

Pre-sonant

Bedingt durch die neue Technik der elektro-akustischen Signalumsetzung (Sonant, siehe an anderer Stelle dieser Ausgabe) gelten auch für das Steuergerät neue Maßstäbe. Als Bindeglied zwischen Signalquelle und Sonant ist ein Presonant in die Übertragungskette aufzunehmen. Der hier angegebene Presonant erfüllt die EQUA-Norm, er ist gleichermaßen als "klassischer" Vorverstärker zu jedem Qualitäts-Endverstärker zu verwenden. Ein praktischer Test des Presonant an einer Sonant-(Stereo-)Anlage bestätigte die Meßergebnisse.

Der Presonant weist vier, mit Tastenschalter anwählbare Eingänge auf, ein Eingang steuert einen Entzerrer-Vorverstärker für magnetische Tonabnehmer. Der Frequenzgang dieses Vorverstärkers läßt sich auch recht einfach linearisieren, damit ergibt sich ein Eingangsverstärker für dynamische Mikrofone.

Der gesamte Presonant in Stereoausführung ist zusammen mit dem Eingangswahlschalter und den Potentiometern für Lautstärke-, Klang-, Balance- und Basisbreiteneinstellung auf einer Platine untergebracht. Die technischen Daten des Vorverstärkers sind in Tabelle I zu finden.

Für die Ausgangsstufe sind zwei verschiedene Ausführungen vorgesehen (Klasse A oder Klasse B), doch dürfte die Ausführung in Klasse A-Einstellung wegen des sehr niedrigen Klirrfaktors Vorrang genießen.

Ein niedriger Ausgangswiderstand ($1,1 \Omega$) erweist sich besonders dann als vorteilhaft, wenn zwischen Presonant und Sonant längere Verbindungsleitungen notwendig sind. Wegen der niedrigen Ausgangsimpedanz machen sich eingestreute Störungen nicht bemerkbar.

Da die guten Eigenschaften des Presonants hinsichtlich Stabilität, Klirrfaktor und Signal/Rauschverhältnis in starkem Maß von der Qualität der verwendeten Bauelemente abhängen, sind Abweichungen von den in der Stückliste angegebenen Werten und Typen nicht zulässig. Die Toleranz der Widerstände sollte nicht schlechter als 5% sein, bei den Kondensatoren sind nur Abweichungen (nach oben) bezüglich der Arbeitsspannung zugestanden. Vor der Verwendung dubioser Halbleiter wird ausdrücklich gewarnt; es ist empfehlenswert nur einwandfreies, mit Typen- und Firmenstempel versehenes Material zu verwenden.

Blockschaltbild

Die Beschreibung der einzelnen Stufen gilt jeweils für einen Kanal, der Aufbau

beider Kanäle der Blockschaltung (Bild 1) ist gleich.

Ein Vorverstärker für magnetische Tonabnehmer mit einer Eingangsempfindlichkeit von 3 mV bildet die erste Stufe, auf die der Eingangswahlschalter folgt. Es sind drei weitere Eingänge für den wahlweisen Anschluß von Tonbandgerät, Kristalltonabnehmer, Tuner und/oder Mischpult vorhanden.

Das vom Wahlschalter kommende Signal gelangt an eine Anpassungsstufe, die vornehmlich dazu dient, die Eingangsimpedanz auf 200 k Ω zu erhöhen. Zwischen der Anpassungsstufe und Balancestufe ist der Lautstärkeinsteller angeordnet.

Der Ausgang der Balancestufe ist in Gleichspannungskopplung mit dem Spannungsverstärker verbunden, dem die Steuerstufe nachgeschaltet ist, welche die Ausgangsstufe ansteuert.

Die Klangeinstellung erfolgt mit Hilfe eines Gegenkopplungsnetzwerks, das von dem Ausgang der Steuerstufe auf den Eingang des Spannungsverstärkers führt.

Entzerrer-Vorverstärker

Das Schaltbild des konventionell ausgelegten Entzerrer-Vorverstärkers ist in Bild 2 zu finden. Eine Ausnahme bildet der aufgeteilte Emitterwiderstand von T_2 , an dessen nicht überbrückten Teil Gegenkopplung stattfindet. Die mit T_2 erzielbare Stufenverstärkung wird durch das Verhältnis $R_8 : R_5$ bestimmt.

Der Vorverstärker ist so dimensioniert, daß auch bei sehr empfindlichen magnetischen Tonabnehmern keine Übersteuerung auftritt, andererseits sorgt der relativ hohe Gleichstromwiderstand im Emitterkreis von T_2 für stabile Arbeitsweise des Verstärkers bei niedriger Speisespannung (minimal 6 V). Die Widerstände R_4 und R_7 sowie die Kondensatoren C_2 und C_3 in Bild 2 bilden das Gegenkopplungsnetzwerk zur Entzerrung der RIAA-Schneidkurve. Wird für den Vorverstärker ein

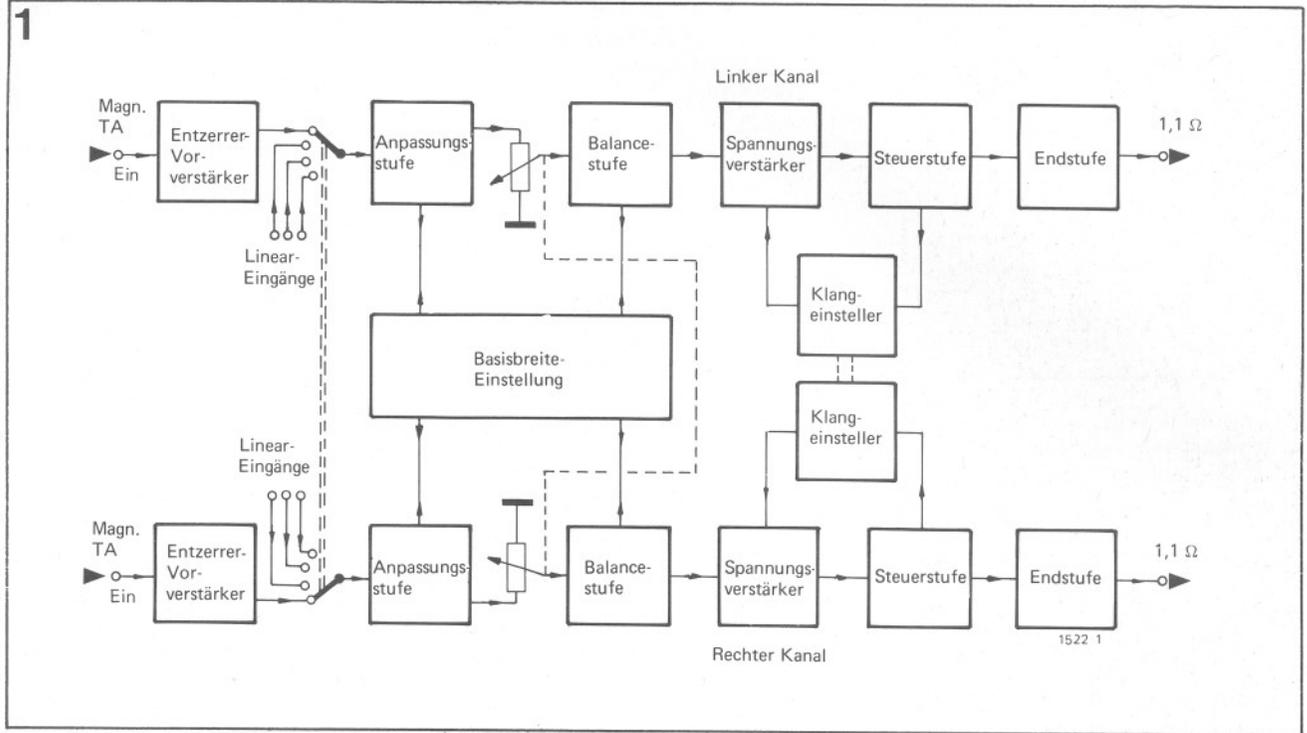
Tabelle I. Die wichtigsten Kenndaten des Verstärkers. Die Messung des Signal/Rauschverhältnisse erfolgte bei maximaler Höhenanhebung, die Messung des Brummspannungsabstandes wurde bei maximaler Baßanhebung vorgenommen.

Bild 1. Blockschaltung des vollständigen Presonant mit beiden Kanälen. Zwischen den Kanälen liegt die Basisbreiteneinstellung.

Bild 2. Schaltung des Entzerrer-Vorverstärkers für magnetische Tonabnehmer. In der Emittenerleitung von T₂ liegt ein zusätzlicher Widerstand, er gewährleistet einwandfreie Funktion auch bei einer Speisespannung von nur 6 V.

