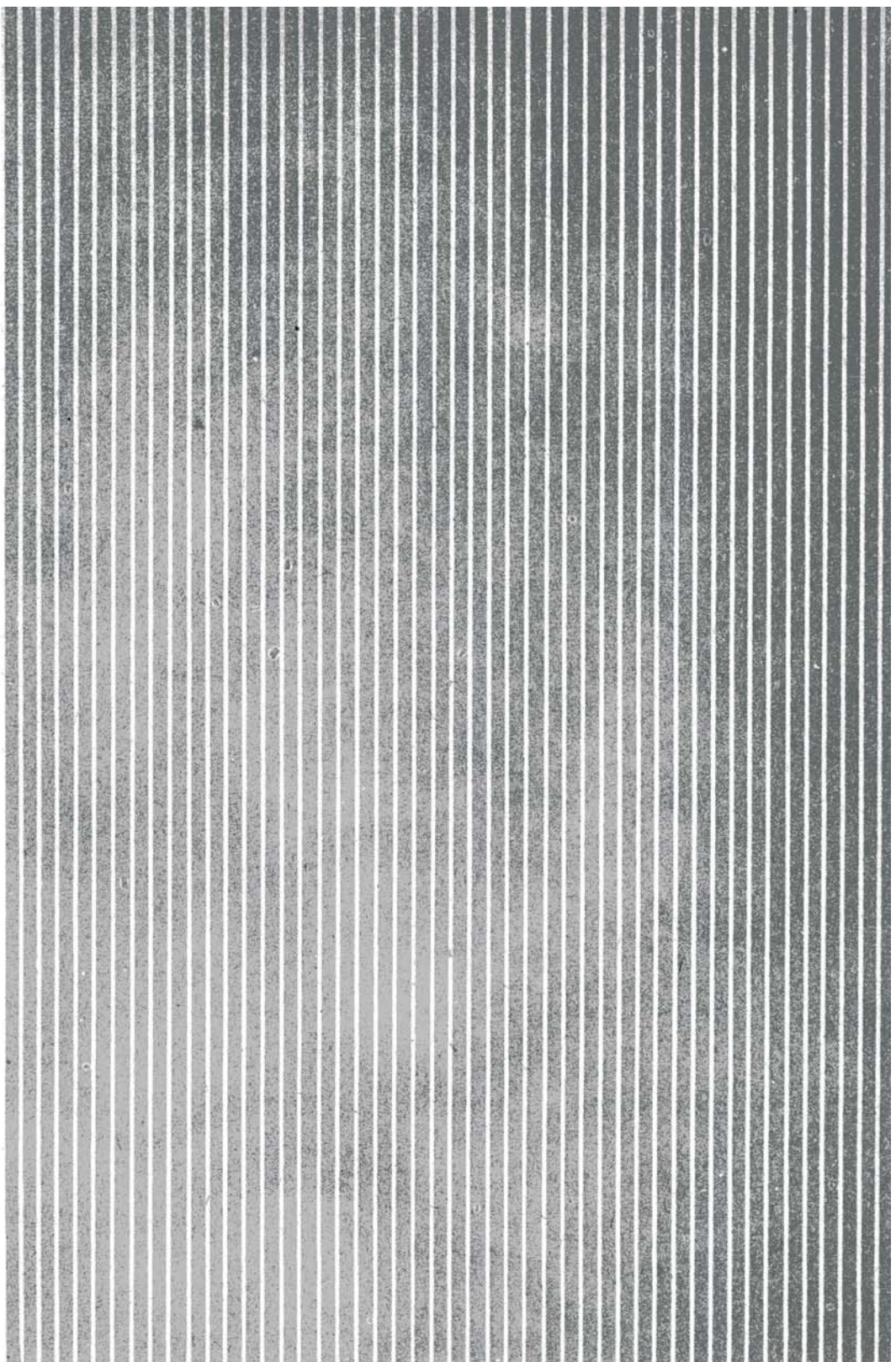
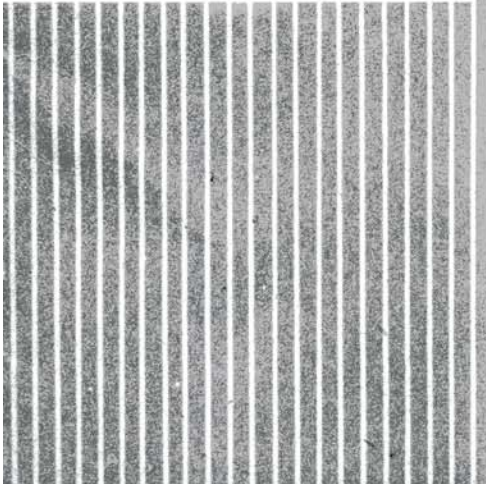




W 735/1



Mehrbandentzerrer

zweikanalig

DEUTSCHE POST - RUNDFUNK- UND FERNSEHTECHNISCHES ZENTRALAMT
Berlin-Adlershof, Agastraße

Berlin, den 14. 10. 1985

Mehrbandentzerrer, zweikanalig W 735/1

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
1. <u>Beschreibung</u>	2
1.1. Verwendungszweck	
1.2. Aufbau	
1.3. Wirkungsweise	
1.4. Technische Daten	
2. <u>Bedienungsanleitung</u>	9
2.1. Montage und Inbetriebnahme	
2.2. Bedienung	
3. <u>Instandhaltungsanleitung</u>	9
3.1. Prüf- und Meßanweisung	
3.2. Theoretische Zusammenhänge	
4. <u>Schalteilliste</u>	13
5. <u>Stromlaufplan</u>	

1. Beschreibung

1.1. Verwendungszweck

Der Mehrbandentzerrer W 735/1 ist in Tonregieanlagen des 700-Systems zur universellen Frequenzgangbeeinflussung vorgesehen. Das Gerät hat die gleichen Abmessungen und Steckanschlüsse wie das Universalfilter W 734, ist jedoch zweikanalig ausgelegt, wodurch sich anlagentechnisch in der Kombination mit W 745 und V 781 Mischfelder mit einheitlichen Kanalstreifen zusammensetzen lassen.

