

# VALVO brief

BAUELEMENTE UND BAUSTEINE FÜR DIE ELEKTRONIK

APRIL 1967

## NF-Bausteine mit Silizium-Transistoren

Im folgenden wird eine Reihe von Schaltungen für NF-Bausteine mit Silizium-Transistoren beschrieben, aus denen sich, zusammen mit entsprechenden Leistungsverstärkern, NF-Übertragungsanlagen beliebigen Umfangs und mit allen erforderlichen Einstellern aufbauen lassen. Alle Bausteine zeichnen sich durch niedrigen Rauschpegel, kleinen Klirrfaktor und großen Aussteuerungsbereich aus, so daß sie sich hervorragend für den Einsatz in Hi-Fi-Anlagen eignen. Beim Entwurf der Schaltungen wurde besonderer Wert auf eine uneingeschränkte Kombinationsmöglichkeit gelegt. Hierzu wird von dem in der Studioteknik üblichen Prinzip eines hohen Eingangs- und eines niedrigen Ausgangsscheinwiderstandes Gebrauch gemacht. Damit lassen sich alle Bausteine ohne Rücksicht auf die Impedanzen nach Belieben zusammenschalten.

Die Speisespannung ist für alle Bausteine einheitlich auf 18 V festgelegt. Sie darf um  $\pm 15\%$

schwanken, ohne daß sich die gemessenen Daten der Bausteine wesentlich ändern. Alle Meßwerte gelten für Nennspeisespannung und Bestückung mit Mittelwerttransistoren.

Der Aufbau umfangreicher NF-Übertragungsanlagen wird durch die Verwendung von Bausteinen, die unabhängig voneinander hergestellt, geprüft und eingemessen werden können, erheblich vereinfacht. Die Bausteintechnik erleichtert auch eine Anpassung der Anlagen an neue Aufgaben. Änderungen lassen sich in einem Bausteinsystem wesentlich einfacher durchführen als an Geräten, bei denen alle Stufen mit ihren Bauelementen auf einer gemeinsamen großen Schaltungsplatte angeordnet sind. Mit der Bausteintechnik wird eigentlich erst die Voraussetzung dafür geschaffen, daß die nach diesem Prinzip aufgebauten Anlagen ohne Mühe auf dem letzten Stand der Technik gehalten werden können.



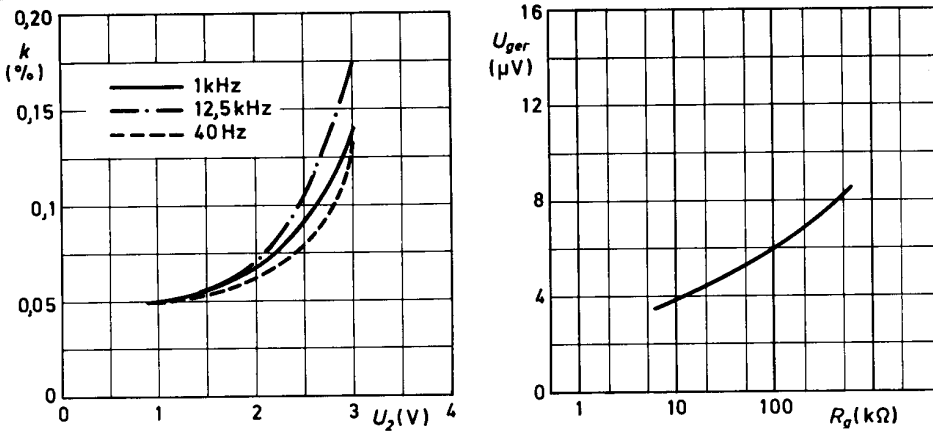


Bild 2. Klirrfaktor und Geräuschspannung am Ausgang des 10 dB-Verstärkers

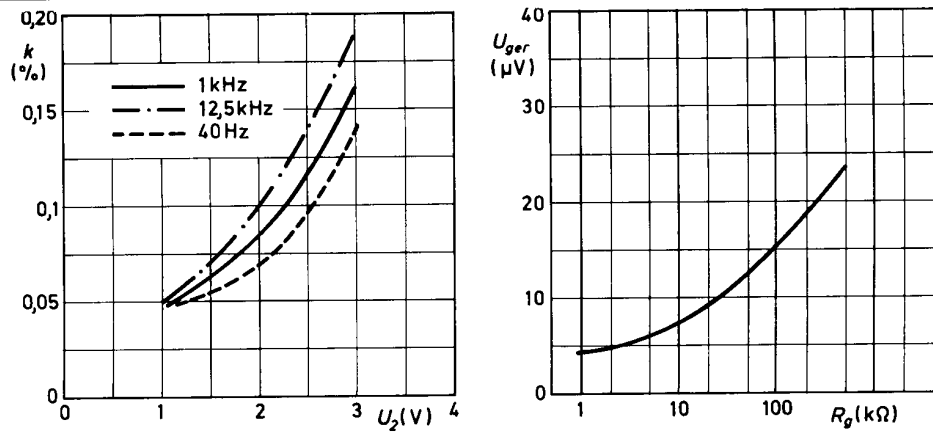


Bild 3. Klirrfaktor und Geräuschspannung am Ausgang des 20 dB-Verstärkers

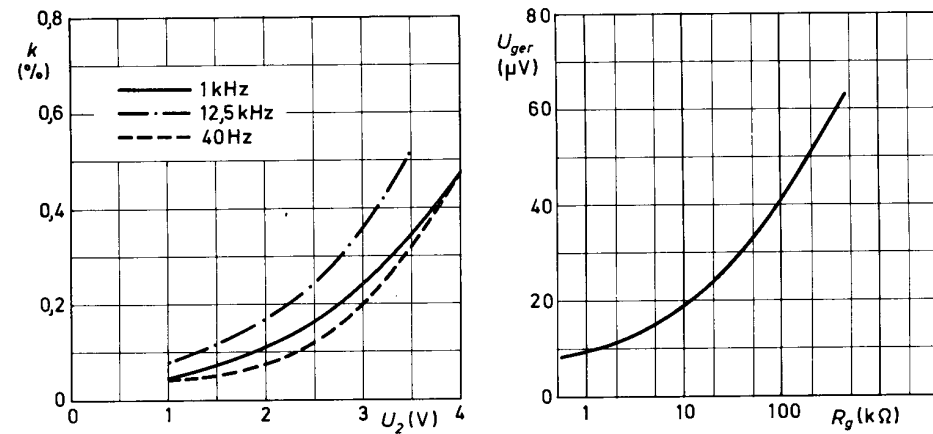


Bild 4. Klirrfaktor und Geräuschspannung am Ausgang des 30 dB-Verstärkers

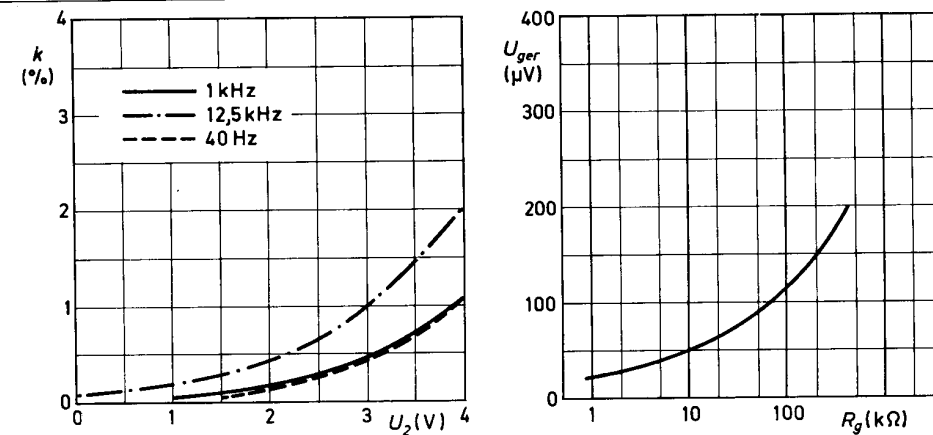


Bild 5. Klirrfaktor und Geräuschspannung am Ausgang des 40 dB-Verstärkers

VALVO BRIEF  
APRIL 1967  
SEITE 2

## Universal-Verstärker

Bild 1 zeigt die Schaltung eines zweistufigen Universal-Verstärkers, die durch Verzicht auf einen extrem hohen Eingangsscheinwiderstand mit wenigen Bauelementen auskommt. Zur Stabilisierung gegen Exemplarstreuungen und Temperaturschwankungen dienen zwei Gleichstromgegenkopplungen: vom Emitter der zweiten zur Basis der ersten Stufe und vom Kollektor der zweiten zum Emitter der ersten Stufe. Die Dimensionierung der Schaltung für eine Spannungsverstärkung  $V_u$  von 10, 20, 30 und 40 dB, die Eingangs- und Ausgangsscheinwiderstände  $|Z_1|$  und  $|Z_2|$  sowie die Grenzfrequenzen  $f_u$  und  $f_o$  des Übertragungsbereichs sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich:

