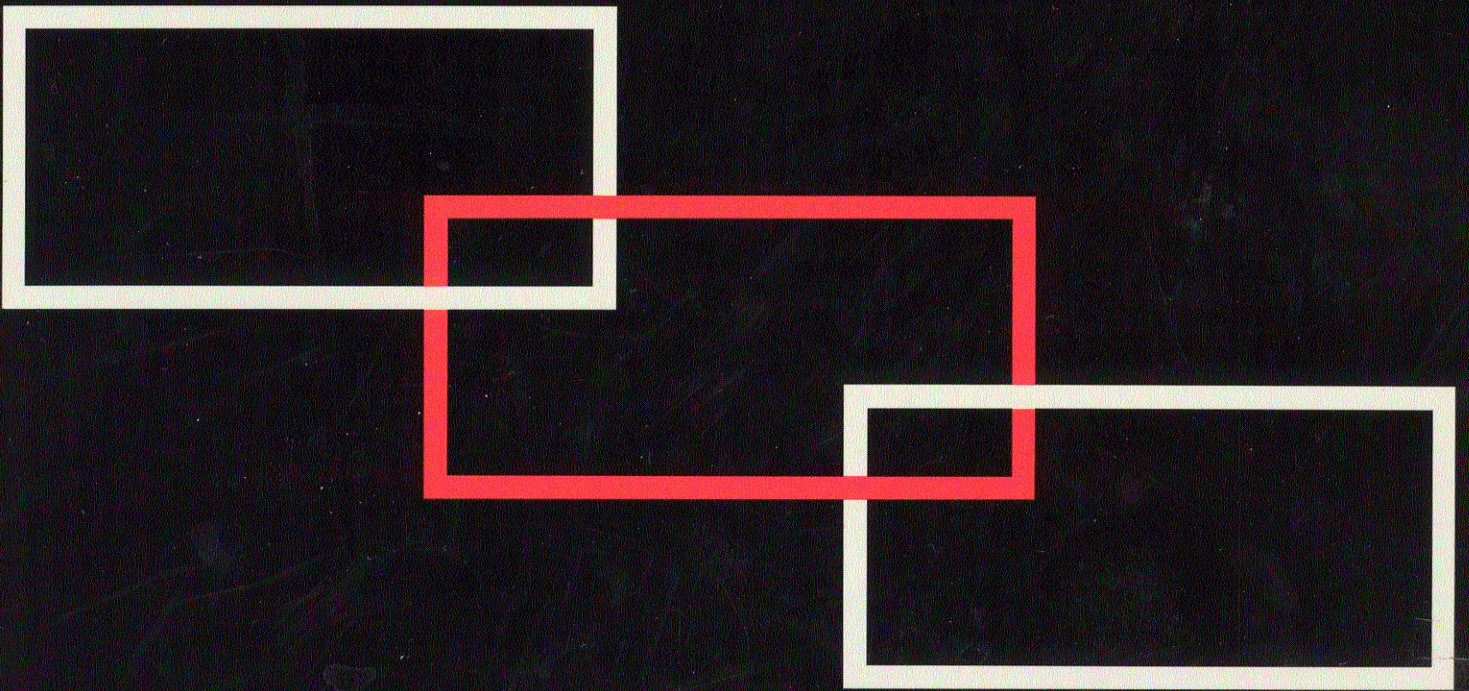


TOELLNER



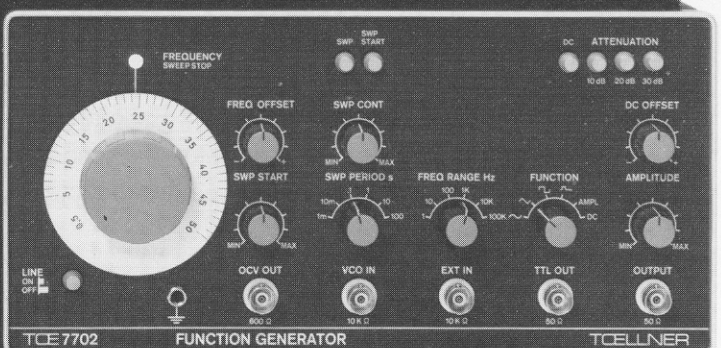
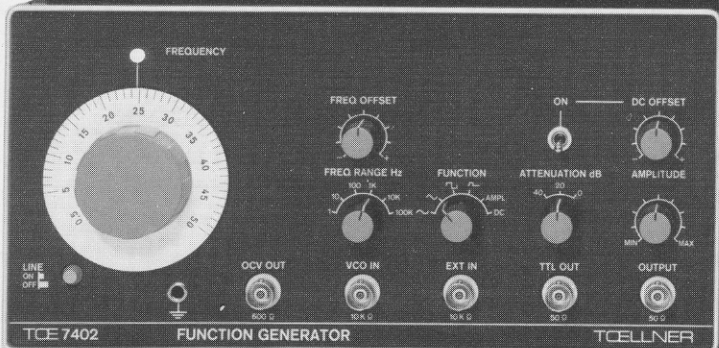
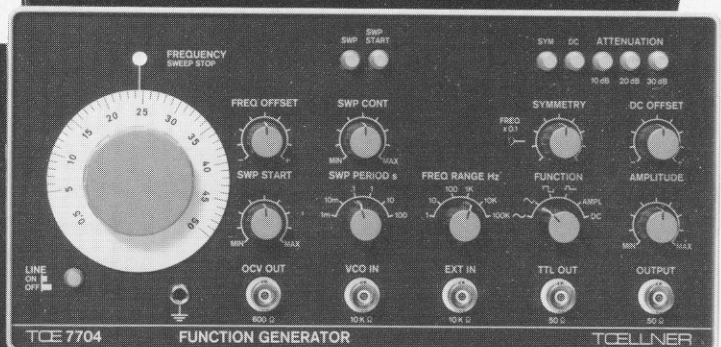
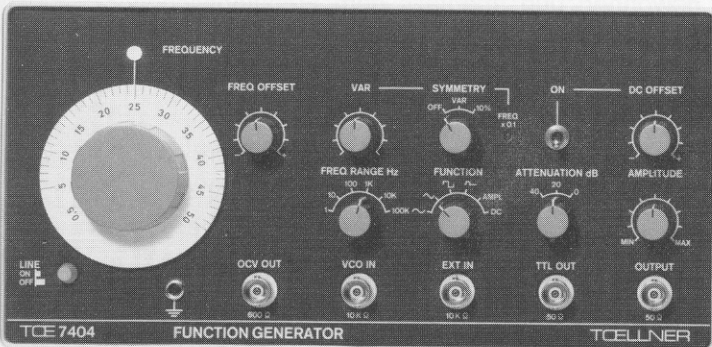
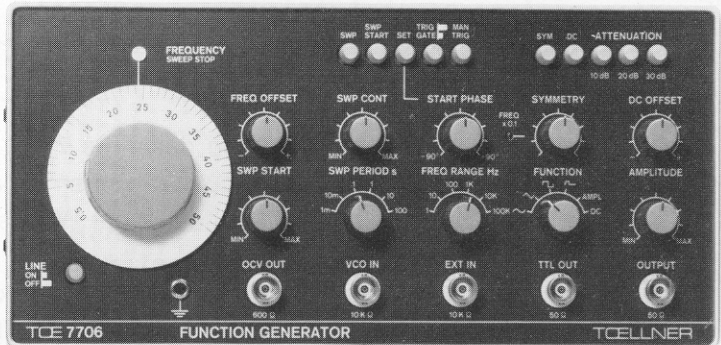
Inhaltsverzeichnis

- 1. Allgemeines
 - 1.1 Einleitung
 - 1.2 Blockschaltbild
 - 1.3 Technische Daten
 - 1.4 Zubehör

- 2. Gebrauchsanleitung
 - 2.1 Inbetriebnahme
 - 2.2 Bedienung
 - 2.3 Schaltungsbeschreibung
 - 2.4 Gesamtschaltplan
 - 2.5 Bauteileliste
 - 2.6 Bestückungspläne
 - 2.7 Abgleichanleitung

BETRIEBSANLEITUNG zu Funktionsgeneratoren

TOE 7402, TOE 7404
TOE 7702, TOE 7704, TOE 7706



1. Allgemeines

1.1 Einleitung

Funktionsgeneratoren bilden heute die interessanteste und am vielseitigsten verwendbare Gerätegruppe auf dem NF-Gebiet. Neben einem großen Frequenzbereich haben sie im allgemeinen eine Vielzahl verschiedener Zeitfunktionen als Ausgangsspannung. Dadurch erhält man die Möglichkeit, Untersuchungen an elektrischen Systemen nicht nur mit sinusförmigen Signalen durchzuführen.

Die Funktionsgeneratoren 7402, 7404, 7702, 7704 und 7706 sind in allen Anwendungsbereichen der modernen Elektronik einsetzbar.

Besonders hervorzuheben ist, daß alle oben erwähnten Geräte als Breitbandverstärker von DC bis ca. 10 MHz verwendbar sind.

1.2 Blockschaltbild

Dargestellt wird das Blockschaltbild des Typs 7706. Alle anderen Typen sind, ausgehend von diesem Blockschaltbild, gleichartig aufgebaut. Es können je nach vorliegendem Typ folgende Baugruppen fehlen: Trigger/Gate, variable Symmetrie und interner Wobbelgenerator.

Die durch den Relaxationsoszillator erzeugten Dreieck- und Rechtecksignale gelangen nach Durchlauf der zugehörigen Verstärker zum Funktionsschalter. Die Sinusspannung wird über ein Widerstands-Dioden-Netzwerk (Sinusconverter) aus der Dreieckspannung gewonnen und ebenfalls dem Funktionsschalter zugeführt. In der Funktion als Breitbandverstärker wird das gepufferte Eingangssignal vom Funktionsschalter weitergeleitet.

Das jeweils ausgewählte Signal gelangt über das Amplitudenpotentiometer mit einem Variationsbereich von > 20 dB zum Endverstärker. Mittels DC-OFFSET-Potentiometer kann dem Signal eine Gleichspannung unterlegt werden. Das den Endverstärker verlassende Signal wird über den Endabschwächer dem Hauptausgang OUTPUT zugeführt. Der Endabschwächer der Modellreihe 7400 kann das Ausgangssignal in 20 dB-Stufen um max. 40 dB abschwächen; bei der Modellreihe 7700 ist eine Abschwächung von max. 60 dB in 10 dB-Stufen möglich.

