

HH 721

Bühnentaschensender

Bühnentaschensender HH 721

0. Inhaltsverzeichnis
1. Beschreibung
 - 1.1. Verwendungszweck
 - 1.2. Aufbau
 - 1.3. Elektrische Arbeits- und Wirkungsweise
 - 1.4. Technische Daten
 - 1.5. Lieferumfang
2. Betriebsanweisung
 - 2.1. Vorbereitung für die Inbetriebnahme und Inbetriebsetzung
 - 2.2. Batteriewechsel
 - 2.3. Garantiebedingungen
3. Funktionsbeschreibung und Schaltungserläuterung
 - 3.1. Allgemeines
 - 3.2. Ansteckmikrofon
 - 3.3. NF-Teil
 - 3.4. HF-Teil
 - 3.5. Transverter
4. Meß- und Abgleicheanweisung
 - 4.1. Benötigte Meß- und Hilfsgeräte
 - 4.2. Abgleich des HH 721
 - 4.3. Messung der elektrischen Kennwerte des HH 721
5. Schalteilliste
6. Abbildungen

1. Beschreibung

1.1. Verwendungszweck

Der Bühnentaschensender HH 721 ist ein frequenzmodulierter Kleinsender im 4-m-Band. In Verbindung mit einem Ansteckmikrofon dient er der drahtlosen Übertragung von Sprache und Gesang über geringe Entfernungen zu einer Empfangseinrichtung. Auf Grund der geringen Abmessungen wird das Gerät vom Vortragenden in der Regel am Körper getragen, d. h. im Anwendungsfall ist nur das Ansteckmikrofon als technisches Hilfsmittel offen erkennbar, während der eigentliche Sender verdeckt wird.

1.2. Aufbau

Der mechanische Aufbau des Bühnentaschensenders ist einfach und übersichtlich. Er besteht aus dem Sendergrundkörper, der die Batteriekassette aufnimmt und der am Grundkörper befestigten, herabhängenden Drahtantenne. Das Ansteckmikrofon ist eine selbständige Baueinheit und wird über das geschirmte Mikrofonkabel und eine BNC-Koax-Steckverbindung mit dem Sender verbunden.

Abmessungen des Sendergrundkörpers	130 mm x 73 mm x 22 mm
Abmessungen des Ansteckmikrofons	31 mm x 19 mm x 12 mm
Antennenlänge	800 mm
Mikrofonkabellänge	1030 mm
Masse	<300 g

An der Frontblende des HH 721 befinden sich die Anschluß-, Anzeige- und Bedienelemente (Anhang, Bild 1), wobei letztere in einem gesonderten, versenkten Bedienungssegment angeordnet sind. An der Außenseite des Bedienungssegments liegt der Einstellregler für die Vorverstärkung (2). Im Drehbereich des Reglers ist die Blende mit Markierungspunkten zur Erleichterung der Reglereinstellung versehen. Die weiteren Bedienelemente sind daneben jeweils paarweise übereinander angeordnet. Von außen nach innen folgen Prüftaster (3) und +18 V-Kontaktstift (4) sowie Ein-Aus-Schalter (6) und Lumineszenzdiode (5).

Außerhalb des Bedienungssegments liegen die BNC-HF-Eingangsbuchse (8), der Antennenanschlußgewindebolzen (9) und der Massekontaktstift (7). Über die beiden Kontaktstifte (4), (7) kann die Betriebsspannung bei Netzteilbetrieb eingespeist werden, wenn die Batterien vorher aus der Batteriekassette entfernt wurden.

Die Kappe an der Rückfront des Senders ist abnehmbar und wird über einen Schiebeverschuß arretiert. Nach Entfernung der Abdeckkappe ist die Batteriekassette zugänglich und kann aus dem Kassettenfach herausgezogen werden (vgl. auch Pkt. 2.2.). Boden- und Deckplatte sind nach Abnahme der hintern Abdeckkappe aus der Rahmenführung herauschiebbar, so daß die elektrischen Funktionsgruppen des Senders zugänglich werden.

Abgesehen von der Beschaltung des Ansteckmikrofons, das auf Grund der räumlichen Trennung vom eigentlichen Sender gesondert betrachtet wird, sind die elektrischen Funktionsgruppen auf zwei Leiterplatten untergebracht: der NF-HF-Leiterplatte und der Transverter-Leiterplatte. Auf der NF-HF-Leiterplatte befinden sich sämtliche Abgleichelemente des Senders. Die Leiterplatte ist auf dem Trägerblech an drei Befestigungspunkten mechanisch justiert (Schraubverbindung). Rechtwinklig zur NF-HF-Leiterplatte zwischen Oszillatorkammer und Frontblenden-Kappe ist die abgeschirmte Transverter-Leiterplatte angeordnet. Sie ist über drei stabile Drahtwinkel, die außerdem elektrische Funktion besitzen, mit der NF-HF-Leiterplatte verbunden. Mechanisch wird die Transverter-Leiterplatte zusätzlich auf der nicht beschalteten Seite durch die an der Kassettenkammer (Wanne) befestigte Isolationsplatte abgestützt.

Das Ansteckmikrofon ist ein Clip-Mikrofon mit geringen Abmessungen. Es enthält die Mikrofonkapsel, die mechanisch direkt in die Impedanzwandler-Schaltung integriert ist. Ein dünnes Koaxial-Kabel verbindet das Ansteckmikrofon mit dem Sender. An der Vorderseite des Mikrofons befindet sich der flache Schutzkorb für Kapsel und Schaltung.

Die Rückseite bildet eine mit der Leiterplatte verschraubte Kappe, an der die drehbare Clipfedr befestigt ist. Der äußere Aufbau des Ansteckmikrofons weist keine Besonderheiten auf, jedoch muß darauf hingewiesen werden, daß die Justierung von Mikrofonskapsel und Leiterplatte gegenüber mechanischen Eingriffen sehr empfindlich ist.

1.3. Elektrische Arbeits- und Wirkungsweise

Der Bühnentaschensender HH 721 ist ein Kleinsender für die drahtlose Studioübertragungstechnik. Er ist auf einen Kanal im Bereich 73 MHz - 77 MHz fest abgeglichen.

Die Stromversorgung erfolgt über zwei in Reihe geschaltete 9-V-Batterien vom Typ 6F22, die einen ununterbrochenen Betrieb des Senders über 3 Stunden gewährleisten. Die Batteriespannung kann nach Einschalten des Senders mit dem Prüftaster an der Vorderfront des Gerätes kontrolliert werden, wobei das Aufleuchten der Lumineszenzdiode die volle Funktionsfähigkeit signalisiert.

Die elektrische Funktionsweise ist überblicksmäßig aus dem Blockschaltbild (Bild 2) ersichtlich.

Das Ansteckmikrofon des HH 721 enthält die Impedanzwandlerschaltung mit der Kondensatormikrofonskapsel. Die Polarisationsspannung für die Mikrofonskapsel wird über einen Transverter in Kaskadenschaltung, der sich im Sender befindet, bereitgestellt. Sie wird über eine einpolige HF-Verbindung (Koaxial-Kabel mit BNC-Anschluß) zugeführt. Die gleiche Kabelverbindung dient zur Übertragung des NF-Signale zur Eingangsstufe des Senders.

Im NF-Teil des HH 721 ist dem Reglerbaustein wegen der geringen zu verarbeitenden Eingangspegel ein 20-dB-Vorverstärker vorgeschaltet. Der nachfolgende Regelverstärker besitzt die Aufgabe, einerseits eine Übersteuerung des HF-Kanals infolge der stark schwankenden Schallpegel zu vermeiden, andererseits aber eine genügende Aussteuerung des HF-Teils sicherzustellen, damit ein ausreichender Störabstand über die Funkstrecke erreicht wird. Das Überschreiten des Regeleinsatzpunktes wird durch das Aufleuchten der Lumineszenzdiode angezeigt. Der Bereich der automatischen Verstärkungsregelung beträgt 30 dB, der Bereich der manuellen Regelung der Vorverstärkung etwa 25 dB. Auf Grund der kurzen Ansprechzeit ($\tau_E \approx 0,5 \text{ ms}$) können Übersteuerungen sicher vermieden werden. Das Auftreten von kurzzeitigen Störschall wird infolge der programmgesteuerten Ausregelzeit des Regelverstärkers (40 ms bis 3 s) ohne Beeinträchtigung des Nutzschalls unterdrückt.

Das verstärkte NF-Signal gelangt an eine Kapazitätsdiode, deren veränderliche Sperrschichtkapazität für die Frequenzmodulation des freischwingenden Transistoroszillators ausgenutzt wird. Die erste Oberwelle des Oszillators wird in nachfolgendem Bandfilter ausgekoppelt und als Sendefrequenz im anschließenden weitgehend rückwirkungsfreien Treiber- und Endverstärker auf die notwendige HF-Leistung verstärkt. Im Signalweg der Endstufe befindet sich zusätzlich ein zweikreisiges Collins-Filter, um die geforderte hohe Nebenwellenunterdrückung zu realisieren. Die Drahtantenne des Senders besitzt eine Länge von 80 cm, das entspricht etwa einem Viertel der Wellenlänge. Ihr Wirkungsgrad ist etwa mit 10 % anzusetzen.