$V_u$	10	20	30	40	dB
$R_1$	4,7	1,5	1,5	1	k $\Omega$
$R_2$	12	15	56	180	k $\Omega$
$R_3$	1,8	2,2	2,2	2,2	k $\Omega$
$R_4$	470	560	330	680	$\Omega$
$R_5$	1200	470	270	220	$\Omega$
$C$	—	—	—	10	pF
$U_1$	3,4	0,97	0,4	0,15	V
$U_2$	10,8	9,3	9,3	9,7	V
$U_3$	5,6	3,55	2,3	3,4	V
$ Z_1 $	145	140	135	110	k $\Omega$
$ Z_2 $	63	140	260	700	$\Omega$
$f_u$	< 20	< 20	< 20	< 20	Hz
$f_o$	>> 20	>> 20	>> 20	>> 20	kHz

Die Abhängigkeit des Klirrfaktors von der Ausgangsspannung sowie der Geräuschspannung am Ausgang vom Generatorwiderstand am Eingang zeigen die Bilder 2 bis 5. Der Klirrfaktor aller vier Versionen bleibt bei Ausgangsspannungen bis zu 3 V unter der 1%-Grenze. Die Werte der Geräuschspannung am Eingang lassen sich über die Verstärkungsfaktoren errechnen, sie liegen bei allen Verstärkern unter 1  $\mu$ V.

VALVO BRIEF  
APRIL 1967  
SEITE 3

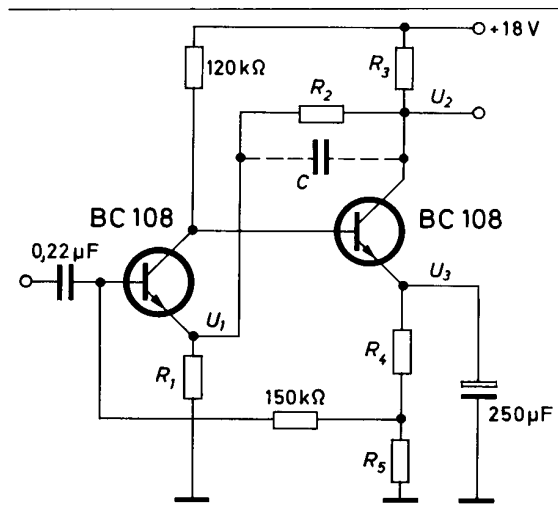


Bild 1. Universal-Verstärker. Die Dimensionierung ist aus der Tabelle im Text ersichtlich.

## Verstärker mit großem Aussteuerungsbereich

Bild 6 zeigt die Schaltung eines Verstärkers, der bei einer Spannungsverstärkung von 20 dB für eine maximale Ausgangsspannung von 10 V dimensioniert ist. Um diese hohe Ausgangsspannung zu erreichen, muß die Speisespannung, abweichend von den übrigen Bausteinen, 45 V betragen. Der Klirrfaktor ist bei 1 kHz und maximaler Ausgangsspannung  $k = 0,11\%$  (Bild 7). Die Grenzfrequenzen des Übertragungsbereichs sind  $f_u < 20$  Hz und  $f_o >> 20$  kHz, die Eingangs- und Ausgangsscheinwiderstände  $|Z_1| = 140$  k $\Omega$  und  $|Z_2| = 200$   $\Omega$ .

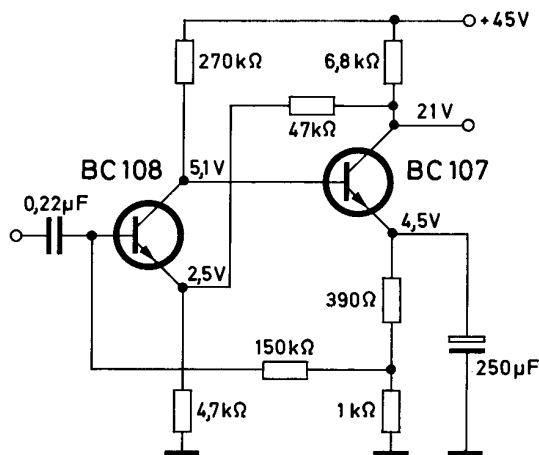


Bild 6. Verstärker mit großem Aussteuerungsbereich

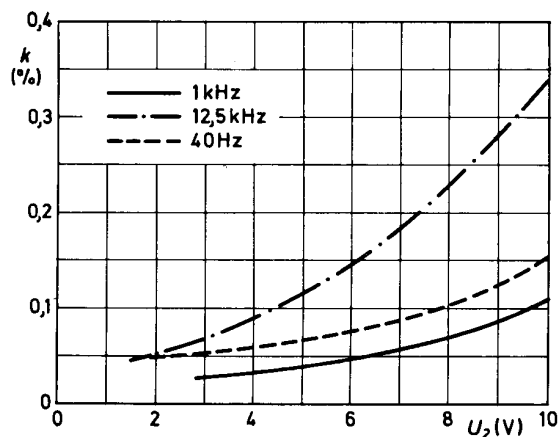
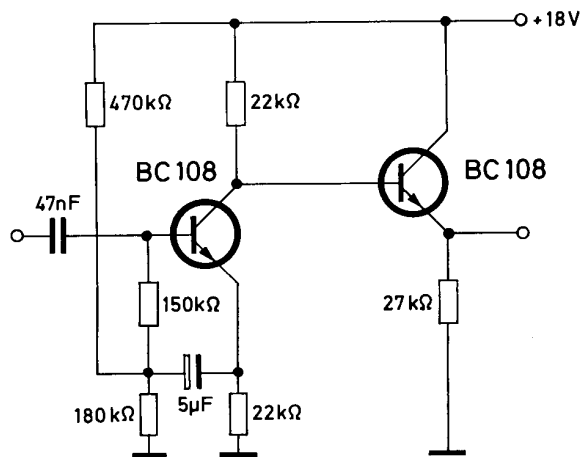


Bild 7. Klirrfaktor des Verstärkers nach Bild 6.

## Trennverstärker

Die Schaltung eines zweistufigen Trennverstärkers zeigt Bild 8. Die erste Stufe arbeitet in stark gegengekoppelter Emitterschaltung, die zweite als Emitterfolger. Damit wird ein hoher Eingangsscheinwiderstand von  $|Z_1| = 3,6 \text{ M}\Omega$  und ein niedriger Ausgangsscheinwiderstand von  $|Z_2| = 250 \Omega$  erreicht. Die Spannungsverstärkung ist  $V_u = 1$ . Die Grenzfrequenzen des Übertragungsbereichs sind  $f_u < 20 \text{ Hz}$  und  $f_o \gg 20 \text{ kHz}$ . Bild 9 zeigt den Klirrfaktor und die Geräuschspannung am Ausgang. Der Klirrfaktor bleibt bis zu einer Ausgangsspannung von 2,5 V unter 0,5 %.



VALVO BRIEF  
APRIL 1967  
SEITE 4

Bild 8. Trennverstärker

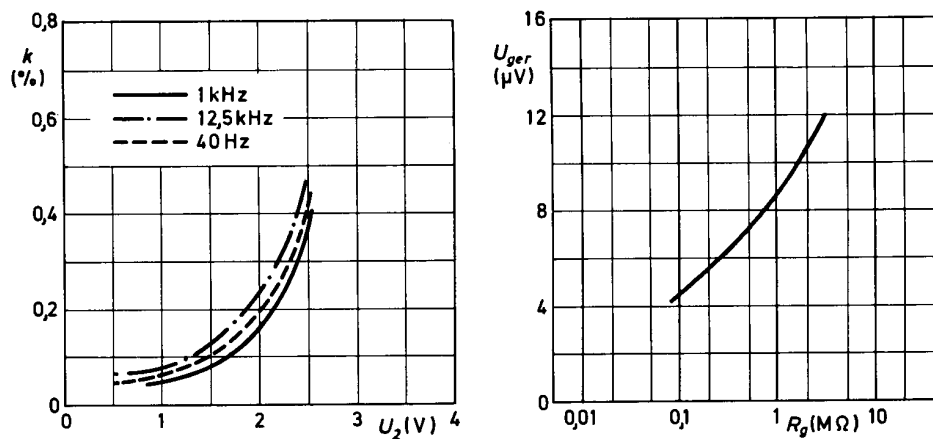
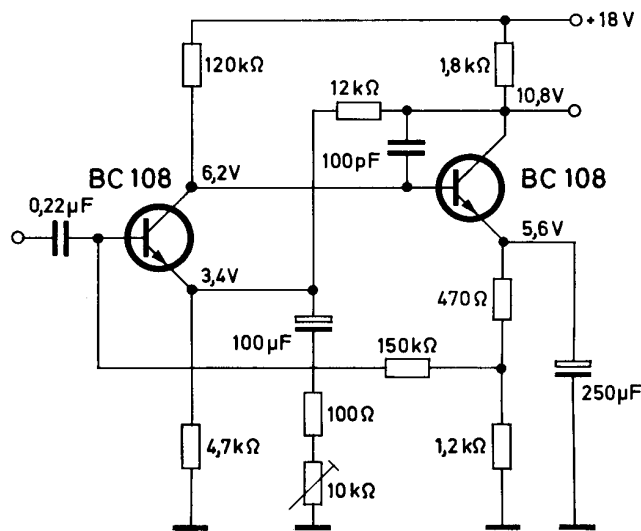