Die Eingangsschaltung des W 735/1 ist symmetrisch, jedoch nicht erdfrei, der Ausgang unsymmetrisch. Durch 2x2 rastende Tasten kann jeder Kanal überbrückt (bypass) oder unterbrochen (mute) werden. Dabei wird die Eingangssymmetrie nicht gestört.

Betriebstechnologisch handelt es sich beim W 735/1 um ein 7stufiges Präsenz-/Absenzfilter. Der Tonfrequenzbereich ist aufgeteilt in 7 Bänder gleicher relativer Breite.

In jedem Band kann die Verstärkung um bis zu 12 dB angehoben oder abgesenkt werden. Die Mittenfrequenz und Güte bzw. Bandbreite jedes Einzelfilters ist nicht einflußbar. Bei Mittelstellung aller Verstärkungsdrehsteller ist die Verstärkung 0 dB bei linearem Frequenzgang. Der W 735/1 unterscheidet sich vom W 735 durch geringere maximale Anhebung/Absenkung und kleinere Störpegel; außerdem wird die mute-Funktion durch eine rote LED signalisiert.

Beim Ersatz des W 734 durch einen W 735/1 wird nur der Kanal I (links) wirksam.

1.2. Aufbau

Der Mehrbandentzerrer W 735/1 ist ein Rasterbaustein 39 mm x 199 mm x 186 mm RFZ 50722 ohne Verriegelung. Eine in der Mitte angeordnete Blechplatte teilt das Gerät längs in zwei 17 mm breite Kammern, in denen je eine Leiterplatte 921.19-4 (4) eingebaut ist. An der Geräteunterseite ist eine 26polige Steckerleiste (TGL 10395/02) angeordnet. Zeichnungssatz 921.19.

Die Potentiometer und Schiebetastenschalter sind auf einer Montageplatte unterhalb der abnehmbaren Frontplatte befestigt und mit der Leiterplatte durch Leitungen verbunden. Es werden Schichtdrehwiderstände mit angeflächtem Wellenende und aufsteck- bzw. abziehbare schwarze Drehknöpfe mit verschiedenfarbiger Stirnfläche eingesetzt.

Die Filter für 63 Hz und 125 Hz sind rot, das Filter für 250 Hz ist grün, die Filter für 1 kHz und 2,5 kHz sind gelb und die Filter für 6 kHz und 11 kHz sind weiß markiert.

Die mute-Taste ist rot, die bypass-Taste grau. Unterhalb der mute-Tasten sind die beiden Lichtemitterdioden VQA 14 (rechteckig, rot) angeordnet, mit denen die mute-Funktion signalisiert wird. Die grauen Tastenknöpfe haben auf der Zylinderwand einen schwarzen Ring, der bei gedrückter Taste unter der Frontplatte verschwindet, um den eingerasteten Zustand auffälliger zu machen.

Bild 1 zeigt die Anordnung der Bedienelemente auf der Frontplatte.

An jeder Potentiometerwelle ist ein Rastmechanismus montiert, bestehend aus einer auf der Welle sitzenden Zahnscheibe und einer in die Zähne eingreifenden Blattfeder. Der Teilungswinkel ist 15°. Daraus ergeben sich, von der Mitte ausgehend, etwa ± 9 Rast-schritte, womit eine einmal gefundene Einstellung angenähert reproduziert werden kann.

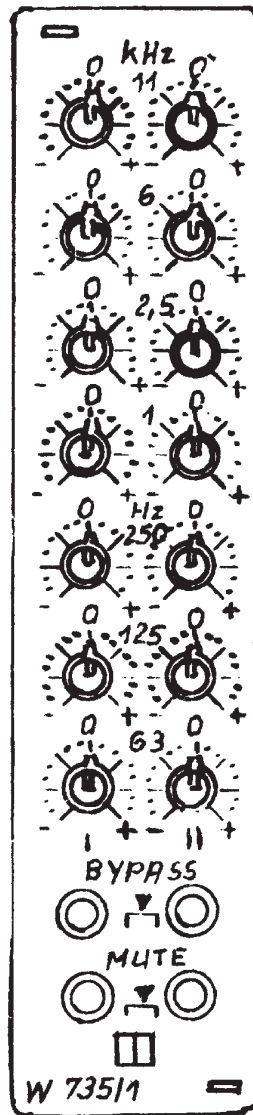


Bild 1

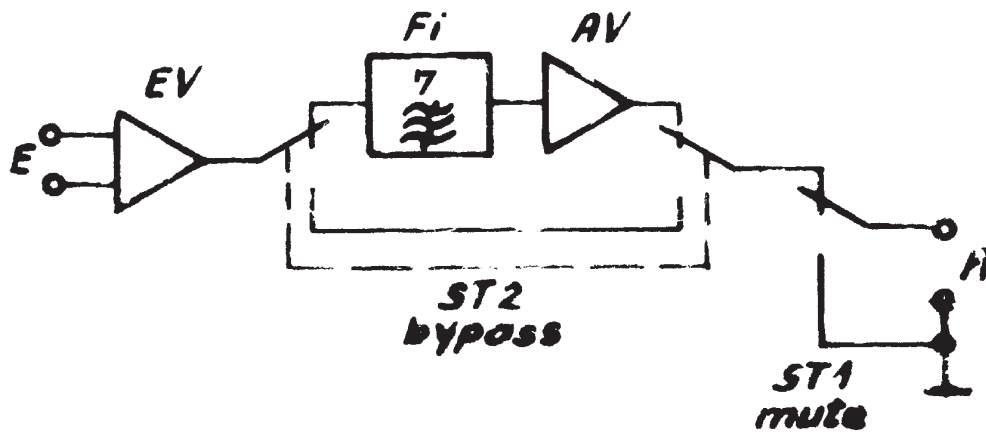


Bild 2

Prinzipschaltung

1.3. Wirkungsweise

1.3.1. Übersicht

Aus Bild 2 ist ersichtlich, daß die Schaltung aus 3 Funktionsgruppen zusammengesetzt ist:

Eingangsverstärker EV,
Filter F1,
Ausgangsverstärker AV.