1.4. Technische Daten

1.4.1. Betriebsbedingte Parameter

Betriebsspannung

11 V bis 20 V

Stromaufnahme

$\leq 15 \text{ mA}$ (Leuchtdiode der Übersteuerungsanzeige leuchtet nicht)

- Ununterbrochene Betriebszeit

$\geq 3 \text{ h}$ $\nabla \geq 10^\circ \text{C}$

1.4.2. Funktionsbedingte Eingangsparameter

- Maximaler Schallpegel am Clip-Mikrofon $L = 114 \text{ dB (rel}_{p_0})$
- Maximaler Schallpegel (dynamisches Mikrofon $R_{i\text{Gen}} = 200 \text{ Ohm}$) $L = 130 \text{ dB (rel}_{p_0})$
- Maximale Eingangsspannung (Messung am Mikrofoneingang, minimale Vorverstärkung) $R_{i\text{Gen}} = 200 \text{ Ohm}$ $U_e = 100 \text{ mV}_{\text{eff}}$

1.4.3. Funktionsbedingte Ausgangsparameter

- Sendefrequenz
Eine Frequenz im Bereich von 73,15 MHz bis 76,85 MHz (für außerpostalische Bedarfs-träger in der DDR eine der Frequenzen: 73,15; 75,55; 75,85; 76,65 oder 76,85 MHz).
- Frequenzkonstanz der Sendefrequenz $\Delta f = \pm 30 \text{ kHz}$
- Sendeleistung am Antennenersatz-widerstand $\geq 30 \text{ mW (bei 18 V Betriebsspannung)}$

1.4.4. Übertragungsparameter

Modulation

- Modulationsart Frequenzmodulation F3
- Max. Frequenzhub $\Delta f_{\text{max}} = 40 \text{ kHz}$
- Systemfrequenzhub $\Delta f_s = 22 \text{ kHz}$

NF-Verstärkungsregelung

- Bereich der manuellen Regelung der Vorverstärkung $\geq 25 \text{ dB}$
- Minimaler Regeleinsatzpunkt $f_m = 1 \text{ kHz}$ Messung über Mikrofon-eingang $R_{i\text{Gen}} = 200 \text{ Ohm}$ $U_e = 1 \text{ mV} \dots 2 \text{ mV}$
- Bereich der automatischen Ver-stärkungsregelung (bei maximaler Vorverstärkung) $\geq 30 \text{ dB}$
- Regelabweichung bei 30 dB Übersteuerung über den Regeleinsatz-punkt (maximale Vorverstärkung) $\leq 5 \text{ dB}$
- Einregelzeit bei 10 dB Übersteuerung über den Regeleinsatzpunkt $f_m = 2 \text{ kHz}$ $\tau_E = 0,5 \text{ ms}$
- Ausregelzeit bei 10 dB Übersteuerung über den Regeleinsatzpunkt $\tau_A = 1 \text{ s} \dots 3 \text{ s}$

Amplitudenfrequenzgang, Klirrfaktor und Störabstand

- Abweichung vom Amplitudenfrequenzgang, bezogen auf Normpreemphasis $= 50 \text{ us}$, 100 Hz bis 15 kHz (eingebauter Hochpaß zur Unterdrückung von Popp- und Körperschall), Messung unterhalb Regeleinsatzpunkt am Mikrofoneingang ($R_{i\text{Gen}} = 200 \text{ Ohm}$) $\pm 2 \text{ dB}$
- Abweichung des Wandlers vom Soll-Amplitudenfrequenzgang des Clip-Mikrofons 100 Hz bis 15 kHz Messung über Schallfeld $\pm 3 \text{ dB}$
- Klirrfaktor bei Eingangsspannungserhöhung bis 20 dB über den Regeleinsatzpunkt, Messung am Mikrofoneingang ($R_{i\text{Gen}} = 200 \text{ Ohm}$) $K \leq 1 \%$
- Klirrfaktor bei $U_e = 100 \text{ mV}_{\text{eff}}$ (minimale Vorverstärkung $R_{i\text{Gen}} = 200 \text{ Ohm}$) Messung über Mikrofoneingang $K \leq 2 \%$

- Geräuschbewerteter Störabstand,
bezogen auf 22 kHz Frequenzhub
 $f_m = 1 \text{ kHz}$
Messung über Mikrofoneingang
 $R_{i, \text{Gen}} = 200 \text{ Ohm}$ mit Normdeemphasis
des Empfängers
maximale Vorverstärkung $\geq 50 \text{ dB}$
minimale Vorverstärkung $\geq 58 \text{ dB}$
Messung über GSM 2 mit Filter
OIRT E 71
Betriebsart U_{eff}

1.4.5. Antennenlänge: 800 mm
Batterien 2 Stück 6F22

1.5. Lieferumfang

Zum Lieferumfang des Gerätes gehören

- Ansteckmikrofon AM 740.2 mit Anschlußkabel
- Antenne
- Gerätebeschreibung
- Transportbehälter

2. Betriebsanweisung

2.1. Vorbereitung für die Inbetriebnahme und Inbetriebsetzung

Nach Herausnahme des Bühnentaschensenders aus dem Transportbehälter ist die mitgelieferte Drahtantenne mit ihrer Befestigungsmutter am Gewindebolzen des Antennenausschlusses an der Vorderfront des Senders zu befestigen sowie des Ansteckmikrofon an die NF-Eingangsbuchse anzuschließen.

Vor dem Einsatz des Senders empfiehlt es sich, eine Überprüfung der Batterie-Betriebsspannung mit dem Prüftaster vorzunehmen. Vorher muß jedoch der Sender mit dem Ein-Aus-Schiebeschalter in Betrieb gesetzt werden. Leuchtet die Lumineszenzdiode bei Betätigung des Prüftasters auf, so ist davon auszugehen, daß die zur Verfügung stehende Batteriespannung einen einwandfreien Betrieb des Senders gewährleistet.

Die Inbetriebnahme des Senders erfolgt durch die Betätigung des Ein-Aus-Schiebeschalters. Entsprechend den jeweiligen Erfordernissen (Raumakustik, Lautstärke des Akteurs usw.) kann die günstigste Vorverstärkung eingestellt werden, ohne daß eine Demontage des Senders notwendig wird. Der Einstellregler für die Vorverstärkung kann über eine Stellschraube im Bedienungsssegment der Frontblende betätigt werden. Als Orientierungserleichterung für die jeweilige Grundeinstellung des Reglers sind Markierungspunkte kreisförmig um die Stellschraube angeordnet.

2.2. Batteriewechsel

Das Auswechseln der Batterien ist nach Herausnahme der Batteriekassette möglich. Dazu muß die Kappenarretierung durch den Schieberverschluss an der Rückfront des Senders gelöst werden, so daß die Abdeckkappe abgenommen werden kann. Die Batteriekassette ist dann herausziehbar. Die Batterien werden gegen die gefederten Kontakte gedrückt und leicht angekippt, so daß sie herausnehmbar sind.

Das Einsetzen der Batterien erfolgt in der entgegengesetzten Reihenfolge. Die Batterien werden unter Beachtung der richtigen Polung in leichter Schräglage auf die Kontakte geschoben und in die Kassette gedrückt. Anschließend wird die Kassette in das Kassettenefach des Senders geschoben und die Abdeckkappe aufgesteckt und verriegelt. Der Sender ist somit betriebsbereit.

2.3. Garantiebestimmungen

Die Garantiebestimmungen richten sich nach den Bedingungen des Herstellers, des VEB Mikrofontechnik Gefell.

3. Funktionsbeschreibung und Schaltungserläuterung

3.1. Allgemeines

Die folgenden Ausführungen beziehen sich im wesentlichen auf schaltungstechnische Einzelheiten der jeweiligen Baugruppen. Zum besseren Verständnis der prinzipiellen Funktionsweise des Senders sollte das Blockschaltbild (Anhang, Bild 2) herangezogen werden bzw. auf Pkt. 1.3. dieser Gerätebeschreibung zurückgegriffen werden.

Die Schaltungsbeschreibung erfolgt anhand der zugehörigen Stromlaufpläne (Anhang, Bild 3,5,7), d. h. die Bauelementebezeichnungen der einzelnen Schaltpläne bzw. Schaltteillisten werden verwendet.

3.2. Ansteckmikrofon

Das Ansteckmikrofon AM 740.2 des HH 721 ist eine Modifizierung des Ansteckmikrofons AM 740. Es unterscheidet sich in der Schaltung nur durch die geänderte Impedanzwandlerstufe. In Kombination mit dem Taschensender ergeben sich daraus eine Reihe von Vorteilen, ohne daß eine Verschlechterung der akustischen Übertragungseigenschaften zu verzeichnen ist. Gegenüber der Originalschaltung tritt jedoch eine Erhöhung der Ersatzlautstärke bzw. des Ersatzschalldruckpegels ein, was jedoch beim Einsatz des drahtlosen Bühnenübertragungssystems Taschensender HH 721 / Bühnenempfänger HE 722 von keiner negativen Bedeutung für den Dynamikbereich ist.

Das Ansteckmikrofon besteht im wesentlichen aus dem kapazitiven Schallempfänger und der Impedanzwandlerstufe mit dem FET V1, wobei der Arbeitswiderstand von V1 als Kombination R1 + R2 auf der NF-HF-Leiterplatte angeordnet ist. Die Schaltung enthält zwei unterschiedlich wirkende Gegenkopplungen. Infolge der Parallelspannungsgegenkopplung von V1 wird ein niedriger dynamischer Ausgangswiderstand realisiert. Der Sourcestrom des V1 wird über die Kombination V2, R3, R4 von der Betriebsspannung des Mikrofons, die gleichzeitig die Polarisationsspannung für die Kondensator-Mikrofonkapsel ist, gesteuert. Diese Schaltungsvariante besitzt den Vorteil, daß die Polarisationsspannung bei Abfall der Betriebsspannung U_B des Senders wegen der exponentiellen Abhängigkeit des Sourcestromes von der Basis-Emitter-Spannung des V2 nur unerheblich absinkt. Damit kann auch bei abgesunkener Betriebsspannung ein ausreichender Störabstand des Ansteckmikrofons gewahrt werden.

3.3. NF-Teil

Das NF-Teil ist als Reglerbaugruppe ausgeführt. Da das Ansteckmikrofon nur einen geringen Signalpegel liefert, ist dem Regelglied ein einstufiger NF-Verstärker vorgeschaltet ($V = 20$ dB).

Eine gute Trennung zwischen Signal- und Steuerweg gewährleistet der als Stellglied verwendete Doppel-Mosfet V3 SMY51. Nachfolgend kommt der Operationsverstärker A1 MAA 725 J als NF-Verstärker zur Anwendung. Um das Regelglied nicht zu belasten, wird A1 nicht invertierend betrieben.

Die Einstellung der NF-Vorverstärkung erfolgt über eine veränderbare Stromgegenkopplung, wobei V2 als Konstantstromquelle wirkt. Bei Verringerung der Vorverstärkung erhöht sich gleichzeitig die Übersteuerungsfestigkeit des Vorverstärkers. Der Betriebsstromverbrauch des Vorverstärkers liegt mit $I_B = 0,25$ mA extrem niedrig.

An den Vorverstärker schließt sich der Reglerbaustein mit V3 an, der zur zusätzlichen Symmetrierung R10, R12, C6 enthält; wodurch eine Verringerung des Klirrfaktors erreicht wird.

Der Gegenkopplungszweig von A1 mit R19, R22, C13 ist frequenzabhängig und besitzt Preemphasis-Charakter. C14, R21 legen die obere Grenzfrequenz der Regelstrecke fest. Die Regelgleichspannung für V3 wird über die Kombination V7, V4, V5 bereitgestellt, wobei V7 als Phasenumkehrstufe wirkt und das Transistorpaar V4, V5 die notwendige Zweiweggleichrichtung realisiert und gleichzeitig als Regelspannungsverstärker wirksam wird. Überschreitet die Signalspannung den Regeleinsatzpunkt, so wird der Emitterstrom von V4, V5 über V6 verstärkt, V8 wird geöffnet und die Lumineszenzdiode VD5 beginnt zu leuchten. Kurzzeitige Übersteuerungen werden mit geringer Ein- und Ausregelzeit kompensiert. Hierbei werden die R/C-Kombinationen R13/C7 bzw. R14/C7 wirksam. Zur Vermeidung akustischer Rückkopplungen bei gleichzeitiger Beschallung wird eine weitere, wesentlich längere Ausregelzeit über die Kombination R24/C8 erreicht, die insbesondere dann benötigt wird, wenn eine lang anhaltende Übersteuerung bzw. mehrere aufeinanderfolgende Übersteuerungen auftreten. In diesem Fall bestimmen R14/C8 die Einregelzeit von etwa 0,3 s.