Tabelle I.

Frequenzbereich: 16 Hz ... 22 kHz (1 dB) und 16 Hz ... 100 kHz (3 dB)
 Klangeinstellung Bässe: +20 dB ... -16 dB (50 Hz)
 Klangeinstellung Höhen: +18 dB ... -14 dB (12,5 kHz)
 Balance: ± 10 dB
 Eingangsempfindlichkeit Entzerrer-Vorverstärker: 3 mV ($u_{eff\ aus} = 1\text{ V}$)
 Eingangsimpedanz: 47 k
 Eingangsempfindlichkeit Lineareingänge: 160 mV ($u_{eff\ aus} = 1\text{ V}$)
 Eingangsimpedanz: 150 k
 Ausgangsimpedanz: 1,1 Ω
 Ausgangsspannung: $u_{eff\ max} = 1,5\text{ V}$
 Signal/Rauschverhältnis: > 78 dB
 Brummspannungsabstand: > 70 dB
 Speisespannung: +12 V
 Gesamtstromaufnahme: 250 mA
 Gesamtklirrfaktor: < 0,03%

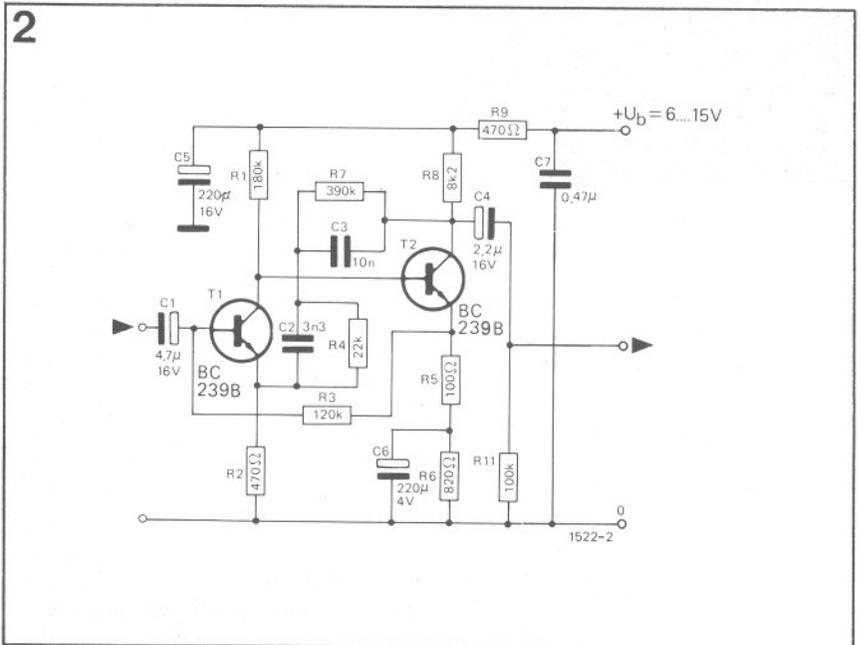


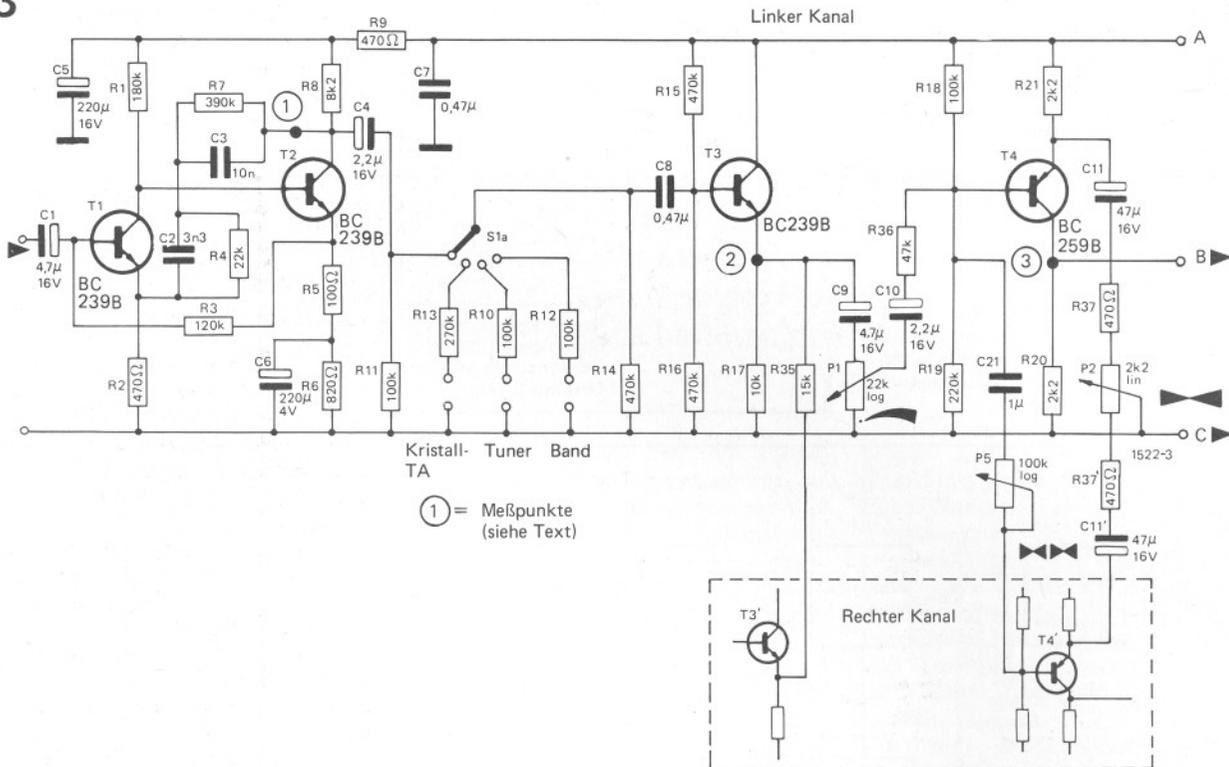
linearer Frequenzgang gefordert (Mikrofonvorverstärker), so ist das Korrekturnetzwerk durch einen Widerstand zu ersetzen, der bei 3 mV Eingangsempfindlichkeit mit 120 k zu bemessen ist. Dieser Widerstandwert verringert sich auf 27 k für 20 mV Eingangsempfindlichkeit.

Die Speisespannung wird dem Verstärker über ein zusätzliches Entkoppelglied (R_9/C_5) zugeführt, hochfrequente Störungen werden mit dem induktionsarmen Kondensator C_7 kurzgeschlossen.

Steuerverstärker

Die Teilschaltung (Bild 3) zeigt links vom Wahlschalter den Entzerrer-Vorverstärker und auf der rechten Seite Eingangs- und Balancestufe des Steuerverstärkers. Das Ausgangssignal des Entzerrer-Vorverstärkers wird gleichstromfrei über C_4/R_{11} ausgekoppelt, um Schaltklicken zu vermeiden.





Bei offenem Schalter beträgt der Eingangswiderstand des Steuerverstärkers (über R_{14}) etwa 150 k, die Vorschaltwiderstände R_{10} , R_{12} und R_{13} erhöhen die Eingangsimpedanz des Kristall-TA-Eingangs auf etwa 430 k, während sich für Tuner- und Tonband-Eingang etwa 250 k ergeben. Die in der Schal-

tung für die Vorwiderstände angegebenen Werte sind als Dimensionierungsvorschlag zu betrachten, sie können entsprechend den angeschlossenen Tonfrequenzquellen verändert werden. Die Anordnung von Vorwiderständen hat den zusätzlichen Vorteil, daß sie bei zwei gleichzeitig gedrückten Tasten

die beiden Signalquellen entkoppeln, während zugleich die Mischung beider Eingangssignale stattfindet.

Der Eingangstransistor des Steuerverstärkers (T_3) ist als Emitterfolger geschaltet, von hier gelangt das Tonfrequenzsignal an den Lautstärkeinsteller (P_1). Die an P_1 abgegriffene

Stückliste zu den Bildern 3, 4, 6 und 8

Halbleiter:

$T_1, T_2, T_3, T_5, T_6, T_7$ = BC239B, BC239C, BC109B, BC109C
 T_4 = BC259B, BC259C, BC179B, BC179C
 T_8 = entfällt (BC259B, BC328B)
 T_9 = 2N1613, BD 135 (BC239B, BC238B)
 D_1 = Drahtbrücke (BAY61, BA127, BA227)

Potentiometer:

P_1 = 22 k log. Stereo
 P_2 = 2k2 lin. Mono
 P_3 = 22 k antilog. Stereo
 P_4 = 4k7 antilog. Stereo
 P_5 = 100 k log. Mono

Sollen die Klangeinsteller P_3, P_4 im üblichen Drehsinn betätigt werden (Rechtsdrehen: Anhebung, Linksdrehen: Absenkung), so sind antilogarithmische Potentiometer zu verwenden. Geeignet sind auch solche logarithmischen Potentiometer, deren Achse sich abziehen und von der (ursprünglichen) Rückseite einstecken läßt.

