



---

**INTERFLUG**

**Lehrschrift für die  
Aus- und Weiterbildung  
des fliegenden Personals**

**Passagierflugzeug  
IL-62, TU-134, TU-134 A**

**Funk- Funknavi-  
gationanlagen**

**INTERFLUG**

Gesellschaft für Internationalen Flugverkehr m. b. H.

Hauptprüfleiter

**Autor: Dipl.-Ing.-Päd. Gerd Kotzan**

**Herausgegeben durch die Gruppe Ausbildung der  
Abteilung Flugtechnologie des Betriebsteils  
Flugbetrieb / Verkehrsflug.**

**Die Lehrschrift besitzt keine Gültigkeit im  
Sinne von Technischer Dokumentation und Be-  
triebsdokumentation und unterliegt nicht dem  
Anderungsdienst.**

**Nicht zum Verkauf im öffentlichen Buchhandel  
zugelassen. Nachdruck - auch auszugsweise -  
nur mit Genehmigung des Verfassers bzw. des  
Herausgebers.**

---

**Druck: INTERFLUG - Technische Dokumentationsstelle**

**Berlin - Schönefeld**

**Ordnungs-Nummer: IL 62-4/731; TU 134-4/396; TU 134A-4/485**

**Ag/130/TD/51/78**

## Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
Radaranlagen (allgemeines Arbeitsprinzip)	5
Radaranlagen GROŠA (IL 62, TU 134)	7
Radaranlage ROS-1 (TU 134)	15
Dopplerradaranlage "DISS-013"	19
Transponder "SO-70"	29
Funkhöhenmesser RW-5	34
Entfernungsmesser SD-67 (DME)	37
Radiokompaß "ARK-15"	41
Navigations- und Landeanlage "KURS-MP-2"	46
Ausbreitung der elektromagnetischen Welle	60
UKW-Funkverbindungsanlage "Landysch"	63
KW-Funkverbindungsanlage "MIKRON"	66
Tondrahtgerät MS-61B	69

## Radaranlagen

### 1. Allgemeines Arbeitsprinzip

Bei Radaranlagen werden die Geradlinigkeit, Konstanz und das Reflexionsvermögen der elektromagnetischen Wellen ausgenutzt. Je höher die Frequenz, desto besser kann die Energie gebündelt abgestrahlt werden; wobei jedoch die Reichweite wegen der quasi-optischen Ausbreitung zurückgeht (Maß der Bündelung: Halbwertsbreite  $\alpha$ ).

Im folgenden wird das vereinfachte Blockschaltbild einer Impulsanlage kurz erläutert. Vom Synchronisationsblock werden alle Blöcke der Anlage durch Impulse in ihrer Arbeitsweise streng synchron gesteuert. Diese Synchronisierimpulse steuern einen Sperrschwinger (Blocking-Generator) im Sende-Empfangs-Block an. Von dem Sperrschwinger werden Impulse mit einer exakten Folgefrequenz  $f_1$  abgenommen und zur Ansteuerung der Modulatorstufe verwendet. In der Modulatorstufe werden Rechteckimpulse mit definierter Zeitdauer und Amplitude mittels Laufzeitketten erzeugt (Zeitdauer der Impulse =  $t_1$ ).

Über einen Hochspannungstransformator und einen Gleichrichter wird die erforderliche hohe Gleichspannung von etwa 15 kV bereitgestellt. Diese, nach Zeitdauer, Abstand und Amplitude genau festgelegten Rechteckimpulse steuern einen Hochfrequenz-Generator (Magnetron) an. Im Magnetron werden Elektronen emittiert und durch ein elektrisches und magnetisches Feld in ihrer Dichte gruppiert. Diese "Elektronenwolken" rotieren als Raumladung auf zykloidenförmigen Bahnen im Innern des Magnetrons und erregen dabei die dort vorhandenen Resonatoren. Das erzeugte extrem hochfrequente Wechselfeld wird über eine Koppelschleife abgenommen und über Hohlleiter zur Antenne gegeben.

Die Umschaltung der Antenne von Sendung auf Empfang und umgekehrt wird durch einen sogenannten Duplexer besorgt. Dieser Umschalter hat die Aufgabe, bei Abstrahlung der hochfrequenten Energie den Empfängereingang (Mischdioden) vor der Zerstörung zu bewahren und beim Empfang eine Abzweigung der ohnehin sehr geringen Empfangsenergie in den Sendetrakt zu verhindern. Der Empfängereingang wird im Regime "Sendung" durch die Nullode zusätzlich geschützt, da diese beim Erreichen eines bestimmten Pegels zündet und damit den Eingang kurzschließt. Durch die Antenne wird die Energie gebündelt (Antennengewinn), gemäß der Richtcharakteristik "cos<sup>2</sup>-Diagramm" ausgesandt, die reflektierten Signale aufgenommen und zum Empfängstrakt weitergeleitet. Der Vorteil des "cos<sup>2</sup>-Diagramms" besteht darin, daß weiter entfernte liegende Objekte mit mehr HF-Energie beaufschlagt werden als dichter zum Sender liegende Objekte. Dadurch ist am Empfängereingang eine nahezu gleiche Echointensität vorhanden (s. Abb. "cos<sup>2</sup>-Diagramm").

Das empfangene Signal wird mit der hochfrequenten Spannung eines Oszillators im Zentimeterwellenbereich (Klystron) gemischt (Klystron: SHF-Generator, dessen Frequenz mühelos durch Änderung der Reflektorspannung beeinflusst werden kann. Die zur Erregung des Resonators erforderliche Elektronengruppierung wird durch Reflexion der Elektronen an einer entsprechend vorgespannten Elektrode-Reflektor erreicht.). Die gebildete Zwischenfrequenz von 30 MHz wird in einem Videoverstärker mit einer Bandbreite von etwa 5 MHz weiterverarbeitet. Um auf dem Bildschirm eine reale Darstellung der ausgestrahlten Objekte zu erhalten, werden die naheliegenden Ziele durch eine zeitabhängige Verstärkungsregelung der Stufen des ZF-Verstärkers unterdrückt. (Diese künstliche Unterdrückung der Echointensität erfolgt bis zu einer Entfernung von etwa 15 km.).

Damit die ZF stets dem Normwert entspricht, d.h. die Verstärkung der Signale stets maximal erfolgt, wird die Klystronfrequenz automatisch mittels einer AFN-Schaltung nachgeregelt. Die gebildete ZF-Spannung wird innerhalb eines Regelkreises in einem Diskriminator mit dem Sollwert verglichen. Am Ausgang des Diskriminators wird eine Spannung abgenommen, deren Amplitude der Größe der Abweichung und deren Polarität der Richtung der Abweichung vom Sollwert entspricht. Diese Spannung wird auf den Reflektor des Klystrons gegeben und regelt somit die Arbeitsfrequenz dieses Bauelementes nach, bis die Fehlerspannung gleich Null geworden ist. Die bei der Demodulation gewonnenen Videoimpulse werden auf das Gitter der Bildröhre gegeben und bewirken hier eine Helltastung der Echosignale. Damit die Abbildung winkeltreu erfolgt, muß die Abtastlinie synchron mit der Richtantenne geschwenkt werden. Dazu werden in einem Drehrafo, der mit der Antenne mechanisch verbunden ist, in einem rechtwinkligen Spulensystem Spannungen induziert, die einen sinusförmigen bzw. cosinusförmigen Verlauf haben.

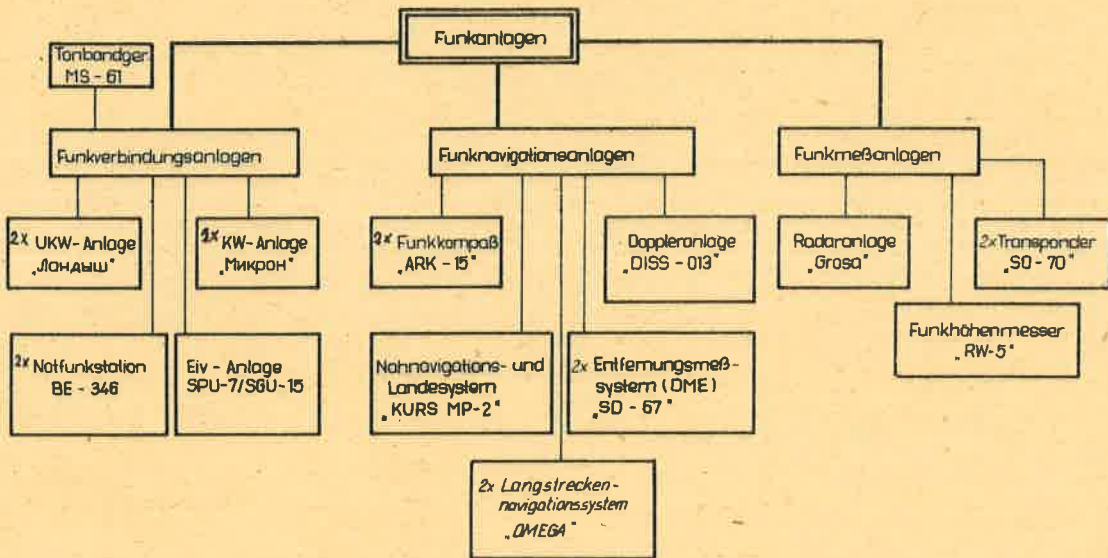
Über ein Selsynsystem werden diese Spannungen zum Ablenkensystem übertragen und bewirken hier eine entsprechende winkeltreue Darstellung der Echosignale.

Synchron mit der Aussendung des Sendeimpulses wird ein Ablenkgenerator angesteuert, der einen sägezahnförmigen Impuls auf die Ablenkspulen der Bildröhre gibt. Dieser Impuls bewirkt die Auslenkung des Elektronenstrahls von der Mitte zum Rand des Schirmes und zurück.

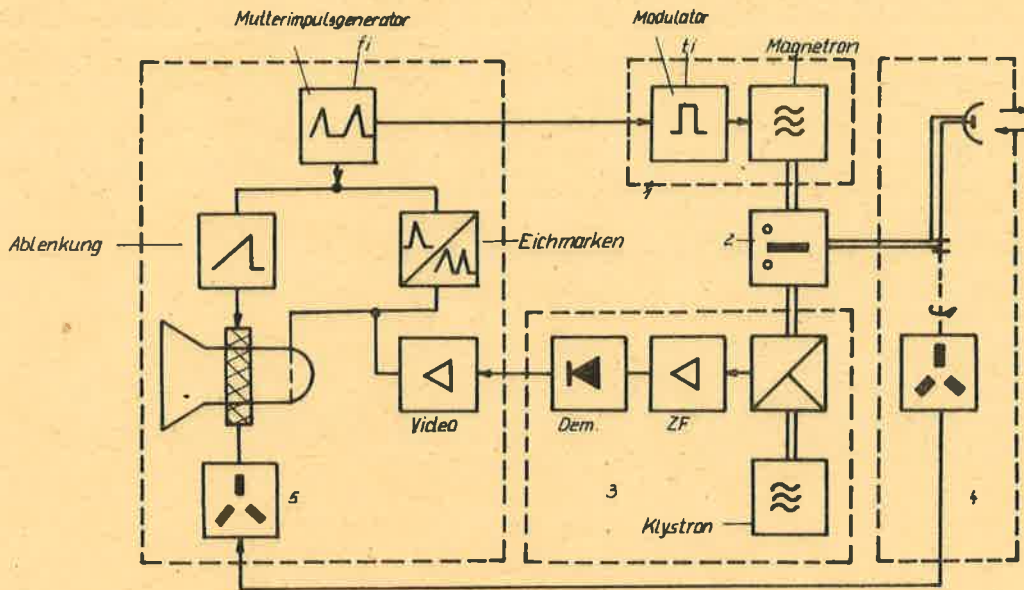
Durch Änderung der Induktivität der Ablenkspulen (Umschaltung von Maßstabdrosseln) kann die Zeitdauer des Sägezahnimpulses verändert, d.h. ein anderer Maßstab eingeschaltet werden. Durch einen rechteckförmigen Helltastimpuls wird der Hinlauf der Auslenkung gemäß eingestellter Grundhelligkeit hell getastet und der Rücklauf dunkel getastet.

Ein Eichmarkengenerator erzeugt Eichmarken, die auf dem Bildschirm gemäß eingestellten Maßstab bestimmte Entfernungsringe hervorrufen.

Einteilung IL-62



Impulsradaranlage



- 1- Sender      2- Duplexer      3- Empfänger      4- Antenne      5- Sichtgerät

## Radaranlage GROSA (IL-62, TU-134/A)

### 1. Verwendung

Die Funkmeßanlage "Grosa" ist ein unifiziertes Gerät und in den entsprechenden Ausrüstungsvarianten zum Einbau in alle Typen von Zivilflugzeugen bestimmt. Sie gewährleistet eine Funkmeßabtastung der Erdoberfläche, die Feststellung für den Flug gefährlicher Hindernisse (Berge, Gewitter, starke Regenwolken-schichten) und die Messung des Abdriftwinkels.

### 2. Hauptblöcke der Anlage und ihre wichtigsten Aufgaben

(s. Abb. "Blockschaltbild"; Angaben vor dem Schrägstrich beziehen sich auf die TU-134/A, nach dem Schrägstrich auf die IL-62)

#### 2.1. Antennenblock (Block: 1U/1B)

Abstrahlung von HF-Impulsen ("cos $\epsilon$ <sup>2</sup>" - und "Hindernisdigramm") im 3 cm-Bereich und Empfang der reflektierten Signale, Schwenkung des Strahls im Azimut, Verstellung des Strahls in Längsrichtung, Zerlegung der Ablenkspannung in Abhängigkeit vom jeweiligen Azimutwinkel in Sinus- und Kosinuskomponenten, Kreiselstabilisierung des Strahles in horizontaler Ebene.

#### 2.2. Sender-Empfänger-Block (Block: 1x2B/2x2B)

Erzeugung leistungsstarker HF-Sendeimpulse; Bildung, Verstärkung und Demodulation von ZF-Impulsen, automatische Abstimmung der Frequenz des Lokaloszillators, zeitweise automatische Verstärkungsregelung des Empfängers (System "WARU").

#### 2.3. Sichtgerät mit Bedienteil (Block: 4 W/4W)

Verstärkung der Videosignale, Erzeugung einer radialen Abtastung mit fünf Maßstäben und der Entfernungsmarken, Helligkeitsregelung von Zielen und E-Marken; Bildung von "Iso-Echo"-Signalen, Einschaltung der Anlage, Umschalten der Betriebsarten und der Abtastmaßstäbe, manuelle Bedienung der Antenne entsprechend nach Azimut (Regime "Abdrift") und Neigung.

Hinweis: In der "IL-62" ist noch ein 2. Sichtgerät für die Piloten (Typ: 4-DW) vorhanden. In der "TU-134/A" befindet sich dafür ein Äquivalent (Block 35).

#### 2.4. Stabilisierungs- und Steuerblock; Block 7S

Erzeugung von Wechsellspannungen, die proportional der Querneigung  $\gamma$  und der Längsneigung  $\theta$  sind; Summierung dieser Signale mit dem Signal  $\beta$  der manuellen Antennenneigung, Bildung und Verstärkung entsprechender Signale, die die Antenne in Abhängigkeit vom jeweiligen Azimutwinkel in horizontaler Ebene stabilisieren.

#### 2.5. Korrekturblock 28S (Rechner) - nur IL-62

Verbindung der Radaranlage mit dem Navigationsrechner NW-PB zwecks Bildung der Azimut- und Entfernungsmarke ("KUO" und "DN"), bei Korrekturbetrieb des Rechners.

#### 2.6. Hohlleiterumschalter (Block 47) - nur IL-62

Umschaltung des Hohlleitertrakts vom Sender-Empfänger-Block "Haupt" auf "Reserve".

#### 2.7. Hohlleitertrakt mit Meßsektion (32-134/32-62)

#### 2.8. Verbindungskasten; Block 40

#### 2.9. Umschaltblock (Block 17)

### 3. Bedienung (s. Abb. "Bedienpult")

Die Anlage wird mittels der Sicherungen:

- ASF: RLS-Speisung (3 x 3A), 115 V - Tafel des Funkers
- ASS: "RLS" (5A) an der 27 V-Tafel beim Navigator  
bordseitig eingeschaltet.

Am Sichtgerät befinden sich folgende Bedienorgane:

- die Schalter "RLS" und "AUS" zum Ein- und Ausschalten der Anlage;
- der Betriebsartenschalter mit den Stellungen: "Bereitschaft" (ГОТОВ), "Boden" (ЗЕМЛЯ), "Wetter" (МЕТЕО), "Kontur" (КОНТУР) und "Abdrift" (ЧОС);
- der Maßstabschalter mit den Stellungen "30" (0-30 km, E-Marken alle 10 km); "50" (0-50 km, E-Marken alle 10 km); "125" (0-125 km, E-Marken alle 25 km); "250 km" (0-250 km, E-Marken alle 50 km); "375" (200 - 375 km, E-Marken alle 50 km);
- der Bedienknopf "Frequenz" (ЧАСТОТА) für die Einregulierung des automatischen Abstimmsystems. (Durch langsames Drehen des Knopfes von links nach rechts wird die Arbeitsfrequenz des Lokaloszillators im S-E-Block geändert, bis das System fängt, d.h. auch ein optimales Bild der Echosignale vorhanden ist.)

- der Bedienknopf "Neigung" (НАКЛОН) für die manuelle Neigung des Antennenstrahls um  $\pm 10^\circ$ ;
- die Taster "▲" für die manuelle Betätigung der Azimutverlagerung der Antenne in der Betriebsart "Abdrift" (in der Betriebsart "Abdrift" kann mit dem Bedienknopf "Kontrast" die Geschwindigkeit der Azimutbewegung der Antenne bei Betätigung der Tasten "▲" geändert werden);
- die Bedienknöpfe "Helligkeit" (ЯРКОСТЬ), "Kontrast" (КОНТРАСТ) und "Marken" (МЕТКИ) dienen zur Regelung der Bildqualität und der E-Marken auf dem Bildschirm des Navigators.

#### 4. Beschreibung der Betriebsarten

##### 4.1. Regime "Vorbereitung"

Aufschaltung aller Speisespannungen, aber keine Hochspannung; Antenne schwenkt nicht; der Modulator und die 1. Stufe des ZF-Vorverstärkers besitzen noch keine Arbeitsspannungen.

##### 4.2. Regime "Erde"

In den Maßstäben "30", "50" und "125" wird nur ein "cosec<sup>2</sup>-Diagramm" (Fächerform in der vertikalen und Keulenform in der horizontalen Ebene; Gewährleistung einer nahezu gleichen Echointensität im gesamten Entfernungsbereich der Abtastung), im Maßstab "250" dagegen abwechselnd ein cosec<sup>2</sup>-Diagramm und ein Hindernisdiagramm je nach Schwenkphase der Antenne ausgesendet (der äußere oder innere Teil des Antennenspiegels wird entsprechend der Polarisierung der ausgesandten elektromagnetischen Welle abwechselnd wirksam).

Im Maßstab "375" (Abtastbereich von 200 bis 350 ... 400 km) wird der Strahl mit Hindernischarakteristik ausgesandt. Durch Bedienung des Reglers "Kontrast" wird die Amplitudencharakteristik des Dreiton-Videoverstärkers (s. Abb. "Verstärkungscharakteristiken") derart beeinflusst, daß bestimmte Objekte aus dem allgemeinen Hintergrund herausgesondert werden können (insgesamt dient dieser Verstärker dazu, verschieden starke Ziele mit unterschiedlicher Helligkeit auf dem Schirm darzustellen und Einzelziele besser erkennen zu können).

In dieser Betriebsart wird die Schaltung zur automatischen Verstärkungsregelung (BAPV) angewendet. Diese Schaltung erzeugt einen negativen Impuls, dessen Vorderflanke zeitlich mit dem Sendepuls zusammenfällt und dessen Rückflanke sich in einer nahezu quadratischen Funktion mit der Entfernung, d.h. damit der Zeit ändert:

Dieser Impuls wird auf die Transistoren des ZF-Verstärkers gegeben und gewährleistet somit eine zeitabhängige Verstärkungsregelung. Auf diese Weise wird bei geringen Entfernungen (große Echosignale) die Verstärkung stark herabgesetzt und bei großen Entfernungen (kleine Echosignale) dagegen stark vergrößert. Dadurch bleibt die Echo-Signalamplitude am Empfänger-ausgang nahezu konstant. Die Schaltung wirkt auf eine Entfernung von 0 bis etwa 15 km.

##### 4.3. Regime "Wetter"

System BAPV ist wirksam; in allen Maßstäben wird das Hindernisdiagramm abgestrahlt; der Videoverstärker besitzt eine lineare Verstärkungscharakteristik (s. Abb. "Verstärkungscharakteristiken"); der Kontrastregler ist nicht wirksam, da die Regelung an diesem Regime abgeschaltet ist.

##### 4.4. Regime "Kontur"

Arbeitsprinzip wie im Regime "Wetter", lediglich die Verstärkungscharakteristik im Videoverstärker hat den in der Abbildung dargestellten Verlauf (die von Gebieten aktiver Gewittertätigkeit und erhöhter Turbulenz reflektierten Echosignale überschreiten einen vorgegebenen Pegel - hier etwa 1 V - und werden nicht verstärkt, wodurch diese Zonen auf dem Bildschirm dunkel erscheinen).

##### 4.5. Regime "Abdrift"

Die Echosignale werden durch das Spektrum der Dopplerfrequenzen moduliert. Durch Überlagerung der Frequenzen, die von verschiedenen Hindernissen reflektiert werden, entsteht eine Schwebung, die sich auf dem Bildschirm als Helligkeitsmodulation des Elektronenstrahls auswirkt.

Liegt die angestrahlte Fläche symmetrisch zur Weglinie des Flugzeuges, so hat diese Schwebungsfrequenz auf Grund von Symmetriebedingungen ein Minimum. Die Stellung der Antenne, bei der dieses Minimum auftritt, entspricht der tatsächlichen Weglinie des Flugzeuges. In dieser Betriebsart wird die Azimutabtastung der Antenne abgeschaltet. Die azimutale Verlagerung erfolgt durch Betätigung der Tasten "▲". Die Geschwindigkeit der Verlagerung kann mit dem Regler "Kontrast" eingestellt werden (dabei wird die Steuerspannung des Motors M 1 entsprechend geändert). Bei den Regimen "Vorbereitung" und "Abdrift" wird die Spannung für die Steuerwicklung des Azimutmotors über die Tasten am Sichtgerät und dem Regler "Kontrast" gegeben. Die Antenne kann dadurch genau und mit veränderbarer Geschwindigkeit in beliebige Azimutstellungen gebracht werden. Bei losgelassenen Tasten wird an die Steuerwicklung eine Gleichspannung von + 27 V gegeben, wodurch die Antenne gebremst und sicher fixiert wird.

#### 5. Technische Daten

Reichweite (Gelände):	150 km
Reichweite (große Städte):	300 km
Reichweite (Gewitter mittlerer Intensität):	200 km

Sektor der Azimutsteuerung:	$\pm 100^\circ$
Schwenkfrequenz:	$10 \pm 3 \text{ min}^{-1}$
Sendefrequenz:	$(9370 \pm 30) \text{ MHz}$
Impulsleistung:	$\geq 9 \text{ kW}$
Impulsdauer:	$(3,5 \pm 0,5) \mu\text{s}$
Impulsfolgefrequenz:	$400 \text{ Hz} \begin{matrix} +7 \\ -5 \end{matrix} \%$
Hochspannung mit Sichtgerät:	17 kV
Impulsamplitude:	7,5 kV
Empfängerempfindlichkeit:	100 dB (bezogen auf 1 mW)
Breite des Richtdiagramms in horizontaler Ebene:	$3^\circ$

Kreiselstabilisierung arbeitet bei folgenden Winkeln (vorzeichenbehaftete Summe aus dem Längsneigungswinkel  $\Theta$  des Flugzeuges und dem Handneigungswinkel  $\beta$ )

Querneigungswinkel  $\gamma$

$0^\circ$	$20^\circ$
$4^\circ$	$20^\circ$
$6^\circ$	$20^\circ$
$10^\circ$	$17^\circ$

Gewicht der Anlage insgesamt:	52 kg
Stromaufnahme:	$115 \text{ V} \pm 5 \%, 400 \begin{matrix} +20 \\ -40 \end{matrix} \text{ Hz}: \leq 390 \text{ VA}$ $27 \text{ V} \pm 10 \%, \leq 90 \text{ W}$ $36 \text{ V} \pm 10 \%, 400 \text{ Hz} \pm 10 \% \leq 17 \text{ VA}$ in jeder Phase.

## 6. Hinweise zur Bedienung

- 6.1. Die Vorwärmzeit von 3 bis 5 Minuten wird von der Anlage automatisch (Zeitschaltung) eingehalten. Nach dem Vorwärmen kann aus der Stellung "Bereitschaft" sofort eine beliebige Betriebsart eingeschaltet werden.
- 6.2. Bei der Abtastung im Bereich "30" müssen drei, in den Bereichen "50", "125" und "250" fünf und im Bereich "375" drei oder vier Maßstabringe vorhanden sein (abhängig von der Netzfrequenz).
- 6.3. Wenn beim langsamen Drehen des Reglers "Frequenz" im Uhrzeigersinn bis zum Anschlag keine Echosignale erscheinen, wird die Betriebsart "Bereitschaft" eingestellt und der Frequenzregler zurückgedreht. Dann wieder die Betriebsart "Boden" einstellen und den Frequenzregler erneut betätigen.
- 6.4. Bei Einschaltung der Reservestabilisierung am Kippschalter "Reserve - Stabilisierung" wird die Antenne auf die Flugzeugachsen fixiert. Die Handneigung arbeitet normal. Der Schalter befindet sich an der Gerätetafel des Navigators rechts oben.
- 6.5. In der Betriebsart "Wetter" muß ca. 30 s nach dem Einschalten ein Radarbild vorhanden sein. Der Empfänger arbeitet mit automatischem Suchsystem. Der Regler "Frequenz" am Hauptsichtgerät ist in diesem Regime unwirksam. In allen Maßstabbereichen ist der lineare Videoverstärker eingeschaltet.
- 6.6. Beim Betätigen des Kippschalters "Haupt - Reserve - Sender/Empfänger" wird während der Umschaltzeit des Hohlleiterumschalters die Hochspannung abgeschaltet. Nach dem Zuschalten der Hochspannung des Reserve - Sende/Empfängers (vorhandener Elektronenstrahl auf dem Sichtgerät) darf die Qualität des Bildes nicht wesentlich schlechter sein. Der Schalter befindet sich an der Gerätetafel des Navigators rechts oben.

## 7. Einbauorte

### 7.1. TU-134/A

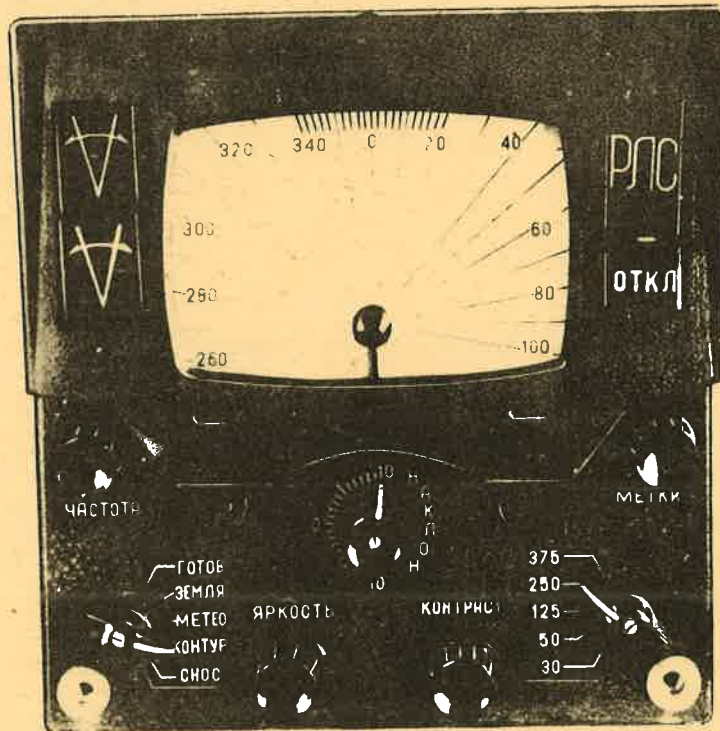
Mit Ausnahme des Antennenblockes sind alle Blöcke in der druckdichten Kabine des Flugzeuges untergebracht. Der Antennenblock und ein Teil des Hohlleitertraktes befinden sich in der nichtdruckdichten funkwelldurchlässigen Bugverkleidung. Die Blöcke 2B und 7S sind auf einem gemeinsamen Montagerahmen im unteren Bugteil des technischen Geräteraumes vor der Kabine der Besatzung befestigt. In der gleichen Gerätezeile ist der Block 35 sowie der Block 40 untergebracht. Das Sichtgerät ist im mittleren Teil der Gerätetafel zwischen den Sitzen des ersten und zweiten Flugzeugführers angeordnet. Der Sendeempfangsblock wird von einem speziellen Lüftermotor gekühlt. Der Motor wird gleichzeitig mit der Funkmeßanlage eingeschaltet. Die Anlage ist über die Quer- und Längsneigungswinkel über dem Verbindungskasten mit dem Kreiselgeber AGD-1 des Flugzeuges verbunden.