Der Eingangsverstärker hat einen symmetrischen Eingang. Das 7stufige Filter liegt vorm Ausgangsverstärker. Bei gedrückter bypass-Taste ST 2 werden F1 und AV überbrückt; die Endstufe des EV muß also ebenso wie die Endstufe des AV den maximal zulässigen Pegel (+18 dBu) an den Lastwiderstand abgeben können. Die Taste ST 1 hat Vorrang vor der Taste ST 2: wenn beide Tasten gedrückt sind, tritt die Funktion mute (stumm) ein.

1.3.2. Eingangsverstärker

Die komplementäre Differenzverstärkereingangsstufe arbeitet als Subtrahierer. Die Schaltung ist auf maximale Gleichtaktunterdrückung - abgleichbar mit R3 und R4 (für hohe Frequenzen) - ausgelegt. Die Verstärkung ist 0 dB.

Der Ruhestrom der komplementären Gegentakt-B-Endstufe wird durch den Spannungsabfall an den Dioden VD1, VD2 bestimmt.

Mit den Kompensationselementen C5, R11 wird die Verstärkung bei hohen Frequenzen nach Betrag und Phase so beeinflusst, daß trotz starker Gegenkopplung keine Selbsterregung eintritt.

1.3.3. Filter und Ausgangsverstärker

Die beiden Gruppen gehören zusammen, wie aus Bild 3 hervorgeht. Der Ausgangsverstärker unterscheidet sich im Übrigen nicht vom Eingangsverstärker, so daß er nicht gesondert beschrieben werden muß.

1.3.3.1. Prinzipschaltung

Bild 3 zeigt die prinzipielle Wirkungsweise des Mehrbandfilters W 735/1.

Die 7 Serienresonanzkreise, bestehend aus den Elementen R_0 , L_0 und C_0 , sind auf die Mittenfrequenzen der 7 Frequenzbänder abgestimmt. Sie liegen zwischen den Schleifern der 7 Drehsteller R_g und Erde. Das Eingangssignal wird über R_1 zugeführt. Steht der Schleifer eines Stellwiderstandes am unteren Anschlag, so teilt sich die Eingangsspannung über R_1 und den Schwingkreiswiderstand, der bei der Resonanzfrequenz f_0 den Wert des (kleinen) Verlustwiderstandes R_0 annimmt. Dadurch wird die Eingangsspannung herabgesetzt (Dämpfung). Am oberen Anschlag wird dagegen die Gegenkopplung herabgesetzt, wodurch die Verstärkung zunimmt. Bei Mittelstellung des Schleifers und $R_1 = R_2$ ist der Schwingkreis wirkungslos; die Verstärkung ist $v = 1$.

Für die Berechnung der Verstärkung $V_0 = \frac{U_a}{U_e}$ bei der Resonanzfrequenz des Filters 1 in Abhängigkeit vom Stellweg a kann man das Ersatzschaltbild Bild 3 zugrundelegen. In diesem Bild wird angenommen, daß der Steller R_g des Filters 1 vom unteren ($a = 0$) bis zum oberen Anschlag ($a = 1$) durchgedreht wird, während sich alle übrigen ($m = n-1$) Steller in Mittelstellung befinden. Außerdem ist in Bild 4 $R_2 = R_1 = R$ gesetzt.

Unter diesen Voraussetzungen gilt:

$$V_0 = \frac{[R_0 + aR + a(1-a)R_s](R_3 + \frac{1}{4m}R_s) + \frac{1}{2}R[R_0 + a(1-a)R_s]}{[R_0 + (1-a)R + a(1-a)R_s](R_3 + \frac{1}{4m}R_s) + \frac{1}{2}R[R_0 + a(1-a)R_s]}$$

Bei Mittelstellung ist $a = 1-a = 0,5$; damit wird $V_0 = 1$. Am unteren Anschlag ist $a = 0$, und es folgt

$$V_{0min} = \frac{R_0(R_3 + \frac{1}{4m}R_s) + \frac{1}{2}RR_0}{(R_0 + R)(R_3 + \frac{1}{4m}R_s) + \frac{1}{2}RR_0} = \frac{1}{1 + \frac{R(R_3 + \frac{1}{4m}R_s)}{R_0(R_3 + \frac{1}{4m}R_s + \frac{1}{2}R)}} = \frac{1}{1 + \frac{RR_T}{R_0(R_T + \frac{1}{2}R)}}$$

Am oberen Anschlag ist $a = 1$; und es ergibt sich

$$V_{0max} = \frac{(R_0 + R)(R_3 + \frac{1}{4m}R_s) + \frac{1}{2}RR_0}{R_0(R_3 + \frac{1}{4m}R_s) + \frac{1}{2}RR_0} = 1 + \frac{R(R_3 + \frac{1}{4m}R_s)}{R_0(R_3 + \frac{1}{4m}R_s + \frac{1}{2}R)} = 1 + \frac{RR_T}{R_0(R_T + \frac{1}{2}R)}$$

mit $R_T = R_3 + \frac{1}{4m}R_s$

Die minimale und die maximale Verstärkung sind also reziprok zueinander. Die Berechnung nach den angeführten Gleichungen ist nur angenähert möglich, da R_T nicht konstant, sondern wegen R_3 komplex und frequenzabhängig ist. Man kann aber für Überschlagsrechnungen $R_3 \approx 5,5 \text{ k}\Omega$ (reell) ansetzen, so daß mit $R = 22 \text{ k}\Omega$, $R_g = 47 \text{ k}\Omega$, $m = 6$ und $R_0 = 3 \text{ k}\Omega$ der Ersatzwiderstand R_T den Wert $8,5 \text{ k}\Omega$ annimmt. Daraus findet man $V_{0max} \approx 4 \hat{=} 12 \text{ dB}$, und $V_{0min} \approx 0,25 \hat{=} -12 \text{ dB}$.

Um mit den Spannungsteilern R_g eine dB-lineare Stellcharakteristik zu erhalten, müßten diese einen S-förmigen Widerstandsverlauf mit steilem Anstieg im mittleren Drittel aufweisen. Da solche Drehsteller nicht zur Verfügung stehen, muß eine an den Enden sich zusammendrängende Skalenteilung in Kauf genommen werden.