Widerstände:

R_1 = 180 k
 R_2, R_9, R_{30}, R_{33} = 470 Ω
 R_3 = 120 k
 R_4 = 22 k
 R_5, R_{27} = 100 Ω
 R_6 = 820 Ω
 R_7 = 390 k
 R_8 = 8k2

$R_{10}, R_{11}, R_{12}, R_{18}$ = 100 k
 R_{13} = 270 k
 R_{14}, R_{15}, R_{16} = 470 k
 R_{17} = 10 k
 R_{19} = 220 k
 R_{20}, R_{21} = 2k2
 R_{22} = 1k
 R_{23} = 3k9
 R_{24} = 68 Ω
 R_{25} = 18 Ω (22 Ω)
 R_{26} = entfällt (22 Ω)
 R_{28} = 1 Ω
 R_{29} = 120 Ω (1 Ω)
 R_{31} = 100 Ω
 R_{32} = 270 Ω
 R_{34} = 15 Ω
 R_{35} = 15 k
 R_{36} = 47 k
 R_{37} = 470 Ω

Condensatoren:

C_1, C_9, C_{18} = 4 μ 7, 16 V
 C_2 = 3n3
 C_3 = 10 n
 C_4, C_{10} = 2 μ 2, 16 V
 C_5 = 220 μ , 16 V
 C_6 = 220 μ , 4 V
 C_7, C_8 = 0,47 μ
 C_{11} = 47 μ , 16 V
 C_{12} = 220 μ , 10 V
 C_{13} = 1 n
 C_{14} = 1000 μ , 16 V
 C_{15} = 10 μ , 16 V
 C_{16} = 22 n
 C_{17} = 0,68 μ
 C_{19} = 470 μ , 6,3 V
 C_{20} = 0,39 μ
 C_{21} = 1 μ (kein Elko)
 C_{22} = 470 μ , 16 V

Schalter:

Tastensatz mit vier Schiebetasten, je Taste 4 x Um, Shadow Typ F
 Netztrafo: sekundär 20 ... 24 V/500 mA

Die in der Stückliste eingeklammerten Werte gelten für die in Klasse B eingestellte Ausgangsschaltung nach Bild 8 (Klirrfaktor etwa 0,1%), alle anderen Werte der Stückliste beziehen sich auf die in Klasse A eingestellte Endstufe nach Bild 4 (Klirrfaktor unter 0,03%).

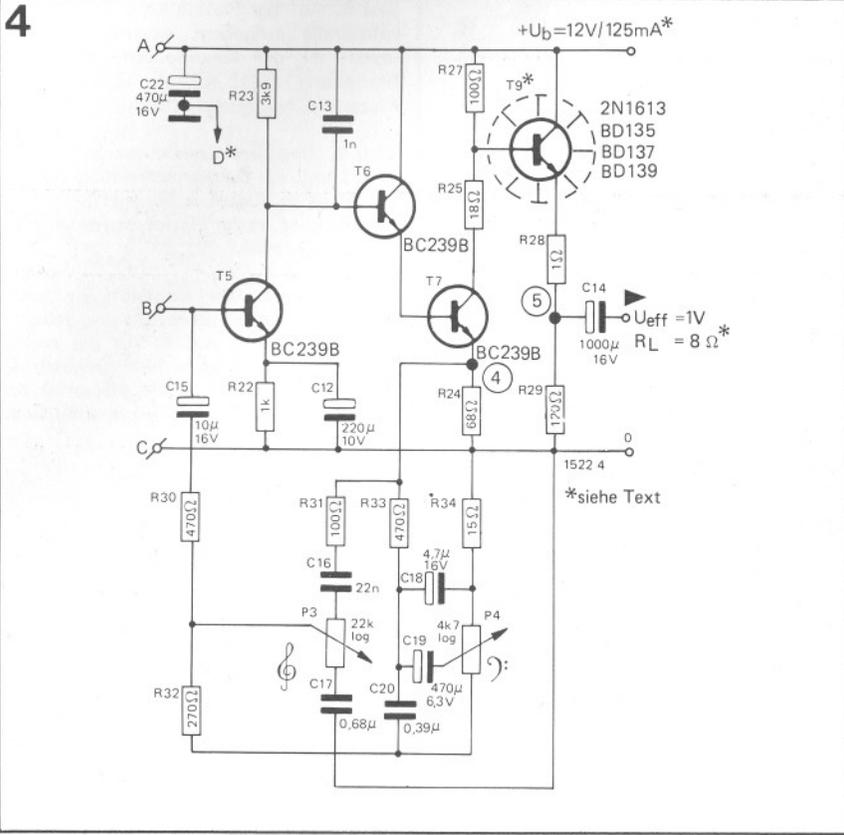


Bild 3. Schaltung des Resonants (ohne Klangeinstellung und Ausgangsstufe). Mit S_{1a} ist der Eingangswahlschalter bezeichnet, die Potentiometer P_1 , P_2 und P_5 dienen zur Lautstärke-, Balance- bzw. Basisbreite-Einstellung.

Bild 4. Klangeinsteller und Ausgangsstufe, die zur Erzielung eines niedrigen Klirrfaktors ($< 0,03\%$) in Klasse A eingestellt ist. Die Schaltungspunkte A, B und C korrespondieren mit den gleichnamigen Punkten in Bild 3.

Spannung steuert über C_{10} und R_{36} die Balancestufe mit T_4 . Befindet sich der Schleifer des Balanceeinstellers P_2 in Mittelstellung, so herrscht Gleichgewicht zwischen dem linken und rechten Kanal des Vorverstärkers. Da die Verstärkung der Balancestufen von dem Verhältnis Kollektorwiderstand zu Emitterwiderstand abhängt, ergibt sich bei Veränderung der Schleiferstellung von P_2 eine gegenläufige Verstärkungsänderung in den Balancestufen des rechten und linken Stereokanals. Die Stellung des Schleifers von P_2 beeinflusst den Wert des Emitterwiderstandes, da R_{37} und der an P_2 eingestellte Widerstandswert wechselstrommäßig parallel zum Emitterwiderstand R_{21} liegen.

Linker und rechter Kanal sind zusätzlich über den Widerstand R_{35} sowie über C_{21}/P_5 miteinander verkoppelt; auf diese Weise erfolgt die Einstellung der Basisbreite. Mit P_5 in Mittelstellung ergibt sich normale Stereowiedergabe; ist P_5 überbrückt (Schleifer an C_{21}), so hat das Monowiedergabe zur Folge. Größte Basisbreite (Superstereo) ergibt sich, wenn der volle Widerstandswert von P_5 wirksam ist, wenn sich also der Schleifer von P_5 in Anfangsstellung befindet.

Die Anschlußbezeichnungen A, B und C in Bild 3 korrespondieren mit den Bezeichnungen in den Bildern 4 bzw. 8. Übereinstimmend bezeichnete Anschlußpunkte sind miteinander ver-

bunden, A bezeichnet die Speisespannung, B den Signalausgang der Balancestufe und C die Nulleitung. Die eingekreisten Ziffern in Bild 3 bezeichnen Meßpunkte, deren Bedeutung später noch erläutert wird.

Klangeinstellung und Ausgangsstufen

Die Schaltung des Klangeinstellers mit nachfolgender Steuer- und Ausgangsstufe ist in Bild 4 angegeben. In diesem Teil arbeitet die mit T_5 aufgebaute Stufe als Spannungsverstärker. Der Parallelkondensator (C_{13}) zum Kollektorwiderstand von T_5 erhöht die Stabilität der Schaltung, er verhindert hochfrequente Schwingneigung. Der Transistor T_5 steuert zwei Transistoren in Darlingtonschaltung (T_6/T_7), damit wird die Belastung von T_5 auf ein Mindestmaß reduziert. Die Verstärkung von T_7 ist relativ niedrig, sie entspricht dem Verhältnis $R_{27} : R_{24}$; der Kollektorstrom von T_7 beträgt etwa 50 mA. Die Klangbeeinflussung erfolgt in einem Gegenkopplungsnetzwerk, das vom Emitter des Transistors T_7 auf die Basis von T_5 zurückführt. Die Dimensionierung des Gegenkopplungsnetzwerks weicht von den "Standardwerten" ab, das Netzwerk wurde verhältnismäßig niederohmig ausgelegt, um die Einflüsse der Störstrahlung gering zu halten.

