

U 727.50

Logarithmierverstärker U 727.50

- 0. Inhaltsverzeichnis
- 1. Beschreibung
 - 1.1. Verwendungszweck
 - 1.2. Aufbau
 - 1.3. Wirkungsweise
 - 1.4. Technische Daten
- 2. Bedienungsanleitung
 - 2.1. Montagevorschrift
 - 2.2. Bedienung und Funktionskontrolle
- 3. Instandhaltungsanleitung
 - 3.1. Prüf- und Meßanweisung
 - 3.2. Wartungs- und Pflegevorschrift
 - 3.3. Reparaturhinweise
 - 3.4. Schaltteillisten
- 4. Leiterplattenabbildung
- 5. Stromlaufplan

- 1. Beschreibung
 - 1.1. Verwendungszweck

Der Logarithmierverstärker U 727.50 dient in Verbindung mit einem Anzeigegerät zur Aussteuerungsmessung bei Schallaufzeichnung, Wiedergabe und Übertragung. Er ist speziell zur Erzeugung der Anzeigespannung für das Sichtgerät J 727 bei Verwendung des Sichtgerätes zur Aussteuerungsmessung vorgesehen.

Die Verwendung des U 727.50 in Verbindung mit dem Doppellichtzeigerinstrument J 727 oder dem Zeigerinstrument J 720 ist möglich.

Der U 727.50 ist vorgesehen für die Verwendung in geschlossenen Räumen bei Umgebungstemperaturen zwischen +5 und + 40°C.

- 1.2. Aufbau

Der U 727.50 ist ein Kartenbaustein entsprechend RFT-Standard 50 719. Alle elektrischen Anschlüsse erfolgen über eine einreihige Steckerleiste entsprechend TGL 200-3604. Auswechselbare Teile: G-Schmelzeinsatz T 50 - TGL 0-41571.

- 1.3. Wirkungsweise

Das zu überwachende Signal gelangt über ein 6-dB-Dämpfungsglied auf eine übertragerlose symmetrische, jedoch nicht erdfreie Eingangsschaltung (Transistoren T1 bis T3). Wie bei einem Übertragereingang kann auch bei dieser Schaltung ein Eingangspol geerdet werden, ohne daß dadurch eine Beeinträchtigung der Funktion eintritt.

Die Eingangsschaltung wandelt ein erdsymmetrisches Eingangssignal in ein erdunsymmetrisches internes Signal um. Das Eingangssignal wird hierzu in zwei symmetrische, um 180° gegenphasige Signale mit jeweils halber Spannung aufgeteilt. Diese Teilsignale werden

den beiden Eingangsstufen, deren Verstärkung gleich 1 ist, zugeführt. Durch die Phasenumkehrung am Kollektor des Transistors T 1 entstehen zwei phasengleiche Teilsignale, die in der Summierstufe (T 3) addiert werden. Bei gleichphasiger Einspeisung der beiden Eingangspole werden der Summierstufe zwei gegenphasige Signale zugeführt, deren Summe theoretisch gleich Null ist. Die hierdurch praktisch erzielbare Pegelverringerung im Vergleich zur betriebsmäßigen gegenphasigen Einspeisung ist gleich der Unsymmetriedämpfung. Sie kann mit R 16 bei mittleren und mit R 9 bei hohen Frequenzen abgeglichen werden. Bei Erdung eines Eingangspols liefert diejenige Stufe, deren Eingang nicht geerdet ist, das volle Signal an den Knotenpunkt: Basis von T 3. Vom Summierverstärker (T 3) gelangt das Signal über eine Phasenspalterstufe (T 4), die zugleich als aktiver Tiefpaß wirkt, an die nachfolgende lineare Zweiweggleichrichterschaltung.

Die gesamte Verstärkung des NF-Teils vom Eingang des Gerätes bis zum Eingang der Gleichrichterschaltung beträgt etwa 0 dB.

Der Tiefpaß bewirkt eine starke Dämpfung von Eingangssignalen, deren Frequenz oberhalb des Nennfrequenzbereiches liegt. Das ist zur Pegelüberwachung bei magnetischer Aufzeichnung und Wiedergabe von Signalen erforderlich, um Fehlanzeigen durch die Vormagnetisierungsspannung zu verhindern.

Die nachfolgende Schaltung mit den beiden integrierten Operationsverstärkern V 1 ... V 2, den Dioden D 1 ... D 6, den Transistoren T 5 ... T 6 und den zugehörigen Bauelementen bildet einen aktiven Zweiweggleichrichter, der die nahezu lineare Gleichrichtung von Signalpegeln von +16 ... -40 dBm im Nennfrequenzbereich ermöglicht. Die Gleichrichterschaltung liefert an ihrem Ausgang, den Kollektoren von T 7 und T 8, einen dem Scheitelwert des Eingangspiegels proportionalen Gleichstrom. Der Ausgangsgleichstrom fließt in den Knotenpunkt des folgenden invertierenden Operationsverstärkers.

Dieser Verstärker bildet zusammen mit den in seinem Gegenkopplungszweig liegenden vorgespannten Dioden die aktive Logarithmierstufe. Der in die Gegenkopplung einbezogene Transistor T 9 dient zur Entlastung des Operationsverstärkers. Sein Emitter stellt den Verstärkerausgang dar.

Durch die Dioden D 7 ... D 12, die mit größer werdender Ausgangsspannung der Logarithmierstufe nacheinander leitend werden, wird eine von der Ausgangsspannung und damit vom Eingangspiegel abhängige Vergrößerung der Gegenkopplung bewirkt, so daß die Verstärkung mit zunehmendem Eingangspiegel kleiner wird. Mit den Stellern R 51 ... R 55 kann der Verlauf des Ausgangsspannungsanstieges bei zunehmendem Eingangspiegel variiert und damit dem Skalenverlauf des verwendeten Anzeigergerätes angeglichen werden.

