



# Halbleiter- Schaltbeispiele

Einzelhalbleiter

Integrierte Schaltungen

---

1972/73

einstellung bei der eisenlosen Endstufe verzichtet werden, wenn die Forderungen an den Klirrfaktor nicht zu groß sind.

Für eine derartige Endstufe bietet sich selbstverständlich, wegen seiner kleinen Schwellenspannung, der Ge-Transistor besonders an. So wurden im vorliegenden NF-Verstärker die Transistoren AC 176/AC 153 vorgesehen. Die beiden Vorstufen wurden mit den Si-Transistoren BC 238 und BC 308 bestückt. Für den Lautsprecher mußte ein Schwingenspulnswiderstand von  $40 \Omega$  gewählt werden. Der beschriebene Verstärker kann an eine Betriebsspannung von 4—9 V angeschlossen werden, wobei sich die Ausgangsleistung entsprechend ergibt. Der Klirrfaktor bleibt bis zur Nennausgangsleistung von 250 mW (9 V) unter  $k = 10\%$ . [NL-7144] ●

Technische Daten:

Betriebsspannung	5 V (4 bis 9 V)
Stromaufnahme $P_a = 0$	1 mA
$P_a = P_{a \text{ nenn}}$	20 mA
Nennausgangsleistung ( $k = 10\%$ , $f = 1 \text{ kHz}$ )	80 mW
Lastwiderstand	$40 \Omega$
Nenningangsspannung	ca. 25 mV
Eingangswiderstand	ca. $50 \text{ k}\Omega$
Leistungsverstärkung	ca. 65 dB
Spannungsfrequenzgang ( $-3 \text{ dB}$ , $U_a 1000 = 0,9 \text{ V}$ )	250 Hz bis 45 kHz

$U_B$	4	5	6	7	9 V
$P_a$	40	82	114	156	250 mW
$U_e$	22	25	31	35	42 mV

## 1.7 NF-Verstärker für 12 V-Autobatteriebetrieb

Die neuen Si-Epibasis-Transistoren der Reihe BD 433 ... BD 438 können vorteilhaft in der Endstufe eisenloser NF-Verstärker für Ausgangsleistungen bis etwa 15 W und als kräftige Treibertransistoren in NF-Verstärker großer Ausgangsleistungen eingesetzt werden. Sie zeichnen sich durch die einfache Montage des Kunststoffgehäuses SOT-32, durch die hohe max. zul. Verlustleistung von  $P_{\text{tot}} = 45 \text{ W}$  und durch ihre große Stromverstärkung aus.

Eine mögliche Anwendung dieser Transistoren zeigt das folgende Beispiel eines eisenlosen NF-Verstärkers für 12 V-Autobatteriebetrieb Bild 1.7. An den Verstärkerausgang können zwei Lautsprecher mit einer Impedanz von je 4 bis 8  $\Omega$  angeschlossen werden, so daß der häufig geforderte Zweit-Lautsprecheranschluß gegeben ist. Die Ausgangsleistung beträgt dann je nach Stromverstärkung der Endstufentransistoren 4 bis 7 W.