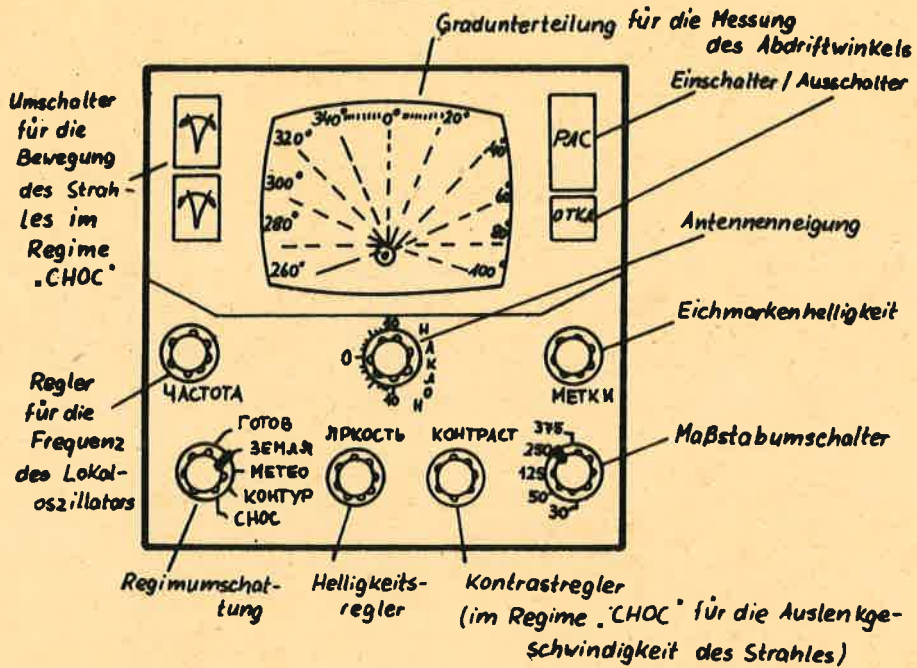
7.2. IL-62

- |  |   |
|--|---|
| - Sende-Empfangsblock (2x2B)/Haupt:<br>und Reserve | Gerätegestell, Spant 10<br>Cockpit rechts unten |
| - Hohlleiterumschalter (47):                       | " " "   |
| - Korrekturblock (28S):                            | " " "   |
| - Stabilisierungsblock (7S):                       | " " "   |
| - Verbindungskasten (40):                          | " " "   |
| - Umschaltkasten:                                  | " " "   |
| - Hauptsichtgerät mit Bedienteil (4W):             | Navi-Platz                                      |
| - Zusatzsichtgerät (Piloten: 4-DW):                | zwischen 1. und 2. Piloten                      |

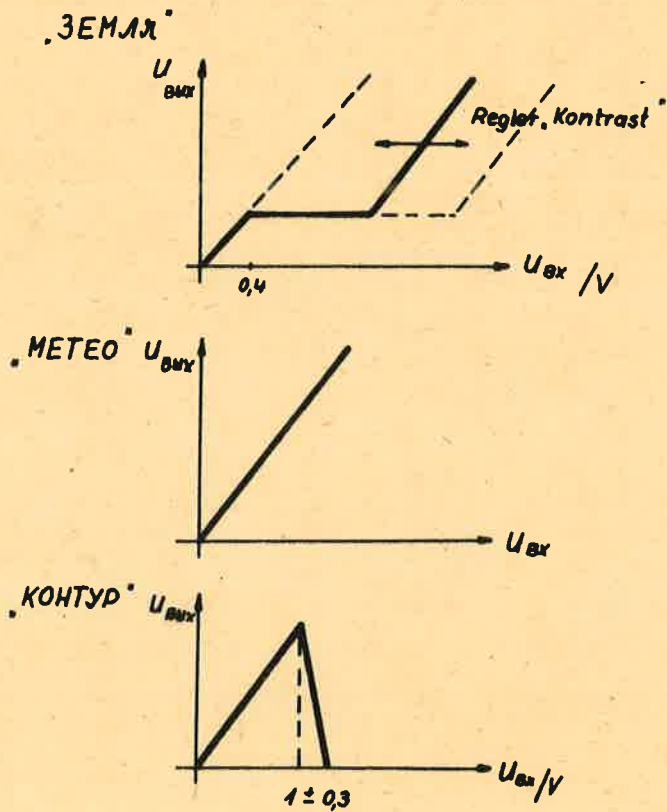
Die Anlage ist mit dem Flugzeugkreisel "ZGW-10P" (rechts) zur Antennenstabilisierung verbunden.



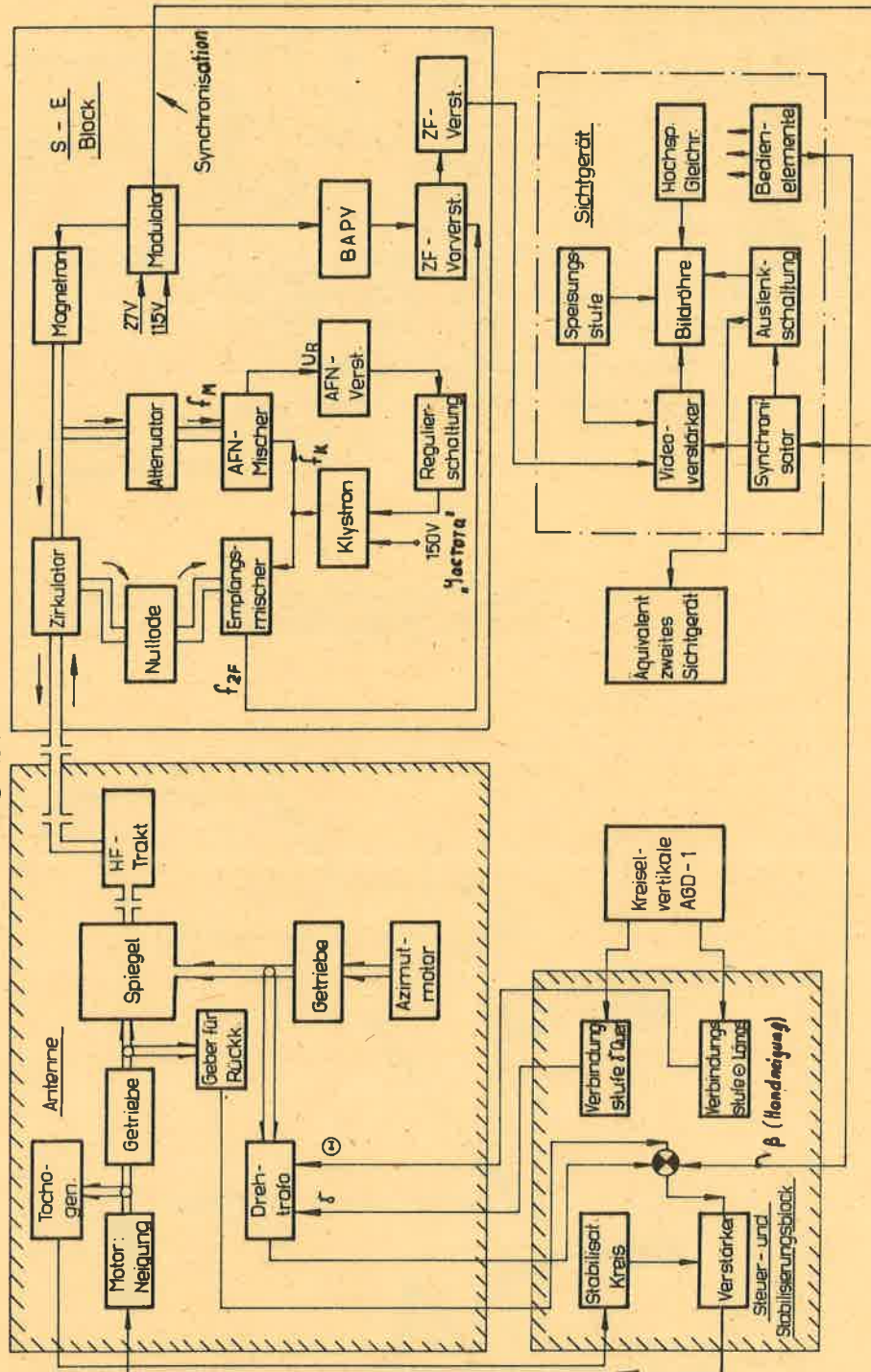
### Bedienpult

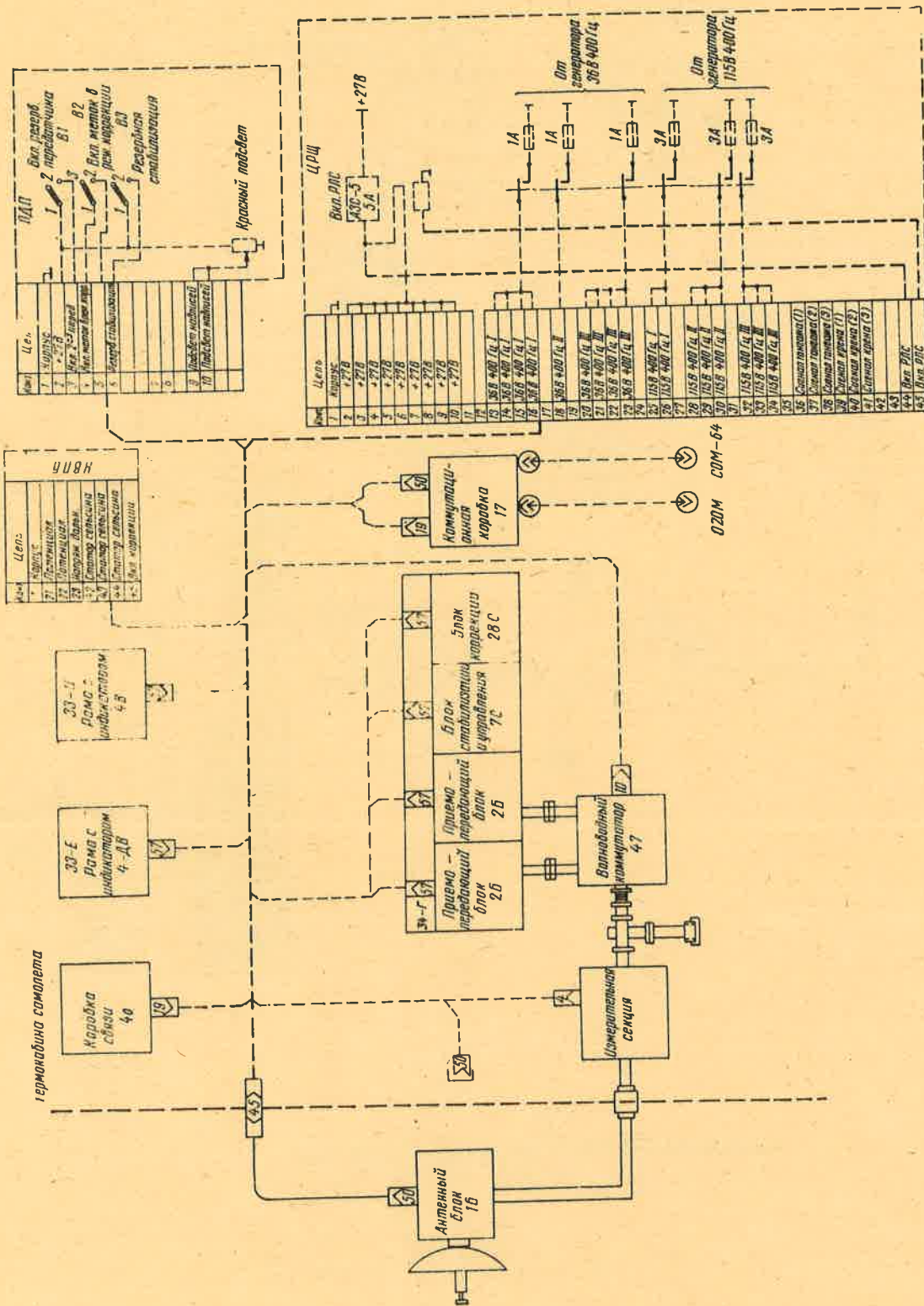


### Amplitudencharakteristik des Videoverstärkers bei Arbeit in den Regimen

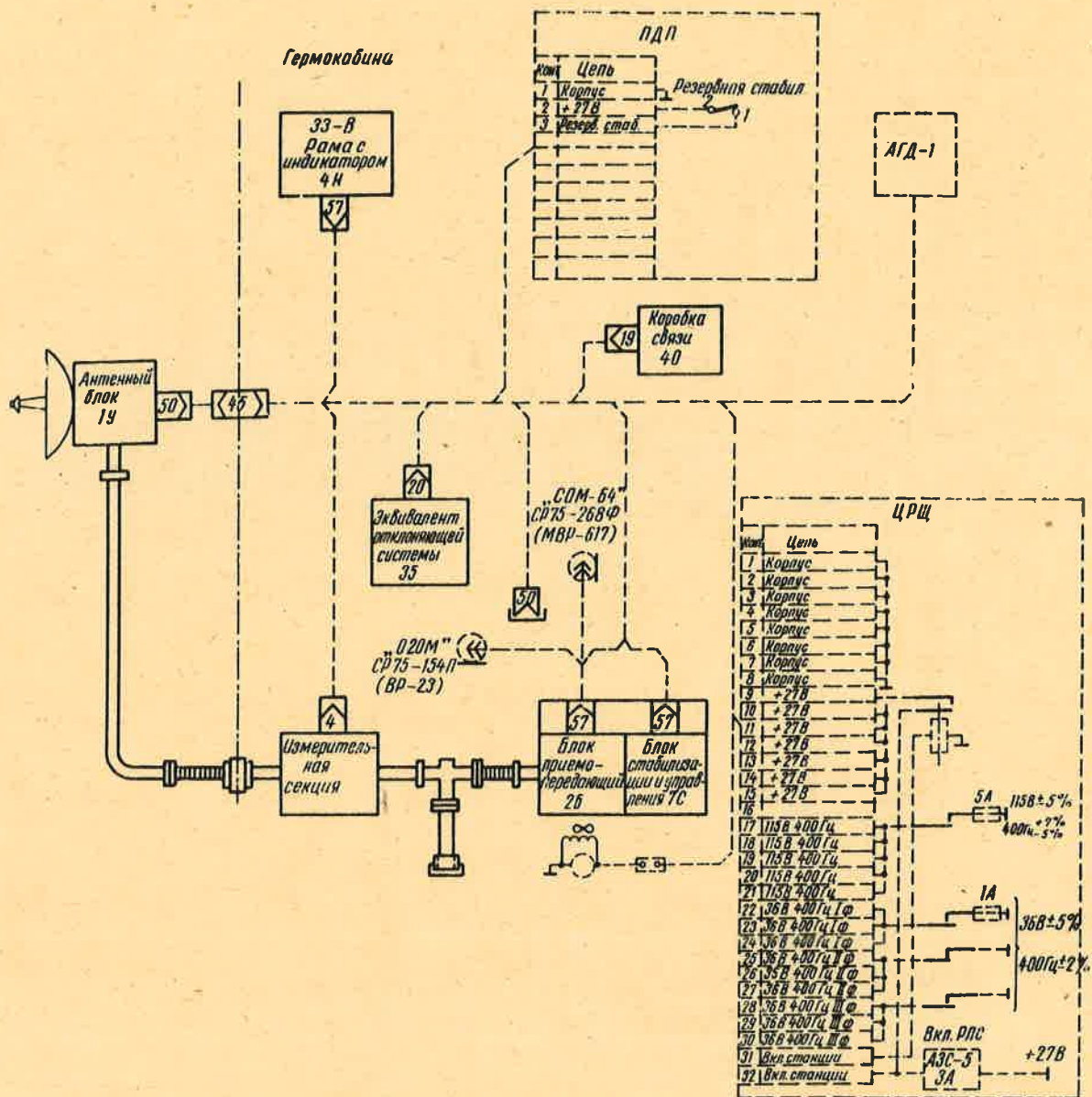


Blockschaltbild „Grosa“  
TU 134 A





Blockschaltbild der Funkbeanlage "GROSA 62"



Blockschaltbild der Funkmeßanlage "GROSA 134"

## Radaranlage ROS-1 (TU-134)

### 1. Verwendung

- Radarabtastung der Erdoberfläche
- Ortung von Gewitterfronten
- Messung des Abdriftwinkels.

### 2. Bestandteile (Aufgaben der Blöcke)

#### 2.1. Antenne

Abstrahlung der HF-Energie, Empfang der von den Objekten reflektierten Energie.

#### 2.2. Sender - Empfänger

Erzeugung von starken elektromagnetischen HF-Impulsen, Umschaltung der Antenne von Sendung auf Empfang und umgekehrt, Erzeugung von Sperrimpulsen für den Transponder, Formierung von Synchronisierungsimpulsen, die mit den HF-Sende-Impulsen zeitlich zusammenfallen und die Arbeitstakte der Anlage steuern, Bildung von ZF-Impulsen und deren Vorverstärkung.

#### 2.3. Sichtgerät

Radardarstellung des Geländes, der Gewitterfronten und der Hindernisse (Berge, Flugzeuge).

#### 2.4. Elektronikblock

Hauptverstärkung und Demodulation der ZF, Erzeugung der Steuerspannung für die AFN, Steuerung der Auslenkung des Elektronenstrahles, Formierung der Azimutmarke, Bildung der Maßstabmarken und der Synchronisierungsimpulse für die verzögerte Auslenkung.

#### 2.5. Bedienpult

Anlegung der Arbeitsspannungen, Umschaltung der elektrischen Kreise der Anlage, Kontrolle der wichtigsten Spannungen und Ströme (s. Erläuterung der Bedienelemente).

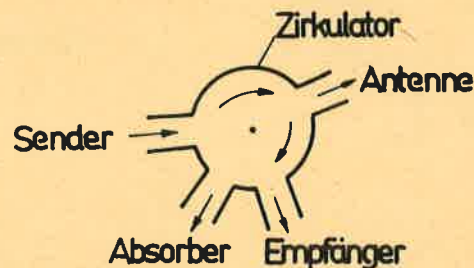
#### 2.6. Stromversorgung/Verteilerkasten

Versorgung der Anlage mit den wichtigsten Arbeitsspannungen, Gewährleistung der Verbindung der Blöcke untereinander.

### 3. Arbeitsprinzip

Im Magnetmodulator der Anlage werden aus der Bordspannung 115V/400 Hz Steuerimpulse für das Magnetron sowie die Synchronisierungsimpulse gewonnen. Diese Synchronisierungsimpulse synchronisieren die Schaltung zur Erzeugung der Auslenkimpulse und der Maßstabmarken (Elektronikblock).

Die vom Magnetron erzeugten HF-Impulse mit exakter Folgefrequenz, Zeitdauer und Amplitude gelangen über einen Ferritzirkulator (Sende-Empfangs-Umschalter) zur Antenne.



Im Moment der Aussendung der starken HF-Impulse zündet die ionisierte Gasstrecke einer Sperröhre (Nullode), wodurch der Empfängereingang kurzgeschlossen und damit die Kristallmischstufe vor der Zerstörung bewahrt wird. Die reflektierten HF-Signale gelangen über den Zirkulator und die Nullode zur Mischstufe. Die in dieser Stufe mittels der Klystronschwingung nach dem Gesetz:

$$f_{ZF} = f_{Klystron} - f_{Magnetron} = 30 \text{ MHz} = \text{Konst.}$$

erzeugte ZF wird in 2 gesonderten ZF-Verstärkern verstärkt und über einen Dreitonvideoverstärker zur Elektronenstrahlröhre des Sichtgerätes geleitet. Um die ZF stets trotz Abwanderung der Magnetronfrequenz (Temperaturänderungen!) konstant zu halten, ist eine AFN-Schaltung in der Anlage vorhanden.

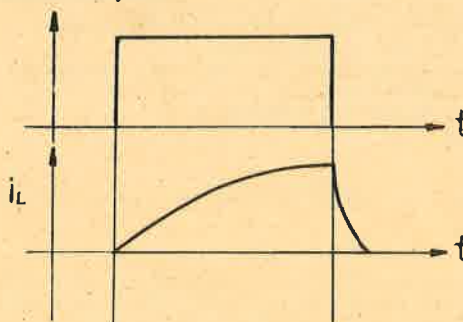
Ein Teil der HF-Sendeenergie des Magnetrons wird über ein Dämpfungsglied auf die Mischstufe der AFN gegeben. Hier erfolgt die Mischung mit der Schwingung des Klystrons. Vom Ausgang dieser Mischstufe gelangt die gebildete ZF über den ZF-Verstärker der AFN zu einem Diskriminator.

Der Diskriminator erzeugt ein Fehlersignal, das der Abweichung der ZF vom Sollwert proportional ist. Dieses Fehlersignal wird nach entsprechender Verstärkung auf den Reflektor des Klystrons gegeben und verändert die Frequenz derart, daß die Abweichung vom Nennwert gleich Null wird.

Die Synchronisierimpulse der Auslenkung steuern einen monostabilen Multivibrator an. Dieser Multivibrator erzeugt Impulse, deren Zeitdauer dem eingestellten Maßstab entspricht und die über die Maßstabdrossel und die Diodenfixierbrücken auf den Rotor des Antennendrehtrafos gegeben werden. Dieser Drehtrafo dreht sich synchron mit der Antenne.

Bedingt durch den rechteckförmigen Auslenkimpuls fließt in der Rotorwicklung ein sägezahnförmiger (Annäherung an e-Funktion) Strom  $i_L$  (Schaltvorgang an einer Induktivität).

Auslenkimpuls



In den Statorwicklungen des Drehtrafos und in den an ihn angeschlossenen Ablenkspulen des Sichtgerätes fließen daher ebenfalls Sägezahnströme.

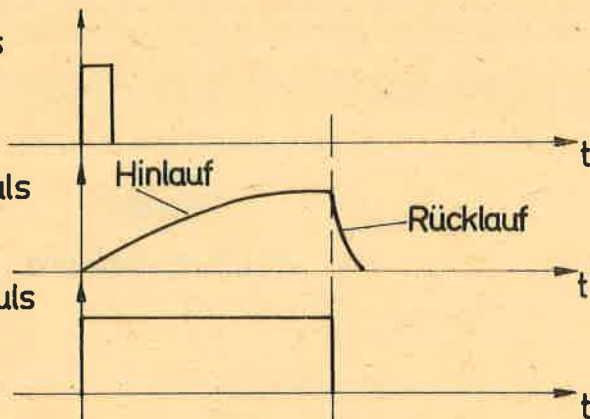
Durch das senkrechte Zueinanderstehen der beiden Statorwicklungen verändert sich die Amplitude der Ströme beim Drehen der Antenne nach dem Sinus- und Cosinusgesetz.

Durch diese funktionelle Abhängigkeit und die Phasenverschiebung von  $90^\circ$  zueinander, entsteht auf dem Schirm die radiale Kreisauslenkung ( $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 = \text{Radius des Schirmes}$ ). Die Aufhellimpulse halten den Elektronenstrahl während des "Hinlaufs" auf dem Schirm auf und tasten ihn während des "Rücklaufs" dunkel.

Sendeimpuls

Ablenkimpuls

Helltastimpuls



Durch eine zeitliche Verzögerung des Ablenkimpulses gegenüber dem Sendepuls kann ein bestimmter Abschnitt der Erdoberfläche auf dem Schirm vergrößert dargestellt werden, bzw. die Entfernung bei der Abtastung vergrößert werden.

Der Steuertrigger der Formierungsschaltung für die Maßstabmarken steuert Multivibratoren für die Bereitstellung von 10-km-Marken und 50-km-Marken an.

Die Anlage benötigt als Arbeitsspannungen 115 V/400 Hz und 27 V.

Da die Antenne nicht stabilisiert ist, wird beim Kurvenflug die Radardarstellung des Geländes verzerrt.

#### 4. Anordnung der Bedienungs- und Regeleinrichtungen (s. Abb. "Bedienpult")

##### 4.1. Am Bedienungspult der Anlage befinden sich folgende Bedieneinrichtungen:

- |   |  |
|---|--|
| "Stromversorgung"-<br>(ПИТАНИЕ)                 | - Kippschalter, mit dem die Anlage eingeschaltet wird (27 V Gleichstrom, +115 V/400 Hz Wechselstrom).  |
| "Sender"<br>(ПЕРЕДАТ.)                          | - Kippschalter, durch dessen Einschalten die Wechselspannung von 115 V/400 Hz an den Modulator des Senders angelegt wird.  |
| "Maßstab"<br>(МАСШТАБ)                          | - schaltet die Maßstäbe um, hat vier Stellungen "20", "55", "110", "200".  |
| "Verzögerung"<br>(ЗАДЕРЖКА)                     | - Umschalter für die Verzögerung des Auslenkbeginns, hat drei Stellungen "0", "30", "160".   |
| "Antennenneigung"<br>(НАКЛОН АНТ.)              | - Kippschalter zur Steuerung des Motors der Antennenneigung mit drei Stellungen: neutrale Mittelstellung, zwei Randstellungen "oben" - "unten".  |
| "Antennendrehung"<br>(ВРАЩ. АНТ.)               | - Kippschalter, mit dem Antenne eingeschaltet wird, wenn sie sich nach Azimut drehen soll. In der Stellung "von Hand" ("РУЧН.") erfolgt die Antennendrehung beim Einschalten des Kippschalters "nach links" - "nach rechts". |
| "Nach links" (ВЛЕВО)<br>"nach rechts"(ВПРАВО)   | - Kippschalter, mit dem der Drehsinn der Antenne bei Handsteuerung umgeschaltet wird.  |
| "AFN" - "HFN"<br>( АПЧ - ППЧ )                  | - Kippschalter zum Einschalten der AFN   |
| "Abstimmung"<br>(НАСТРОЙКА)                     | - Stellknopf für die Handnachregelung der Frequenz des Klystronoszillators.  |
| "Empfängerverstärkung"<br>( УСИЛЕНИЕ ПРИЕМНИКА) | - Stellknopf zur Regelung der Verstärkung des Empfangskanals der Anlage.   |
| "Aufhellung"<br>( ПОДСВЕТ )                     | - Stellknopf zur Regelung der Helligkeit der Skala am Bedienpult.  |
| "Geschwindigkeit von<br>Hand"<br>(СКОР. РУЧН.)  | - Stellknopf zur Regelung der Antennendrehzahl bei Azimut für die Handsteuerung.   |
| "Funkfeuer"<br>(МАЯК )                          | - Kippschalter zum Einschalten des Empfängers des Antwortfunkfeuers.   |

Der Umschalter des Prüf- und Meßgerätes ermöglicht die aufeinanderfolgende Kontrolle der wichtigsten Speisespannungen und der Parameter der Anlage mit Hilfe eines Prüfgerätes.

##### 4.2. Am Sichtgerät befinden sich folgende Bedien- und Regeleinrichtungen:

- |   |  |
|---|--|
| "Helligkeit des Bild-<br>schirms"<br>(ЯРКОСТЬ ЭКРАНА) | - Stellknopf, mit dem die Helligkeit des Elektronenstrahls am Sichtgerät eingestellt wird.                                       |
| "Helligkeit der Marken"<br>(ЯРКОСТЬ МЕТОК)            | - Stellknopf, mit dem die Helligkeit der Maßstabmarken auf dem Schirm des Sichtgerätes eingestellt wird.                         |
| "Skalenaufhellung"<br>(ПОДСВЕТ ШКАЛЫ)                 | - Stellknopf, mit dem die Helligkeit der Azimutskala des Sichtgerätes eingestellt wird.  |
| "Rauschen"<br>(ФОН)                                   | - Stellknopf, mit dem der Rauschpegel auf dem Schirm des Sichtgerätes geregelt wird.   |
| "Deutlichmachung"<br>(ВЫДЕЛЕНИЕ)                      | - Stellknopf, mit dem die Helligkeit der Marken einzelner Objekte aus dem Gelände auf dem Schirm des Sichtgerätes geregelt wird. |
| "Skala"<br>(ШКАЛА)                                    | - Stellknopf, mit dem die Azimutskala des Sichtgerätes mechanisch gedreht wird.  |
| "Visier"<br>(ВИЗИР)                                   | - Stellknopf, mit dem die Visierlinie nach dem Azimut gedreht wird.  |
| "Azimutmarken"<br>(АЗИМУТ. МЕТКИ)                     | - Kippschalter zum Einschalten der Azimutmarken auf dem Schirm des Sichtgerätes.   |



### 5. Technische Daten

$f_S = 9370 \pm 40$  MHz

$t_i = 2 \mu s$

Magnetronstrom:  $15,5 \pm 4,5$  mA

$P_S$  :  $> 65$  kW (Impulsleistung)

Kristallstrom (Empfänger/AFN):  $0,8 + 0,4$  mA

Neigungswinkel der Antenne: - minimal:  $4^\circ \pm 0,5^\circ$   
- maximal:  $6^\circ \pm 0,5^\circ$

Antennendrehung:  $20 \pm 4$  min<sup>-1</sup>

## Dopplerradaranlage "DISS-013"

### 1. Verwendung

Die Anlage dient zur ständigen und automatischen Messung der Weggeschwindigkeit  $w$  und des Abdriftwinkels  $\alpha$  des Flugzeuges. Die gemessenen Werte werden am Indikator angezeigt und zur Wegberechnung dem Auswerteblock ANU zugeführt. Die ermittelten Werte für die Seitenablage von der beabsichtigten Weglinie  $Z$  und die Geschwindigkeit der Seitenabweichung  $\dot{Z}$  können über den Koppelblock "Bl.15" dem Autopiloten zugeführt werden.

### 2. Hauptblöcke der Anlage und ihre wichtigsten Aufgaben

(s. Abb. "Blockschaltbild (1)")

#### 2.1. Antenne

Ausstrahlung und Empfang der frequenzmodulierten HF-Signale, Formierung und zyklische Umschaltung der drei Strahlenkeulen (über Strahl-Kommutator).

#### 2.2. Sender

Erzeugung einer frequenzmodulierten Schwingung im 3 cm-Bereich, Oberkopplung eines Teils der Sendefrequenz ( $f_0 + 3 \cdot f \text{ Mod.}$ ) und der Frequenz  $3 \cdot f \text{ Mod.}$  auf die Mischstufen des Empfängers.