1.3.3.2. Induktivität

Die Schaltung des W 735/1enthält keine bewickelten Bauelemente. Die Induktivitäten L_0 (siehe Bild 3) werden elektronisch nachgebildet. Bild 5 zeigt die Prinzipschaltung (a), die Ersatzschaltung für den Zweipol $E = 1$ (b) und die schaltungstechnische Realisierung (c) am Beispiel des 6-kHz-Filters.

Aus der Prinzipschaltung, Bild 5a, läßt sich der Eingangswiderstand $Z_e = R_1 + R_2 + j\omega R_1 R_2 C_1$ ableiten, so daß für die Zweipolkomponenten von Bild 5b gilt:

$$R_0 = R_1 + R_2$$

$$L_0 = C_1 \cdot R_1 \cdot R_2$$

Mit Bemessung dieser Elemente können die Induktivität L_0 und die Schwingkreisgüte Q

$$Q = \frac{\omega_0 L_0}{R_0}$$

gewählt werden.

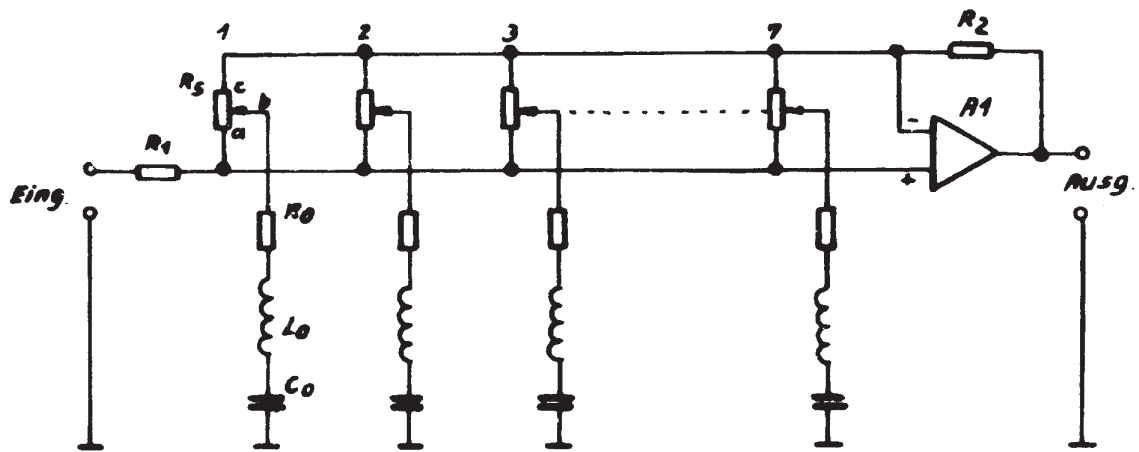


Bild 3
Prinzipisaltung des Mehrbandfilters

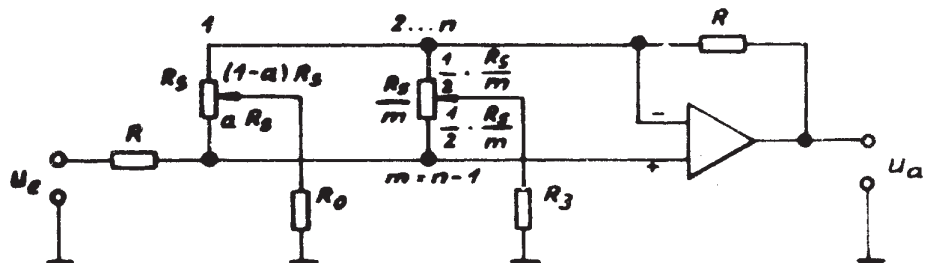


Bild 4
Ersatzschaltung zur Berechnung der Verstärkung

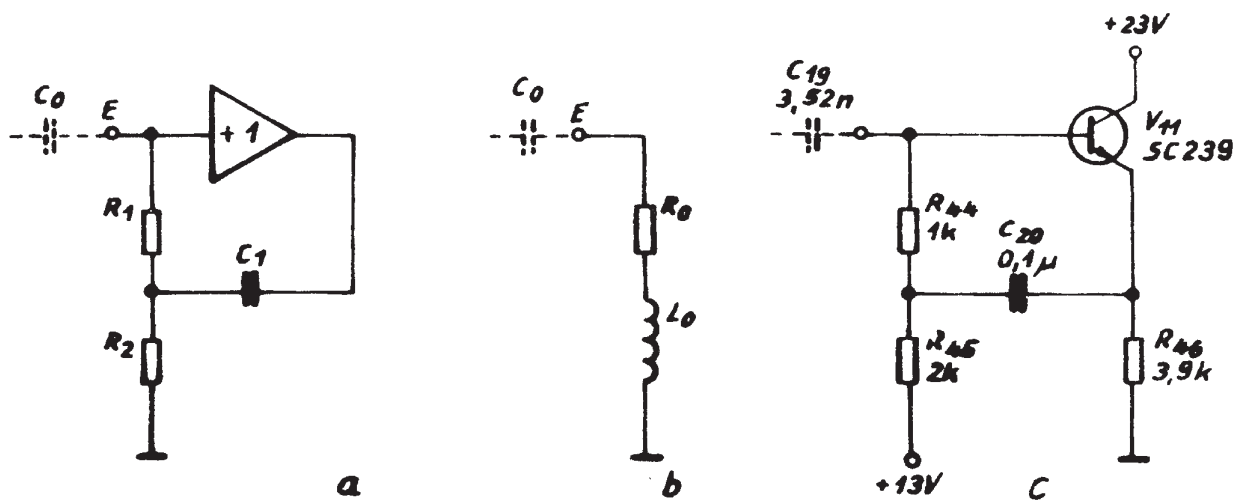


Bild 5
Elektronische Nachbildung der Induktivität
a Prinzipisaltung
b Ersatzschaltung
c Reale Schaltung (6000-Hz-Filter)

1.3.3.3. Serienresonanzkreis

Mit einem der Klemme E vorgeschalteten Kondensator C_0 liegt ein vollständiger Serienresonanzkreis vor, der durch die Resonanzfrequenz

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{C_0 C_1 R_1 R_2}}$$

die Kreisgüte

$$Q = \frac{1}{R_1 + R_2} \sqrt{\frac{C_1}{C_0} R_1 R_2}$$

und den Resonanzwiderstand $R_0 = R_1 + R_2$ gekennzeichnet ist.