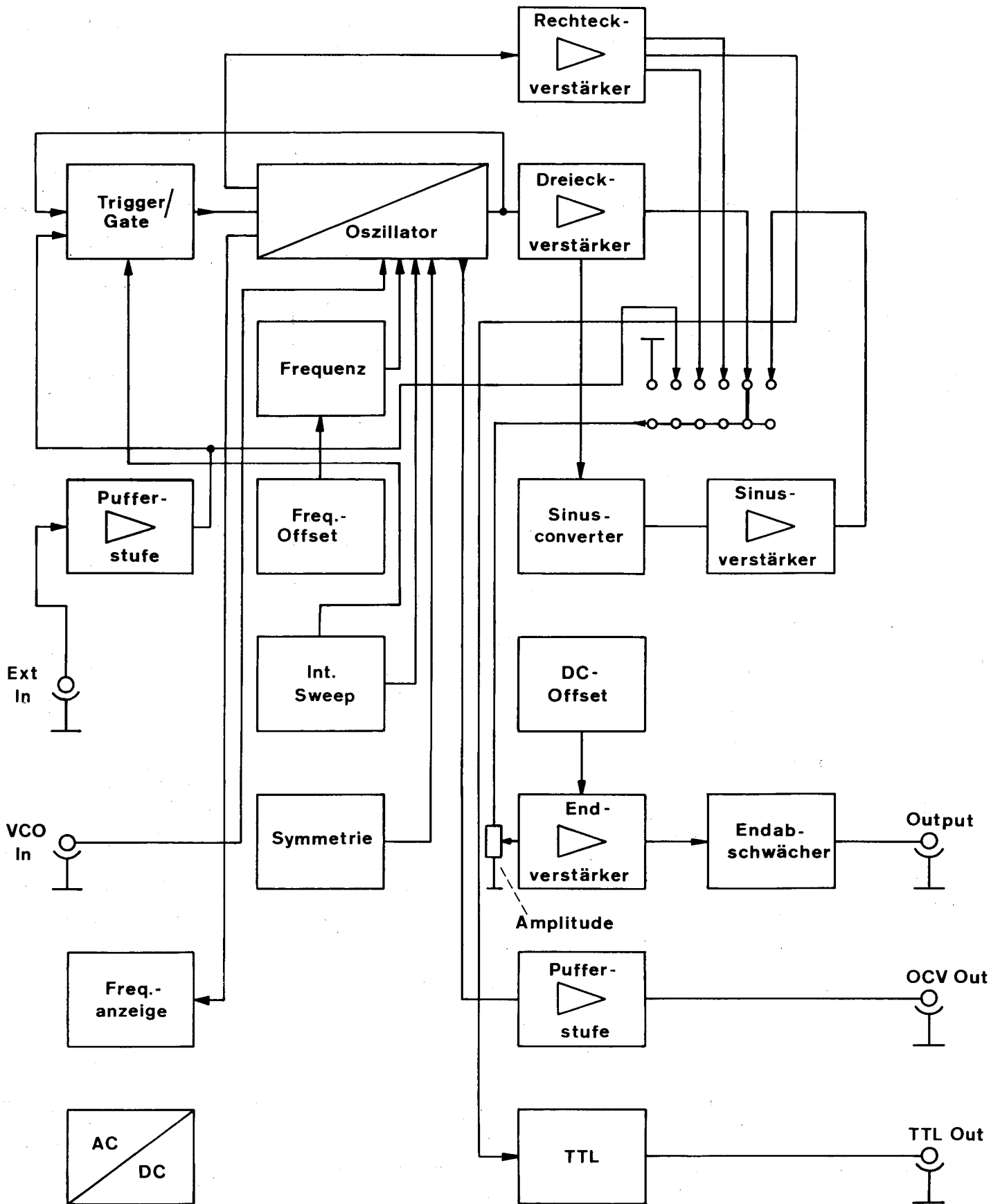
Der Oszillator wird spannungsabhängig gesteuert. Seine Frequenz steigt mit positiver werdender Spannung. Die Oszillatorsteuerspannungen werden vom Frequenz- und Frequenzoffsetpotentiometer oder vom internen Wobbelgenerator abgegeben. Es kann auch eine Steuerspannung extern in die Buchse VCO IN eingebracht werden. Die den Oszillator steuernde Spannung wird belastungsarm abgegriffen und auf den Ausgang OCV OUT übertragen. Bei eingeschalteter variabler Symmetrie wird die Oszillatorfrequenz um eine Dekade herabgesetzt.

Der Triggerbetrieb ermöglicht es, den Oszillator zu einer einzelnen Schwingungsperiode anzuregen.

Im Gatebetrieb schwingt der Generator in Abhängigkeit vom zugeführten Steuersignal.

Ein Rechtecksignal zur Ansteuerung von TTL-Schaltkreisen kann am Ausgang TTL OUT abgenommen werden.

BLOCKSCHALTBIOD



1.3 Technische Daten

Funktionen und Betriebsarten

Funktionen: Sinus, Dreieck, Rechteck, Impuls, Verstärker, DC, variable Symmetrie bei TOE 7404, 7704, 7706

Betriebsarten: freilaufend, extern wobbelbar
intern wobbelbar: TOE 7702, 7704, 7706
Trigger- und Gateeinrichtung TOE 7706

Frequenzeigenschaften

Frequenzbereich: Typ TOE 7402, 7702: 0,5 Hz bis 5 MHz

Typ TOE 7404, 7704, 7706: 0,05 Hz bis 5 MHz
jeweils in 6 dekadischen Bereichen

Frequenzoffset: $\pm 5\%$

Frequenzabweichung: 2 % vom Bereichsendwert, 5 % vom Bereichsendwert im Bereich $\times 100$ kHz

Stabilität: $1 \times 10^{-3}/K$ bis 500 kHz, $3 \times 10^{-3}/K$ bis 5 MHz, 5×10^{-3} in 8 Stunden, jeweils nach 30 Min. Einschaltdauer.

Funktionsausgang

Ausgangsamplitude: $U_{ss} = 30$ V, 15 V bei Impulsbetrieb

Ausgangs impedanz: 50 Ohm. Der Ausgang ist leerlauf- und kurzschlußfest.

DC-Offset: 0 bis ± 10 V

Ausgangsabschwächer: 20 dB kontinuierlich plus 20, 40 dB Stufen bei TOE 7402, 7404 plus 10, 20, 30 dB Stufen (beliebig kombinierbar) bei TOE 7702, 7704, 7706

Frequenzgang (Sinus, Dreieck): 0,3 dB, 0,5 dB über 1 MHz

Spezifikation der Funktionen

bei max. Ausgangsspannung an 50 Ohm Last.

Sinus: Klirrfaktor $< 0,5\%$ bis 50 kHz,
 $< 5\%$ bis 5 MHz

Dreieck: Linearitätsfehler $< 1\%$ bis 100 kHz,

Symmetriefehler $< 1\%$ bis 100 kHz

Rechteck: Übergangszeit < 28 ns, Überschwüngen $< 5\%$

Impuls: siehe Rechteck

Verstärker: ca. 17 dB Verstärkung, DC bis ca. 10 MHz,

Klirrfaktor $< 0,1\%$ bis 100 kHz, $R_i = 10$ k Ohm

Variable Symmetrie (nur TOE 7404, 7704, 7706):

Kontinuierlich einstellbar 10 % bis 90 %.

Bei 7404 auch fest 10 %. Die Folgefrequenz wird bei eingeschalteter Var. Symmetrie um 1 Dekade herabgesetzt!

Sonstige Signalein- und -ausgänge

Synchronsignalausgang: TTL-Kompatibel,

Quellimpedanz: 50 Ohm

Modulationseingang VCO: ca. 4 V für

Frequenzänderung im Verhältnis 1000:1,

$R_i = 10$ k Ohm

OCV-Ausgang: 0 bis 4 V Ausgangsspannung bei Frequenzänderung 1:1000.

EXT IN: Verstärker- und Trigger/Gate-Eingang,

max. Eingangsspannung ± 40 V, $R_i = 10$ k Ohm.

Interner Wobbelgenerator (nur TOE 7702, 7704, 7706)

Wobbelperiode: 1 ms bis 1000 s dekadisch und kontinuierlich einstellbar.

Getrennte Einstellmöglichkeit der Wobbelgrenzen.

Wobbelhub: 2 Dekaden, lineare Charakteristik

Trigger-Gatebetrieb (nur TOE 7706)

Einzelauslösung: manuell, extern über EXT IN

oder intern mit Hilfe des eingebauten Wobbel-

generators (ab Bj. 1983) max. Auslösefrequenz

ca. 1 MHz. Auslösespannung $U_{ss} > 2$ V Rechteckimpuls.

Startphase: -90° bis $+90^\circ$, kontinuierlich einstellbar.

Funktionsgruppenauslösung: manuell, extern über EXT IN oder intern mit Hilfe des eingebauten Wobbelgenerators (ab Bj. 1983).

Max. Auslösefrequenz ca. 1 MHz. Auslösespannung > 2 V

Startphase: -90° bis $+90^\circ$, kontinuierlich einstellbar.

Allgemeine Daten

Netzspannung: 110/220 V $\pm 10\%$, 48 bis 60 Hz

Leistungsaufnahme: 30 VA

Arbeitstemperatur: 0 bis 50 °C

Abmessungen: 255 \times 135 \times 280 mm (B \times H \times T)

Gewicht: ca. 3,5 kg

Gehäuse: Aluminium

1.4 Zubehör

1 Netzanschlußkabel

1 Bedienungsanleitung

Zusätzlich lieferbar

1,5 m Koaxialkabel mit 2 × BNC-Stecker

50 Ohm Abschlußwiderstand

Adapter BNC/4-mm-Buchse

Adapter BNC/4-mm-Stecker

60 dB-Abschwächer

2. Gebrauchsanleitung

2.1 Inbetriebnahme

Die Funktionsgeneratoren TOE 7402 bis 7706 entsprechen der Schutzklasse 1 (Schutzleiteranschluß) gemäß IEC 348 bzw. VDE 0411. Außer in Räumen mit besonderen Schutzmaßnahmen ist nur ein Anschluß an Steckdosen mit Schutzkontakten vorzunehmen. Eine Unterbrechung des Schutzleiters ist unzulässig. Die örtlichen Vorschriften über Erdung sind zu beachten.

Die Netzspannung muß der auf dem Typenschild angegebenen Spannung entsprechen (110/220 V ± 10 %, 48–60 Hz).

2.2 Bedienung

Netzschalter Nach Anschluß an das Netz und Betätigen des Schalters LINE ist das Gerät betriebsbereit.

Funktion Einstellen der Kurvenform bzw. der Betriebsarten Verstärker (AMPL) und DC mit dem Schalter FUNCTION. In der Betriebsart Verstärker ist das Gerät als Breitbandverstärker von DC bis ca. 10 MHz einsetzbar. Verstärkereingang ist die Buchse EXT IN.

- Amplitude** Die max. einstellbare Amplitude beträgt $U_{ss} = 30 \text{ V}$ offen und 15 V an 50 Ohm Last. Die kontinuierliche Verstellung wird mit dem Potentiometer AMPLITUDE vorgenommen und ist um $> 20 \text{ dB}$ möglich.
- Abschwächer** Bei der Modellreihe TOE 7400 ist eine zusätzliche Abschwächung um $20/40 \text{ dB}$ möglich. Die Modellreihe TOE 7700 gestattet eine zusätzliche Abschwächung um $10/20/30/40/50$ und 60 dB .
- DC OFFSET** Die Einstellung erfolgt am gleichlautenden Potentiometer und ist um 0 bis $\pm 10 \text{ V}$ möglich. Mit dem Schalter DC wird das Potentiometer DC OFFSET aktiviert.
- Frequenz** Der gewünschte Frequenzbereich ist mit dem Schalter FREQ RANGE Hz einzustellen. Die Feineinstellung der Frequenz innerhalb der dekadischen Bereiche geschieht mit dem Potentiometer FREQUENCY und dem Feineinsteller FREQ OFFSET.
- Var. Symmetrie** Eine Symmetrievariation läßt sich in den Grenzen 10 bis 90% durchführen. Hierbei wird die Folgefrequenz um 1 Dekade herabgesetzt und mittels LED angezeigt. Nach Betätigung des Schalters SYM ist eine entsprechende Einstellung mit Hilfe des Potentiometers SYMMETRY möglich.
Das Modell TOE 7404 besitzt einen 3stufigen Schalter u.a. mit der Einstellung 10% . Hier ist ein konstantes, festgestelltes Tastverhältnis von 10% gegeben.
- SWEEP** Nach Wahl des Frequenzbereiches, in dem gewobbelt werden soll, wird die Stoppfrequenz am Frequenzpotentiometer FREQUENCY/SWEEP STOP eingestellt. Anschließend sind die Schalter SWP und SWP START zu drücken und die Startfrequenz mit dem Potentiometer SWP START einzustellen. Bei diesen Einstellvorgängen kann zur exakten Ermittlung der Eckfrequenzen auch ein Frequenzzähler benutzt werden. Nach Herausdrücken des Schalters SWP START erfolgt der kontinuierliche Sweep zwischen den vorgewählten Punkten.
Die Einstellung der Sweep-Periodendauer erfolgt mit dem Schalter SWP PERIODs und dem Potentiometer SWP CONT. Mit diesem Potentiometer ist eine kontinuierliche Feineinstellung der Wobbelperiode möglich.

