/80 VA - Ringkerntrafo komplett auf der Platine befindet. Die beiden Sekundärwicklungen sind an K3 angeschlossen. Die sekundäre Wechselspannung (24 V) wird von D8 und D9 gleichgerichtet und von R66/C60 nur wenig gepuffert. Die 12-V-Gleichspannung versorgt nur die Einschaltverzögerung: C59 lädt sich sehr langsam über den hochohmigen R65 auf, so daß das Relais erst einige Sekunden nach dem Einschalten schließt. Dafür bricht dank des kleinen Pufferelkos C60 die Spannung sehr schnell zusammen, wenn die Netzspannung abgeschaltet wird. Das Relais fällt ab und unterbricht die Verbindung zwischen Endverstärkern und Lautsprechern, so daß auch Ausschaltgeräusche vermieden werden.

Die Sekundärspannungen werden auch von Brücke B1 gleichgerichtet. Die parallel zu den Dioden liegenden Kondensatoren unterdrücken die vom Umschalten der Dioden verursachten Störspannungsspitzen. C65/C66 puffern/glätten die pulsierende Gleichspannung und stellen eine unstabilierte symmetrische Spannung von $\pm 16 \text{ V}$ für die Endverstärker-ICs zur Verfügung. Mit den dreibeinigen Festspannungsreglern wird schließlich

eine symmetrische Spannung von $\pm 8 \text{ V}$ stabilisiert, die zur Versorgung der restlichen Elektronik herangezogen wird. Die beiden Spulen L1 und L2 unterdrücken die vom Taktsignal des BBDs beziehungsweise von den EXOR-Gattern verursachten Störungen.

Die Platine

In **Bild 4** ist der Bestückungsplan der Platine für den Surround-Dekoder zu sehen. Sie ist doppelseitig ausgeführt, damit unter den kritischen Bauteilen (K1, K2, IC3, IC4) eine zusätzliche Massefläche verlegt werden kann. Der Aufbau der Platine mit ihren 66 Widerständen, 71 Kondensatoren und 13 ICs dürfte einige Zeit in Anspruch nehmen, wirkliche Schwierigkeiten sollten dabei allerdings kaum auftreten. Lassen Sie sich bei der Arbeit Zeit, Bestücken ist kein Wettrennen mit der Uhr!

Die Bauteile sind gängig und deshalb auch recht gut erhältlich. Die Elkos C65 und C66 sollten nicht höher als der Kühlkörper ($< 32 \text{ mm}$) sein. C9 darf keinesfalls ein keramischer Kondensator sein, die Toleranz wäre unter Umständen zu hoch. Die Cinch-Eingangsbuchsen K1 und K2 sollten vergoldet sein, die Mehrkosten sind nicht unmäßig hoch. **Bild 5** zeigt den fertig aufgebauten Prototyp. Die Endstufen-ICs befinden sich am Platinenrand, so daß der Kühlkörper ohne große Umstände montiert werden kann. Der Kühlkörper sollte einen Wärmewiderstand von höchstens $1,3 \text{ K/W}$ besitzen. Vergessen Sie bei der Montage nicht die keramischen Isolierscheiben und ein wenig Wärmeleitpaste.

Von den vier Lautsprecheranschlüssen sollten starre und ausreichend dicke ($> 1 \text{ mm}^2$) Kabel zu den Ausgangsklemmen - entweder eine vierpolige Lautsprecher-