#### 2.3. Empfänger

Empfang der reflektierten Signale, Bildung einer Zwischenfrequenz von:  $3 f \text{ Mod.} \pm f_D 1/2/3$  durch Mischung der Frequenzen  $f_0 \pm f_D 1/2/3$  und  $f_0 + 3 \cdot f \text{ Mod.}$ ; Verstärkung dieser ZF und Heraussonderung der in diesem Signal enthaltenen Dopplerfrequenzen  $f_D 1/2/3$  durch weitere Mischung mit  $3 \cdot f \text{ Mod.}$

#### 2.4. NF-Block

Formierung des Speichersignals, Synchronisierung der Arbeitstakte der Anlage, Hochmischung und Schmalbandfilterung der Dopplerfrequenzen, Ermittlung der momentanen  $f_D$  (Regime "Suchen") und laufende Aktualisierung dieser Werte (Regime "Begleiten"); Ausgabe der Dopplerfrequenzen in digitaler Form an den NW; Umsetzung der digitalen Information in analoge Signale für  $w$  und  $\alpha$  im Analogrechner, Anzeige und Weiterleitung über einen Koppelblock "BS-1" zum System ANU, bzw. über den Koppelblock 15 zum Autopiloten.

#### 2.5. Navigationsauswertegerät "ANU-1"

Ununterbrochene Berechnung des zurückgelegten Weges nach zwei Komponenten im rechtwinkligen Koordinatensystem, ANU-1 arbeitet in den Betriebsarten:

- Hauptbetriebsart "DISS": Wegberechnung nach Dopplerwerten;
- Betriebsart "Speicher": Luftberechnung des Weges unter Berücksichtigung der gespeicherten Windkomponenten bei Ausfall der Dopplerinformationen;
- Betriebsart "Autonom": Betriebsart der Luftberechnung des Weges bei Eingabe der Winddaten am Geber "SW-1"

#### 2.6. Koppelblock "BS-1"

Verbindung der Doppleranlage mit dem Auswertegerät "ANU-1" und der Kommando-Navigationsanlage "PUTJ-4MPA", Erarbeitung von  $w$  und  $\alpha$  zusammen mit DISS, Ausgabe von  $w$  und  $\alpha$  an die Verbraucher (Rotorstellung eines Potis bzw. eines Selsyns), Abgabe eines Verstimmsignals für die Servosysteme für  $w$ ,  $\alpha$  und Kurs im ANU-1, Ausgabe der Signale "Meer" und "Speicher" und "Kontrolle".

#### 2.7. Verbindungsblock mit dem Autopiloten "Block 15"

Ausgabe eines Steuersignals zur automatischen Steuerung des Flugzeuges durch den Autopiloten, welches dem Wert ( $Z$ ) und der Geschwindigkeit der Abweichung ( $\dot{Z}$ ) des Flugzeuges von der Orthodromen proportional ist.

#### 2.8. Eingabegerät f. Kurvenverhalt "Bl.16"

### 3. Wirkungsweise

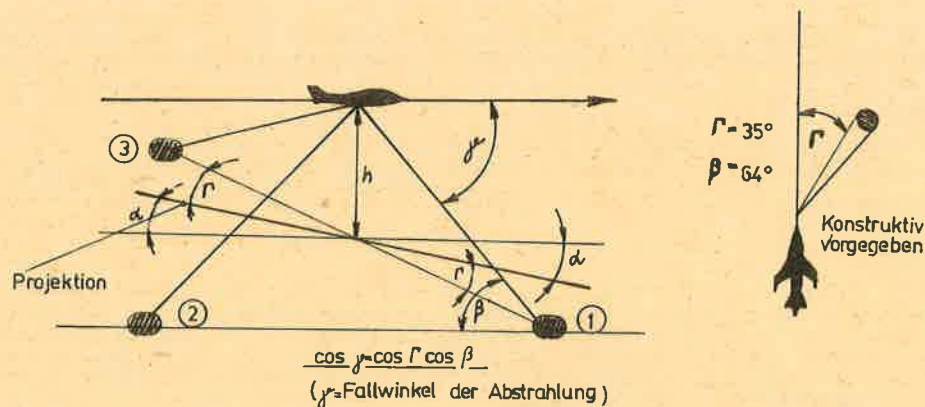
#### 3.1. Gegenüberstellung der Meßprinzipien

Bei den Geräten der 1. Generation wurde das Dopplersignal lediglich verstärkt und anschließend begrenzt, so daß eine Auswertung durch Auszählung der erhaltenen Rechteckimpulse ermöglicht wurde (Anlage "NAS-1"). Bei den Anlagen der 2. Generation (Anlage "DISS-3P") wurde das Signal vor der Verstärkung hochgemischt und gefiltert, wodurch eine erhebliche Verringerung des Rauschanteils im Signal erzielt wurde (Verringerung der relativen Bandbreite). Bei beiden Systemen wurde das HF-Signal mit konstanter Frequenz ausgesandt, wobei jeweils zwei Strahlenpaare die Dopplerinformation unabhängiger von Quer- und Längsneigungen des Flugzeuges machten. Bei der Anlage DISS-013 wird das Signal frequenzmoduliert und über drei zyklisch vorhandene

Strahlenkeulen ausgesandt. Dieses Drei-Strahl-System garantiert eine Ausschaltung der Meßfehler, die bei Quer- und Längsneigungen des Flugzeuges auftreten, ohne daß eine Abschaltung bei größeren Querlagen erfolgt. Der Umfang der Anlage verringert sich auf insgesamt drei Blöcke. Der entscheidende Vorteil der FM liegt jedoch in der sehr wirksamen Schmalbandfilterung des Signals (bei einem Signal-Rauschverhältnis von 1:1 erfolgt noch eine eindeutige Auswertung des Dopplersignals) und dem geringeren Entkopplungsgrad, der zwischen der Sende- und der Empfangsantenne erforderlich ist. Die Anlage ist vollständig bis auf das Klystron und das Netzteil mit Transistoren und Mikro-modul-Bausteinen aufgebaut. Meßprinzip: Phasenvergleich zwischen dem ermittelten und dem aktuellen Dopplersignal. Gewinnung einer Fehlerspannung, welche proportional der Phasenablage ist; Filterung und Verstärkung dieses Signals und Abgabe an die Steuerschaltung (nach entsprechender Rückmischung).

### 3.2. Arbeitsprinzip

Durch die Antenne werden im Raum 3 Strahlen formiert, deren Geometrie in der folgenden Abbildung dargestellt ist. Damit ergeben sich die folgenden Winkel:



Diese Strahlen werden nacheinander gesendet und entsprechend synchron empfangen (Umschaltfrequenz: 1,8 Hz).

Ein einzelner Strahlenfleck liefert die Dopplerfrequenz:

$$F_D = \frac{2w}{\lambda} \cos \gamma \quad (\text{Ausführungen zum Dopplereffekt})$$

$$F_D = \frac{55,6 \cdot w \cos \gamma}{\lambda} \quad \left| \begin{array}{l} \text{mit: } \lambda \text{ in cm und } w \text{ in km h}^{-1} \\ \text{---} \end{array} \right.$$

Die mittlere Dopplerfrequenz aus den Strahlen 1 und 2 ergibt sich zu:

$$F_{D_{\text{Mittel}}} = \frac{F_{D_1} + F_{D_2}}{2} = \frac{55,6 \cdot w \cos \gamma}{\lambda}$$

Beim Abdriftwinkel  $\alpha = 0^\circ$  ergibt sich somit für die Weggeschwindigkeit:

$$w = \frac{\lambda (F_{D_1} + F_{D_2})}{111,2 \cos \gamma} \quad \left| \begin{array}{l} F_{D_1} = F_{D_2} = F_{D_3} \quad | \\ \left( \begin{array}{l} F_{D_1} : \text{Vergrößerung v. } f_0 \\ F_{D_{2/3}} : \text{Verkleinerung v. } f_0 \end{array} \right) \end{array} \right.$$

Ist der Abdriftwinkel  $\alpha \neq 0^\circ$ , so liefern die Strahlen 1 und 3 trotzdem stets die gleiche Dopplerfrequenz (!). Damit ergeben sich die Beziehungen:

$$F_{D_1} = F_{D_3} = \frac{55,6 w \cos \beta}{\lambda} \cos (r + \alpha) + F_{D_2} \quad \text{s. obige Strahlengeometrie}$$

$$F_{D_2} = \frac{55,6 w \cos \beta}{\lambda} \cos (r - \alpha)$$

Die Größen  $F_{D_1}$  und  $F_{D_3}$  sind immer dann gleich, wenn das Flugzeug horizontal fliegt und keine Längs- und Querneigung hat. Treten solche Flugzustände auf, dann wirkt der eintretende Unterschied zwischen  $F_{D_1}$  und  $F_{D_2}$  als korrigierende Größe.

Damit sind zwei Gleichungen vorhanden, mit denen die beiden enthaltenen unbekanntenen Größen  $w$  und  $\alpha$  eliminiert werden können. Es ergeben sich die im Analogrechner zu lösenden grundsätzlichen Dopplergleichungen:

$$1. \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{F_{D_3} - F_{D_2}}{F_{D_1} + F_{D_2}} \operatorname{ctg} \Gamma = \left( K_1 \frac{F_{D_3} - F_{D_2}}{F_{D_1} + F_{D_2}} \right) = \frac{(F_{D_1} + F_{D_2})}{\operatorname{ctg} \Gamma} \operatorname{tg} \alpha = F_{D_3} - F_{D_2}$$

$$2. \quad w = \frac{(F_{D_1} + F_{D_2}) \lambda}{111,2 \cos \beta \cos \Gamma \cos \alpha} = K_2 \frac{F_{D_1} + F_{D_2}}{\cos \alpha} = K_2 A \sec \alpha$$

$$\frac{w}{K_2} = A \sec \alpha = \frac{w}{2 \cos 64^\circ \cos 35^\circ}$$

$$\left| \begin{array}{l} \frac{1}{\cos \alpha} = \sec \alpha \\ A = F_{D_1} + F_{D_2} \end{array} \right.$$

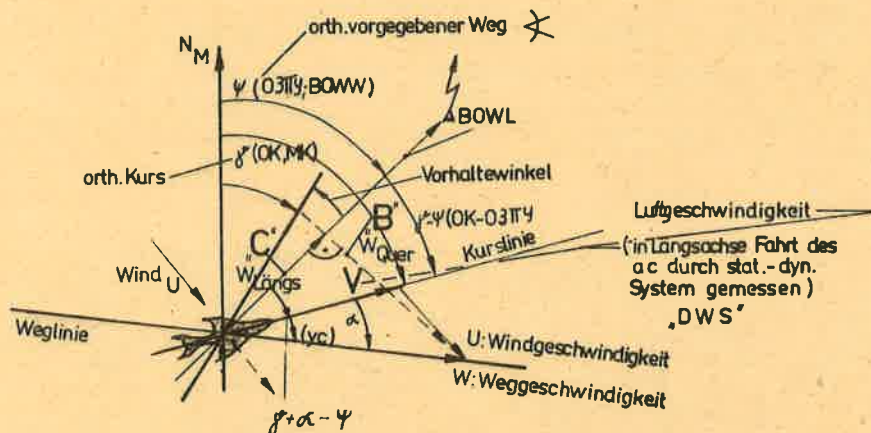
Nach der Summenbildung von  $F_{D_1}$  und  $F_{D_2}$  im Rechenverstärker 1 zur Größe  $A$  wird mittels des Tangens-Potis der Ausdruck  $A \operatorname{tg} \alpha$  gebildet und im Rechenverstärker 2 mit den Signalen  $F_{D_3}$  und  $F_{D_2}$  verglichen. Damit ist die Gleichung 1 gelöst, und der Motor am Ausgang des Rechenverstärkers 2 gibt in Form einer Drehbewegung das  $\alpha$ -Signal an den Indikator, an ein "sec-Poti" sowie an das Flugregelsystem (dreiphasig) weiter. Die Größe " $A \sec \alpha$ " wird mit der rückgekoppelten Größe  $\frac{w}{K_2}$  am Eingang des Rechenverstärkers 3 verglichen. Damit wird die Gleichung 2 gelöst, und Motor  $K_2$  gibt das  $w$ -Signal an den Indikator sowie ebenfalls dreiphasig an das Flugregelsystem weiter. Durch den Umschalter "СУММА-МОДЕ" wird das  $w$ -Signal um einen konstanten Faktor geändert ( $\approx 2\%$ ), womit den veränderten Reflektionsbedingungen über Wasserflächen Rechnung getragen wird. Durch das Signal "Специер" (ПАМЯТЬ) werden beide Signalmotoren arretiert.

Bei der Frequenzmodulierung des HF-Trägers von  $f_0 = 8,8$  GHz mit einer Modulationsfrequenz von  $f_{\text{Mod.}} = 1$  MHz entstehen im Abstand von 1 MHz Seitenfrequenzen, deren Amplituden mit Hilfe der Besselfunktion beschrieben werden können. Die Frequenz  $f_0 + 3 \cdot f_{\text{Mod.}}$  wird im Sender abgezweigt und auf die 1. Mischstufe des Empfängers gegeben. An diese Stufe wird gleichzeitig das mit der Dopplerfrequenz behaftete HF-Signal ( $f_0 \pm 3 \cdot f_{\text{Mod.}} \pm F_D = 3 \text{ MHz} \pm F_D$ ).

Dieses Signal wird mit einer 2. Mischstufe mit der vom Frequenzmodulator gelieferten Schwingung von 3 MHz gemischt, so daß als Ergebnis die Frequenz  $F_D$  gebildet und im NF-Block weiter verarbeitet werden kann. (Blockschaltbild (1))

### 3.3. Arbeitsweise: Regime "ANU" (TU-134/A)

Mit Hilfe der ermittelten Werte für  $w$  und  $\alpha$  von Doppler, dem am Kartenwinkelgeber "SUK-1" eingestellten Winkel  $\psi$ , dem vom Kurssystem "KS-8" gemessenen Kurswinkel  $\gamma$  und dem vom Luftgeschwindigkeitsgeber DWS eingespeisten Wert für die Luftgeschwindigkeit  $v$  werden vom Auswerteblock "ANU-1" die Komponenten der Weggeschwindigkeit längs der beabsichtigten Weglinie " $w_{\text{längs}}$ " und die seitliche Ablage " $w_{\text{quer}}$ " ermittelt und angezeigt.



$$\begin{aligned} W_{\text{längs}} &= W \cdot \cos(\gamma + \alpha - \psi) \\ W_{\text{quer}} &= W \cdot \sin(\gamma + \alpha - \psi) \\ \text{const.} \quad \gamma + \alpha - \psi &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{längs}} &= C = W \cdot \gamma \\ W_{\text{quer}} &= B = 0 = W \cdot \alpha \\ \underline{\underline{\gamma + \alpha = \psi}} \end{aligned}$$

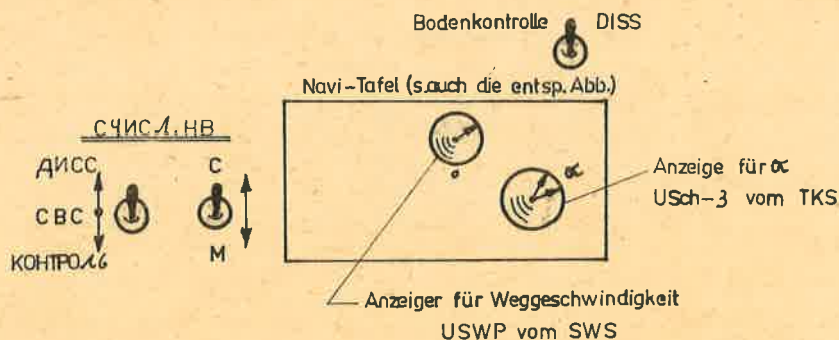
Die Komponente des Windes  $u$  wird dabei nach Betrag und Richtung laufend aus den Vektoren  $V$  und  $W$  (unter Berücksichtigung von  $\alpha$ ) gebildet und elektrisch gespeichert: Hauptbetriebsart "DISS v. ANU". Im Speicherbetrieb, d.h. Dopplerausfall wird dieser Wert zur Berechnung der Größen  $C$  und  $B$  mit Hilfe der Komponente  $V$  herangezogen (Betriebsart "Speicher"). (Bei Änderung der Windkomponenten wird die Betriebsart "Autonom" gewählt und die Daten des Windes am Geber "SW-1" in das Zerlegungssystem v. ANU eingespeist.)

Mit Hilfe des Kippschalters "Zähler-ANU-1" wird der Beginn bzw. das Ende der Wegzählung fixiert.

Die Zusammenarbeit der Dopplerradaranlage mit dem Autopiloten, dem Auswerteblock ANU und dem Kommandosystem PUTJ ist in der entsprechenden Abbildung prinzipiell dargestellt.

#### 4. Bedienung, Kontrolle

##### 4.1. "IL-62"



- Schalterstellung "ДИСС": Zählung-Rechner NW von DISS (normales Arbeitsregime)
- "СВС": Zählung-Rechner NW vom Luftdatensystem SWS-PN-15 (Speicherbetrieb)
- "КОНТРОЛЬ": "Kontrolle 1" von DISS im Fluge (NW dann von DISS getrennt)  
Werte:  $w = 700 \text{ km/h}$ ;  $\alpha = 0^\circ$
- Schalter "С-М": Festland (СУШ А) - Meer (МОРЕ)

Über dem Bedienpult des ARK-15 befindet sich ein Kippschalter "Bodenkontrolle-DISS", welcher am Boden die Kontrolle der Dopplerradaranlage mit dem Rechner NW ermöglicht, Daten:  
 $w = 700 \text{ km/h}$ ,  $\alpha \approx 0^\circ$

Beim Einstellen des Kippschalters am NF-Block (technischer Raum vor Cockpit links, Spant 11) auf "задача 2" wird das Kontrollregime "Kontrolle 2" abgearbeitet.

Bei Betätigung des Schalters "Bodenkontrolle-DISS" werden die Strahlentrakte durch einen Kommutator synchron mit den Frequenzen von 4080 Hz (Trakt 1 und 3) und 6850 Hz (Trakt 2) beaufschlagt, so daß jetzt die Werte:  $w = 1000 \text{ km/h}$  und  $\alpha = -20^\circ$  einlaufen.

##### 4.2. "TU-134/A" (s. Abb. "Gerätetafel des Navigators")

Die Anlage besitzt einen eigenen  $\alpha$ - $w$ -Indikator. An diesem Anzeiger befinden sich der Umschalter für den Normalbetrieb, "P" (РАБОТА) und Kontrolle 1 "K" (КОНТРОЛЬ) sowie der Umschalter "С" (СУШ А) bei Betrieb über Festland und "M" (МОРЕ) bei Flügen über dem Meer. In diesem Kontrollregime ist das System ANU von DISS getrennt, d.h. es ist die Kontrollart im Fluge! Der Speicherbetrieb wird durch eine rote Lampe innerhalb des Indikators signalisiert. Mittels eines Dreistellungsschalters werden folgende Betriebsarten für das System ANU gewählt:

- Schalterstellung "РЕЖИМ АНУ ОТ ДИСС" (ANU von DISS): normale Betriebsart
- "КОНТРОЛЬ НА ЗЕМЛЕ" (Kontrolle am Boden): ANU mit DISS verbunden,  
Daten "Kontrolle 1"  
 $w = 700 \text{ km/h}$ ,  $\alpha = 0^\circ$   
(Der "C"-Zeiger muß sich entsprechend bewegen!)
- "АВТОНОМНО" (Autonom): Betriebsart der Berechnung der Wegkomponenten  
mittels Eingabe der Winddaten an Geber "SW-1".

Bei Umschaltung des entsprechenden Kippschalters am NF-Block auf "задача -2" laufen bei Betätigung des Schalters "K" die Daten  $w = 1000 \text{ km/h}$  und  $\alpha = -20^\circ$  (Kontrolle 2) ein.

Der Weg längs der beabsichtigten Weglinie wird durch den Zeiger "C" und die seitliche Ablage durch den Zeiger "B" am Wegzähler "SP" angezeigt.

#### 4.3. "TU-134"

In der "TU-134" ist die Doppleranlage vom Typ "NAS-1A" eingebaut. Das Bedienpult ist aus der entsprechenden Abbildung zu entnehmen.

Bedienelemente (Erläuterung):

##### a) linker Schalter

- "AUS": System ist vollkommen ausgeschaltet;
- "EIN": alle Arbeitsspannungen mit Ausnahme der Hochspannung für das Magnetron sind eingeschaltet (Lampe "EIN" leuchtet weiß auf);
- "SPEICHER": Anlage geht auf die Betriebsart "Speicher" über; Kontrollart im Fluge:  $\alpha = 0^\circ \pm 30'$ ,  $w = 920 \pm 30 \text{ kmh}^{-1}$ ;
- "HOCHSPANNUNG": Hochspannung für Magnetron wird zugeschaltet (Lampe "HOCHSPANNUNG" leuchtet rot auf);

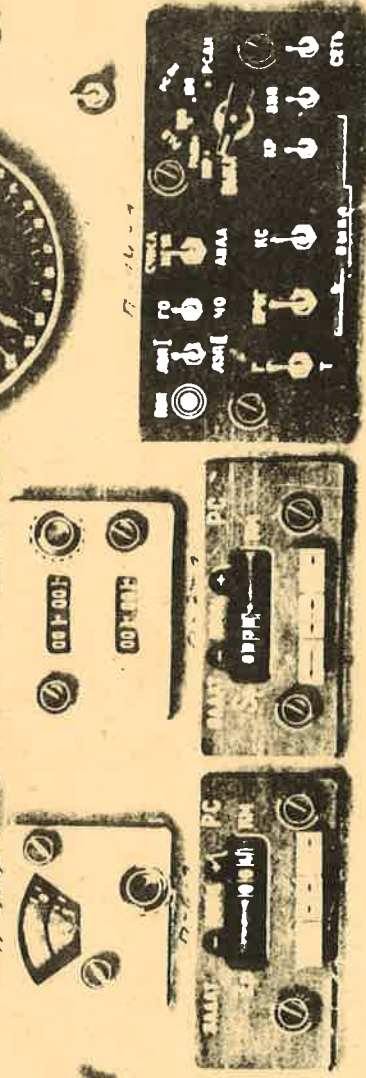
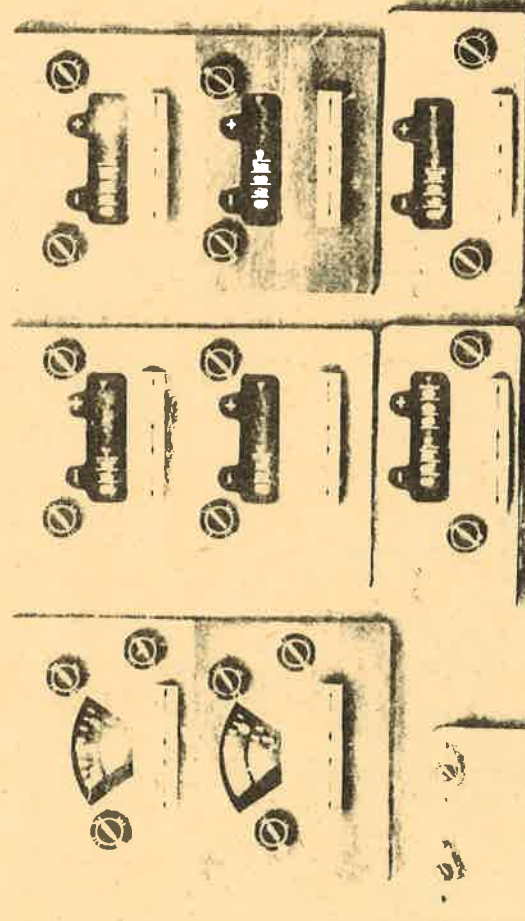
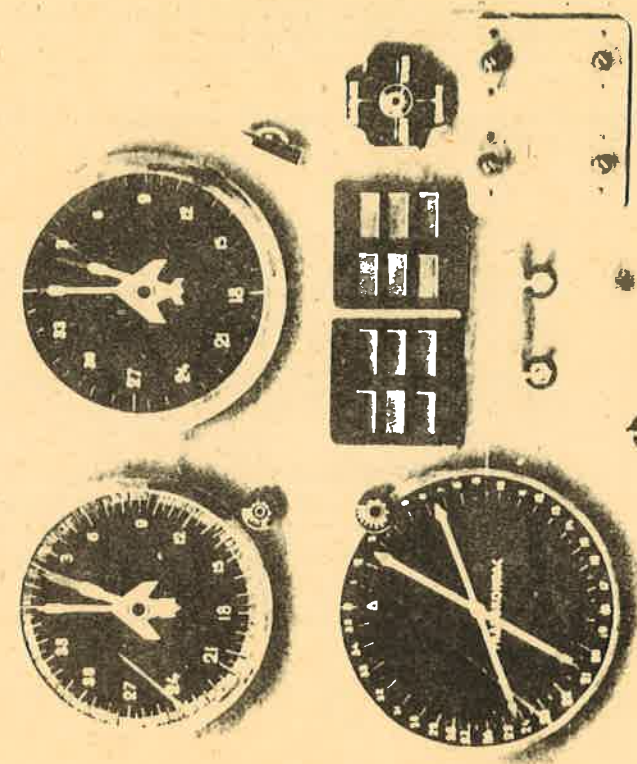
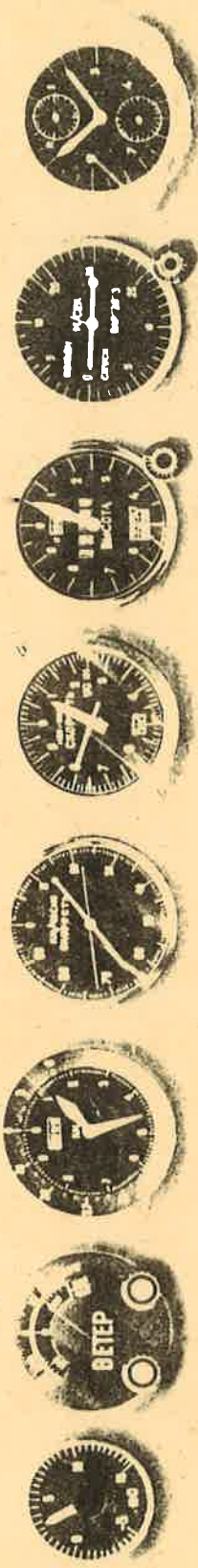
##### b) rechter Schalter

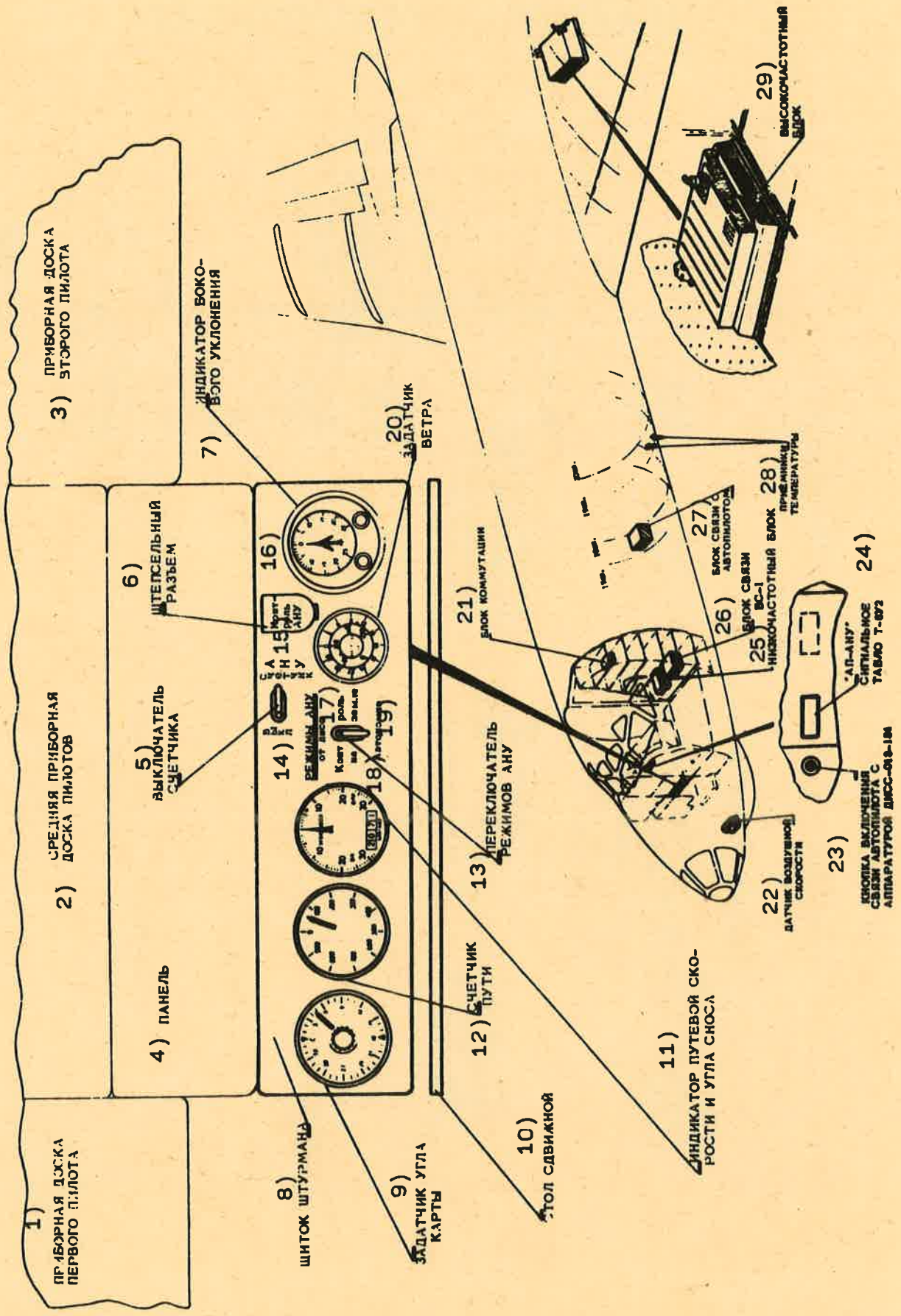
- "FESTLAND": Anlage im Arbeitszustand;
- "MEER": Anlage im Arbeitszustand, Eichung der Weggeschwindigkeit um ca. 2,5 %;
- "KONTROLLE 1": Überprüfung der Betriebsbereitschaft am Boden  $\alpha = 0^\circ \pm 30'$ ,  $w = 535 \pm 6 \text{ kmh}^{-1}$ ;
- "KONTROLLE 2": Überprüfung der Betriebsbereitschaft am Boden  $\alpha = 9^\circ 10' \pm 30'$ ,  $w = 1007 \pm 10 \text{ kmh}^{-1}$ .