TRIGGER

In diesem Betriebsmodus ist die Möglichkeit der manuellen, internen und externen Einzelauslösung gegeben. Nach Betätigung des Schalters SET läßt sich die Startphase mit dem Potentiometer START PHASE um $\pm 90^\circ$ variieren. Die einmalige Auslösung der vorgewählten Funktion erfolgt durch

1. Drücken der Taste MAN TRIG
2. Eine steigende Flanke eines Impulses $> 2\text{ V}$ mit $t_r < 1\ \mu\text{s}$ am Eingang EXT IN
3. Den eingebauten Wobbelgenerator

Ein Triggern des Hauptoszillators mit Hilfe des internen Wobbelgenerators ist ohne äußere Beschaltung möglich. Zu diesem Zweck sind die Tastenschalter SWP und SET zu drücken und das Potentiometer SWP START in die Stellung MAX zu bringen. Der zeitliche Abstand der Einzelimpulse entspricht der eingestellten Wobbelperiode; also 1 ms bis 1000 s.

Um sicheren Triggerbetrieb zu gewährleisten, sollte die Generatorfrequenz 1 MHz nicht wesentlich überschreiten.

GATE

Durch Betätigung der Taste TRIG/GATE wird das Gerät von Trigger- auf Gatebetrieb umgeschaltet. Sämtliche Einstellungen sind wie bei TRIGGER vorzunehmen. Konstantes Drücken der Taste MAN bzw. konstant anliegender H-Impuls am Eingang EXIT IN bewirken andauernde Oszillation.

Die Erzeugung von Funktionsgruppen ist u.a. wieder mit Hilfe des eingebauten Wobbelgenerators möglich. Die Einstellungen sind wie bei TRIGGER vorzunehmen. Die Zeitdauer der Funktionsgruppen entspricht ca. der halben eingestellten Wobbelperiode.

Ein- und Ausgangsbuchsen

- OUTPUT** Hauptausgang mit $R_i = 50 \text{ Ohm}$. Kurzschluß- und leerlauffest.
- TTL OUT** Ausgang zur Ansteuerung von TTL-Schaltkreisen. Die Ausgangsspannung entspricht TTL-Pegel. Der Tastgrad ist gleich dem des Hauptausgangs.
- EXT IN** Eingang zur Aufnahme der Steuersignale für den Trigger/Gatebetrieb. In der Betriebsart Verstärker (AMPL) Verstärkereingang.
- VCO IN** Externer Wobbeleingang zur Frequenzsteuerung. Eine Eingangsspannungsänderung von $U = 4 \text{ V}$ bewirkt eine Variation der Ausgangsfrequenz von 1000:1. Je nach Stellung des Frequenzpotentiometers muß die Spannung zwischen -4 V und $+4 \text{ V}$ betragen. Befindet sich das Frequenzpotentiometer am Skalenendwert, kann nur mit einer Spannung von 0 bis -4 V eine Frequenzänderung erzielt werden.
- OCV OUT** An diesem Ausgang steht das den Oszillator steuernde Signal an. Die Quellimpedanz beträgt 600 Ohm .

2.3 Schaltungsbeschreibung

Oszillator

Der Oszillator, bestehend aus den Funktionsgruppen T 13 bis T 40, erzeugt sowohl symmetrische als auch asymmetrische Dreieck- und Rechteckspannungen. Die Frequenzbereichsschalter S 2a und S 2b koppeln u.a. über die Operationsverstärker IC 1 bis IC 3 die zeitbestimmenden RC-Netzwerke an. Der Relaxationsoszillator besteht im wesentlichen aus geschalteten Stromquellen, einem Komparator und einem Integrator. Durch entsprechende Verknüpfung entsteht gleichzeitig eine Rechteck- und eine Dreieckschwingung. Die Auswahl verschiedener Kondensatoren im Integrator bestimmt den Frequenzbereich. Mit dem Potentiometer R 124 werden innerhalb der gewählten Bereiche alle Zwischenfrequenzen eingestellt. Über den VCO-Eingang ist eine externe Verstellung der Frequenz möglich.

Dreieckverstärker

Die Dreieckauskopplung geschieht durch die komplementären Emitterfolger T 27 bis T 30. Sie bewirken eine niederohmige Ankopplung der Oszillatorspannung an die Endstufe über S 6b und an den Sinusformer über R 135/R 136.

Sinusformer und Zwischenverstärker

Der Sinusformer wird hauptsächlich durch 3 Dioden-Quartette D 7 bis D 18 gebildet. Ein- und Auskopplung erfolgt über R 135 bzw. R 153/L 1. Da das Ausgangssignal des Sinusformers lediglich ca. 600 mV_{ss} beträgt, ist zur Anpassung an die Endstufe eine Zwischenverstärkung nötig. Der Zwischenverstärker ist voll symmetrisch aufgebaut und wird durch die Funktionsgruppen T 41 bis T 48 gebildet. Die Ausgangsspannung beträgt ca. $U_{ss} = 4,5 \text{ V}$.

Rechteck- und Impulsauskopplung

Die Rechteck- und Impulsspannung wird durch die Transistoren T 1 bis T 11 erzeugt und niederohmig ausgekoppelt. Die Ausgangsspannung wird durch die Widerstände R 13 und R 16 eingestellt.

Endstufe, Abschwächer

Ein voll symmetrisch und komplementär aufgebauter Verstärker bildet die Endstufe. Die konstante Verstärkung sorgt auch bei einer Amplitudenverstellung für gute Übertragungseigenschaften. Der nachgeschaltete Stufenabschwächer verfügt in jeder Stufe über Ein- und Ausgangsimpedanzen von 50 Ohm. So ist sowohl eine konstante Belastung der Ausgangsstufe als auch eine definierte Ausgangsimpedanz gegeben.

Netzteil

Die Stromversorgung der Gesamtschaltung wird durch die Festspannungsregler IC 4 bis IC 8 übernommen. Der Transformator TR 1 sorgt für Netztrennung und Spannungsanpassung.

Sweep-Generator

Der interne Sweep-Generator bildet eine sägezahnförmige Ausgangsspannung, die zur Eigenwobbelung herangezogen wird. Aufgrund der Periodendauer-Variation von 1 ms bis 1000 s sind auch sehr langsame Frequenzänderungen des Hauptoszillators bis zu 2 Dekaden möglich. Weiterhin kann der Sweep-Generator zur internen Triggerung und Funktionsgruppenauslösung benutzt werden. Das Schaltungsprinzip gleicht dem des Hauptoszillators.

Einzelauslösung

Interner, externer und manueller Trigger- und Gatebetrieb sind mit Hilfe dieser Schaltung möglich. Eine Start/Stop-Phaseinstellung ist durch R 308 über $\pm 90^\circ$ gegeben. Externe Steuersignale gelangen über den Eingangspuffer T 74 ... T 77 zur Triggerschaltung. Die Oszillator-Ankopplung wird durch „f“ vorgenommen.

