

Presto

Aktiver Subwoofer



In fast jeder Hi-Fi-Anlage bleibt die Tiefbaß-Wiedergabe trotz größter Bemühungen ein Schwachpunkt, und die Lautsprecher, die ohnehin schon das schwächste Glied der Kette sind, haben bei tiefen Frequenzen erst recht nichts zu lachen. Daher ist ein Subwoofer für die meisten Lautsprechersysteme eine Bereicherung.

Ein Subwoofer ist speziell darauf abgestimmt, bei einem durchschnittlichen Gehäusevolumen von 60 bis 80 Litern einen Frequenzgang zu produzieren, der bis 30 Hz heruntergeht. Das können nur die wenigsten konventionellen Lautsprecher. Der Elektor-Subwoofer Presto hat gleich noch ein maßgeschneidertes Filter und eine frequenzabhängige Leistungsbe-

grenzung bekommen, die den Lautsprecher vor Überbelastung schützt.

Die Wiedergabe der unteren Oktaven des Audio-Bereichs wirft in einem normalen Wohnzimmer erhebliche Probleme auf, das ist ja nichts neues. Zunächst ist da die Raumgröße; genauer gesagt die Raumlänge, von der die tiefste wiederzugebende Frequenz abhängt. Der exakte Zusammenhang ist: Wellenlänge der tiefstmöglichen Frequenz ist gleich doppelte Zimmerlänge. In einem Wohnraum von 6 m Länge kann man also maximal

$$f = \frac{340}{2 \times \text{Länge}} = 28 \text{ Hz}$$

abstrahlen (340 m/s = Ausbreitungsgeschwindigkeit von Schall in Luft). Aber so weit kommt es ja noch nicht einmal, weil schon bei höheren Frequenzen andere Hindernisse, wie Resonanzen von Türen, Schränken, den guten Glä-

sern...auftreten. Sachen, die man nur teilweise in den Griff bekommen kann. Dies nur zur Illustration, daß nicht jeder Raum zur Wiedergabe tiefster Frequenzen geeignet ist, selbst wenn die Lautsprecher das schaffen sollten.

Das zweite Problem ist eigentlich viel belangreicher, nämlich die Abmessungen der Box. Für eine ordentliche Baßwiedergabe von 30 Hz bei vollem Schalldruck, braucht man schon eine Kiste mit 100 bis 200 Liter Volumen. Kleiner geht's nicht, obwohl viele Lautsprecherhersteller versuchen, Sie davon zu überzeugen, daß aus einem 20-l-Kästchen 40 Hz bei einem linealglatten Frequenzgang herauskommen – vergessen Sie das lieber. Die Naturwissenschaftler sind in diesem Punkt jedenfalls gar nicht zu überzeugen, die physikalischen Gesetze zu ändern. Zwar kann man die Physik mit speziellen Gehäusekonstruktionen (Transmission-Line)

Technische Daten

System:	aktive, geschlossene Box
Nettoinhalt:	etwa 80 l
Filter:	elektronisches Besselfilter, 24 dB/Okt.
Frequenzbereich:	30 . . . 100 Hz (siehe Bild 1b)
empfohlene Verstärkerleistung:	50 . . . 100 W
Schalldruck:	87,5 dB
max. Schalldruck (50 . . . 100 Hz):	über 100 dB

etwas überlisten, aber Wunder sollte man sich davon auch nicht erhoffen.

ziert aber ein gutes Klangbild mit einem beeindruckenden Baß.

Aus zwei mach eins

Die Gehäusegröße ist also der Punkt. Unserer Erfahrung nach erreicht man mit einem guten Baß in einem geschlossenen Gehäuse noch immer die besten Ergebnisse und wir sind daher große Fans von einem Lautsprecherpärchen mit etwa 200 Liter Volumen. Solche Monster im Wohnzimmer dürften allerdings nicht alle Hausbewohner gleichermaßen erfreuen.

Glücklicherweise gibt es aber eine Alternative, die bei gleicher Baßwiedergabe viel Platz spart. Wir nehmen nur einen Baß statt zwei. Sie meinen, daß das dann aber Mono wäre? Nein, nein, so ist das nicht gemeint. Nur für die tiefsten Frequenzen wird ein Baß genommen; Mitten und Höhen werden wie gewohnt über je zwei Lautsprecher abgestrahlt, so daß wir streng genommen sogar drei Boxen haben. Es hat sich inzwischen wohl herumgesprochen, daß das Richtungsempfinden des menschlichen Gehörs nicht über den gesamten Frequenzbereich gleich ist: Frequenzen unter 200 Hz können sozusagen nicht eindeutig geortet werden, weil die Wellenlänge der abgestrahlten Frequenz im Verhältnis zum Ohrabstand zu groß wird. Nimmt man also für den Baßbereich ab 100 Hz abwärts einen zentralen Baß, geht mit Sicherheit keine Information verloren.

So kommt man zu einem System mit einem relativ großen Baßgehäuse und zwei Satelliten mit annehmbarer Regalgröße. Wenn man nun das Baßgehäuse durch einen elektrischen oder akustischen Kunstgriff von 200 Liter auf unter 100 Liter herunterbekommen könnte, wäre das natürlich höchst willkommen. Es gibt noch einen weiteren Vorteil dieses Systems: Das Baßgehäuse ist unkritisch in der Aufstellung, man kann es daher als Blumenbank oder Beistelltischchen tarnen, die Satelliten kommen eh ins Regal. Kurz, die ganze Anlage fällt kaum auf, produ-

Alternativen

Viele Schleichwege führen zum guten Baß, in Tabelle 1 sind die interessantesten Möglichkeiten mit ihren wichtigsten Eigenschaften aufgeführt.

Alles in allem scheint es doch so, als ob ein geschlossenes Gehäuse die besten Ergebnisse lieferte. Einziger Nachteil ist, daß extrem tiefe Bässe nicht so gut wiedergegeben werden — zumindest wenn das Gehäuse nicht so groß sein soll. Baßreflex und Transmission-Line haben, was Tiefbaß betrifft, Vorteile, dafür ist ihr Frequenzgang nicht so glatt und das Impulsverhalten deutlich schlechter. Dabei hat die Transmission-Line noch einen Nachteil mit dem Horn gemeinsam: sie ist sehr schwer zu bauen. Will man die Box so klein wie möglich machen — und das war ja unser Ziel — kommt eigentlich nur noch das aktive, geschlossene Konzept in Frage. Die genauen Eigenschaften eines solchen Systems sind nun wieder sehr abhängig vom Baukonzept.