Der gesamte NF-Verstärker wird mit einer stabilisierten Spannung von 8 V versorgt, die der Schaltkreis A2 MAA 723 liefert. Änderungen der Betriebsspannung von 11 V bis 20 V haben auf die Funktionsweise des NF-Teils keinen Einfluß.

3.4. HF-Teil

Das HF-Teil mit den fest abgestimmten, freischwingenden Transistoroszillator V9, der Kapazitätsdiode VD1 und der Treiber- bzw. Endstufe mit V10 und V11 zeichnet sich durch Einfachheit aus. Der Oszillator ist als modifizierter Clapp-Oszillator (Seiler-Oszillator) aufgebaut, wodurch eine Beeinflussung des Oszillatorkreises durch V9 weitgehend herabgesetzt wird.

Das Bandfilter LB2 koppelt die 1. Oberwelle des Oszillators aus. Dadurch kann die Rückwirkung von LB2 und den nachfolgenden Verstärkerstufen auf den Oszillatorkreis LB1 wirksam vermindert werden. Die Modulation mit der HF-Spannung erfolgt an der Kapazitätsdiode VD1, wobei die Abhängigkeit der Sperrschichtkapazität von der Sperrspannung ausgenutzt wird.

Die interne Betriebsspannung für V9, V10 wird durch den Schaltkreis A2 MAA 723 stabilisiert bereitgestellt, während V9 direkt mit der Batterie-Betriebsspannung versorgt wird. Zur Stabilisierung des Arbeitspunktes der Transistoren V10, V11 gegen Temperatureinfluß enthalten die Basisspannungsteiler zusätzlich die Dioden VD2 und VD3.

Durch die zwei Collins-Filter LB4 und LB5 und die bereits auf die Sendefrequenz abgestimmten Bandfilter LB2 und LB3 wird eine hohe Nebenwellenunterdrückung erreicht. Die Dimensionierung von C42 und C43 im Zusammenhang mit LB5 ergibt für die Antenne mit der Länge $l_A = 0,8$ m bei einer Sendefrequenz $f_g = 75$ MHz einen Antennenersatzwiderstand $R_A = 100$ Ohm. Die elektrische Länge der Antenne ergibt sich aus der mechanischen Antennenlänge bezogen auf eine Sendefrequenz innerhalb des Übertragungsbereiches, zu etwa $\lambda/4$.

3.5. Transverter

Der Transverter hat die Aufgabe, die für die Mikrofonkapsel des Anteckmikrofons (AM 740 modifiziert) benötigte Polarisationsspannung von 20 V bereitzustellen (unter Berücksichtigung des Spannungsabfalls am Arbeitswiderstand auf der NF-HF-Leiterplatte). Hierzu wird eine Kaskadenschaltung von 2 Dioden (Verdoppler) verwendet, die die entsprechende Transformation auf die gewünschte Gleichspannung realisiert. Die Diodenkaskade wird von einem Rechteckgenerator V1, V2) angesteuert, dem zur Impedanzwandlung ein komplementärer Emitterfolger (V3, V4) nachgeschaltet ist. Die Schwingfrequenz des Rechteckgenerators ist mit ca. 80 kHz ausreichend hoch, um Störungen des NF-Signals zu vermeiden. Da die Kaskadenschaltung den komplementären Rechteckgenerator durch den vor-

geschalteten komplementären Emitterfolger kaum belastet, konnte bei ausreichender Anschlagzeit und Rechteckform ein sehr niedriger Betriebsstrom ($I_B = 0,4 \text{ mA}$) erreicht werden. Die der Kaskade nachgeschaltete Siebschaltung ist dem resultierenden Belastungsstrom der Kaskade angepaßt.

4. Meß- und Abgleichanweisung

4.1. Benötigte Meß- und Hilfsgeräte

Klirrarmer NF-Generator	z. B. GF 71, Clamann und Grahner, Dresden
Klirrfaktormeßgerät	z. B. 3013, VEB Funkwerk Erfurt
HF-Röhrenvoltmeter	z. B. URV 3-2, VEB Meßelektronik Berlin
Frequenzhubmesser mit Norm- deemphasis	z. B. FM-Demodulator TR 5402, VR Ungarn
Frequenzzähler	z. B. Tscha 3-34, UdSSR
Geräuschspannungsmesser mit OIRT-Filter E 71	z. B. GSM 2, VEB Funkwerk Dresden
Oszillograf in Verbindung mit X-Y-Schreiber bzw. Speicher- oszillograf	z. B. OG 3-30, VEB Meßelektronik Berlin bzw. BLS 218, Wandel u. Goltermann, BRD
Vielfachmesser mit hohem Innen- widerstand	z. B. Vielfachmesser IV, VEB Meß- technik Mellenbach
Meßadapter (Eigenbau)	

4.1.1. Meßadapter

Der Meßadapter hat zwei Funktionen:

- Realisierung der Stromversorgung des HH 721 bei Verwendung eines Netzteils
- Realisierung des Antennenersatzwiderstandes zur Messung der HF-Parameter, Herabsetzen der HF-Leitung sowie Transformation auf einen 50 Ohm-Anschlußwert für Meßzwecke.

Bei Anschluß des Meßadapters ist der NF-BNC-Stecker an der Vorderfront fest in die NF-Eingangsbuchse des Senders einzuschieben. Die Befestigung des Adapters am Sender erfolgt mit der Überwurfmutter am Gewindebolzen für den Antennenanschluß. Über diese Schraubverbindung wird die HF-Auskopplung realisiert. Bei der Befestigung des Adapters ist gleichzeitig auf gute Kontaktgabe zwischen den Kontaktfedern und Kontaktstiften für die Gleichspannungszuführung zu achten.

Auf der anderen Seite des Meßadapters befinden sich die beiden Steckbuchsen für die Stromversorgung sowie die NF-BNC-Eingangsbuchse und ganz außen die HF-Ausgangsbuchse, ebenfalls in BNC-Ausführung.

Das Schaltbild des HF-Meßadapters ist im Anhang, Bild 6 enthalten.

4.2. Abgleich des HH 721

4.2.1. Grundsätzliches

4.2.1.1. Vorbereitende Arbeiten

Bis auf die Einstellung der Vorverstärkung ist für die weiteren Abgleicharbeiten ein Freilegen der NF-HF-Leiterplatte notwendig. Auf Grund des einfachen, konstruktiven Aufbaus des HH 721 ist dazu nur die Kappenarretierung durch den Schiebeverschluss an der

Rückfront des Senders zu lösen und die Deckplatte nach hinten aus der Führung herausziehen. Der Anschluß des Meßadapters ist bereits unter Pkt. 4.1.1. beschrieben.

4.2.1.2. Abgleichreihenfolge

Entsprechend der Funktion des HH 721 und dem schaltungsmäßigen Zusammenwirken der einzelnen Baugruppen wird folgende Abgleichreihenfolge empfohlen:

- Arbeitspunktkontrolle
- Oszillatorvorabgleich
- Abgleich auf maximale HF-Ausgangsleistung
- Oszillatorfeinabgleich
- Einstellung des Regeleinsatzpunktes
- Einstellung des Systemfrequenzhubes

4.2.2. Abgleichvorschriften

4.2.2.1. Arbeitspunktkontrolle

Zur Funktionsüberprüfung des Senders sollten vor Beginn der eigentlichen Abgleicharbeiten die Arbeitspunkte der Transistoren überprüft werden. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Zusammenstellung der wichtigsten Gleichspannungskontrollwerte, die auch bei der Fehler-suche als Anhaltspunkt dienen können. Alle Werte beziehen sich auf die Betriebsspannung $U_B = 18 \text{ V}$; der Sender ist unmoduliert. Die Arbeitspunktkontrolle sollte mit einem hoch-ohmigen Gleichspannungsmesser, z. B. Vielfachmesser IV, erfolgen.

Tabelle 1: Gleichspannungskontrollwerte

Meßpunkt	Richtwert		
V1/E	2,8 V	$\pm$	0,2 V
V1/C	6 V	$\pm$	0,2 V
V2/E	1,3 V	$\pm$	0,2 V
V3/S	8 V	$\pm$	0,2 V
V4/E, V5/E, V6/E	0 V		
V4/C, V5/C	ca. 4 V (bei Mittelstellung des Schleifers von R25)		
V6/C	ca. 8 V		
V7/E	2 V	$\pm$	0,2 V
V7/C	6,2 V	$\pm$	0,3 V
V8/E	ca. 9 V		
V9/E	1,1 V	$\pm$	0,2 V
V9/C	8 V	$\pm$	0,2 V
V10/E (LB1, LB2 abgeglichen)	0,2 V	$\pm$	0,1 V
V10/C	7,8 V	$\pm$	0,2 V
V11/E (LB1, LB2, LB3 abgeglichen)	0,6 V	$\pm$	0,1 V
V11/C	18 V		

4.2.2.2. Einstellung der Vorverstärkung

Die Vorverstärkung ist ein Einstellwert, der den akustischen Gegebenheiten am Sendeort entsprechend angepaßt wird. Der Vorverstärkungsregler R8 ist deshalb für den Anwender von außen zugänglich (vgl. auch Bild 1). Zur Erleichterung der Regeleinstellung sind kreisförmig um die Stellschraube Markierungspunkte angeordnet. Für sämtliche, nachfolgend beschriebene Abgleicharbeiten ist an R8 maximale Vorverstärkung einzustellen, d. h. der Vorverstärkungsregler ist entgegen den Uhrzeigersinn bis zum Anschlag zu bringen.

4.2.2.3. Einstellung der Gatespannung des Regeltransistors V3 (Regeleinsatzpunkt)

An den Sender ist der Meßadapter anzuschließen. Wie aus der Prinzipdarstellung der Meßanordnung (Anhang, Bild 9) hervorgeht, wird das Signal eines NF-Generators dem Sender über den NF-Eingang des Meßadapters zugeführt. An die BNC-HF-Ausgangsbuchse des Adapters wird ein Frequenzhubmesser angeschlossen, der als Indikator dient.