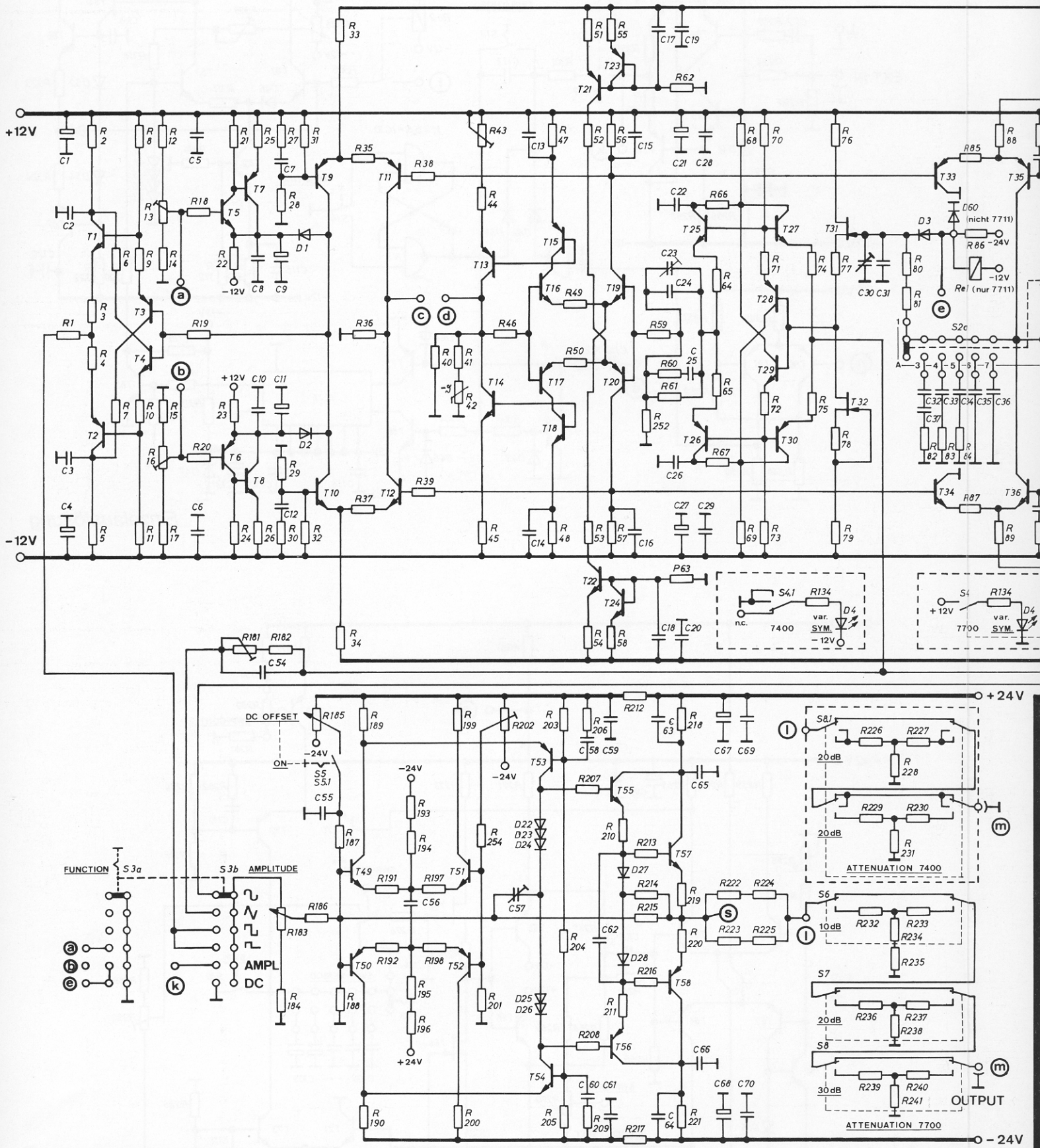
TTL-Ausgang

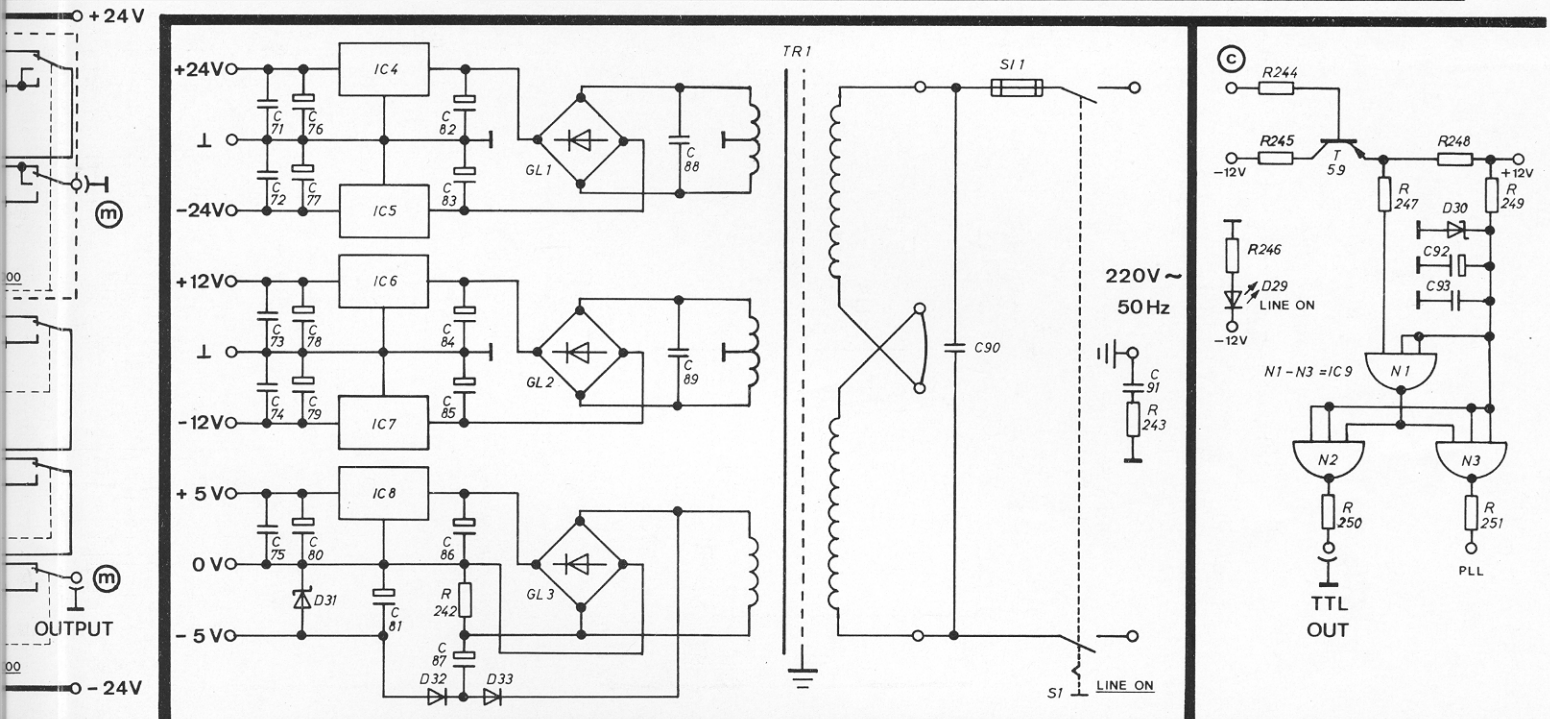
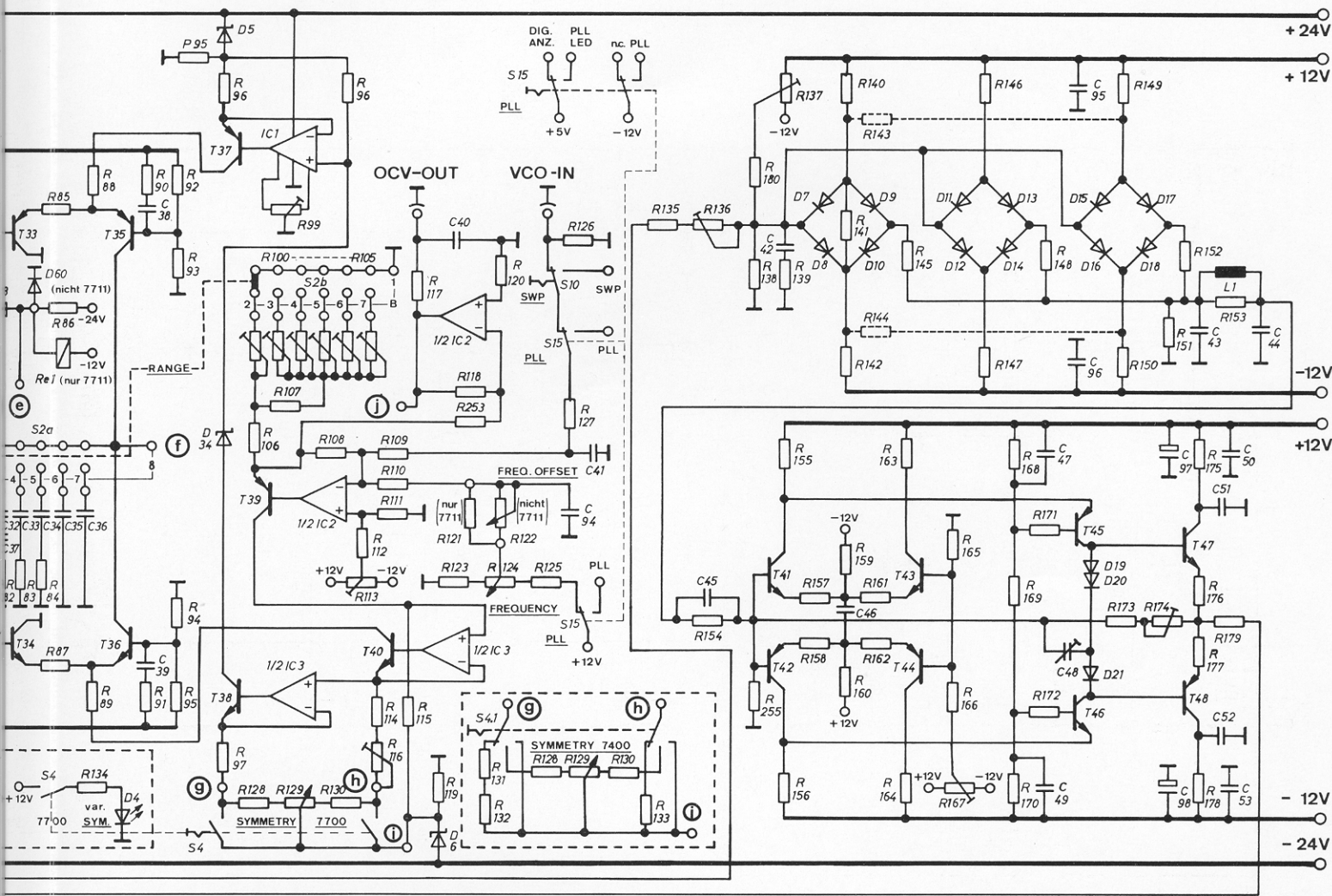
Das durch T 59 gepufferte und pegelmäßig angepaßte Oszillatorsignal wird über R 247 dem 3fach-NAND-Gatter zugeführt. Über R 250 gelangt das Ausgangssignal von N 2 zur TTL-Buchse. N 3 liefert über R 251 das notwendige Synchronsignal zum PLL-Kreis.

EXT IN

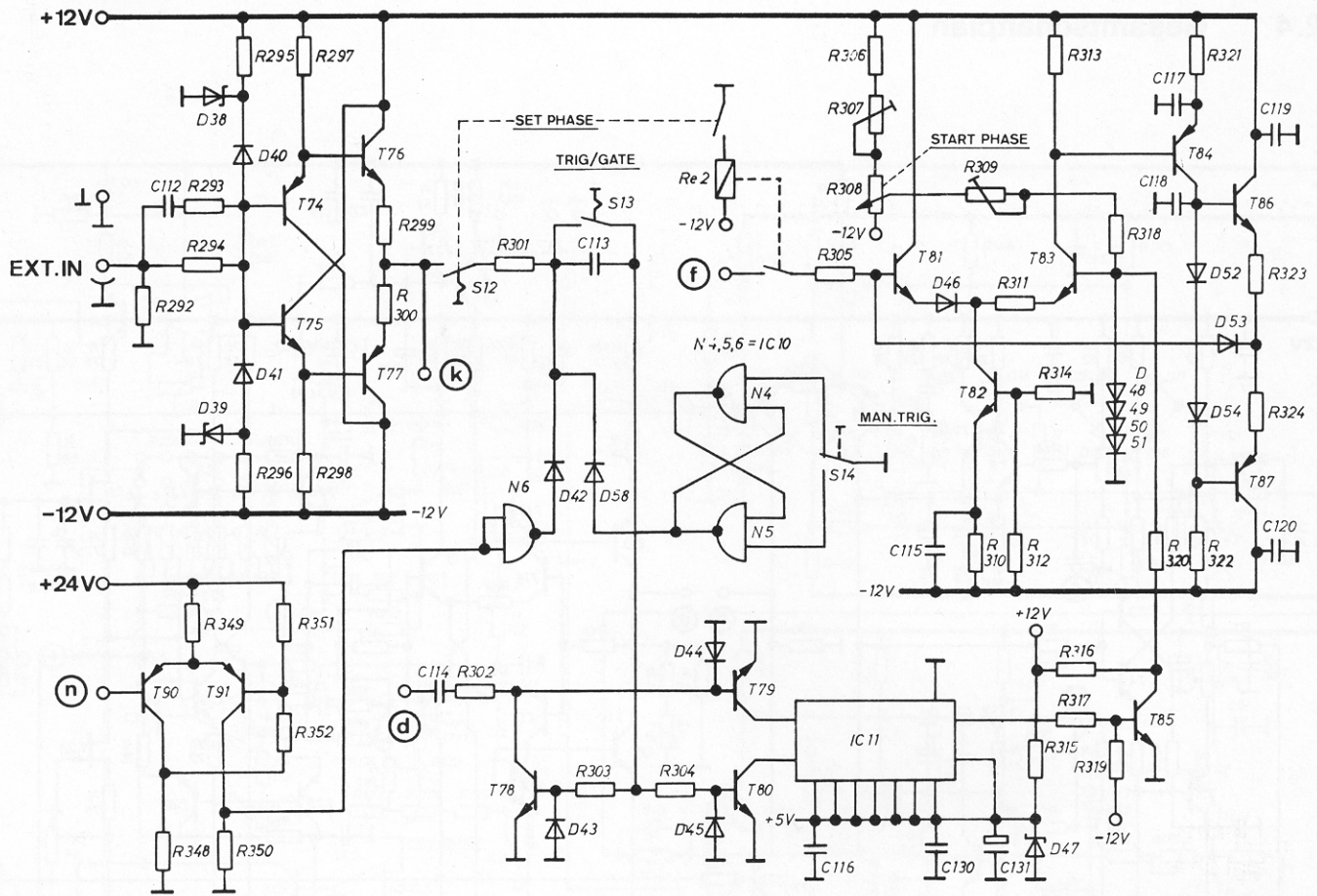
Sämtliche Signale, die dem Eingang EXT IN zugeleitet werden, liegen am Punkt k aufgrund der Verknüpfung der Transistoren T 74 ... T 77 sehr niederohmig an. Sie dienen entweder zur Steuerung der Einzelauslösung oder stehen am Hauptausgang, durch den Endverstärker entsprechend verstärkt, wieder zur Verfügung. Die Verstärkungseinstellung erfolgt durch das Amplitudenpotentiometer R 183.