Aktiv

Eigentlich geht es bei einem aktiven System um die Frage wie aktiv man's gerne machen möchte, denn das ist entscheidend für die Qualität. Man könnte die Frage auch etwa anders stellen: "Wie tief muß der 3-dB-Punkt liegen, und wie klein soll das Gehäuse werden?" Je tiefer die Frequenzen, die aus einem gegebenen Volumen herausgeholt werden sollen, oder je kleiner das Gehäuse bei einem vorgegebenen 3-dB-Punkt, desto umfangreicher fällt der elektronische Eingriff aus. Allerdings: Je mehr Elektronik, desto mehr werden die guten Eigenschaften des geschlossenen Gehäuses beeinträchtigt. Das gilt vor allem für den Wirkungsgrad und die Impulswiedergabe. Auch Verzerrungen nehmen zu, die Belastbar-

keit sinkt. Bei ernsthaften Hi-Fi-Projekten ist also Vorsicht mit der Elektronik geboten. Wir haben die Sache daher auch etwas anders angepackt.

Unser Baßsystem ist so ausgelegt, daß es an sich schon gute Ergebnisse liefert, damit nur eine kleine elektronische Korrektur nötig ist, um dem Baß den letzten Schliff zu verleihen. Wenig Elektronik, das wird den Elektronikern unter Ihnen sicher etwas Selbstbeherrschung abverlangen. Der Presto ist dennoch kein superkleiner Wunderkasten geworden, aber dafür, daß sein Frequenzgang fast linealglatt bis 30 Hz heruntergeht, ist sein Volumen mit 80 Litern doch eher bescheiden ausgefallen.

Damit Sie überhaupt mal einen Eindruck vom Baß bekommen, sind in Bild 1 zwei Frequenzgangkurven abgebildet, Bild 1a ohne, Bild 1b mit elektronischer Korrektur. Bei der ersten Kurve liegt der 3-dB-Punkt fast genau bei 50 Hz (in einem 80-l-Gehäuse), Kurve 2 zeigt, daß der 3-dB-Punkt mit Hilfe der Elektronik auf 30 Hz heruntergeschoben wurde und der Frequenzgang zwischen 30 und 100 Hz nun auch glatter verläuft.

Aufbau

Allmählich wird's Zeit, daß wir zeigen, wie der Presto eigentlich aussieht und aus welchen Elementen er besteht. Bild 2 ist ein Blockschema des gesamten Entwurfs mit den drei Hauptbestandteilen Lautsprecher/Gehäuse, Endverstärker und Korrektorelektronik.

Über den Endverstärker wollen wir uns hier nicht allzu ausführlich verbreiten, weil im Grunde jede gute (Mono-)Endstufe geeignet ist, sofern sie mindestens 50 Watt an 8 Ohm liefern kann. Was den Entwurf betrifft, geht es uns mehr um das Gehäuse und die Korrektorelektronik, daher zuerst ein kurzer Überblick.

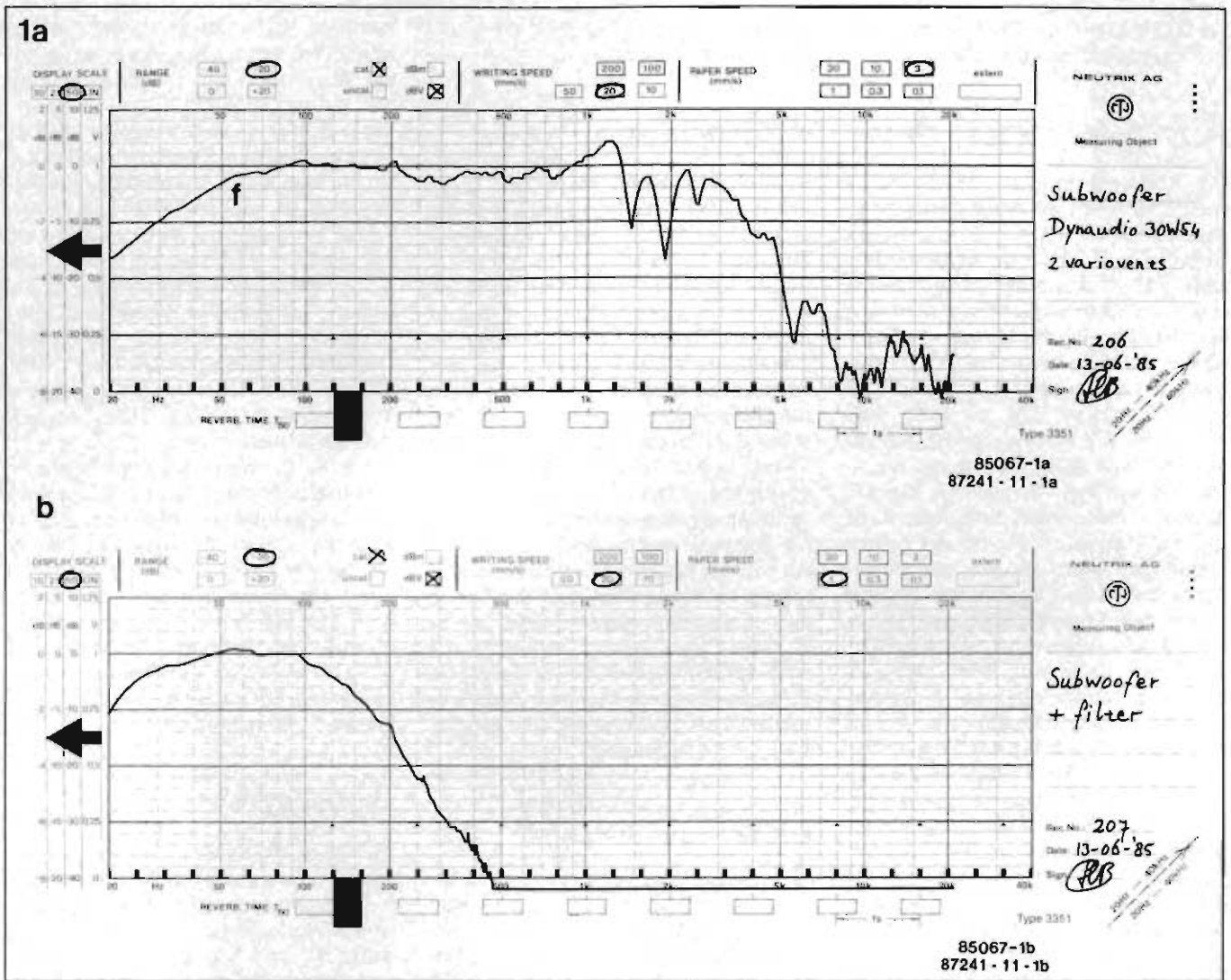
Das Gehäuse ist ein einfacher, geschlossener Kasten. Der Lautsprecher stammt vom dänischen Hersteller Dynaudio. Wir verwenden den 30W54 (Bild 3),

Tabelle 1.

