

HH 720

**Drahtloses
Bühnenmikrofon**

Drahtloses Bühnenmikrofon HH 720

0. Inhaltsverzeichnis
1. Beschreibung
 - 1.1. Verwendungszweck
 - 1.2. Aufbau
 - 1.3. Arbeits- und Wirkungsweise
 - 1.4. Technische Daten
 - 1.4.1. Betriebsbedingte Parameter
 - 1.4.2. Funktionsbedingte Parameter
 - 1.4.3. Funktionsbedingte Ausgangsparameter
 - 1.4.4. Übertragungsparameter
 - 1.4.5. Sonstiges
 - 1.5. Lieferumfang
2. Betriebsanweisung
 - 2.1. Vorbereitung für die Inbetriebnahme und Inbetriebsetzung
 - 2.2. Batteriewechsel
 - 2.3. Garantiebestimmungen
3. Funktionsbeschreibung u. Schaltungserläuterung
 - 3.1. Allgemeines
 - 3.2. Mikrofonteil
 - 3.3. NF-Teil
 - 3.4. HF-Teil
 - 3.5. Transverter
4. Meß- und Abgleichanweisung
 - 4.1. Benötigte Meß- und Hilfsgeräte
 - 4.1.1. NF-Meßadapter
 - 4.1.2. HF-Meßadapter
 - 4.2. Abgleich des HH 720
 - 4.2.1. Grundsätzliches
 - 4.2.1.1. Vorbereitende Arbeiten
 - 4.2.1.2. Abgleichreihenfolge
 - 4.2.2. Abgleichvorschriften
 - 4.2.2.1. Arbeitspunktkontrolle
 - 4.2.2.2. Einstellung der Vorverstärkung
 - 4.2.2.3. Einstellung der Gatespannung des Regeltransistors V 1 (Regeleinsatzpunkt)
 - 4.2.2.4. Einstellung des Systemfrequenzhubes
 - 4.2.2.5. Abgleich auf maximale HF-Sendeleistung
 - 4.2.2.6. Oszillatorabgleich
 - 4.3. Messung der elektrischen Kennwerte des HH 720
 - 4.3.1. Stromaufnahme
 - 4.3.2. Klirrfaktor
 - 4.3.3. Regelabweichung
 - 4.3.4. Amplitudenfrequenzgang
 - 4.3.5. Ein- und Ausregelzeit
 - 4.3.6. Geräuschspannungsabstand
 - 4.3.7. HF-Leistung am Antennenersatzwiderstand
 - 4.3.8. Frequenzkonstanz

Anhang

Bild 1-13 (Bild 3 \cong Anlage 3 = Schalteilliste)

1. Beschreibung

1.1. Verwendungszweck

Das drahtlose Bühnenmikrofon HH 720 ist die Kombination eines Kondensatormikrofons mit einem frequenzmodulierten Kleinsender im 4-m-Band. Es dient der drahtlosen Übertragung von Sprache und Musik über geringe Entfernungen zu einer Empfangseinrichtung.

Das HH 720 ist ein Handsender, d. h. es wird während des Vortrages als sichtbares technisches Hilfsmittel eingesetzt.

1.2. Aufbau

Der mechanische Aufbau des drahtlosen Bühnenmikrofons HH 720 ist einfach und übersichtlich. Es besteht aus dem aufsteckbaren Mikrofonteil, dem Sendergrundkörper, der die Batteriekassette aufnimmt, und der am Grundkörper befestigten, herabhängenden Drahtantenne.

Abmessungen	192 mm x 42 mm x 42 mm
Antennenlänge	800 mm
Masse	300 g, einschl. Batterien

Am Sendergrundkörper als Hauptelement des HH 720 befinden sich die Anzeige- und Bedienelemente (Anhang, Bild 1). Bis auf den Einstellregler für die Vorverstärkung (1) an der Seite des Grundkörpers sind sie vollständig in der Bodenplatte des Senders untergebracht. Unterhalb der Verriegelung der Batteriekassette sind nebeneinander angeordnet:

- Lumineszenzdiode (2)
- Prüftaster (3)
- Antennenschraubbolzen (4)
- Ein- und Ausschalter (5).

Darüber liegen auf beiden Seiten die Kontaktstifte (6) für die Stromversorgung über Meßadapter und Netzteil.

Die elektrischen Funktionsgruppen sind auf drei Leiterplatten untergebracht:

- der NF-HF-Leiterplatte,
- der Transverter-Leiterplatte,
- der Leiterplatte für die Wandlerschaltung des Mikrofonteils.

Auf der NF-HF-Leiterplatte befinden sich sämtliche Abgleichelemente des Senders. Sie ist auf dem Gerätechassis (Winkel) montiert, das aus dem kunststoffbespannten Griffstück (Mantel) nach Lösen der Befestigungsschrauben herausgezogen werden kann (vgl. Pkt. 4.2.1.1.). Die Transverter-Leiterplatte zur Erzeugung der Polarisationsspannung für das Kondensatormikrofon ist an der oberen Deckkappe über die Schraubverbindung mit den Mikrofon-Massekontaktstiften befestigt. Das vom Sendergrundkörper abziehbare Mikrofonteil enthält die Mikrofonkapsel, die mechanisch direkt in die Impedanzwandler-Leiterplatte integriert ist. Der Schutzkorb des Mikrofonteils ist innen mit popdämmendem Material ausgekleidet.

1.3. Arbeits- und Wirkungsweise

Das drahtlose Bühnenmikrofon HH 720 ist auf einen Kanal im Bereich 73 MHz bis 77 MHz fest abgeglichen. Die Stromversorgung erfolgt über zwei in Reihe geschaltete 9 V-Batterien vom Typ 6 F 22, die einen ununterbrochenen Betrieb des Mikrofons über 3 Stunden gewährleisten. Die Batteriespannung kann nach Einschalten des Senders mit dem Prüftaster an der Unterseite des Gerätes kontrolliert werden, wobei das Aufleuchten der Lumineszenzdiode die volle Funktionsfähigkeit signalisiert.

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

Das Mikrofonteil enthält die Impedanzwandlerschaltung mit der Kondensatormikrofonkapsel, die typenabhängig entweder Nieren- oder Kugelcharakteristik besitzt (M 720.1 bzw. M 720.2). Der in den Schutzkorb des Mikrofonkopfes integrierte Windschutz führt zu einer Verringerung der Pop- und Körperschallempfindlichkeit. Die Polarisationsspannung für die Mikrofonkapsel wird über einen Transverter in Kaskadenschaltung bereitgestellt.

An das Mikrofonteil schließt sich der automatische NF-Regelverstärker an. Er 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 für 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 ebenfalls 30 dB.

Auf Grund der kurzen Ansprechzeit ($\tau_E \approx 0,5 \text{ ms}$) können Übersteuerungen sicher vermieden werden. Das Auftreten von kurzzeitigem Störschall wird infolge der programmgesteuerten Ausregelzeit des Regelverstärkers (40 ms bis 35 ms) ohne Beeinträchtigung des Nutzschalls unterdrückt.

Das vorverstärkte NF-Signal gelangt an eine Kapazitätsdiode, deren veränderliche Sperrschicht-Kapazität für die Frequenzmodulation eines freischwingenden Transistoroszillators ausgenutzt wird. Die erste Oberwelle des Oszillators wird im nachfolgenden 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 % anzusehen.

1.4. Technische Daten

1.4.1. Betriebsbedingte Parameter

Betriebsspannung	11 V bis 20 V
Stromaufnahme	$\leq 15 \text{ mA}$ (Lumineszenzdiode der Übersteuerungsanzeige leuchtet nicht)
Ununterbrochende Betriebszeit	$\geq 3 \text{ h}$ $\vartheta > 10 \text{ }^\circ\text{C}$

1.4.2. Funktionsbedingte Eingangsparameter

- Maximaler Schallpegel	$L = 130 \text{ dB (rel}_{po})$
- Maximale Eingangsspannung (Messung über Meßkontakt am Mikrofonteil, $R_{iGen} = 20 \text{ Ohm}$, minimale NF-Vorverstärkung)	$U_e = 1440 \text{ mV}_{eff}$

1.4.3. Funktionsbedingte Ausgangsparameter

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

1.4.3. Übertragungsparameter

Modulation

- Modulationsart Frequenzmodulation F 3
- Max. Frequenzhub $\Delta f_{\text{max}} = 40 \text{ kHz}$
- Systemfrequenzhub $\Delta f_{\text{B}} = 22 \text{ kHz}$

NF-Verstärkerregelung

- Bereich der manuellen Regelung der Vorverstärkung $\geq 30 \text{ dB}$
- Regeleinsatzpunkt, abhängig vom Feldübertragungsaktor des Wändlers, bezogen auf Schallpegel
 $L = 94 \text{ dB}$ (rel pc)
 $f_m = 1 \text{ kHz}$