Die Stellung von P_4 beeinflusst die Verstärkung der Bässe, während sich mit P_3 die Verstärkung im Bereich der hohen Töne einstellen läßt.

Wird die Höhenanhebung als zu kräftig empfunden, so schafft ein Widerstand von 47Ω Abhilfe, er wird zwischen C_{17} und Nulleiter angeordnet. Eine Verringerung des Wertes von R_{34} bewirkt eine stärkere Anhebung der Bässe, allerdings ist damit eine Asymmetrie der Baßeinstellung verbunden.

Die Ausgangsstufe ist mit dem Transistor T_9 aufgebaut, sie arbeitet in Klasse A-Einstellung, um die Verzerrungen so niedrig wie möglich zu halten. Der Emitterstrom von T_9 beträgt etwa 70 mA, der Widerstand R_{28} in der Emitterleitung von T_9 erhöht die Stabilität der Stufe. Das an C_{14} ausgekoppelte Ausgangssignal kann sowohl zur Steuerung von Leistungsendverstärkern als auch zur Versorgung mehrerer Stereokopfhörer dienen. Bei Verwendung niederohmiger Kopfhörer ($4 \Omega \dots 32 \Omega$) ist ein Serienwiderstand von $15 \Omega \dots 27 \Omega$ in der Kopfhörerezuleitung erforderlich um Übersteuerung zu verhindern.

Auch evtl. vorgesehene Aussteuerungsanzeiger können vom Verstärker gesteuert werden, eine diesbezügliche Schaltung, zusammen mit elektronischem Sensorschalter für die Speise-

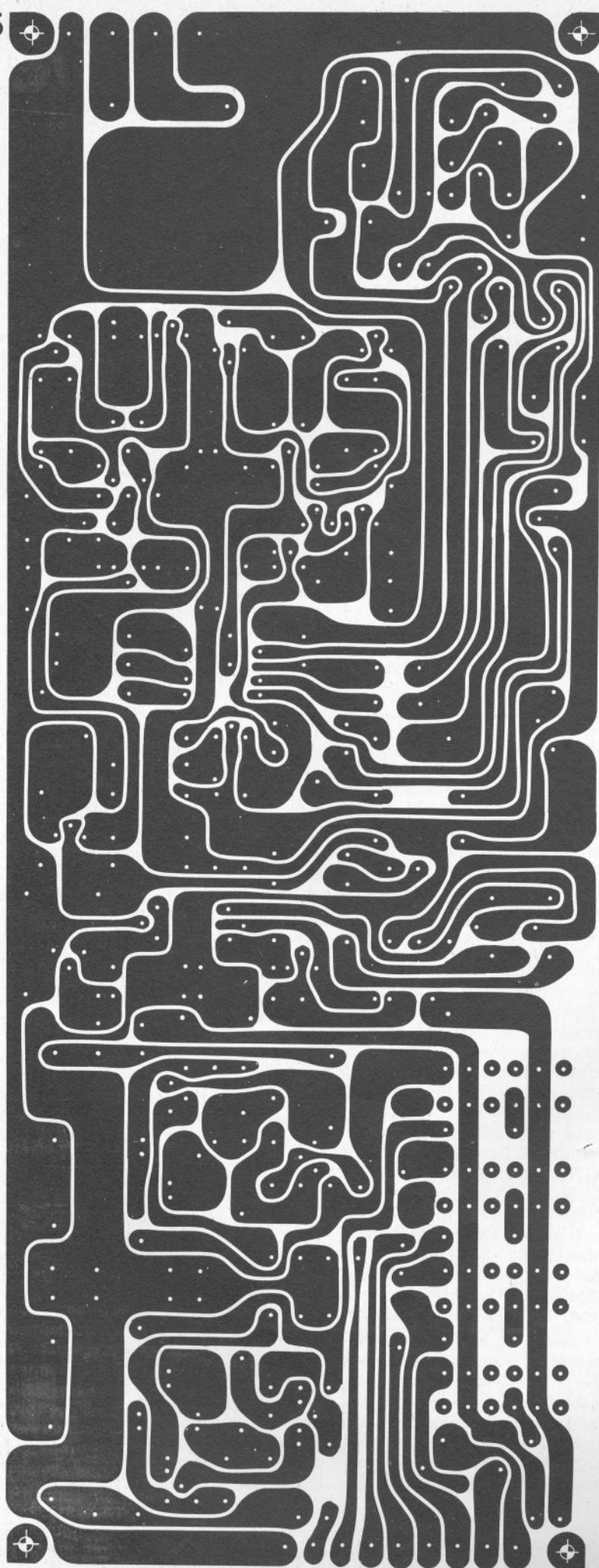


Bild 5. Auf der Platine kann der Presonant vollständig aufgebaut werden, und zwar sowohl mit der Ausgangsstufe in Klasse A-Einstellung (Bild 4), als auch mit der Klasse B-Ausgangsstufe (Bild 8).

Bild 6. Bestückungsplan (nach Schaltung Bild 3 und 4). Da wahrscheinlich der Ausgangsstufe in Klasse A zumeist der Vorzug gegeben wird, ist der Platinaufdruck dieser Version angepaßt.

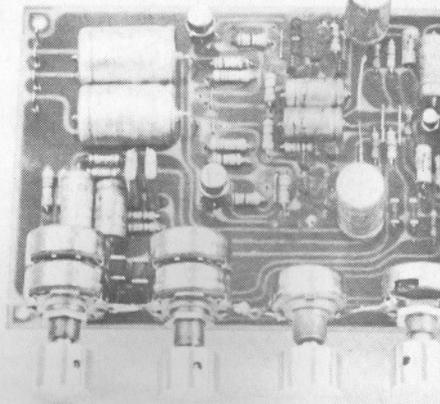
Bild 7. Foto einer komplett bestückten Platine, der Aufbau entspricht den Schaltungen nach Bild 3 und 4. An der rechten Schmalseite der Platine befinden sich alle Eingangsanschlüsse, die Anschlüsse für Ausgangsbuchsen sowie Speisespannung liegen an der linken Seite.

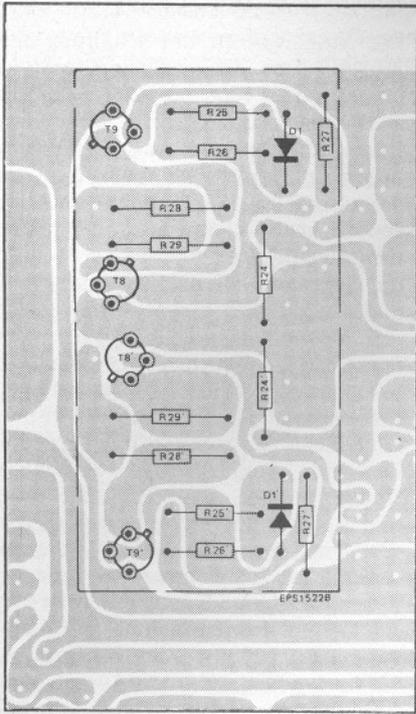
spannung befindet sich in Vorbereitung. Die mit 125 mA angegebene Stromaufnahme gilt für einen Kanal. Bei dem negativen Belag von C_{22} ist ein zusätzlicher Anschluß D angegeben, dieser Punkt wird auf der Printplatte direkt mit dem Nulleiter der Platine verbunden. Durch diese Maßnahme ergibt sich eine starke Verringerung des (sowieso schon niedrigen) Rauschpegels.