	Abmessungen	Wirkungsgrad	Impulsverhalten	Charakteristik	unterer 3-dB-Punkt
Horn	sehr groß	sehr hoch	ordentlich	sehr unregelmäßig	recht hoch
Baßreflex	groß	hoch	ordentlich	unregelmäßig	tief
Transmission-Line	groß	tief	schlecht	unregelmäßig	tief
Geschlossenes Gehäuse	groß	normal	gut	abfallend	hoch
Aktive, geschlossene Box	klein	ordentlich ⁺	gut ⁺	flach ⁺	tief ⁺

⁺ = stark vom Entwurf abhängig

Tabelle 1. Das sind die am häufigsten vorkommenden Lautsprecher-Systeme mit ihren wichtigsten Eigenschaften.



einen 30-cm-Baß mit einem Spritzgußkorb aus Leichtmetall. Auffallend ist zunächst die hohe Spitzenbelastbarkeit, das sehr gute Impulsverhalten und der für unsere Zwecke hervorragende Frequenzgang. Nun zur Elektronik, die aus zwei Teilen besteht: dem Filter und der Leistungsbegrenzung. Der erste Teil wird wiederum in drei Blöcke aufgeteilt, nämlich in ein sehr steiles "Anti-Rumpel"-Filter mit einer Eckfrequenz von 20 Hz, das schon erwähnte "schlappe" Korrekturfilter für tiefe Frequenzen ab 50 Hz und schließlich noch eine Frequenzweiche mit einer Eckfrequenz von 100 Hz und einer Steilheit

von 24 dB pro Oktave. Alle drei Filter zusammen liefern den in Bild 1b gezeigten Frequenzgang.

Tja und die Leistungsbegrenzung, ist die wirklich nötig und wozu überhaupt? Unerlässlich ist sie sicher nicht, aber bestimmt sehr nützlich für alle, die ihre Boxen auch mal aufdrehen wollen. Der Hauptgrund für die Leistungsbegrenzung ist aber, daß die Belastbarkeit des Baßlautsprechers unterhalb des 3-dB-Punktes geringer ist. Daher haben wir eine frequenzabhängige Begrenzung des Ausgangssignals entworfen, so daß für den Lautsprecher gefährliche Leistungsspitzen aufgefangen werden. Tritt die Leistungsbegrenzung in Aktion, dann leuchtet eine LED auf.

zen aufgefangen werden. Tritt die Leistungsbegrenzung in Aktion, dann leuchtet eine LED auf.

Presto und Satelliten

Jetzt taucht die Frage auf, wie sich so ein einzelner Baß in die Audio-Kette einfügt. Im Prinzip kann ein Subwoofer jedes normale Boxenpaar bereichern, dessen Baßwiedergabe nicht ausreichend erscheint. Als Satellit kann daher jede Box verwendet werden. Wer von vornherein schon ein Subwoofer/Satelliten-System geplant

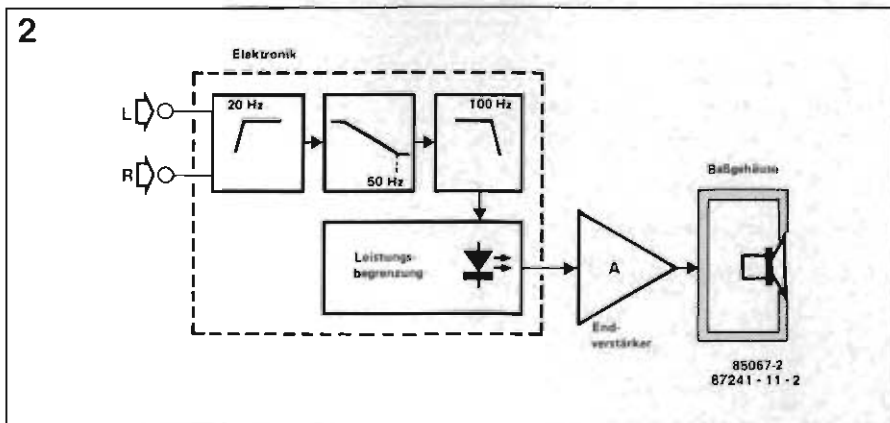


Bild 1a. Frequenzgang für den Dynaudio-Baß 30W54 in einem geschlossenen Gehäuse von 80 Litern ohne Filter.

Bild 1b. Der gleiche Lautsprecher mit Frequenzweiche und aktiver Frequenzgangkorrektur.

Bild 2. Blockschaltbild des Presto. Als Endverstärker eignet sich im Prinzip jeder gute Verstärker, der mindestens 50 Watt liefern kann.

3



Bild 3. Das ist der Auserwählte — mit ca. 300 DM nicht ganz billig, dafür aber Spitzenklasse.

hat, wird die Satelliten natürlich entsprechend klein halten (etwa 1...10 Liter).

Bild 4 zeigt, wie man einen einzelnen Baß anschließt. Die einfachste und billigste Lösung ist in Bild 4a zu sehen; dabei wird die Kombination Presto/Endverstärker/Filter an die Lautsprecherausgänge des bestehenden Verstärkers angeschlossen. Vor die Satelliten kommt ein 6-dB-Filter (Kondensator C), das sie gegen zu tiefe Frequenzen schützt. Die notwendige Pegel-Abstimmung von Subwoofer und Satelliten wird mit einem Poti auf der Filterplatine gemacht. Wenn Sie sich für getrennten Vor- und Endverstärker entschieden haben, oder für einen Vollverstärker, bei dem beide Funktionen getrennt sind, gilt die Schaltung aus Bild 4b. Hier hat jeder Lautsprecher seine eigene Endstufe, und es wird zwischen Vor-/Regelverstärker und Endverstärker gefiltert — qualitativ gesehen ist diese Lösung natürlich besser.

Da wir nichts unterschlagen wollen, noch zwei Anmerkungen: Einige fragen sich vielleicht, warum die Satelliten mit 6 dB pro Oktave, der Subwoofer aber mit 24 dB pro Oktave gefiltert werden. Das kommt daher, daß die Satelliten von selbst schon bei etwa 100 Hz abfallen und das mit einer Steilheit von 12 dB pro Oktave. Zusammen mit dem 6-dB-Filter kommt man also auf 18 dB pro Oktave, mehr braucht man eigentlich auch nicht. Zweite Bemerkung: Die Berechnung der Filterkondensatoren C ist bei Bild 4 eine simple Angelegenheit, darauf kommen wir aber noch zu sprechen.

Elektronik

Bild 5 ist das komplette Schaltbild des Filters mit dem aktiven Begrenzer. Die Schaltung ist nicht gerade klein, aber bei unseren Anforderungen ging es nicht kleiner. Zuerst die drei Filter. Im unteren Bereich des Frequenzgangs muß sehr scharf abgeschnitten werden, damit Stö-

rungen beispielsweise vom Plattenspieler oder von älteren Platten nicht bis zum Presto vordringen können. Hinter der Addierschaltung für den rechten und linken Kanal und dem Verstärker A1 folgt dann ein recht komplexer Hochpaß mit A2. Dieser Aufbau ist ein elliptisches Filter, auch Cauerfilter genannt, das bei 25 Hz eine Abschwächung von 0 dB, bei 20 Hz eine Abschwächung von 3 dB hat und dann steil abfällt. Bei 10 Hz beträgt die Abschwächung schon 40 dB! In diesem Filterteil sind an einigen Stellen Kondensatoren und Widerstände parallel geschaltet, dadurch erspart man sich 1-%-Widerstände.