2.4 Gesamtschaltplan

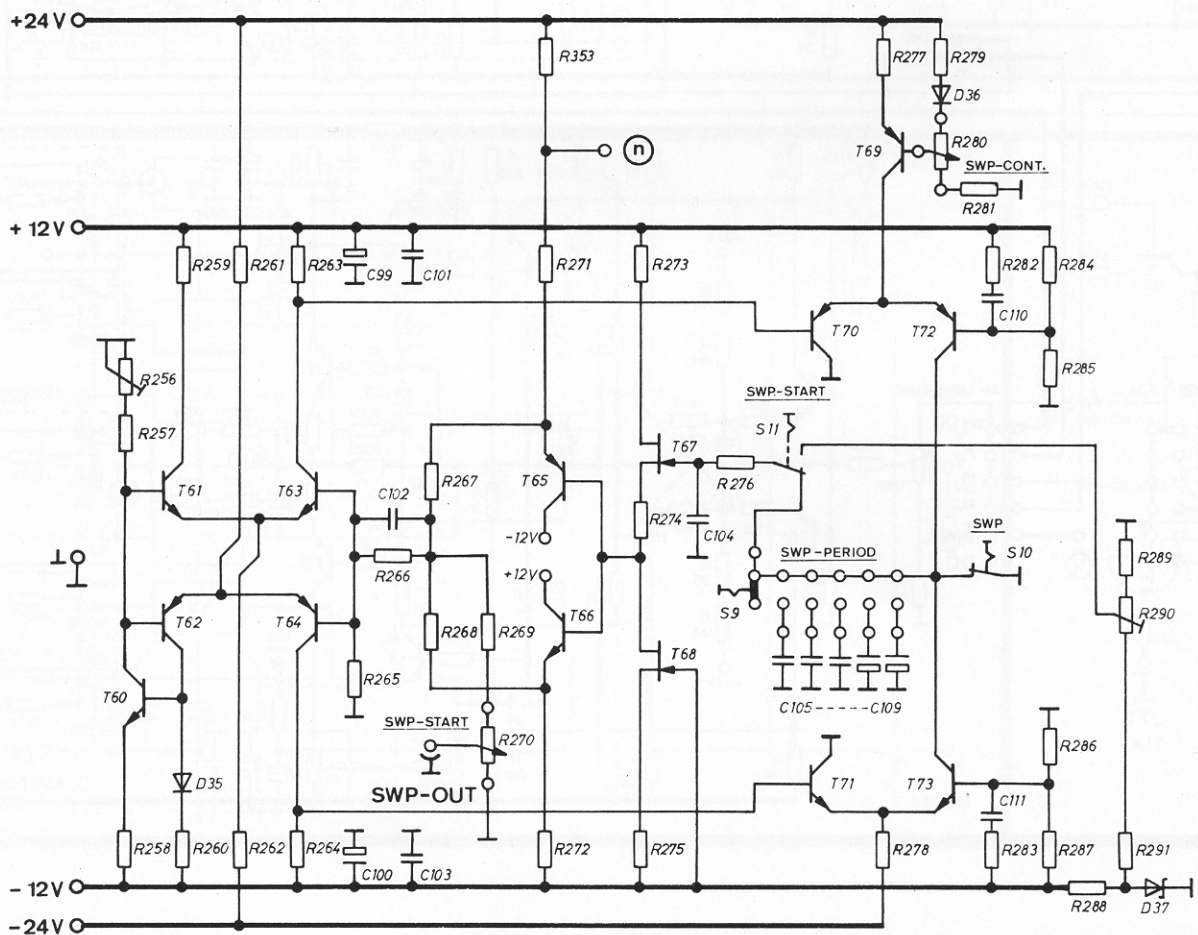




Stromlaufplan Hauptplatine



Einzelauslösung



Sweep-Generator

2.5 Bauteilliste

Widerstände: für alle nicht näher spezifizierten Widerstände gilt: Metallschichtwiderstand, ± 1%; TK 50; 0,5 W
Potentiometer und Trimmer sind im Anschluß aufgeführt.

R 1 = 46 R 4	R 43 = Trimmer	R 85 = 22 R 1	R 127 = 1 K	R 169 = 8 K 25	R 211 = 82 R 5	R 253 = 33 K 2	R 295 = 22 K 1
R 2 = 150 R	R 44 = 392 R	R 86 = 12 K 1	R 128 = 619 R	R 170 = 3 K 48	R 212 = 12 R 1	R 254 = 82 K 5	R 296 = 22 K 1
R 3 = 22 R 1	R 45 = 453 R	R 87 = 22 R 1	R 129 = Poti	R 171 = 221 R	R 213 = 5 R 62	R 255 = 392 R	R 297 = 4 K 75
R 4 = 22 R 1	R 46 = 82 R 5	R 88 = 121 R	R 130 = 619 R	R 172 = 221 R	R 214 = 221 R	R 256 = Trimmer	R 298 = 4 K 75
R 5 = 150 R	R 47 = 274 R	R 89 = 121 R	R 131 = 619 R	R 173 = 3 K 01	R 215 = 7 K 32	R 257 = 2 K 21	R 299 = 22 R 1
R 6 = 121 R	R 48 = 274 R	R 90 = 221 R	R 132 = 10 K	R 174 = Trimmer	R 216 = 5 R 62	R 258 = 4 K 75	R 300 = 22 R 1
R 7 = 121 R	R 49 = 10 R	R 91 = 221 R	R 133 = 619 R	R 175 = 46 R 4	R 217 = 12 R 1	R 259 = 121 R	R 301 = 1 K
R 8 = 1 K 47	R 50 = 10 R	R 92 = 1 K	R 134 = 1 K	R 176 = 46 R 4	R 218 = Drahtw.	R 260 = 2 K 21	R 302 = 1 K
R 9 = 12 R 1	R 51 = 1 K	R 93 = 8 K 25	R 135 = 150 R	R 177 = 46 R 4	R 219 = 5 R 62	R 261 = 12 K 1	R 303 = 1 K
R 10 = 12 R 1	R 52 = 464 R	R 94 = 8 K 25	R 136 = Trimmer	R 178 = 46 R 4	R 220 = 5 R 62	R 262 = 12 K 1	R 304 = 1 K
R 11 = 1 K 47	R 53 = 464 R	R 95 = 1 K	R 137 = Trimmer	R 179 = 46 R 4	R 221 = Drahtw.	R 263 = 1 K	R 305 = 3 R 16
R 12 = 12 K 1	R 54 = 1 K	R 96 = 619 R	R 138 = 221 R	R 180 = 33 K 2	R 222 = 49 R 9	R 264 = 1 K	R 306 = 56 R 2
R 13 = Trimmer	R 55 = 8 K 25	R 97 = 619 R	R 139 = 33 R 2	R 181 = Trimmer	R 223 = 49 R 9	R 265 = 1 K	R 307 = Trimmer
R 14 = 2 K 21	R 56 = 150 R	R 98 = 12 K 1	R 140 = 13 K	R 182 = 3 R 16	R 224 = 49 R 9	R 266 = 1 K	R 308 = Poti
R 15 = 2 K 21	R 57 = 150 R	R 99 = Trimmer	R 141 = 14 K 7	R 183 = Poti	R 225 = 49 R 9	R 267 = 150 R	R 309 = Trimmer
R 16 = Trimmer	R 58 = 8 K 25	R 100 = Trimmer	R 142 = 13 K	R 184 = 33 R 2	R 226 = 41 R 2	R 268 = 150 R	R 310 = 1 K
R 17 = 12 K 1	R 59 = 46 R 4	R 101 = Trimmer	R 143 = Abgl.	R 185 = Poti	R 227 = 41 R 2	R 269 = 221 R	R 311 = 22 R 1
R 18 = 464 R	R 60 = 1 K 47	R 102 = Trimmer	R 144 = Abgl.	R 186 = 1 K	R 228 = 10 R	R 270 = Poti	R 312 = 3 K 48
R 19 = 1 K	R 61 = 619 R	R 103 = Trimmer	R 145 = 150 R	R 187 = 16 K 2	R 229 = 41 R 2	R 271 = 2 K 21	R 313 = 1 K
R 20 = 464 R	R 62 = 7 K 32	R 104 = Trimmer	R 146 = 44 K 2	R 188 = 1 K	R 230 = 41 R 2	R 272 = 2 K 21	R 314 = 3 K 48
R 21 = 221 R	R 63 = 7 K 32	R 105 = Trimmer	R 147 = 44 K 2	R 189 = 221 R	R 231 = 10 R	R 273 = 121 R	R 315 = 150 R
R 22 = 1 K	R 64 = 5 R 62	R 106 = 562 R	R 148 = 56 R 2	R 190 = 221 R	R 232 = 26 R 1	R 274 = 681 R	R 316 = 1 K
R 23 = 1 K	R 65 = 5 R 62	R 107 = 150 R	R 149 = 12 K 1	R 191 = 22 R 1	R 233 = 26 R 1	R 275 = 681 R	R 317 = 464 R
R 24 = 221 R	R 66 = 221 R	R 108 = 33 K 2	R 150 = 12 K 1	R 192 = 22 R 1	R 234 = 17 R 4	R 276 = 46 R 4	R 318 = 5 K 62
R 25 = 22 R 1	R 67 = 221 R	R 109 = 33 K 2	R 151 = 221 R	R 193 = 1 K 21	R 235 = 17 R 4	R 277 = 1 M 82	R 319 = 12 K 1
R 26 = 22 R 1	R 68 = 121 R	R 110 = 33 K 2	R 152 = 392 R	R 194 = 1 K 21	R 236 = 41 R 2	R 278 = 12 K 1	R 320 = 2 K 21
R 27 = 22 R 1	R 69 = 121 R	R 111 = 33 K 2	R 153 = 2 K 21	R 195 = 1 K 21	R 237 = 41 R 2	R 279 = 274 R	R 321 = 909 R
R 28 = 8 K 25	R 70 = 2 K 21	R 112 = 33 K 2	R 154 = 453 R	R 196 = 1 K 21	R 238 = 10 R	R 280 = Poti	R 322 = 3 K 48
R 29 = 8 K 25	R 71 = 5 R 62	R 113 = Trimmer	R 155 = 464 R	R 197 = 22 R 1	R 239 = 46 R 4	R 281 = 9 K 09	R 323 = 22 R 1
R 30 = 221 R	R 72 = 5 R 62	R 114 = 562 R	R 156 = 464 R	R 198 = 22 R 1	R 240 = 46 R 4	R 282 = 221 R	R 324 = 22 R 1
R 31 = 1 K	R 73 = 2 K 21	R 115 = 562 R	R 157 = 46 R 4	R 199 = 33 R 2	R 241 = 3 R 16	R 283 = 221 R	R 348 = 221 R
R 32 = 1 K	R 74 = 5 R 62	R 116 = Trimmer	R 158 = 46 R 4	R 200 = 33 R 2		R 284 = 1 K	R 349 = 2 K 21
R 33 = 1 K 21	R 75 = 5 R 62	R 117 = 619 R	R 159 = 1 K 21	R 201 = 221 R	R 243 = 12 R 1	R 285 = 8 K 25	R 350 = 1 K
R 34 = 1 K 21	R 76 = 121 R	R 118 = 33 K 2	R 160 = 1 K 21	R 202 = Trimmer	R 244 = 2 K 21	R 286 = 8 K 25	R 351 = 12 K 1
R 35 = 46 R 4	R 77 = 150 R	R 119 = 12 K 1	R 161 = 46 R 4	R 203 = 1 K 21	R 245 = 221 R	R 287 = 1 K	R 352 = 9 K 09
R 36 = 221 R	R 78 = 150 R	R 120 = 14 K 7	R 162 = 46 R 4	R 204 = 14 K 7	R 246 = 1 K	R 288 = 681 R	R 353 = 2 K 21
R 37 = 46 R 4	R 79 = 332 R	R 121 = 2 K 21	R 163 = 150 R	R 205 = 1 K 21	R 247 = 1 K 47	R 289 = 2 K 21	
R 38 = 82 R 5	R 80 = 3 R 16	R 122 = Poti	R 164 = 150 R	R 206 = 221 R	R 248 = 1 K 21	R 290 = Trimmer	
R 39 = 82 R 5	R 81 = 121 R	R 123 = 10 R	R 165 = 150 R	R 207 = 22 R 1	R 249 = 332 R	R 291 = 5 R 62	
R 40 = 221 R	R 82 = 22 R 1	R 124 = Poti	R 166 = 33 K 2	R 208 = 22 R 1	R 250 = 49 R 9	R 292 = 12 K 1	
R 41 = 4 K 75	R 83 = 5 R 62	R 125 = 1 K 47	R 167 = Trimmer	R 209 = 221 R	R 251 = 49 R 9	R 293 = 121 R	
R 42 = NTC	R 84 = 3 R 16	R 126 = 12 K 1	R 168 = 3 K 48	R 210 = 82 R 5	R 252 = 619 R	R 294 = 1 K	