Die Einstellung der Gatespannung des Regeltransistors V3 erfolgt mit dem Einstellregler R25, der im vorderen Teil an der Außenseite der NF-HF-Leiterplatte angeordnet ist. Zu diesem Zweck wird dem HF-Generator bei einer Modulationsfrequenz $f_m = 1$ kHz ein solcher Ausgangspegel entnommen, bei dem sich der NF-Verstärker des HH 721 außerhalb der Regelung befindet. Es wird empfohlen, am NF-Generator eine Ausgangsspannung von etwa 0,5 mV einzustellen, damit diese Bedingung sicher erfüllt wird. Am Schleifer des Einstellreglers R25 ist ein Gleichspannungswert von 8 V einzustellen. Der am Frequenzhubmesser angezeigte Hub wird während des Einstellvorganges beobachtet. Die Spannung am Schleifer von R25 wird nun langsam soweit verringert, bis der angezeigte Frequenzhub abzusinken beginnt. Der eingestellte NF-Pegel ist dabei nicht zu verändern. Die Schleiferspannung von R25 wird nun wiederum langsam erhöht, bis der Schwellwert von V3 erreicht ist, d. h. der Punkt, bei dem der Hubmesser den zuerst eingestellten Wert anzeigt bzw. bei Verringern der Schleiferspannung von R25 gerade noch hält. Wird dieser Punkt überschritten, so muß die Einstellung wiederholt werden.

Bei dem gesamten Einstellvorgang ist zu beachten, daß der NF-Verstärker infolge der hohen Ausregelzeit stark verzögert reagiert. Nach Abschluß des Abgleichs wird der NF-Pegel so weit erhöht, bis der Regeleinsatzpunkt erreicht ist und der Frequenzhub nicht mehr linear mit dem Pegel ansteigt bzw. die Lumineszenzdiode zu leuchten beginnt. Wurde der Abgleichvorgang exakt durchgeführt, muß die NF-Eingangsspannung am Regeleinsatzpunkt des NF-Verstärkers bei maximaler Vorverstärkung im Bereich von 1 mV bis 2 mV liegen. Eine Korrektur des Regeleinsatzpunktes mit R25 ist nicht möglich.

4.2.2.4. Einstellung des Systemfrequenzhubes

Die Einstellung des Frequenzhubes erfolgt bei Regeleinsatz auf einen Wert von 22 kHz. Dies setzt voraus, daß der Regeleinsatzpunkt im geforderten Bereich von 1 mV bis 2 mV liegt. Als Meßschaltung wird die gleiche Anordnung benutzt wie beim Abgleich des Regeleinsatzpunktes (vgl. Bild 9). Der Einstellregler R23 zum Abgleich des Frequenzhubes befindet sich gut zugänglich und etwas zurückgesetzt auf der gleichen Seite wie R25 im mittleren Teil der NF-HF-Leiterplatte.

4.2.2.5. Abgleich auf maximale HF-Sendeleistung

Die prinzipielle Meßschaltung ist in Bild 10 dargestellt. Die Messung der HF-Leistung bzw. der HF-Ausgangsspannung, bezogen auf den Antennenersatzwiderstand, erfolgt über den Meßadapter. Der Sender ist dabei unmoduliert. Um Rückwirkungen auf die Oszillatorfrequenz zu vermeiden, muß der Abgleich auf maximale Ausgangsleistung vor dem Oszillatorfeinabgleich erfolgen. Der HF-Leistungsabgleich ist ein einfacher Maximum-Abgleich der beiden Collins-Filter LB5 und LB4 sowie der Bandfilter LB3 und LB2. Die Abgleichreihenfolge beginnt mit LB5 und endet mit LB2. Um Fehler auszuschließen, ist der gesamte Abgleichvorgang einmal zu wiederholen. Die Anordnung der Filter auf der NF-HF-Leiterplatte ist aus dem Belegungsplan, Bild 8 ersichtlich.

Da der Meßadapter Transformationswirkung besitzt, muß der mit einem HF-Leistungsmesser oder HF-Röhrenvoltmeter gemessene Wert mit einem konstanten Faktor multipliziert werden, um die Ausgangsleistung am Antennenersatzwiderstand zu ermitteln. Für ein Röhrenvoltmeter URV 3-2 in Verbindung mit einem Durchgangsmesskopf DKR 1 errechnet sich die Ausgangsleistung wie folgt

$$P_{\text{out}} = 4,14 \cdot U_M^2 \quad (1) \quad P_{\text{out}} \text{ [W]} - \text{HF-Ausgangsleistung am Antennenersatzwiderstand}$$

$$U_M \text{ [V]} - \text{Meßspannung}$$

Für exakte Messungen mit der URV 3-2 und dem Durchgangsmesskopf DKR 1 (Wellenwiderstand $Z_L = 60 \text{ Ohm}$) wird empfohlen, zwischen Meßkopf und Meßadapter einen handelsüblichen 50 Ohm/60 Ohm-Übergang zu schalten, um eine definierte Koaxialsteckverbindung zu gewährleisten und Meßfehler infolge des Wellenwiderstandssprungs zu vermeiden.

4.2.2.6. Oszillatorabgleich

Für den Oszillatorabgleich wird der Meßadapter und ein Frequenzzähler benötigt. Die prinzipielle Meßschaltung zeigt Bild 10. Der Abgleich des Oszillators sollte bei CW-Betrieb des Senders durchgeführt werden. Er erfolgt durch Hinein- bzw. Herausdrehen des Messingkerns der Oszillatorschleife LB1. Ein Hineindreihen des Kerns erhöht die Frequenz, ein Herausdrehen verringert sie. Die Abmessungen des Abgleichkerns hängen von der Frequenzlage des gewählten Übertragungskanaals ab (Unterteilung des Übertragungsbandes in 3 Kanalgruppen). Es wird empfohlen, zuerst einen Oszillatorgrobabgleich durchzuführen und den Feinabgleich auf $\pm 2 \text{ kHz}$ erst nach Filterabgleich auf maximale HF-Sendeleistung (vgl. Pkt. 4.2.2.5.) vorzunehmen, wobei der Einfluß der Deckplatte zu berücksichtigen ist.

Die Lage der Oszillatorkammer kann aus dem Belegungsplan, Bild 4 ersehen werden.

4.3. Messung der elektrischen Kennwerte des HH 721

Die in diesem Abschnitt aufgeführten Meßvorschriften dienen der Überprüfung der Einhaltung der garantierten technischen Parameter des kompletten Gerätes.

4.3.1. Stromaufnahme

Die Stromaufnahme des HH 721 kann mit einem Vielfachmesser ermittelt werden. Im Bereich von $-10^\circ\text{C} \dots +45^\circ\text{C}$ darf der Betriebsstrom bei einem NF-Pegel unterhalb des Regелеinsatzpunktes den Wert von $I_B = 15 \text{ mA}$ bei anliegender Betriebsspannung $U_B = 18 \text{ V}$ nicht überschreiten. Bei Werten von $I_B > 15 \text{ mA}$ kann mit Sicherheit davon ausgegangen werden, daß das Gerät Fehler aufweist und weitere technische Parameter nicht erfüllt werden.

4.3.2. Klirrfaktor

Die Messung des Klirrfaktors erfordert im Prinzip den gleichen Meßaufbau wie die unter Pkt. 4.2.2.3. und Pkt. 4.2.2.4. beschriebenen NF-Abgleicharbeiten. Zusätzlich wird an den NF-Ausgang des klirrfarmen Meßempfängers mit Normdeemphasis ($\tau = 50 \mu s$) ein Klirrfaktormeßgerät angeschlossen. Der Vorverstärkungsregler ist auf maximale Vorverstärkung einzustellen. Der gemessene Klirrfaktor bei einer Modulationsfrequenz von $f_m = 1 \text{ kHz}$ und einem Eingangspegel von + 20 dB über dem Regeleinsatzpunkt muß Werte $K \leq 1 \%$ annehmen.

4.3.3. Regelabweichung

Die Messung der Regelabweichung bei maximaler Vorverstärkung erfolgt zweckmäßig mit dem Frequenzhubmesser. Ausgehend von dem geforderten Abgleichwert für den Systemfrequenzhub bei Regeleinsatz von $\Delta f_g = 22 \text{ kHz}$ wird die Regelabweichung bei einer Übersteuerung von 30 dB ermittelt. Als Modulationsfrequenz wird $f_m = 1 \text{ kHz}$ verwendet. Der obere Grenzwert für die zulässige Regelabweichung bei maximaler Vorverstärkung beträgt 5 dB. Der Meßaufbau ist der gleiche wie für den NF-Abgleich (Anhang, Bild 9).

4.3.4. Amplitudenfrequenzgang

Der Frequenzgang des HH 721 wird im Bereich von 100 Hz bis 15 kHz bestimmt. Die Messung ist mit einem NF-Pegel von 15 dB unterhalb des Regeleinsatzpunktes durchzuführen. Eine Abweichung des Amplitudenfrequenzganges von $\pm 2 \text{ dB}$ ist zulässig. Die Meßanordnung entspricht dem Aufbau für den NF-Abgleich (Anhang, Bild 9). d. h. es ist ebenfalls ein Meßempfänger mit Normdeemphasis erforderlich.

4.3.5. Ein- und Ausregelzeit

Prinzipiell entspricht der Meßaufbau dem Aufbau für den NF-Abgleich (Anhang, Bild 9). An den NF-Ausgang des Meßempfängers wird zusätzlich ein Speicheroszillograf oder ein Oszillograf mit angeschlossenem X-Y-Schreiber geschaltet. Die dem NF-Generator entnommene Modulationsfrequenz beträgt $f_m = 2 \text{ kHz}$. Wird die Einregelzeit gemessen, muß in den Sender ein NF-Pegelsprung von + 10 dB eingespeist werden; zur Messung der Ausregelzeit ist der NF-Pegel sprunghaft um 10 dB zu verringern. Die entsprechenden Regelzeiten können jeweils aus der geschriebenen Regelkurve des Speicheroszillografen bzw. des X-Y-Schreibers abgelesen werden. Bezugswert für den NF-Pegelsprung ist der Regeleinsatz des Senders. Als maximal zulässige Regelzeit für den Einregelvorgang wurde $\tau_E = 0,5 \text{ ms}$ festgelegt. Der zulässige Bereich für die Ausregelzeit τ_A kann mit $1 \text{ s} \leq \tau_A \leq 3 \text{ s}$ angegeben werden. Werden die geforderten Regelzeiten nicht eingehalten, so sollte zuerst der Doppel-Mosfet V3 auf seine Funktion überprüft werden, da dieses Bauelement als häufige Fehlerquelle ermittelt wurde. Treten zu kurze Ausregelzeiten ($\tau_A < 1 \text{ s}$) auf, so sind C6, C8, V4, V5 als mögliche Störungsursachen in Betracht zu ziehen.