Für das Beispiel von Bild 5c (6000-Hz-Filter) ergeben sich folgende Zahlenwerte:

$R_0 = 3100 \text{ Ohm}$ ($R_{43} = 100 \text{ Ohm}$ muß noch addiert werden).

$L_0 = 0,1 \mu\text{F} \cdot 1 \text{ kOhm} \cdot 2 \text{ kOhm} = 0,2 \text{ H}$,

$C_0 = C_{19} = 3,52 \text{ nF}$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{3,52 \text{ nF} \cdot 0,2 \text{ H}}} = 5998 \text{ Hz}$$

$$Q = \frac{1}{3100 \text{ Ohm}} \sqrt{\frac{0,2 \text{ H}}{3,52 \text{ nF}}} = 2,43 \text{ (dimensionierte Kreisgüte)}$$

Die wirksame Güte ist imW 735/1wegen der unter Tz. 1.3.3.1. angedeuteten gegenseitigen Beeinflussung der Filter nur etwa $Q = 2$. Daraus ergibt sich eine am Filter meßbare 3-dB-Bandbreite von etwa 0,77 Oktave, wenn nur 1 Filter bei maximaler Anhebung/Absenkung betrachtet wird, die anderen auf 0 dB stehen. Die Zusammenhänge zwischen der (physikalischen) Güte eines Resonanzkreises und der im Filter wirksamen Bandbreite sind unter Tz. 3.2.2. erläutert.

1.3.4. Stromversorgung

Am ersten Siebkondensator (C 28) liegen 23 V, am zweiten (C 25) 10 V. Die am Spannungsteilerwiderstand R75 abfallende Spannung (13 V) bestimmt den Arbeitspunkt aller Verstärker, da deren Fußpunkte an -23 V, deren Eingänge über Vorwiderstände an -10 V liegen. Die Emitter der npn-Transistoren V6 ... V12 haben etwa 0,6 V niedrigere Potentiale (-10,6 V); die Mittenspannung an den Gegentakt-Endstufen der Verstärker ist rund 1,5 V niedriger (-11,5 V) als die Bezugsspannung, da zwei Basis-Emitter-Flußspannungen (V1 und V2 bzw. V13 und V14) hinzukommen.

1.4. Technische Daten

1.4.1. Strukturelle Parameter

1.4.1.1. Abmessungen Breite: 39 mm Länge: 199 mm Tiefe: $\approx 200 \text{ mm}$
einschl. Drehknöpfe

1.4.1.2. Masse 1,2 kg

1.4.1.3. Stromversorgung

Anschlußspannung	24 V $\pm$ 10 % (Pluspol geerdet)
Stromaufnahme (Kanal)	< 65 mA; (beide Kanäle) < 130 mA

1.4.2.7. Klirrfaktor

bei linearem Frequenzgang
(alle Pegelsteller auf Mitte)

$L_A = +18$ dBu an 390 Ohm < 0,5 %

1.4.2.8. Störpegel

bei linearem Frequenzgang
(alle Pegelsteller auf Mitte)

Fremdpegel $\tilde{u}$ < - 90 dBu
Geräuschp. $\hat{u}$ OIRT E 71 < - 80 dBqps

1.4.3. Einsatzverhalten

1.4.3.1. Klimatische Bedingungen

Einsatzklasse +5/+40/+35/80//—2

1.4.3.2. Schutzgüte

gefahrlose Technik

1.4.3.3. Zuverlässigkeit

Mindestwert des mittleren Ausfall-
abstandes (MTBF) bei 90 %iger
statistischer Sicherheit 25 000 h

2. Bedienungsanleitung

2.1. Montage und Inbetriebnahme

Die Buchsenleiste ist gemäß der Darstellung im Stromlaufplan zu beschalten. Der Plus-
pol der Stromversorgung liegt an OV und Betriebserde.

Das Gerät ist bei anliegender Versorgungsspannung betriebsbereit.

2.2. Bedienung

Die Einstellung der Pegelsteller ergibt sich aus den Bedürfnissen der Tonregie. Die
Wirkung des W 735/1 auf das Klangbild läßt sich durch kurzzeitiges Überbrücken des
Gerätes subjektiv am besten erkennen; hierzu dient die graue Bypass-Taste. Mit der
roten mute-Taste kann der Programmweg unterbrochen werden, was durch das Aufleuchten
der roten LED signalisiert wird.

3. Instandhaltungsanleitung

3.1. Prüf- und Meßanweisung

3.1.1. Erforderliche Meßgeräte

- 1 NF-Generator GF 22
- 1 Pegelmesser MV 73
- 1 Digital-Psophometer MV 71

- 1 Klirrfaktormesser FMZ-8
- 1 Stromversorgungsgerät 24 V 150 mA GS
- 1 Universalmesser
- 1 5-kHz-Rechteckgenerator

3.1.2. Abgleich und Funktionsprüfung

Abgleich der Eingangssymmetrie mit 5 kHz $\square$ über Symmetriemsglied $2 \times 22 \text{ nF}$ gegen Masse auf Minimum des Ausgangspegels mit MV 71, Geräuschpegel $\hat{u}$ (P1 Rfk bewertet), beide Steller gemeinsam (R3, R4).

Abgleich der Mittenfrequenzen bei Filter 1, 2 und 3 mit R22, R27 bzw. R32 bei Extremstellung des jeweiligen Verstärkungsstellers; alle anderen auf 0 dB.

Bei Mittelstellung aller Drehsteller ist die Verstärkung $(0 \pm 1) \text{ dB}$ und der Frequenzgang $< \pm 1 \text{ dB}$ zu kontrollieren.

Tastenfunktionen gemäß Stromlaufplan prüfen.