Spezielle Widerstände

R 13 = Trimmer lin. 1 K/0,75 W Tol.: 20%	R 116 = Trimmer lin. 100 R/0,75 W Tol.: 20%	R 185 = Potentiometer lin. 22 K/0,15 W Tol.: 20%
R 16 = Trimmer lin. 1 K/0,75 W Tol.: 20%	R 122 = Potentiometer lin. 4 K 7/2 W Tol.: 10%	R 202 = Trimmer lin. 47 K/0,75 W Tol.: 20%
R 42 = NTC-Widerstand 5 K Tol.: 20%	R 124 = Potentiometer lin. 1 K/2 W Tol.: 10%	R 218 = Drahtwiderstand 22 R/2,5 W Tol.: 5%
R 43 = Trimmer lin. 100 R/0,75 W Tol.: 20%	R 129 = Potentiometer lin. 10 K/2 W Tol.: 10%	R 221 = Drahtwiderstand 22 R/2,5 W Tol.: 5%
R 99 = Trimmer lin. 100 R/0,75 W Tol.: 20%	R 136 = Trimmer lin. 100 R/0,75 W Tol.: 20%	R 256 = Trimmer lin. 4 K 7/0,15 W Tol.: 20%
R 100 = Trimmer lin. 220 R/0,75 W Tol.: 20%	R 137 = Trimmer lin. 47 K/0,75 W Tol.: 20%	R 270 = Potentiometer lin. 4 K 7/0,15 W Tol.: 20%
R 101 = Trimmer lin. 220 R/0,75 W Tol.: 20%	R 143 = Gerätespezifische Bestückung	R 280 = Potentiometer lin. 4 K 7/0,15 W Tol.: 20%
R 102 = Trimmer lin. 220 R/0,75 W Tol.: 20%	R 144 = Gerätespezifische Bestückung	R 290 = Trimmer lin. 220 R/0,75 W Tol.: 20%
R 103 = Trimmer lin. 220 R/0,75 W Tol.: 20%	R 167 = Trimmer lin. 47 K/0,75 W Tol.: 20%	R 307 = Trimmer lin. 1 K/0,75 W Tol.: 20%
R 104 = Trimmer lin. 220 R/0,75 W Tol.: 20%	R 174 = Trimmer lin. 2 K 2/0,75 W Tol.: 20%	R 308 = Potentiometer lin. 1 K/0,15 W Tol.: 20%
R 105 = Trimmer lin. 220 R/0,75 W Tol.: 20%	R 181 = Trimmer lin. 100 R/0,75 W Tol.: 20%	R 309 = Trimmer lin. 10 K/0,75 W Tol.: 20%
R 113 = Trimmer lin. 47 K/0,75 W Tol.: 20%	R 183 = Potentiometer lin. 1 K/0,15 W Tol.: 20%	

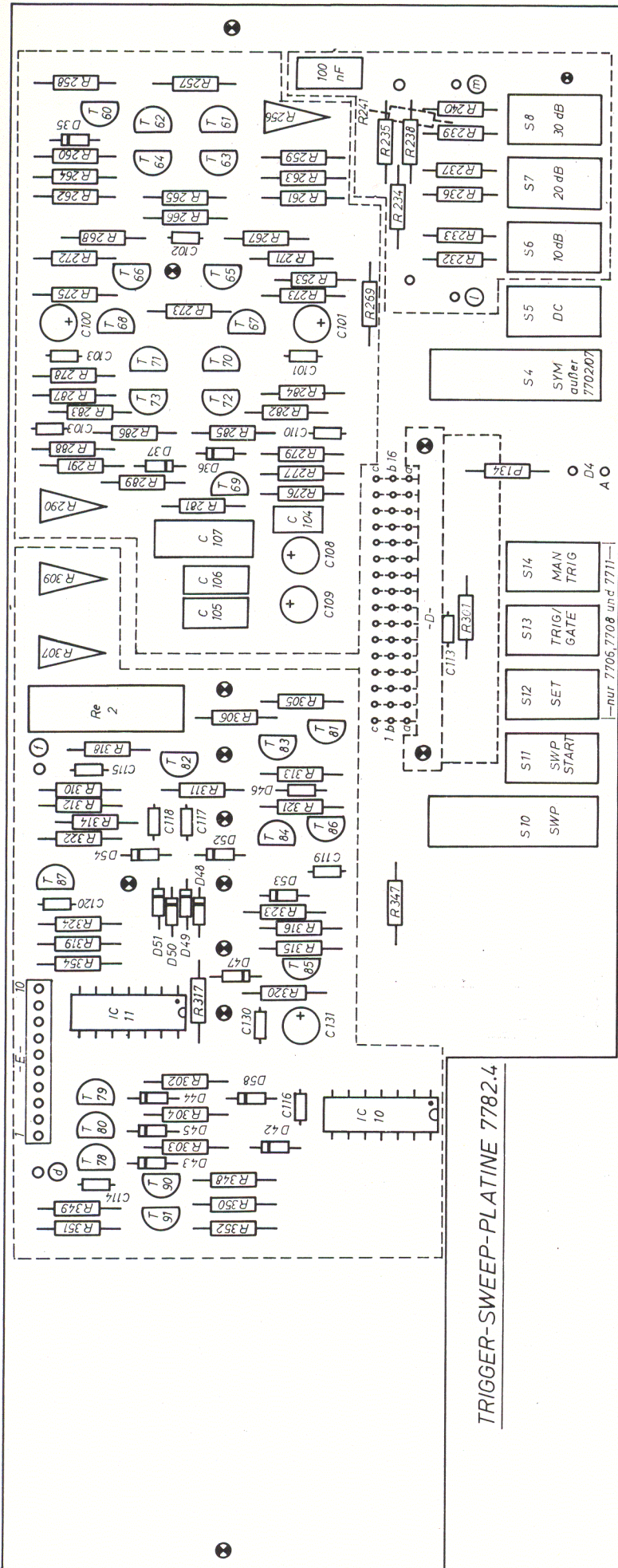
Spulen

L 1 = 4,7 µH	C 21 = 10 µ/50 V	Tol./% -10/+50	C 47 = 4 n 7/100 V	Tol./% 10	C 71 = 100 n/63 V	Tol./% -20/+50	C 98 = 10 µ/50 V	Tol./% -10/+50
	C 22 = /	/	C 48 = 0-6 p/250 V	/	C 72 = 100 n/63 V	-20/+50	C 99 = 10 µ/50 V	-10/+50
	C 23 = 5-30 p/250 V	/	C 49 = 4 n 7/100 V	10	C 73 = 100 n/63 V	-20/+50	C 100 = 10 µ/50 V	-10/+50
	C 24 = 33 p/160 V	2,5	C 50 = 100 n/63 V	-20/+50	C 74 = 100 n/63 V	-20/+50	C 101 = 100 n/63 V	-20/+50
	C 25 = 56 p/100 V	2	C 51 = 4 n 7/100 V	10			C 102 = 1 n/100 V	10
	C 26 = /	/	C 52 = 4 n 7/100 V	10	C 76 = 10 µ/50 V	-10/+50	C 103 = 100 n/63 V	-20/+50
	C 27 = 10 µ/50 V	-10/+50	C 53 = 100 n/63 V	-20/+50	C 77 = 10 µ/50 V	-10/+50	C 104 = 1 n/160 V	5
	C 28 = 100 n/63 V	-20/+50	C 54 = Geräte-		C 78 = 10 µ/50 V	-10/+50	C 105 = 10 n/160 V	5
	C 29 = 100 n/63 V	-20/+50	spezifische		C 79 = 10 µ/50 V	-10/+50	C 106 = 100 n/100 V	5
	C 30 = 5-30 p/100 V	/	Bestückung				C 107 = 1 µ/100 V	5
	C 31 = 68 p/160 V	2,5	C 55 = 4 n 7/100 V	10	C 82 = 1000 µ/40 V	-10/+50	C 108 = 10 µ/35 V	20
	C 32 = 10 n/160 V	5	C 56 = 470 p/100 V	10	C 83 = 1000 µ/40 V	-10/+50	C 109 = 100 µ/10 V	20
	C 33 = 10 n/160 V	5	C 57 = 0-6 p/250 V	/	C 84 = 1000 µ/40 V	-10/+50	C 110 = 4 n 7/100 V	10
	C 34 = 100 n/63 V	-20/+50	C 58 = 4 n 7/100 V	10	C 85 = 1000 µ/40 V	-10/+50	C 111 = 4 n 7/100 V	10
	C 35 = 1 µ/100 V	5	C 59 = 4 n 7/100 V	10			C 112 = 470 p/100 V	10
	C 36 = 10 µ/100 V	5	C 60 = 4 n 7/100 V	10	C 88 = 100 n/250 V	-20/+50	C 113 = 18 p/160 V	2,5
	C 37 = 1 n/160 V	5	C 61 = 4 n 7/100 V	10	C 89 = 100 n/250 V	-20/+50	C 114 = 18 p/160 V	2,5
	C 38 = 4 n 7/100 V	10	C 62 = 4 n 7/100 V	10	C 90 = 33 n/1000 V	10	C 115 = 18 p/160 V	2,5
	C 39 = 4 n 7/100 V	10	C 63 = 2 p 7/100 V	0,25	C 91 = 100 n/250 V	-20/+50	C 116 = 100 n/63 V	-20/+50
	C 40 = 4 n 7/100 V	10	C 64 = 2 p 7/100 V	0,25	C 92 = 10 µ/50 V	-10/+50	C 117 = 18 p/160 V	2,5
	C 41 = 4 n 7/100 V	10	C 65 = 100 n/63 V	-20/+50	C 93 = 100 n/63 V	-20/+50	C 118 = 18 p/160 V	2,5
	C 42 = 56 p/100 V	2	C 66 = 100 n/63 V	-20/+50	C 94 = 4 n 7/100 V	10	C 119 = 100 n/63 V	-20/+50
	C 43 = 120 p/100 V	2	C 67 = 10 µ/50 V	-10/+50	C 95 = 100 n/63 V	-20/+50	C 120 = 100 n/63 V	-20/+50
	C 44 = 56 p/100 V	2	C 68 = 10 µ/50 V	-10/+50	C 96 = 100 n/63 V	-20/+50	C 130 = 100 n/63 V	-20/+50
	C 45 = 2 p 7/100 V	0,25	C 69 = 100 n/63 V	-20/+50	C 97 = 10 µ/50 V	-10/+50	C 131 = 10 µ/50 V	-10/+50
	C 46 = 470 p/100 V	10	C 70 = 100 n/63 V	-20/+50				