Hinweis: Nie die Schalterstellung "Hochspannung" und "Festland" oder "Meer" am Boden kombinieren, sondern nur mit "Kontrolle 1/2"!

#### 5. Technische Daten

Meßbereich:	$w = 180 \dots 1300 \text{ km h}^{-1}$ $\alpha = \pm 30^\circ$
Einsatzhöhe:	bis 15 km
Meßfehler am Anzeiger:	bei $w \leq 3,0 \text{ kmh}^{-1}$ bei $\alpha = \pm 1,0^\circ$
Arbeitsdauer:	15 h
Sendefrequenz:	8,8 GHz;
Sendeleistung:	0,3 W (1)
Empfängerempfindlichkeit (für das Regime "Begleiten"):	109 dB ( 1 mW)
Stromversorgung:	+ 27 V; 1,5 A 115 V, 400 Hz; 2,5 VA
Belüftung:	30 m <sup>3</sup> /h
Temperaturbereich:	$\pm 50^\circ \text{C}$
zulässige Flugzeugneigungen ohne Meßfehler:	Querneigung: $\pm 20^\circ$ Längsneigung: $\pm 10^\circ$

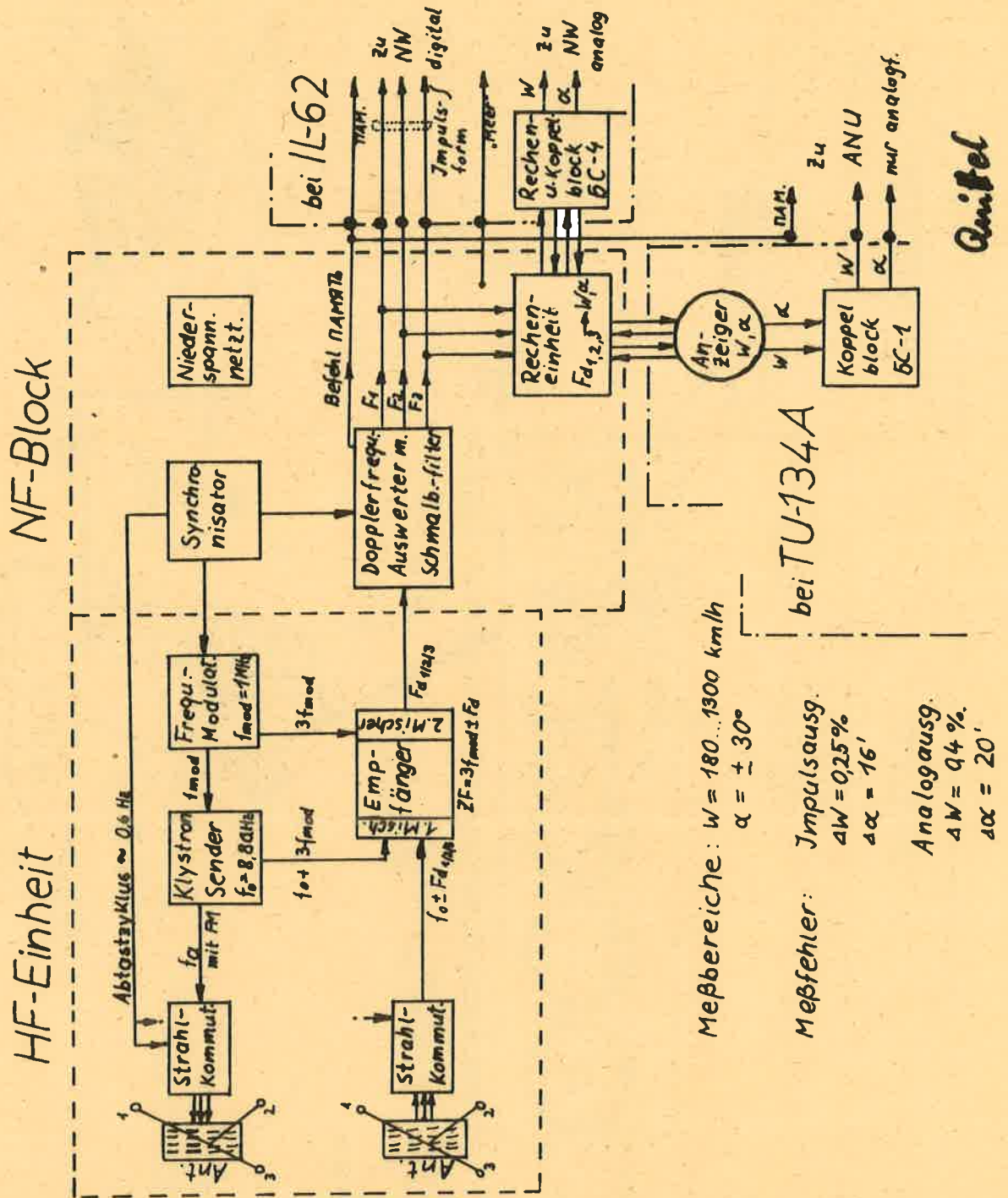




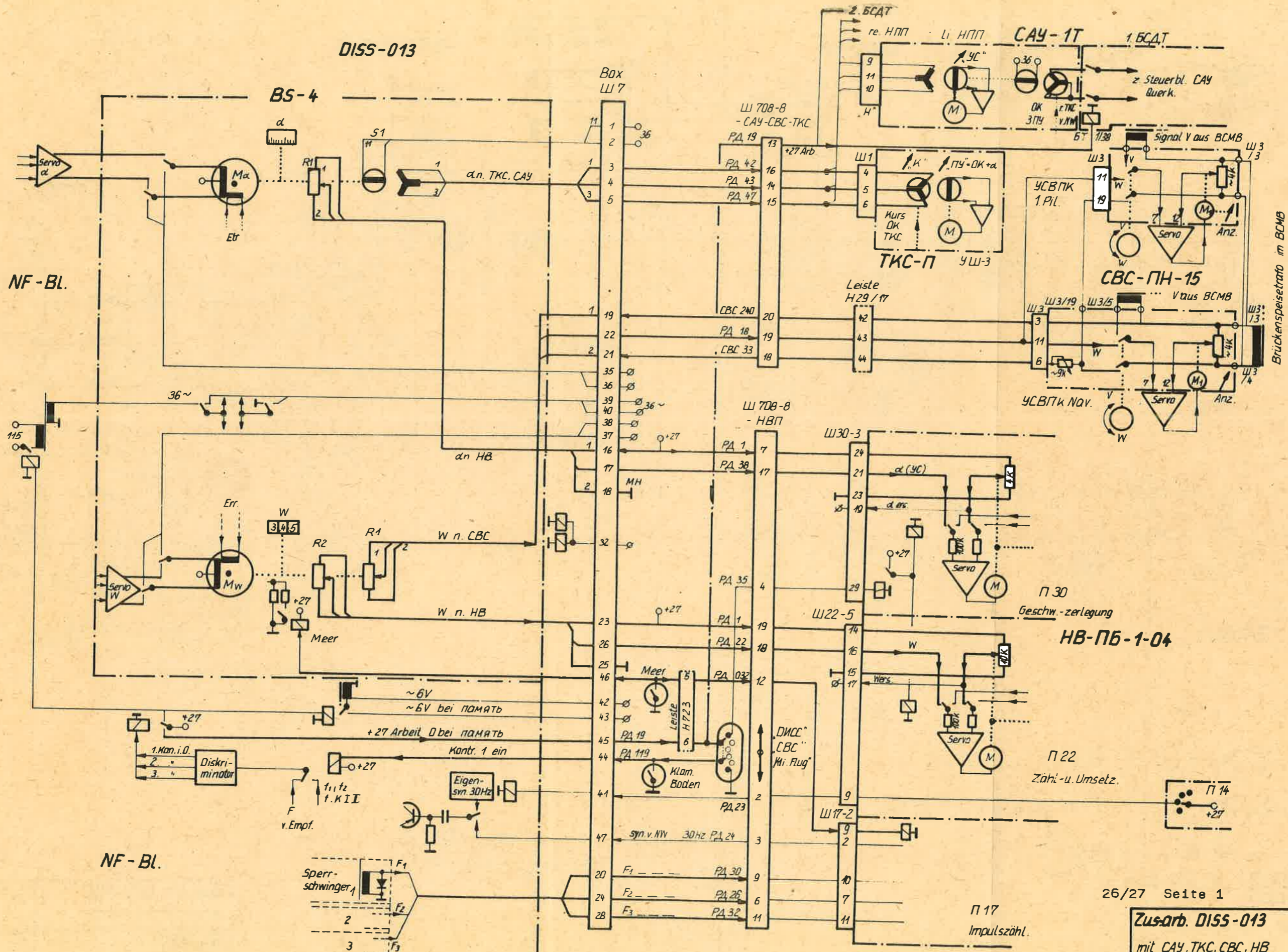
Einbeuort der Doppler-Navigationenlage DISS-013-134

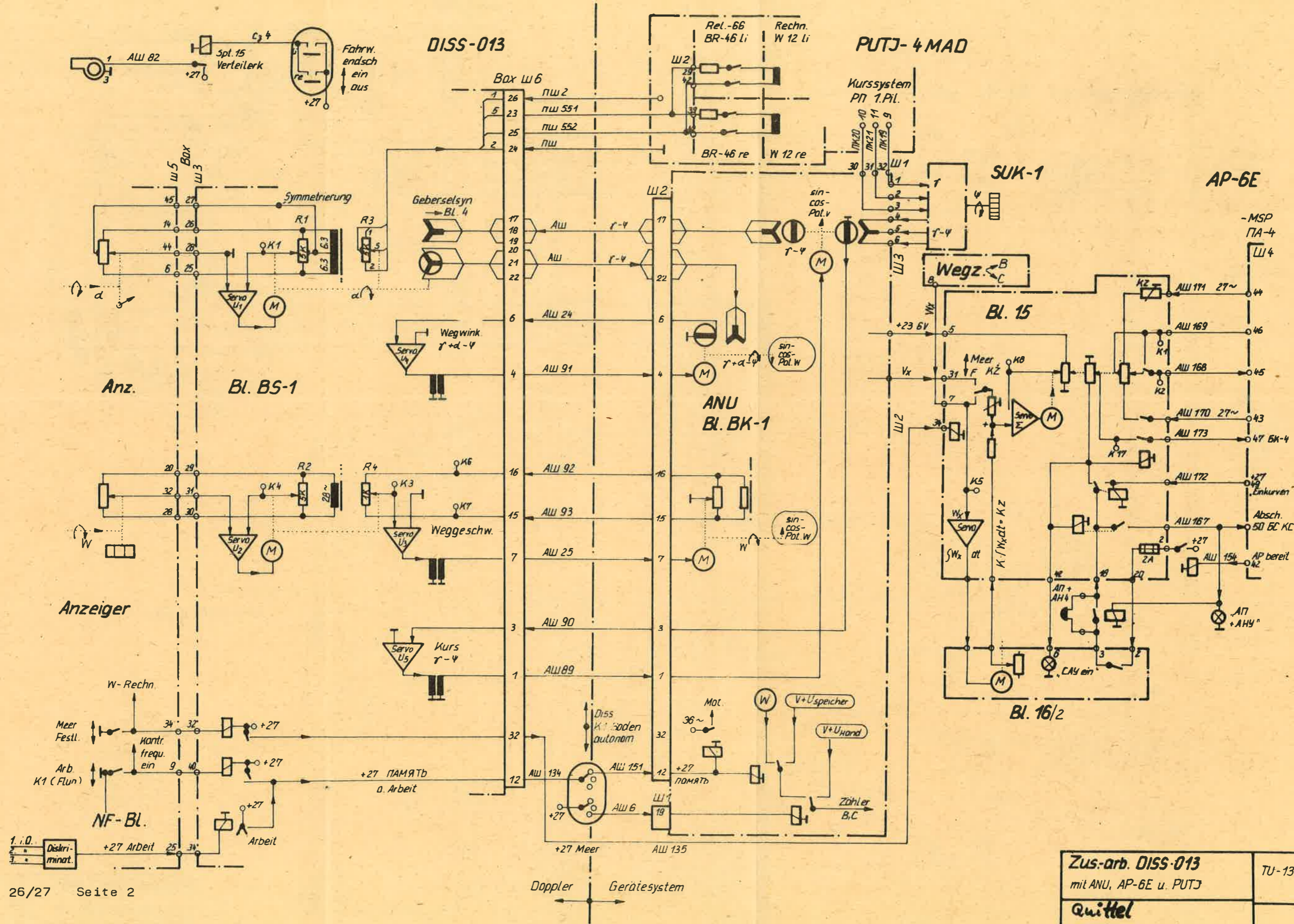


# Dopplerradar DISS-013 (MA4TA)



DISS-013





Zus.-arb. DISS-013 mit ANU, AP-6E u. PUTJ	TU-134A
Quittel	



## Transponder "SO-70"

### 1. Verwendung

Der Flugzeugkennungsgeber "SO-70" ist für den Betrieb mit Radaranlagen von Flugplätzen und Trassen bestimmt, die zum Luftverkehrsleitsystem gehören. Der Kennungsgeber sichert auf Abfragen der Bodenanlagen die automatische Abgabe von Informationen über die Flugzeugnummer oder über die Flughöhe in Abhängigkeit vom Code des Abfragesignals. Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit sind zwei Anlagen "SO-70" im Flugzeug eingebaut.

### 2. Hauptblöcke der Anlagen und ihre wichtigsten Aufgaben

#### 2.1. Sender-Empfänger

Empfang, Frequenzumsetzung und Verstärkung der Signale der Bodenradaranlagen; Formierung von HF-Impulsen mit definierter Breite und exaktem Abstand gemäß der Ansteuerung durch den Chiffратор.

#### 2.2. Chiffратор

Decodierung der Abfragesignale, Bildung des Antwortinformationscodes.

#### 2.3. Abstimmblock

Amplitudenvergleich der Impulse der Abfrage, Bildung von Blockierungsimpulsen; Bildung eines Kontrollcodes und eines entsprechenden Indikationssignales, Formierung des Auswertesignales nach Amplitude und Dauer.

#### 2.4. Bedienpult

Fernbedienung und Funktionskontrolle des Kennungsgebers.

#### 2.5. Sende- und Empfangsantenne

Aussendung und Empfang von Signalen im Dezimeterbereich ( $\lambda = 30$  cm).

### 3. Wirkungsweise

Die Abfragesignale der Radaranlagen (Interrogator) gelangen über einen HF-Block in die Mischstufe des Empfängers. Gleichzeitig gelangen von einem Lokaloszillator Signale in diese Mischstufe, so daß am Ausgang eine ZF von 24,4 MHz gebildet wird. Die verstärkten und demodulierten Signale gelangen über den Abstimmblock zum Chiffраторblock zur Dekodierung. Im Chiffратор wird ein Antwortcode erarbeitet, der je nach der Abfrage eine Information über die Flugzeugnummer oder die Flughöhe enthält. Der Nummerncode der Kennung wird vom Piloten auf dem Bediengerät eingestellt.

Die Höhendaten kommen über den Höhenumformer in den Chiffратор, der eine Spannungswandlung in einen Code proportional zur Höhe ausführt. Die Höheninformation kommt bei der ersten Anlage vom Luftdatenrechner "SWS-PN-15" und bei der zweiten Anlage vom barometrischen Höhenmesser "UWID-30-15" (metrische Höhengabe) für die "IL-62". Bei der "TU-134 A" werden beide SO-70-Halbkomplekte von einem barometrischen Höhenmesser "UWID-30-15" (metrische Höhengabe) gespeist. (s. Abb. "Zusammenarbeit: UWID/SWS - Transponder") Die elektrische Verbindung des Transponders "SO-70" mit dem Höhenmesser "UWID-30-15K" ist - wie aus den angegebenen Schaltungen ersichtlich - in Potentiometerschaltung ausgeführt und dient zur Eingabe des aktuellen Höhenwertes in den Transponder.

Mit Hilfe des Folgesystems wird das Fehlersignal der Brückenschaltung in den entsprechenden Drehwinkel der Welle des "Welle - Kode"-Umformers umgeformt.

Die codierten Signale gelangen vom Ausgang des Chiffrators zum Modulator; dann zum HF-Generator, der die HF-Anwortimpulse formiert und über den HF-Knopf zur Sendeantenne weiterleitet.

Die Abfrage der Bodenstation besteht aus zwei gerichteten Abfrageimpulsen, die je nach Modus einen definierten Abstand  $T_1$  voneinander besitzen (Modus A:  $T_1 = 8 \mu s$ ; B:  $17 \mu s$ ; C:  $21 \mu s$ ). Um Abfragen durch die physikalisch bedingten Nebenkeulen zu vermeiden, wird  $2 \mu s$  nach dem ersten Abfrageimpuls  $P_1$  ein ungerichteter (Kreischarakteristik) Kontrollimpuls  $P_2$  ausgesendet. Dieser Kontrollimpuls ist in seiner Amplitude stets größer als die stärkste Nebenkeule, jedoch stets kleiner als die Amplitude der Abfrageimpulse  $P_1/3$ . Es werden im Empfänger nur die Abfrageimpulse verarbeitet, deren Amplitude größer ist als die des Kontrollimpulses (Drei-Impuls-Verfahren zur Nebenkeulenunterdrückung).

In den entsprechenden Abbildungen ist das Zusammenwirken einer Primär- mit einer Sekundär-Rundsicht-Radaranlage und das Impulstelegramm der bodenseitigen Abfragen prinzipiell dargestellt.

Damit der Transponder bei der Arbeit der Radaranlage "Groša" nicht anspricht, werden von der Radaranlage Austastimpulse an den "SO-70" gelegt. Diese Austastimpulse sperren den Empfänger des Transponders für die Zeit des Sendebetriebs der Anlage "Groša".

### 4. Bedienung (s. Abb. "Bedienpult")

Am Regimeschalter können vier Betriebsarten gewählt werden:

- Betriebsart "SBY": Die Anlage antwortet auf Abfragen nicht, befindet sich aber eingeschaltet und ist betriebsbereit ("stand by").

- Betriebsart "A": Die Anlage antwortet auf Abfragen mit dem Code A (Abgabe einer Information über die Flugzeugnummer) und dem Code C (Abgabe einer Information über die Flughöhe). Der Nummerncode der Kennung wird am Bedienpult auf Anweisung der Bodenstation eingestellt (insgesamt sind 4096 Codes wählbar).
- Betriebsart "B": Die Anlage antwortet auf Abfragen mit dem Code B und dem Code C (s.o.).
- Betriebsart "C": Die Anlage antwortet nur auf Abfragen mit dem Code C (Information über Flughöhe).  
Zur Überprüfung der Funktion der Anlage muß der Knopf "Test" gedrückt werden; bei ungestörtem Transponder leuchtet die Lampe "Test" auf.

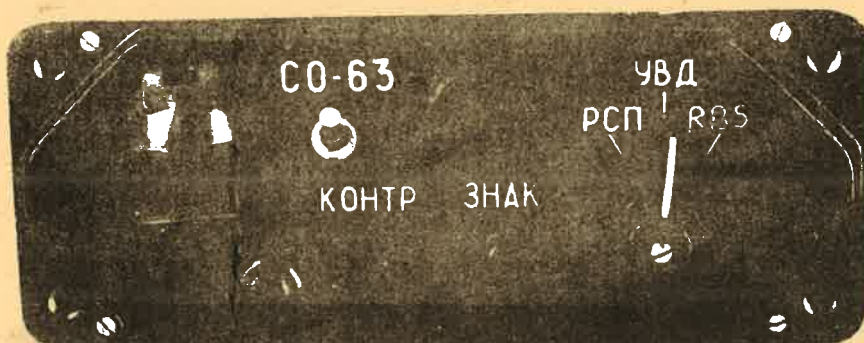
Zur Hervorhebung der Kennung des Flugzeuges auf dem Bildschirm der Bodenstation gegenüber der Kennung anderer Flugzeuge muß auf Anweisung der Knopf "Ident" gedrückt werden. Ebenfalls auf Anweisung von der Bodenstation wird mit dem Kippschalter "LO SENS-NORM" die Empfängerempfindlichkeit bei Flügen in Gebieten mit einer größeren Anzahl an Sekundär-Radarstationen herabgesetzt (Selektionsmöglichkeit). Dann Schalter auf: "LO SENS"!

Für die Sendung des Notsignals muß im Falle einer Havarie am Bedienpult der Code 7700 und bei Unterbrechung der Funkverbindung der Code 7600 eingestellt werden. Der Transponder wird mit dem Kippschalter "ON-OFF" (Ein - Aus) ein- bzw. ausgeschaltet. Die Anlage ist nach 2 Minuten betriebsbereit. Der Anlagenumschalter "1/2" kann beliebig stehen.

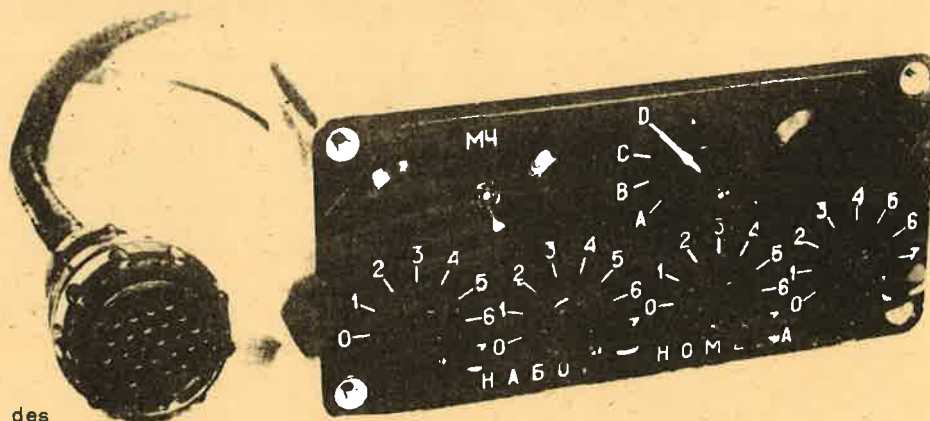
An der Stellschraube des Höhenmessers darf nur gedreht werden, wenn die Stromversorgung eingeschaltet ist (rote Lampe am Anzeigergerät dann aus)!

### 5. Technische Daten

Sendefrequenz:	1090 MHz
Sendeleistung:	0,25 bis 1 kW (Impulsleistung)
Empfängerempfindlichkeit:	104 dB (1 W)
Frequenz des Empfängers:	1030 MHz
Anzahl der Nummerncodes:	4096
Höhenangabe:	bis 15.000 m (49.200 Fuß)
Stromversorgung:	115 V $\pm$ 5 % +27 V $\pm$ 10 %.



Bedienpult des Blockes SO-63



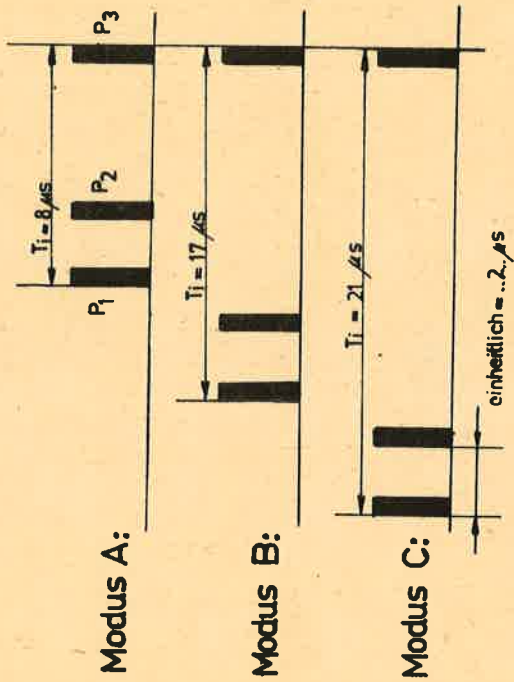
Bedienpult des ICAO-Chiffreurs

Sekundär radar-  
Antenne

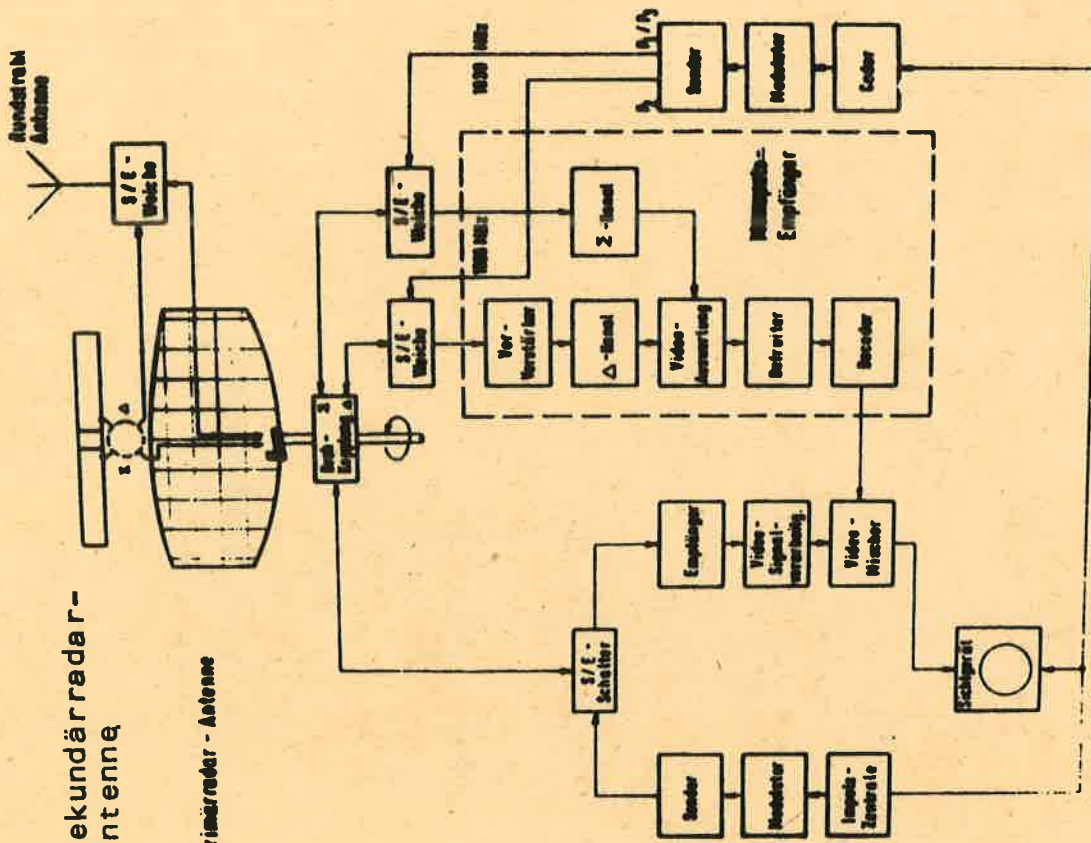
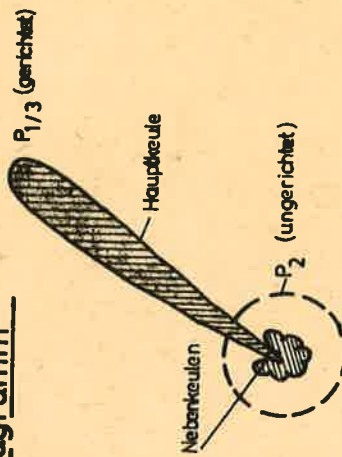
Rundstrahl  
Antenne