Platine

Das Layout der Printplatte für den gesamten Presonant in Stereoausführung ist in Bild 5 gezeigt, während Bild 6 den Bestückungsplan der Platine für die Schaltung nach den Bildern 3 und 4 angibt. Bei den Ausgangsstufen befinden sich Drahtbrücken sowie unbenutzte Bohrungen, die benötigt werden, wenn die Platine zum Aufbau einer Ausgangsstufe in Klasse B-Ein-

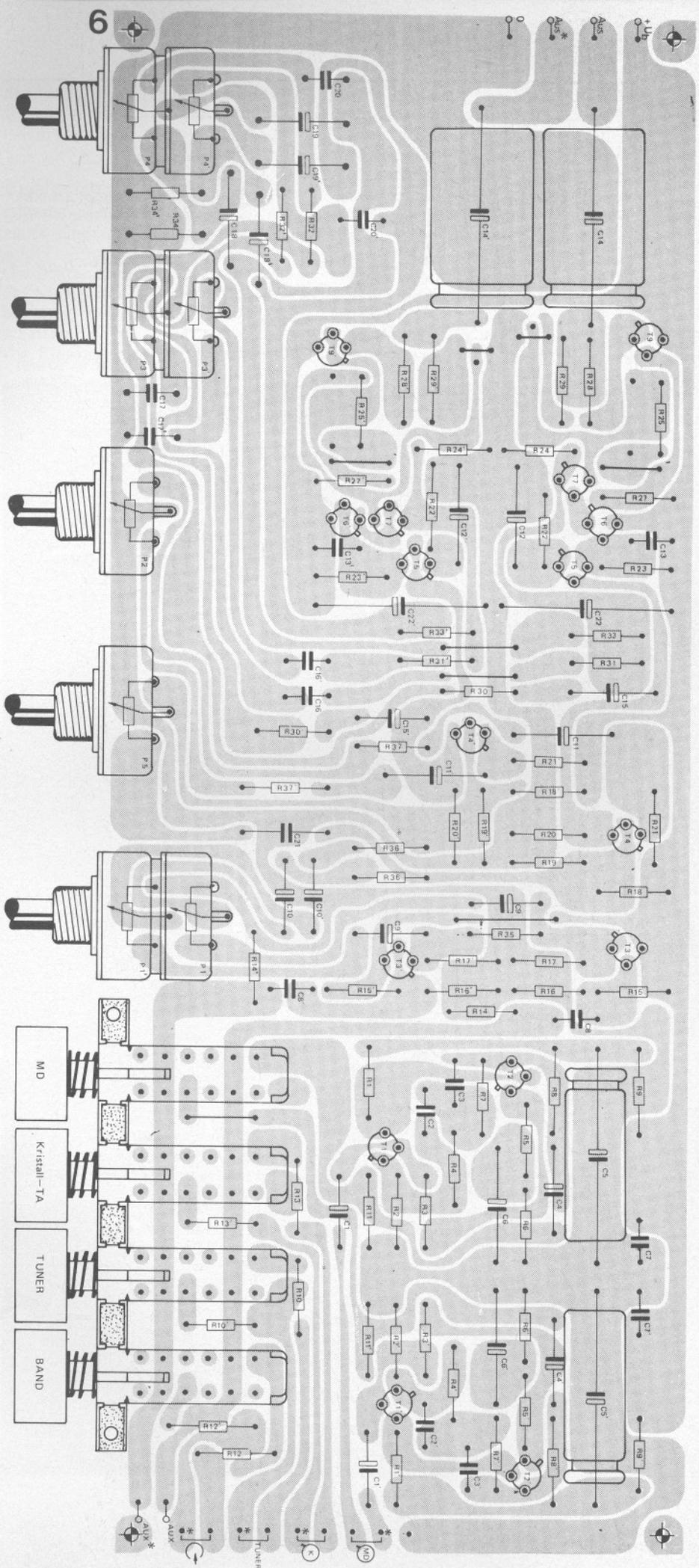
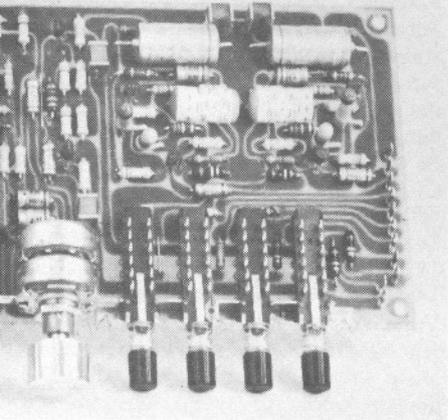
7

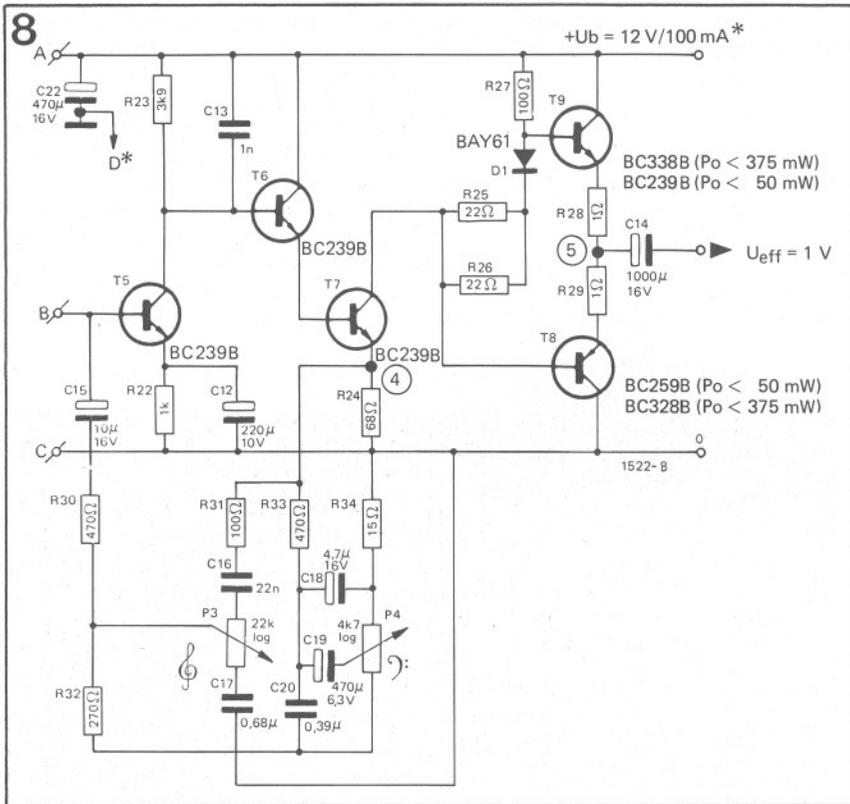




stellung dienen soll. Diese Endstufe wird an anderer Stelle des Artikels noch näher besprochen. Da aber die Ausgangsstufenschaltung nach Bild 4 vorzuziehen ist, bezieht sich der Aufdruck der Bestückungsseite der Platine auch auf diese Schaltung.

Das Foto (Bild 7) zeigt eine fertig bestückte Platine entsprechend den Schaltungen Bild 3 und 4. Die Anschlußpunkte für Speisespannung und Ausgangsleitungen befinden sich an der linken Schmalseite der Platine, die Anschlüsse für die Eingänge sind an der rechten Schmalseite zu finden. Auch die Potentiometer und der Tastenschalter befinden sich auf der Platine. Sofern keine Potentiometer in Printausführung erhältlich sind, erfolgt die Verbindung von Potentiometern und Platine mittels Schaltdraht ($\approx 1 \text{ mm } \phi$). Wegen ihrer relativ großen Abmessungen müssen einige Kondensatoren stehend montiert werden.





Klasse B-Ausgangsstufe

Die Ausgangsstufe der Schaltung nach Bild 8 ist in Klasse B eingestellt, sie unterscheidet sich von der Schaltung nach Bild 4 durch niedrigeren Ruhestrom, aber höhere Ausgangsleistung. Allerdings weist sie gegenüber der A-Endstufe nach Bild 4 auch einen um den Faktor 4 erhöhten Klirrfaktor auf (etwa 0,1%).

Im Gegensatz zu der Schaltung nach Bild 4 weist Bild 8 eine Ausgangsstufe auf, die mit einem komplementären Transistorpaar bestückt ist (T₈/T₉). Je nach der verlangten Ausgangsleistung sind in der Schaltung zwei unterschiedliche Bestückungsmöglichkeiten für die Ausgangsstufe angegeben. Weiter enthält die Schaltung nach Bild 8 außer unterschiedlicher Dimensionierung gegenüber Bild 4 noch die zusätzlichen Bauelemente R₂₆ und D₁. Wegen der Klasse B-Einstellung beträgt die Gesamtstromaufnahme pro Kanal nur noch 100 mA, der Mindestwert des Lastwiderstandes am Ausgang darf 4 Ω betragen. Bild 9 zeigt Details einer nach Bild 8 bestückten Platine.

Anforderungen an die Stromversorgung

Praktische Erfahrungen zeigten, daß die Stabilität des Resonanz in erheblichem Umfang von der Qualität der Stromversorgung abhängt. Daher ist als Speisegerät die im Aprilheft '73 beschriebene PLUS-Stromversorgung zu empfehlen. Die Platine dieser hochwertigen Stromversorgung ist so ausgelegt, daß ihre Bestückung dem jeweiligen Verwendungszweck angepaßt werden kann.