Messung über Meßkontakte am Mikrofonteil

- $R_{\text{Gen}} = 20 \text{ Ohm}$ $U_e = 20 \text{ mV} \dots 30 \text{ mV}$
- Bereich der automatischen Verstärkerregelung (bei max. Vorverstärkung) $\geq 30 \text{ dB}$
- Regelabweichung bei 30 dB Übersteuerung über den Regeleinsatzpunkt (max. Vorverstärkung) $\leq 4 \text{ dB}$
- Einregelzeit bei 10 dB Übersteuerung über den Regeleinsatzpunkt $\tau_E = 0,5 \text{ ms}$
 $f_m = 2 \text{ kHz}$
- Ausregelzeit bei 10 dB Übersteuerung über den Regeleinsatzpunkt (Mindestdauer 2s) $\tau_A = 1 \text{ s} \dots 3 \text{ s}$

Amplitudenfrequenzgang, Klirrfaktor und Störabstand

- Abweichung vom Amplitudenfrequenzgang bezogen auf Normpreemphasis $\tau = 50 \mu\text{s}$ 100 Hz bis 15 kHz (eingebauter Hochpaß zur Unterdrückung von Pop- und Körperschall), Messung unterhalb Regeleinsatzpunkt über Meßkontakt am Mikrofonteil $\pm 2 \text{ dB}$
- Abweichung vom Amplitudenfrequenzgang des Wändlers, bezogen auf Sollfrequenzgang 100 Hz bis 12 kHz (Kompromiß zwischen Höhenwiedergabe und Verbesserung der Popfestigkeit) Messung über Schallfeld $\pm 3 \text{ dB}$
- Klirrfaktor bei Eingangsspannungserhöhung bis 20 dB über den Regeleinsatzpunkt. Messung über Kontakt am Mikrofonteil und Empfänger mit Normdeemphasis $K \leq 1 \%$

Klirrfaktor bei
 $U_e = 1550 \text{ mV}_{\text{eff}}$, minimale Vorverstärkung, Messung über Meßkontakte
am Mikrofonteil und Empfänger mit Normdeemphasis $K \leq 2 \%$

- Geräuschbewerteter Störabstand, bezogen auf 22 kHz Frequenzhub, $f_m = 1 \text{ kHz}$, Meßkontakt am Mikrofonteil und Empfänger mit Normdeemphasis, Messung über GSM 2 mit Filter OIRT E 71, Betriebsart U_{eff} .

maximale Vorverstärkung $\geq 50 \text{ dB}$
minimale Vorverstärkung $\geq 58 \text{ dB}$

1.4.5. Sonstiges

Abmessungen 192 x 42 x 42
Antennenlänge 800 mm
Masse 400 g, einschließlich Batterien
Batterien 6 F 22

1.5. Lieferumfang

Zum Lieferumfang des Gerätes gehören

- Antenne
- Gerätebeschreibung
- Transportbehälter

2. Betriebsanweisung

2.1. Vorbereitung für die Inbetriebnahme und Inbetriebsetzung

Nach Herausnahme des Bühnenmikrofons aus dem Transportbehältnis ist die mitgelieferte Drahtantenne mit ihrer Befestigungsmutter am Gewindebolzen des Antennenanschlusses an der Unterseite des Senders zu befestigen. 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 Tasters 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 Schiebeschalters. Entsprechend den jeweiligen Bedingungen (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 durch die Durchführung an der Seite des Sendergrundkörpers mit einem geeigneten Schraubenzieher in die gewünschte Stellung gebracht werden. Als Orientierungserleichterung für die jeweilige Grundeinstellung des Reglers sind Markierungspunkte kreisförmig um die Durchführung angeordnet.

2.2. Batteriewechsel

Das Auswechseln der Batterien ist nach Herausnahme der Batteriekassette möglich. Dazu muß die Klappenarretierung in der Bodenplatte durch Drücken des Arretierungsstiftes und Betätigung des Schieberiegels gelöst werden. Ist die Kassettenklappe geöffnet, kann die Batteriekassette herausgezogen werden. 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 Kassettenfach des Senders geschoben und die Kassettenklappe geschlossen und verriegelt.

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 bzw. auf Pkt. 1.3. dieser Gerätebeschreibung zurückgegriffen werden.

Die Schaltungsbeschreibung erfolgt anhand der zugehörigen Stromlaufpläne (Anhang, Bild 5, 8, 10), d. h. die Bauelementezeichnungen der einzelnen Schaltpläne bzw. Schalteillisten wurden verwendet.

3.2. Mikrofonteil

Das Mikrofonteil besteht im wesentlichen aus einem kapazitiven Schallempfänger, der Impedanzwandlerstufe mit dem Junction-FET V1 und einer Konstantstromquelle sowie einem, in den Schutzkorb integrierten, mechanisch-akustischen Hochpaßfilter zur Verringerung der Pop- und Körperschallempfindlichkeit.

Das Mikrofonteil ist in zwei Versionen lieferbar. Version 1 (M 720.1) ist bestückt mit einem Druckgradientenempfänger mit nierenförmiger Richtcharakteristik, aus der einerseits eine Verringerung des Anteils von Störgeräuschen bzw. ein Hervorheben der Nutzschallquelle hervorgeht, der aber andererseits eine Vergrößerung der Empfindlichkeit gegen Pop- und Körperschall zur Folge hat.

Version 2 (M 720.2) beinhaltet einen Druckempfänger mit einer kugelförmigen Charakteristik und dadurch nahezu keiner Differenzierung zwischen Nutz- und Störsignal, aber auch einer wesentlich verringerten Empfindlichkeit gegen Pop- und Körperschall.

Auf Grund der gewählten Schaltungsvariante des Impedanzwandlers -V2 bestimmt den Sourcestrom von V1 - besitzt das Mikrofonteil eine hohe Übersteuerungsfestigkeit.

Die Polarisationsspannung für die Mikrofonkapsel von 46 V wird über den Transverter (siehe Pkt. 3.5.) bereitgestellt. Plötzliches Anlegen der Polarisationsspannung, z. B. beim Wechsel des Mikrofonkopfes, ist unkritisch, da ein "Kleben" der Membran an der Gegenelektrode durch eine geeignete Dimensionierung des R-C-Polarisationsspannungs-Siebgliebes R4/C1 verhindert wird.

Das Mikrofonteil enthält zusätzlich einen speziellen Meßkontakt, der es gestattet, über den NF-Meßadapter sämtliche NF-Parameter des HH 720 im originalen Betriebszustand zu messen und zu pegeln sowie den Sender auf seine Funktionsfähigkeit zu überprüfen.

3.3. NF-Teil

Das NF-Teil ist als Reglerbaugruppe ausgeführt. Eine gute Trennung zwischen Signal- und Steuerweg gewährleistet der als Stellglied verwendete Doppel-MOSFET V 1 SMY 51. Nachfolgend kommt der Operationsverstärker A1 MAA 725 J als NF-Verstärker zur Anwendung. Um das Regelglied nicht zu belasten, wird A 1 nicht invertierend betrieben.

V1 wird über den Source-Anschluß von der NF-Spannung über den Eingangsspannungsregler R 40 angesteuert. Zur Verringerung des Klirrfaktors findet eine zusätzliche Symmetrierung durch R1, R3, C2 Anwendung.

Der Gegenkopplungsweig von A1 mit R10, R12, C9 ist frequenzabhängig und besitzt Preemphasis-Charakter. C16, R13 legen die obere Grenzfrequenz der Regelstrecke fest.

Die Regelgleichspannung für V1 wird über die Kombination V2, V3, V4 bereitgestellt, wobei V2 als Phasenumkehrstufe wirkt und das Transistorpaar V3, V4 die notwendige Zweiweggleichrichtung realisiert und gleichzeitig als Regelspannungsverstärker wirksam wird. Überschreitet die Signalspannung den Regeleinsatzpunkt, so wird der Emitterstrom von V3, V4 über V5 verstärkt, V6 wird geöffnet und die Lumineszenzdiode VD 5 beginnt zu leuchten.

Kurzzeitige Übersteuerungen werden mit geringer Ein- und Ausregelzeit kompensiert. Hierbei werden die R-C-Kombinationen R4/C4 bzw. R5/C4 wirksam. Zur Vermeidung akustischer Rückkopplungen bei gleichzeitiger Beschallung wird eine weitere, wesentlich längere Ausregelzeit über die Kombination R25/C5 erreicht, die insbesondere dann benötigt wird, wenn eine lang anhaltende Übersteuerung bzw. mehrere aufeinanderfolgende Übersteuerungen auftreten. In diesem Fall bestimmen R5/C5 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 dem fest abgestimmten, freischwingenden Transistoroszillator V7, der Kapazitätsdiode VD 1 und der Treiber- bzw. Endstufe mit V8 und V9 zeichnet sich durch Einfachheit aus. Der Oszillator ist als modifizierter Clapp-Oszillator (Seiler-Oszillator) aufgebaut, wodurch eine Beeinflussung des Oszillatorkreises durch V7 weitgehend herabgesetzt wird. Das Bandfilter LB 2 koppelt die 1. Oberwelle des Oszillators aus. Dadurch kann die Rückwirkung von LB 2 und den nachfolgenden Verstärkerstufen auf den Oszillatorkreis LB 1 wirksam vermindert werden. Die Modulation mit der NF-Spannung erfolgt an der Kapazitätsdiode VD 1, wobei die Abhängigkeit der Sperrschichtkapazität von der Sperrspannung ausgenutzt wird.