4.3.6. Geräuschspannungsabstand

Für die Messung des Geräuschspannungsabstandes wird zusätzlich zu dem bisher verwendeten Meßaufbau für NF-Messungen (Anhang, Bild 9) ein Geräuschspannungsmesser mit dem Filter OIRT E 71 benötigt. Der Geräuschspannungsmesser wird an den NF-Ausgang des Meßempfängers, der mit dem HF-Ausgang des Meßadapters verbunden ist, angeschlossen. Die Messung erfolgt in der Betriebsart u_{eff} jeweils bei maximaler und minimaler Vorverstärkung des HH 721. In beiden Fällen ist dem Sender über den NF-Eingang des Meßadapters bei der Modulationsfrequenz $f_m = 1 \text{ kHz}$ der NF-Pegel zuzuführen, der den Regeleinsatz hervorruft und damit den Norm-Systemfrequenzhub ergibt. Im zweiten Teil der Messung wird der NF-Eingang des Meßadapters vom Generator getrennt und nur mit einem Widerstand von $R_{Ab} = 200 \text{ Ohm}$ belastet. Das Verhältnis der zugeordneten Geräuschspannungswerte ergibt den entsprechenden Geräuschspannungsabstand. Der geforderte Störabstand bei maximaler Vorverstärkung beträgt mindestens 50 dB, bei minimaler Vorverstärkung 58 dB. Die angegebenen Werte beziehen sich auf eine Umgebungstemperatur von $t = 20^\circ \text{C}$.

4.3.7. HF-Leistung am Antennenersatzwiderstand

Die Messung ist im Prinzip bereits unter Pkt. 4.2.2.5. beschrieben. Die HF-Leistung am Antennenersatzwiderstand muß bei der Betriebsspannung $U_B = 18 \text{ V}$ mindestens einen Sollwert von $P_{\text{out}} = 30 \text{ mW}$ annehmen. Sollte diese Mindestleistung nicht erreicht werden, ist der Widerstandswert von $R 45$ herabzusetzen.

4.3.8. Frequenzkonstanz

Ausgehend von der Sendefrequenz des HH 721 bei Norm-Betriebsbedingungen ($U_B = 18 \text{ V}$, $t = 20^\circ \text{C}$) wird die Frequenzdrift infolge Temperaturveränderungen und Betriebsspannungsabweichungen ermittelt. Für die Betriebsspannungswerte $U_B = 11 \text{ V}$; 18 V ; 20 V ist die Konstanz der Sendefrequenz im Temperaturbereich von -10°C bis $+45^\circ \text{C}$ zu untersuchen. Als maximale Frequenzabweichung ist ein Wert von $\Delta f = \pm 30 \text{ kHz}$ zulässig. Die Meßanordnung ist die gleiche wie für den unter Pkt. 4.2.2.6. beschriebenen Oszillatorabgleich (Anhang, Bild 10). Bei Nichteinhaltung der zulässigen Frequenzabweichung sind die Temperaturbeiwerte eines oder mehrerer Kondensatoren des Oszillatorkreises zu verändern. Ist die Frequenzabweichung Δf bei einer definierten Temperaturänderung Δt bekannt, so ergibt sich der resultierende TK-Wert für einen der Parallelkondensatoren C_{24} , C_{25} , C_{26} zu

$$\alpha_{C_N} = - \frac{2}{f_0} \frac{\Delta f}{\Delta t} \cdot \frac{(C_{24} + C_{25} + C_{26} + C_0) C_9}{C_0 C_n} ; n = 24, 25, 26 \quad (2)$$

f_0 - Oszillatorfrequenz bei
 $U_B = 18 \text{ V}$ und
 $t = 20^\circ \text{C}$

$$\text{mit } C_0 = \frac{(C_{27} + C_{BE9}) C_{28}}{C_{27} + C_{BE9} + C_{28}} \quad (3)$$

$$\text{und } C_9 = \frac{C_{23} \cdot C_{D1}}{C_{23} + C_{D1}} + \frac{(C_{24} + C_{25} + C_{26}) C_0}{C_{24} + C_{25} + C_{26} + C_0} \quad (4)$$

wobei C_{BE9} die Emitter-Basis-Kapazität von V9 ($C_{BE9} \approx 20 \text{ pF}$) und C_{D1} die Gesamtkapazität von VD1 ($C_{D1} \approx 18 \text{ pF}$) ist. Die Indizes in Gl (2) bis (4) sind mit dem Bauelementezeichnungen in Schaltplan und Schalteilliste identisch.

Eine Kompensation der nach Gl (2) ermittelten Temperaturkonstante durch Veränderung des ursprünglichen TK-Beiwertes des entsprechenden Keramik-Kondensators wird zum gewünschten Erfolg führen.

5. Schaltteilliste

Kurz- bez.	Benennung	Elektrische Werte	Sach-Nr. und Bemerkungen
-	Bühnentaschensender (NF + HF Teil)-----	Zeichnungsatz 156.17-10	
A 1	Integr. Schaltkreis	MAA 725 J	Herst.: CSSR
A 2	Integr. Schaltkreis	MAA 723	Herst.: CSSR
C 1	T-Kondensator	4,7/35 TGL 200-8519	
C 2	T-Kondensator	1/35 TGL 200-8519	
C 3	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,47 μ Bauform 20	Herst.: SU
C 4	T-Kondensator	4,7/6 TGL 200-8519	
C 5	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,47 μ Bauform 20	Herst.: SU
C 6	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,1 μ Bauform 17	Herst.: SU
C 7	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,1 μ Bauform 17	Herst.: SU
C 8	T-Kondensator	2,2/15 TGL 200-8519	
C 9	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,47 μ Bauform 20	Herst.: SU
C 10	T-Kondensator	22/15 TGL 200-8519	
C 11	T-Kondensator	2,2/15 TGL 200-8519	
C 12	KT-Kondensator	0,01/10/160 TGL 200-8424	
C 13	KS-Kondensator	1500/2,5/25 TGL 5155	
C 14	Keramik-Kondensator	EDVU-N 150-27/5 TGL 24100	
C 15	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,1 μ Bauform	Herst.: SU
C 16	T-Kondensator	4,7/6 TGL 200-8519	
C 17	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,1 μ Bauform 17	Herst.: SU
C 18	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,1 μ Bauform 17	Herst.: SU
C 19	T-Kondensator	1/15 TGL 200-8519	
C 20	Keramik-Kondensator	EDVU-N 1500-100/5 TGL 24100	
C 21	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,1 μ Bauform 17	Herst.: SU
C 22	Keramik-Kondensator	EDVU-N 1500-330/5 TGL 24100	
C 23	Keramik-Kondensator	EDVU-N 150-18/5 TGL 24100	
C 24	Keramik-Kondensator	EDVU-P 100-8,2/0,5 TGL 24100	
C 25	Keramik-Kondensator	EDVU-NPO-27/5 TGL 24100	
C 26	Keramik-Kondensator	EDVU-N 150-33/5 TGL 24100	
C 27	KS-Kondensator	330/2,5/63 TGL 5155	
C 28	KS-Kondensator	220/2,5/63 TGL 5155	
C 29	Keramik-Kondensator	EDVU-N 150-39/5 TGL 24100	
C 30	Keramik-Kondensator	EDVU-V-2,2/20 TGL 24100	
C 31	Keramik-Kondensator	EDVU-V-2,2/20 TGL 24100	
C 32	Keramik-Kondensator	EDVU-V-2,2/20 TGL 24100	
C 33	Keramik-Kondensator	EDVU-N 150-22/5 TGL 24100	
C 34	Keramik-Kondensator	EDVU-V-2,2/20 TGL 24100	
C 35	Keramik-Kondensator	EDVU-V-2,2/20 TGL 24100	
C 36	Keramik-Kondensator	EDVU-V-2,2/20 TGL 24100	
C 37	Keramik-Kondensator	EDVU-P-100-8,2/5 TGL 24100	
C 38	Keramik-Kondensator	EDVU-V-2,2/20 TGL 24100	
C 39	Keramik-Kondensator	EDVU-V-2,2/20 TGL 24100	
C 40	Keramik-Kondensator	EDVU-N 150-39/5 TGL 24100	
C 41	Keramik-Kondensator	EDVU-N 150-18/5 TGL 24100	
C 42	Keramik-Kondensator	EDVU-N 470-100/5 TGL 24100	
C 43	Keramik-Kondensator	EDVU-N 150-180/5 TGL 24100	
C 44	Keramik-Kondensator	EDVU-P 100-3,9/10 TGL 24100	
C 45	Keramik-Kondensator	EDVU-V-2,2/20 TGL 24100	

Kurz- bez.	Benennung	Elektrische Werte	Sach-Nr. und Bemerkungen
LB 1	Bandfilter	1 Bd 116	
LB 2	Bandfilter	1 Bd 117	
LB 3	Bandfilter	1 Bd 118	
LB 4	Bandfilter	1 Bd 119	
LB 5	Bandfilter	1 Bd 121	
LD 1	Drosselperle	2 x 0,8 x 3	Manifer 360
LD 2	Drosselperle	2 x 0,8 x 3	Manifer 360
LD 3	Drossel	1 Hd 118 5 x 2,5 x 5	Manifer 150
LD 4	Drossel	1 Hd 120 5 x 2,5 x 5	Manifer 150
LD 5	Drossel	1 Hd 119 5 x 2,5 x 5	Manifer 150
LD 6	Drosselperle	4 x 1 x 3	Manifer 360
LD 7	Drosselperle	2 x 0,8 x 3	Manifer 360
R 1	Schichtwiderstand	10 k 10 % 23.207	TGL 36521
R 2	Schichtwiderstand	15 k 10 % 23.207	TGL 36521
R 3	Schichtwiderstand	220 k 10 % 23.207	TGL 36521
R 4	Schichtwiderstand	100k 10 % 23.207	TGL 36521
R 5	Schichtwiderstand	82k 10 % 23.207	TGL 36521
R 6	Schichtwiderstand	10 k 10 % 23.207	TGL 36521
R 7	Schichtwiderstand	5,6k 10 % 23.207	TGL 36521
R 8	Dickschicht-Ein- stellregler	SWV 22k 10% 523.813	TGL 27423
R 9	Schichtwiderstand	1 k 10 % 23.207	TGL 36521
R 10	Schichtwiderstand	1,8 M 10% 25.311	TGL 8728/01
R 11	Schichtwiderstand	100k 10 % 23.207	TGL 36521
R 12	Schichtwiderstand	330k 10 % 23.207	TGL 36521
R 13	Schichtwiderstand	15 k 10 % 23.207	TGL 36521
R 14	Schichtwiderstand	180k 10 % 23.207	TGL 36521
R 15	Schichtwiderstand	1,2k 10 % 23.207	TGL 36521
R 16	Schichtwiderstand	680k 10 % 23.207	TGL 36521
R 17	Schichtwiderstand	680k 10 % 23.207	TGL 36521
R 18	Schichtwiderstand	2,2k 5 % 23.207	TGL 36521
R 19	Schichtwiderstand	39 k 5 % 23.207	TGL 36521
R 20	Schichtwiderstand	47 10 % 23.207	TGL 36521
R 21	Schichtwiderstand	5,6 k 5 % 23.207	TGL 36521
R 22	Schichtwiderstand	120k 5 % 23.207	TGL 36521
R 23	Einstellregler	P 100 k-1-05-554	TGL 11886
R 24	Schichtwiderstand	3,3 M 10 % 25.311	TGL 8728/01
R 25	Einstellregler	P 100 K-1-05-554	TGL 11886
R 26	Schichtwiderstand	100k 10 % 23.207	TGL 36521
R 27	Schichtwiderstand	100 10 % 23.207	TGL 36521
R 28	Schichtwiderstand	100k 10 % 23.207	TGL 36521
R 29	Schichtwiderstand	100k 10 % 23.207	TGL 36521
R 30	Schichtwiderstand	22 k 10 % 23.207	TGL 36521
R 31	Schichtwiderstand	22 k 10 % 23.207	TGL 36521
R 32	Schichtwiderstand	150k 10 % 23.207	TGL 36521
R 33	Schichtwiderstand	68 k 10 % 23.207	TGL 36521
R 34	Schichtwiderstand	5,6k 5 % 23.207	TGL 36521
R 35	Schichtwiderstand	5,6k 5 % 23.207	TGL 36521
R 36	Schichtwiderstand	39 k 5 % 23.207	TGL 36521
R 37	Schichtwiderstand	4,7 k 5 % 23.207	TGL 36521
R 38	Schichtwiderstand	22 k 10 % 23.207	TGL 36521