Die Werte der Bauelemente für die im vorliegenden Fall erforderliche Bestückung sind in Tabelle II angegeben. Dabei ist zu beachten, daß zusätzlich ein externer Elko (C_x = 4700 μ) erforderlich ist und daß der Transistor T₁₀ entfällt.

Der Steuertransistor T₉ benötigt ein Kühlblech, dessen Oberfläche etwa 14 cm² betragen muß. Weiterhin ist zu beachten, daß das Gehäuse des externen Elkos nicht in galvanisch leitender Verbindung zum Chassis stehen darf. Der Pluspol des Kondensators wird mit dem hierfür vorgesehenen Anschluß auf der Platine verbunden, der Minuspol des externen Elkos ist direkt mit dem Minuspol des Elkos C₁ auf der Stromversorgungsplatine zu verbinden.

Die Speisespannung kann zwischen 12 V und 16 V betragen, optimal ist 14,5 V. Die Gesamtstromaufnahme des Verstärkers liegt um 250 mA. Wird ein Netztrafo gewählt, der sekundärseitig etwa 20 V ... 24 V und 0,5 A liefern kann, so reicht das für die

9

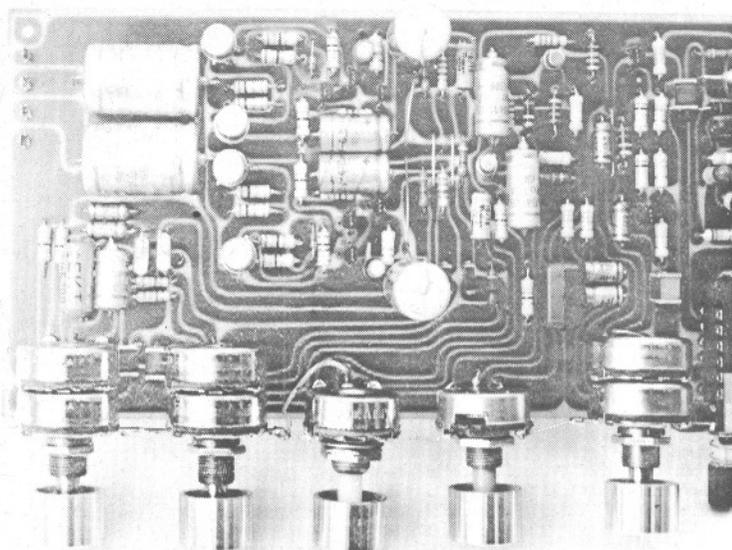


Tabelle II.

Widerstände:

R ₁	= 10 k
R ₂	= 470 Ω
R ₃ , R ₄	= 1 Ω
R ₅	= 27 k
R ₆	= 68 Ω
R ₇	= 180 Ω
R ₈	= 100 Ω
R ₉	= 2k7
R ₁₀	= 18 k
R ₁₁	= 22 k
P ₁	= 22 k

Kondensatoren:

C ₁ , C ₃	= 1000 μ, 25 V
C ₂	= 0,1 μ (induktionsarm)
C ₄	= 470 μ / 6,3 V
C ₅	= 47 μ / 25 V
C _x	= 4700 μ / 25 V (extern, siehe Text)

Halbleiter:

T ₁ , T ₃ , T ₄	= BC179A, BC179B
T ₂ , T ₅ , T ₆ , T ₇ , T ₈	= BC109B, BC239B
T ₉	= BD135, BD137 (kühlen)
D ₁	= Widerstand 100 Ω
D ₂ ... D ₅	= BA127, BAY61
D ₆	= Z-Diode, 5,6 V/250 mW
G	= Brückengleichrichter B25C1000

Bild 8. Die Schaltung des Steuerverstärkers mit der in Klasse B eingestellten Ausgangsstufe. Die Platine kann auch nach dieser Schaltungsversion bestückt werden. Die Anschlüsse A, B und C stimmen mit Bild 3 überein.

Bild 9. Detailfoto der Ausgangsstufe nach Bild 8. Sie weist gegenüber der Schaltung nach Bild 4 höhere Leistung, niedrigeren Ruhestrom, aber höheren Klirrfaktor auf.

Bild 10. Schirmfoto eines Oszillogrammes der Ausgangsspannungen beider Kanäle (oben: links; unten: rechts). Die Frequenz der Rechteckschwingung betrug 1 kHz. Die Klangeinsteller befanden sich in Mittelstellung. Ablenkempfindlichkeit horizontal: 0,2 ms/Skt.; vertikal: 1 V/Skt.

Bild 11. Das Oszillogramm sinusförmiger Ausgangsspannungen ($f = 100 \text{ kHz}$); oberes Bild: rechter Kanal, unteres Bild: linker Kanal. Horizontal: $2 \mu\text{s/Skt.}$; vertikal: 1 V/Skt.

Tabelle II. Stückliste für die Bestückung der "PLUS"-Stromversorgungsplatine, speziell dimensioniert für die Speisung des Resonants.

Wegen der niedrigen Leistungsaufnahme entfällt der normalerweise vorgesehene Transistor T₁₀. Um die Brummspannung besonders niedrig zu halten, ist ein zusätzlicher Siebkondensator C_x vorhanden.

Speisung des Verstärkers und der Aussteuerungsmesser einschließlich Beleuchtung aus.

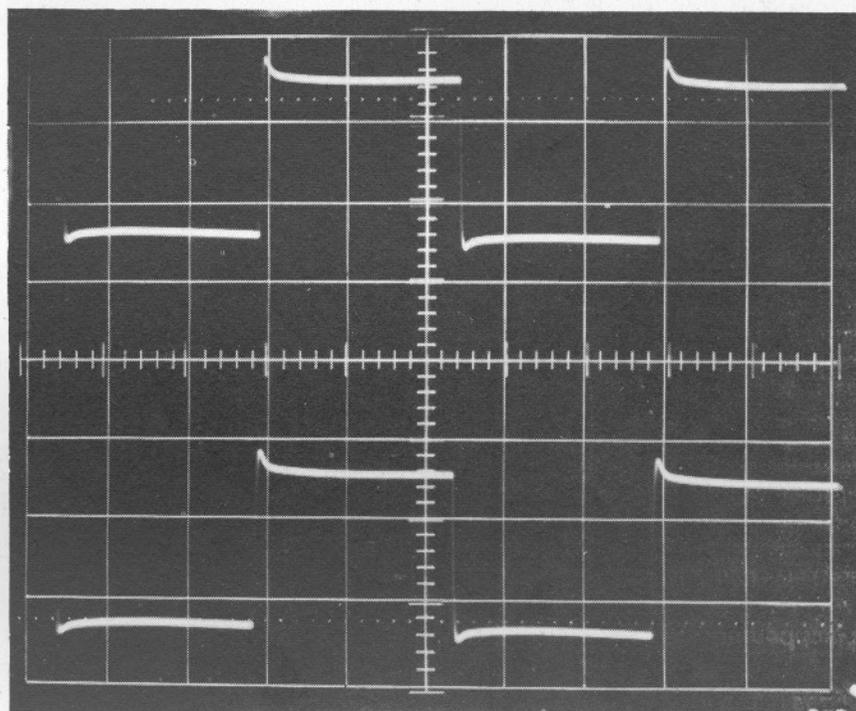
Eigenschaften

Die wichtigsten Kennwerte des Resonants sind in Tabelle I zusammengefaßt. Einige Bildschirmfotos von Oszillogrammen, die bei der Prüfung des Verstärkers aufgenommen wurden, beweisen die ausgezeichneten Eigenschaften.