Bild 9. Klirrfaktor und Geräuschspannung am Ausgang des Trennverstärkers

## Mikrofonverstärker

Bild 10 zeigt die Schaltung eines Mikrofonverstärkers, dessen Spannungsverstärkung durch eine veränderliche Gegenkopplung zwischen 13 dB und 40 dB einstellbar ist. Den Klirrfaktor für die Grenzwerte der Spannungsverstärkung zeigt Bild 11. Bei einer Ausgangsspannung von 2 V ist der Klirrfaktor 0,75 % mit  $V_u = 40$  dB und 0,15 % mit  $V_u = 13$  dB. Die Werte der Geräuschspannung entsprechen denen der 10 dB- und 40 dB-Verstärker nach Bild 1. Die Eingangs- und Ausgangsscheinwiderstände sowie die Grenzfrequenzen des Übertragungsbereichs zeigt die folgende Tabelle:

	$V_u = 13$ dB	$V_u = 40$ dB	
$ Z_1 $	145	120	k $\Omega$
$ Z_2 $	47	120	$\Omega$
$f_u$	< 20	20	Hz
$f_o$	>> 20	20	kHz



VALVO BRIEF  
APRIL 1967  
SEITE 5

Bild 10. Mikrofonverstärker

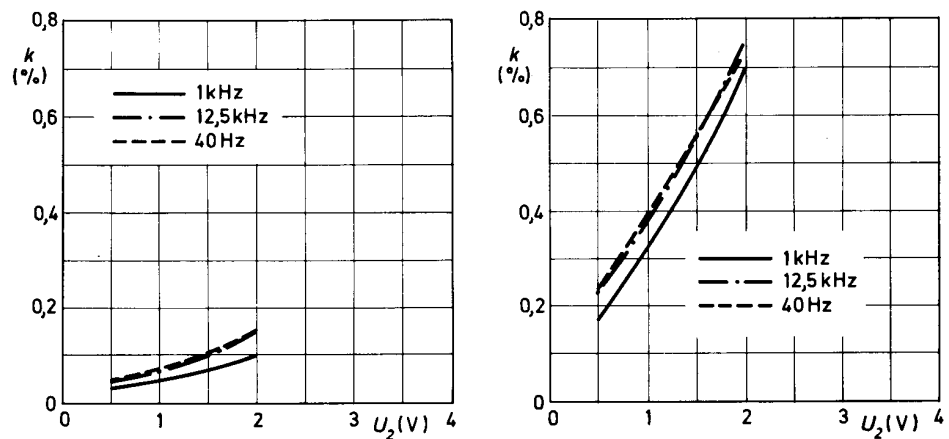
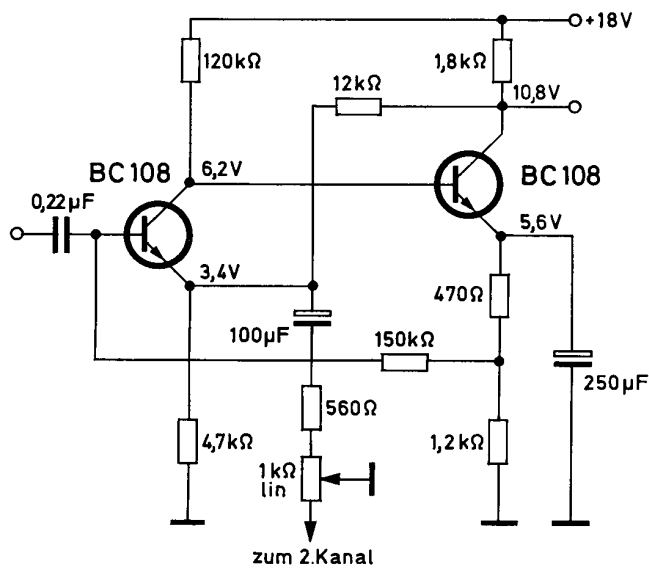


Bild 11. Klirrfaktor des Mikrofonverstärkers für  $V_u = 13$  dB (links) und  $V_u = 40$  dB (rechts)

## Balanceeinsteller

Der Balanceeinsteller nach Bild 12 ermöglicht in Stereo-Anlagen eine gegenläufige Änderung der Spannungsverstärkung beider Kanäle um 6 dB. Das Einstellpotentiometer liegt im Gegenkopplungskreis. Die mittlere Verstärkung beträgt 23,4 dB. Bild 13 zeigt den Klirrfaktor für minimale und maximale Verstärkung. Die Unterschiede sind gering, da die Gegenkopplung bei mittlerer Verstärkung schon stark ist. Die Geräuschspannung entspricht den Werten des 20 dB-Verstärkers nach Bild 1. Die Grenzfrequenzen des Übertragungsbereichs sind  $f_u < 20 \text{ Hz}$  und  $f_o \gg 20 \text{ kHz}$ , die Eingangs- und Ausgangsscheinwiderstände  $|Z_1| = 140 \text{ k}\Omega$  und  $|Z_2| = 85 \Omega$ .



VALVO BRIEF  
APRIL 1967  
SEITE 6

Bild 12. Balanceeinsteller (nur ein Kanal dargestellt)

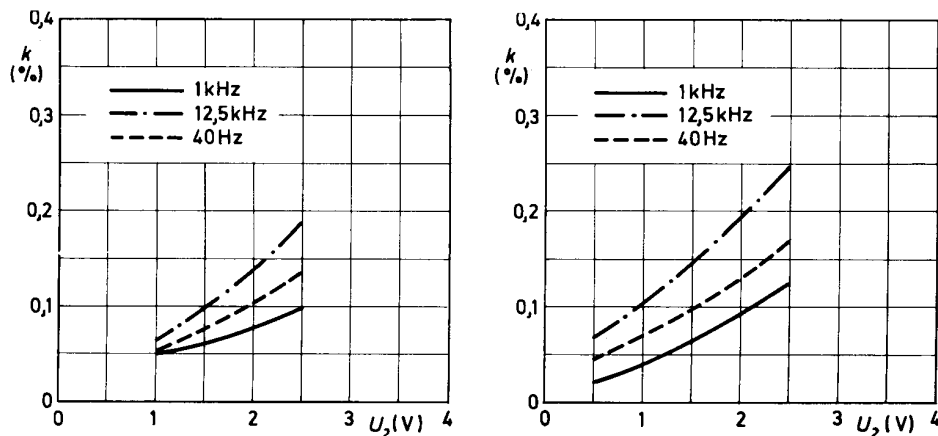


Bild 13. Klirrfaktor des Balanceeinstellers für minimale (links) und maximale Verstärkung (rechts)

## Nadelton-Entzerrer

Bild 14 zeigt die Schaltung eines Nadelton-Entzerrers für magnetische Tonabnehmer. Die Entzerrung der Schallplatten-Schneidkennlinien wird durch eine frequenzabhängige Gegenkopplung erreicht. Die Dimensionierung für fünf Entzerrer-Frequenzgänge ist aus der folgenden Tabelle ersichtlich:

	Entzerrer-Frequenzgänge					
	1*	2*	3	4	5	
$R$	56	56	56	47	47	k $\Omega$
$C_1$	12	5,6	6,8	6,8	6,8	nF
$C_2$	0	0	3,9	1,5	2,2	nF
$C_3$	25	25	1,5	3,2	5	$\mu$ F

\* Für die Entzerrer-Frequenzgänge 1 und 2 ist der 250  $\mu$ F-Kondensator im Emitterkreis des Transistors BC 108 an Masse zu legen (in Bild 14 gestrichelt).