Die interne Betriebsspannung für V7, V8 wird durch den Schaltkreis A2 MAA 723 stabilisiert bereitgestellt, während V9 direkt mit der Batterie-Betriebsspannung versorgt wird. Zur Stabilisierung des Arbeitspunktes der Transistoren V8, V9 gegen Temperatureinfluß enthalten die Basisspannungsteiler zusätzlich die Dioden VD 2 und VD 3.

Durch die zwei Collins-Filter LB4 und LB5 und die bereits auf die Sendefrequenz abgestimmten Bandfilter LB 2 und LB 3 wird eine hohe Nebenwellenunterdrückung erreicht. Die Dimensionierung von C38 und C39 im Zusammenhang mit LB 5 ergibt für die Antenne mit der Länge $l_A = 0,8$ m bei einer Sendefrequenz $f_g = 75$ MHz einen Antennenersatzwiderstand $R_A = 560 \text{ Ohm} - j 475 \text{ Ohm}$. 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 Polarisationsspannung von 46 V für die verwendete Mikrofonkapsel (M 70 modifiziert) bereitzustellen. Hierzu wird eine Kaskadenschaltung von 4 Dioden (Vervierfacher) 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 vorgeschalteten komplementären Emitterfolger kaum belastet, konnte bei ausreichender Anschwingzeit und Rechteckform ein sehr niedriger Betriebsstrom ($I_B = 0,4$ 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 J. Crahnert, Dresden
Klirrfaktormeßgerät	z. B. 3013, VEB Funkwerk Erfurt
HF-Röhrenvoltmeter	z. B. URV 3-2, VEB Meßelektronik, Berlin
Frequenzhubmesser mit Normdeemphasis	z. B. FM-Demodulator TR 5402, VR Ungarn
Frequenzzähler	z. B. Tschs 3-34, UdSSR
Geräuschspannungsmesser mit OIRT-Filter E 71	z. B. GSM 2, VEB Funkwerk Dresden
Oszillograf in Verbindung mit X-Y-Schreiber bzw. Speicheroszillograf	z. B. OG 2-30, VEB Meßelektronik Berlin bzw. BLS 218, Wendel u. Goltermann, BRD
Vielfachmesser mit hohem Innenwiderstand	z. B. Vielfachmesser IV, VEB Meßtechnik Mellenbach
NF-Meßadapter (Eigenbau)	
HF-Meßadapter (Eigenbau)	

4.1.1. NF-Meßadapter

Der NF-Meßadapter bietet die Möglichkeit einer gesonderten NF-Zuführung, so daß sämtliche Abgleich- und Meßarbeiten mit aufgestecktem Mikrofonteil durchgeführt werden können. Diese Simulation des Betriebszustandes gestattet, die Geräteparameter unter Einsatzbedingungen (Belastung von Transverter und NF-Verstärker mit der Wandlerschaltung) zu ermitteln. Der NF-Meßadapter ist ohne aufgestecktes Kopfteil unwirksam, d. h. es ist zu beachten, daß Raumgeräusche vom Mikrofonteil aufgenommen werden. Außerdem erfolgt schaltungsbedingt eine 6-dB-Spannungsteilung der NF-Eingangsspannung, so daß am Ausgang des Adapters der halbe Eingangspegel anliegt.

Die Kontaktbelegung des NF-Adapters sind im Anhang, Bild 7, enthalten.

4.1.2. HF-Meßadapter

Der HF-Meßadapter hat zwei Funktionen:

- a) Realisierung der Stromversorgung des HH 720 bei Verwendung eines Netzteils
- b) Realisierung des Antennersatzwiderstandes zur Messung der HF-Parameter, Herabsetzen der HF-Leitung sowie Transformation auf einen 50 Ohm-Anschlußwert für Meßzwecke
Vor Anschluß des HF-Meßadapters ist es zweckmäßig, die Bodenplatte des Senders abzunehmen (vgl. Pkt. 4.2.1.1.), damit die Kontaktfedern für die Stromversorgung an der Vorderseite des Adapters einen sicheren Kontakt zu den Kontaktstiften am Senderchassis herstellen können. Der HF-adapter wird mit der Überwurfmutter an dem Gewindebolzen für den Antennenanschluß befestigt, wobei die Übereinstimmung der Polarität zwischen Kontaktfedern und Kontaktstiften für die Gleichspannungszuführung beachtet werden muß. Auf der anderen Seite des Meßadapters befinden sich die beiden Steckbuchsen für die Stromversorgung sowie die HF-Ausgangsbuchse in BNC-Ausführung.

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

4.2. Abgleich des HH 720

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.

Dazu sind folgende Handgriffe erforderlich:

- Abziehen des Mikrofonteiltes:

Lösen der Kopfarretierung und Abziehen des Mikrofonteiltes von den Kontaktführungsstiften

- Abnehmen der Bodenplatte:

Vor der Abnahme der Bodenplatte muß die Kassettenklappe geöffnet werden. Anschließend kann die Bodenplatte nach Lösen der Befestigungsschraube M 2,5 vom Gerätechassis (Winkel) abgezogen werden.

- Herausnahme des Senders aus dem Griffstück (Mantel):

Die zwei Senkschrauben M 2 im oberen bzw. unteren Teil des Griffstückes müssen gelöst werden. Das Gerätechassis (Winkel) kann nachfolgend vorsichtig aus dem Mantel herausgeschoben werden. Die auf dem Winkel montierte NF-HF-Leiterplatte liegt dann frei.

- Aufsetzen des NF-Meßadapters und des Mikrofonteiltes:

Der NF-Meßadapter wird auf die zwei Kontaktführungsstifte des Senders geschoben.

Der Mikrofonkopf wird ähnlich wie beim Aufsetzen auf den Sender fest auf die Kontaktführungsstifte des Adapters geschoben, bis die Kopfarretierung einrastet.

- Anschließen des HF-Meßadapters: siehe Pkt. 4.1.2.

4.2.1.2. Abgleichreihenfolge

Entsprechend der Funktion des HH 720 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 Fehlersuche 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 hochohmigen Gleichspannungsmesser, z. B. Vielfachmesser IV, erfolgen.

Tabelle 1: Gleichspannungskontrollwerte

Meßpunkt	Richtwert		
V1/S	8 V	±	0,2 V
V2/E	2 V	±	0,2 V
V2/C	6,2 V	±	0,3 V
V3/E, V4/E, V5/B	0 V		
V3/C, V4/C	ca. 4 V bei Mittelstellung des Schleifers von R42		
V5/C	ca. 8 V		
V6/E	ca. 9 V		
V7/E	1,1 V	±	0,2 V
V7/C	8 V	±	0,2 V
V8/E (LB 1, LB 2 abgeglichen)	0,2 V	±	0,1 V
V8/C	7,8 V	±	0,2 V
V9/E (LB 1, LB 2, LB 3 abgeglichen)	0,4 V	±	0,1 V
V9/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 R40 ist deshalb für den Anwender von außen zugänglich (vgl. auch Bild 1) und zur Erleichterung der PegelEinstellung an der Durchführung mit einer markierten Manschette versehen. Für sämtliche, nachfolgend beschriebene Abgleicharbeiten ist an R 40 maximale Vorverstärkung einzustellen, d. h. der Vorverstärkungsregler ist entgegen dem Uhrzeiger bis zum Anschlag zu bringen.

4.2.2.3. Einstellung der Gatespannung des Regeltransistors V1 (Regeleinsatzpunkt)

An den Sender sind NF- und HF-Meßadapter anzuschließen. Wie aus der Prinzipdarstellung der Meßanordnung (Bild 12) hervorgeht, wird das Signal eines NF-Generators dem Sender über den NF-Meßadapter zugeführt. An die BNC-Ausgangsbuchse des HF-Meßadapters wird ein Frequenzhubmesser angeschlossen, der als Indikator dient.

Die Einstellung der Gatespannung des Regeltransistors V1 erfolgt mit dem Einstellregler R42, der im vorderen Teil der NF-HF-Leiterplatte angeordnet ist. Zu diesem Zweck wird dem NF-Generator bei einer Modulationsfrequenz $f_m = 1$ kHz ein solcher Ausgangspegel entnommen, bei dem sich der NF-Verstärker des HH 720 sicher außerhalb der Regelung befindet. Es wird empfohlen, am NF-Generator eine Ausgangsspannung von etwa 10 mV einzustellen, so daß am NF-Eingang des Senders wegen der schaltungsbedingten 6-dB-Spannungsteilung bei Verwendung des NF-Meßadapters eine Spannung von etwa 5 mV liegt. Am Schleifer des Einstellreglers R42 ist ein Gleichspannungswert von 8 V einzustellen. Der am Frequenzhubmesser angezeigte Hub wird während des Einstellvorgangs beobachtet. Die Spannung am Schleifer von R 42 wird nun langsam soweit verringert, bis der angezeigte Frequenzhub abzusinken beginnt. Der eingestellte NF-Pegel ist dabei nicht zu verändern. Die Schleifen-spannung von R42 wird nun wiederum langsam erhöht, bis der Schwellwert von V1 erreicht ist, d. h. der Punkt, bei dem der Hubmesser den zuerst eingestellten Wert anzeigt bzw. bei Verringern der Schleiferspannung von R42 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 soweit 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 10 mV bis 15 mV liegen. Eine Korrektur des Regeleinsatzpunktes mit R42 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 10 mV bis 15 mV liegt. Als Meßschaltung wird die gleiche Anordnung benutzt wie beim Abgleich des Regeleinsatzpunktes (vgl. Bild 12). Der Einstellregler R41 zum Abgleich des Frequenzhubes befindet sich gut zugänglich im mittleren Teil der NF-HF-Leiterplatte und kann somit ebenfalls erst nach Herausnahme des Chassiswinkels aus dem Sendergriffstück betätigt werden.