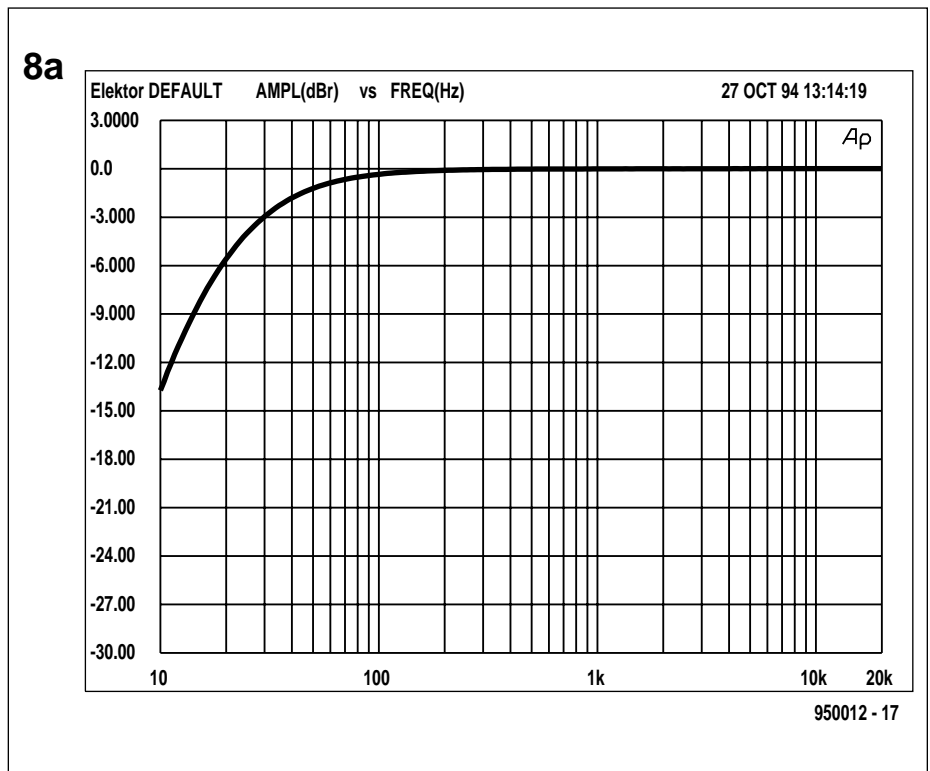


Bild 8a. Die Frequenzcharakteristik des Mittenkanals. Der Mittenkanal ist nur im Baßbereich beschränkt, während der Frequenzgang im oberen Audio-Frequenzbereich linear ist.

klemme oder vier Bananenbuchsen - führen. Nun wird das Gehäuse mit den Befestigungslöchern für die Platine und den Trafo vorbereitet und mit den Ausschnitten für die Cinch-Buchsen, die Lautsprecherklemmen, die Netzeingangsbuchse mit intergriertem Sicherungshalter auf der Rückseite sowie mit einem Ausschnitt für den Netzschalter und einem Loch für die Duo-LED auf der Vorderseite ausgestattet. Die bestückte Platine und der Netztrafo werden montiert und die geringe Verkabelung erledigt. Ein dünnes Kabel stellt die Verbindung zwischen Schaltungsmasse (Mittelkontakt von K3) und Gehäuse (Befestigungsschraube der Platine) her. **Bild 6** zeigt den Dekoder fertig verkabelt in einem 12"-Gehäuse.

Der Abgleich

Wenn die Schaltung aufgebaut und alle Lötstellen und Verbindungen gründlich kontrolliert sind, ist es an der Zeit, Lautsprecherboxen und ein Dolby-kodiertes Eingangssignal anzuschließen. Die eingesetzten Verstärker-ICs vertragen eine Impedanz von mindestens 4 Ω, keinesfalls aber weniger. Deshalb sollte man für den Surround-Kanal zwei 8-Ω-Lautsprecher nur dann parallel schalten, wenn man 100%-ig sicher ist, daß die Impedanzkurve der Lautsprecher nicht unter 8 Ω absinkt, zumindest im relevanten Frequenzbereich nicht. Sicherer ist die Methode, zwei 8-Ω-Lautsprecher gemäß

Bild 7 in Reihe zu schalten und die Verstärkung etwas höher zu drehen. Achten Sie darauf, daß beide Surround-Lautsprecher in Phase betrieben werden, die Plus-Anschlüsse also in eine Richtung weisen. Ob nun in Richtung Masse- oder LSP S-Anschluß, spielt keine Rolle, da durch die enorme Verzögerung des Surround-Signals sowieso keine Phasenbeziehung mehr zu den Signalen der Haupt- oder Mittenkanäle besteht. Der Mittenkanal muß natürlich in Phase mit den Hauptkanälen angeschlossen werden. Da der VCA das Signal invertiert, sollte Plus des Lautsprechers zu Masse und Minus zum Anschluß LSP C geführt werden.

Nun aber zum Abgleich: Obwohl der Abgleich im wesentlichen eine experimentelle und vor allem subjektive Angelegenheit ist, gibt es doch einige Spielregeln zu beachten. Zunächst dreht man P2...P7 in Mittelstellung und P1 rechts herum in die maximale Position. Mit P6 und P7 wird der "absolute" Pegel des Mitten- und des Surround-Kanals eingestellt. Zum Abgleich verwendet man ein Mono-Sprachsignal. P6 ist so zu stellen, daß die Sprache deutlich in der Mitte erscheint. Danach wartet man auf ein Surround-Signal (was man am Aufleuchten der roten LED erkennt) und dreht an P7, bis die Surround-Lautsprecher zum Leben erwachen, allerdings nicht so weit, daß der Surround-Sound übertrieben erscheint.

Hat man aber das Gefühl, daß der Einstellbereich von P6 und P7 nicht ausreicht, kann man mit P4 respektive P5 ein wenig mehr "Gas" geben.