Kurz- bez.	Benennung	Elektrische Werte	Sach-Nr. und Bemerkungen
R 39	Schichtwiderstand	33 k 5 % 23.207	TGL 36521
R 40	Schichtwiderstand	10 k 5 % 23.207	TGL 36521
R 41	Schichtwiderstand	1,5k 5 % 23.207	TGL 36521
R 42	Schichtwiderstand	68 k 10 % 23.207	TGL 36521
R 43	Schichtwiderstand	180 10 % 23.207	TGL 36521
R 44	Schichtwiderstand	33 k 5 % 23.207	TGL 35521
R 45	Schichtwiderstand	120 5 % 23.207	TGL 36521
R 46	Thermistor	TNM 330 4113.4-422600	
R 47	Schichtwiderstand	180 k 10% 23.207	TGL 36521
R 48	Schichtwiderstand	100 10 % 23.207	TGL 36521
R 49	Schichtwiderstand	180 10 % 23.207	TGL 36521
R 50	Schichtwiderstand	56 k 10 % 23.207	TGL 36521
R 51	Schichtwiderstand	1 k 10 % 23.107	TGL 36521
V 1	Transistor	SC 239 E	TGL 27147
V 2	Transistor	SC 239 E	TGL 27147
V 3	Transistor	SMY 51	TGL 26529
V 4	Transistor	SS 218 D	TGL 26818/01
V 5	Transistor	SS 218 D	TGL 26818/01
V 6	Transistor	SC 239 E	TGL 27147
V 7	Transistor	SS 218 D	TGL 26818/01
V 8	Transistor	KT 3107 SH	Herst.: SU
V 9	Transistor	SF 235	TGL 27146
V 10	Transistor	SF 240	TGL 23341
V 11	Transistor	SF 245	TGL 24726
VD 1	Diode	KA 213 B	Herst.: CSSR
VD 2	Diode	SAY 30	TGL 200-8466
VD 3	Diode	SAY 30	TGL 200-8466
VD 4	Diode	SZX 21/10 L 2/4	TGL 27338
VD 5	Diode	VQA 13	
-	<u>Transverter</u>	<u>Zeichnungssatz 156.17-20</u>	
C 1	KS-Kondensator	150/2,5/63	TGL 5155
C 2	Keramik-Kondensator	EDVU-V-1/20	TGL 24100
C 3	Keramik-Kondensator	EDVU-V-1/20	TGL 24100
C 4	Folienkondensator	SDVU 3312.4-7419.83 22 nF/63V	
C 5	T-Kondensator	2,2/20	TGL 200-8519
C 6	T-Kondensator	4,7/35	TGL 200-8519
LD1	Drossel	1 Hd 119	
LD2	Drossel	1 Hd 119	
R 1	Schichtwiderstand	180 k 10 % 23.207	TGL 36521
R 2	Schichtwiderstand	180 k 10 % 23.207	TGL 36521
R 3	Schichtwiderstand	10 k 10 % 23.207	TGL 36521
R 4	Schichtwiderstand	6,8 k 10 % 23.207	TGL 36521
R 5	Schichtwiderstand	27 k 10 % 23.207	TGL 36521
V 1	Transistor	SS 218 D	TGL 26818/01
V 2	Transistor	KT 3107 SH	Herst.: SU
V 3	Transistor	SS 218 D	TGL 26818/01
V 4	Transistor	KT 3107 SH	Herst.: SU
VD 1	Diode	SAY 17 L2/13	TGL 25184
VD 2	Diode	SAY 17 L2/13	TGL 25184

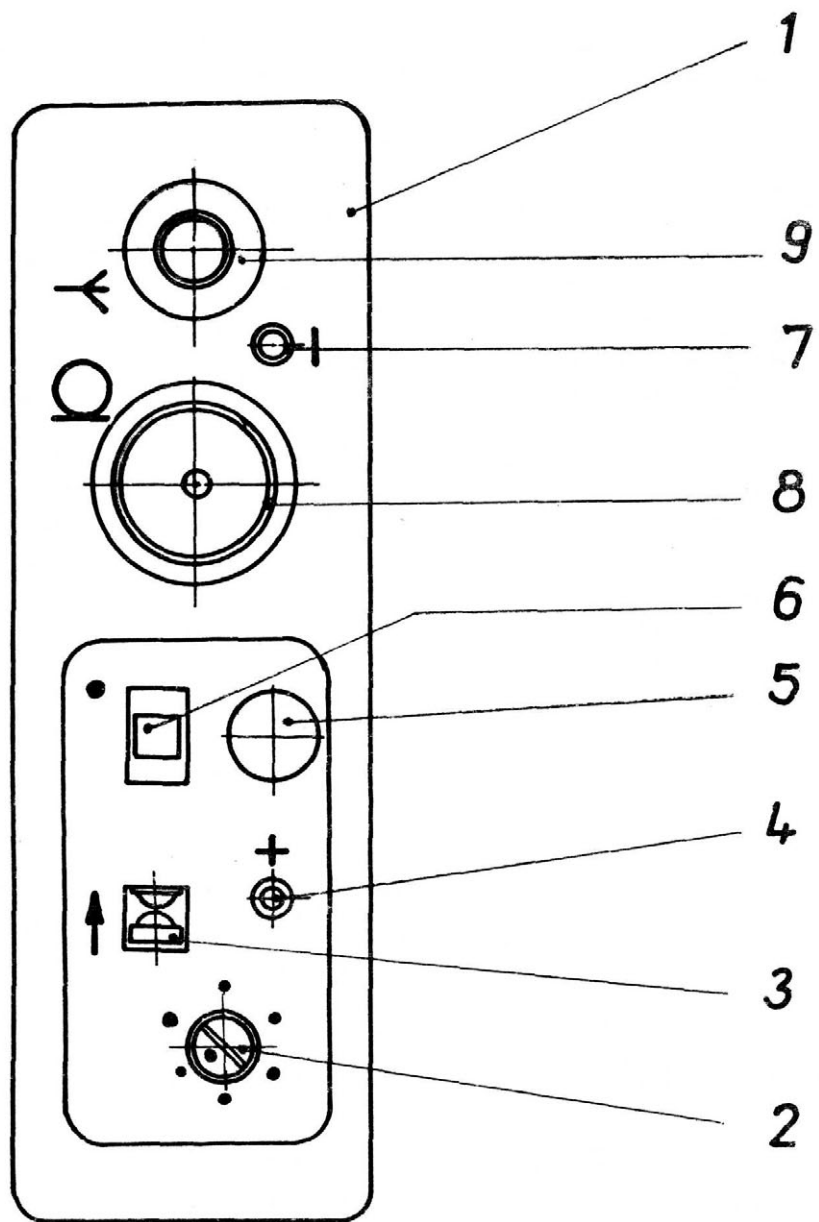


Bild 1

- (1) Frontblende
- (2) Vorverstärkungsregler
- (3) Prüftaster
- (4) +18V - Kontaktstift
- (5) Lumineszenzdiode
- (6) Ein - Aus - Schalter
- (7) Massekontaktstift
- (8) NF - Eingangsbuchse
- (9) Antennenanschluß