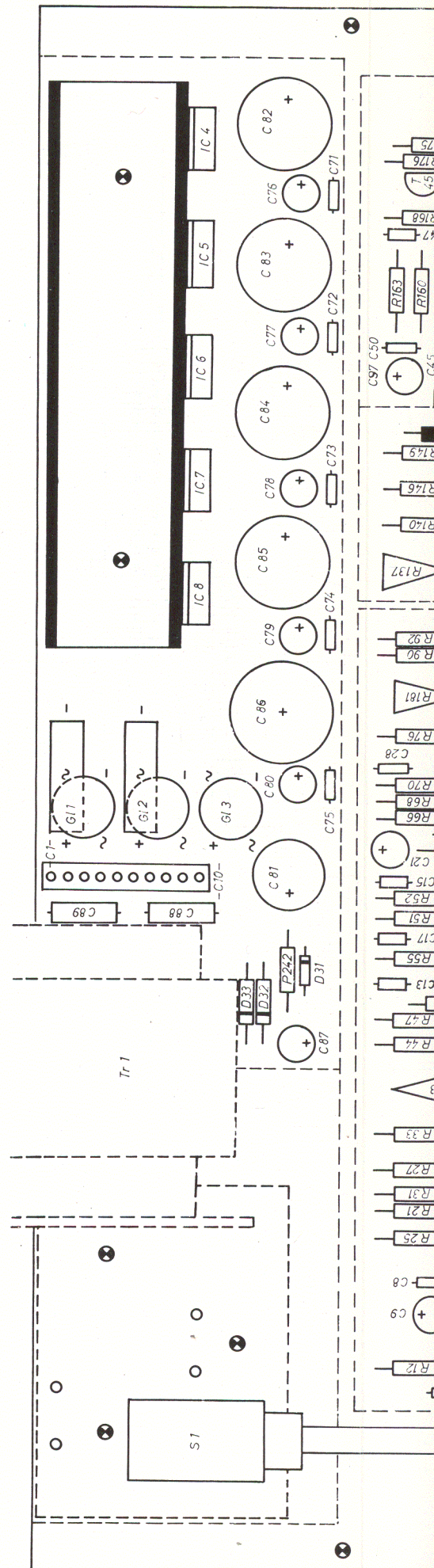
Transistoren

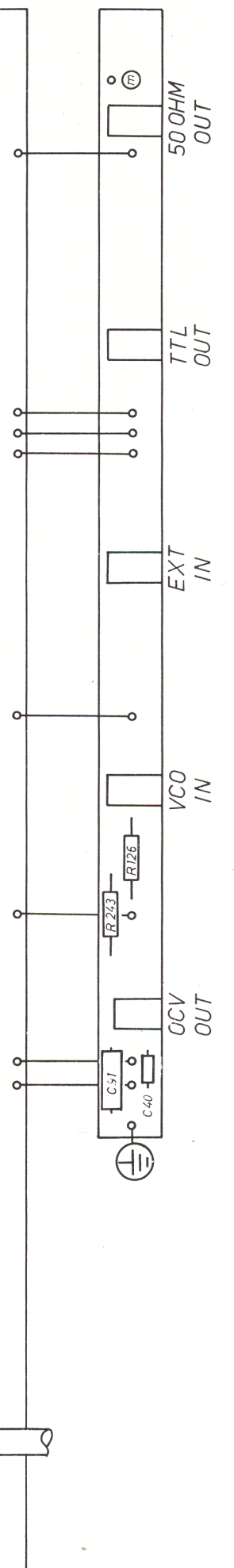
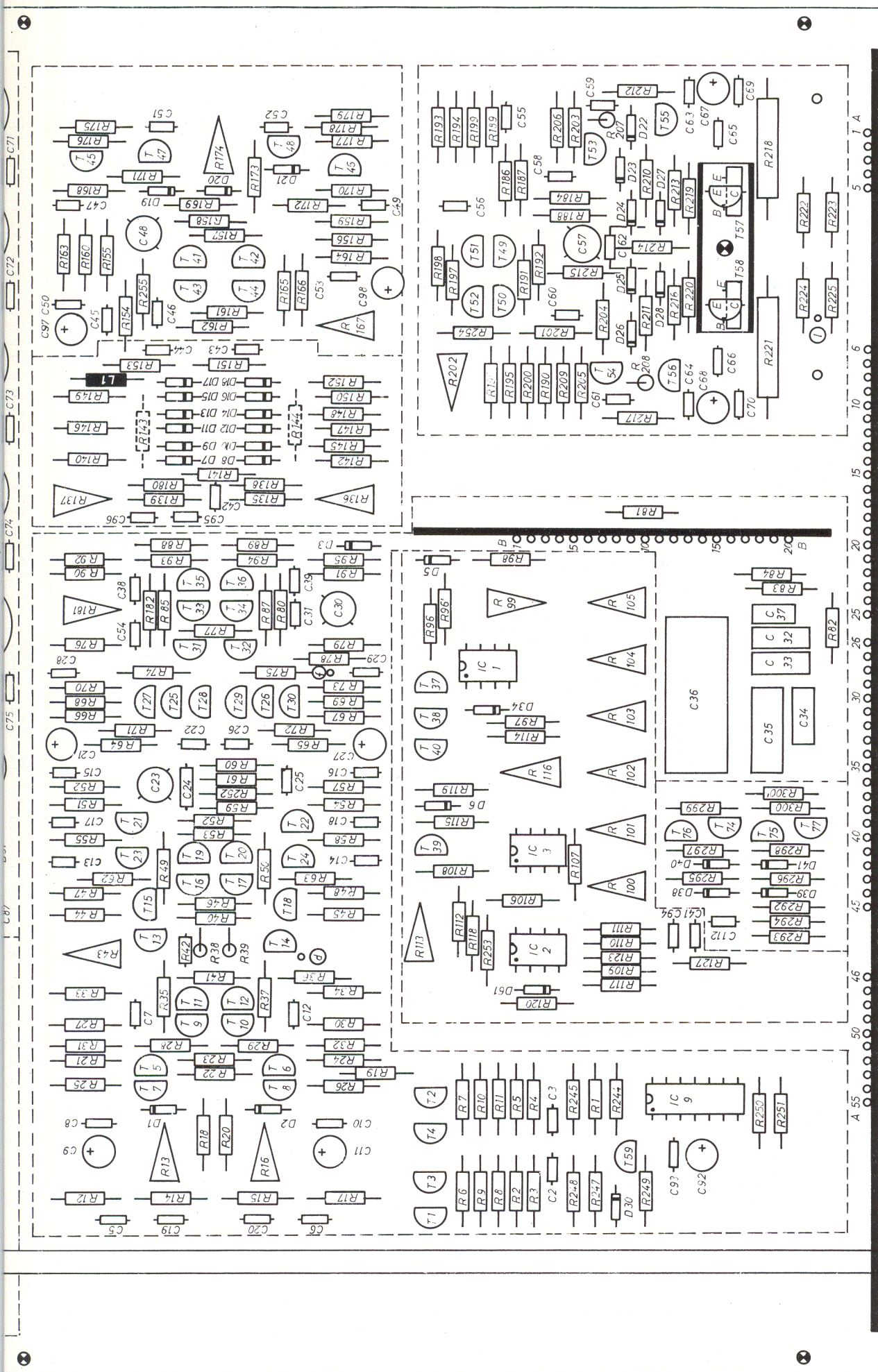
T 1 = BF 240	T 30 = BF 440	T 60 = BC 237 B	Dioden	Integrierte	Transformator
T 2 = BF 440	T 31 = BF 245 A	T 61 = BC 237 B	alle 1 N 4151 außer:	Schaltkreise	Tr 1 = 30 VA, 110 V/110 V, 24 V/24 V, 15 V/15 V, 8 V
T 3 = BF 440	T 32 = BF 245 A	T 62 = BC 307 B	D 4 = LED 3 mm rot	IC 1 = LM 741 CN	
T 4 = BF 240	T 33 = BF 440	T 63 = BC 307 B	D 5 = ZPD 5 V 1	IC 2 = MC 1458 P	
T 5 = BC 237 B	T 34 = BF 240	T 64 = BC 237 B	D 6 = ZPD 5 V 1	IC 3 = MC 1458 P	
T 6 = BC 307 B	T 35 = BF 440	T 65 = BC 307 B	D 29 = LED 5 mm gelb	IC 4 = µA 7824	
T 7 = BC 307 B	T 36 = BF 240	T 66 = BC 237 B	D 30 = ZPD 5 V 1	IC 5 = µA 7924	
T 8 = BC 237 B	T 37 = BC 307 B	T 67 = BF 245 A	D 37 = ZPD 5 V 1	IC 6 = µA 7812	
T 9 = BF 440	T 38 = BC 237 B	T 68 = BF 245 A	D 38 = ZPD 5 V 1	IC 7 = µA 7912	
T 10 = BF 240	T 39 = BC 307 B	T 69 = BC 307 B	D 39 = ZPD 5 V 1	IC 9 = SN 7410 N	
T 11 = BF 440	T 40 = BC 237 B	T 70 = BC 307 B	D 47 = ZPD 5 V 1	IC 10 = SN 74132 N	
T 12 = BF 240	T 41 = BF 240	T 71 = BC 237 B		IC 11 = SN 7472 N	
T 13 = BF 440	T 42 = BF 440	T 72 = BC 307 B	Gleichrichter	Relais	
T 14 = BF 240	T 43 = BF 240	T 73 = BC 237 B	Gl 1 = B 80 C 1500/1000	Re 1 = HE 321 B 1200	
T 15 = BF 440	T 44 = BF 440	T 74 = BC 307 B	Gl 2 = B 80 C 1500/1000	Re 2 = HE 321 A 1200	
T 16 = BF 240	T 45 = BF 440	T 75 = BC 237 B	Sicherung		
T 17 = BF 440	T 46 = BF 240	T 76 = BC 237 B	Si 1 = T 0,315/250 B/220 V		
T 18 = BF 240	T 47 = BF 240	T 77 = BC 307 B	T 0,63/250 B/110 V		
T 19 = BF 240	T 48 = BF 440	T 78 = BC 307 B			
T 20 = BF 440	T 49 = BF 240	T 79 = BF 240			
T 21 = BC 307 B	T 50 = BF 440	T 80 = BF 240			
T 22 = BC 237 B	T 51 = BF 240	T 81 = BF 240			
T 23 = BC 307 B	T 52 = BF 440	T 82 = BC 237 B			
T 24 = BC 237 B	T 53 = BF 440	T 83 = BF 240			
T 25 = BF 240	T 54 = BF 240	T 84 = BF 440			
T 26 = BF 440	T 55 = BF 240	T 85 = BF 240			

2.6 Bestückungspläne

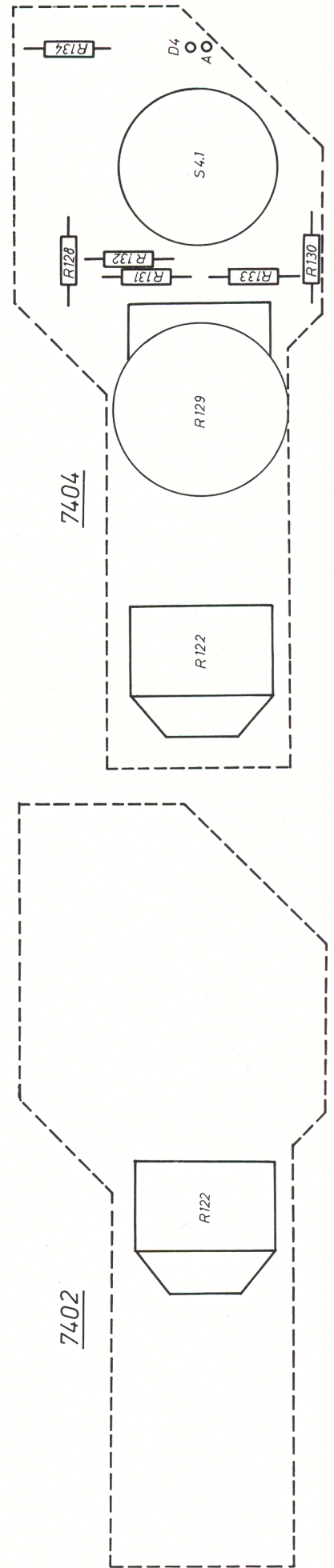
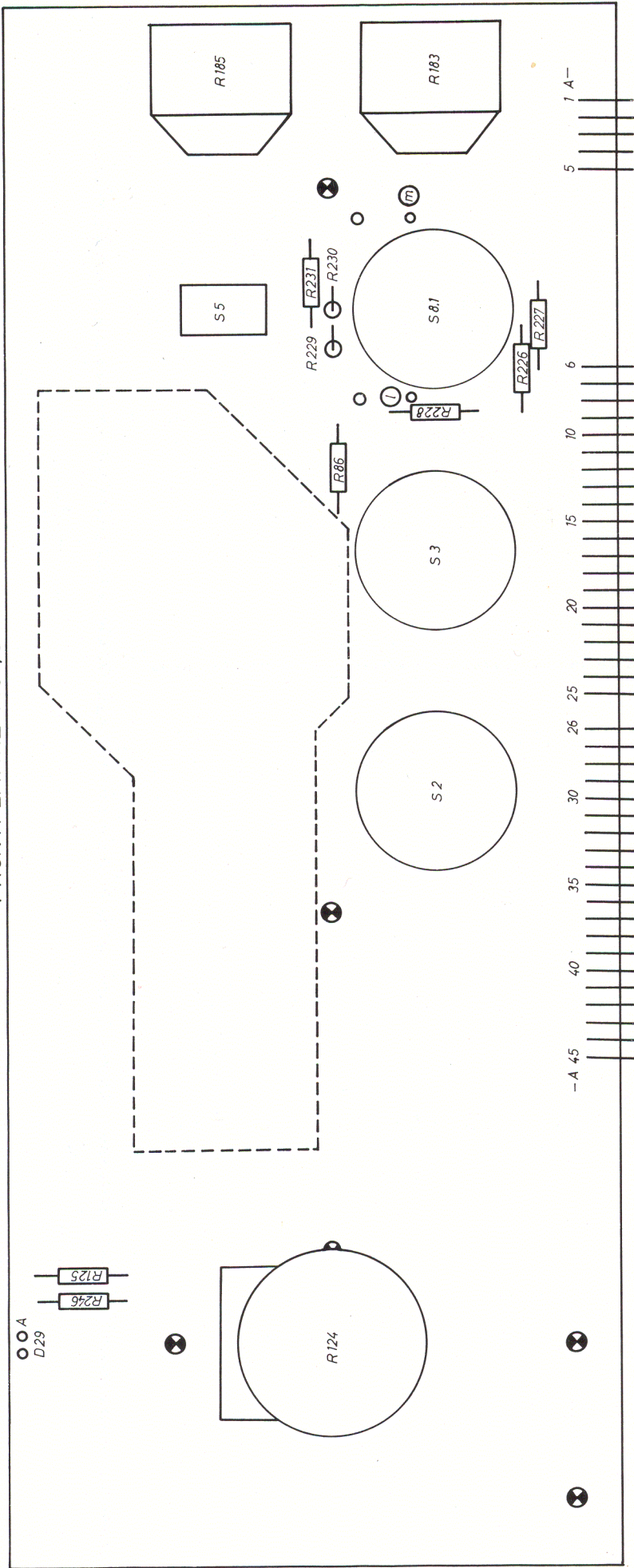