3.1.3. Klirrfaktoren, Fremdpegel, Eingangs- und Ausgangsimpedanz

Diese Parameter sind wie allgemein üblich (RPZ-Standard 55 101) zu messen. Zu beachten ist, daß Klirrfaktoren und Fremdpegel sinnvoll, d. h. vergleichbar mit anderen Geräten, nur für linearen Frequenzgang - alle Pegelsteller auf 0 dB - angegeben werden können.

3.1.4. Messung der Filterparameter

Die Filter werden einzeln gemessen, d. h. in den nicht benutzten Filtern stehen die Pegelsteller auf 0 dB.

Die Resonanzfrequenz und die 3-dB-Bandbreite werden stets bei Rechts- bzw. Linksanschlag des Pegelstellers ermittelt. Die Resonanzfrequenz wird am genauesten als geometrisches Mittel ($f_0 = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$) aus den 3-dB-Eckfrequenzen bestimmt.

Bezüglich des Zusammenhangs zwischen der gemessenen 3-dB-Bandbreite und der Güte ist Tz. 3.2. zu beachten.

3.2. Theoretische Zusammenhänge

3.2.1. Güte und Bandbreite eines Resonators

Aus den 3-dB-Eckfrequenzen f_1 und f_2 einer Resonanzkurve (Bild 6) erhält man die absolute Bandbreite in Hertz:

$$B_{0,7} = f_2 - f_1$$

die relative Bandbreite:

$$b = \frac{B_{0,7}}{f_0} = \frac{f_2 - f_1}{\sqrt{f_2 \cdot f_1}}$$

und die Bandbreite in Oktaven:

$$B_{\text{Okt}} = \frac{\lg f_2 / f_1}{\lg 2} = 3,322 \lg \frac{f_2}{f_1}$$

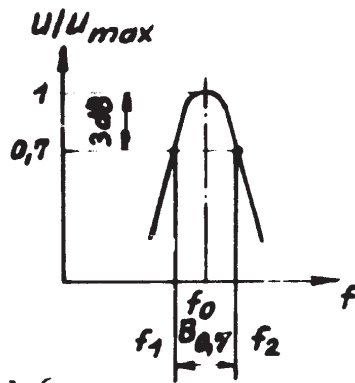


Bild 6

Resonanzkurve mit 3-dB-Eckfrequenzen f_1 und f_2

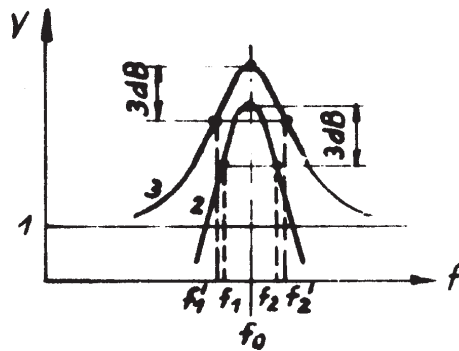


Bild 7

Bildung der Filterkurve aus der Resonanzkurve 2 und $V = 1$

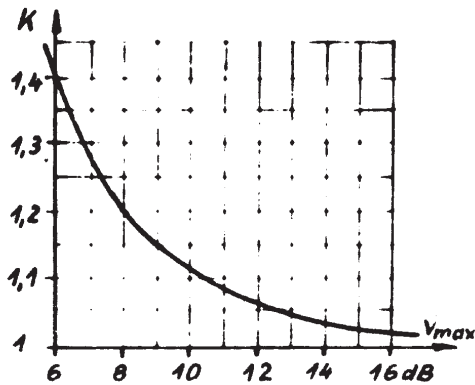


Bild 8

Korrekturfaktor K zur Ermittlung der physikalischen Güte

Die Güte ist der Reziprokwert der relativen Bandbreite:

$$Q = \frac{f_0}{B_{0,7}} = \frac{\sqrt{f_2 \cdot f_1}}{f_2 - f_1} = \frac{1}{\sqrt{\frac{f_2}{f_1} + \frac{f_1}{f_2} - 2}}$$

Hieraus ergibt sich

$$\frac{f_2}{f_1} = 1 + \frac{1}{2 \cdot Q^2} + \frac{1}{Q} \sqrt{1 + \frac{1}{4 \cdot Q^2}}$$

und

$$B/\text{Okt} = 3,322 \lg \left(1 + \frac{1}{2 \cdot Q^2} + \frac{1}{Q} \sqrt{1 + \frac{1}{4 \cdot Q^2}} \right)$$

womit bei gegebener Güte die Bandbreite in Oktaven berechnet werden kann. Zum Beispiel ist der Güte $Q = 3$ des Resonators die Bandbreite 0,475 Oktaven zugeordnet.

Im umgekehrten Fall findet man die erforderliche Güte für eine gewünschte Bandbreite in Oktaven:

$$Q = \frac{2^{0,5 B/\text{Okt}}}{2^{B/\text{Okt}} - 1}$$

Zum Beispiel entspricht die Bandbreite 1 Oktave der Güte $Q = 1,41$.

3.2.2. Zusammenhang zwischen der im Filter gemessenen Bandbreite und der Güte des Resonators

In Klangbeeinflussungsfiltern der Tonstudioteknik wird die Resonanzkurve mit dem Verstärkungsfaktor $V = 1$ überlagert, d. h. die Ausgangsspannung des Filters U_{aF} ist die Summe der Ausgangsspannung des Resonators U_{aR} und der Eingangsspannung U_e :

$$U_{aF} = U_{aR} + U_e$$

Es bildet sich eine glockenförmige Frequenzgangkurve aus (Bild 7). Aus diesem Verlauf ist leicht zu erkennen, daß die 3-dB-Bandbreite des Filters größer ist als die 3-dB-Bandbreite des Resonators, und zwar ist die Verbreiterung um so größer, je kleiner die Anhebung ist.

Durch Vergleich mit der Schwingkreisgleichung findet man aus den am Filter gemessenen Eckfrequenzen für die Güte:

$$Q = \frac{f_0}{f_2' - f_1'} \sqrt{\frac{V_{\max}^2}{V_{\max}^2 - 2}} = \frac{f_0}{f_2' - f_1'} \cdot K$$

Der Korrekturfaktor K , mit dem der "scheinbare Gütewert" $f_0/(f_2' - f_1')$ multipliziert werden muß, um aus den Meßwerten f_1' und f_2' die Resonator-Güte Q zu ermitteln, ist in Bild 8 grafisch dargestellt.