4.2.2.5. Abgleich auf maximale HF-Sendeleistung

Die prinzipielle Meßschaltung ist in Bild 13 dargestellt. Die Messung der HF-Leistung bzw. der HF-Ausgangsspannung, bezogen auf den Antennenersatzwiderstand, erfolgt über den HF-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 LB 5 und LB 4 sowie der Bandfilter LB 3 und LB 2. Die Abgleichreihenfolge beginnt mit LB 5 und endet mit LB 2. Um Fehler auszuschließen, ist der gesamte Abgleichvorgang einmal zu wiederholen. Die Anordnung der Filter auf der NF-HF-Leiterplatte ist aus dem Belegungsplan Bild 4 ersichtlich.

Da der HF-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

$$P_{\text{out}} = 0,66 \cdot U_M^2 \quad (1) \quad P_{\text{out}} \quad [\text{W}] \quad - \text{HF-Ausgangsleistung am Antennenersatzwiderstand}$$
$$U_M \quad [\text{V}] \quad - \text{Meßspannung}$$

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

4.2.2.6. Oszillatorabgleich

Für den Oszillatorabgleich wird der HF-Meßadapter und ein Frequenzzähler benötigt. Die prinzipielle Meßschaltung zeigt Bild 13.

Der Abgleich des Oszillators sollte bei CW-Betrieb des Senders durchgeführt werden. Er erfolgt durch Hinein- bzw. Herausdrehen des Messingkernes der Oszillatorkammer LB 1.

Ein Hineindreuen des Kernes erhöht die Frequenz, ein Herausdrehen verringert sie.

Die Abmessungen des Abgleichkerns hängen von der Frequenzlage des gewählten Übertragungskanales ab (Unterteilung des Übertragungsbandes in 3 Kanalgruppen).

Es wird empfohlen, zuerst einen Oszillatorkoarseinabgleich durchzuführen und den Feinabgleich auf $\pm 2 \text{ kHz}$ erst nach Filterabgleich auf maximale HF-Sendeleistung (vgl. Pkt. 4.2.5.) vorzunehmen, wobei der Einfluß des Gehäusemantels zu berücksichtigen ist.

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

4.3. Messung der elektrischen Kennwerte des HH 720

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 720 kann mit einem Vielfachmesser ermittelt werden. Im Bereich von -10°C bis $+45^{\circ}\text{C}$ darf der Betriebsstrom bei einem NF-Pegel unterhalb des Regeleinsatzpunktes 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 klirrfreien Meßempfängers mit Normdeemphasis ($\tau = 50\ \mu\text{s}$) 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 $+20\text{ dB}$ über dem Regeleinsatzpunkt muß Werte $K = 1\%$ 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 $\Delta F_S = 22\text{ kHz}$ 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 4 dB . Der Meßaufbau ist der gleiche wie für den NF-Abgleich (Anhang, Bild 12).

4.3.4. Amplitudenfrequenzgang

Der Frequenzgang des HH 720 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 12), 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 12). 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 $+10\text{ dB}$ 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 angegeben werden mit $1\text{ s} \leq \tau_A \leq 3\text{ s}$.

Werden die geforderten Regelzeiten nicht eingehalten, so sollte zuerst der Doppel-MOSFET VI auf seine Funktion überprüft werden, da dieses Bauelement als häufige Fehlerquelle ermittelt wurde.

Treten zu kurze Ausregelzeiten ($\tau_A < 1$ s) auf, so sind C2, C5, V₃, V₄ 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 (Bild 12) ein Geräuschspannungsmesser mit dem Filter OIRT E 71 benötigt. Der Geräuschspannungsmesser wird an den NF-Ausgang des Meßempfängers, der mit dem HF-Meßadapter des Senders verbunden ist, angeschlossen. Die Messung erfolgt in der Betriebsart u_{eff} jeweils bei maximaler und minimaler Vorverstärkung des HH 720. In beiden Fällen ist dem Sender über den NF-Meßadapter bei der Modulationsfrequenz $f_m = 1$ 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 Senders vom Generator getrennt und nur mit dem Innenwiderstand des Mikrofonteils belastet. Das Verhältnis der zugeordneten Geräuschspannungsmesswerte 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 $t = 20$ °C. Da bei Verwendung des NF-Meßadapters über das Mikrofonteil Umweltgeräusche übertragen werden, die die Meßwerte verfälschen können, sollte die Messung möglichst in einem schalltoten Raum durchgeführt werden.

4.3.7. HF-Leistung am Antennenersatzwiderstand

Die Messung ist im Prinzip bereits unter Pkt. 4.2.3.5. beschrieben. Die HF-Leistung am Antennenersatzwiderstand muß bei der Betriebsspannung $U_B = 18$ V mindestens einen Sollwert von $P_{out} = 30$ mW annehmen. Sollte diese Mindestleistung nicht erreicht werden, ist der Widerstandswert von R 38 herabzusetzen.

4.3.8. Frequenzkonstanz

Ausgehend von der Sendefrequenz des HH 720 bei Norm-Betriebsbedingungen ($U_B = 18$ V, $t = 20$ °C) wird die Frequenzdrift infolge Temperaturveränderungen und Betriebsspannungsabweichungen ermittelt.

Für die Betriebsspannungswerte $U_B = 11$ V; 18 V; 20 V ist die Konstanz der Sendefrequenz im Temperaturbereich von -10 °C bis $+45$ °C zu untersuchen. Als maximale Frequenzabweichung ist ein Wert von $f = \pm 30$ kHz zulässig. Die Meßanordnung ist die gleiche wie für den unter Pkt. 4.2.2.6. beschriebenen Oszillatorabgleich (siehe Bild 13). Bei Nichteinhaltung der zulässigen Frequenzabweichung sind die Temperaturbeiwerte einer oder mehrerer Kondensatoren des Oszillatorkreises zu verändern. Ist die Frequenzabweichung f bei einer definierten Temperaturänderung Δt bekannt, so ergibt sich der resultierende TK-Wert für einen der Parallelkondensatoren C20, C21, C22 zu

$$\alpha C_n = \frac{2}{F_0} \frac{F}{t} \cdot \frac{(C_{20} + C_{21} + C_{22} + C_0) \cdot C_9}{C_0^2 \cdot C_n} \quad n = 20, 21, 22 \quad (2)$$

F_0 - Oszillatorfrequenz bei $U_B = 18$ V und $t_B = 20$ °C (3)

mit
$$C_0 = \frac{(C_{23} + C_{BE7}) \cdot C_{24}}{C_{23} + C_{BE7} + C_{24}}$$

und
$$C_9 = \frac{C_{19} \cdot C_{D1}}{C_{19} + C_{D1}} + \frac{(C_{20} + C_{21} + C_{22}) \cdot C_0}{C_{20} + C_{21} + C_{22} + C_0} \quad (4)$$

wobei C_{BE7} die Emitter-Basis-Kapazität von V7 ($C_{BE7} \approx 20$ pF) und C_{D1} die Gesamtkapazität von VD 1 ($C_{D1} \approx 18$ pF) ist. Die Indizes in Gl (2) bis (4) sind mit den Bauelementebezeichnungen 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.