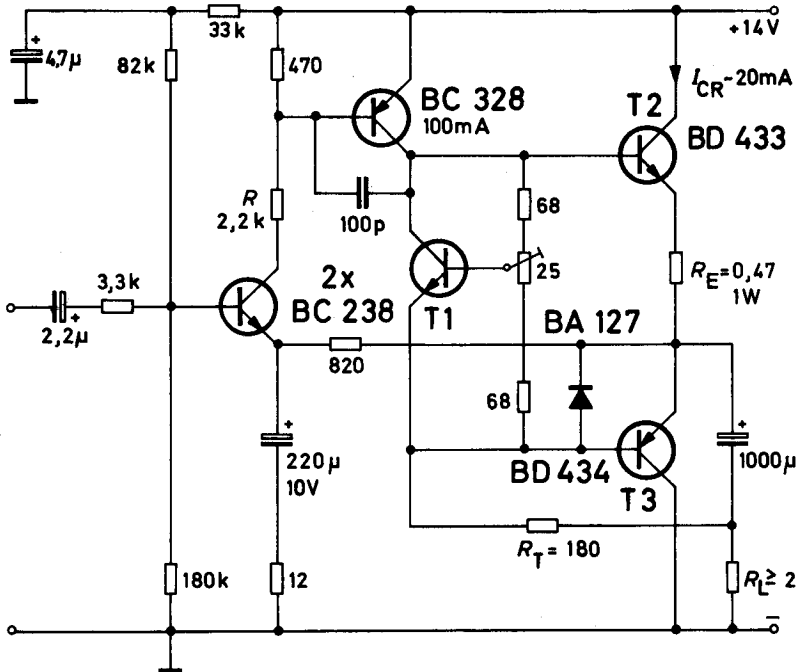


Bild 1.7

Mit geringem Aufwand konnte ferner eine Kurzschlußsicherung des Verstärkers erreicht werden. Sie besteht lediglich aus der Diode BA 127 und dem Emitterwiderstand  $R_E = 0,47 \Omega$ . Die Kurzschlußsicherung führt zu einer Strombegrenzung des npn-Transistors  $T_2$  bei  $i_c > 2,5 \text{ A}$  über den Transistor  $T_1$  und die Diode, die leitend wird und das Basispotential des Transistors  $T_2$  auf 2 V begrenzt. Der Basisstrom des pnp-Transistors  $T_3$  wird vom Treiberwiderstand  $R_T$  begrenzt. Ferner wird mit dem Widerstand  $R$  verhindert, daß der Treiberstrom zu groß wird.

Mit dem 25  $\Omega$ -Trimmer wird der Endstufenruhestrom eingestellt, seine Temperaturkompensation erfolgt mit dem Transistor  $T_1$ , der in thermischem Kontakt mit einem Endstufentransistor stehen muß.

[NL-7143] ●

Technische Daten:

Betriebsspannung	14 V (10 bis 16 V)
Stromaufnahme ( $R_L = 4 \Omega$ )	0,55 A
Nennausgangsleistung	
( $R_L = 4 \Omega$ , $k = 10 \%$ ) $P_{a \text{ nenn}}$	5 W
( $R_L = 2 \Omega$ , $k = 10 \%$ ) $P_{a \text{ nenn}}$	4 bis 7 W
Klirrfaktor bei $1/2 P_{a \text{ nenn}}$	< 2 %
Nenningangsspannung	90 mV
Eingangswiderstand	40 k $\Omega$
Wärmewiderstand des Kühlkörpers	
für den Treibertransistor	$\leq 75$ K/W
je Endstufentransistor	$\leq 5$ K/W

### 1.8 Kurzschlußsichere Hi-Fi — NF-Verstärker 15; 30; 40; 60; 120 Watt

Es wurden 5 NF-Verstärker mit folgenden Leistungen entworfen: 15 W, 30 W, 60 W, 120 W für einen 4  $\Omega$ -Lautsprecher und 40 W für einen 8  $\Omega$ -Lautsprecher. Die Verstärker sind kurzschluß- und über-temperaturgesichert und können auf derselben Platine aufgebaut werden. Sie benötigen zum Betrieb eine symmetrische Betriebsspannung von  $\pm 14$ ,  $\pm 23$ ,  $\pm 28$ ,  $\pm 38$  und  $\pm 30$  V. Die symmetrische Spannungsversorgung bringt den Vorteil einer gleichen Belastung für die Endstufentransistoren.

In Bild 1.8 ist die Schaltung der Verstärker dargestellt. Anstelle der einfachen Endstufe muß für den 120 W-Verstärker eine Parallelschaltung von je 2 Leistungstransistoren 2 N 4347 Y an den Punkten a bis f eingesetzt werden. Die Transistoren 2 N 4347 Y sind leistungsstarke, einfachdiffundierte Typen mit einer Sperrspannung  $U_{CE0} = 100$  V. Die Endstufentransistoren werden über die Phasenumkehrtransistoren  $T_4/T_5$  angesteuert. Mit dem Potentiometer  $P_2$  wird der Endstufen-Ruhestrom eingestellt. Zur thermischen Stabilisierung des Ruhestromes muß der Transistor  $T_6$  und zur Übertemperatursicherung des Verstärkers der Heißleiter K 252 am Kühlkörper eines Endstufentransistors montiert werden. Die Kurzschlußsicherung wird durch die Messung des Ausgangsstromes und der Ausgangsspannung über  $R_{15}$ ,  $R_L$  und  $R_9$ ,  $R_{11}$  für die positive Halbwelle des Ausgangs-