Für $V_{\max} = 4 = +12$ dB ist

z. B. $K = 1,07$.

Die unter 1.4.2.5. genannte Bandbreite in Oktaven ist unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors 1,08 für +11,5 dB ermittelt.

4. Schaltteilliste

Kurz- bez.	Benennung	Elektrische Werte	Bemerkungen
<u>Mehrbandentzerrer, zweikanalig W 735/1</u> Zeichnungssatz 921.19/1			
C1	Elyt-Kondensator	10/25 TGL 7198 1s	1)
C2	Elyt-Kondensator	10/25 TGL 7198 1s	1)
C3	KS-Kondensator	470/5/63 TGL 5155	1) *
C4	KS-Kondensator	390/5/630 TGL 5155	1) *
C5	KS-Kondensator	2200/5/25 TGL 5155	1)
C6	Scheibenkondensator	EDVU-NPO-47/5-63 TGL 35780	1)
C7	Elyt-Kondensator	220/16 TGL 7198	1)
C8	Elyt-Kondensator	2,2/25 TGL 7198	1)
C9	MKT-Kondensator	0,33/20/100 TGL 31680/01	1)
C10	T-Kondensator	10/15 TGL 200-8519	1) *
C11	Parallelschaltung, bestehend aus:	0,17/u	
C11/1	MKT-Kondensator	0,15/20/250 TGL 31680/01	1)
C11/2	KT-Kondensator	0,01/10/160 TGL 38159	1)
C11/3	KT-Kondensator	0,01/10/160 TGL 38159	1)
C12	T-Kondensator	4,7/15 TGL 200-8519	1) *
C13	Parallelschaltung, bestehend aus:	85 n	
C13/1	MKT-Kondensator	0,068/20/250 TGL 31680/01	1)
C13/2	KT-Kondensator	0,01/10/160 TGL 38159	1)
C13/3	KS-Kondensator	6800/5/25 TGL 5155	1)
C14	T-Kondensator	2,2/15 TGL 200-8519	1) *
C15	KT-Kondensator	0,022/10/160 TGL 38159	1) *
C16	MKT-Kondensator	1/20/100 TGL 31680/01	1)
C17	Parallelschaltung, bestehend aus:	8,5 n	
C17/1	KS-Kondensator	8200/5/25 TGL 5155	1)
C17/2	KS-Kondensator	300/5/63 TGL 5155	1) *
C18	MKT-Kondensator	0,22/20/100 TGL 31680/01	1)
C19	Parallelschaltung, bestehend aus:	3,52 n	
C19/1	KS-Kondensator	3300/5/25 TGL 5155	1)
C19/2	KS-Kondensator	220/5/63 TGL 5155	1) *
C20	MKT-Kondensator	0,1/20/250 TGL 31680/01	1)
C21	KS-Kondensator	2000/5/25 TGL 5155	1) *
C22	MKT-Kondensator	0,068/20/250 TGL 31680/01	1)
C23	Elyt-Kondensator	10/25 TGL 7198	1)
C24	Scheibenkondensator	EDVU-P100-8,2/1-63 TGL 35780	1)
C25	Elyt-Kondensator	470/16 TGL 7198 1s	1)
C26	KS-Kondensator	2200/5/25 TGL 5155	1)
C27	Scheibenkondensator	EDVU-NPO-68/5-63 TGL 35780	1)
C28	Elyt-Kondensator	470/25 TGL 7198 1s	1)
C29	Elyt-Kondensator	220/16 TGL 7198	1)

1) zweimal im Gerät

* abgleichen

Kurz- bez.	Benennung	Elektrische Werte				Bemerkungen
F1	G-Schmelzeinsatz	T 0,125	TGL 0-41571			1)
R1	Schichtwiderstand	15 kOhm 2%	25.207	TGL 8728		1)
R2	Schichtwiderstand	15 kOhm 2%	25.207	TGL 8728		1)
R3	Schichtwiderstand, veränderbar	2,2 kOhm-595.1210.2		TGL 11886		1)
R4	Schichtwiderstand, veränderbar	2,2 kOhm-595.1210.2		TGL 11886		1)
R5	Schichtwiderstand	9,1 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R6	Schichtwiderstand	11 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R7	Schichtwiderstand	22 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R8	Schichtwiderstand	30 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R9	Schichtwiderstand	6,8 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R10	Schichtwiderstand	2,2 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R11	Schichtwiderstand	33 Ohm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R12	Schichtwiderstand	33 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R13	Schichtwiderstand	2,2 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R14	Schichtwiderstand	22 Ohm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R15	Schichtwiderstand	22 Ohm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R16	Schichtwiderstand	100 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R17	Schichtwiderstand	10 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R18	Schichtwiderstand	15 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R19	Schichtwiderstand	22 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R20	Schichtwiderstand	100 Ohm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R21	Schichtwiderstand	470 Ohm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R22	Schichtwiderstand, veränderbar	1 kOhm-595.1210.2		TGL 11886		1)
R23	Schichtwiderstand	1,5 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R24	Schichtwiderstand	3,9 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R25	Schichtwiderstand	100 Ohm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R26	Schichtwiderstand	470 Ohm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R27	Schichtwiderstand, veränderbar	1 kOhm-595.1210.2		TGL 11886		1)
R28	Schichtwiderstand	1,5 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R29	Schichtwiderstand	3,9 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R30	Schichtwiderstand	100 Ohm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R31	Schichtwiderstand	680 Ohm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R32	Schichtwiderstand, veränderbar	1 kOhm-595.1210.2		TGL 11886		1)
R33	Schichtwiderstand	1,3 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R34	Schichtwiderstand	3,9 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R35	Schichtwiderstand	100 Ohm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R36	Schichtwiderstand	470 Ohm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R37	Schichtwiderstand	2,2 kOhm 2%	25.207	TGL 8728		1)
R38	Schichtwiderstand	3,9 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R39	Schichtwiderstand	100 Ohm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R40	Schichtwiderstand	1,2 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R41	Schichtwiderstand	1,8 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R42	Schichtwiderstand	3,9 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R43	Schichtwiderstand	100 Ohm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R44	Schichtwiderstand	1 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)
R45	Schichtwiderstand	2 kOhm 5%	25.207	TGL 8728		1)