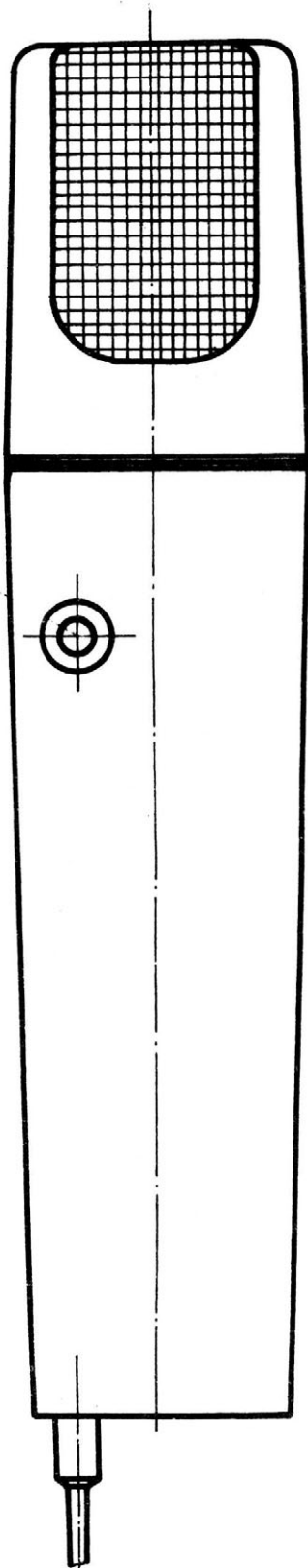
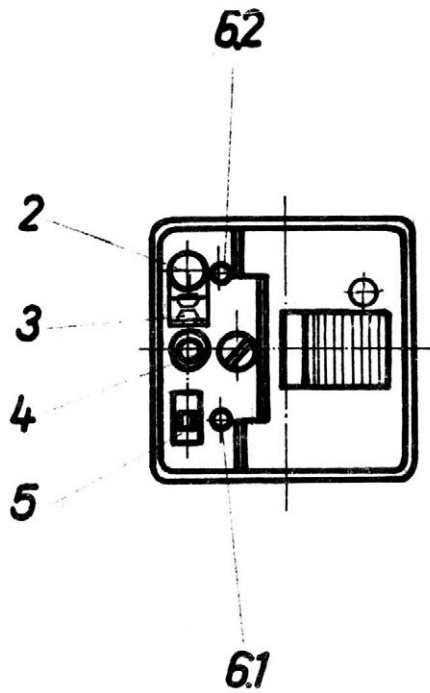


Bild 1



- 1- Einstellregler für Vorverstärker
- 2- Lumineszenzdiode
- 3- Prüftaster
- 4- Antennenschraubbolzen
- 5- Ein-Aus-Schalter
- 6.1- Masse kontaktstift
- 6.2- +18V- Kontaktstift

HH 720

Gesamtansicht

Anlage 3 = Bild 3

Schaltteilliste HH 720

Kurz- bez.	Benennung	Elektrische Werte	Sach-Nr. und Bemerkungen
-	<u>NF- und HF-Teil</u>	Zeichnungssatz 156.16-10	
A 1	Integr. Schaltkreis	MAA 725 J	Herst.: CSSR
A 2	Integr. Schaltkreis	MAA 723	Herst.: CSSR
C 1	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,47 μ Bauform 20	Herst.: SU
C 2	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,1 μ Bauform 17	Herst.: SU
C 3	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,47 μ Bauform 20	Herst.: SU
C 4	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,1 μ Bauform 17	Herst.: SU
C 5	T-Kondensator	2,2/15 TGL 200-8519	
C 6	T-Kondensator	22/15 TGL 200-8519	
C 7	T-Kondensator	2,2/15 TGL 200-8519	
C 8	KT-Kondensator	0,01/10/160 TGL 200-8424	
C 9	KS-Kondensator	1500/2,5/25 TGL 5155	
C 10	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,1 μ Bauform 17	Herst.: SU
C 11	T-Kondensator	1/15 TGL 200-8519	
C 12	Keramik-Kondensator	EDVU-N 1500-100/5 TGL 35780	
C 13	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,1 μ Bauform 17	Herst.: SU
C 14	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,1 μ Bauform 17	Herst.: SU
C 15	T-Kondensator	4,7/6 TGL 200-8519	
C 16	Keramik-Kondensator	EDVU-N 150-27/5 TGL 35780	
C 17	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,1 μ Bauform 17	Herst.: SU
C 18	Keramik-Kondensator	EDVU-N 1500-330/5 TGL 35780	
C 19	Keramik-Kondensator	EDVU-N 150-18/5 TGL 35780	
C 20	Keramik-Kondensator	EDVU-NPO-27/5 TGL 35780	
C 21	Keramik-Kondensator	EDVU-N 150-33/5 TGL 35780	
C 22	Keramik-Kondensator	EDVU-P 100-8,2/0,5 TGL 35780	
C 23	KS-Kondensator	330/2,5/63 TGL 5155	
C 24	KS-Kondensator	220/2,5/63 TGL 5155	
C 25	Keramik-Kondensator	EDVU-N 150-39/5 TGL 35780	
C 26	Keramik-Kondensator	EDVU-V- 2,2/20 TGL 35781	
C 27	Keramik-Kondensator	EDVU-V-2,2/20 TGL 35781	
C 28	Keramik-Kondensator	EDVU-V-2,2/20 TGL 35781	
C 29	Keramik-Kondensator	EDVU-N 150-27/5 TGL 35780	
C 30	Keramik-Kondensator	EDVU-V-2,2/20 TGL 35781	
C 31	Keramik-Kondensator	EDVU-V-2,2/20 TGL 35781	
C 32	Keramik-Kondensator	EDVU-V-2,2/20 TGL 35781	
C 33	Keramik-Kondensator	EDVU-P 100-8,2/5 TGL 35780	
C 34	Keramik-Kondensator	EDVU-V-2,2/20 TGL 35781	
C 35	Keramik-Kondensator	EDVU-V-2,2/20 TGL 35781	
C 36	Keramik-Kondensator	EDVU-N 150-39/5 TGL 35780	
C 37	Keramik-Kondensator	EDVU-N 150-18/5 TGL 35780	
C 38	Keramik-Kondensator	EDVU-N 470-68/5 TGL 35780	
C 39	Keramik-Kondensator	EDVU-N 150-39/5 TGL 35780	
C 40	Keramik-Kondensator	EDVU-P 100-3,9/0,5 TGL 35780	
C 41	Keramik-Kondensator	EDVU-V-2,2/20 TGL 35781	
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 120	

Kurz- bez.	Benennung	Elektrische Werte		Sach-Nr. und Bemerkungen
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 5x2, 5x5		Manifer 150
LD 4	Drossel	1 Hd 120 2x2, 5x5		Manifer 150
LD 5	Drossel	1 Hd 119 5x2, 5x5		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	1,8 M	10 % 25.311	TGL 8728/01
R 2	Schichtwiderstand	100 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 3	Schichtwiderstand	330 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 4	Schichtwiderstand	15 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 5	Schichtwiderstand	180 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 6	Schichtwiderstand	1,2 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 7	Schichtwiderstand	680 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 8	Schichtwiderstand	680 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 9	Schichtwiderstand	2,2 k	5 % 23.207	TGL 36521
R 10	Schichtwiderstand	39 k	5 % 23.207	TGL 36521
R 11	Schichtwiderstand	47	10 % 23.207	TGL 36521
R 12	Schichtwiderstand	120 k	5 % 23.207	TGL 36521
R 13	Schichtwiderstand	5,6 k	5 % 23.207	TGL 36521
R 14	Schichtwiderstand	4,7 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 14a	Schichtwiderstand	39 k	5 % 23.207	TGL 36521
R 15	Schichtwiderstand	5,6 k	5 % 23.207	TGL 36521
R 16	Schichtwiderstand	5,6 k	5 % 23.207	TGL 36521
R 17	Schichtwiderstand	68 k	5 % 23.207	TGL 36521
R 18	Schichtwiderstand	150 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 19	Schichtwiderstand	22 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 20	Schichtwiderstand	22 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 21	Schichtwiderstand	100 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 22	Schichtwiderstand	100 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 23	Schichtwiderstand	100 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 24	Schichtwiderstand	100 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 25	Schichtwiderstand	3,3 M	10 % 25.311	TGL 8728/01
R 26	Schichtwiderstand	15 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 27	Schichtwiderstand	10 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 28	Schichtwiderstand	2,2 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 29	Schichtwiderstand	22 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 30	Schichtwiderstand	180 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 31	Schichtwiderstand	33 k	5 % 23.207	TGL 36521
R 32	Schichtwiderstand	10 k	5 % 23.207	TGL 36521
R 33	Schichtwiderstand	1,5 k	5 % 23.207	TGL 36521
R 34	Schichtwiderstand	68 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 35	Schichtwiderstand	100	10 % 23.207	TGL 36521
R 36	Schichtwiderstand	180	10 % 23.207	TGL 36521
R 37	Schichtwiderstand	33 k	5 % 23.207	TGL 36521
R 38	Schichtwiderstand	82	5 % 23.207	TGL 36521
R 39	Thermistor	TNM 330 4113.4-422600		
R 40	Dickschicht-Einstellregler	SWV 100 k	10 % 523.813	TGL 2742
R 41	Einstellregler	SDW P 100 k-1-05-554		TGL 11886
R 42	Einstellregler	SDW P 100 k-1-05-554		TGL 11886
R 43	Schichtwiderstand	1 k	5 % 23.207	TGL 36521
R 44	Schichtwiderstand	180 k	10 % 23.207	TGL 36521
R 45	Schichtwiderstand	56 k	10 % 23.207	TGL 36521