Nach dem Rumpelfilter kommt das Korrekturfilter, das wegen seiner geringen Steilheit von 6 dB pro Oktave weiter keine Schwierigkeiten bot. Es ist mit A3 aufgebaut, wobei C46 und R56 die frequenzbestimmenden Bauteile sind.

Schließlich ist da noch der mit A4 und A5 aufgebaute Tiefpaß; die eigentliche Frequenzweiche. Es handelt sich um ein Besselfilter vierter Ordnung, was eine gleichmäßige Filtercharakteristik und ein gutes Impulsverhalten garantiert.

Der Rest der Schaltung ist die aktive Leistungsbegrenzung. Das gefilterte Signal wird zu einer mit A9 und A10 aufgebauten Meßschaltung geleitet, die wieder aus einem Filter (R21...R23, R57, C20, C21) besteht. Mit diesem Schaltungsteil wird frequenzabhängig die zulässige Belastung für den Lautsprecher nachgebildet, natürlich in invertierter Form. Das Eingangssignal für den mit A9 aufgebauten, aktiven Gleichrichter ist bei tiefen Frequenzen also groß, weil der Lautsprecher da weniger Leistung vertragen kann, und klein bei hohen Frequenzen.

Komparator A10 vergleicht das gleichgerichtete Signal mit der Referenzspannung. Wird die Spannung zu hoch, dann schaltet der Komparator um und T1 versorgt eine LED mit Spannung. In diesem Moment wird T2 abgeschaltet und damit die Regelschleife für den Abschwächer freigegeben. Der Abschwächer ist ein VCA in

IC-Form, ein besonders guter Baustein mit extrem geringem Rauschen, sehr geringen Verzerrungen und hervorragenden Regeleigenschaften. Die Operationsverstärker A6 und A7 puffern Ein- und Ausgang des ICs.

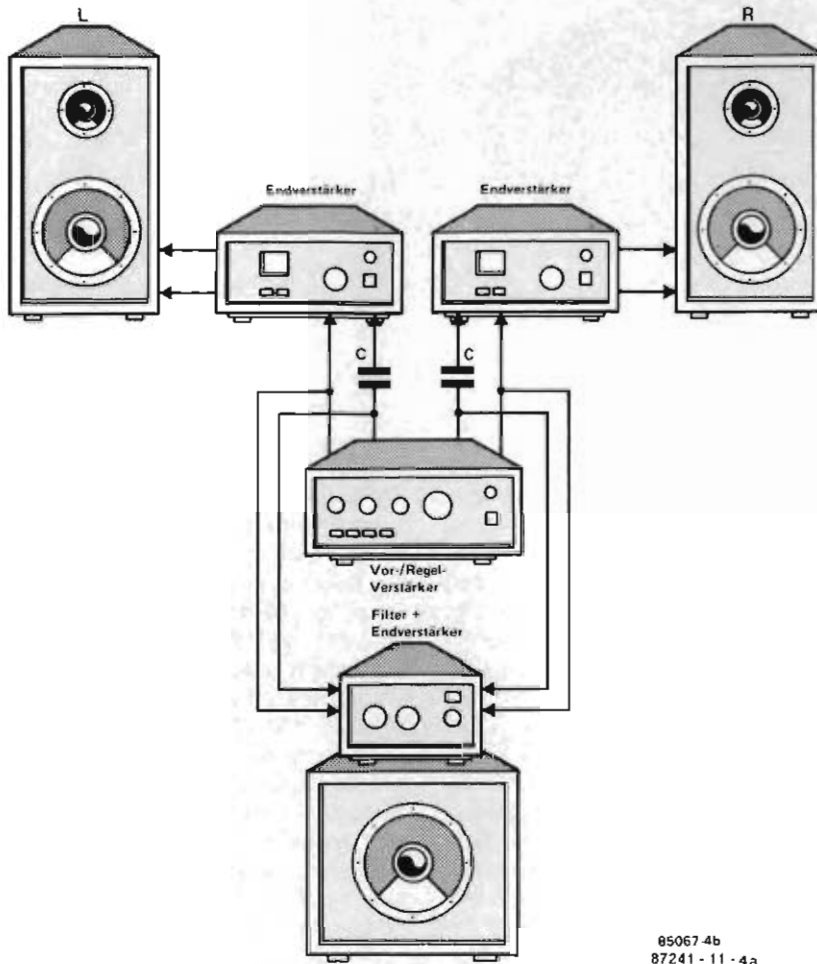
Das Ausgangssignal des VCA wird auch wieder mit einem Tiefpaß (R40...R42, R54, R58, R59, C24, C26, C44) an die Leistungskurve des Lautsprechers angepaßt und dann zum aktiven Gleichrichter A11 geführt. Dieses Signal wird also nur durchgelassen, wenn T2 sperrt. Das Ausgangssignal des Gleichrichters wird danach mit A12 integriert und zum Steuerungseingang des VCA gegeben.

Ist der Eingangspegel unter der Schaltschwelle von Komparator A10, dann leitet der FET. Dies bedeutet, daß die Regelschleife abgeschaltet ist und der VCA alle Signale durchläßt, die er bekommt. Diese Schaltungsart garantiert eine effektive Begrenzung des Ausgangssignals, normale Signale werden ungeschoren durchgelassen. Das Netzteil ist Standard mit zwei Stabilisator-ICs. Mit den Dioden D12 und D13 verhindert man, daß die Betriebsspannung für die ICs beim Ausschalten in den ICs einen undefinierten Zustand hervorruft.