HH 721

Gesamtansicht

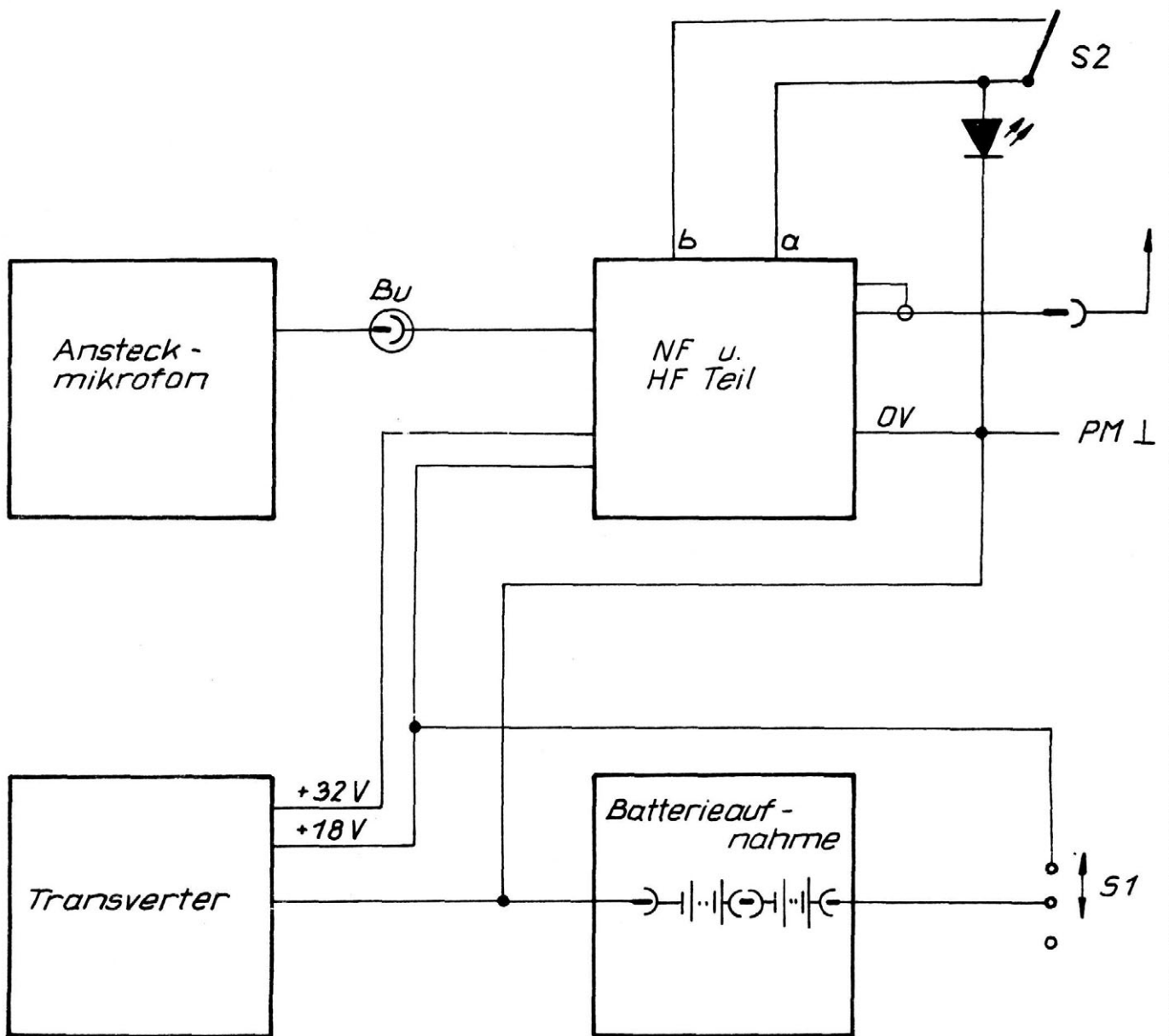
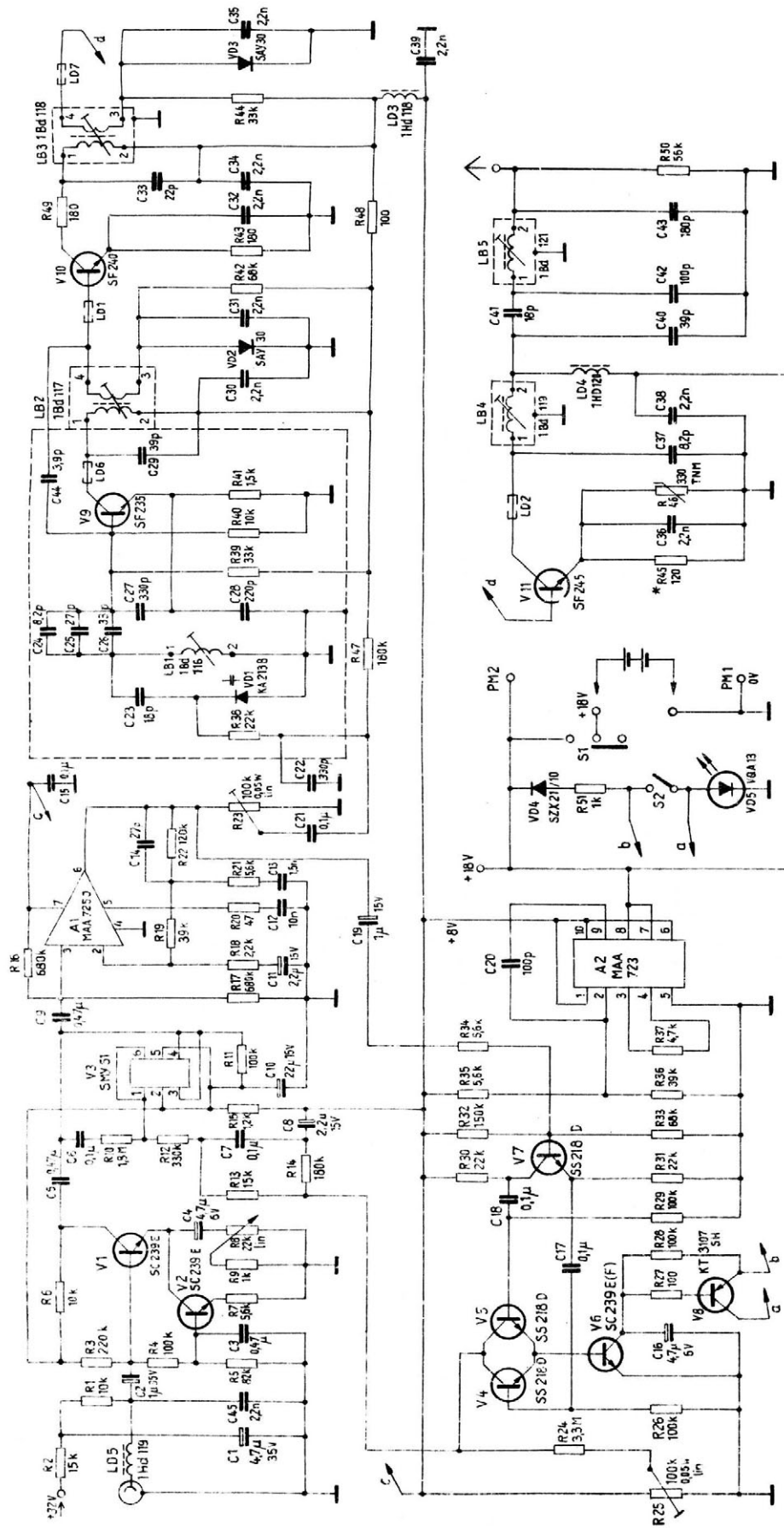


Bild 2

HH 721

Blockschaltbild



- Bild 3**
- * Abgleichwert
Alle Widerstände 0,125W
- V3
1 2 3 4 5 6
SMY 51
- V10,11
B E C
SF 240
SF 245
SF 255
- V8
E B C
KT 3107 SH
- V12,14,16,19
E B C
SS 218 D
SC 239 E(F)
SF 255
- V5
A2
MAA 723
- V20,21
K
SAY 30
SZX 21/10
- V1
A1
MAA 725 J
- V2
A2
MAA 723
- V4
A1
MAA 725 J
- V5
A2
MAA 723
- V6
A1
MAA 725 J
- V7
A2
MAA 723
- V8
A1
MAA 725 J
- V9
A2
MAA 723
- V10
A1
MAA 725 J
- V11
A2
MAA 723
- V12
A1
MAA 725 J
- V13
A2
MAA 723
- V14
A1
MAA 725 J
- V15
A2
MAA 723
- V16
A1
MAA 725 J
- V17
A2
MAA 723
- V18
A1
MAA 725 J
- V19
A2
MAA 723
- V20
A1
MAA 725 J
- V21
A2
MAA 723
- V22
A1
MAA 725 J
- V23
A2
MAA 723
- V24
A1
MAA 725 J
- V25
A2
MAA 723
- V26
A1
MAA 725 J
- V27
A2
MAA 723
- V28
A1
MAA 725 J
- V29
A2
MAA 723
- V30
A1
MAA 725 J
- V31
A2
MAA 723
- V32
A1
MAA 725 J
- V33
A2
MAA 723
- V34
A1
MAA 725 J
- V35
A2
MAA 723
- V36
A1
MAA 725 J
- V37
A2
MAA 723
- V38
A1
MAA 725 J
- V39
A2
MAA 723
- V40
A1
MAA 725 J
- V41
A2
MAA 723
- V42
A1
MAA 725 J
- V43
A2
MAA 723
- V44
A1
MAA 725 J
- V45
A2
MAA 723
- V46
A1
MAA 725 J
- V47
A2
MAA 723
- V48
A1
MAA 725 J
- V49
A2
MAA 723
- V50
A1
MAA 725 J
- V51
A2
MAA 723
- V52
A1
MAA 725 J
- V53
A2
MAA 723
- V54
A1
MAA 725 J
- V55
A2
MAA 723
- V56
A1
MAA 725 J
- V57
A2
MAA 723
- V58
A1
MAA 725 J
- V59
A2
MAA 723
- V60
A1
MAA 725 J
- V61
A2
MAA 723
- V62
A1
MAA 725 J
- V63
A2
MAA 723
- V64
A1
MAA 725 J
- V65
A2
MAA 723
- V66
A1
MAA 725 J
- V67
A2
MAA 723
- V68
A1
MAA 725 J
- V69
A2
MAA 723
- V70
A1
MAA 725 J
- V71
A2
MAA 723
- V72
A1
MAA 725 J
- V73
A2
MAA 723
- V74
A1
MAA 725 J
- V75
A2
MAA 723
- V76
A1
MAA 725 J
- V77
A2
MAA 723
- V78
A1
MAA 725 J
- V79
A2
MAA 723
- V80
A1
MAA 725 J
- V81
A2
MAA 723
- V82
A1
MAA 725 J
- V83
A2
MAA 723
- V84
A1
MAA 725 J
- V85
A2
MAA 723
- V86
A1
MAA 725 J
- V87
A2
MAA 723
- V88
A1
MAA 725 J
- V89
A2
MAA 723
- V90
A1
MAA 725 J
- V91
A2
MAA 723
- V92
A1
MAA 725 J
- V93
A2
MAA 723
- V94
A1
MAA 725 J
- V95
A2
MAA 723
- V96
A1
MAA 725 J
- V97
A2
MAA 723
- V98
A1
MAA 725 J
- V99
A2
MAA 723
- V100
A1
MAA 725 J

HH 721
NF und HF-Teil
Stromlaufplan

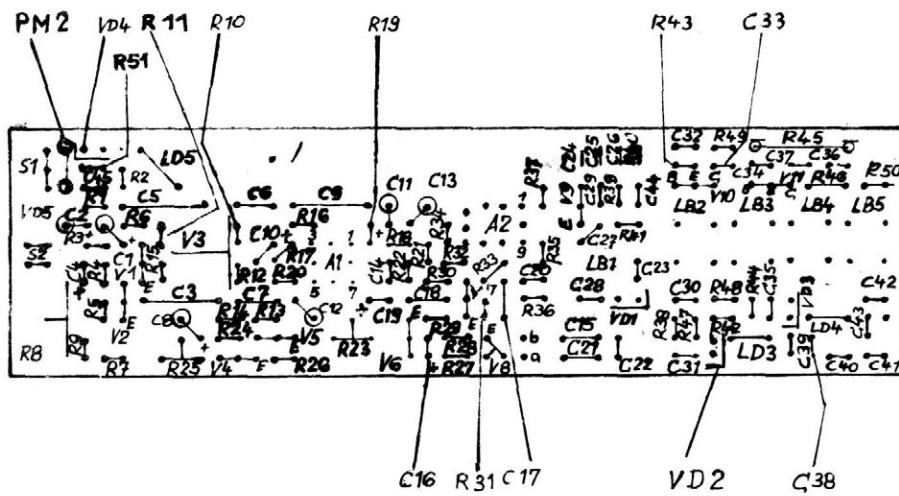
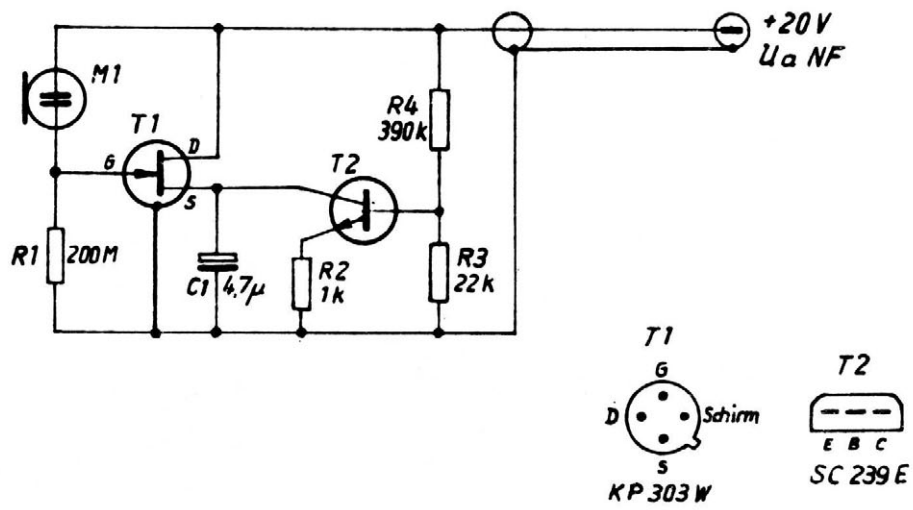