Primär radar - Antenne

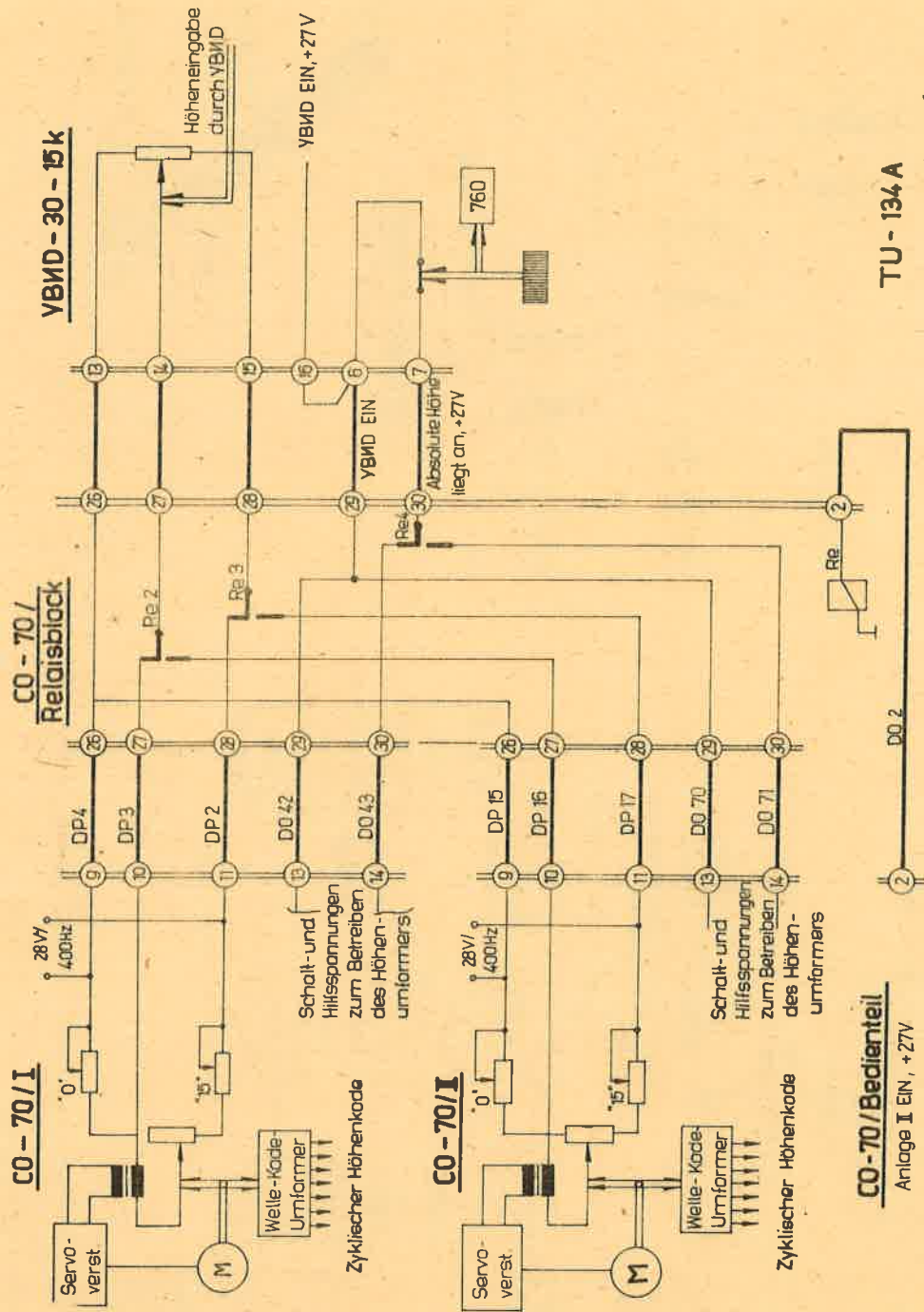
Abfragediagramm



Richtdiagramm



Blockschaltbild einer kombinierten  
Primär-/Sekundär-Rundstrahl-Radaranlage

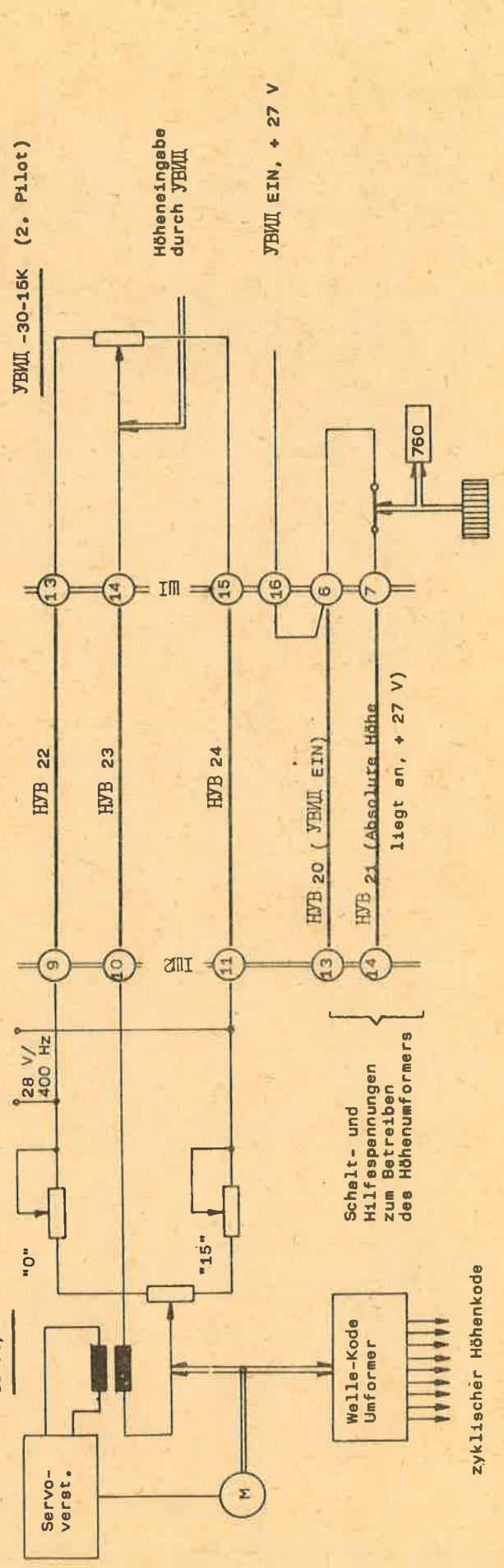
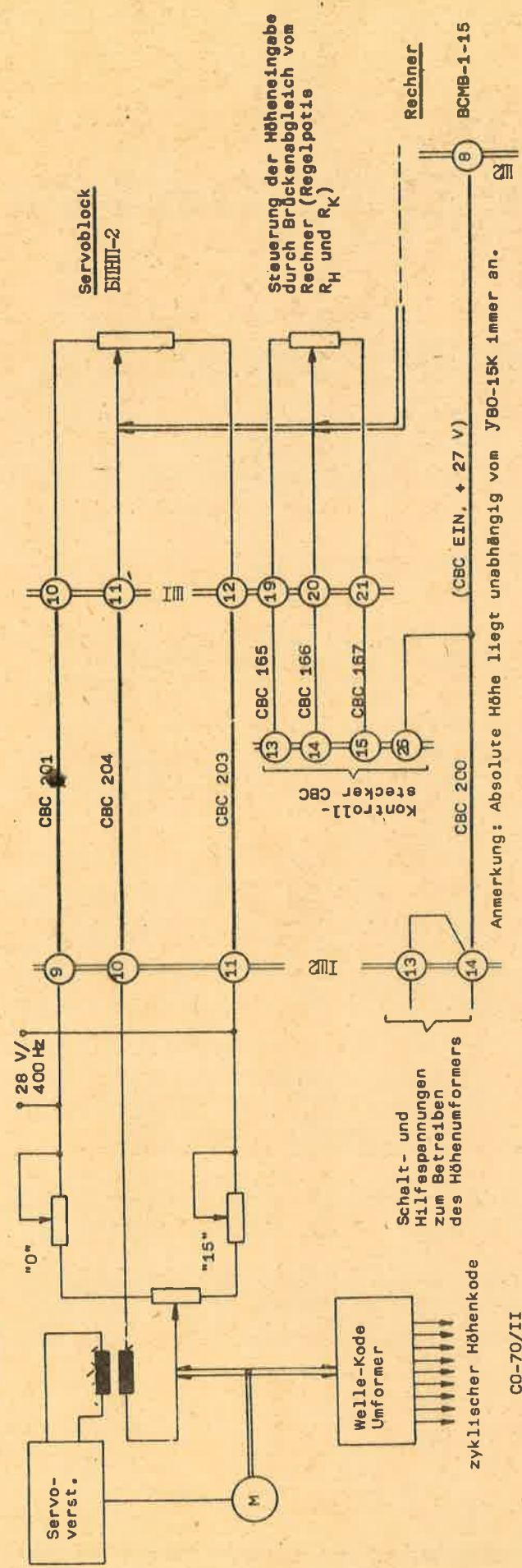


*Schreiber*  
15.6.72



CBC-IIH-15

CO-70/I



## Funkhöhenmesser RW-5

### 1. Verwendung

Messung der wahren Höhe im Bereich von 0 - 750 m und Anzeige auf einem Höhenanzeiger. Optische und akustische Signalisation beim Erreichen der vorher stufenlos einstellbaren Warnhöhe und beim Fliegen unterhalb dieser Warnhöhe. Optische Signalisation der Betriebsbereitschaft und des Ausfalls des Funkhöhenmessers. Selbstkontrollschaltung vorhanden.

### 2. Hauptblöcke und ihre wichtigsten Aufgaben

#### 2.1. Sender - Empfänger (PP-5)

Erzeugung von frequenzmodulierten HF-Schwingungen, Empfang und Umwandlung der reflektierten Signale, Bildung einer der wahren Höhe proportionalen Gleichspannung. Selbstkontrolle des Frequenzhubes.

#### 2.2. Höhenanzeiger (UW-5/Kennbuchstabe A)

Anzeige der aktuellen Flughöhe, Einstellung der Warnhöhe und Signalisation bei Unterschreitung, Signalisation des Ausfalls der Anlage, (s. Abb. "Höhenanzeiger UW-5") und Kontrolle der Anlage.

#### 2.3. Sende - Empfangsantenne (Hornstrahler)

Ausstrahlung und Empfang von UHF-Signalen mit einer Frequenz von etwa 4,3 GHz.

### 3. Wirkungsweise (s. Abb. "Blockschaltbild")

Die Anlage sendet im Dauerstrich frequenzmodulierte HF-Schwingungen (symmetrische Dreiecksfrequenzmodulation) mit einer mittleren Frequenz von 4300 MHz über einen Hornstrahler zur Erde ab. Das von der Erdoberfläche reflektierte HF-Signal wird in einem Gegentaktmischer mit dem über ein Dämpfungsglied abgezweigten Signal des UHF-Generators (als Oszillatorsignal) gemischt.

Das gebildete ZF-Signal wird in einem gesonderten Verstärker verstärkt, wobei gleichzeitig das Nutzsignal mit Hilfe von Filtern aus dem Rauschsignal herausgesiebt wird. Zur Kompensierung der mit zunehmender Höhe eintretenden Abschwächung des reflektierten Signals wird der Frequenzgang des ZF-Verstärkers entsprechend um etwa das Doppelte angehoben. Das ZF-Signal gelangt über eine Rauschsperrschaltung in den Zählblock, wo es in ein der Frequenz und damit der Höhe proportionales Gleichspannungssignal umgewandelt wird.

(Im Zählblock wird die "0-Einstellung" der Anzeige vorgenommen).

Zur besseren Verarbeitung des Signals wird die gewonnene Gleichspannung in eine 400-Hz-Spannung umgeformt, verstärkt und anschließend wieder gleichgerichtet.

In der Vergleichsstufe wird ein Fehlersignal gebildet, das aus dem Vergleich des letztgemessenen Höhengsignals mit dem angezeigten Wert der vorletzten Messung entsteht. Das verstärkte Fehlersignal steuert einen Motor, welcher den Zeiger des Indikators und den Abgreifer des Vergleichspotis so lange bewegt, bis dieses Signal Null wird. Der Tachogenerator bedämpft den Motor.

Die höhenproportionale Ausgangsspannung bewirkt durch Umschaltung der Filter eine entsprechende Veränderung der Verstärkungscharakteristik des ZF-Verstärkers.

In der Anlage ist ein gesonderter Kanal zur automatischen Konstanthaltung des Frequenzhubes vorhanden.

Durch einen Kontrollblock wird die Amplitude des ZF-Signals und der Frequenzhub des UHF-Generators laufend überprüft.

Bei Verringerung der Amplitude des ZF-Signals infolge Ausfalls eines Blockes (Sender, Modulator, Antennen, ZF-Verstärker, etc.) spricht diese Kontrollschaltung an und verhindert die Eingabe einer falschen Höheninformation in die Bordsysteme. Gleichzeitig damit wird am Anzeiger der Ausfall optisch signalisiert und der Zeiger in den dunklen Sektor abgelenkt.

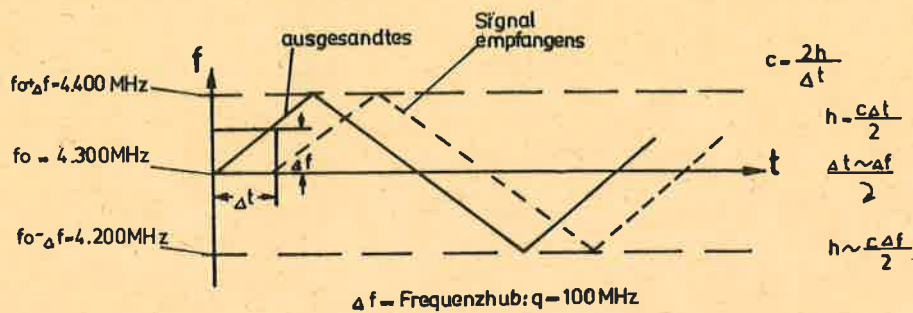
Bei Normalbetrieb wird ein Bereitschaftssignal (+27 V - Spannung) durch diesen Kontrollblock formiert.

Dazu gelangt vom Gleichspannungsverstärker die 18-V-Spannung als Bezugssignal auf das UND-Glied. Bei normaler Arbeit des Höhenmessers liegt an der Amplitudenvergleichsstufe ein Höhengsignal an. In dieser Stufe wird unterschieden, ob es sich um ein Nutz- oder ein Rauschsignal handelt. Das Nutzsignal gelangt ebenfalls zum UND-Glied. Hier wird dann ein entsprechendes Bereitschaftssignal (+27 V) abgegeben.

Wird die vorgewählte Warnhöhe von oben nach unten durchflogen, so gibt das Anzeigegerät ein Signal von +27 V an das Zeitrelais der akustischen Signalschaltung ab. Diese Schaltung erzeugt ein akustisches Signal in Form einer 400-Hz-Wechselspannung mit der Dauer von 3 bis 9 Sekunden.

Eine Testschaltung erlaubt die Funktionskontrolle der Anlage während des Fluges und am Boden.

Zum Arbeitsprinzip:



#### 4. Bedienung

Mit dem Knopf "Höhenanzeige" ("УСТАВ. ВМСОТА") wird der Index (Gelbes Dreieck) für die Warnhöhe an der Skala des Anzeigegerätes eingestellt. Beim Sinken des Flugzeuges muß im Moment des Passierens der Warnhöhe eine im Höheneinstellknopf vorhandene gelbe Lampe aufleuchten und in den Kopfhörern der Piloten ein 400 Hz-Ton mit einer Dauer von 3 bis 9 s ertönen. Das Leuchten der roten Lampe im Kontrollknopf bei Flügen unterhalb 750 m und die Auslenkung des Zeigers in den dunklen Sektor zeigen den Ausfall der Anlage an. Mittels Handdruck auf die rechte Signallampe (rot) am Anzeigegerät UW-5 wird auf den Eingang des Meßknopfes eine Kontrollfrequenz eingegeben und es muß am Anzeiger der Wert  $15 \pm 1,5$  m angezeigt werden (bei Abweichungen Toleranzen der Betriebsspannungen beachten!). Nach dem Einschalten läuft der Zeiger bis zum Vollausschlag in das schwarze Feld. Während dieser Zeit leuchtet die rote Lampe am UW-5 auf. Unmittelbar danach geht der Zeiger auf den Anzeigewert 0 - 0,8 m zurück und die rote Lampe verlöscht. Am Boden kann die Höhengsignalisation überprüft werden, indem die Indexmarke auf 10 m eingestellt wird und man kurzzeitig den 15 m-Kontrollwert einlaufen läßt. Beim Rücklauf des Zeigers unter die gelbe Marke ertönt das akustische Warnsignal im Sprechgeschirr und die gelbe Lampe am UW-5 leuchtet auf.

#### 5. Technische Daten

Höhenmeßbereich:	0 - 750 m
Maximaler Meßfehler der Flughöhe mit 95 % Zuverlässigkeit	
a) am Höhenanzeiger: - von 0 bis 10 m:	$\pm 0,8$ m
- von 10 bis 750 m:	$\pm 8$ %
b) am Ausgang für den Flugregler SAU:	
- von 0 bis 10 m:	$\pm 0,6$ m
- von 10 bis 750 m:	$\pm 6$ %
Anzeigefehler der Warnhöhe (bezüglich der Anzeige des Höhenanzeigers)	
- von 2 bis 10 m:	$\pm 0,5$ m
- von 10 bis 750 m:	$\pm 5$ %
Frequenzbereich des Senders:	4200 bis 4400 MHz
Frequenzhub:	100 MHz
Hubfrequenz:	150 Hz
Senderleistung:	$> 0,4$ W
Dauerbetrieb:	6 h
Leistungsaufnahme:	115 V $\pm 6$ V - 85 VA; +27 V $\pm 3$ V 10 W
Masse:	10 kg

Die Anlage ist unter normalen Bedingungen 3 Minuten nach dem Einschalten einsatzbereit.

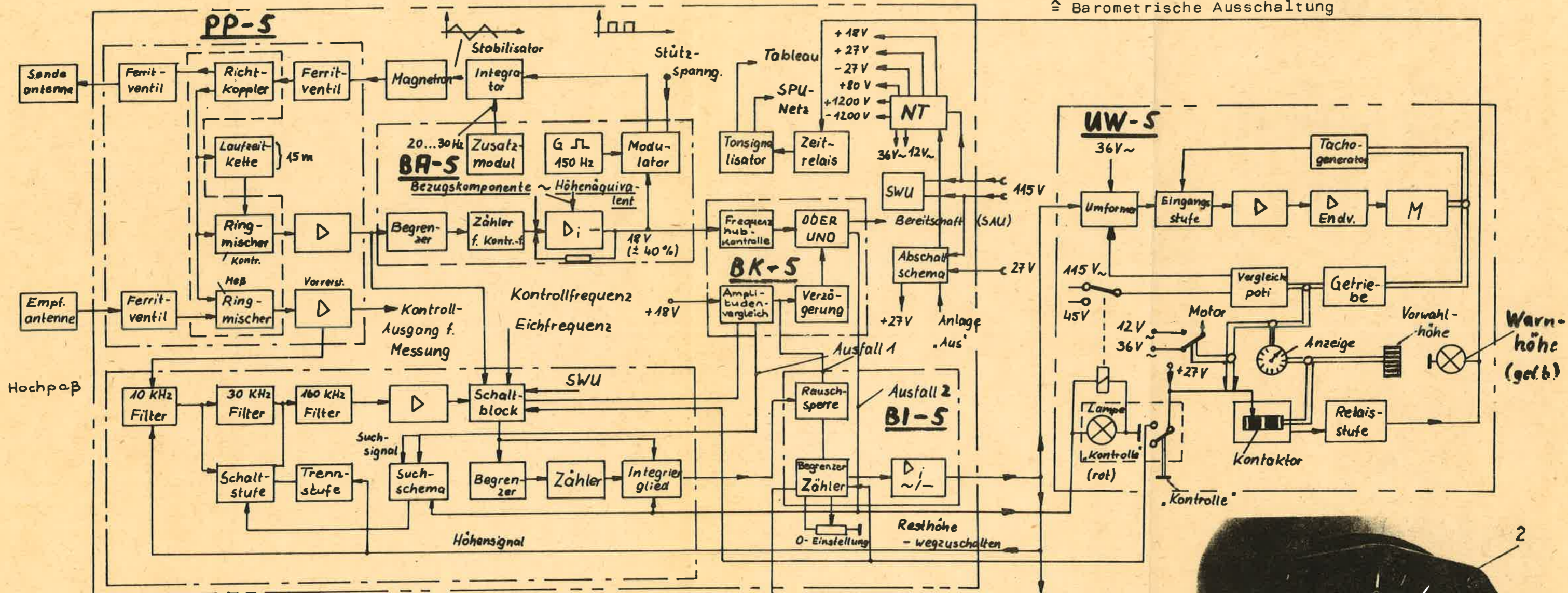
#### 6. Einbauorte

##### 6.1. IL-62

- Sender/Empfänger PP-5: Spant 34/35 (unter Bordbuffet)
  - Sendeantenne AP-5-1: Spant 39 (Rumpfunterseite)
  - Empfangsantenne AP-5-1: Spant 35 (Rumpfunterseite)
- 6.2. IU 134/A
- PP-5: erster technischer Raum (Spt. 24/25), rechte Seite
  - AP-5-1: Spant 23/24 und 25/26 unterer Rumpfteil an der Flugzeugachse

Funkhöhenmesser RW-5

SWU:  $\triangle$  Barometrische Ausschaltung



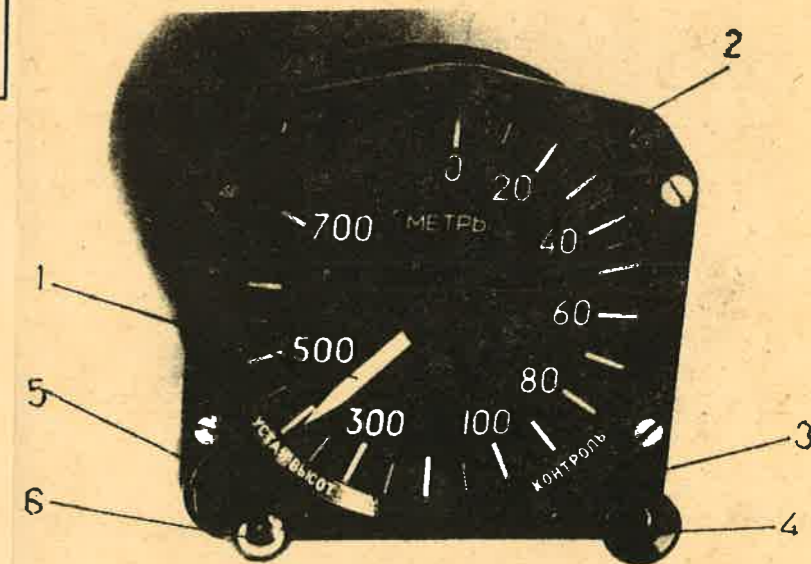
automatische Nachstimmung des Frequenzhubes  
(Anlagenkonstante)  
Sendung  
Empfang  
Kontrolle  
Ausfall, Bereitschaft

Baugruppen  
und  
Signalverläufe

vom Tester „M-5“  
nach "SAU";  
Tester M-5"

Höhenanzeiger UW-5 - Kennbuchstabe A

1- Zeiger; 2- Warnhöhenindex; 3- Kontrollknopf; 4- rote Lampe; 5- Höheneinstellknopf (УСТАВ. ВЫСОТ); 6- gelbe Lampe



RW-5

## Entfernungsmesser SD-67 (DME)

### 1. Verwendung, allgemeine Wirkungsweise

Kontinuierliche Bestimmung der Schrägentfernung zwischen der DME-Bodenstation und dem abfragenden Luftfahrzeug und Abgabe der Werte an die Anzeigeräte.

Die Entfernungsmessung beruht auf der Tatsache der Konstanz ( $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ) und der Geradlinigkeit der Ausbreitung der elektromagnetischen Welle.

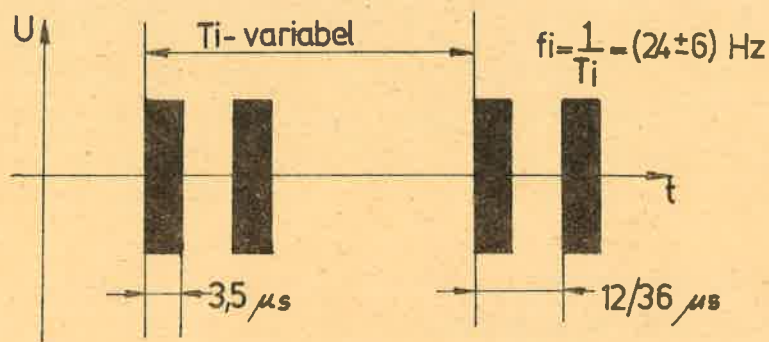
Bei den Meßsystemen wird die Zeit gemessen, die ein vom Luftfahrzeug ausgestrahltes Signal zum Durchlaufen des Weges  $r$  bis zu einer festen Bodenstation und zurück benötigt ( $t = \frac{2r}{c}$ ).

Bei der praktischen Ausführung wird die Laufzeit von Impulsen gemessen. Da fortlaufend Impulse ausgesendet und empfangen werden, ist eine kontinuierliche Entfernungsangabe möglich. Das Verfahren liefert als Standlinie einen Kreis.

Die vom Abfragesender des Luftfahrzeuges und die vom Antwortsender der Bodenstation gesendeten Impulse sind Doppelimpulse mit einem bestimmten Abstand. Die von Störquellen verursachten, unerwünschten Impulse sind im allgemeinen einfache Impulse, die sich von den Doppelimpulsen eindeutig unterscheiden und daher leicht trennen lassen.

Der Abstand der beiden Impulse kann für Abfrage und Antwort gleich ( $12 \mu\text{s}$ ) oder aber auch bei bestimmten Kanälen unterschiedlich (Abfrage:  $36 \mu\text{s}$ , Antwort  $30 \mu\text{s}$ ) sein (s. Tabelle).

Die Sende- bzw. Empfangsfrequenz ist ein Merkmal der angerufenen DME-Station, während der Abstand der Doppelimpulse voneinander bewußt variabel gehalten ist und als Kriterium der Selektion der abfragenden Luftfahrzeuge dient.

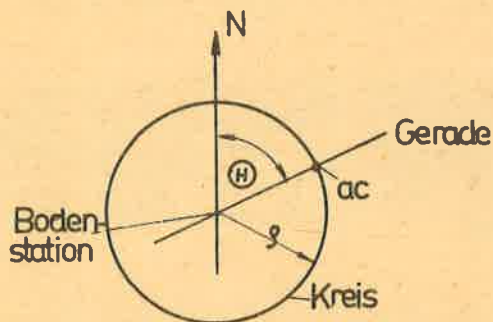


Der Bordempfänger kann die richtigen Antwortimpulse aus der Fülle der aufgenommenen Impulse durch Ermittlung der zugehörigen Folgefrequenz (Übereinstimmung mit Abfragefolgefrequenz!) eliminieren. Die Entfernungsmessung ist dann durch Erzeugung einer entsprechenden proportionalen Meßspannung möglich.

Der Nachteil des Systems DME besteht darin, daß für eine Standortbestimmung zwei Bodenstationen abgefragt werden müssen und nur eine manuelle Auswertung erfolgen kann. Ein weiterer Nachteil ist die Doppeldeutigkeit der Standortbestimmung. Da außerdem der bordseitige Geräteaufwand relativ hoch ist, hat das System keine allzu große Verbreitung gefunden.

Auf Empfehlung der ICAO wurde daher das System VOR durch den Entfernungsmesseil des Systems TACAN ergänzt. Dabei entstand das kombinierte System VOR - DME, das für die Azimutbestimmung das vorhandene Drehfunkfeuer-System VOR (112 - 118 MHz) benutzt, für die Entfernungsbestimmung jedoch einen Teil des Systems TACAN (1000 MHz-Bereich) verwendet.

Die nach diesem Verfahren arbeitende Ortung wird als  $\rho - \Theta$  - Verfahren oder Polarkoordinatenverfahren bezeichnet. Der Nullpunkt des Polarkoordinatennetzes ist dabei die feste Bodenstation (s. Skizze).



Die Selektion der Bodenstationen ist bei diesem Verfahren ebenfalls durch die Abfrage- und Antwortfrequenz gegeben. Insgesamt existieren 2 x 126 Kanäle. 126 Kanäle sind der Gruppe X zugeordnet. Der Abstand der Doppelimpulse dieser Gruppe beträgt für die Abfrage und die Antwort einheitlich 12  $\mu$ s und entspricht im Frequenzbereich dem TACAN-System. 126 Kanäle sind der Gruppe Y zugeordnet. Der Abstand der Doppelimpulse dieser Gruppe beträgt für die Abfrage 36  $\mu$ s und für die Antwort 30  $\mu$ s.

Tabelle der Frequenzkanäle der Gruppen X und Y (Auszug):

Kanalbezeichnung	VHF-Bereich	DME-Bereich				
		Frequenz in MHz	Abfrage		Antwort	
			Frequenz in MHz	Abstand in $\mu$ s	Frequenz in MHz	Abstand in $\mu$ s
59 X	112,20	1083	12	1020	12	
59 Y	112,25	1083	36	1146	30	
126 X	117,90	1150	12	1213	12	
126 Y	117,95	1150	36	1087	30	

In beiden Gruppen beträgt der Abstand zwischen Abfrage- und Antwortfrequenz einheitlich 63 MHz. Den X- und Y-Kanälen sind im VOR-Bereich bestimmte Kanäle fest zugeordnet. Diese Zuordnung ermöglicht die Schaffung eines gemeinsamen Bedienteils, von dem aus mit Einstellung des VOR-Kanals gleichzeitig auch das Entfernungsmesssystem geschaltet wird. Die Bodenstation sendet ständig Impulspaare mit einer Folgefrequenz von etwa 2700 Hz aus. Für jedes abfragende Luftfahrzeug werden etwa 27 Impulspaare als Antwortinformation synchron zur eigenen Abfragefrequenz ausgesendet. Als Ergänzung bis zur Gesamtzahl von 2700 Hz werden Füllimpulse, welche aus dem Empfängerrauschen gewonnen werden, ebenfalls abgestrahlt. Fragen 100 Luftfahrzeuge eine Bodenstation gleichzeitig ab, werden auch insgesamt 2700 Impulse zur Informationsgewinnung abgestrahlt (keine zusätzlichen Füllimpulse mehr notwendig). Maximal kann ein Funkfeuer daher 100 Luftfahrzeuge gleichzeitig bedienen. Nach jeweils 30 s werden 5 s lang die zu dem jeweiligen Funkfeuer gehörenden Kennungssignale (1350 Hz) gesendet.

## 2. Arbeitsprinzip (Blockschaltbild)

### 2.1. Signalverlauf bei Abfrage und Antwort

Im gleichen Moment wie der Anlaßimpuls für den Sender gebildet wird, beginnt der Zählvorgang. Im Kodierer entsteht entsprechend dem eingestellten Code ein Doppelimpuls mit festgelegtem Abstand. Aus den Rechteckimpulsen entsteht im Modulator ein glockenförmiger Impuls mit einer bestimmten Amplitude, der die Sendestufe tastet. Der Antwortimpuls kommt nach einer der Entfernung proportionalen Laufzeit über den Eingangskreis zum Empfänger. Nach doppelter Frequenzumsetzung entsteht am Ausgang des Empfängers ein Doppelimpuls, der im Dekodierer ausgewertet wird. Der Antwortimpuls stoppt im Entfernungsmessblock den Zählvorgang.