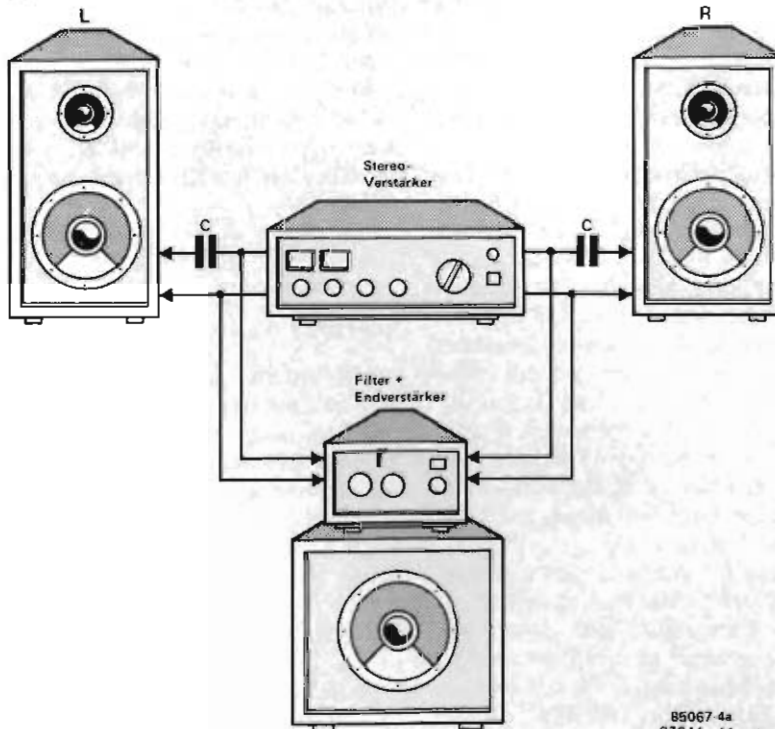
Löten

Zuerst wird die Elektronik aufgebaut, einfach ist's mit der Platine aus Bild 6. Bei den Lötarbeiten verdient ein Punkt besondere Beachtung: die Kühlung der Stabilisator-ICs. Für den Kühlkörper nimmt man ein 2,5 cm x 10 cm großes Stück Alu von 1 mm Dicke und biegt die lange Seite in eine L-Form mit 7 cm x 3 cm Größe. An der kurzen Seite bohrt man zwei Löcher und setzt den Kühlkörper schließlich über die gestrichelte Linie auf der Platine. Auf diesen Kühlkörper werden die ICs geschraubt; der 7915 bekommt vorher eine Isolierscheibe, der 7815 keine. Die lange Seite des Kühlkör-

4a

85067 4b
87241 - 11 - 4a

b

85067 4a
87241 - 11 - 4b

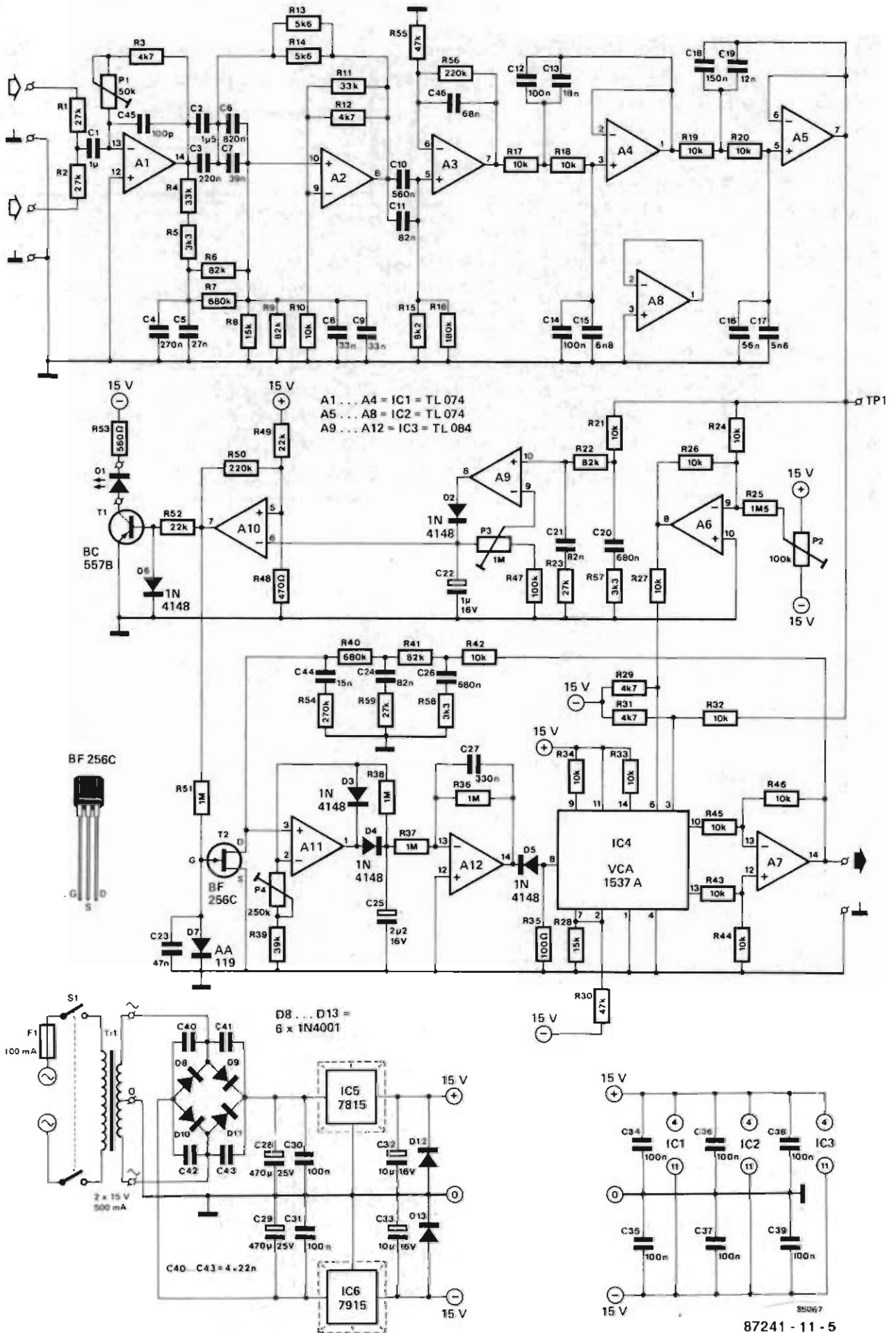
pers wird an zwei Lötstägen festgelötet, die auf der gestrichelten Linie sitzen. Dann müssen die Widerstände R1 und R2 noch an die zur Verfügung stehende Eingangsspannung angepaßt werden. Für die Anordnung in Bild 4b ist die Dimensionierung in der Stückliste angegeben, für die Anordnung in Bild 4a werden beide Widerstände etwa 560 k groß. Zum Schluß wird noch ein Endverstärker hinter die Platine geschaltet; mit 50 W dürfte man auskommen. Ein größerer Verstärker wäre allerdings nicht schlecht, weil der normalerweise eine etwas bessere Dämpfung des Baßlautsprechers bewirkt. Für den Presto kämen der Crescendo (Dezember 82), der Mini-Crescendo (Mai 84) und die Endstufen aus diesem Heft in Frage – und zwar in Mono-Ausführung.