Die fünf Entzerrer-Frequenzgänge sind in den Bildern 15 und 16 dargestellt. Sie ermöglichen eine Anpassung an alle wichtigen Schneidkennlinien, die zu verschiedenen Zeiten in der Schallplatten-Herstellung angewandt wurden. Der Entzerrer-Frequenzgang 1 entspricht mit einer Übergangsfrequenz von 250 Hz der alten europäischen Schneidkennlinie vor Einführung der Mikrorille. Die zum Entzerrer-Frequenzgang 2 gehörende Schneidkennlinie mit einer Übergangsfrequenz von 500 Hz wurde vor dem Zweiten Weltkrieg in den USA und bis etwa 1950 von europäischen Firmen angewandt. Der Entzerrer-Frequenzgang 3 entspricht der NARTB-Schneidkennlinie, die in den USA Ende der 50er Jahre verwendet wurde. Der Entzerrer-Frequenzgang 4 entspricht der Schneidkennlinie mit den Zeitkonstanten 3180  $\mu$ s, 318  $\mu$ s, 50  $\mu$ s, die in der deutschen Schallplattenfertigung zwischen 1952 und 1955 verwendet wurde. Der Entzerrer-Frequenzgang 5 entspricht

VALVO BRIEF  
APRIL 1967  
SEITE 7

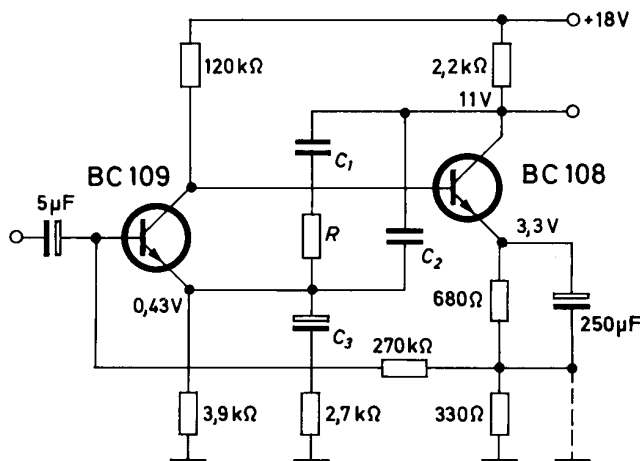


Bild 14. Nadelton-Entzerrer für magnetische Tonabnehmer. Die Dimensionierung ist aus der Tabelle im Text ersichtlich.

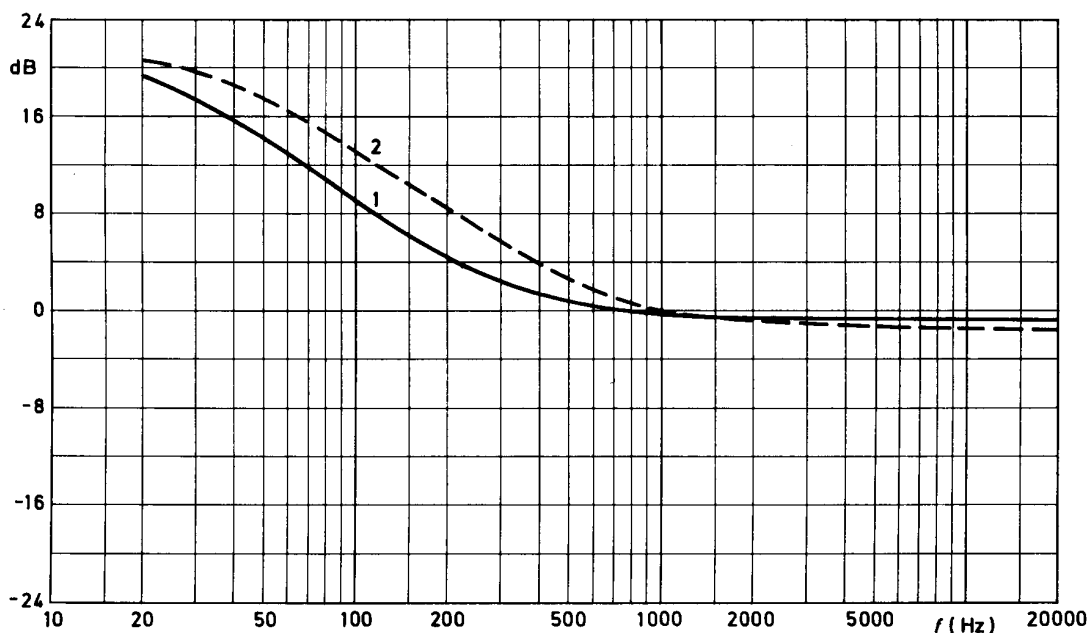


Bild 15. Entzerrer-Frequenzgänge 1 und 2 des Nadelton-Entzerrers nach Bild 14

der heute international üblichen Schneidkennlinie mit den Zeitkonstanten 3180  $\mu$ s, 318  $\mu$ s, 75  $\mu$ s. Diese Schneidkennlinie ist in DIN 45 536 und DIN 45 537 für Mono-Schallplatten sowie in DIN 45 546 und DIN 45 547 für Stereo-Schallplatten festgelegt. Die Abweichungen der Entzerrer-Frequenzgänge vom Sollverlauf sind vernachlässigbar gering, sie betragen beim Entzerrer-Frequenzgang 5 maximal -0,5 dB bei 30 Hz und +0,7 dB bei 15 kHz.

Die Spannungsverstärkung bei 1 kHz und die Eingangs- und Ausgangsscheinwiderstände des Nadelton-Entzerrers zeigt die folgende Tabelle:

	Entzerrer-Frequenzgänge					
	1	2	3	4	5	
$V_u$ 1 kHz	30	30	25	27	26	dB
$ Z_1 $	250	250	250	250	250	k $\Omega$
$ Z_2 $	160	160	190	240	240	$\Omega$

Der Klirrfaktor für 1 kHz ist bei einer Ausgangsspannung von 4 V  $k = 0,25\%$ , bei Ausgangsspannungen unter 1,5 V sinkt er auf  $k < 0,1\%$ . Die Geräuschspannung am Ausgang beträgt 22  $\mu$ V, gemessen mit einem Generatorwiderstand von 1 k $\Omega$  am Eingang.

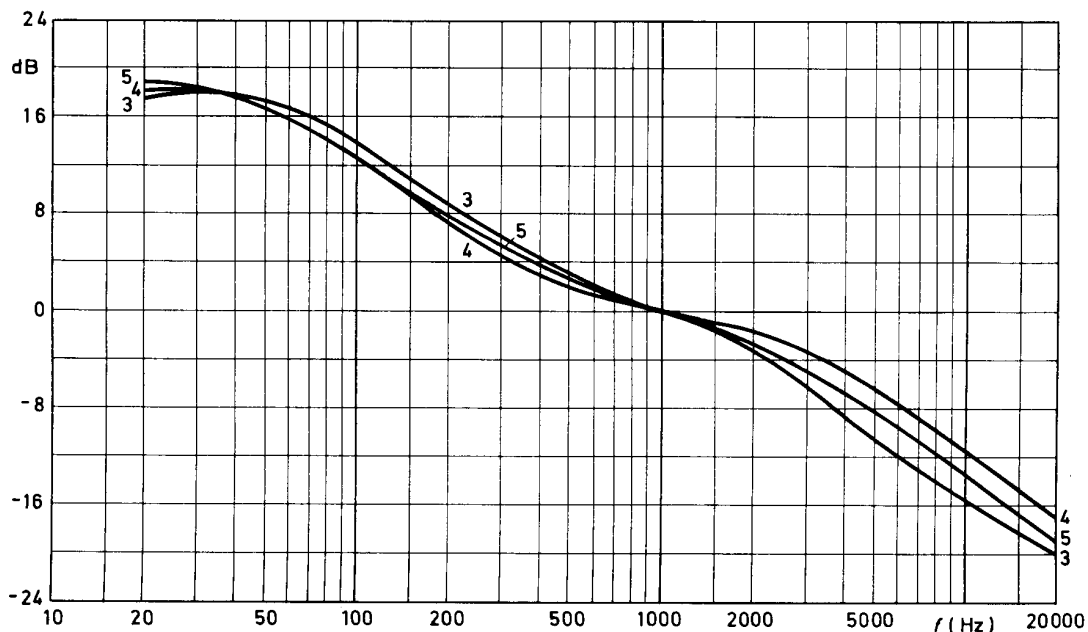


Bild 16. Entzerrer-Frequenzgänge 3, 4 und 5 des Nadelton-Entzerrers nach Bild 14

VALVO BRIEF  
APRIL 1967  
SEITE 8

## Aktiver Klangeinsteller

Der aktive Klangeinsteller nach Bild 17 arbeitet im Gegensatz zu bekannten frequenzabhängigen Spannungsteiler-Schaltungen mit einer frequenzabhängigen Gegenkopplung vom Kollektor zur Basis eines Transistors. Die Einstellmöglichkeiten zeigt Bild 18. Der Einstellumfang ist +19,5 bis -22 dB bei 30 Hz und +19,5 bis -19 dB bei 20 kHz. Der lineare Frequenzgang (Kurve 2) stellt sich bei der mechanischen Mittelstellung der Po-

tentiometer ein. Die Spannungsverstärkung ist dann  $V_u = 0,91$ . Bild 19 zeigt den Klirrfaktor als Funktion der Ausgangsspannung für die Frequenzen 40 Hz, 1 kHz und 12,5 kHz, gemessen bei Einstellung auf linearen Frequenzgang. Bei kleiner Aussteuerung ( $U_2 < 250$  mV) bleibt der Klirrfaktor unter 0,1 %, bei einer Ausgangsspannung von 2 V steigt er für 12,5 kHz auf 0,85 % an. Die Eingangs- und Ausgangsscheinwiderstände bei 1 kHz sind  $|Z_1| = 40$  k $\Omega$  und  $|Z_2| = 180$   $\Omega$ .