Bild 4

HH 721

NF und HF-Teil

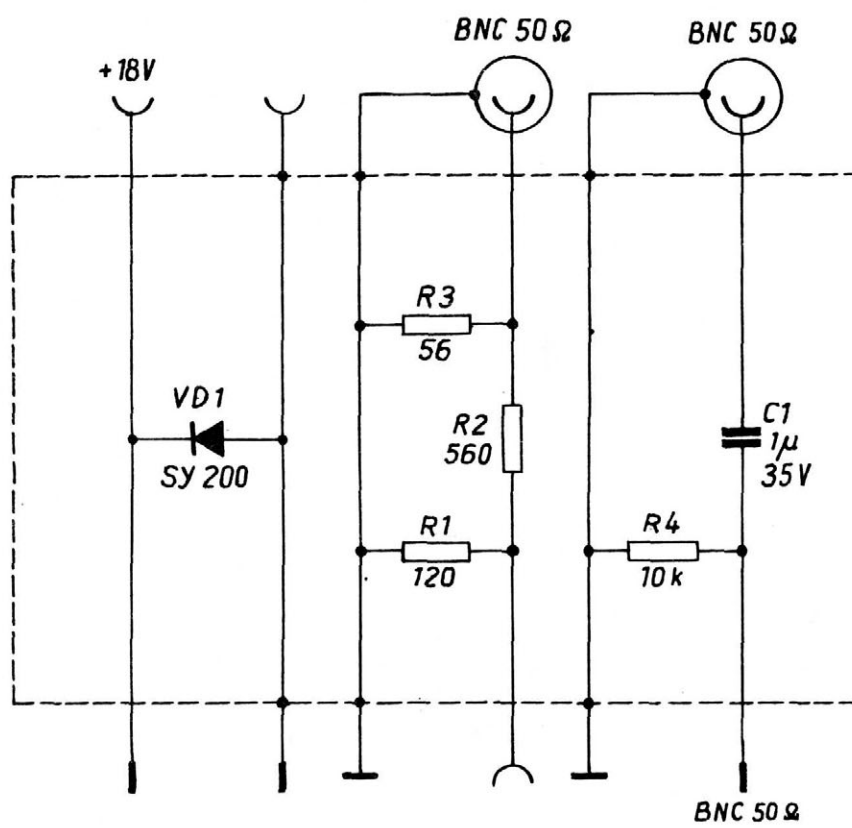
Leiterplatte



AM 740.2
 Stromlaufplan

Bild 5

Bild 6 Meßadapter HH 721



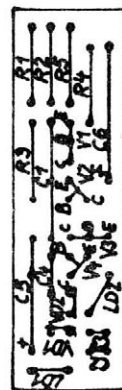
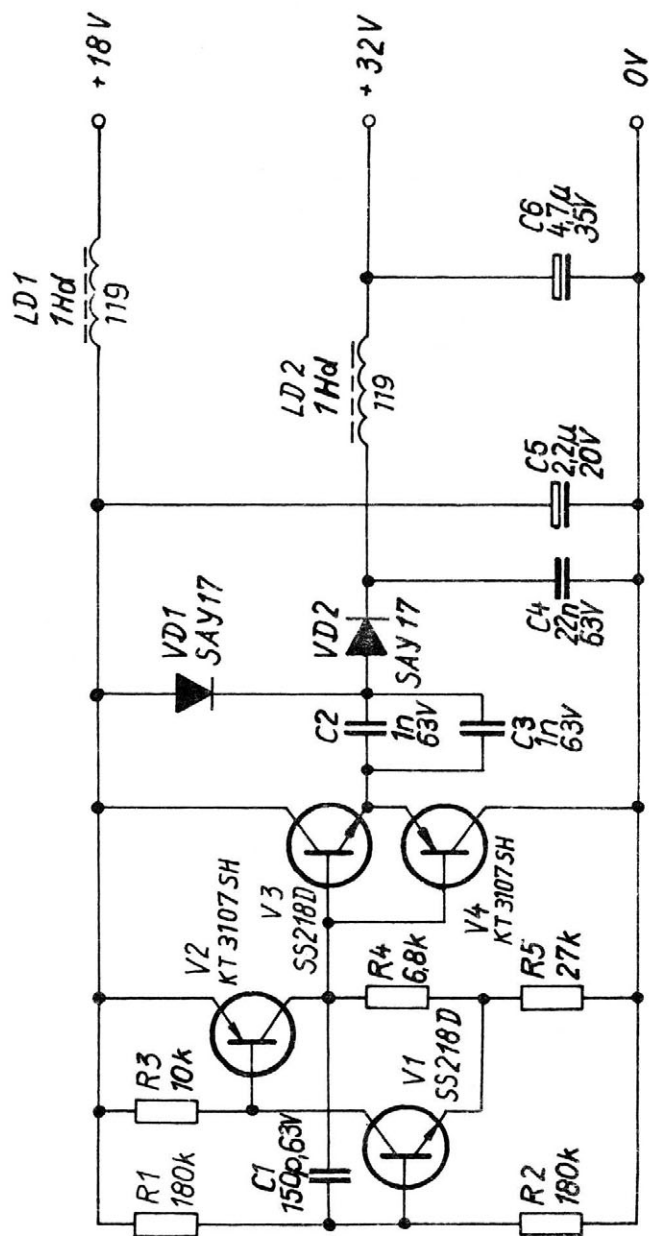


Bild 8

Bild 7

HH 721

Transverter

Stromlaufplan

Bild 9 Prinzipielle Meßanordnung HH 721
NF-Messungen

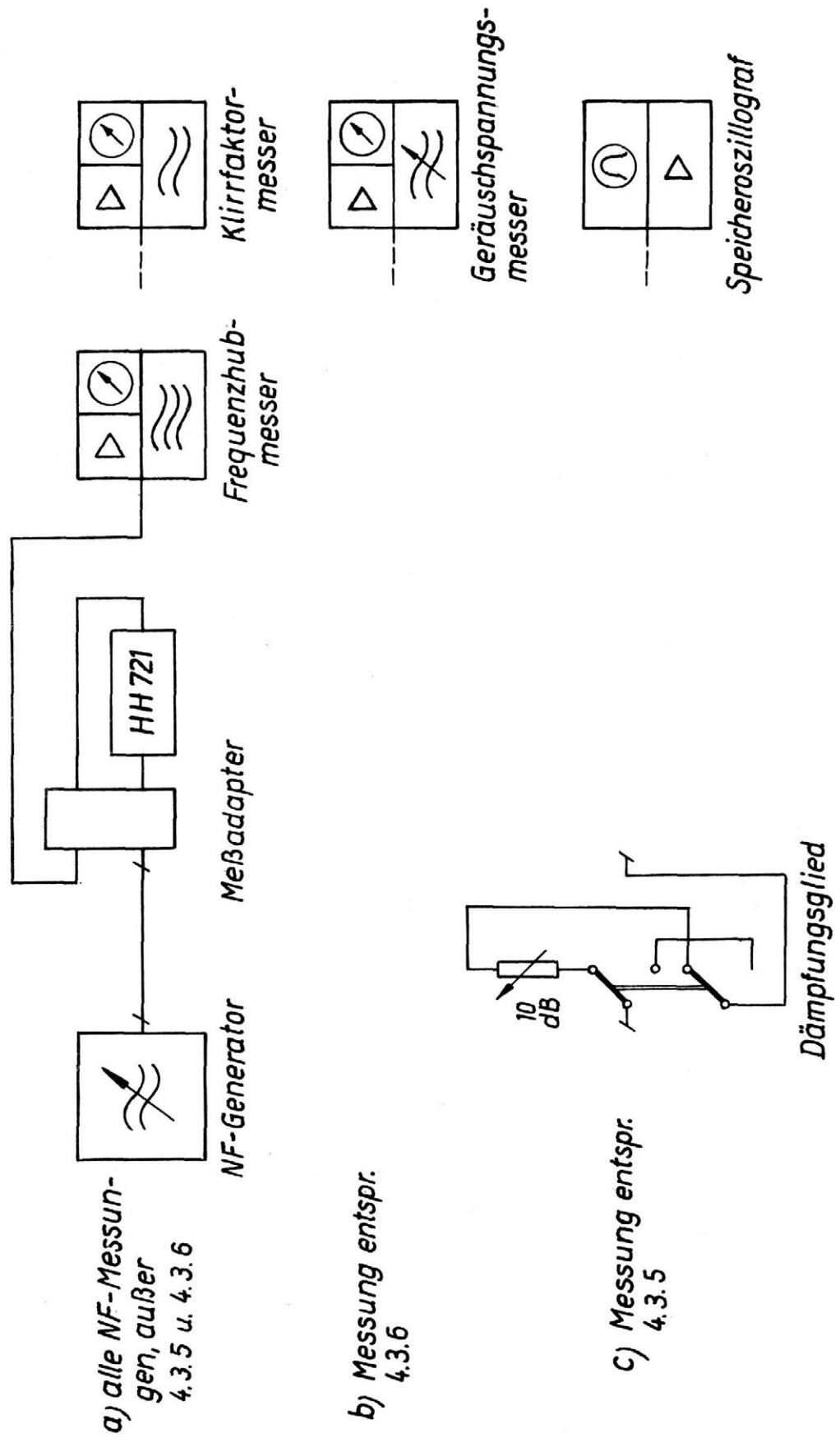


Bild 10. Prinzipielle Meßanordnung HH 721
HF - Messungen