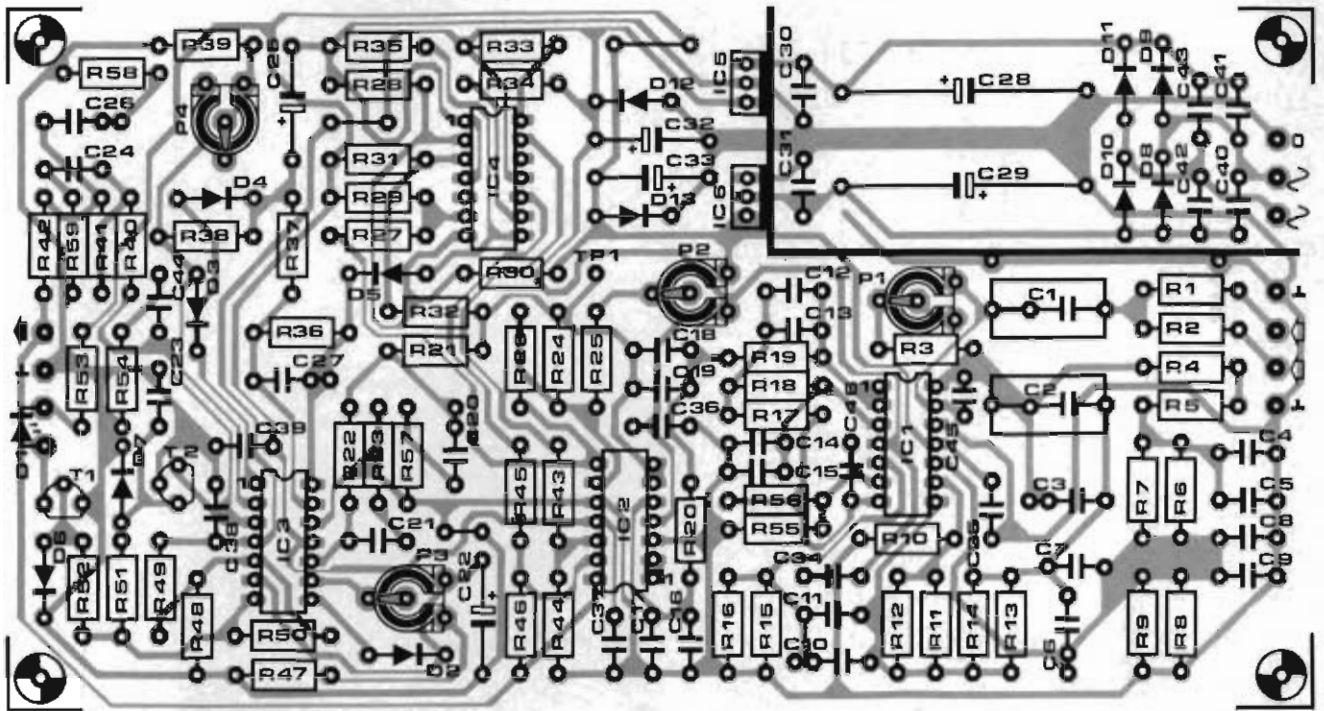
Schrauben und Leimen

Dieses Gehäuse ist selbst für Anfänger der Boxenbaukunst eine Kleinigkeit, besteht es doch lediglich aus einem Würfel mit drei Löchern. Die einzige Forderung an unsere Boxenschreiner ist, daß das Gehäuse schön steif und luftdicht sein muß. Es gibt also keine getrennten Kammern, Tunnel, Rohre und ähnliche Unannehmlichkeiten. Auch die Gehäusemaße kann man frei wählen, immer unter der Voraussetzung, daß ein Volumen von 80 Litern dabei herauskommt. Das einzig Auffallende am Gehäuse sind die beiden kleinen Löcher in der Rückwand; die sind für zwei Variovents bestimmt. Diese "Dinger" sind sozusagen akustische Widerstände, die Resonanzspitzen des Basses dämpfen und die hier wesentlich dazu beitragen, daß sich der Lautsprecher in diesem kleinen Gehäuse auch "bewegen" kann.

Bild 4. Zwei Möglichkeiten ein Subwoofer/Satelliten-System aufzubauen. Mit getrenntem Vor- und Endverstärker läßt sich natürlich am besten arbeiten.

Bild 5. Schaltbild der kompletten Elektronik. Grob gesagt ist A1...A5 die Weiche und ein Teil der Leistungsbegrenzung. LED D1 muß so eingebaut werden, daß sie gut sichtbar ist, weil sie als Überlastanzeige fungiert.





Stückliste

Widerstände:

R1, R2, R23, R59 = 27 k
 R3, R12, R29, R31 = 4k7
 R4, R11 = 33 k
 R5, R57, R58 = 3k3
 R6, R9, R22, R41 = 82 k
 R7, R40 = 680 k
 R8, R28 = 15 k
 R10, R17...R21, R24, R26, R27,
 R32...R34, R42...R46 = 10 k
 R13, R14 = 5k6
 R15 = 8k2
 R16 = 180 k
 R25 = 1M5
 R30, R55 = 47 k
 R35 = 100 Ω
 R36...R38, R51 = 1 M
 R39 = 39 k
 R47 = 100 k
 R48 = 470 Ω
 R49, R52 = 22 k
 R50, R56 = 220 k
 R53 = 560 Ω
 R54 = 270 k
 P1 = 50-k-Trimmpoti
 P2 = 100-k-Trimmpoti
 P3 = 1-M-Trimmpoti
 P4 = 250-k-Trimmpoti

Kondensatoren:

C1 = 1 μ, MKT
 C2 = 1 μ5, MKT
 C3 = 220 n
 C4 = 270 n
 C5 = 27 n
 C6 = 820 n
 C7 = 39 n
 C8, C9 = 33 n
 C10 = 560 n

C11, C21, C24 = 82 n
 C12, C14, C30, C31, C34...C39 =
 100 μ
 C13 = 18 n
 C15 = 6n8
 C16 = 56 n
 C17 = 5n6
 C18 = 150 n
 C19 = 12 n
 C20, C26 = 680 n
 C22 = 1 μ/16 V
 C23 = 47 n
 C25 = 2 μ/16 V
 C27 = 330 n
 C28, C29 = 470 μ/25 V
 C32, C33 = 10 μ/16 V
 C40...C43 = 22 n
 C44 = 15 n
 C45 = 100 p
 C46 = 68 n

Halbleiter:

D1 = LED, rot
 D2...D6 = 1N4148
 D7 = AA 119
 D8...D13 = 1N4001
 T1 = BF 557B
 T2 = BF 256C
 IC1, IC2 = TL 074
 IC3 = TL 084
 IC4 = 1537A (APHEX)
 IC5 = 7815
 IC6 = 7915

außerdem:

S1 = doppelpoliger Netzschalter
 Tr1 = Netztrafo mit 2 × 15 V/500 mA
 F1 = 100-mA-Sicherung, träge
 Platine B5067

Bild 6. Die Platine für die Presto-Elektronik. Für erfahrene Elektrotechniker ist das natürlich der einfachste Teil an der Sache.

Bild 7. Das Gehäuse ist einfach zu bauen, es sollte aber so steif und so luftdicht wie möglich sein, damit sich wirklich nur der Lautsprecher und nicht das Gehäuse bewegt.