signals, und über  $R_{16}$ ,  $R_L$ ,  $R_{10}$ ,  $R_{12}$  für die negative Halbwelle aufgelöst. Die Transistoren BC 238/BC 308 begrenzen die Basis-Emitter-Spannung der Phasenumkehrtransistoren und damit den Ausgangsstrom. Bei stark induktiver Last ist eine vorzeitige Begrenzung des Kollektorstromes und der Ausgangsleistung des Verstärkers möglich. Dem kann jedoch nur durch eine etwas aufwendigere Kurzschlußschaltung (wie in der Siemens Technischen Mitteilung Halbleiter Nr. B 11/1047 beschrieben) abgeholfen werden.

Der Strom des Treibertransistors  $T_3$  wird durch die 2 parallel zur Basis-Emitter-Strecke geschalteten Dioden und den Emitterwiderstand  $R_6$  begrenzt. Durch den Differenzverstärker  $T_1, T_2$  wird die Mittenspannung konstant gehalten und mit  $P_1$  auf 0V abgeglichen. Der Klirrfaktor liegt bis zur Nennleistung unter 1% und entspricht wie alle anderen Daten der Verstärker der Hi-Fi-Norm. Mit dem gestrichelt eingezeichneten Kondensator, parallel zum Trimmer  $P_1$ , wird die Leerlaufverstärkung erhöht und dadurch der Klirrfaktor weiter reduziert. Für die Endstufen-, Phasenumkehr- und Treibertransistoren müssen die in der Tabelle 1 angegebenen Kühlkörper vorgesehen werden. In der Tabelle 2 sind die Bauelemente der Verstärker aufgeführt.

[NL-7112] ●

Tabelle 1 Technische Daten der Leistungsverstärker

	I	II	III	IV	V	
Nennausgangsleistung						
( $k = 1\%$ , $f = 1\text{ kHz}$ )	15	30	40	60	120	V
Lastwiderstand $R_L$	4	4	8	4	4	W
Betriebsspannung	$\pm 14$	$\pm 23$	$\pm 30$	$\pm 28$	$\pm 38$	$\Omega$
Stromaufnahme $P_a = 0$	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	A
$P_a = P_{a\text{ nenn}}$	0,8	1,5	1,1	1,9	2,6	A
Klirrfaktor bei $1/2 P_{a\text{ nenn}}$						
$f = 50\text{ Hz bis } 16\text{ kHz}$		$< 0,4\%$				
Nenningangsspannung	1,1	1,5	1,5	1,5	1,5	V
Eingangswiderstand			40			k $\Omega$
Leistungs-						
frequenzgang ( $-1\text{ dB}$ )	$< 20\text{ Hz bis } > 16\text{ kHz}$					
Spannungs-						
frequenzgang ( $-1\text{ dB}$ )	$< 10\text{ Hz bis } > 20\text{ kHz}$					
Wärmewiderstand des Kühl-						
körpers für $T_3$				100	35	K/W
$T_4, T_5, \text{ je}$	$\leq 40$	$\leq 30$	$\leq 30$	$\leq 20$	$\leq 10$	K/W
je Endstufentransistor	$\leq 7$	$\leq 5$	$\leq 4$	$\leq 3,5$	$\leq 4$	K/W