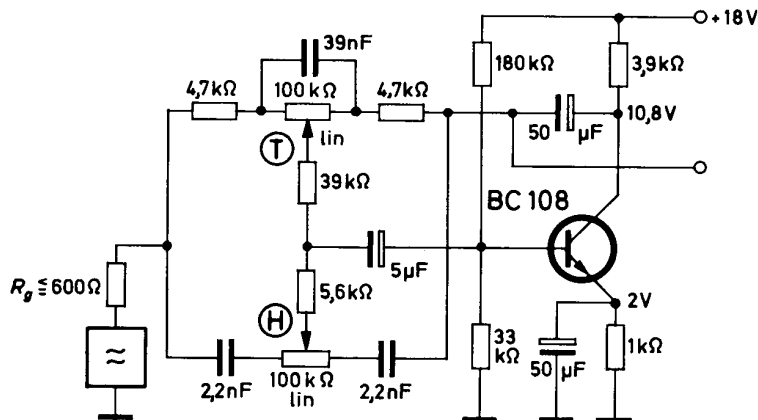


Bild 17. Aktiver Klangeinsteller



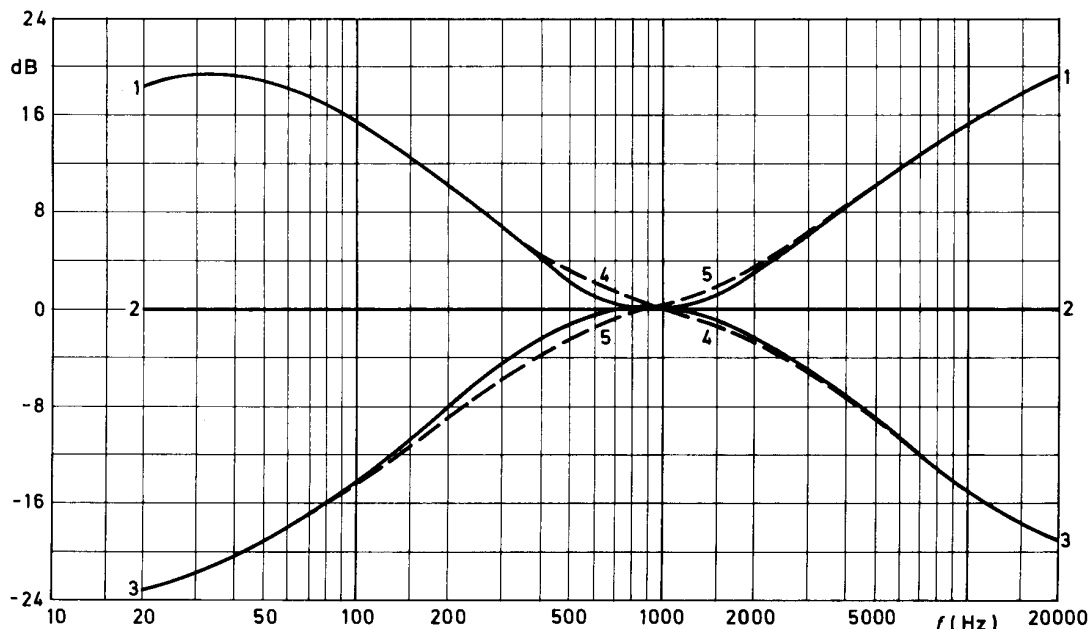


Bild 18. Einstellmöglichkeiten des aktiven Klangeinstellers  
 Kurve 1: maximale Tiefenanhebung, maximale Höhenanhebung  
 Kurve 2: Mittelstellung (linearer Frequenzgang)

Kurve 3: maximale Tiefenabsenkung, maximale Höhenabsenkung  
 Kurve 4: maximale Tiefenanhebung, maximale Höhenabsenkung  
 Kurve 5: maximale Tiefenabsenkung, maximale Höhenanhebung

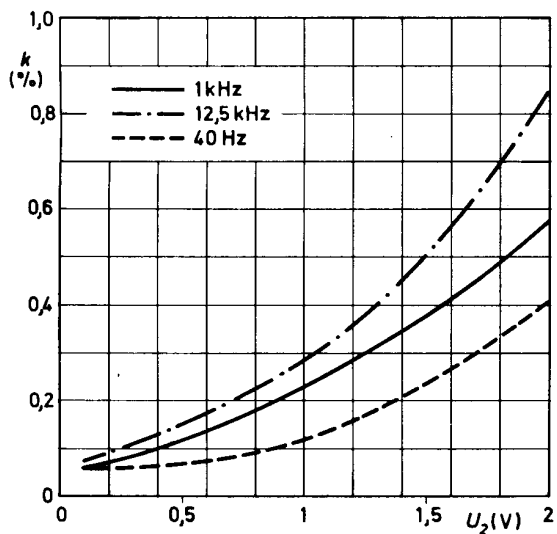


Bild 19. Klirrfaktor des aktiven Klangeinstellers

VALVO BRIEF  
 APRIL 1967  
 SEITE 9

## Aktiver Präsenzeinsteller

Mit Präsenz wird die Eigenschaft einer Teil-schallquelle bezeichnet, sich aus dem gesamten Klangbild hervorzuheben. Dies ist durch eine Anhebung des betreffenden Frequenzgebiets erreichbar. Die Schaltung eines besonders für die Korrektur von Sprachübertragungen geeigneten aktiven Präsenzeinstellers zeigt Bild 20. Zur Anhebung der Mittellagen dient das gleiche Schal-tungsprinzip wie beim aktiven Klangeinsteller. Im Gegenkopplungszweig liegt ein für 2 kHz dimensioniertes Doppel-T-Glied. Bild 21 zeigt den Frequenzgang des Präsenzeinstellers für volle und halbe Anhebung. Die maximal mögliche Anhebung bei 2 kHz beträgt 13 dB. Der Vorteil

des Präsenzeinstellers gegenüber einem üblichen Klangeinsteller ist, daß nur das für die Sprach-verständlichkeit wichtige Frequenzgebiet betont wird. Mit entsprechend dimensionierten Doppel-T-Gliedern läßt sich der Präsenzeinsteller selbst-verständlich auch für den Ausgleich raumaku-stischer oder übertragungstechnischer Mängel bei Musikübertragungen einsetzen.

Der Klirrfaktor des aktiven Präsenzeinstellers bleibt bis zu Ausgangsspannungen von 250 mV unter 0,1 % (Bild 22) und erreicht bei 2 V für 12,5 kHz den Wert 0,75 %. Die Spannungs-verstärkung bei Einstellung auf linearen Frequenz-gang ist  $V_u = 0,95$ . Die Eingangs- und Ausgangs-scheinwiderstände sind  $|Z_1| = 12 \text{ k}\Omega$  und  $|Z_2| = 100 \Omega$ .