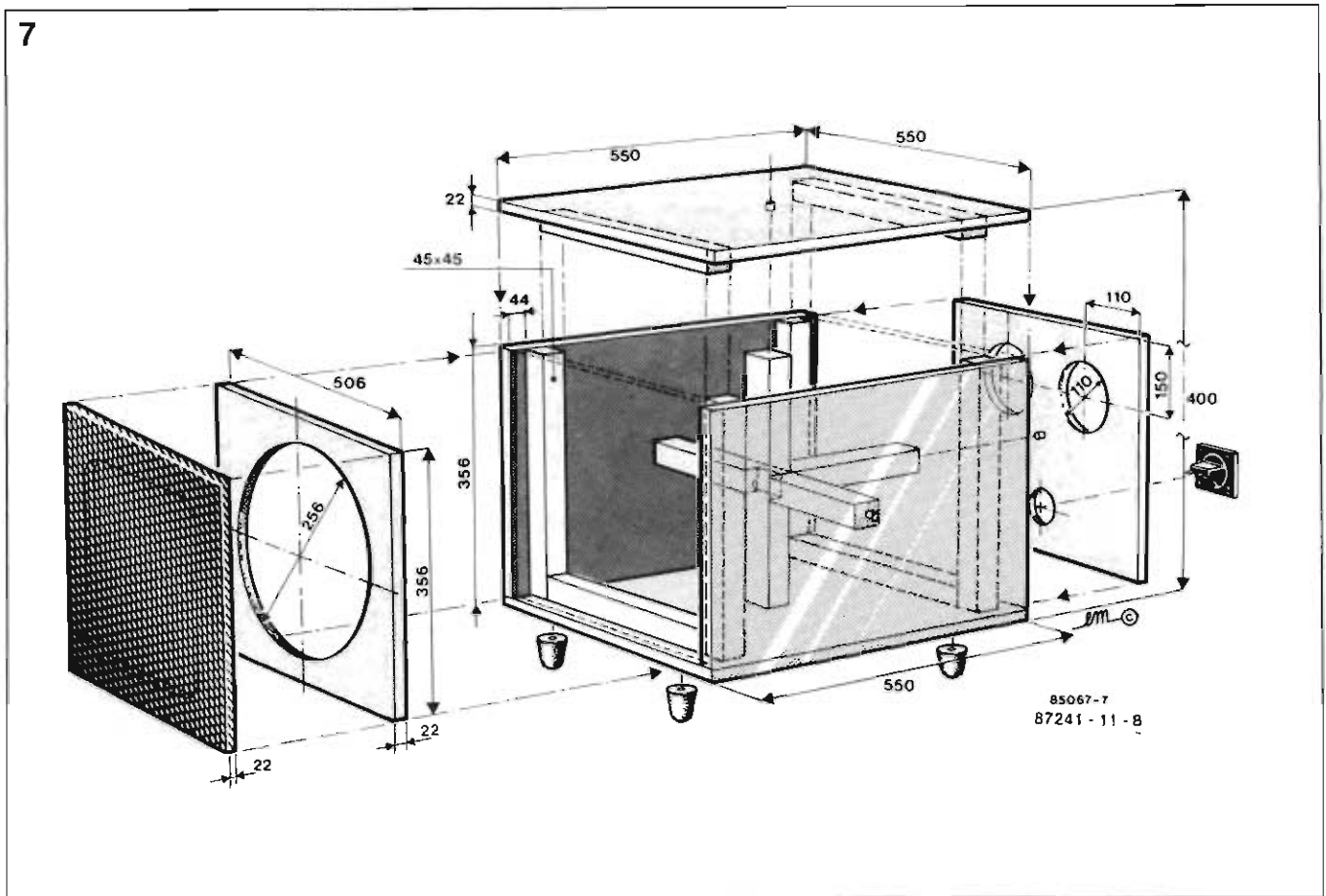


Bild 7 zeigt unseren Prototyp mit allen Maßen. Damit die nötige Gehäusesteifigkeit erreicht wird, haben wir 22 mm dickes, mehrfach verleimtes Birkenholz verwendet; MDF-Spanplatte ist aber auch gut. In allen Gehäuseecken sind Versteifungsleisten von 45 × 45 mm angebracht, außerdem ist in die Box noch ein Verstrebungskreuz eingebaut – alles, damit das Gehäuse so wenig wie möglich mitschwingt. Am besten beginnt man zuerst damit, die Versteifungsleisten auf die Seitenteile zu kleben, dann wird das ganze Gehäuse zusammengeklebt und mit Schraubzwingen oder fester Schnur gut fixiert. Dann werden die vorgesehenen Löcher in Frontplatte und hintere Wand gesägt und beide Platten eingesetzt. Es ist nun Ihre Sache, sich für's Leimen oder Schrauben zu entscheiden. Wenn sie sich für's Schrauben entscheiden, muß die betreffende Wand mit Dichtgummi beklebt oder mit Silikonmasse abgedichtet werden.

Eine Bespannung kann in der bekannten Art und Weise (mit Tacker auf einem separaten Rahmen befestigen) hergestellt und mit Klettband an der Box befestigt werden. Bei allen Holzarbeiten sollten Sie großzügig mit Leim umgehen, denn er hat zwei Vorteile: Erstens macht er die Box steifer und zweitens luftdichter. Sollten immer noch kleine Spalten übrig sein, werden sie mit Silikonmasse abgedichtet. Bevor Sie die Box zuschrauben muß noch etwas Dämpfungsmaterial hinein; bei einem Subwoofer ist das besonders wichtig,

weil ja doch einigermaßen viel Druck produziert wird. Um Gehäuseresonanzen den Garaus zu machen, beklebt man alle Wände außer der Schallwand und der Rückwand mit speziellen, im Handel erhältlichen Bitumenplatten. Wesentlich billiger und fast so gut ist auch Teppichboden, der eine dicke Schicht Anti-Rutschgummi auf der Rückseite hat.

Resonanzen im Gehäuseinneren bekämpft man am besten mit Glas- oder Steinwolle, das ist preiswert und hat sehr gute akustische Eigenschaften. In unseren Prototypen hat's jedenfalls immer sehr gut funktioniert.

Variationen in Holz

Zur Erinnerung: Eine der wesentlichsten Forderungen an das Presto-Gehäuse war sein Volumen, in der Gehäuseform ist man also variabel. Eigentlich hoffen wir, daß Sie jetzt nicht vom Glauben abfallen, nur weil wir diesmal kein strikt zu befolgendes Baurezept auf den Tisch legen. Das liegt einfach daran, daß bei der Tiefbaßabstrahlung ab 100 Hz abwärts die Gehäuseform nicht entscheidend ist, da das Abstrahlungsverhalten durch das Verhältnis von wiedergegebener Frequenz zu Konusdurchmesser bestimmt wird. Bei einem 30-cm-Konus und 100 Hz ist noch lange keine Gefahr, daß der Lautsprecher anfängt zu bündeln. Die Abstrahlcharakteristik ist, ziemlich unabhängig von der Gehäuseform, immer kugelförmig. Man kann daher von den angegebenen Maßen gut 30% abweichen, wenn nur der Inhalt bleibt. Ohne die Versteifungsleisten mitzurechnen, beträgt das Baßvolumen etwa 87 Liter, netto bleiben noch 80 Liter übrig.