### 2.2. Frequenzaufbereitung

Der Oszillatorteil erzeugt die HF für den Sender und den Mischer des Empfängers. Mit Hilfe von 13 Quarzen für den Zehnerkanal und 10 Quarzen für den Einerkanal werden 130 Kombinationsfrequenzen erzeugt, von denen 126 Verwendung finden. Die Einerquarze werden vom FBT direkt über Diodenmatrizen eingestellt, während die Zehnerquarze vom FBT über den Umstimmmechanismus (Motor mit Schalterpaket verändert Schwingkreise) geschaltet werden.

### 2.3. Sperrschaltung

Diese Schaltung sperrt den Empfänger beim Senden der Anlage "SD-67" und der anderen Bordmeßanlagen und erzeugt Sperrimpulse für die anderen Funkmeßanlagen.

### 2.4. Automatische Reservierung

Beim zeitweiligen Ausfall der Bodenanlage oder bei Unterschreitung einer Mindestimpulspaarzahl von etwa 600 Impulsen am Empfängereingang wird die Anlage automatisch in Bereitschaft ("Reserve") überführt. In der Anlage wird ein Signal gebildet, welches den Codierer und damit den Sender sperrt (Empfänger bleibt empfangsbereit). Beim Empfang einer ausreichenden Anzahl von Impulspaaren wird die Blockierung des Abfragesenders aufgehoben. Zusätzlich zu dieser automatischen Schaltung kann auch von Hand auf "Reserve" geschaltet werden. In dieser Betriebsart befindet sich das Gerät unabhängig von der Anzahl der empfangenen Impulspaare in Bereitschaft.

### 2.5. Selbstkontrolle

Im Entfernungsmessblock entsteht ein um die Kontrollentfernung verzögerter Anlaßimpuls und der Zählvorgang setzt ein. Dieser Anlaßimpuls wird normal codiert und tastet den Sender auf. Das Sendesignal wird im Eingangskreis demoduliert und der gewonnene Doppelimpuls geht über eine nur bei Selbstkontrolle arbeitende Stufe auf den Dekoder. Das "Antwortsignal" stoppt den Zählvorgang. Am Anzeiger "IDR-1" werden 206,7 km angezeigt. Durch eine Schaltspannung

wird der Kontrollvorgang nach ca. 10 s automatisch beendet. Da bei der Selbstkontrolle keine Eingangssignale verarbeitet werden, wird gleichzeitig ein 63 MHz-Generator eingeschaltet, der die ZF imitiert. Bei ordnungsgemäßer Funktion des Empfängers wird eine Gleichspannung mit einem bestimmten Pegel erzeugt, welche auf die "UND-Stufe" dieser Schaltung gegeben wird. Das zweite Signal für diese Stufe liegt bei Betätigung des Knopfes "Kennung" an. Diese "UND-Stufe" schaltet einen instabilen Multivibrator ein ( $f_i = 3000 \text{ Hz}$ ), sodaß im Kopfhörer ein Kontrollton für ca. 5 s hörbar wird.

### 3. Bedienung (s. Abb. "Pult")

Am Bedienteil befinden sich zwei Frequenzwahlschalter, ein Sichtfenster für die eingestellte Frequenz, ein Kontrollknopf für die Selbstkontrolle und ein Lautstärkeregler mit Ein- und Ausschalter. Beim Abhören der Kennung muß am SPU-Pult die Stellung "RN-1/2" gewählt und der Schalter "Abhören" auf der Navigatortafel in die Stellung "DME-1/2" gebracht werden.

### 4. Daten

Reichweite:	max. etwa 380 km
Meßgenauigkeit:	$\pm 260 \text{ m} \pm 0,05 \%$ des gemessenen Wertes
Kontrollentfernung:	$206,7 \pm 0,8 \text{ km}$ (für ca. 10 s angezeigt)
Kontrollton:	3000 Hz (für ca. 5 s)
Suchzeit bei max. Entfernung:	$\leq 3 \text{ s}$
Speicherzeit für Anzeiger:	$\geq 5 \text{ s}$ nach Verschwinden der Antwortimpulse
Sendeleistung:	$\approx 4 \text{ kW}$ (Impulsleistung)
Sendefrequenz:	1025 - 1150 MHz (1 MHz-Raster)
Umstimmzeit:	max. 12 s
Empfangsfrequenz:	962 - 1213 MHz (1 MHz-Raster)
Anzahl der Empfangskanäle:	252
Abfragekapazität der Bodenstation:	100 Luftfahrzeuge
Dauerbetrieb:	$\leq 16 \text{ h}$
$f_i$ (Abfrageimpulse):	$24 \pm 6 \text{ Hz}$
Raster der Anzeige:	100 m
Gewicht:	23,5 kg
Leistungsaufnahme:	$27 \text{ V} \pm 10 \%$ : 110 W $115 \text{ V} \pm 5 \%$ : 90 VA

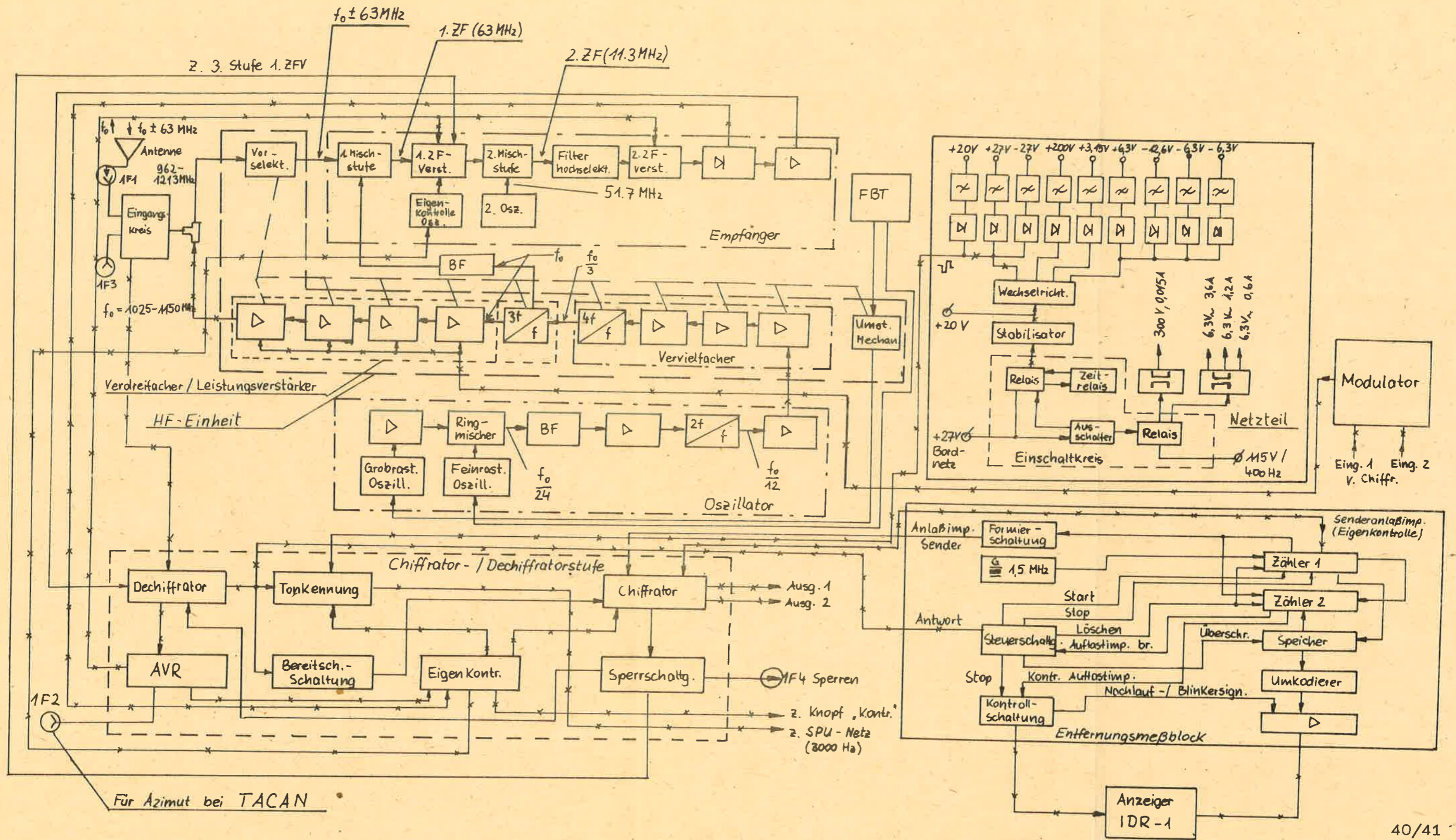
### 5. Einbauorte

#### 5.1. "TU-134/A"

- Entfernungmeßblock: erster technischer Raum zwischen Spant 25 und 26 (rechte Seite)
- Antenne AM-001: unterer Rumpfteil, zwischen Spant 32 und 33 an der Flugzeugachse

#### 5.2. "IL-62"

- Entfernungmeßblöcke: vorderer Gepäckraum, Spant 19/20 (links),  
vordere Anlage: "SD-67/I"  
hintere Anlage: "SD-67/II"
- Antennen AM-001: Spant 18/19 (Rumpfunterseite): "SD-67/I"  
Spant 28/29 (Rumpfunterseite): "SD-67/II"



Funktionsschaltbild Entfernungsmesser SD-67

Eigenkontrolle



## Radiokompaß "ARK-15"

### 1. Verwendung

Der automatische Radiokompaß ARK-15 dient zur Navigation anhand von Funkfeuern und Rundfunksendern. Folgende Navigationsaufgaben können gelöst werden:

- Anflug des Funkfeuers und Abflug vom Funkfeuer mit optischer Anzeige des Kurswinkels;
- Bestimmung der Peilung zum Funkfeuer nach Kursanzeiger;
- Empfang und Abhören der Rufzeichen der Stationen, die im Frequenzbereich von 150 bis 1799,5 kHz arbeiten.

Es sind zwei Anlagen im Flugzeug vorhanden.

### 2. Hauptblöcke der Anlage und ihre wichtigsten Aufgaben

#### 2.1. Empfänger

Verstärkung und Umwandlung der empfangenen Signale und der Steuersignale, Gewährleistung einer Fernabstimmung des Radiokompasses.

#### 2.2. Bediengerät

Fernabstimmung der Anlage

#### 2.3. Rahmen- und Hilfsantenne

gerichteter (Doppelkreischarakteristik) bzw. ungerichteter (Kreischarakteristik) Empfang der Signale des Funkfeuers.

#### 2.4. Anschlußblock

Übertragung des Kurswinkelsignales der Funkfeuer vom Ausgang der Steuerschaltung zu den Anzeigeräten.

Als Anzeige für den KWF der Funkfeuer dienen zwei Geräte vom Typ "IKU-1A" (linker und rechter Pilot), die zum System "Kurs-MP-2" gehören, und das Gerät vom Typ "USchDB-2". Der KWF wird weiterhin auf den Geräten NKP-4 der Anlage PUTI-4MPA vom ARK Nr.1 oder ARK Nr.2 angezeigt (der Schalter für die Umschaltung der Ausgänge zum NKP-4 befindet sich bei der TU-134/A an der oberen Elektrotafel der Piloten).

### 3. Wirkungsweise (s. "Blockschaltbild")

Die Anlage arbeitet nach dem Prinzip eines Goniometerpeilers. Die Richtantenne des Kompasses besteht aus zwei starren Rahmen (Wicklungen), die konstruktiv die Form eines Blockes haben. Die Wicklungen dieser Kreuzrahmenantenne sind auf die Feldspulen eines Goniometers geschaltet, das sich im Empfängerblock der Anlage befindet. In dem Goniometer befindet sich eine Suchspule, welche durch die Signale der Funkfeuer gedreht wird.

Die Peilung geschieht hier ebenfalls durch das Suchen des Minimums der Rahmenspannung, jedoch nicht durch Drehen des Rahmens direkt im Feld der einfallenden Welle, sondern in einem magnetischen Hilfsfeld, das dem Originalfeld winkeltreu nachgebildet wird. Die drehbare Suchspule ist mit den Feldspulen des Goniometers magnetisch gekoppelt. Die Suchspule übernimmt somit die Aufgabe des Drehrahmens und ermöglicht eine Minimumpeilung, da die in ihr induzierte Spannung von der Orientierung im Feld der beiden Feldspulen ebenso abhängt, wie die Spannung an den Klemmen der bisher rotierenden Rahmenantenne von der Größe und der Einfallrichtung der elektromagnetischen Welle des Funkfeuers abhängt.

Das von den Klemmen der Suchspule abgenommene Signal gelangt nach seiner Verstärkung im Rahmenverstärker zum Phasenwender (Gegentaktmodulator) wo es im Rhythmus der Frequenz eines Tongenerators periodisch in der Phase um  $180^\circ$  gedreht wird. Dieses phasenkommutierte Signal wird mit dem Signal der ungerichteten Antenne zusammengesetzt. Der Betrag und die Phasenlage der von dieser Antenne (Hilfsantenne) empfangenen Signale ist auf Grund der Kreischarakteristik unabhängig von der Einfallrichtung der Welle.

Durch diese Zusammensetzung wird die Peilung eindeutig gemacht, indem physikalisch ein herzförmiges Richtdiagramm (Kardioide) gebildet wird. In der Anlage entsteht dadurch im Additionskreis ein amplitudenmoduliertes Signal (s. Abb. "Spannungsformen").

Das Signal der offenen Hilfsantenne ist dabei das Trägersignal, das Signal der Rahmenantenne stellt dagegen das modulierende Signal dar. Stimmen die Einfallrichtung der Welle und die Peilrichtung der Rahmenantenne nicht überein, so erscheint das Summensignal amplitudenmoduliert. In der Peilrichtung nimmt das Rahmensignal ein Minimum an und das Summensignal erscheint unmoduliert im Empfänger. Die Phasenlage der Summenspannung wird durch die Phase des Rahmensignals bestimmt und ist damit abhängig von der Seitenabweichung der einfallenden Welle gegenüber der Peilrichtung. Nach Verstärkung des Summensignals im Empfänger wird es in der Steuerschaltung in ein Steuersignal umgewandelt, welches über den Stellmotor die Suchspule des Goniometers entsprechend nachdreht. Dieses Steuersignal ist eine Wechselspannung, deren Phasenlage von der Empfangsrichtung der Welle abhängig ist, und damit auch die Drehrichtung des Stellmotors bestimmt, während der Betrag (Amplitude) proportional der Ablage des Rahmens gegenüber der Peilrichtung ist und damit das Drehmoment des Motors bestimmt.

Auf diese Weise folgt die Suchspule des Goniometers automatisch und kontinuierlich der Einfallrichtung des Signals von dem angepeilten Funkfeuer. Das Abhören der Signale des Funkfeuers (Kennung) wird durch einen gesonderten Telefonieausgang ermöglicht.

Die Verwendung eines Systems aus starrer Kreuzrahmenantenne in Verbindung mit einem Goniometer ermöglicht es, den Drehmechanismus der Rahmenantenne wegzulassen und dadurch die Betriebssicherheit der Anlage zu erhöhen, die Masse zu verringern und die Nutzung zu er-

leichtern.

Bei der Abstimmung (Frequenzumstimmung) der Schwingkreise des HF-Teils werden anstelle der bisher üblichen Drehkondensatoren Kapazitätsdioden (die Kapazität dieser Bauelemente ändert sich in Abhängigkeit von der Größe einer in Sperrichtung angelegten Steuerspannung) verwendet. Die Frequenz zur Umschaltung der Rahmenspannung im Phasenwender wurde beim ARK-15 so gewählt, daß die Arbeit des Stellmotors über ein Steuersignal mit gleicher Frequenz möglich ist ( $f = 135 \text{ Hz}$ ). Dadurch wird die Steuerschaltung von den Funktionen der Frequenzumformung befreit. (Bisher betrug die Taktfrequenz  $30 \text{ Hz}$  und die Frequenz der Steuerspannung für den Stellmotor  $400 \text{ Hz}$ ).

Die Oszillatorfrequenzen für die Mischstufe im Empfänger als auch die Steuerspannungen für die Kapazitätsdioden (Varicaps) zur Frequenzumstimmung der HF-Kreise werden in dieser Anlage mit Hilfe einer logischen Zählschaltung formiert.

Als Bezugsfrequenz dient in dieser Zählschaltung ein Quarzresonator ( $f = 25,6 \text{ kHz}$ ), mit dessen Hilfe das Frequenzraster für den gesamten Arbeitsbereich des ARK mit einem Abstand von  $500 \text{ Hz}$  und einer Einstellgenauigkeit von  $\pm 100 \text{ Hz}$  erzeugt wird.

Die Zählschaltung ist sehr betriebssicher und ermöglicht es, den Thermostaten für die Bauteile der Oszillatorschaltung wegzulassen.

#### 4. Bedienung (s. Abbildung "Bedienpult")

Erläuterung des Bedienpultes:

1. Einschaltung der Anlage, Wahl der Betriebsarten: "Kompaß", "Antenne", "Rahmen";
2. Umschalter für die Bandbreite des Empfängers: "breit - schmal" (Umschaltung der Schmal- und Breitbandkanäle im Hochfrequenzmodul);
3. Kippschalter "TLF - TLC": schaltet bei Telegrafie eine Spannung von  $800 \text{ Hz}$  in den NF-Kanal als Modulationssignal (Eigenmodulation zur Hörbarmachung von Telegrafiesignalen);
4. Regler "Lautstärke": ist mit einem Regelwiderstand verbunden, der entweder in den Kreis der ZF-Stufen (Betriebsarten "Antenne" und "Rahmen") oder in den Kreis des Telefonieausgangskanals des NF-Teiles (Betriebsart "Kompaß") geschaltet wird;
5. Knopf "Rahmen": schaltet beim Drücken die Spannung  $135 \text{ Hz}$  vom Tongenerator auf die Steuerungwicklung des Stellmotors und bewirkt damit die kontinuierliche Drehung der Suchspule des Goniometers;
6. Kippschalter "Kanal": zum Umschalten der Abstimmdekaden;
7. Hebel "Wähleinrichtungen": zwei Abstimmdekaden mit drei drehbaren Einstellskalen für die Hunderter, Zehner und Einer (in kHz) der Abstimmfrequenz, (kontaktlose Umsteuerung der HF-Module und Fixierung der Abstimmfrequenz des Empfangsblockes).

Die Stromversorgung wird mit dem Betriebsartenschalter eingeschaltet.

Erläuterung der Betriebsarten:

1. Betriebsart "Kompaß": Hauptbetriebsart, die Anlage stellt automatisch nach Abstimmung auf die Frequenz der anzupeilenden Station die Zeiger der Anzeigegeräte in eine Stellung, die dem KWF der Station entspricht, die Signale der angepeilten Station können abgehört werden, der Flug zur Station und der Abflug von der Station werden angezeigt.
2. Betriebsart "Antenne": die Anlage empfängt die Signale nur über die ungerichtete Antenne, der Tongenerator, der Rahmeneingang, der Kompaßausgang und die Steuerschaltung sind abgeschaltet, der ARK-15 arbeitet als normaler Mittelwellenempfänger und wird für das Abhören der Rufzeichen der Funkstationen benutzt (bei unmodulierten Schwingungen in der Betriebsart "TLG"; dann ist ein  $800\text{-Hz}$ -Überlagerungston hörbar).
3. Betriebsart "Rahmen": Hilfsbetriebsart, die Anlage arbeitet nur mit der Rahmenantenne, die Spannung des Tongenerators wird in dieser Betriebsart vom Phasenwender weggenommen, dieser Block arbeitet daher als normaler HF-Verstärker für die Rahmensignale, durch selbständige Drehung der Suchspule kann das Funkfeuer angepeilt werden (Betätigung des Knopfes "Rahmen").

#### 5. Technische Daten

Frequenzbereich:	150 bis $1799,5 \text{ kHz}$
Unterbereiche:	150 bis $239,5 \text{ kHz}$ , 240 bis $399,5 \text{ kHz}$ , 400 bis $699,5 \text{ kHz}$ , 700 bis $1199,5 \text{ kHz}$ , 1200 bis $1799,5 \text{ kHz}$
Frequenzeinstellgenauigkeit:	$\pm 100 \text{ Hz}$
Genauigkeit der Kurswinkelanzeige:	$\pm 2^\circ$
Die Abweichung der Anzeigen einer Anlage untereinander darf $\pm 1^\circ$ nicht überschreiten.	
mittlere Anzeigegeschwindigkeit:	$30 \text{ Grad pro Sekunde}$
Reichweite: - bei $10\,000 \text{ m}$ Flughöhe:	$340 \text{ km}$
- bei $1\,000 \text{ m}$ Flughöhe:	$180 \text{ km}$
Spannungen:	$+ 27 \text{ V} \pm 10 \%$ ; $36 \text{ V} / 400 \text{ Hz}$

6. Einbauorte

6.1. TU-134/A

- Empfänger:  
(beide Anlagen)

- Rahmenantennen:

- ungerichtete Antennen:

erster technischer Raum zwischen den Spanten 16 und 17 (rechte Seite)

Nr. 1 - oberer Rumpfteil, zwischen den Spanten 16 und 17  
(an der Flugzeuglängsachse)

Nr. 2 - unterer Rumpfteil, zwischen den Spanten 24 und 25  
(an der Flugzeuglängsachse)

oberer Rumpfteil, zwischen den Spanten 24 und 29  
(symmetrisch zur Flugzeugachse)

6.2. IL-62

- Empfänger:  
(beide Anlagen)

- Rahmenantennen:

ungerichtete Antennen:

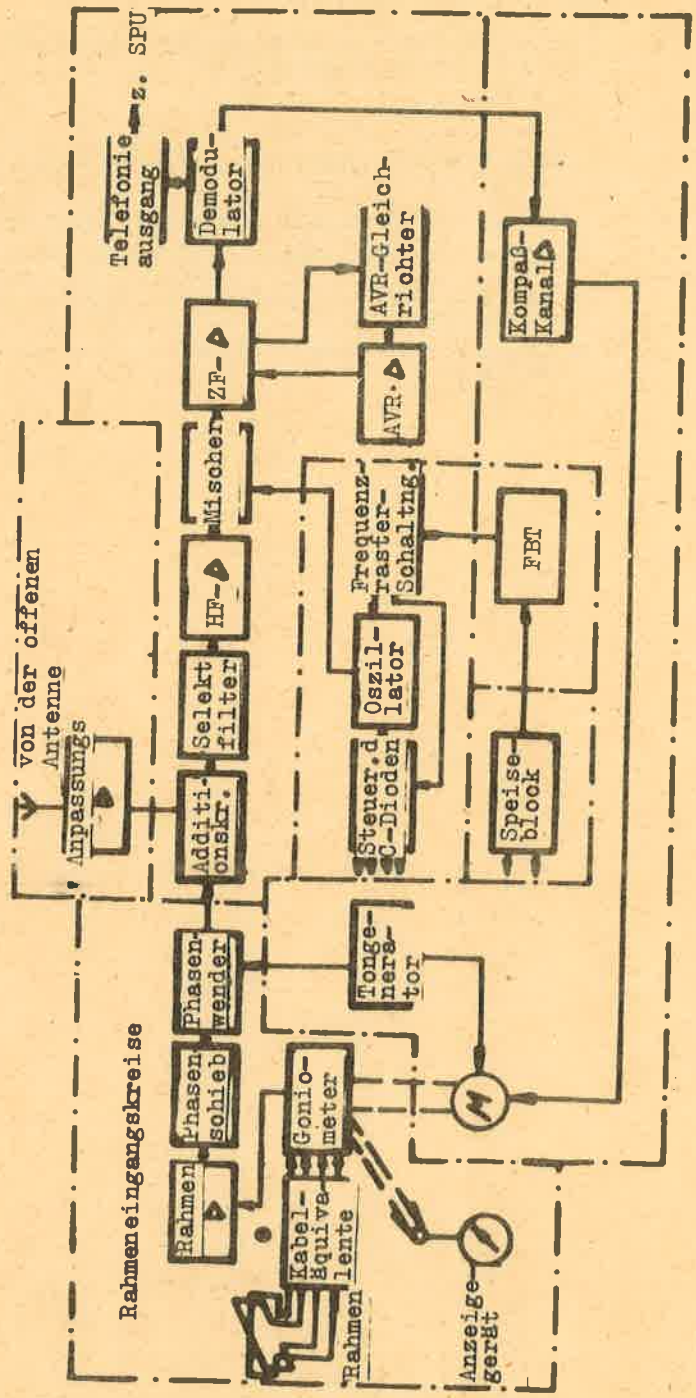
Bordbuffetkeller, Spant 35, rechte Bordseite

1. Anlage - Rumpfoberseite, zwischen Spant 33/34

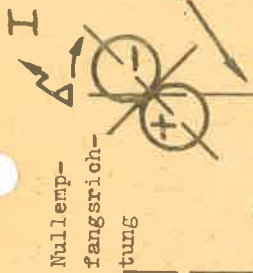
2. Anlage - Rumpfoberseite, zwischen Spant 35/36

1. Anlage - Rumpfunterseite links, zwischen den Spanten  
40 bis 47

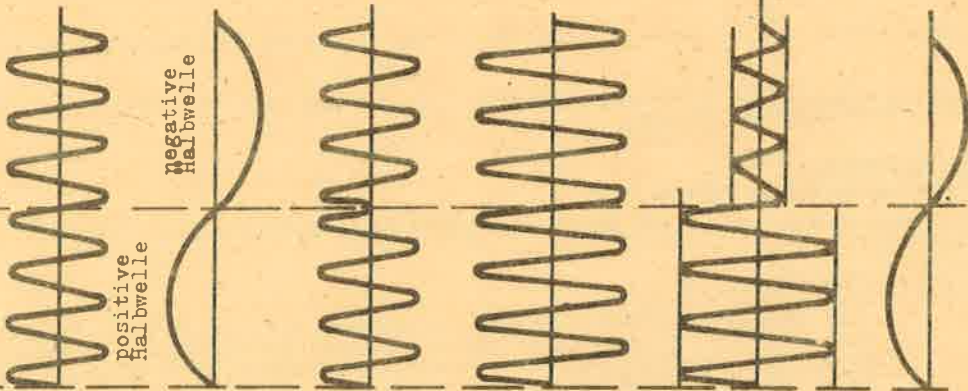
2. Anlage - Rumpfunterseite rechts, zwischen den Spanten  
40 bis 47



Vereinfachtes Blockschaltbild



Richtung zum FF



a) Spannung an den Klemmen der Suchspule des Goniometers

b) Spannung des Tongenerators 135 Hz

c) Spannung vom Rahmenkanal nach dem Phasenwender

d) Spannung von der offenen Antenne

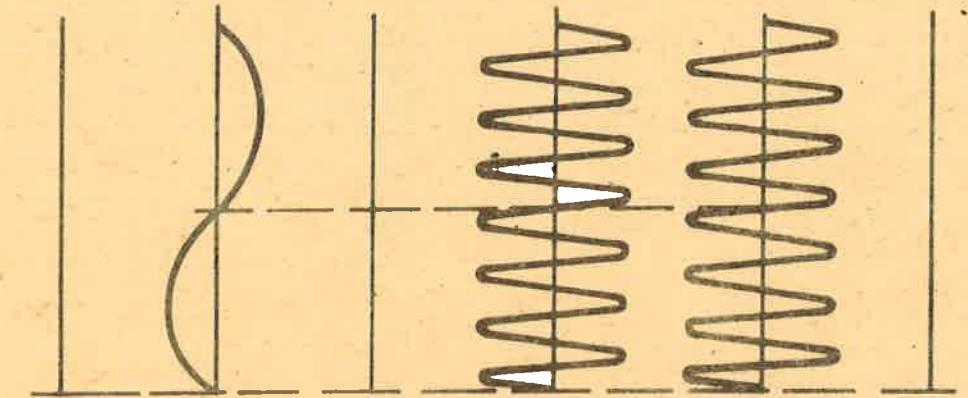
e) Summenspannung nach dem Additionskreis

f) Spannung am Eingang der Steuerschaltung

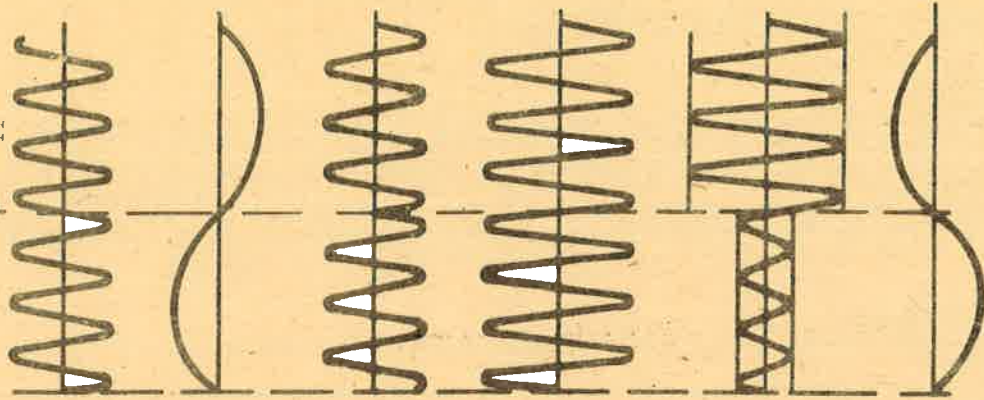
g) Drehrichtung der Suchspule des Goniometers



Richtung zum FF



Richtung zum FF



Spannungsformen an einigen charakteristischen Punkten des Blocksaltbildes.

## Navigation- und Landeanlage "KURS-MP-2"

### 1. Aufgabe

Die Anlage wird gemeinsam mit dem Bordsteuersystem ("BSU-5P" bei der TU-134/A bzw. "SAU-1T" bei der IL-62) für den automatischen und halbautomatischen Landeanflug benutzt. Das System dient der Navigation (Anzeige des Azimuts zum Funkfeuer) im Regime "VOR" und der Landeanflugnavigation in den Betriebsarten "ILS" und "SP-50" (Ermittlung Kurs- und Gleitweg und der Entfernung zur Landebahnschwelle). Die Anlage besteht aus zwei Teilanlagen, die unabhängig voneinander arbeiten. Dadurch wird die gleichzeitige Arbeit mit VOR- und ILS-Funkfeuern ermöglicht und ist für den Landeanflug eine Reserve vorhanden.