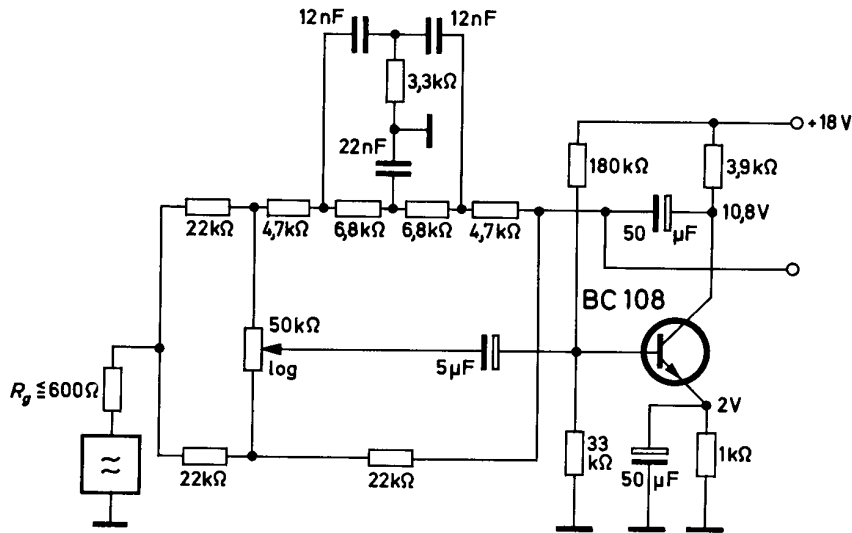
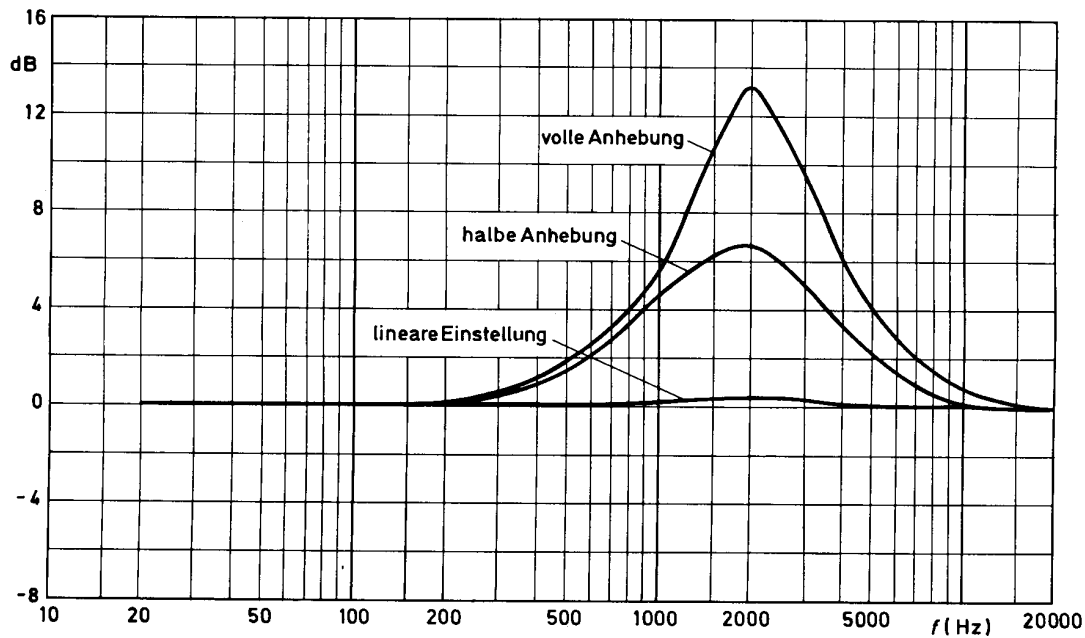


Bild 20. Aktiver Präsenzeinsteller



VALVO BRIEF  
APRIL 1967  
SEITE 10

Bild 21. Frequenzgang des aktiven Präsenzeinstellers

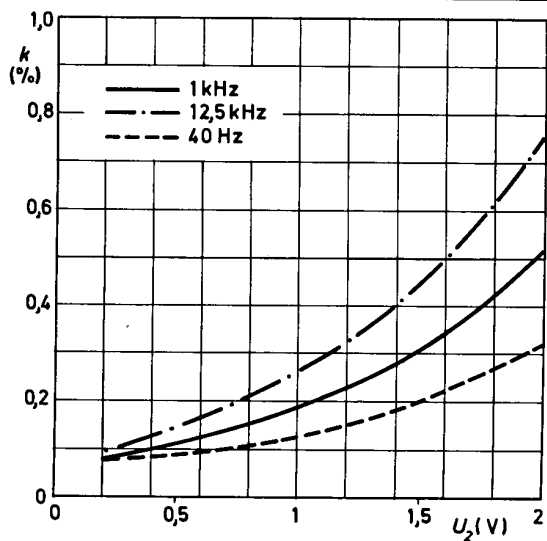


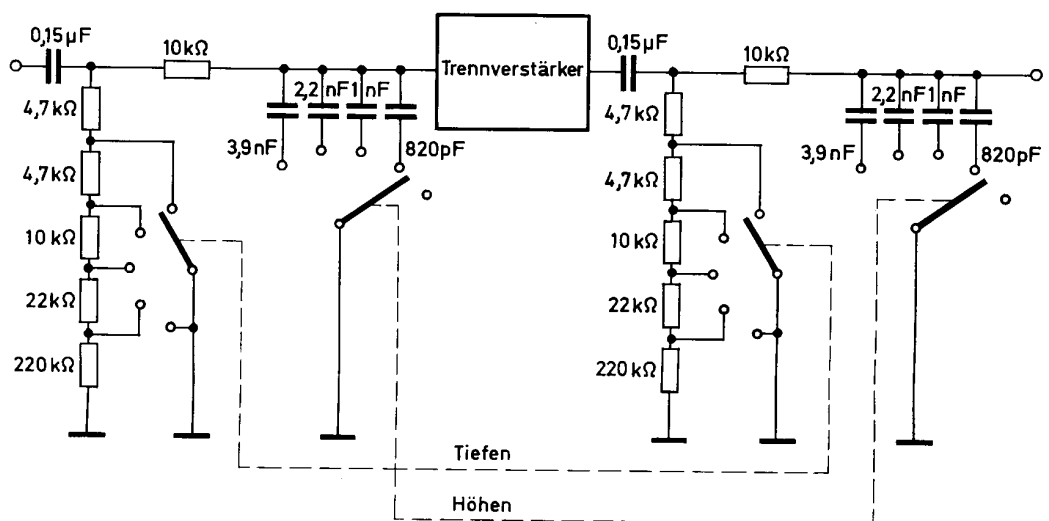
Bild 22. Klirrfaktor des aktiven Präsenzeinstellers

## Tiefen-Höhen-Filter

Bild 23 zeigt die Schaltung eines Tiefen-Höhen-Filters. Es besteht aus zwei hintereinandergeschalteten RC-Gliedern, die durch einen Trennverstärker nach Bild 8 verbunden sind. Die einstellbaren Frequenzgänge sind in Bild 24 dargestellt. Es lassen sich folgende Grenzfrequenzen wählen:

$$f_u = 40 \text{ Hz}, 80 \text{ Hz}, 160 \text{ Hz}, 270 \text{ Hz}$$

$$f_o = 11 \text{ kHz}, 9 \text{ kHz}, 4,5 \text{ kHz}, 3,2 \text{ kHz}$$



VALVO BRIEF  
APRIL 1967  
SEITE 11

Bild 23. Tiefen-Höhen-Filter

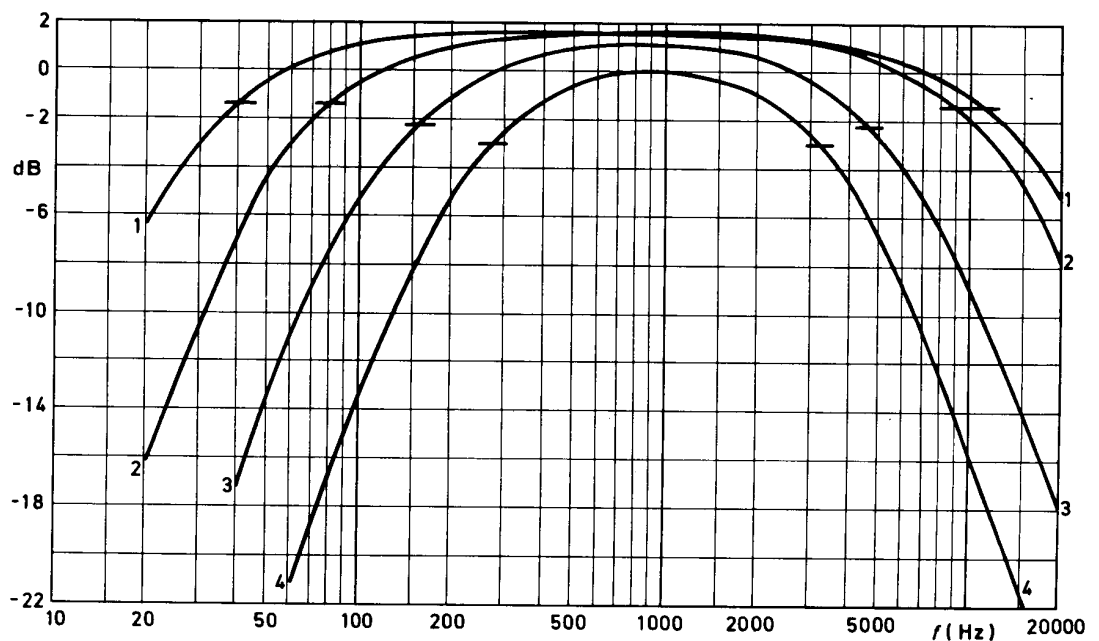


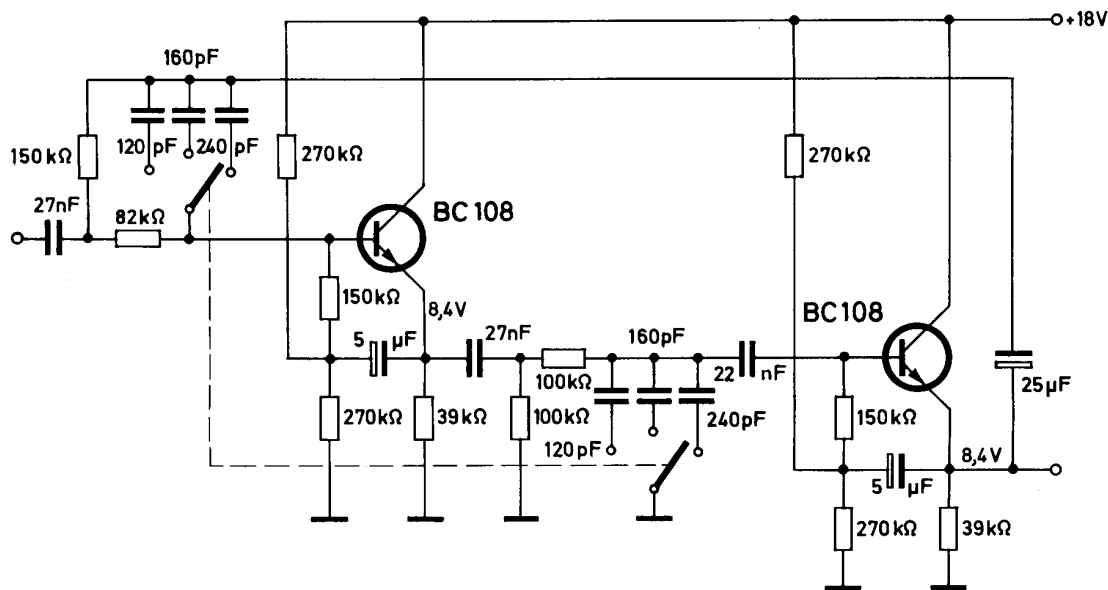
Bild 24. Einstellbare Frequenzgänge des Tiefen-Höhen-Filters

Kurve 1:  $f_u = 40 \text{ Hz}$ ,  $f_o = 11 \text{ kHz}$   
Kurve 2:  $f_u = 80 \text{ Hz}$ ,  $f_o = 9 \text{ kHz}$

Kurve 3:  $f_u = 160 \text{ Hz}$ ,  $f_o = 4,5 \text{ kHz}$   
Kurve 4:  $f_u = 270 \text{ Hz}$ ,  $f_o = 3,2 \text{ kHz}$

## Rausch- und Rumpelfilter

Bild 25 zeigt die Schaltung eines Rausch- und Rumpelfilters. Die Tiefen- und Höhenabsenkung erfolgt durch ein zwischen zwei Emitterfolgern angeordnetes RC-Glied und eine Rückkopplung vom Ausgang zum Eingang über ein weiteres RC-Glied. Damit wird eine hohe Flankensteilheit von etwa 13 dB/Oktave erreicht. Die Grenzfrequenz des Rumpelfilters ist fest auf 45 Hz eingestellt. Das Rauschfilter kann auf die Grenzfrequenzen 16 kHz, 12 kHz und 7 kHz umgeschaltet werden. Die sich ergebenden Frequenzgänge zeigt Bild 26. Die Spannungsverstärkung ist  $V_u = 0,95$ . Der Klirrfaktor beträgt bei 1 kHz und einer Ausgangsspannung von 2 V  $k = 0,35\%$  und sinkt bei 1 V auf  $k < 0,1\%$ . Die Eingangs- und Ausgangsscheinwiderstände sind  $|Z_1| = 1,7\text{ M}\Omega$  und  $|Z_2| = 450\ \Omega$ .



VALVO BRIEF  
APRIL 1967  
SEITE 12

Bild 25. Rausch- und Rumpelfilter

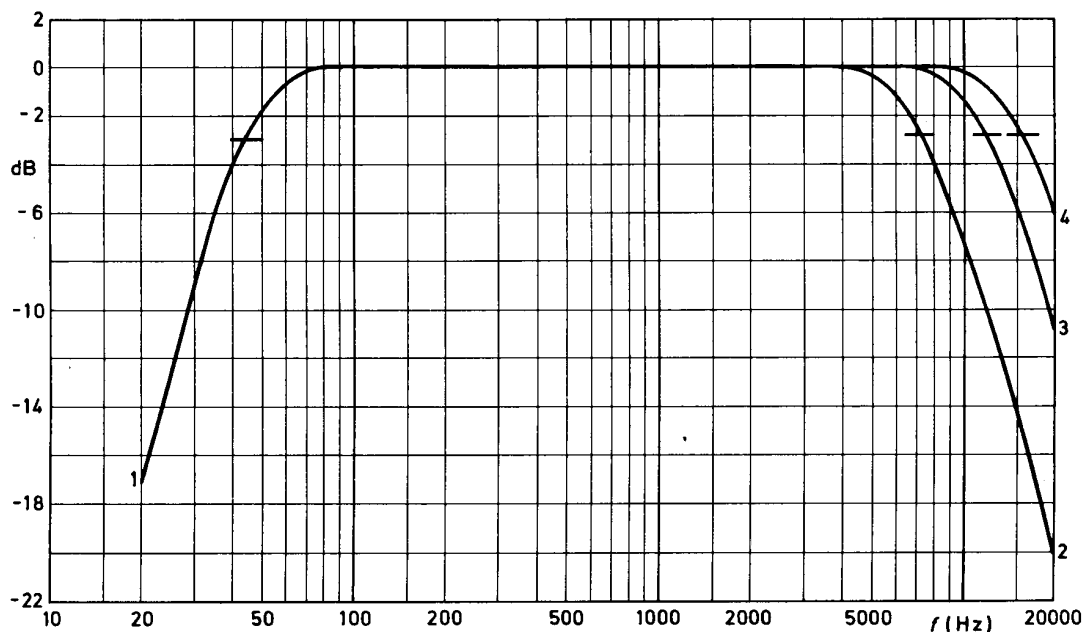
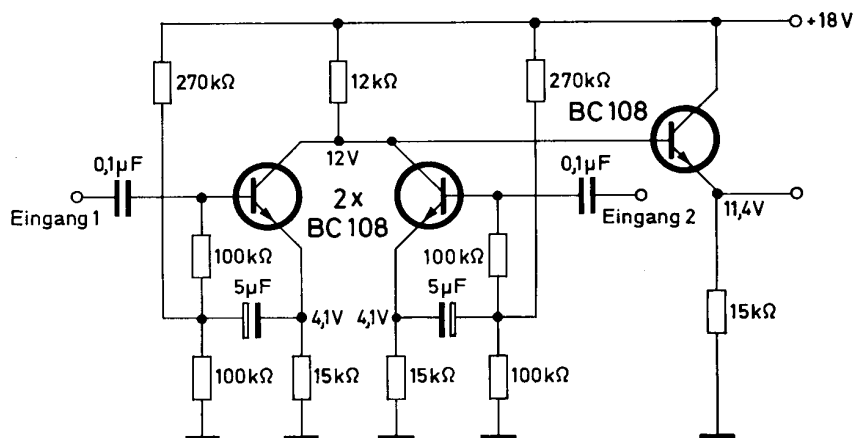


Bild 26. Einstellbare Frequenzgänge des Rausch- und Rumpelfilters

1 $f_o = 45\text{ Hz}$	3 $f_o = 12\text{ kHz}$
2 $f_o = 7\text{ kHz}$	4 $f_o = 16\text{ kHz}$

## Mischverstärker

Bild 27 zeigt die Schaltung eines Mischverstärkers mit zwei Eingängen, die jeweils durch einen Transistor entkoppelt sind. Beide Transistoren arbeiten auf einen gemeinsamen Kollektorwiderstand. Ein Emitterfolger sorgt für einen niedrigen Ausgangsscheinwiderstand von  $|Z_2| = 70 \Omega$ . Der Eingangsscheinwiderstand ist  $|Z_1| = 2,5 \text{ M}\Omega$ . Die Spannungsverstärkung ist für jeden Eingang  $V_u = 1$ . Bild 28 zeigt den Klirrfaktor des Mischverstärkers bei Ansteuerung eines Eingangs und Kurzschluß des zweiten Eingangs. Der Klirrfaktor beträgt 0,5 % bei einer Ausgangsspannung von 2 V und sinkt auf  $k < 0,1 \text{ %}$  bei  $U_2 < 0,5 \text{ V}$ . Für einen Klirrfaktor von 0,5 % darf daher die Spannung an jedem Eingang maximal 1 V betragen, sonst tritt bei Vollaussteuerung beider Eingänge Übersteuerung auf.