Abgleich

Wenn man voll in den Genuß der Leistungsbegrenzung kommen möchte, muß man natürlich vorher alles ein bißchen aufeinander abstimmen. Diese Abgleicharbeit ist nicht besonders schwierig, allerdings braucht man ein gutes digitales Multimeter und einen Tongenerator, der ein Testsignal von 50 Hz liefert. Bild 8 zeigt die Schaltung eines solchen Generators, der nur aus einem Netztrafo und einem Poti besteht. Der Abgleich geht folgendermaßen:

1. Alle Potis in Mittelstellung bringen.
2. Die Eingänge L und R mit Masse verbinden. Multimeter auf den DC-Millivoltbereich schalten und an den Ausgang anschließen. Die Ausgangsspannung mit P2 genau auf 0 Volt einstellen.
3. Nun die Eingänge wieder von Masse abklemmen und das 50-Hz-Signal zuführen. Den Ausgang mit dem Endverstärker verbinden, den Lautsprecher aber noch nicht anschließen.

4. Nun P3 ganz nach rechts Richtung C21 drehen, das Multimeter auf Wechselspannung stellen und an den Ausgang des Endverstärkers anschließen.

5. Die Eingangsspannung langsam erhöhen, so daß die Ausgangsspannung des Verstärkers der maximal zulässigen Belastung des Lautsprechers (bei 50 Hz) entspricht, das sind 12 V_{eff}. P3 hierbei so abgleichen, daß die LED D1 gerade aufleuchtet.

6. Wenn die Eingangsspannung nun noch größer gemacht wird, begrenzt der VCA das Ausgangssignal. Mit P4 kann man das Regelverhalten so einstellen, daß die Ausgangsspannung bei einer weiteren Erhöhung der Eingangsspannung ungefähr auf dem Anfangswert stehenbleibt (12 V_{eff}).

Das war der Abgleich. Nun bleibt noch ein Poti, nämlich P1, mit dem man den Schalldruck des Subwoofers an die Satelliten anpassen kann.

Praktischer Einsatz

Zuerst möchten wir Ihnen empfehlen, den Presto nicht direkt auf die Erde zu stellen, sondern ein paar GummifüÙe oder Tennisbälle drunterzulegen. Damit verhindert man Gedröhn und heftige Proteste des Untermieters. Die Aufstellung

der Box ist ein paar Experimente wert, eigentlich aber unkritisch. Am besten sollte man den Subwoofer in die Mitte zwischen den beiden Satelliten stellen. Auch kann es nicht schaden, den Baß etwas vor den Satelliten zu plazieren, weil die im Filter auftretenden Verzögerungen theoretisch eine Differenz von 1,10 m ausmachen.

Sicherheitshalber sei auch noch einmal darauf hingewiesen, daß bei einer Anordnung wie in Bild 4a die Widerstände R1 und R2 vergrößert werden müssen. Der Richtwert ist etwa 560 kΩ, aber das hängt auch von der Ausgangsspannung des Verstärkers ab. Also ausprobieren.

Nun noch ein wenig Hilfestellung bei der

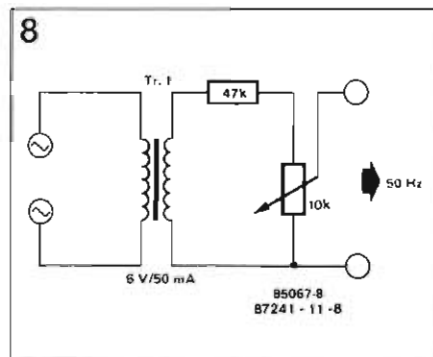


Bild 8. Wenn man keinen Tongenerator hat, kann man sich mit dieser einfachen Schaltung sehr gut helfen.

Berechnung des Filterkondensators, der in Reihe zu den Satelliten geschaltet werden muß. Dafür nimmt man einfach die Formel zur Berechnung einer 6-dB-Weiche:

$$C = \frac{1}{2 \pi \cdot Z \cdot f_x}$$

worin man für f_x eine Eckfrequenz von 100 Hz, für Z entweder die Impedanz der Satelliten (Bild 4a), oder die Eingangsimpedanz des Endverstärkers (Bild 4b) einsetzen muß. Im ersten Fall kommen wir bei einer Lautsprecherimpedanz von 8 Ohm auf einen Filterkondensator von 200 µF, bei 4 Ohm sind es 400 µF. Das bedeutet entweder einen großen bipolaren Elko oder zwei in Reihe geschaltete normale Elkos — sozusagen ein selbstgebauter bipolarer Elko. Es ist sehr ratsam, diesem Elko noch einen guten Folienkondensator mit ungefähr 1 µF parallel zu schalten, um die Eigenschaften des Filterkondensators zu verbessern.

Wenn der Kondensator wie in Bild 4b zwischen Vor- und Endverstärker sitzt, kommt man mit einem viel kleineren Wert aus. Bei Mini-Crescendo mit seinen 30 k Eingangsimpedanz ist der Wert 56 nF; für den Crescendo ergibt sich bei 25 k ein Kondensatorwert von 68 pF.

So jetzt sind wir durch, mehr fällt uns im Moment auch nicht ein. Viel Spaß also beim Nachbauen und Zuhören. **M**

HARD

Test stereoplay Spitzenklasse!

HiFi-Lautsprecher
Auto-Lautsprecher
Lautsprecher-Bausätze

AUDAX
SIARE

- Super in Sound, Styling
- und Preis — das kann man
- schon laut sprechen!

Unterlagen gegen DM 5 in Schein oder Briefmarken. Lieferung sofort ab Lager.

Alleinvertrieb für die BRD:
Proraum Vertriebs GmbH
Postfach 101003
4970 Bad Oeynhausen 1
Telefon 05221/3061
Telex 9724842 kro d
24-Std-Telefon-Service!

nur in Hamburg

Open Air

AKTUELLES auf 100 qm VERKAUFSFLÄCHE vorrätig!

und viel Zubehör

Audax
Beyma
Celestion
Dynaudio - EV
Emil - eton - Focal
H + H - Harman Kardon
Intertechnik - JRI

PSL 320/400 mit Beschichtung nur DM 389,00

Isophon - KEF
Lowther - Magnat
Magnetostaten
MD - Matsushita
Quad - Sipe
Scan Speak
Siare
TDL - Vifa
Visaton
Seas

Dolomit II
Pyramide
kompl. Bausatz
incl. Gehäuse
42 cm hoch, DM 235,-
Bass 17 cm Ø
und Audax HD100

BEWÄHRTE LAUTSPRECHERSYSTEME
in 2000 Hamburg 13 · Rentzelstr. 34
Tel.: 040/44 58 10

Bitte Katalog anfordern DM 5,-. Sofortversand auch ins Ausland.
Garantie auf alle Artikel.