### 2. Bestandteile

Benennung	Typ	Anzahl
Betriebsartenwähler	SRS	1
Azimutselektor	SK	2
Frequenzwahlschalter	BU	2
Umschaltblock	BK	1
Gleitempfänger	GRP-20-PM	2
Kursempfänger	KRP-200P	2
Navigationsauswerter	UN-2P	2
Block-Ausfallsignalisation	BSG	2
Markerempfänger	MRP-3PM	2
SP-50-Balanceblock	UBM	1
Kurswinkelanzeiger (RMI)	IKU-1A	2
Verstärkerblock	BUP-3	2
Antennen (VOR/KURS)	-	2
Antennen (Gleit)	-	2
Markerantenne	MRP-56P	1
Navigationanzeiger (v. System "PUTI-4MP/A")	NKP-4	2

Die Zusammenarbeit der einzelnen Blöcke ist in der Abbildung "Blockschema" dargestellt.

### 3. Bedienung des Systems (Betriebsartenwähler ist auf der Abb. "Mittlere Gerätetafel" abgebildet)

#### 3.1. Bedienelemente

- Landesystemumschalter "SP-50-ILS"
- Empfindlichkeitsumschalter des Markierungsempfängers "Streckenflug - Landung" (von 0,15 auf 1,0 mV)
- Betriebsartenschalter
  - Regime "1" (VOR - ILS - SP-50)  
Alle Anzeiger des NKP-4 (Kreuzzeigerinstrumente) und PP-1PM (Kommandogerät) sind an den 1. Halbsatz des "Kurs-MP-2" angeschlossen, der im Regime VOR, SP-50 oder ILS betrieben wird. Anzeige des eingestellten Regimes durch Lampen am Tableau der Flugzeugführer.
  - Regime "Gemeinsam"  
Beide PP-1PM und der linke NKP-4 sind an den ersten, der rechte NKP-4 an den zweiten Halbsatz des Systems angeschlossen, Signalisation am Tybleau: linker Flugzeugführer vom 1. Halbsatz - rechter Flugzeugführer vom 2. Halbsatz gespeist.
  - Regime "2" Alle Anzeiger der PP-1PM und NKP sind an den 2. Halbsatz des Systems angeschlossen.
- Lampen zur Signalisation bei Ausfall des Kurs- und Gleitwegkanals im 1. Halbkomplekt
- analog bei Ausfall im 2. Halbkomplekt.

#### 3.2. Bedienung der Anlage bei verschiedenen Flugregimen

##### 3.2.1. Streckenflug nach VOR

- Schalterstellungen:
- Den Betriebsartenschalter auf "COBM" (gemeins.) Frequenzknöpfe des 1. Halbkomplexes auf gewünschte VOR-Feuer einstellen
  - Frequenzknöpfe des 2. Halbkomplexes auf die gleiche Frequenz
  - am Umschalter für die speisende Anlage den 1. Zeiger auf VOR 1 stellen

- am Umschalter den 2. Zeiger auf VOR 2 stellen, das gleiche am anderen IKU-1 vornehmen
- Schalter für Markerempfindlichkeit auf "Streckenmarker" stellen.

Die Halbkomplekte arbeiten unabhängig voneinander, empfangen aber dieselbe Bodenstation. Die Anzeige des Azimutes jeder Bodenstation erfolgt an den entsprechenden Zeigern 1 bzw. 2 der Geräte USchDB und IKU-1. Die Anzeige der Abweichung vom Sollkurs (vertikaler Zeiger) am NKP-4 erfolgt getrennt beim linken und rechten Piloten (links 1. Halbkomplekt; rechts 2. Halbkomplekt).

### 3.2.2. Vorlandemanöver nach VOR und ILS

- Schalterstellungen:
- Betriebsartenschalter auf "COBM"
  - Frequenzknöpfe des 1. Halbkomplektes auf VOR
  - Frequenzknöpfe des 2. Halbkomplektes auf ILS
  - Umschalter für die speisende Anlage wie oben,

Die Abweichung von der vorgegebenen Weglinie wird getrennt angezeigt (linker Pilot - 1. Halbkomplekt; rechter Pilot - 2. Halbkomplekt). Die Anzeige des Azimutes (Funkpeilung) erfolgt durch die Zeiger 1 in den Geräten USchDB und IKU-1.

### 3.2.3. Landeanflug nach ILS bzw. SP-50

- Schalterstellungen:
- Betriebsartenschalter auf "1"
  - Frequenzknöpfe 1. Halbkomplekt auf ILS bzw. SP-50
  - Frequenzknöpfe des 2. Halbkomplektes auf gleiche Frequenz
  - Umschalter für speisende Anlage wie oben
  - Umschalter für Markerempfindlichkeit auf "Anflugmarker".

Beide Halbkomplekte sind auf die gleiche Frequenz wie die des Landekurssenders abgestimmt. Die Gleitempfänger werden dabei automatisch eingeschaltet und auf die der Paarung entsprechende Gleitfrequenz abgestimmt. Die Anzeigen im Längs- und Seitkanal werden beiden Piloten aber vom 1. Halbkomplekt geliefert. Falls ein Defekt im Kurs- oder Gleitkanal eintritt, werden alle Verbraucher automatisch auf den entsprechenden Kanal des 2. Halbkomplektes umgeschaltet. Der 2. Halbkomplekt stellt damit die Reserve dar.

### 3.2.4. Streckenflug nach vorgegebenem VOR-Azimuth

Hierzu wird der Azimutselektor als Geber benutzt. Zu Beginn des Streckenabschnittes wird der erforderliche Sollkurs am Selektor eingestellt. Der Unterschied zwischen eingestelltem Soll-Azimuth und mit der Anlage gemessenem Ist-Azimuth erscheint als Auslenkung des vertikalen Zeigers im NKP-4 und stellt die Kursablage dar.

## 4. Arbeit in den einzelnen Betriebsarten

### 4.1. Regime "VOR"

#### 4.1.1. Aufgabe

Das Drehfunkfeuer arbeitet im Frequenzbereich von 112 - 118 MHz und dient der Kurz- und Mittelstreckennavigation. Das System liefert Informationen über die Richtung des Luftfahrzeuges zur VOR-Station (Standlinie: Gerade). Durch den UKW-Bereich ist der Empfang relativ störungsarm und die Reichweite von der Höhe des Luftfahrzeuges abhängig (VOR: Very High Frequency Omni Range).

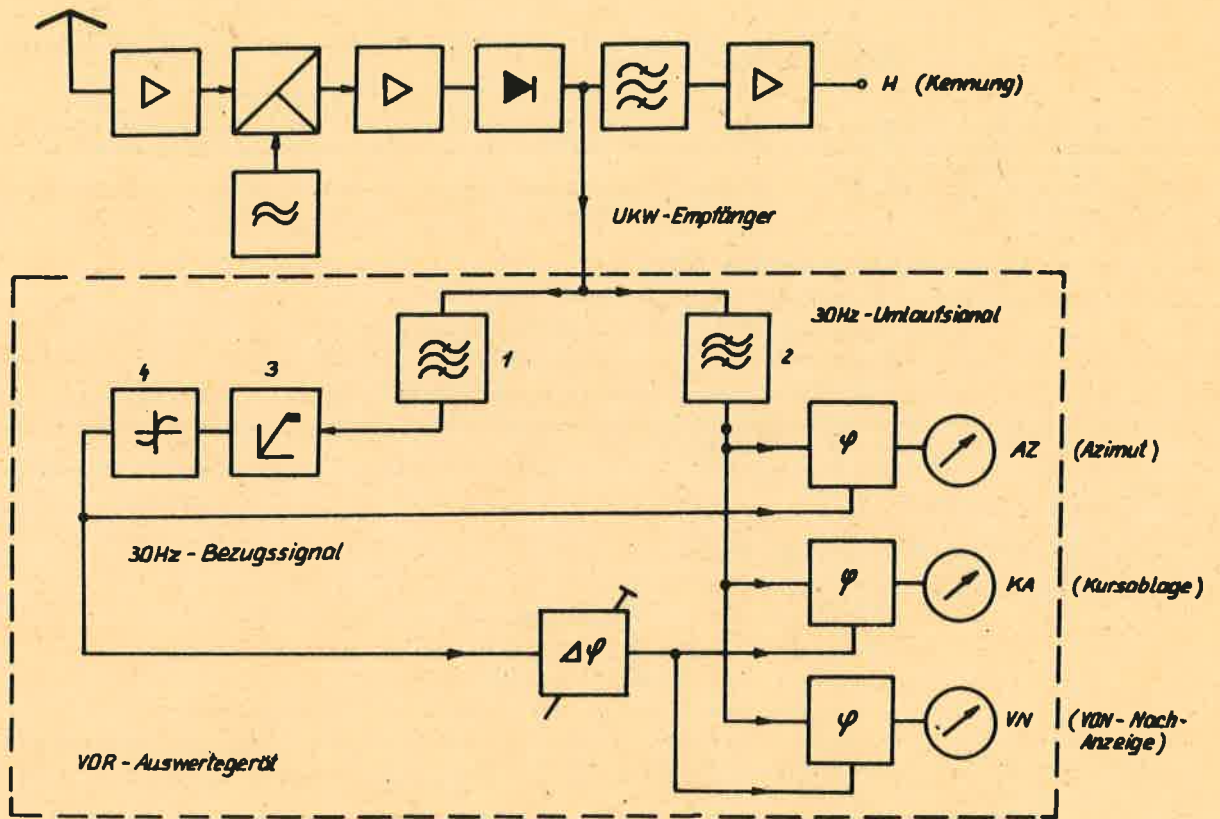
#### 4.1.2. Wirkungsprinzip

Messung der Phasendifferenz zwischen zwei niederfrequenten Schwingungen der gleichen Frequenz (30 Hz). Die Phasenlage der einen Schwingung ist abhängig vom Azimuth und liefert die Richtungsinformation (Umlaufsignal). Die Phasenlage der anderen Schwingung ist azimuthunabhängig und dient als Bezugssignal. Der jeweils gemessene Phasenwinkel entspricht dann dem Azimuthwinkel des Luftfahrzeuges zur Bodenstation.

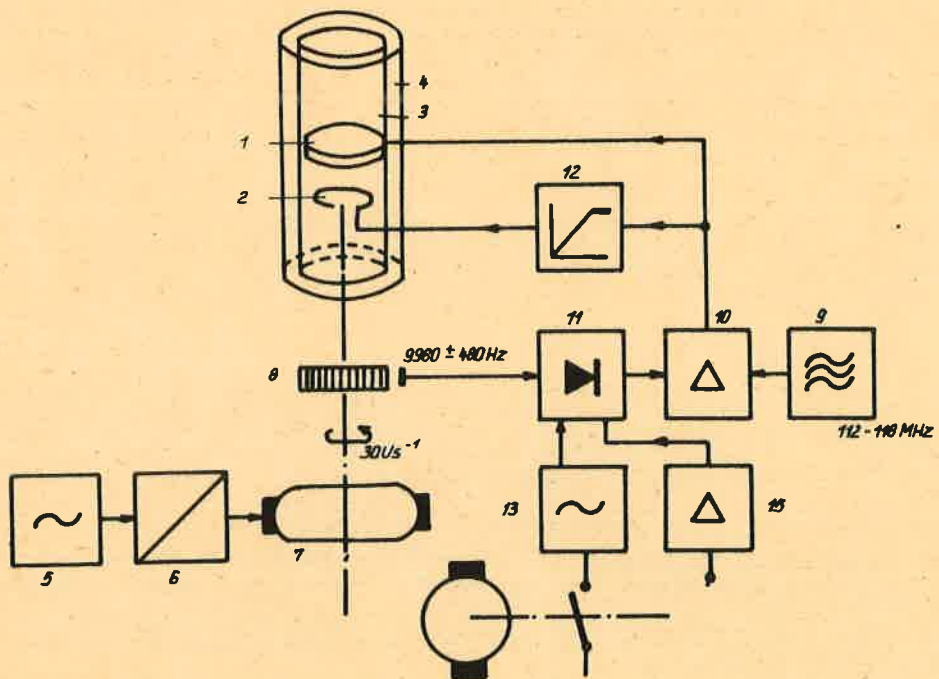
#### 4.1.3. Bodenstation (s. Abb. "Blockschaltbild" und "Spannungsverläufe")

Über eine rotierende Dipolantenne (30 Hz) wird ein unmodulierter HF-Träger mit Doppelkreischarakteristik als Umlaufsignal (Uv) ausgesendet. Diese Antenne erhält etwa 10 % der sendeseitigen HF-Leistung.

Über eine starre Scheibenantenne wird gleichzeitig ein amplitudenmodulierter HF-Träger mit Rundkreischarakteristik als Bezugssignal (Ug) ausgesendet. Diese Antenne erhält etwa 90 % der sendeseitigen HF-Leistung. Durch die Summenbildung der Komponenten beider Strahlungsfelder ergibt sich als Gesamtstrahlungsfeld eine Kardioide. Auf Grund der Rotation dieser Kardioide mit  $30 \text{ Ue}^{-1}$  erscheint an einem Empfänger in Richtung  $\odot$  zum Sender der HF-Träger mit 30 Hz amplitudenmoduliert. Die Phasenlage dieser Modulation ist azimuthabhängig. Zur Richtungsermittlung muß eine Bezugsphase zur Verfügung gestellt werden. Die azimuthunabhängige Schwingung gleicher Frequenz kann dem HF-Träger nicht direkt aufmoduliert werden, da dann empfangsseitig keine Trennung der beiden Signale möglich wäre.

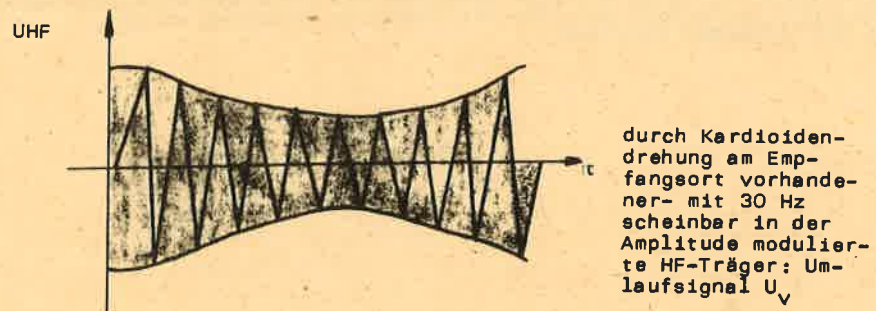
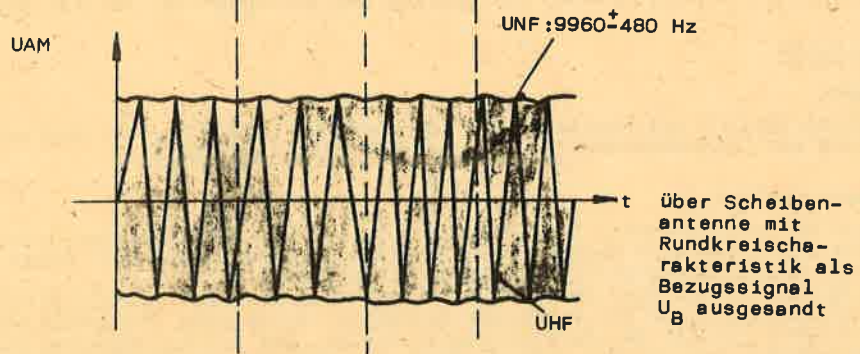
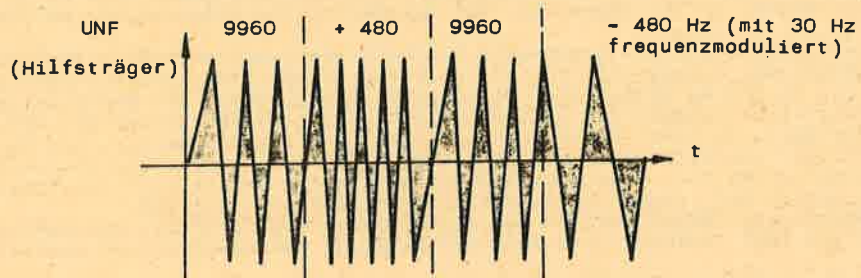
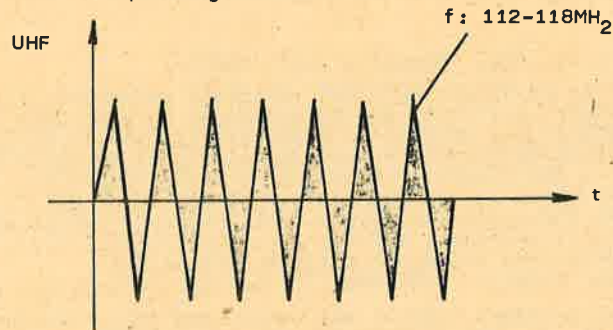


VOR Bodenstation





Spannungsverläufe



Das Bezugssignal wird deshalb einem Hilfsträger von 9.960 Hz mit Frequenzmodulation aufgeprägt. Dieser Hilfsträger schwankt um  $\pm 480$  Hz mit 30 Hz und wird dem HF-Träger mit Amplitudenmodulation aufgeprägt. Das Bezugssignal wird über die starre Antenne bereitgestellt. Zur Übertragung der Kennung wird ein Ton mit  $f = 1020$  Hz getastet und per AM übertragen. Die Frequenzmodulation des Hilfsträgers erfolgt mittels eines Tonrades, dessen Zähne am Umfang sinusförmig ( $332 \pm 16$ ) verteilt sind und in einer Spule eine entsprechende Spannung der Frequenz von  $332 \times 30$ ,  $348 \times 30$  bzw.  $316 \times 30$  gleich  $9.960 \pm 480$  Hz erzeugt. Beide Sendeantennen befinden sich in einem Doppelkäfig. Die Stäbe dieses Käfigs werden durch die Strahlungsfelder erregt und verbessern die Abstrahlung der HF-Energie (Anpassung an den Freiraum). Gleichzeitig wirkt der Käfig als Polarisationsfilter zur Unterdrückung der vertikal polarisierten Feldkomponenten. Oberhalb der Bodenstation ist keine Strahlung vorhanden, so daß eine Unsicherheitszone von etwa 10 km bei einer Flughöhe von 12 km und etwa 5 km bei einer Höhe von 6 km für die Kursanzeige existiert.

#### 4.1.4. Bordstation/Auswertung (s. Abb. "Signalverlauf: VOR")

Die Signale  $U_V$  und  $U_B$  werden im Empfänger KRP-200P verstärkt und demoduliert. Im UN-2P werden die Signale mit Hilfe von Filtern getrennt. Das Bezugssignal  $U_B$  geht über einen Frequenzdiskriminator, wodurch das 30 Hz-Signal mit konstanter Phase bereitgestellt wird. Nach Passierung des Filters im Block der Ausfallsignalisation wird dieses Signal in einem Phasendrehglied solange phasenverschoben, bis es dem zuletzt angezeigten Azimut entspricht. Das Signal der veränderlichen Phase  $U_V$  beinhaltet die aktuelle Lage des Flugzeuges zum VOR. Beide Signale werden in einem Phasendiskriminator verglichen. Bei entsprechender Phasengleichheit wird ein Fehlersignal gewonnen, welches über den Folgemotor das Phasendrehglied des Folgesystems und einen Drehtrafo als Geber entsprechend bewegt. Der Selsyngeber ist über einen Schalter "ARK-VOR" mit dem Selsynempfänger des USch verbunden.

Auf den Stator des Drehtrafos gelangen Signale vom Kurssystem (MK). Vom Ausgang des Rotors wird der KWF abgenommen und auf den Selsynempfänger des IKU-1A gegeben. Mit Hilfe eines Folgesystems wird der Azimut am IKU angezeigt. Der Verstärker des Folgesystems befindet sich im Block des BUP-3.

Über einen Azimutselektor wird der gewünschte Sollkurs durch entsprechende Veränderung der Phasenlage des  $U_B$ -Signals eingestellt ( $U_B \kappa$ ). In einem gesonderten Diskriminator werden die Phasenlagen von  $U_V$  und  $U_B$  miteinander verglichen. Entsprechend der Obereinstimmung wird durch das Fehlersignal am Ausgang die Ablage vom Sollkurs am Kursanzeiger des NKP-4 angezeigt (Kommandoanzeige). In einer UND-Schaltung werden die Signale  $U_B \kappa$  Kurs und  $U_V$  addiert und über einen Trigger ein Relais im Azimutselektor damit geschaltet. Die Lampen "HA" bzw. "OT" leuchten entsprechend auf. Beim Überflug des Funkfeuers ändert sich die Phasenlage von  $U_B$  um  $180^\circ$ . Damit kippt der Trigger um und die andere Lampe leuchtet auf. Mit Hilfe des Umschalters "HA/OT" werden die Signallampen umgeschaltet, die Ziffernanzeigen am Azimutselektor um  $180^\circ$  verändert und die Kursablage an den Kreuzzeigern ebenfalls umgepolt.

Zur Schaltung im Block BSG (Ausfallsignalisation) gelangen beide Signale  $U_V$  und  $U_B \kappa$ . Nur bei gemeinsamem Anliegen ziehen die Blinker und die Lampe "K" am FBT erlischt.

## 4.2. Regime "ILS"

### 4.2.1. Aufgabe

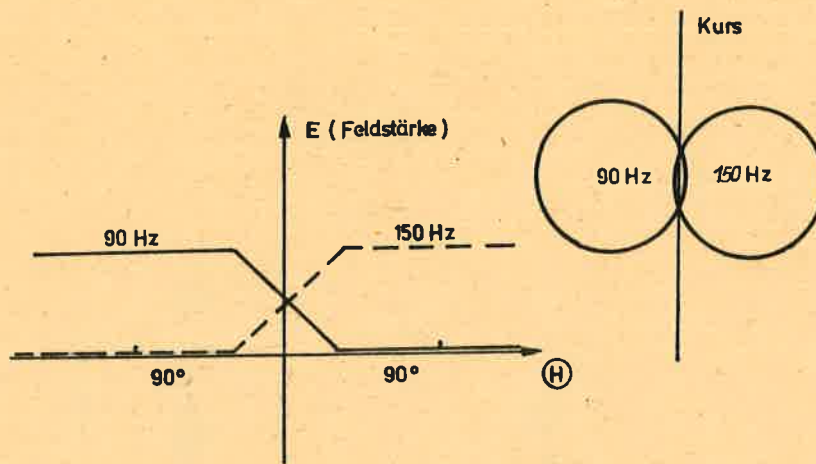
Das Landesystem liefert Informationen über den genauen Landekurs, den exakten Gleitwinkel und die Entfernung zur Landebahnschwelle entlang der Anfluggrundlinie.

### 4.2.2. Landekursanlage

Wird eine aus mehreren Antennen bestehende Anlage mit unterschiedlichen Frequenzen oder Spektren gespeist, so tritt eine Richtungsabhängigkeit der Modulation auf. Diese Abhängigkeit wird durch die Modulationsgradcharakteristik beschrieben. Zur Erzeugung einer derartigen Charakteristik wird ein HF-Träger gleichzeitig mit den Frequenzen von 90 Hz und 150 Hz in der Amplitude moduliert. Durch eine entsprechende Einspeisung der Seitenbandenergien strahlt das Antennensystem derart, daß auf der einen Seite der SLB die 90-Hz-Charakteristik und auf der anderen Seite der SLB die 150-Hz-Charakteristik überwiegt. Der geometrische Ort aller Punkte, an denen die Differenz der Modulationsgrade (DDM) Null ist, stellt einen Leitstrahl dar, der als Landekurs verwendet wird. Siehe dazu die folgenden Diagramme:

Abweichung:  $\pm 2,5^\circ$

DDM = 0,151



Das Kriterium für die Bordanzeige ist das Überwiegen der einen oder anderen Modulation bzw. die neutrale Mittelstellung am Kreuzzeigerinstrument NKP-4. Das Kreuzzeigerinstrument ist ein Kommandogerät. Bei Ausschlag nach links muß der Pilot nach links fliegen, bis der Ausschlag verschwindet. Entsprechend umgekehrt nach rechts. Zusätzlich wird die Ausstrahlung mit einer Kennung von 1020 Hz zur Identifizierung der empfangenen Frequenz versehen. Die Landekursanlage arbeitet im Frequenzbereich von 108 - 112 MHz im 100 kHz-Raster (alle ungeradzahigen Dezimalen). Die Sendeleistung von ca. 100 W gewährleistet eine Reichweite von etwa 40 km. Die Abstrahlung wird durch Felddetektoren überwacht.

Zulässige Toleranzen für den Kurs:  
Kategorie I: max.  $\pm 10,5$  m an der Schwelle  
" II: "  $\pm 7,5$  m " " "  
" III: "  $\pm 6,0$  m " " "

Die Summe der Modulation wird zur Ausfallsignalisation verwendet. Sobald die Summe einen vorgegebenen Pegel überschreitet, werden die Schauzeichen (Flaggen) an den Kreuzzeigerinstrumenten gezogen und damit eine ausreichende Empfangsfeldstärke signalisiert.

#### 4.2.3. Gleitweganlage

Die Gleitwegebene wird ebenfalls durch die Gleichheit der Modulationsgrade definiert. Die Schnittlinie von Landekurs- und Gleitwegebene wird als Gleitlinie bezeichnet. Damit sind die für den Anflug wichtigsten Koordinaten Azimut und Erhebungswinkel gegeben. Das Schema des Gesamtsystems ist aus der entsprechenden Abbildung zu ersehen.

Der Gleitwegsender steht etwa 150 m seitlich von der SLB und sgrahlt einen HF-Träger im Bereich von 328 - 336 MHz ab, der ebenfalls mit 90 Hz und 150 Hz gleichzeitig moduliert ist. Die Gleitwegfrequenzen sind den Landekursfrequenzen stets fest zugeordnet und werden daher nicht extra eingestellt. Das Überwiegen der einen oder anderen Modulation wird ebenfalls am Kreuzzeigerinstrument per Kommandoanzeige signalisiert. Eine Ausfallsignalisation ist ebenso vorhanden.

Die Gleitwegebene ist gegen die Landebahn um etwa  $2,5^\circ$  geneigt. Die Sendeleistung von etwa 60 W sichert eine Reichweite von mindestens 18 km.

Bei Abweichungen nach oben oder unten um  $0,5^\circ$  steigt die Differenz auf 0,175.

Zulässige Toleranzen für den Gleitweg:

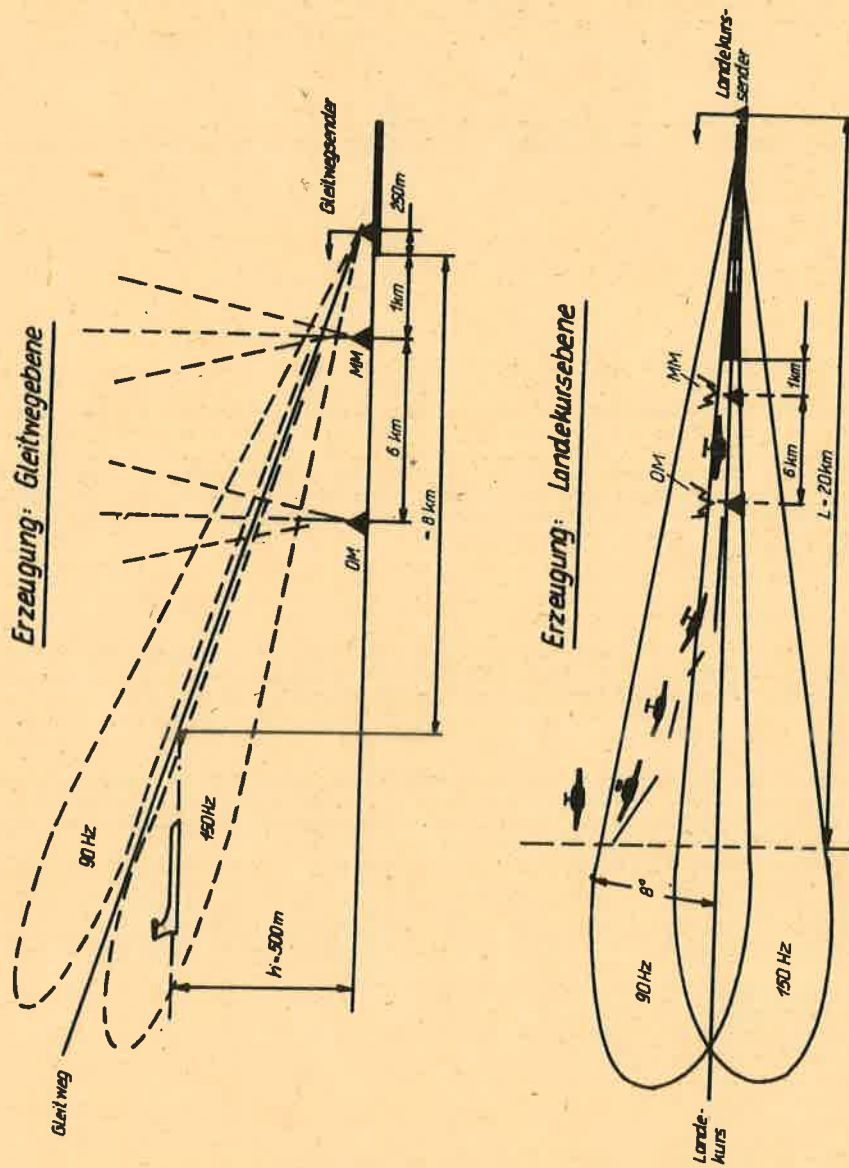
Kategorie I/II: Max.  $\pm 0,2^\circ$   
" III: "  $\pm 0,12^\circ$

Die Abstrahlung wird ebenfalls durch Felddetektoren überwacht.