Hat man erst mal ein befriedigendes Verhältnis der vier Kanäle zueinander erreicht, kann man seine Aufmerksamkeit P2 und P3 zuwenden, die den Einfluß der dynamischen Richtungskompensation bestimmen, also für die Trennung zwischen Mitten- und Surround-Kanal zuständig sind. Zwar konnte man durch P4...P7 die Lautstärke der beiden Kanäle bestimmen, einen echten räumlichen Eindruck erhält man aber erst durch den Abgleich von P2 und P3. Je weiter man diese Trimpotis nach rechts dreht, desto mehr "zieht" man die Kanäle auseinander, desto räumlicher wird das Klangbild. Möglicherweise, nein, wahrscheinlich müssen Sie jetzt die Einstellung von P6 und/oder P7 korrigieren. Beachten Sie dabei, daß P6 und P7 im Gegensatz zu den anderen Trimpotis **gegen** den Uhrzeigersinn gedreht werden müssen, um den Pegel zu erhöhen.

Die Einstellung von P1 beeinflusst die Verzögerungszeit des Surround-Kanals und ist von der Größe des Hörraums abhängig. In einem gewöhnlichen Wohnzimmer ist ein Wert von 25 ms optimal, was fast der maximalen Einstellung des Potis entspricht. Hat man das Gefühl, daß die Surround-Lautsprecher zu verhallt klingen, ist die Verzögerungszeit etwas zurückzudrehen.

Auch wenn Sie nach einer Stunde überzeugt sind, endlich die optimalen Potistellungen gefunden haben: Nach den ersten Filmen werden Sie garantiert noch einige Änderungen vornehmen. Ein zu spektakulär eingestellter Surround-Kanal wirkt schon nach kurzer Zeit ermüdend und unangenehm.

Kurven

Nachdem nun alle Schaltungsdetails beschrieben sind, noch ein paar Zahlen und Kurven: **Bild 8** zeigt die Frequenzcharakteristiken des Surround- und des Mittenkanals. Der Verlauf der Kurven entspricht den Erwartungen. Beim Mittenkanal liegt die untere Grenzfrequenz, der -3 dB-Punkt bei 30 Hz. Der Surround-Kanal besitzt -3-dB-Punkte bei 50 Hz und 6 kHz, die -6-dB-Bandbreite beträgt ungefähr 30 Hz ... 7 kHz. Die Frequenzcharakteristiken zeigen auch, daß der Einsatz eines bis 20 kHz linearen Tweeters wenig Sinn macht, ebenso wenig ein 15"-Woofer für den Baßbereich im Mittenkanal. Ein eventueller Subwoofer kann nur von den beiden Hauptkanälen und nicht von den Dekoder-Ausgängen angesteuert werden. D

(950012)

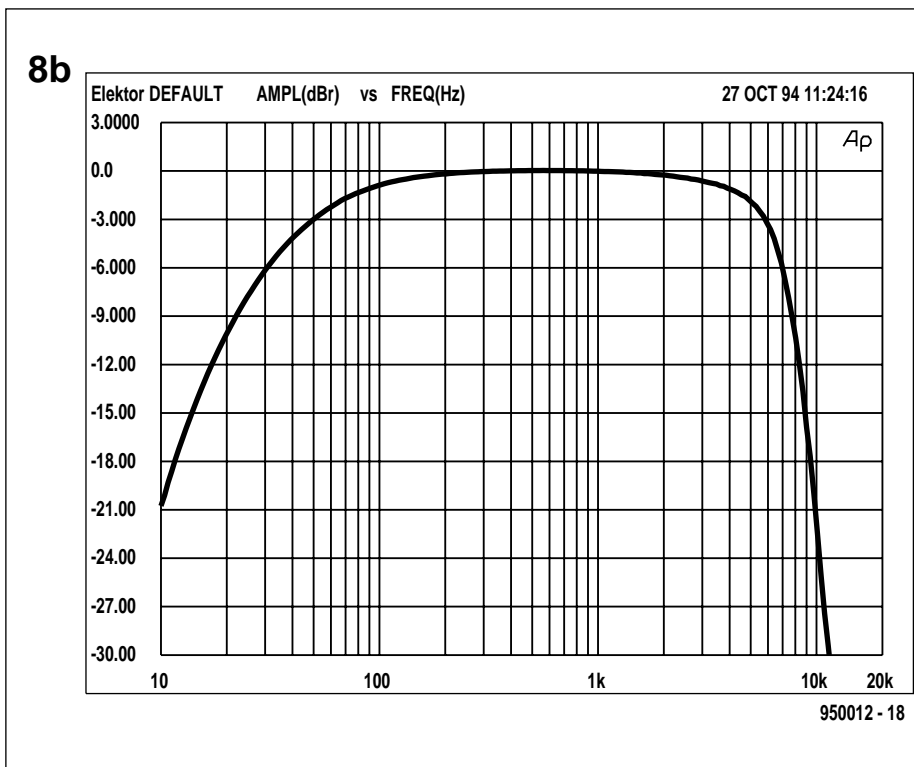


Bild 8b. Der steile Abfall nach "oben" in der Charakteristik des Surround-Kanals ist notwendig, damit keine unerwünschten Mischprodukte des Sprachspektrums übertragen werden, die einen Teil des Surroundkanals ausmachen.