BASISPLATINE 7782 und ANSCHLUSSPLATINE 7782.1

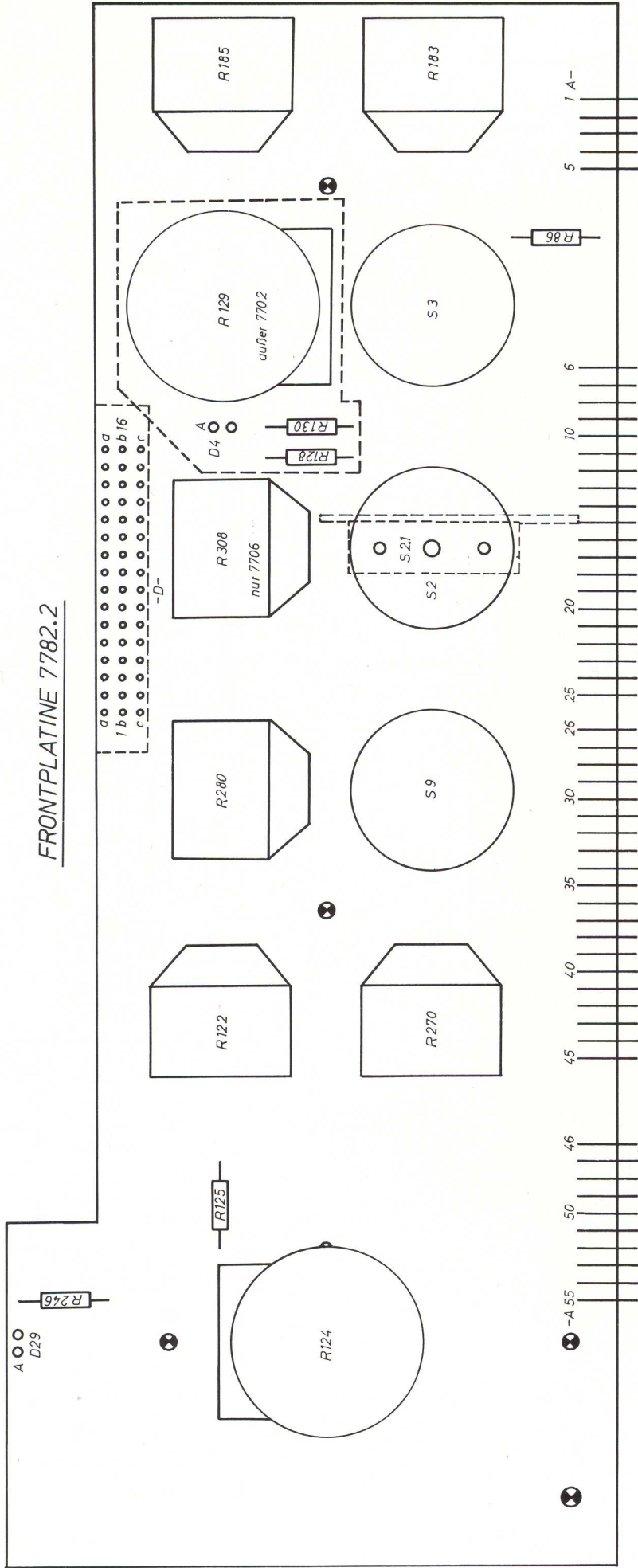




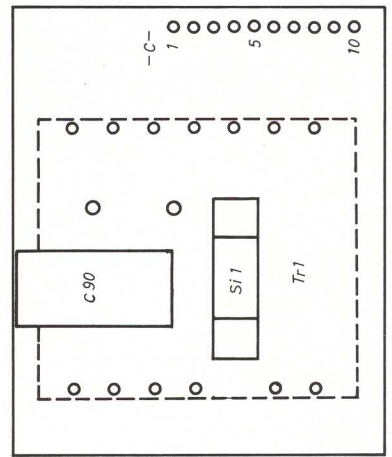
FRONTPLATINE 7482/84



FRONTPLATINE 7782.2



TRAFOPLATINE TQE 7782.6



2.7 Abgleichanleitung

Nach einer Reparatur ist der Funktionsgenerator nach folgender Anleitung abzugleichen.

Zum Abgleich erforderliche Geräte

Klirrfaktormessbrücke	z.B. HP 339 A
Oszilloskop	z.B. Tektronix 465 B
Frequenzmesser	z.B. HP 5315 A
Digitalmultimeter	z.B. Keithley 179
50-Ohm-Durchgangsabschluß	$\geq 2 \text{ W}$

Der Ausgang OUTPUT liefert bei maximaler Amplitudeneinstellung eine Leistung von ca. 1,2 W. Bei der Wahl des Durchgangsabschlusses muß dieses berücksichtigt werden.

Die Verbindungen der Ausgangsbuchse OUTPUT mit dem Oszilloskop werden bei eingeschaltetem Durchgangsabschluß durchgeführt.

Ausnahmen sind in der Abgleichanleitung kenntlich gemacht.

Öffnen des Gerätes

Vor dem Öffnen des Gerätes Netzstecker ziehen!

Durch Lösen der je vier seitlich angebrachten Zierschrauben in Ober- und Unterschale können diese beiden Gehäuseteile entfernt werden.

Abgleich

1. Gerät einschalten, LINE ON.
2. Buchse OUTPUT mit Oszilloskop verbinden.
3. Kontrolle aller Funktionen in allen Frequenzbereichen.
4. Potentiometer AMPLITUDE auf Linksanschlag MIN stellen.
5. OFFSET mit Taste DC ausschalten.
6. Ausgangsgleichspannung mit R 202 auf Minimum, 0 ± 20 mV einstellen. Die Messung erfolgt am Meßpunkt S mit Digitalmultimeter (Einstellung 200 mV \rightarrow).
7. Potentiometer AMPLITUDE auf Rechtsanschlag MAX stellen.
8. Mit Schalter FUNCTION Signalform Sinus wählen.
9. Frequenz auf 50×100 Hz einstellen. (Frequenzbereichsschalter FREQ RANGE Hz auf 100 stellen, Frequenzeinsteller FREQUENCY auf 50 einstellen).
10. Klirrfaktor des Ausgangssignals mit R 137, R 136, R 43 und R 116 auf $k < 0,5\%$ einstellen, die Potentiometer beeinflussen sich gegenseitig, der Abgleich muß mehrmals durchgeführt werden.
11. Ausgangsgleichspannung auf Minimum, 0 ± 20 mV einstellen, (falls erforderlich): bei Rechteck mit R 13 und R 16, bei Sinus mit R 167, bei Dreieck mit R 43.
Der Abgleich muß mehrmals und im Wechsel mit 10. durchgeführt werden; die Messung erfolgt am Meßpunkt S mit Digitalmultimeter.
12. Potentiometer AMPLITUDE auf MAX stellen.
13. Mit Schalter FUNCTION Rechteckfunktion wählen.
14. Rechteckamplitude auf einen Pegel von $U_{ss} = 15 \text{ V} \pm 5\%$ an 50 Ohm Last und $U_{ss} = 30 \text{ V}$ bei offenem Ausgang mit R 13 und R 16 einstellen. Danach Ausgangsgleichspannung an Meßpunkt S überprüfen.
15. Mit Schalter FUNCTION Dreieckfunktion wählen.
16. Dreieckamplitude auf einen Pegel von $U_{ss} = 30 \text{ V} \pm 5\%$ bei offenem Ausgang mit R 181 einstellen.
17. Mit Schalter FUNCTION Sinusfunktion wählen.
18. Sinusamplitude auf einen Pegel von $U_{ss} = 30 \text{ V} \pm 5\%$ bei offenem Ausgang mit R 174 einstellen.
19. Klirrfaktor k bei Frequenzeinstellung 5×100 Hz mit R 99 auf $k < 0,5\%$ nachgleichen.
20. Mit Schalter FUNCTION Rechteckfunktion wählen.
21. Rechteck bei Einstellung 1 MHz mit C 57 auf optimale Rechteckwiedergabe (Übergangszeit < 28 ns) abgleichen.
22. Mit Schalter FUNCTION Dreieckfunktion wählen.
23. Dreieck bei Einstellung 5 MHz mit C 23 auf $-0,5$ dB Amplitudengang einstellen.
24. Frequenzeinstellung 50×100 k vornehmen.
25. Ausgangsfrequenz mit R 100 ggf. mit C 30 auf 5 MHz -1% einstellen.
26. Frequenzeinstellung 5×100 kHz vornehmen.
27. Ausgangsfrequenz mit R 113 auf 500 kHz $\pm 4\%$ vom Endwert einstellen.
28. Frequenz mit 50×10 kHz einstellen.
29. Ausgangsfrequenz mit R 101 auf 500 kHz $\pm 1\%$ einstellen.
30. Frequenz auf 50×1 kHz einstellen.
31. Ausgangsfrequenz mit R 102 auf 50 kHz $\pm 1\%$ einstellen.
32. Frequenz auf 50×100 Hz einstellen.
33. Ausgangsfrequenz mit R 103 auf 5 kHz $\pm 1\%$ einstellen.
34. Frequenz auf 50×10 Hz einstellen.
35. Ausgangsfrequenz mit R 104 auf 500 Hz $\pm 1\%$ einstellen.
36. Frequenz auf 50×1 Hz einstellen.
37. Ausgangsfrequenz mit R 105 auf 50 Hz $\pm 1\%$ einstellen.
38. Frequenzeinsteller FREQUENCY auf 5 einstellen.
39. Untere Frequenzen in allen Bereichen kontrollieren. Abweichung von $\pm 5\%$ vom Endwert im Bereich $\times 100$ kHz und Abweichungen von $\pm 2\%$ vom Endwert in allen anderen Bereichen sind zulässig. Falls erforderlich mit R 113 nachgleichen.
40. Signal am TTL OUT überprüfen, High-Pegel ohne Last + 4 V bis maximal + 5 V.

Intern Sweep

41. Mit Schalter FUNCTION Signalform Dreieck wählen.
42. Frequenzbereich 50×10 kHz einstellen.
43. Buchse OUTPUT mit Oszilloskop und Frequenzzähler verbinden.
44. Taste SWP und Taste SWP START drücken.
45. Potentiometer SWP START auf MAX einstellen. Die Ausgangsfrequenz soll 500 kHz betragen.
46. Potentiometer SWP START auf MIN einstellen. Die Ausgangsfrequenz mit R 290 auf $5 \text{ kHz} \pm 10\%$ einstellen.
47. Taste SWP START lösen.
48. OCV OUT mit Oszilloskop verbinden (Eingangsimpedanz = 1 M Ohm).
49. Potentiometer SWP START auf MIN einstellen.
50. Potentiometer SWP CONT auf MAX einstellen.
51. Schalter SWP PERIODs auf 10 m schalten.
52. Taste SWP START drücken.
53. Ausgangsspannung OCV OUT mit R 256 gleich dem negativen Spitzenwert der Sägezahnspannung (wie unter 48) einstellen.

Trigger/Gate

54. Buchse OUTPUT mit Oszilloskop verbinden.
55. Mit Schalter FUNCTION Signalform Sinus wählen.
56. Externes Triggersignal (Rechteck) mit $U_{ss} > 2 \text{ V}$ auf Buchse EXT IN schalten.
57. Ausgangsfrequenz ca. 5 kHz einstellen.
58. Taste SET drücken.
59. Potentiometer START PHASE auf -90° einstellen.
60. Mit R 309 Startphase auf $< -90^\circ$ einstellen.
61. Potentiometer START PHASE auf $+90^\circ$ einstellen.
62. Mit R 307 Startphase auf $< +90^\circ$ einstellen.