Die logarithmierte Gleichspannung wird über die Diode D 21 und den Steller R 79 dem Speicherkondensator C 28 zugeführt. Mit D 21 wird verhindert, daß sich C 28 über die Logarithmierschaltung entlädt. Mit R 79 kann die Integrationszeit eingestellt werden. Der Transistor T 11 bewirkt die Entladung von C 28 mit konstantem Strom und damit den zeitlinearen Zeigerrücklauf. Die Rücklaufzeit kann mit R 80 eingestellt werden.

Für die Auskopplung der Spannung des Speicherkondensators C 28, die durch Belastung nicht beeinflußt werden darf, wird ein nichtinvertierender Verstärker mit der Verstärkung 1 verwendet.

Diese Schaltung zeichnet sich neben hohem Eingangswiderstand dadurch aus, daß zwischen ihrem Eingang und Ausgang keine Potentialverschiebung auftritt. Die Diode D 22 in der Gegenkopplung des Operationsverstärkers kompensiert den Temperaturgang der Durchlaßspannung von D 21. Über T 22, der in Basisschaltung betrieben wird, fließt ein der Ausgangsspannung proportionaler Strom gegen 0 V. Der Absolutwert des Ausgangsstromes ist durch Abgleich von R 86 wählbar. Der Logarithmierverstärker kann auch in Verbindung mit bisher üblichen Anzeigeeinstrumenten (z. B. J 725, J 726) betrieben werden.

Die Reihenschaltung von zwei Instrumenten ist möglich, ohne daß sich dadurch die Anzeige ändert.

Die Einstellung des Logarithmierverstärkers erfolgt in Verbindung mit dem jeweils vorgesehenen Anzeigegerät. Eine Neueinstellung wird erforderlich, wenn danach ein Anzeigegerät mit anderem Skalenverlauf verwendet werden soll.

Zur einwandfreien Funktion von Gleichrichter, Logarithmierschaltung und Ausgang ist eine stabilisierte Betriebsspannung erforderlich. Die Stabilisierung erfolgt mit T 10, die Erzeugung des Bezugspunktes für Logarithmierstufe und Ausgang mit R 77, D 13, D 14 und der Z-Diode D 15, und die Erzeugung des Bezugspunktes für den Gleichrichter mit dem Spannungsteiler R 87, R 88, C 26. Der Potentialunterschied zwischen den Bezugspunkten ist erforderlich, damit aus dem hochohmigen Ausgang des Gleichrichters ein Strom in den Knotenpunkt der Logarithmierschaltung fließen kann. Mit R 75 kann ein durch Offsetspannung verursachter Nullpunktfehler des Logarithmierverstärkers kompensiert werden. Die erforderliche \pm Spannung entsteht an D 13 und D 14. Die Kompensation erfolgt, indem mit R 75 die Anzeige -40 dB eingestellt wird.

1.4. Technische Daten

| | |
|--|-----------------------------------|
| Abmessungen: | 90 mm x 210 mm x 16 mm |
| Masse: | ≤ 150 g |
| Betriebsspannung: | -24 V \pm 1 V |
| Stromaufnahme: | ≤ 35 mA |
| Generatorwiderstand: | 200 Ω |
| Eingangsscheinwiderstand | |
| symmetrisch: | ≥ 36 k Ω |
| unsymmetrisch: | ≥ 18 k Ω |
| Nenneneingangspegel: | -34 ... +10 dbm |
| max. zulässiger Eingangspegel: | +14 dbm |
| Ausgangsabschluß: | 0 ... 5 k Ω |
| Ausgangsstrom: | $\approx 0,9$ mA bei Anzeige 0 db |
| Frequenzabhängigkeit der Anzeige bei einem Eingangspegel von +6 dbm ($\hat{=}$ Anzeige 0 db) im Bereich 40 Hz ... 15 kHz (bezogen auf 1 kHz): | $\leq \pm 1$ db |
| Integrationszeit: (Ausschlag von 40 ... -1db $\begin{matrix} +1 \\ -0 \end{matrix}$ db) | 10 ms |
| Abklingzeit 0 ... -20 db: | 1,75 s \pm 0,25 s |

2. Bedienungsanleitung

2.1. Montagevorschrift und Inbetriebnahme

Der Logarithmierverstärker U 727.50 kann sowohl in Teileinschüben nach RFZ-Standard 50 702 als auch in Aufnahmerahmen nach RFZ-Standard 50 719 eingesetzt werden. Es wird empfohlen, als Masterschnitt 25 mm zu wählen. In einem 4/4-Teileinschub können 16 Stück U 727.50 untergebracht werden.

Folgende Anschlüsse sind vorzusehen:

| | |
|-------------------------------|------------------|
| Stromversorgung 24 V Minuspol | 22, 24 |
| Pluspol (Betriebserde) | 18, 20 |
| Eingang (symmetrisch) | 2, 4 und 6, 8 |
| Ausgang | Minuspol 14, 16 |
| Pluspol (Betriebserde) | 10, 12 |

Das Gerät wird durch Einsetzen in die Aufnahmevorrichtung in Betrieb genommen.

2.2. Bedienungs- und Funktionskontrolle

Der Logarithmierverstärker U 727.50 wird nicht bedient.

Zur Kontrolle der Eichung muß eine sinusförmige Meßspannung (1 kHz) an den Eingang gelegt werden. Die Zuordnung von Eingangspiegel, Skalenwert und Trimpotentiometer für eine ggf. erwünschte Eichkorrektur ist der nachstehenden Tabelle zu entnehmen.

Die Potentiometer sind an der Vorderseite der Leiterplatte stehend angeordnet (R 75 etwas zurückgesetzt, dann in der Reihenfolge R 51 ... R 55; R 55 befindet sich unten, wenn der Kartenbaustein so eingebaut ist, daß die Bauelemente links liegen).

| Eingangs- pegel dBm | Ausgang rel. Pegel dB | abs. Spannung V an 4,3 k Ω | Trimpoten- tiometer |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------|
| -34 | -40 | -1,39 | R 75 |
| -24 | -30 | -1,86 | R 51 |
| -14 | -20 | -2,32 | R 52 |
| - 4 | -10 | -3,00 | R 53 |
| + 6 | 0 | -3,90 | R 54 |
| +10 | +4 | 4,36 | R 55 |

Von den übrigen Potentiometern dürfen ohne spezielle Meßmittel höchstens R 79 für den Vorlauf und R 80 für den Rücklauf geringfügig verstellt werden, um die Eigenschaften von an einem gemeinsamen Anzeigegerät (J 727, J 725) betriebenen U 727.50 in Übereinstimmung zu bringen.