1) zweimal im Gerät

Kurz- bez.	Benennung	Elektrische Werte	Bemerkungen
R46	Schichtwiderstand	3,9 kOhm 5% 25.207 TGL 8728	1)
R47	Schichtwiderstand	100 Ohm 5% 25.207 TGL 8728	1)
R48	Schichtwiderstand	820 Ohm 5% 25.207 TGL 8728	1)
R49	Schichtwiderstand	2,2 kOhm 5% 25.207 TGL 8728	1)
R50	Schichtwiderstand	3,9 kOhm 5% 25.207 TGL 8728	1)
R51	Schichtwiderstand	6,8 kOhm 5% 25.207 TGL 8728	1)
R52	Schichtwiderstand	2,2 kOhm 5% 25.207 TGL 8728	1)
R53	Schichtwiderstand	33 Ohm 5% 25.207 TGL 8728	1)
R54	Schichtwiderstand	22 kOhm 5% 25.207 TGL 8728	1)
R55	Schichtwiderstand	1,8 kOhm 2% 25.207 TGL 8728	1)
R56	Schichtwiderstand	2,2 kOhm 5% 25.207 TGL 8728	1)
R57	Schichtwiderstand	22 Ohm 5% 25.207 TGL 8728	1)
R58	Schichtwiderstand	22 Ohm 5% 25.207 TGL 8728	1)
R59	Schichtwiderstand	10 Ohm 5% 25.207 TGL 8728	1)
R60	Schichtwiderstand	10 kOhm 5% 25.207 TGL 8728	1)
R61	Schichtwiderstand, veränderbar	47 kOhm 1-20%-32 A4 675.1610.1 TGL 9100	2)
R62	Schichtwiderstand, veränderbar	47 kOhm 1-20%-32 A4 675.1610.1 TGL 9100	2)
R63	Schichtwiderstand, veränderbar	47 kOhm 1-20%-32 A4 675.1610.1 TGL 9100	2)
R64	Schichtwiderstand, veränderbar	47 kOhm 1-20%-32 A4 675.1610.1 TGL 9100	2)
R65	Schichtwiderstand, veränderbar	47 kOhm 1-20%-32 A4 675.1610.1 TGL 9100	2)
R66	Schichtwiderstand, veränderbar	47 kOhm 1-20%-32 A4 675.1610.1 TGL 9100	2)
R67	Schichtwiderstand, veränderbar	47 kOhm 1-20%-32 A4 675.1610.1 TGL 9100	2)
R68	Schichtwiderstand, veränderbar	47 kOhm 1-20%-32 A4 675.1610.1 TGL 9100	2)
R69	Schichtwiderstand, veränderbar	47 kOhm 1-20%-32 A4 675.1610.1 TGL 9100	2)
R70	Schichtwiderstand, veränderbar	47 kOhm 1-20%-32 A4 675.1610.1 TGL 9100	2)
R71	Schichtwiderstand, veränderbar	47 kOhm 1-20%-32 A4 675.1610.1 TGL 9100	2)
R72	Schichtwiderstand, veränderbar	47 kOhm 1-20%-32 A4 675.1610.1 TGL 9100	2)
R73	Schichtwiderstand, veränderbar	47 kOhm 1-20%-32 A4 675.1610.1 TGL 9100	2)
R74	Schichtwiderstand, veränderbar	47 kOhm 1-20%-32 A4 675.1610.1 TGL 9100	2)
R75	Schichtwiderstand	2,4 kOhm 2% 25.207 TGL 8728	1)
R76	Schichtwiderstand	2 kOhm 5% 23.207 TGL 36521	
R77	Schichtwiderstand	2 kOhm 5% 23.207 TGL 36521	
ST1	Schiebetastenschalter	0642.220-60102-99266.4	mit 1 T31 grau 3) und 1 T31 rot 3)
ST2	Schiebetastenschalter	0642.220-60102-99266.4	mit 1 T31 grau 3) und 1 T31 rot 3)
V1	Transistor	SC 239 e TGL 27147	1)
V2	Transistor	SC 309 e TGL 37871	1)

1) zweimal im Gerät

2) bearb. nach 921.19:1 (5)

3) bearb. nach 921.19-7 ... -8 (5)

Kurz- bez.	Benennung	Elektrische Werte		Bemerkungen
V3	Transistor	SC 307 d	TGL 37871	1)
V4	Transistor	SC 237 d	TGL 27147	1)
V5	Transistor	SC 307 d	TGL 37871	1)
V6	Transistor	SC 239 e	TGL 27147	1)
V7	Transistor	SC 239 e	TGL 27147	1)
V8	Transistor	SC 239 e	TGL 27147	1)
V9	Transistor	SC 239 e	TGL 27147	1)
V10	Transistor	SC 239 e	TGL 27147	1)
V11	Transistor	SC 239 e	TGL 27147	1)
V12	Transistor	SC 239 e	TGL 27147	1)
V13	Transistor	SC 239 e	TGL 27147	1)
V14	Transistor	SC 309 e	TGL 37871	1)
V15	Transistor	SC 307 d	TGL 37871	1)
V16	Transistor	SC 237 d	TGL 27147	1)
V17	Transistor	SC 307 d	TGL 37871	1)
VD1	Schaltdiode	SAY 30/4	TGL 200-8466	1)
VD2	Schaltdiode	SAY 30/4	TGL 200-8466	1)
VD3	Schaltdiode	SAY 30/4	TGL 200-8466	1)
VD4	Schaltdiode	SAY 30/4	TGL 200-8466	1)
VD5	Lichtemitterdiode	VQA 14	TGL 39422	1)
VD6	Lichtemitterdiode	VQA 14	TGL 39422	
XS1	Steckerleiste	1 - 26	TGL 10395/02	

1) zweimal im Gerät