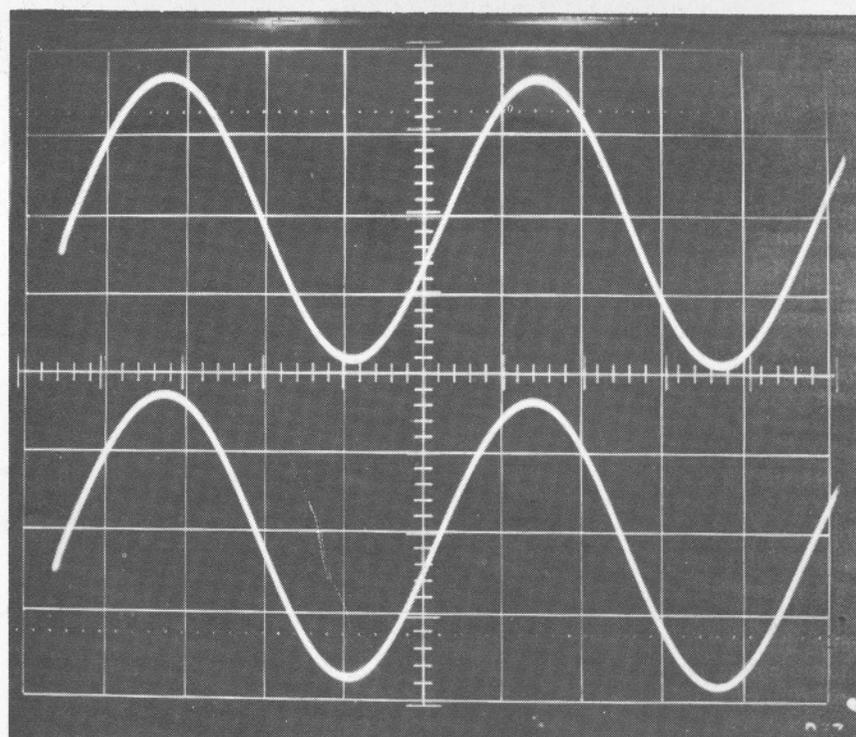
Die Eingangsspannung in Bild 10 war

eine "saubere" Rechteckschwingung mit der Frequenz 1 kHz. Der obere Schwingungszug in Bild 10 stellt die Ausgangsspannung des linken Kanals, der untere Schwingungszug die Ausgangsspannung des rechten Kanals dar. Das Foto weist einen geradlinigen Frequenzgang aus, der bei hohen Frequenzen geringfügig ansteigt. Beide Signale sind bei Mittelstellung von Klang- und Balanceinsteller aufgenommen.

Bild 11 zeigt die Ausgangsspannungen beider Kanäle bei sinusförmiger Ein-



10



11

12

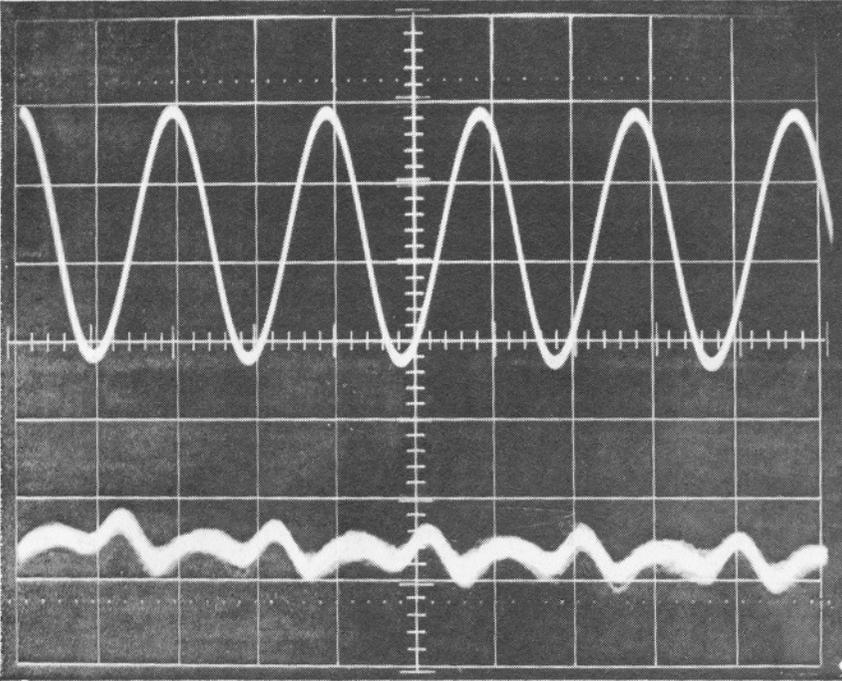


Bild 12. In der oberen Bildhälfte: Eingangssignal linker Kanal, $f = 1 \text{ kHz}$. Untere Bildhälfte: Gesamtverzerrungen, gemessen mit dem Klirrfaktormessgerät aus dem Dezemberheft '72.

Obere Bildhälfte horizontal: $0,5 \text{ ms/Skt.}$; vertikal: 1 V/Skt. Untere Bildhälfte horizontal: $0,5 \text{ ms/Skt.}$; vertikal: $0,25 \text{ V/Skt.}$ Aus der Umrechnung des Amplitudenverhältnisses ergibt sich ein Gesamtklirrfaktor von $0,025\%$.

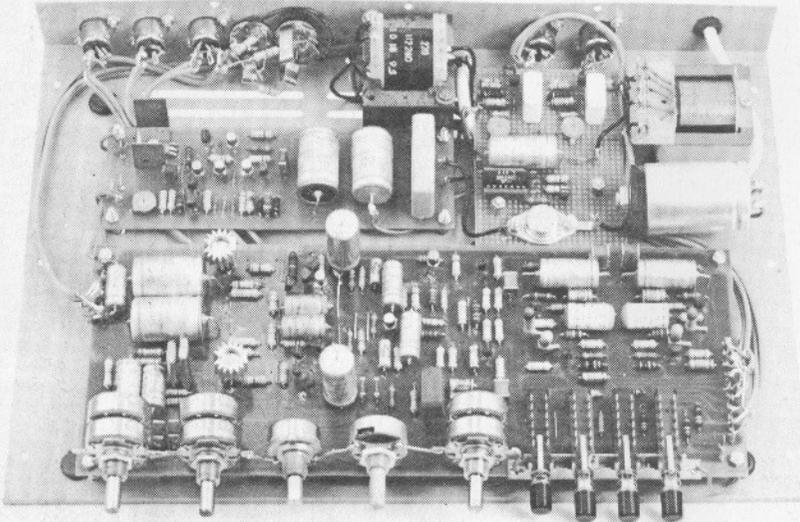
Bild 13. Foto eines Alu-Chassis mit dem fertig montierten Resonant einschließlich Stromversorgung, VU-Meter und elektronischem Einschalter.

Bild 14. Aufbauvorschlag mit optimaler Anordnung der Baugruppen.

Bild 15. Das Chassis nach Bild 13, eingebaut in ein Fertiggehäuse.

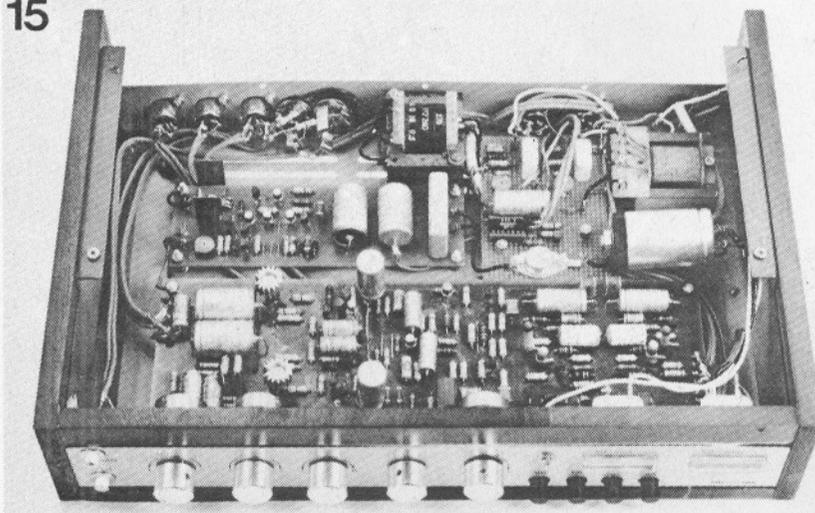
Bild 16. Die Frontplatte wurde mit Abreibebuchstaben (z.B. Edding R 41, Letraset o. ä.) beschriftet und anschließend mit Plastikspray überzogen.

13



gangsspannung ($f = 100 \text{ kHz}$, $U_{SS} = 5 \text{ V}$). Bild 12 gibt Aufschluß über die im Ausgangssignal enthaltenen Verzerrungen. Die Oszillogramme wurden mit Hilfe des im Dezemberheft '72 veröffentlichten Klirrfaktor-Messgerätes in Stellung "Prozentmessung" aufgenommen. Die Ablenkempfindlichkeit betrug bei diesem Oszillogramm horizontal: $0,5 \text{ ms/Skt.}$; vertikal, oberes Bild: 1 V/Skt. ; unteres Bild: 100 mV/Skt. Demnach zeigt das Oszillogramm, daß der Gesamtbetrag der Verzerrungen in der $3,2 \text{ V}$ betragenden Ausgangsspannung bei etwa 80 mV liegt. Damit ergibt sich (umgerechnet) ein Klirrfaktor von $0,025\%$. Aus Bild 12 ist zu erkennen, daß die Verzerrungen hauptsächlich durch die zweite Harmonische verursacht werden.