3. Instandhaltungsanleitung

3.1. Prüf- und Meßanweisung

3.1.1. Erforderliche Meßgeräte

- 1 NF-Generator, symm. 5 Ω
- 1 Pegelmesser 0 ... -70 dBm, 1 M Ω
- 1 Eichleitung, symm., 200 Ω
- 1 Universalmesser 9 (100 k Ω /V)
- 1 Oszilloskop EO 174 A
- 1 Rechteckgenerator 5 kHz
- 1 NF-Schalter 10 ms und 3 ms
- 1 Stoppuhr

3.2.1. Sichtkontrolle

Es ist die ordnungsgemäße Lage der Bauelemente zu kontrollieren. Insbesondere achte man auf die Durchkontaktierungen.

3.1.3. Gleichspannungs- und -stromkontrolle

Man überprüfe die Betriebsspannung (Gehäuse des Transistors T 9 gegen Erde), die bei 24 V Anschlußspannung zwischen -19,8 V und -21,0 V liegen soll. Bei (24 \pm 1) V darf der

Istwert um $\pm 0,1$ V schwanken. Eine Istwertkorrektur ist durch Verlegung der variablen Brücke an den Dioden D 18 ... D 20 möglich. Es dürfen bis zu 3 Dioden überbrückt werden.

Die Stromaufnahme ohne Signal beträgt bei 24 V Anschlußspannung etwa 30 mA (< 35 mA).

3.1.4. Funktionskontrolle

Es gilt die unter 2.2. angegebene Tabelle. Der Ausgang des U 727.50 ist hierzu mit $4,3 \text{ k}\Omega \pm 1 \%$ zu belasten. Sollte sich ein vollständiger Neuabgleich der Logarithmierenkennlinie erforderlich machen, so stelle man die Trimpotentiometer R 51 ... R 55 zunächst auf Rechtsanschlag - bei den mit M 001 ... M 157 numerierten Fertigungsmustern auf Linksanschlag - und beginne mit kleinen Pegeln (-34 dBm , R 75).

Bei abgeschalteter Eingangsspannung muß die Ausgangsspannung $< -0,78 \text{ V}$ werden.

3.1.5. Unsymmetriedämpfung des Eingangs

Meßpunkt: Kondensator C 10 (Kollektor T 4).

Durch direkte Ansteuerung mit dem 5-kHz-Rechteckgenerator wird zunächst ermittelt, welcher Pegel am Meßpunkt auftritt. Sodann werden beide Eingangspole gleichtaktig (parallelgeschaltet) gegen Erde mit dem Rechtecksignal angesteuert. Durch wechselweises Abgleichen von R 9 und R 16 wird das Minimum des Pegels am Meßpunkt eingestellt.

Es müssen mindestens 60 dB Dämpfung erzielt werden.

Hinweis: Es muß unbedingt ein Schraubenzieher aus Isolierstoff verwendet werden

3.1.6. Frequenzgang

Der Frequenzgang ist definiert als Abweichung der Ausgangsspannung am Lastwiderstand $4,3 \text{ k}\Omega$ beim Eingangspegel $+6 \text{ dBm}$. Zulässig ist $-3,90 \text{ V} \pm 0,13 \text{ V}$. Bei hohen Frequenzen besteht Korrekturmöglichkeit durch C 5 und R 19.

3.1.7. Integrationszeit

Gemessen wird der Spitzenwert der Ausgangsspannung am Lastwiderstand $4,3 \text{ k}\Omega$ der bei kurzzeitiger Ansteuerung mit dem Eingangspegel $+6 \text{ dBm}$ (1000 Hz) erreicht wird.

| Dauer | Maximum der Ausgangsspannung |
|-------|-------------------------------|
| 10 ms | $-3,77 \dots -3,90 \text{ V}$ |
| 3 ms | $-3,36 \dots -3,55 \text{ V}$ |

Abgleichmöglichkeit besteht durch R 79.

Erfahrungsgemäß werden beide Bedingungen durch R 79 = 0 erfüllt. Die Messung ist in Verbindung mit einem J 727, oszillografisch oder mit Hilfe eines Kurzzeit-Spitzenspannungsmessers durchzuführen.

3.1.8. Rücklaufzeit

Gemessen wird die Zeit vom Abschalten des Eingangssignals +6 dBm (Skalenwert 0 dB, Ausgangsspannung -3,90 V) bis zum Durchlaufen der Ausgangsspannung -2,32 V (Skalenwert -20 dB).

Abgleichmöglichkeit besteht durch R 80 und - wenn erforderlich - durch R 81.

Es ist möglichst genau auf den Sollwert 1,75 s abzugleichen.

Die Messung ist mit der Stoppuhr oder mit einem durch Schwellwertschalter gesteuerten Zeitmesser durchzuführen. Die Anzeige muß trägheitslos erfolgen (J 727, Oszillograf). Steht ein Oszillograf mit genügend langer und genauer Zeitbasis zur Verfügung (z. B. Speicher-Oszilloskop), kann die Messung allein mit diesem erfolgen.