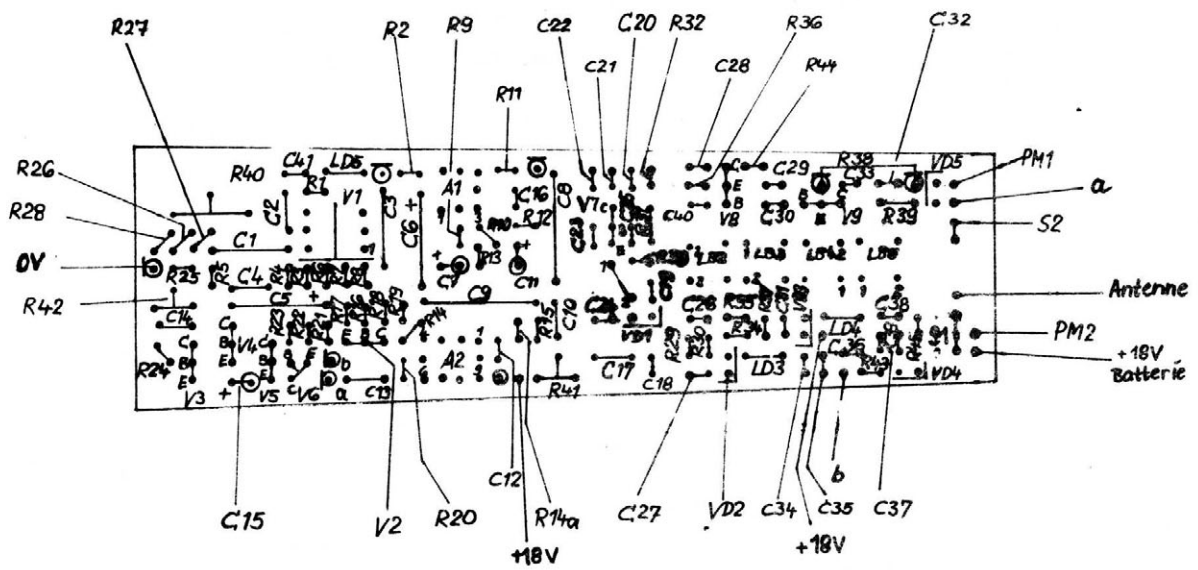
Kurz- bez.	Benennung	Elektrische Werte	Sach-Nr. und Bemerkungen
V 1	Transistor	SMY 51	TGL 26529
V 2	Transistor	SS 218 D	TGL 26818/01
V 3	Transistor	SS 218 D	TGL 26818/01
V 4	Transistor	SS 218 D	TGL 26818/01
V 5	Transistor	SC 239 E (F)	TGL 27147
V 6	Transistor	KT 3107 SH	Herst.: SU
V 7	Transistor	SF 235	TGL 27146
V 8	Transistor	SF 240	TGL 23341
V 9	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>	Zeichnungssatz 156.16-20	
C 1	KS-Kondensator	150/2,5/63	TGL 5155
C 2	T-Kondensator	2,2/20	TGL 200-8519
C 3	Keramik-Kondensator	EDVU-V-1/20	TGL 24100
C 4	Keramik-Kondensator	EDVU-V-1/20	TGL 24100
C 5	Keramik-Kondensator	EDVU-V-1/20	TGL 24100
C 6	Keramik-Kondensator	EDVU-V-1/20	TGL 24100
C 7	Keramik-Kondensator	EDVU-V-1/20	TGL 24100
LD 1	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
R 6	Schichtwiderstand	680 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 L 2/13	TGL 25184
VD 2	Diode	SAY 17 L 2/13	TGL 25184
VD 3	Diode	SAY 17 L 2/13	TGL 25184
VD 4	Diode	SAY 17 L 2/13	TGL 25184
-	<u>Mikrofonteil</u>	Zeichnungssatz 156.16-30	
C 1	Foliekondensator	SDVU-3312.4-7419.83 3312.01 Ag 22 n/50-20 %/63 V	
C 2	T-Kodensator	4,7/6	TGL 200-8519
C 3	MKT1-Kondensator	0,22 µ/20/100	TGL 31680/01
C 3 ^x	Chip-Kondensator	K 10-9 H 90 0,47 Bauform 20	Herst.: SU
BM 1	Kondensator-Mikrofonkapsel	mod. M 70 bzw. M 69	Herst.: MTG

Kurz- bez.	Benennung	Elektrische Werte	Sach-Nr. und Bemerkungen
R 1	Schichtwiderstand	200 5 % 23.207	TGL 36521
R 2	Schichtwiderstand	200 5 % 23.207	TGL 36521
R 3	Schichtwiderstand	50 M KIM 0,125 BT 10 %	Herst.: SU
R 3 ^x	Schichtwiderstand	200 M KIM 0,125 BT 10 %	Herst.: SU
R 4	Schichtwiderstand	10 M KIM 0,125 BT 10 %	Herst.: SU
R 5	Schichtwiderstand	1 k 5 % 23.207	TGL 36521
R 6	Schichtwiderstand	470 k 10 % 23.207	TGL 36521
R 7	Schichtwiderstand	27 k 5 % 23.207	TGL 36521
V 1	Transistor	KP 303 W	Herst.: SU
V 2	Transistor	SC 239 E	TGL 27147

C 3, R 3 für Mikrofonteil mit Nierenkapsel M 720.1

C 3^x, R 3^x für Mikrofonteil mit Kugelkapsel M 720.2

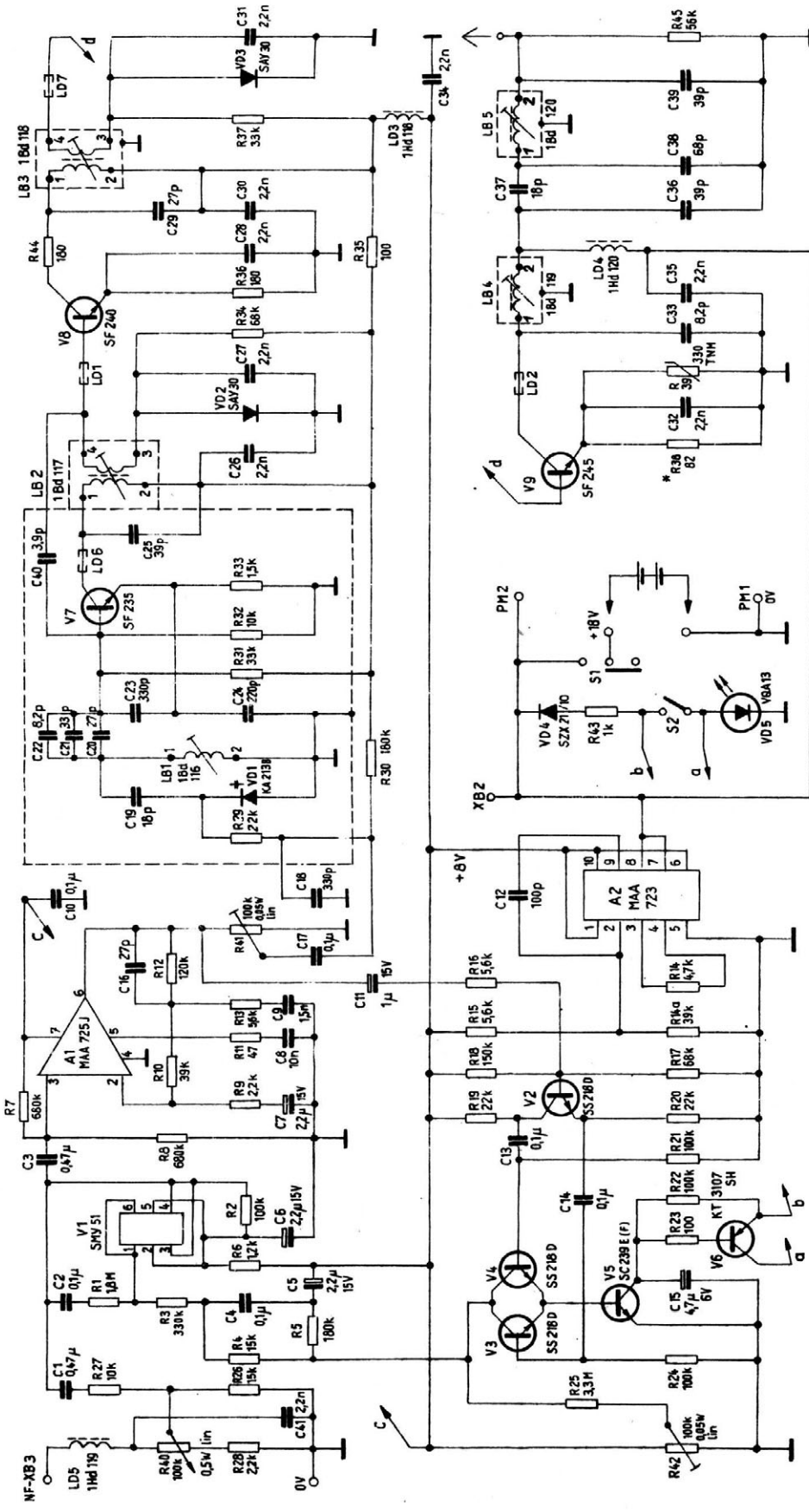
Bild 4



HH 720

NF und HF-Teil

Leiterplatte



HH 720

NF und HF-Teil

Stromlaufplan

- * Abgleichwert
Alle Widerstände 0,125W
- V1 SMY 51
 - V2,3,4,5,7 EBC
SS 218 D
SC 238 E(F)
SF 235
 - V6 EBC
KT 3107 SH
 - V8,9 BEC
SF 240
SF 245
 - VD2,3,4 K
SAY 30
SZX 21/40
 - VD5 K
VBA 13
 - A1 2
1
MAA 725J
 - A2 2
1
MAA 723