15



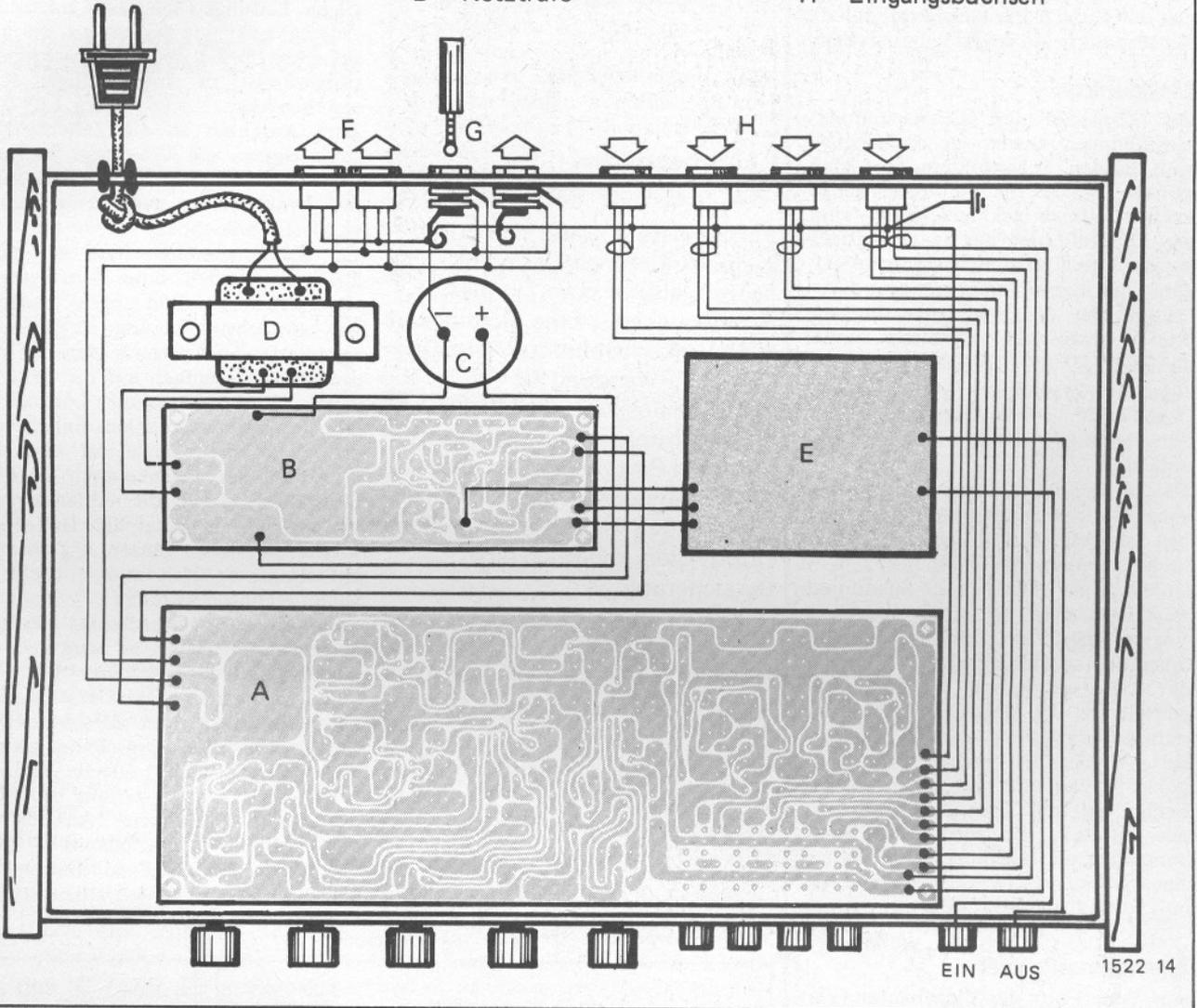
Nachbauhinweise

Eine Aufnahme des auf einem Alu-chassis aufgebauten Resonants zeigt Bild 13, die Anordnung der verschiedenen Baugruppen sowie Hinweise für die Verdrahtung gehen aus Bild 14 hervor. Das Bild zeigt den Verstärker mit der Ausgangsstufe entsprechend Bild 4.

In Bild 13 ist rechts neben der Stromversorgungsplatine eine Montageplatte mit dem Versuchsaufbau der VU-Meter zu erkennen, auf dieser Platte befindet sich auch der elektronische EIN/AUS-Schalter. Der externe Kondensator C_X ist gegenüber dem Chassis isoliert, um Erdungsschleifen zu vermeiden.

Ein- und Ausgangsbuchsen sind an der Rückseite des Chassis zu finden, die

- | | |
|--|--|
| A = Verstärkerplatine | E = Platine VU-Meter, Elektronischer Einschalter |
| B = Platine Plus-Stromversorgung | F = Zu den Endverstärkern |
| C = Zusätzlicher Siebelko C _x | G = Kopfhörer |
| D = Netztrafo | H = Eingangsbuchsen |



Anschlüsse für die Kopfhörer sind über 27 Ω -Widerstände mit dem Verstärker-
ausgang verbunden.

Auf dem Chassis sind für Experimentierzwecke zwei Trafos angebracht, selbstverständlich ist zur Speisung aller Baugruppen nur ein einziger Trafo erforderlich!

Wird die Verdrahtung entsprechend Bild 14 ausgeführt, so ergeben sich die geringsten Störungen (Brumm usw.), die Verbindung von Chassis mit dem Nulleiter der Speisespannung erfolgt nur in unmittelbarer Nähe des empfindlichsten Eingangs, das ist in diesem Fall die Eingangsbuchse für den magnetischen Tonabnehmer.

Das Foto (Bild 15) zeigt das Äußere des in ein Holzgehäuse eingebauten Verstärkers mit VU-Metern und elek-

16



tronischem Einschalter. Die Sensorkontakte sind aus Hohlknoten angefertigt, in die Drähte eingelötet sind. Zur Isolation dienen Röhren aus Plastikmaterial, denen man den ursprünglichen Verwendungszweck (Kugelschreiber!) nicht mehr ansieht. Die Isolierrohre sind so in die Bohrungen der Frontplatte eingesetzt, daß die Sensorpunkte ein wenig hervorstehen.

Meßpunkte

Zur Kontrolle der Gleichspannungseinstellungen sowie zur Fehlersuche sind in den Schaltbildern fünf Meßpunkte angegeben, die durch eingekreiste Ziffern gekennzeichnet sind. Zur Durchführung der Spannungsmessungen eignet sich jedes Universalmeßgerät mit einem Innenwiderstand von 20 k/V. Ist die Speisespannung auf 14,5 V eingestellt, so müssen in der Reihenfolge der Meßpunkte 1...5 folgende Spannungen gemessen werden: 7,5 V, 5,8 V, 3 V, 3,4 V, 8 V. Abweichungen von maximal 10% sind zulässig.

Da von der Balancestufe bis zum Ausgang Gleichspannungskopplung gegeben ist, erfolgt auch ggf. die Fehlersuche beginnend bei Meßpunkt 1. Wird an Meßpunkt 1 der richtige Spannungswert festgestellt, so ist der Entzerrer-Vorverstärker in Ordnung, korrekte Spannung an Meßpunkt 2 gibt an, daß der Arbeitspunkt von T_3 richtig eingestellt ist. An Meßpunkt 3 wird die richtige Einstellung von T_4 kontrolliert. Weicht die Spannung an Meßpunkt 4 vom Sollwert ab, so ist der Fehler bei den Transistoren T_5 , T_6 oder T_7 zu suchen. Ein falscher Spannungswert an Meßpunkt 5 weist auf einen Fehler bei T_9 hin (und/oder T_8 , falls vorhanden).

Nachbemerkungen

Auf dem Foto des eingebauten Verstärkers (Bild 16) wird man vergeblich nach einem Anzeigelämpchen für den Betriebszustand suchen, diese Aufgabe übernehmen die beleuchteten Anzeigeelemente des VU-Meters. Der Schalter neben dem VU-Meter betätigt ein doppelpoliges Reed-Relais in unmittelbarer Nähe des Ausgangsbuchse zu den Endstufen. Damit läßt sich die Steuerleitung zu der Sonant-Endstufe auftrennen, wenn nur mit dem Kopfhörer abgehört wird.

Der fertige Presonant stellt einen universellen, hochwertigen Vorverstärker dar, der zusammen mit dem an anderer Stelle beschriebenen Sonant eine Wiedergabetreue liefert, die man ideal nennen möchte, wenn die Bezeichnung "ideal" gerade auf diesem Gebiet nicht so strapaziert wäre.

(Wird fortgesetzt)