3.1.9. Umpolfehler

Durch Vorschalten einer Diode vor die symmetrische Eichleitung erhält man ein Halbwellensignal, das je nach Polung der Diode entweder am Eingang a oder am Eingang b gegen Erde positive Sinushalbwellen aufweist:

Der Eingangspegel ist so einzurichten, daß die Nennausgangsspannung erreicht wird. Durch Signalumpolung darf der Anzeigeunterschied auf der Skala höchstens 2 dB betragen; das ist

| | | |
|-----------------|---------|-------------------|
| beim Skalenwert | 0 dB: | -3,90 V ± 0,25 V |
| beim Skalenwert | -40 dB: | -1,39 V ± 0,10 V. |

3.2. Wartungs- und Pflegevorschrift

Die Logarithmierverstärker U 727.50 sind regelmäßig auf Einhaltung der Logarithmierkennlinie, d. h. der Meßgenauigkeit in Verbindung mit dem verwendeten Anzeigegerät, zu kontrollieren. Das Verfahren ist unter 2.2. erläutert.

In größeren Zeitabständen sollten die elektrischen Daten gemäß 3.1.5., 3.1.6., 3.1.7., 3.1.8. gemessen und ggf. durch Nachgleichen der Trimpotentiometer optimiert werden.

Die Pflege beschränkt sich auf die Entfernung von Staubablagerungen, insbesondere von den Stellern (durch Abblasen).

3.3. Reparaturhinweise

3.3.1. Gleichspannungskontrolle

Soweit nicht anders vermerkt, ist der Bezugspunkt für alle Messungen 0 V.

| | | |
|--------|------------------|--------------------------------|
| - T 9 | Kollektor: | -19,8 ... -21,0 V (s. 3.1.3.) |
| - C 22 | Minuspole :: | etwa -18,2 V |
| - R 75 | Anfang und Ende: | etwa -10 V und -11,5 V |
| - C 26 | Minuspole : | etwa - 5,4 V |
| - T 1 | Kollektor: | etwa - 4,9 V |
| - T 2 | Kollektor: | etwa -13,3 V |
| - T 3 | Kollektor: | etwa - 6,4 V |
| - T 4 | Kollektor: | etwa -12,5 V |
| - T 5 | Kollektor: | etwa -19,7 V |
| - T 6 | Kollektor: | etwa - 4,8 V |
| - T 7) | | |
| T 8) | Kollektor: | etwa -10,8 V |

3.3.2. Fehlereingrenzung

Ansteuerung mit 1000 Hz

- NF-Teil (T 1 ... T 4)

Bei $L_E = +6$ dBm ist der Pegel an C 10 und C 11 etwa $-0,8$ dBm (beide gegenphasig gleich)

- Gleichrichterschaltung (V 1, V 2, T 5 ... T 8)

Gleichspannungsabfall an R 56 messen:

| | | |
|----------------|------------------|-------------------------|
| $L_E = +6$ dBm | (200 ... 300) mV | UNI 9 Meßbereich 300 mV |
| = -14 dBm | (20 ... 30) mV | |
| = -14 dBm | (15 ... 23) mV | |
| = -34 dBm | (1,5 ... 2,3) mV | UNI 9 Meßbereich 30 mV |
| = $-\infty$ | <1 mV | |

d. h., der über R 56 in V 3/4 eingespeiste Strom muß proportional zur NF-Eingangsspannung sein.

- Logarithmierstufe (V 3, T 9)

Gleichspannung am Kollektor von T 11 (V 4/5), wenn die Logarithmierkennlinie richtig eingestellt ist

| | |
|-----------------|---------|
| ohne Signal | -10,5 V |
| $L_E = -34$ dBm | -12,0 V |
| $L_E = +6$ dBm | -15,2 V |

- Ausgangsschaltung (V 4, T 11, T 12)

Der abgegebene Strom wird durch die Spannungsdifferenz zwischen V 4/10 und T 12 Emitter, dividiert durch die Summe der Widerstandswerte von R 83 (150 Ω) und R 86 (wählbar), bestimmt. Angezeigt wird der Spannungsabfall, den der abgegebene Strom am Lastwiderstand (4,3 k Ω) hervorruft.

Normal für R 86 = 5,6 k Ω ist bei $L_E = +6$ dBm die Spannung an V 4/10: $-15,9$ V (Spannung an T 12 Emitter $-10,7$ V; Differenz 5,2 V an 5750 Ω : Strom 905 μ A, Anzeige $-3,90$ V).

3.3.3. Fehler im NF-Teil

Gleichspannungsmessungen nach den Angaben im Stromlaufplan.

Pegelmessungen (gegen 0 V) bei $L_E = +6$ dBm, 1000 Hz:

| | | | |
|---------|---------------|-----------------|--------------------|
| Eingang | St 1/2, 4 | 0 dBm) | gegenphasig gleich |
| | St 1/6, 8 | 0 dBm) | |
| | C 1 | - 6 dBm) | gegenphasig gleich |
| | C 2 | - 6 dBm) | |
| | T 1 Kollektor | - 6 dBm) | gegenphasig gleich |
| | T 2 Emitter | - 6 dBm) | |
| | T 3 Basis | etwa -50 dBm | |
| | T 3 Kollektor | etwa 0 dBm | |
| | C 10 | etwa -0,8 dBm | |
| | C 11 | etwa -0,8 dBm) | gegenphasig gleich |

3.3.4. Fehler in der Gleichrichterschaltung

Oszillografische Prüfung an den Ausgängen der Operationsverstärker:

$$L_E = +6 \text{ dBm}$$

$$L_E = -14 \text{ dBm}$$

$$L_E = -34 \text{ dBm}$$

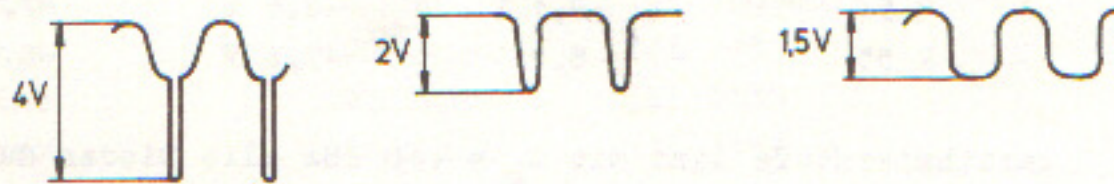


Abb. 1 Oszillogramme an V 1/10 bzw. V 2/10

Gleichspannungsprüfung nach Tabelle:

| | ohne Signal | Nennpegel $L_E = +6 \text{ dBm}$ |
|--|-------------|-------------------------------------|
| C 13 bzw. C 14, diodenseitig ¹⁾ | - 5,0 V | - 6,5 V |
| T 7 bzw. T 8 Emitter | - 5,5 V | - 6,0 V |
| T 7/T 8 Kollektor | -10,8 V | -10,55 V ²⁾ |

Oszillografische Untersuchung bei diodenseitig abgetrennten Ladekondensatoren C 13 und C 14:

Man sieht an den Trennstellen die Sinushalbwellen der Zweiweggleichrichtung oder, wenn R 50 entfernt wird, der betrachteten Einweggleichrichtung, Amplitude etwa -0,7 V bei $L_E = +6 \text{ dBm}$.