Bild 6 HF-Meßadapter
HH 720

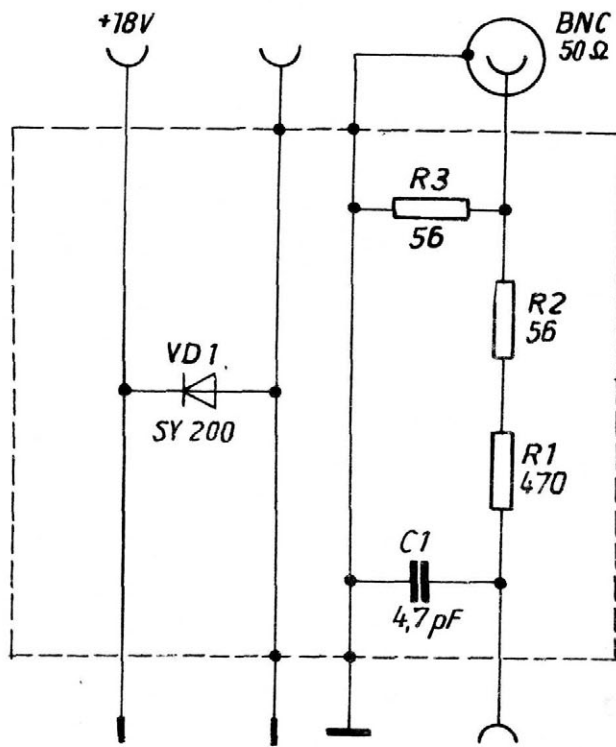
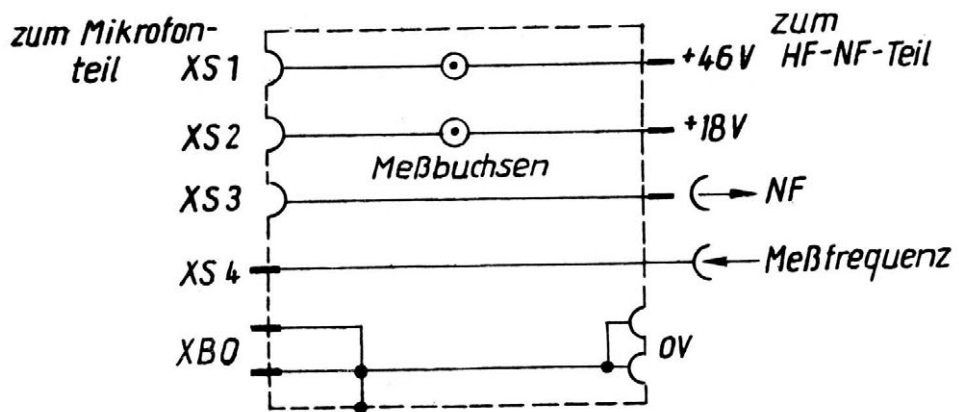


Bild 7

NF-Meßadapter



Mikrofonteil

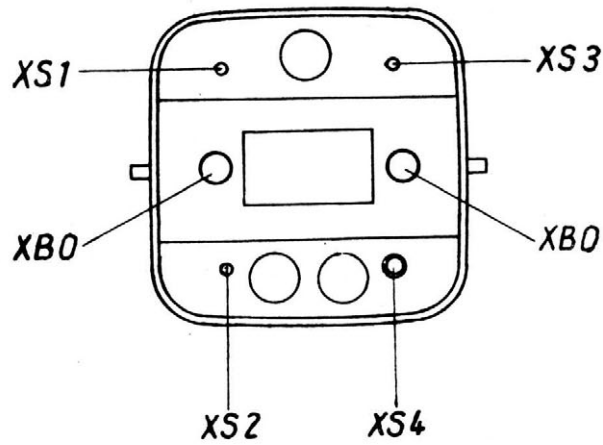
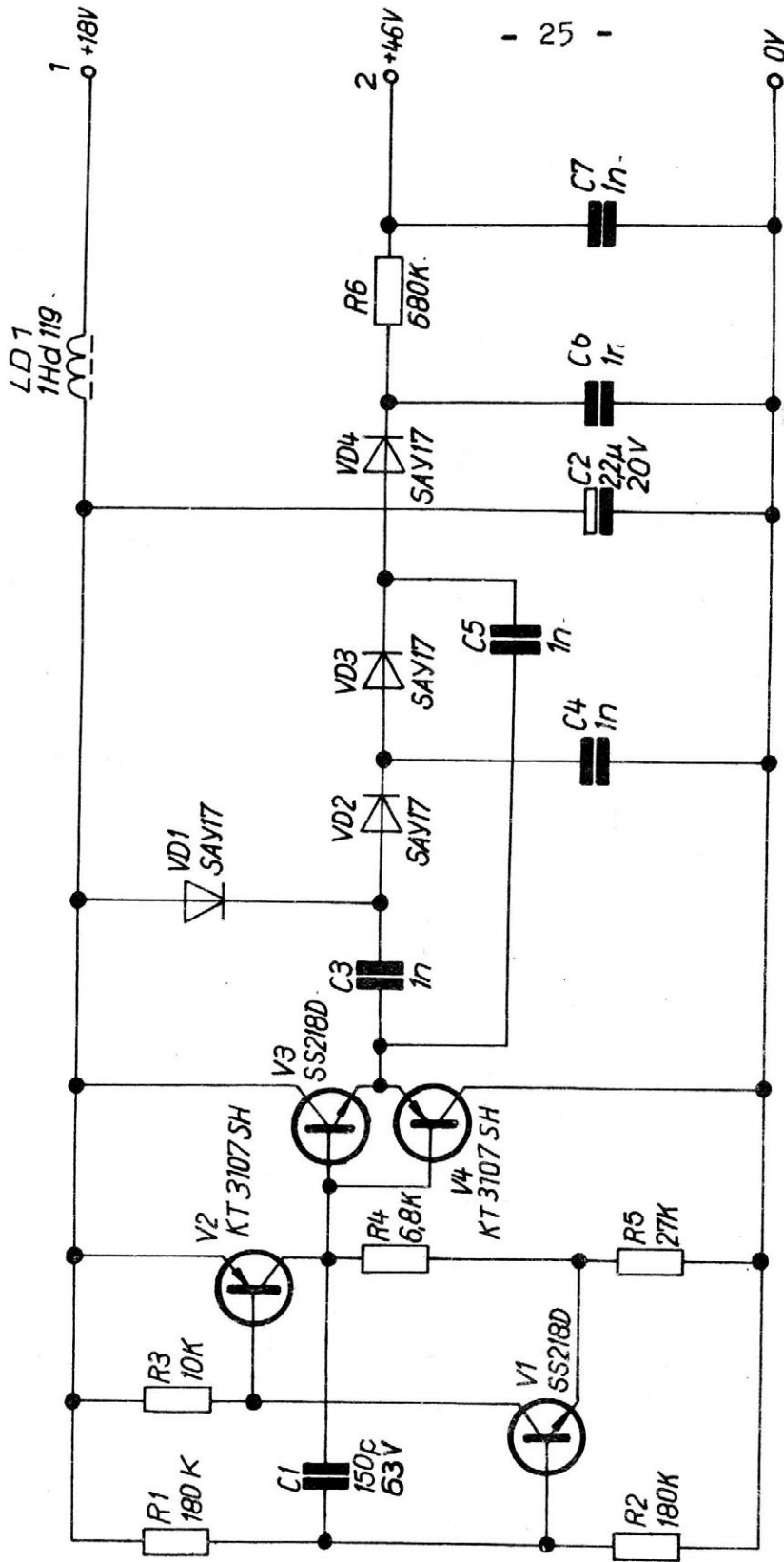