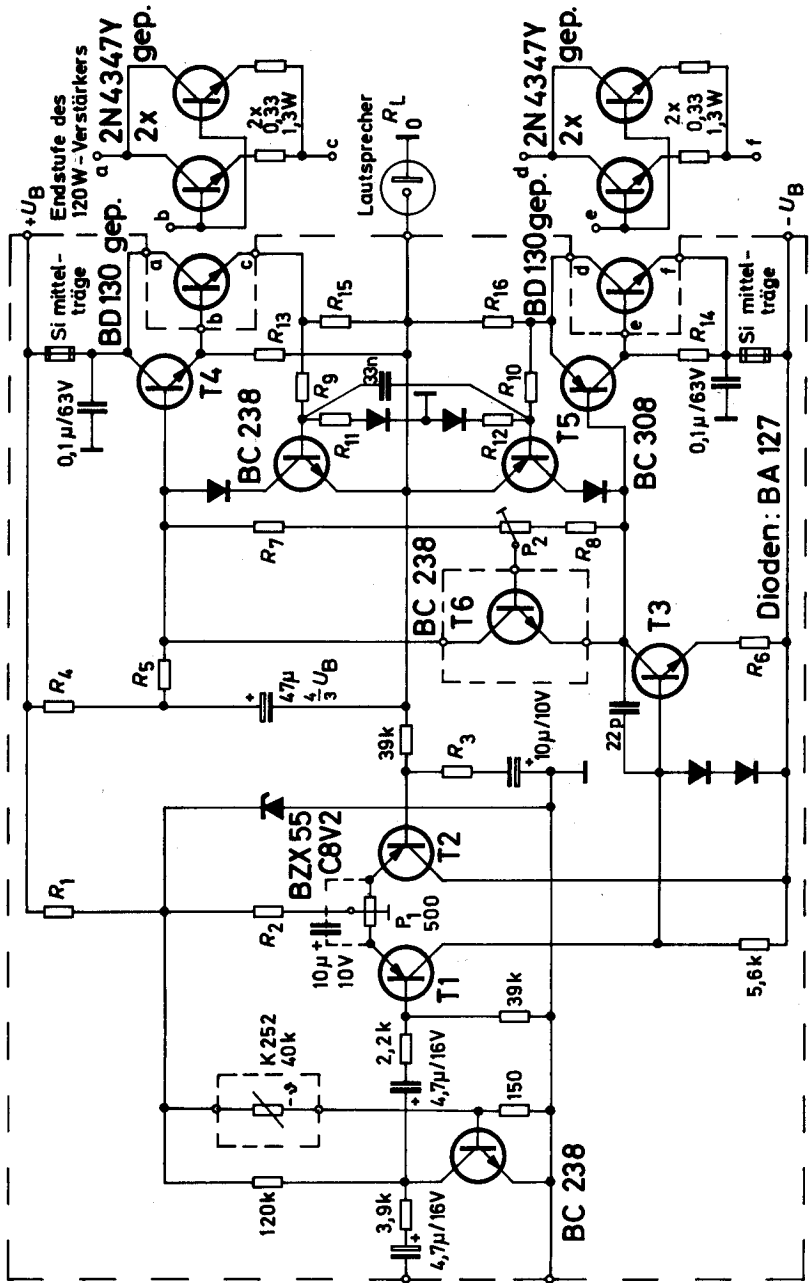


Bild 1.8

Tabelle 2 Bauelemente der NF-Leistungsverstärker

	I	II	III	IV	V	
T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub>	BC 307B	BC 307B	BC 307B	BC 307B	BCY 77	
T <sub>3</sub>	BC 337	BC 141	BC 141	BC 141	BSX 47	
T <sub>4</sub>	BD 135	BD 235	BD 237	BD 237	BD 237	
T <sub>5</sub>	BD 136	BD 236	BD 238	BD 238	BD 238	
R <sub>1</sub>	1,2	2,2	3,3	3,3	3,9	kΩ
R <sub>2</sub>	15	15	15	15	8,2	kΩ
R <sub>3</sub>	5,6	3,9	3,3	3,3	3,3	kΩ
R <sub>4</sub>	330/0,5 W	330/0,5 W	330/1 W	330/1 W	680/1 W	Ω
R <sub>5</sub>	3,3	3,3	3,3	3,3	1,8/0,5 W	kΩ
R <sub>6</sub>	27	22	27	22	10	Ω
R <sub>7</sub>	1000	560	560	560	270	Ω
P <sub>2</sub>	500	250	250	250	100	Ω
R <sub>8</sub>	390	220	220	220	120	Ω
R <sub>9</sub> —R <sub>10</sub>	150	150	150	150	150	Ω
R <sub>11</sub> —R <sub>12</sub>	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	kΩ
R <sub>13</sub>	27	27	27	27	22	Ω
R <sub>14</sub>	15	15	15	15	12	Ω
R <sub>15</sub> —R <sub>16</sub>	0,47/2 W	0,47/2 W	1/2 W	0,47/5 W	0,33/5 W	Ω
Si	1,5	2	2	3	4	A