Das Gerät ist ohne C 13 und C 14 funktionsfähig!

Achtung! Direkt an der Meßstelle 47 k Ω vorschalten und Spannungsteilertastkopf 10 : 1 verwenden.

3.3.5. Fehler in der Logarithmierstufe

An V 3/4 und V 3/5 stehen unabhängig von der Ansteuerung immer -10,8 V (R 75 auf Mitte). Die Ausgangsspannung an V 3/10 wird bei Stromeinspeisung über R 56 negativer. Die Emitterspannung von T 9 ist um 0,7 V weniger negativ als die Spannung an V 3/10. Kontrolle der 6 Spannungsteiler ohne Ansteuerung (-10,8 V am Emitter von T 9) nach Tabelle.

¹⁾ UNI 9 im Meßbereich 15 V verwenden; 1,5 k Ω direkt am Meßpunkt vorschalten; andernfalls werden HF-Schwingungen angeregt. Es gilt der Meßbereich 30 V.

²⁾ Der Anstieg um etwa 0,25 V (im positiven Sinne) ist der unter 3.3.2. beschriebene Spannungsabfall an R 56.

| Spannung an Katode | Eichpot. | links ¹⁾ | Schleiferstellung Mitte | rechts ¹⁾ | geeicht |
|-----------------------|----------|---------------------|----------------------------|----------------------|-----------|
| D 7 | - | - | -9,6 V | - | -9,6 V 2) |
| D 8 | R 51 | -9,8 V | -9,5 V | -8,9 V | -9,4 V 3) |
| D 9 | R 52 | -9,7 V | -9,2 V | -7,8 V | -8,9 V |
| D 10 | R 53 | -9,1 V | -7,3 V | 0 V | -8,4 V |
| D 11 | R 54 | -9,1 V | -8,6 V | -7,4 V | -8,1 V |
| D 12 | R 55 | -8,2 V | -7,6 V | -6,4 V | -7,7 V |

Bei geeichter Logarithmierstufe sind mit $L_E = +10$ dBm alle Dioden durchgeschaltet; die Spannung an allen Katoden beträgt $-11,3$ V.

3.3.6. Fehler in der Ausgangsschaltung

Solange V 4/5 angesteuert wird, also ein (negatives) Gleichspannungssignal erhält, arbeitet V 4 als Spannungsfolger, d. h. die Ausgangsspannung an V 4/10 verhält sich analog zur Eingangsspannung an V 4/5, absolut um die Diodenflußspannung (0,5 ... 0,7 V) von D 22 ins Negative versetzt. Die Spannung an V 4/4, die über D 22 an V 4/10 gekoppelt ist, stimmt mit der Spannung an V 4/5 überein. Die Gegenkopplung ist wegen D 22 nur in einer Richtung wirksam. Bei fehlender Ansteuerung kippt die Ausgangsspannung dadurch leicht auf das positive Maximum (bezogen auf $-10,8$ V), das gegen Erde gemessen $-0,7$ V beträgt. Dies ist kein Fehler! Dadurch wird T 12 gesperrt und der Ausgangsstrom wird vollständig Null.

¹⁾ Bei den mit M 001 ... M 157 numerierten Fertigungsmustern sind Links- und Rechtsanschlag vertauscht.

²⁾ UNI 9 (Meßbereich 15 V) verursacht rund -10 % Meßfehler.

³⁾ UNI 9 (Meßbereich 15 V) verursacht rund -5 % Meßfehler.