Bild 8



- 25 -

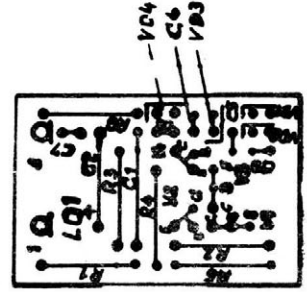


Bild 9

KT 3107 SH

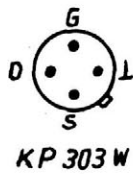
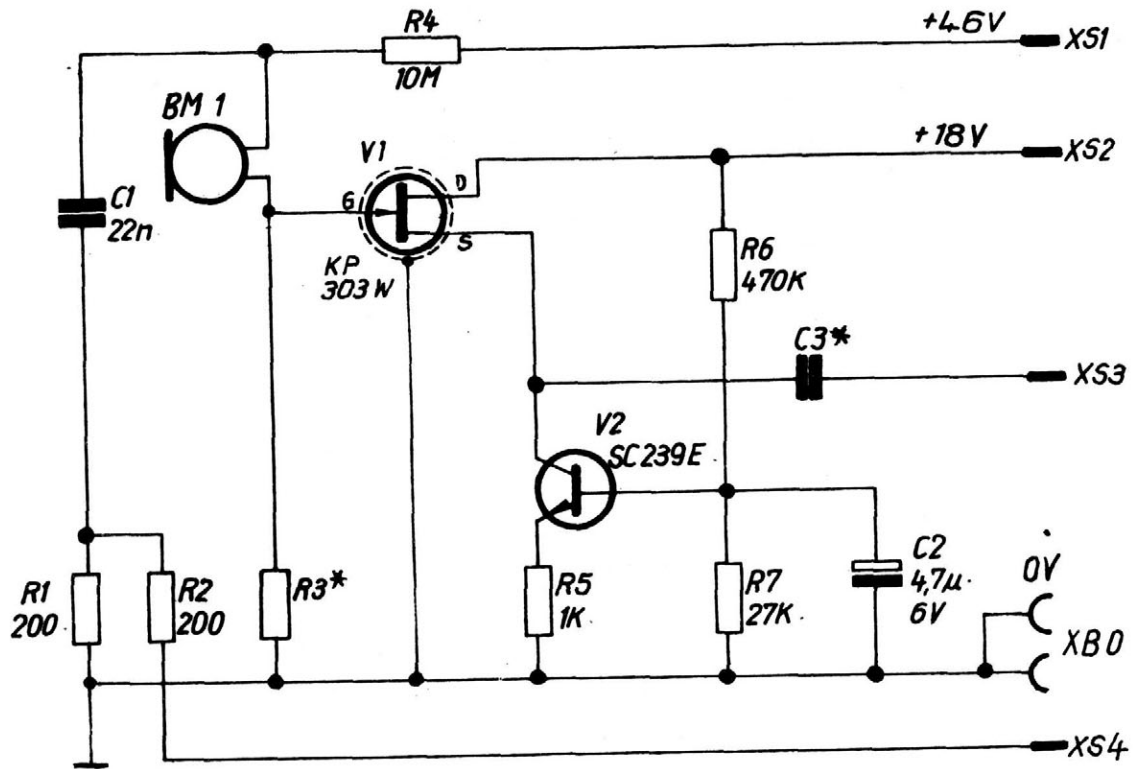


HH 720

Transverter

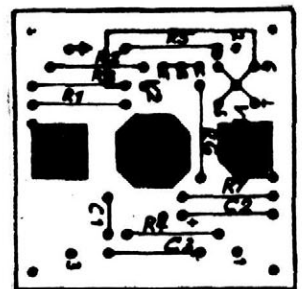
Stromlaufplan

Bild 10



R3	C3	
50M	0,22µ	M 720.1 (Niere)
200M	0,47µ	M 720.2 (Kugel)

Bild 11



HH 720

Mikrofonteil

Stromlaufplan

Bild 12 Prinzipielle Meßanordnung HH 720
NF-Messungen

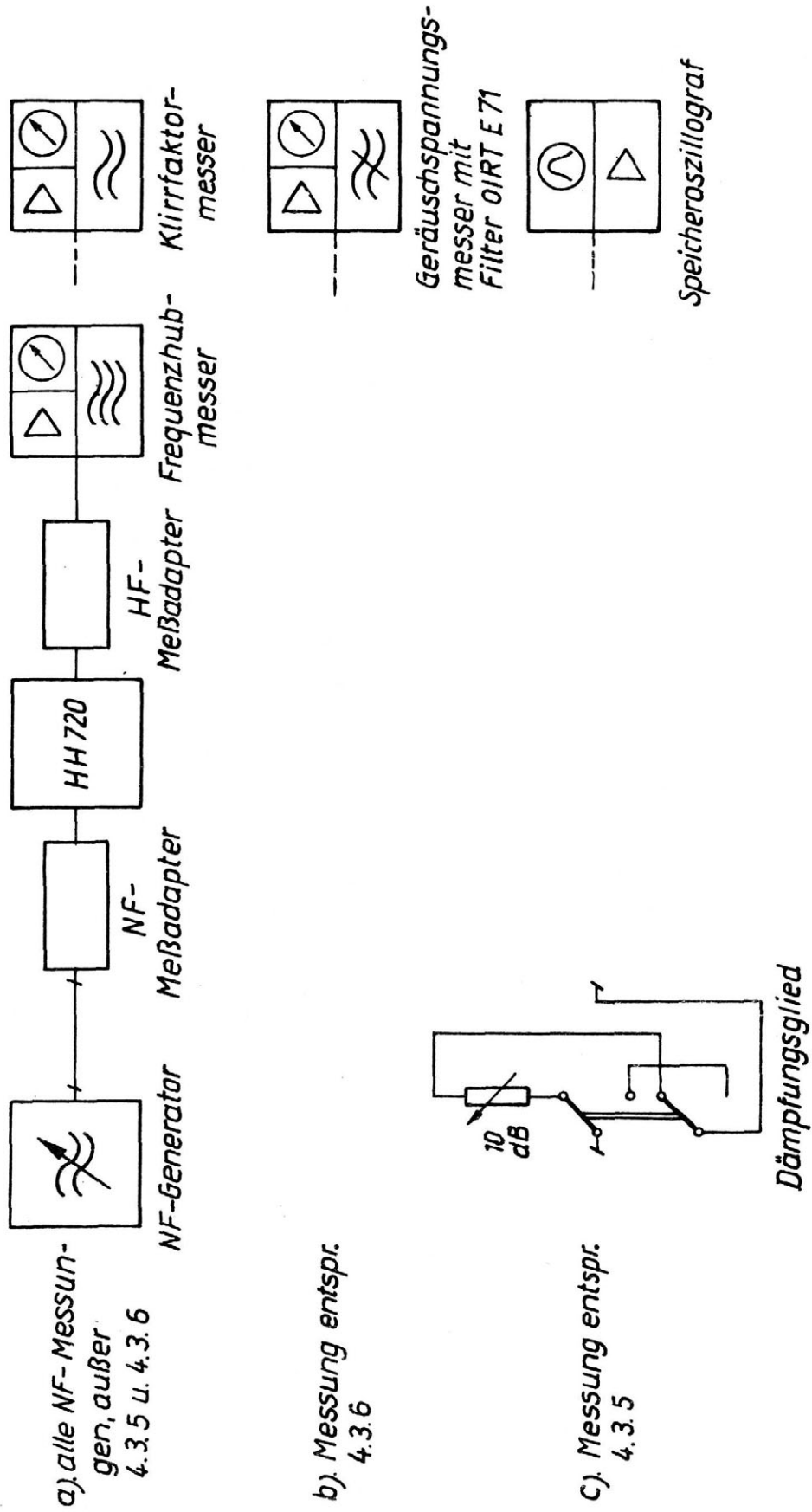
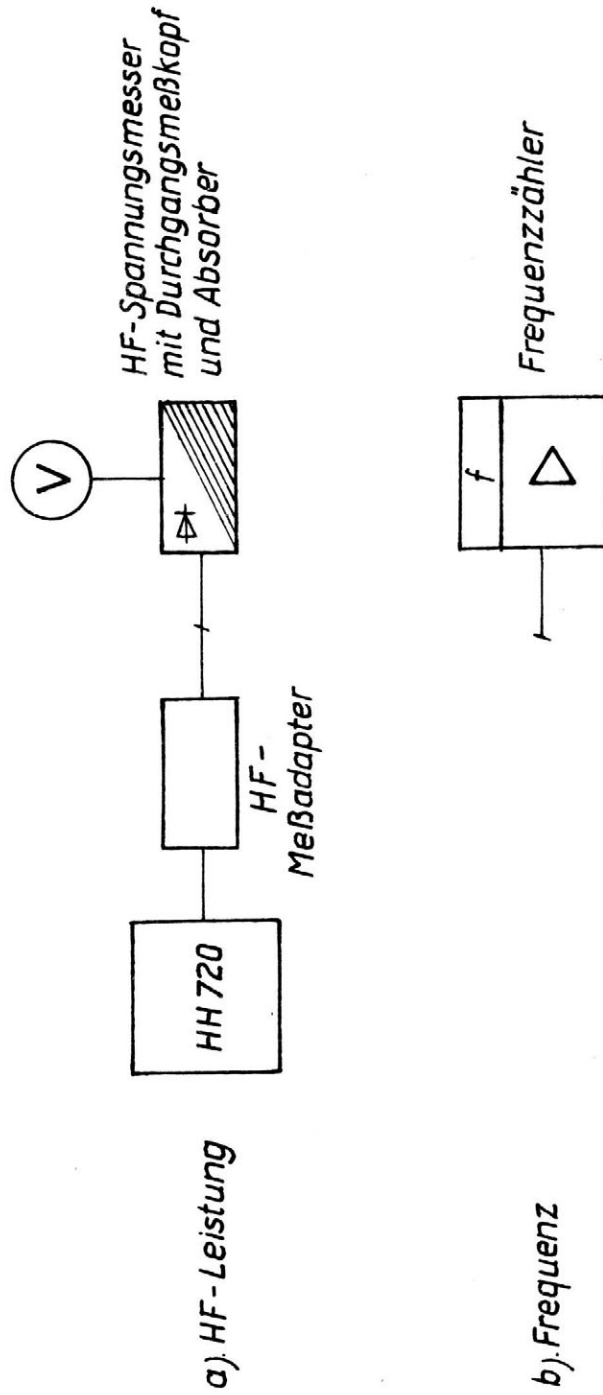


Bild 13 Prinzipielle Meßanordnung HH 720
HF-Messungen



b). Frequenz