VALVO BRIEF  
APRIL 1967  
SEITE 13

Bild 27. Mischverstärker mit zwei Eingängen

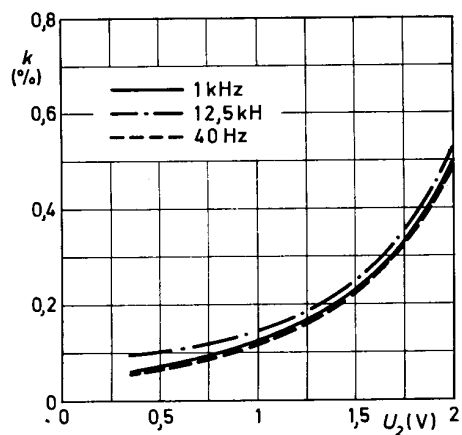


Bild 28. Klirrfaktor des Mischverstärkers bei Ansteuerung eines Eingangs

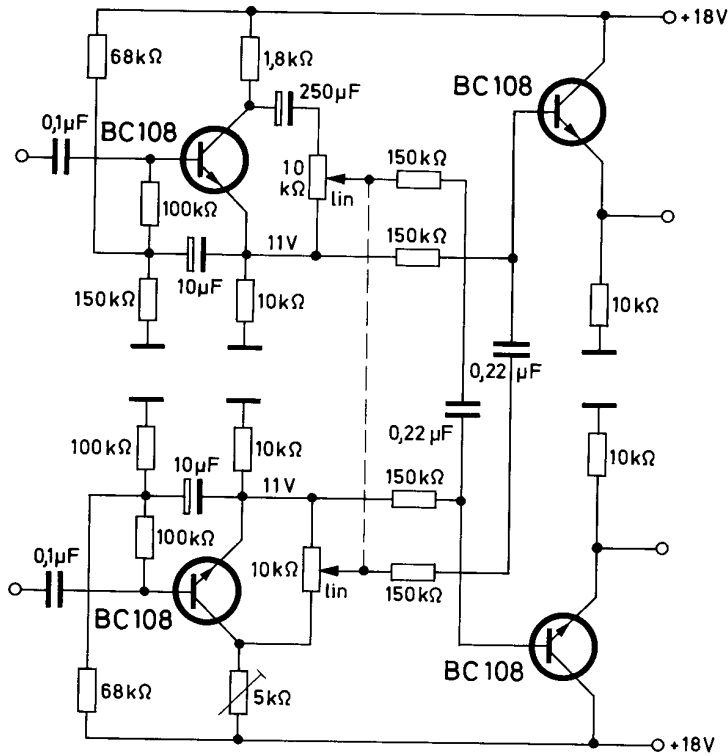


Bild 29. Basisbreiteneinsteller mit einer Spannungsverstärkung von 0,5

VALVO BRIEF  
APRIL 1967  
SEITE 14

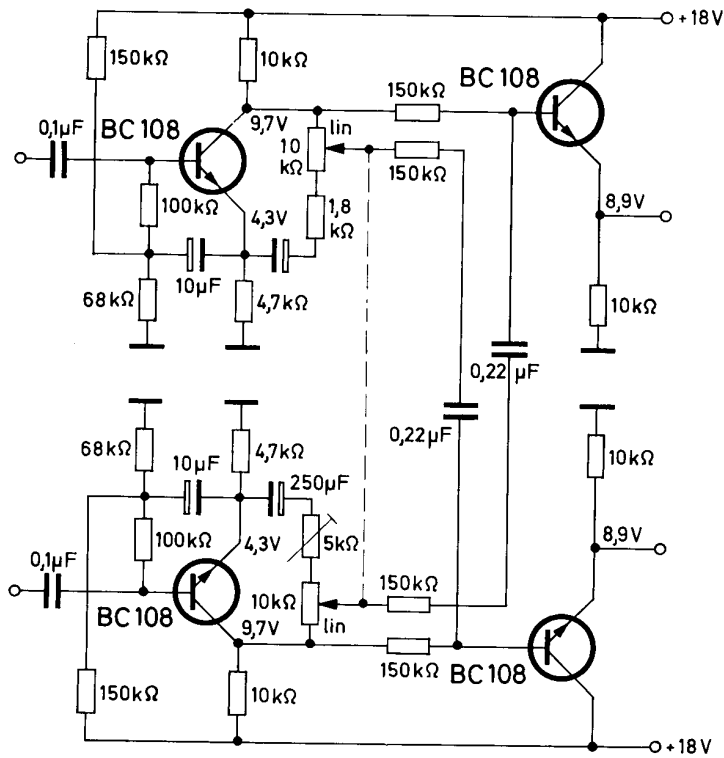


Bild 30. Basisbreiteneinsteller mit einer Spannungsverstärkung von 1

## Basisbreiteneinsteller

Die Bilder 29 und 30 zeigen zwei Schaltungen, mit denen sich die Basisbreite in Stereo-Anlagen kontinuierlich verändern läßt. Dazu wird jeweils ein Teil der Signalspannung des einen Kanals dem zweiten Kanal zugeführt. Die Basisbreiteneinsteller lassen sich vom gleichphasigen Übersprechen von 100 % (entspricht Mono-Betrieb) bis zum gegenphasigen Übersprechen von 24 % einstellen. Ein stärkeres gegenphasiges Übersprechen ist unzuweckmäßig, da dann das Klangbild „zerfällt“. Die Daten der beiden Basisbreiteneinsteller zeigt die folgende Tabelle:

	Basisbreiteneinsteller		
	nach Bild 29	nach Bild 30	
$V_u$	0,5	1	
$ Z_1 $	750	380	k $\Omega$
$ Z_2 $	47	170	$\Omega$
$f_u$	< 20	< 20	Hz
$f_o$	> 20	> 20	kHz

In Bild 31 sind die Klirrfaktorkurven beider Basisbreiteneinsteller einander gegenübergestellt. Es zeigt sich, daß die Schaltung nach Bild 29 ( $V_u = 0,5$ ) für gleichen Klirrfaktor etwa 4fach größere Signalspannungen verarbeiten kann.

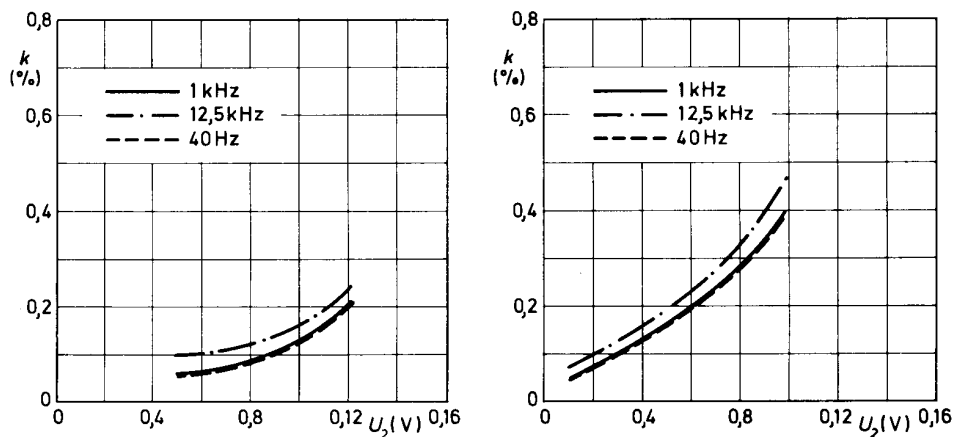


Bild 31. Klirrfaktor der Basisbreiteneinsteller nach Bild 29 (links) und Bild 30 (rechts)

VALVO BRIEF  
APRIL 1967  
SEITE 15

## Pegeltongenerator

Bild 32 zeigt die Schaltung eines einfachen Pegeltongenerators, der die Meßfrequenz 1 kHz mit einer auf 50 mV einstellbaren Ausgangsspannung abgibt. Der Klirrfaktor hängt von der Stromverstärkung des Transistors ab, er kann zwischen  $k = 1\%$  und  $k = 10\%$  liegen.

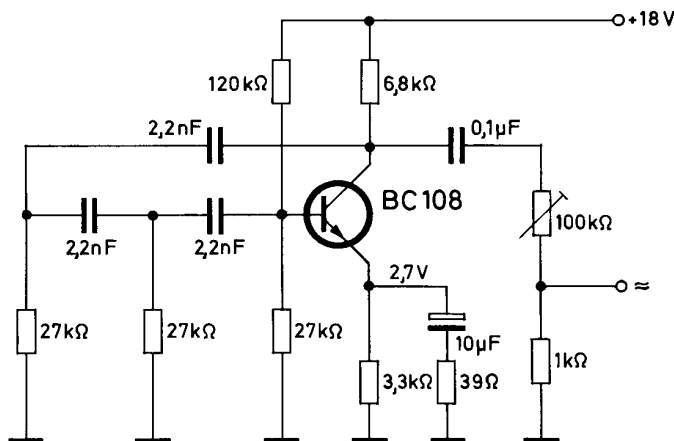


Bild 32. Pegeltongenerator für die Meßfrequenz 1 kHz mit einer auf 50 mV einstellbaren Ausgangsspannung

---

Es wird keine Gewähr übernommen, daß die in dieser Schrift angegebenen Schaltungen, Geräte, Maschinen, Anlagen, Bauelemente, Baugruppen oder Verfahren frei von Schutzrechten sind.

Ratschläge in den VALVO BRIEFEN sind unverbindliche und keine Haftung begründende Empfehlungen.

Nachdruck, auch auszugsweise, ist nicht gestattet.

Herausgeber:

VALVO GMBH  
2000 Hamburg 1, Burchardstraße 19