3.4. Schaltteilliste

| Kurz- bez. | Benennung | Elektrische Werte | | Sach-Nr. und Bemerkungen |
|---------------|------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------------|
| - | Logarithmierverstärker | U 727.50 | 121.280 | |
| C 1 | T -Kondensator | 10/20 | TGL 200-8519 | |
| C 2 | T -Kondensator | 10/20 | TGL 200-8519 | |
| C 3 | KS-Kondensator | 100/5/63 | TGL 5155 | |
| C 4 | KS-Kondensator | 100/5/63 | TGL 5155 | |
| C 5 | KS-Kondensator | 82/5/630 | TGL 5155 * | |
| C 6 | Elyt-Kondensator | 200/3 | TGL 7198 is | |
| C 7 | KS-Kondensator | 1500/5/25 | TGL 5155 | |
| C 8 | KS-Kondensator | 220/2,5/63 | TGL 5155 | |
| C 9 | KS-Kondensator | 2200/2,5/25 | TGL 5155 | |
| C 10/1 | MKL-1-Kondensator | 2,2/63 4,4 µF | TGL 10793 Bl. 1 | |
| C 10/2 | MKL 1-Kondensator | 2,2/63 | TGL 10793 Bl. 1 | |
| C 11/1 | MKL 1-Kondensator | 2,2/63 4,4 µF | TGL 10793 Bl. 1 | |
| C 11/2 | MKL 1-Kondensator | 2,2/63 | TGL 10793 Bl. 1 | |
| C 12 | Elyt-Kondensator | 50/3 | TGL 7198 is | |
| C 13 | Polyester-Kondensator | 0,1/10/160 | TGL 200-8424 * | |
| C 14 | Polyester-Kondensator | 0,1/10/160 | TGL 200-8424 * | |
| C 15 | Kondensator RDPL | N 150-10/10-160 | TGL 24098 | |
| C 16 | Kondensator RDPL | N 150-10/10-160 | TGL 24098 | |
| C 17 | Kondensator RDPL | N 150-33/5 -160 | TGL 24098 | |
| C 18 | Kondensator RDPL | N 150-33/5 -160 | TGL 24098 | |
| C 19 | MKL 1-Kondensator | 2,2/63 | TGL 10793 Bl. 1 | |
| C 20 | KS-Kondensator | 100/5/53 | TGL 5155 | |
| C 21 | KS-Kondensator | 100/5/63 | TGL 5155 | |
| C 22 | Elyt-Kondensator | 200/25 | TGL 7198 is | |
| C 23 | KS-Kondensator | 220/2,5/63 | TGL 5155 | |
| C 24 | KS-Kondensator | 3300/5/25 | TGL 5155 | |
| C 25 | KS-Kondensator | 220/2,5/63 | TGL 5155 | |
| C 26 | Elyt-Kondensator | 50/10 | TGL 7198 is | |
| C 27 | KS-Kondensator | 4700/5/25 | TGL 5155 | |
| C 28 | MKL 1-Kondensator | 2,2/63 | TGL 10793 Bl. 1 | |
| C 29 | Polyester-Kondensator | 0,01/10/160 | TGL 200-8424 | |
| D 1 | Diode | SAY 32 | | |
| D 2 | Diode | SAY 32 | | |
| D 3 | Diode | SAY 32 | | |
| D 4 | Diode | SAY 32 | | |
| D 5 | Diode | SAY 32 | | |
| D 6 | Diode | SAY 32 | | |
| D 7 | Diode | SAY 32 | | |
| D 8 | Diode | SAY 32 | | |
| D 9 | Diode | SAY 32 | | |
| D 10 | Diode | SAY 32 | | |
| D 11 | Diode | SAY 32 | | |
| D 12 | Diode | SAY 32 | | |
| D 13 | Diode | SAY 32 | | |
| D 14 | Diode | SAY 32 | | |

* abgleichen

| Kurz- bez. | Benennung | Elektrische Werte | | | Sach-Nr. und Bemerkungen |
|---------------|-----------------------|-------------------|--------------|------------|-----------------------------|
| D 15 | Si-Z-Diode | SZX 19/10 | TGL 200-8142 | | |
| D 16 | Si-Z-Diode | SZX 19/12 | TGL 200-8142 | | |
| D 17 | Si-Z-Diode | SZX 19/8,2 | TGL 100-8142 | | |
| D 18 | Diode | SAY 32 | | | |
| D 19 | Diode | SAY 32 | | | |
| D 20 | Diode | SAY 32 | | | |
| D 21 | Diode | SAY 32 | | | |
| D 22 | Diode | SAY 32 | | | |
| R 1 | Schichtwiderstand | 10 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 2 | Schichtwiderstand | 15 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 3 | Schichtwiderstand | 15 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 4 | Schichtwiderstand | 68 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 5 | Schichtwiderstand | 82 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 6 | Schichtwiderstand | 68 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 7 | Schichtwiderstand | 1,2 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 | |
| R 8 | Schichtwiderstand | 10 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 9 | Schichtdrehwiderstand | S 2,5 kΩ | 1-05-554 | TGL 11886 | |
| R 10 | Schichtwiderstand | 2,2 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 11 | Schichtwiderstand | 2,2 kΩ | 1 % 11.130 | TGL 14133 | |
| R 12 | Schichtwiderstand | 100 kΩ | 1 % 11.130 | TGL 14133 | |
| R 13 | Schichtwiderstand | 11 kΩ | 1 % 11.130 | TGL 14133 | |
| R 14 | Schichtwiderstand | 2,2 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 15 | Schichtwiderstand | 2,2 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 16 | Schichtdrehwiderstand | S 2,5 kΩ | 1-05-554 | TGL 11886 | |
| R 17 | Schichtwiderstand | 120 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 18 | Schichtwiderstand | 100 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 19 | Schichtwiderstand | 33 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 * | |
| R 20 | Schichtwiderstand | 4,7 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 21 | Schichtwiderstand | 220 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 22 | Schichtwiderstand | 12 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 23 | Schichtwiderstand | 12 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 * | |
| R 24 | Schichtwiderstand | 3,9 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 25 | Schichtwiderstand | 3,9 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 26 | Schichtwiderstand | 82 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 27 | Schichtwiderstand | 82 kΩ | 1 % 11.310 | TGL 14133 | |
| R 28 | Schichtwiderstand | 8,2 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 | |
| R 29 | Schichtwiderstand | 8,2 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 | |
| R 30 | Schichtwiderstand | 3,3 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 | |
| R 31 | Schichtwiderstand | 3,3 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 | |
| R 32 | Schichtwiderstand | 3,3 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 | |
| R 33 | Schichtwiderstand | 5,6 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 * | |
| R 34 | Schichtwiderstand | 5,6 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 | |
| R 35 | Schichtwiderstand | 180 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 | |
| R 36 | Schichtwiderstand | 180 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 | |
| R 37 | Schichtwiderstand | 5,6 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 | |
| R 38 | Schichtwiderstand | 5,6 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 * | |
| R 39 | Schichtwiderstand | 12 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 | |
| R 40 | Schichtwiderstand | 8,2 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 | |
| R 41 | Schichtwiderstand | 12 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 | |
| R 42 | Schichtwiderstand | 180 kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 | |

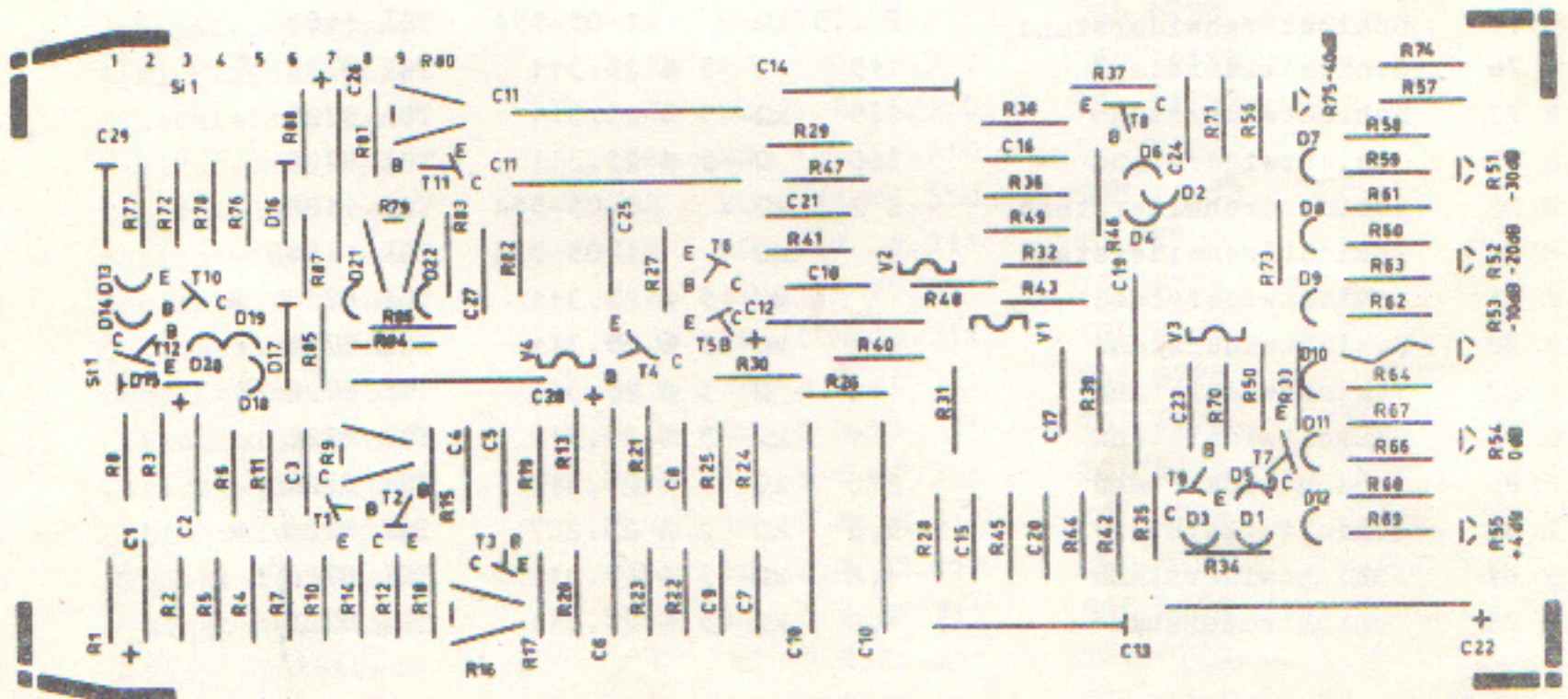
* abgleichen

| Kurz- bez. | Benennung | Elektrische Werte | | | Sach-wr. und Bemerkungen |
|---------------|-----------------------|-------------------|----|------------------|-----------------------------|
| R 43 | Schichtwiderstand | 100 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 44 | Schichtwiderstand | 150 | Ω | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 45 | Schichtwiderstand | 10 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 46 | Schichtwiderstand | 10 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 47 | Schichtwiderstand | 150 | Ω | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 48 | Schichtwiderstand | 100 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 49 | Schichtwiderstand | 180 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 50 | Schichtwiderstand | 100 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 51 | Schichtdrehwiderstand | P 500 | kΩ | 1-05-554 | TGL 11886 |
| R 52 | Schichtdrehwiderstand | P 250 | kΩ | 1-05-554 | TGL 11886 |
| R 53 | Schichtdrehwiderstand | P 100 | kΩ | 1-05-554 | TGL 11886 |
| R 54 | Schichtdrehwiderstand | P 50 | kΩ | 1-05-554 | TGL 11886 |
| R 55 | Schichtdrehwiderstand | P 10 | kΩ | 1-05-554 | TGL 11886 |
| R 56 | Schichtwiderstand | 1 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 57 | Schichtwiderstand | 1 | MΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 58 | Schichtwiderstand | 180 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 59 | Schichtwiderstand | 1,5 | MΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 60 | Schichtwiderstand | 100 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 61 | Schichtwiderstand | 470 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 62 | Schichtwiderstand | 39 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 63 | Schichtwiderstand | 100 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 64 | Schichtwiderstand | 18 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 66 | Schichtwiderstand | 15 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 67 | Schichtwiderstand | 33 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 68 | Schichtwiderstand | 5,6 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 69 | Schichtwiderstand | 8,2 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 70 | Schichtwiderstand | 150 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 71 | Schichtwiderstand | 1,5 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 72 | Schichtwiderstand | 270 | Ω | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 73 | Schichtwiderstand | 1,8 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 74 | Schichtwiderstand | 820 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 75 | Schichtdrehwiderstand | P 2,5 | kΩ | 1-05-554 | TGL 11886 |
| R 76 | Schichtwiderstand | 15 | Ω | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 77 | Schichtwiderstand | 1,5 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 78 | Schichtwiderstand | 560 | Ω | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 79 | Schichtdrehwiderstand | S 2,5 | kΩ | 1-05-554 | TGL 11886 |
| R 80 | Schichtdrehwiderstand | S 1 | MΩ | 1-05-554 | TGL 11886 |
| R 81 | Schichtwiderstand | 1 | MΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 * |
| R 82 | Schichtwiderstand | 1,5 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 83 | Schichtwiderstand | 150 | Ω | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 84 | Schichtwiderstand | 1 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 85 | Schichtwiderstand | 270 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 86 | Schichtwiderstand | 5,6 | kΩ | 2 % 25.207 | TGL 8728 * |
| R 87 | Schichtwiderstand | 1,8 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| R 88 | Schichtwiderstand | 1,8 | kΩ | 5 % 25.311 | TGL 8728 |
| Si 1 | G-Schmelzeinsatz | T 50 | | TGL 0-41571 | |
| St 1 | Steckerleiste | Ae 12 | | TGL 200-3604 Pd4 | |

| Kurz-bez. | Benennung | Elektrische Werte | Sach-Nr. und Bemerkungen |
|-----------|----------------------|--------------------------------|---|
| T 1 | Transistor | SC 239 e (ersatzweise BC 109B) | |
| T 2 | Transistor | BC 179 B | |
| T 3 | Transistor | BC 179 B | |
| T 4 | Transistor | BC 179 B | |
| T 5 | Transistor | BC 179 B | |
| T 6 | Transistor | SF 137 C TGL 200-8140 | |
| T 7 | Transistor | BC 179 B | } auf B ≈ 400 (beide gleich ausgesucht) |
| T 8 | Transistor | BC 179 B | |
| T 9 | Transistor | BC 179 B | |
| T 10 | Transistor | BC 179 B | |
| T 11 | Transistor | BC 179 B | |
| T 12 | Transistor | SF 137 c TGL 200-8140 | |
| V 1 | Operationsverstärker | HFO A 109 C | ersatzweise Import µA 709 oder Äquiv. |
| V 2 | Operationsverstärker | HFO A 109 c | ersatzweise Import µA 709 oder Äquiv. |
| V 3 | Operationsverstärker | HFO A 109 C | ersatzweise Import µA 709 oder Äquiv. |
| V 4 | Operationsverstärker | HFO A 109 C | ersatzweise Import µA 709 oder Äquiv. |

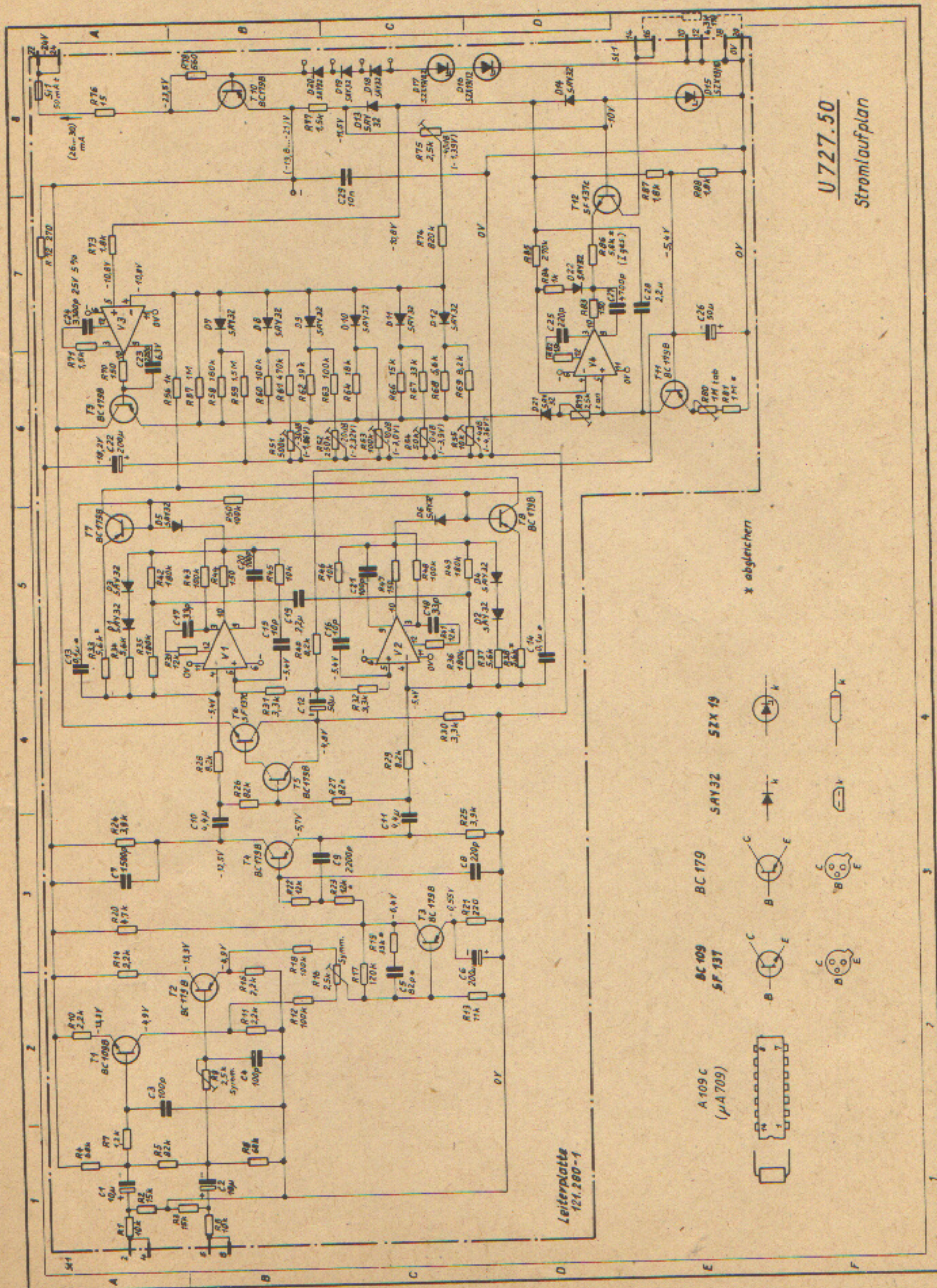
4. Leiterplattenabbildung

Ansicht auf die Bestückungsseite



U 727.50

Leiterplatte



U727.50
Stromlaufplan

Leiterplatte 121.200-1

- A 109 C (µA709)
- BC 109 SF 13T
- BC 179
- SAV 32
- SZX 49



* abgleichen