#### 4.2.4. Einflugzeichen (Marker)

Als dritte Koordinate für den Anflug wird durch Marker, die entlang der Anfluggrundlinie stehen, die Entfernung bis zur Landebahnschwelle signalisiert.

Die Energie wird mit der Frequenz von 75 MHz gebündelt senkrecht nach oben abgestrahlt. Das Voreinflugzeichen (Outer Marker) steht 7 km von der Schwelle und ist mit 400 Hz moduliert (Strichtastung). Das Haupteinflugzeichen (Middle Marker) steht 1 km vor der Schwelle und ist mit 1.300 Hz moduliert (Punkt-Strich-Tastung).



#### 4.2.5. Auswertung (s. "Signalverlauf: ILS")

Nach Verstärkung, Demodulation und Filterung der Kurs- und Gleitwegsignale werden die 90-Hz- und die 150-Hz-Spannungen getrennt und speziellen Kanälen zugeführt. Das Überwiegen der einen oder anderen Modulation wird durch Amplitudenvergleich festgestellt. Die Ströme fließen entgegengesetzt, so daß bei  $DDM = 0$  die Ablage gleich Null am NKP-4 wird. In einer gesonderten Schaltung des Auswerteblockes des UN-2P werden 90-Hz- und 150-Hz-Signale addiert. Wird ein bestimmter Pegel überschritten, spricht die Ausfallsignalisation an und zieht die Blinker am NKP-4.

Das Signal für die Kursablage beim Streckenflug nach VOR, die Abweichung vom Soll-Landekurs und vom Soll-Gleitweg werden im System "PUTI-4MPA" zu Kommandosignalen aufbereitet, am Kommandoanzeiger "PP-1PM" angezeigt und über den Block "BS-3" zur automatischen Flugzeugführung durch den Autopiloten verwendet.

Der senkrechte Zeiger des Gerätes "PP-1PM" gibt das Kommando für die erforderliche Querneigung und der waagerechte Zeiger das Kommando für die Längsneigung an. Der Gleitweg wird außerdem mittels des Gleitwegindex angezeigt.

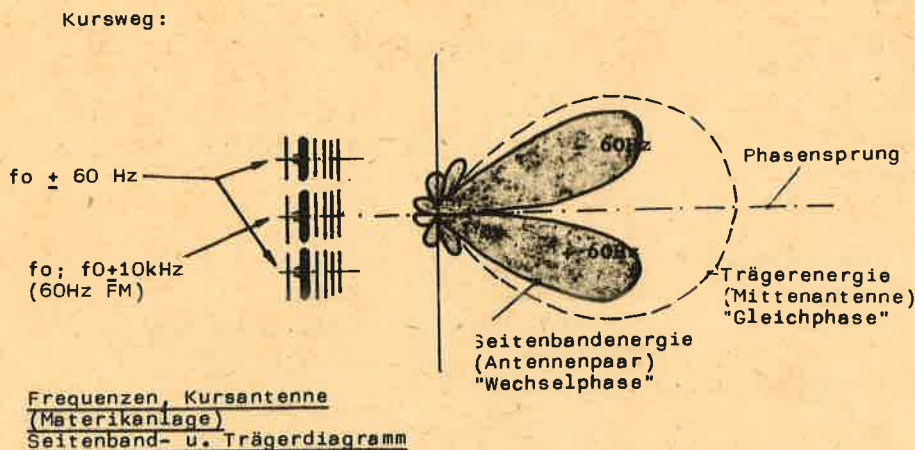
#### 4.3. Regime "SP-50"

##### 4.3.1. Arbeitsprinzip

Das Kriterium für den Kurs ist der Betrag und die Phase einer azimutabhängigen 60-Hz-Spannung im Vergleich zu einer azimutunabhängigen 60-Hz-Bezugsspannung! Die Übertragung des Bezugssignales erfolgt durch einen mit 60 Hz frequenzmodulierten 10-kHz-Hilfsträger (Analogie zum VOR-Verfahren!).

Zur Erzeugung der azimutabhängigen 60-Hz-Spannung werden die beiden 60-Hz-Spannungen um  $180^\circ$  phasenverschoben zueinander eingespeist.

Die Phasenlage der azimutabhängigen 60-Hz-Spannung gibt an, ob die Abweichung links oder rechts vom Sollkurs vorhanden ist, während der Betrag dieser Spannung bezogen auf die Amplitude des Bezugssignales (Gleichphase) die Größe der Abweichung darstellt.



Der Gleitweg wird wie beim ILS durch das Kriterium  $DDM = 0$  eines entsprechend mit 90 Hz und 150 Hz gleichzeitig in der Amplitude modulierten HF-Trägers ermittelt. Die Strahlungskeulen sind gegenüber dem ILS lediglich vertauscht.

##### 4.3.2. Signalverarbeitung (s. Abb. Signalverlauf "SP-50")

Durch den Kursempfänger werden die Bezugs- und die veränderliche Phase bereitgestellt. Nach Frequenzdemodulation des 10-kHz-Signals wird das ermittelte 60-Hz-Bezugssignal verstärkt und zum Phasendiskriminator geleitet. Dieses Signal wird gleichzeitig im Block BSG ausgewertet und für die Blinker am NKP-4, am PP-1PM und am FBT verwendet. Das variable Signal von ebenfalls 60 Hz wird nach entsprechender Filterung und Verstärkung mit dem 60-Hz-Bezugssignal in der Phasenlage verglichen und ein der Kursablage  $\Delta K$  entsprechendes Signal wird über den Balanceblock und Umschaltblock den Kreuzzeigerinstrumenten NKP-4 zugeleitet. Mit Hilfe des Balanceblockes wird der Ruhestrom des Phasendiskriminators ("0-Lage" des Kurszeigers am NKP-4) eingestellt. Beim Drücken des Reglers "Balance - SP-50" wird das Signal der variablen Phase abgeschaltet und der Phasendiskriminator mit Hilfe des Signals der Gleichphase abgeglichen.

## 5. Technische Daten

- Frequenzen:
  - ILS-Kurs: 108,1 ... 111,9 MHz (ungeraden Dezimalen)
  - SP-50-Kurs: 108,3; 108,7; 109,1; 109,5; 109,9; 110,3 MHz
  - ILS-Gleit: 331,1 ... 334,7 MHz
  - VOR: 108,0 ... 112,0 MHz (geraden Dezimalen)  
112,05 ... 117,95 (Raster: 50 kHz)
  - Marker: 75 MHz
- Reichweiten : Kursweg:  $v = 30 \text{ km}$   
Gleitweg:  $v = 18 \text{ km}$   
VOR:  $v/\text{km} = 4,12 \sqrt{h/m}$  (h: Flughöhe in m)
- Arbeitsspannungen:  $+27 \text{ V} \pm 10 \%$ ;  $115 \text{ V} \pm 5 \%$
- Peripheriegeräte
  - a) IL-62: Flugreglersystem: "SAU-1T" (NKP-4; PP-1PM)  
Kursystem: "TKS" (Magnetkurs)  
Eiv-Anlage: "SPU-7" (VOR-Kennung u. Markersignale)
  - b) TU-134/A: Bordsteuersystem: "BSU-SP"  
Kursystem: "KS-8"  
Eiv-Anlage: "SPU-7" } entsprechend

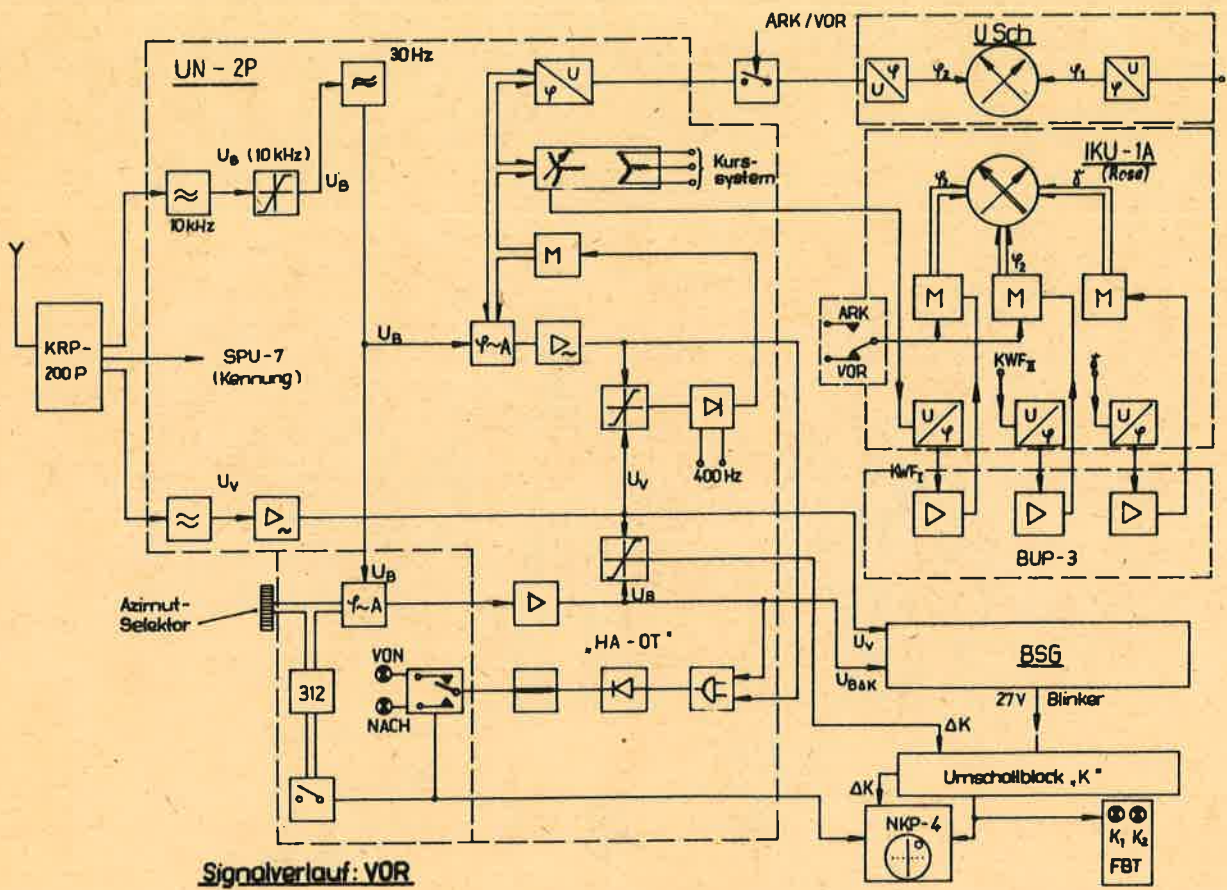
## 6. Einbauorte

### 6.1. TU-134/A

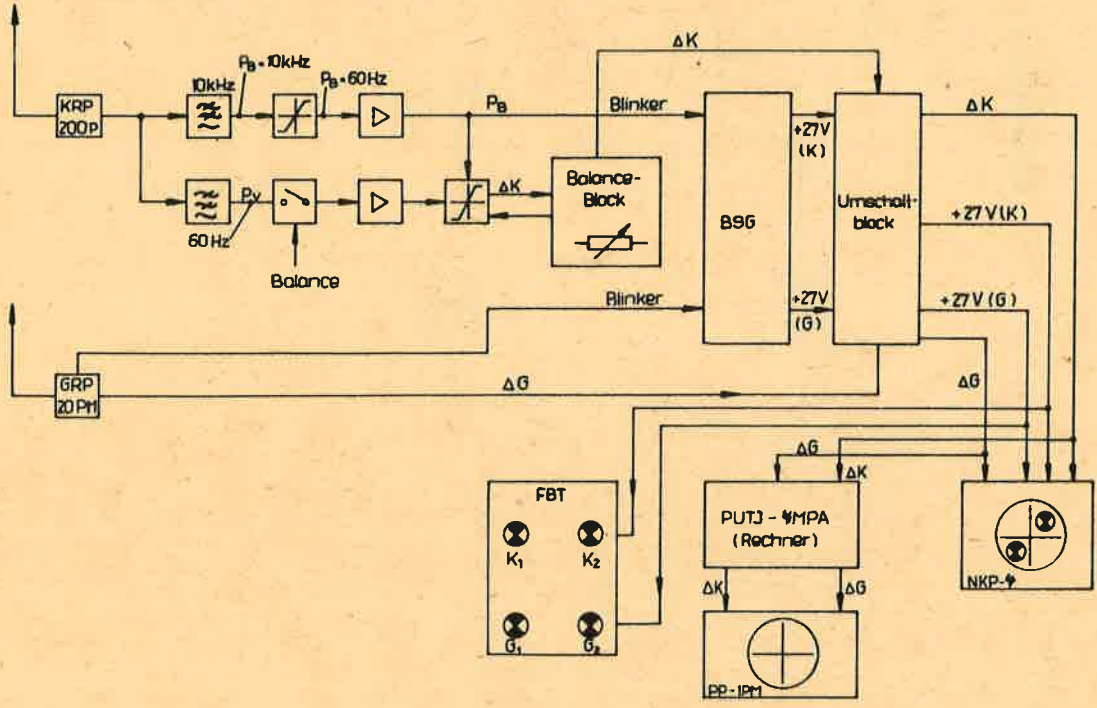
- Azimutselektor, Frequenzwahl-schalter, Betriebsartenwähler: mittlere Gerätetafel der Piloten
- Signallampen "Marker": Gerätetafeln d. 1. u. 2. Piloten
- Balanceblock "SP-50": Decke der Pilotenkabine
- Kurs-Gleitweg- u. Marker-empfänger, Auswörter, Verstärker "BUP-3": Regal hinter dem Sessel des ersten Piloten
- Markerantenne: Spantverkleidung linke Tragfläche (zwischen Spt.38 u.39)
- Kurs-Gleitwegantennen: Bughaube (Einklebung)

### 6.2. IL-62

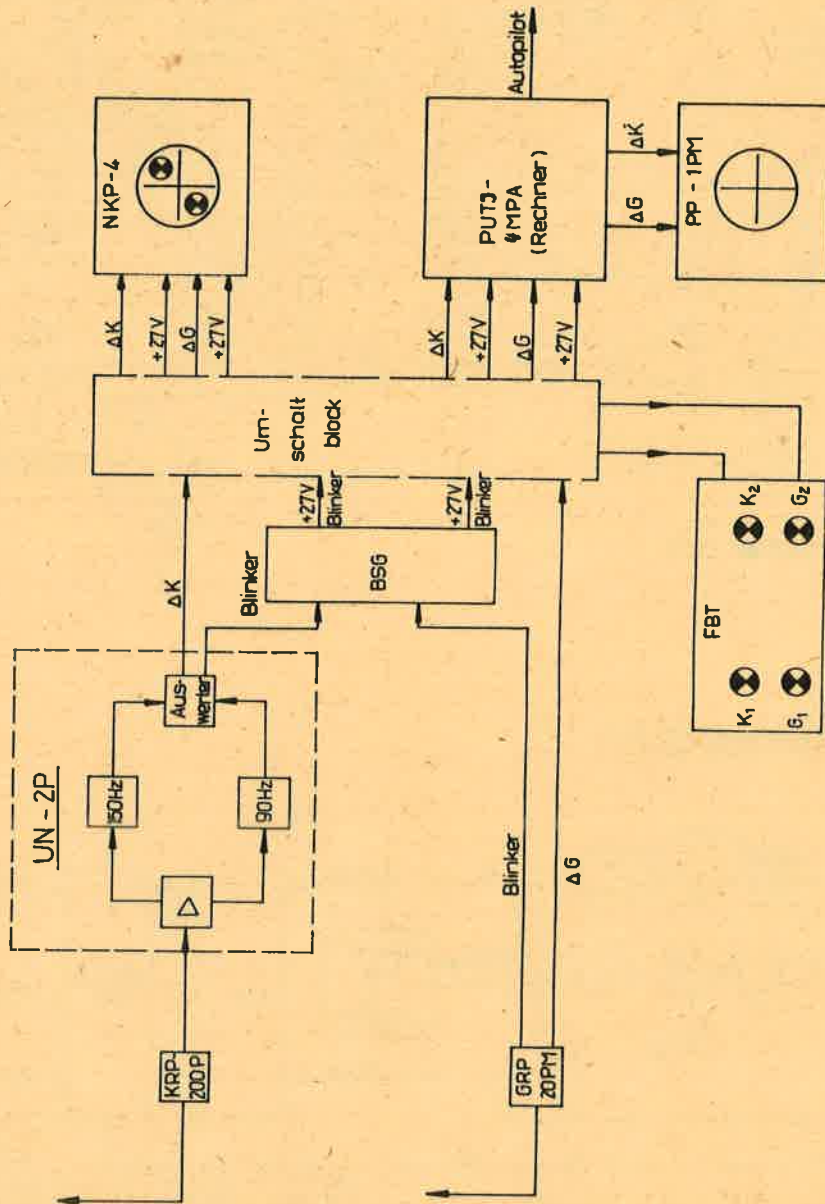
- Frequenzwähler, Kursselektor: Navigatortafel, rechts
- Betriebsartenwähler: obere Pilotenbedientafel
- Signallampen "Marker": Tableau linke und rechte Pilotentafel
- SP-50-Balanceblock: obere Pilotenbedientafel (links)
- Kurs-Gleitweg- und Markerempfänger, Auswörter "UN-2P": unter Navitisch rechts unten (1. Komplex) und rechts oben (2. Komplex)
- Verstärkerblock "BUP-3": hinter Pilotentafeln unten
- Markerantenne: Rumpfunterseite, Spt. 37
- Kurs-Gleitwegantennen: Radarhaube (eingeklebt)



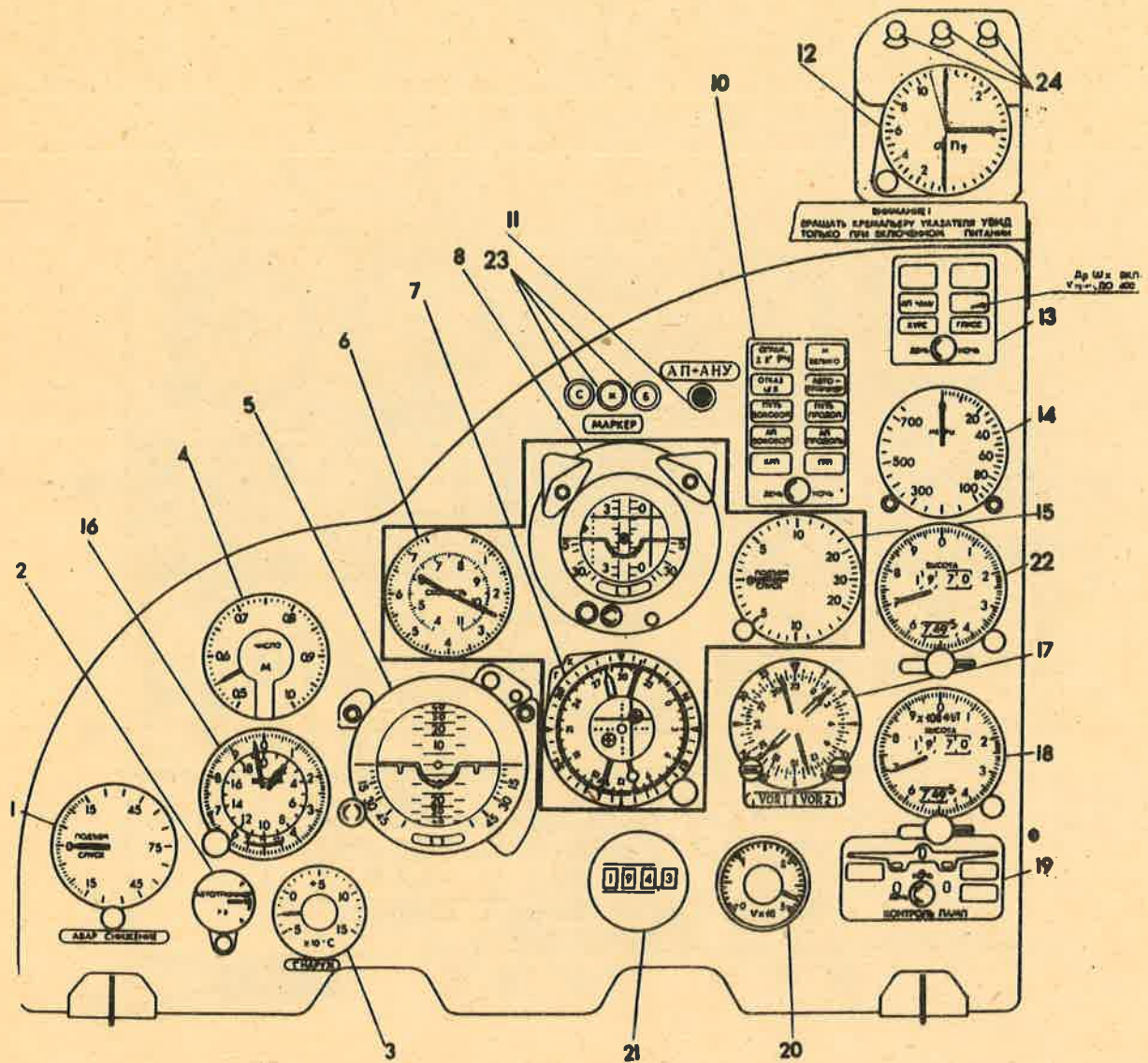
**Signalverlauf Sp-50°**



Signalverlauf : ILS

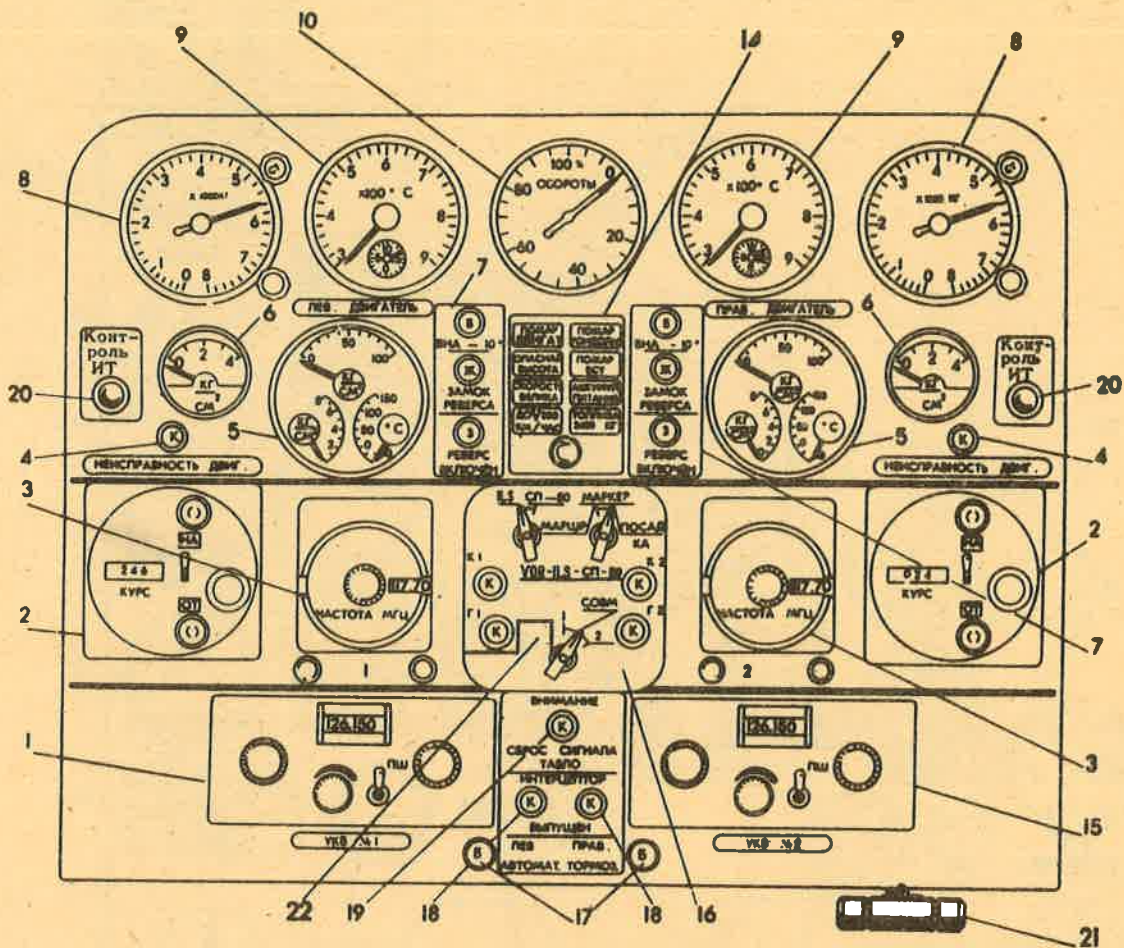






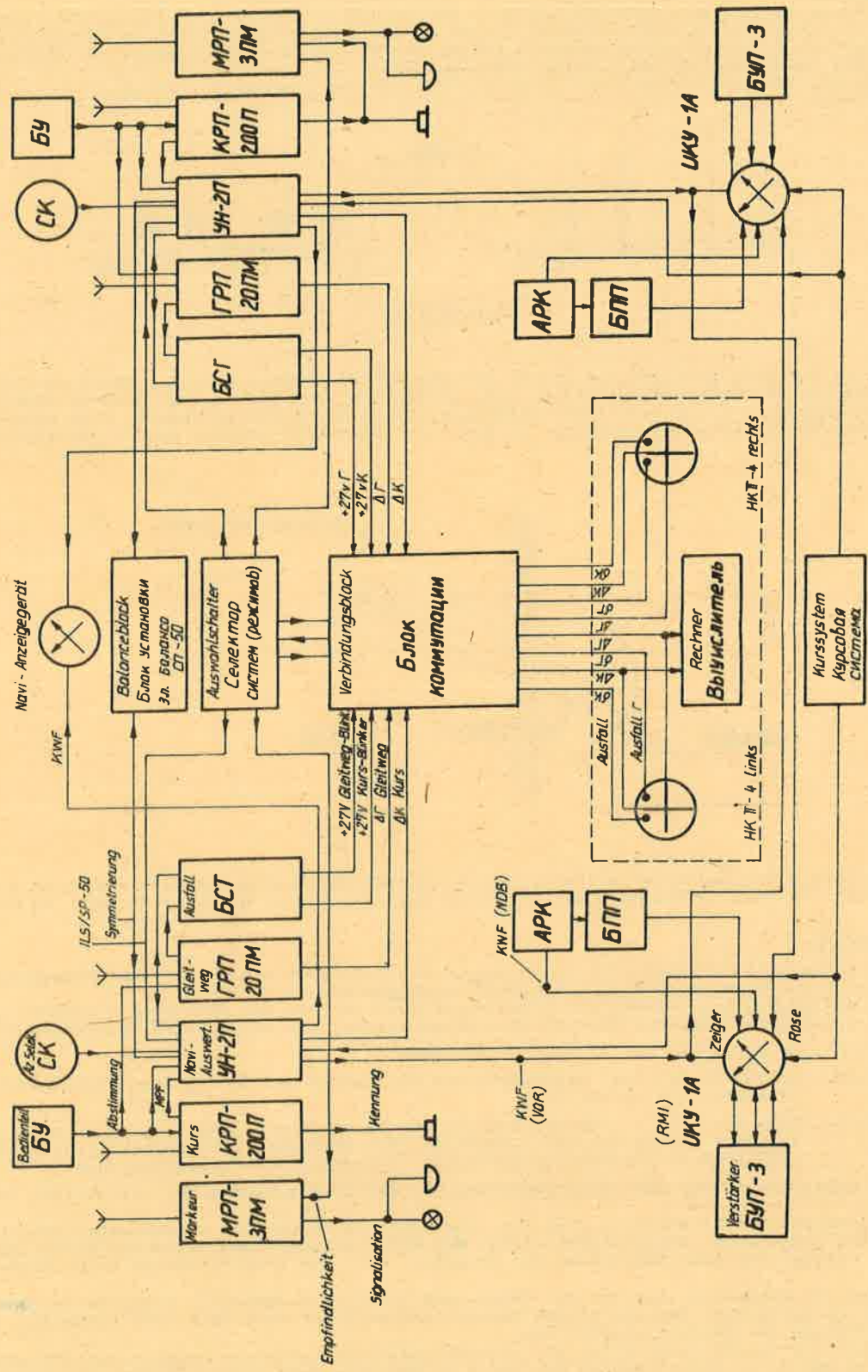
Gerätetafel des ersten Piloten

- |   |  |
|---|--|
| 1- Variometer WAR-75M   | 13- Leuchttafel T-6U2                                |
| 2- Anzeigergerät UAT-3 des Trimmautomaten AT-2  | 14- Anzeigergerät UW-5                               |
| 3- Anzeigergerät der Außenlufttemperatur TNW-1  | 15- Variometer WAR-30M                               |
| 4- Machmeter MS-1   | 16- Anzeigergerät WD-20                              |
| 5- Künstlicher Horizont 1122B   | 17- Kurswinkelanzeigergerät IKU-1A                   |
| 6- Fahrtmesser KUS-730/1100   | 18- Elektro-Barometrisches Anzeigergerät UWID-15F    |
| 7- Navigationsanzeigergerät NKP-4K  | 19- Leuchttafel PPS-2MK für die Fahrwerkstellung     |
| 8- Kommando-Anzeigergerät PP-1PM  | 20- Voltmeter W1                                     |
| 10- Leuchttafel T-10U2  | 21- Anzeigergerät IDR-1                              |
| 11- Knopf 5K zum Einschalten der Verbindung des Autopiloten mit der Anlage DISS-013-134 | 22- Elektro-Barometrisches Anzeigergerät UWID-30-15K |
| 12- Anzeigergerät des kritischen Anstellwinkels und der Überbelastungen UAP-3KP         | 23- Signalisationslampen "Marker"                    |
|   | 24- Beleuchtung der Anlage UAP-3KR                   |



Mittlere Gerätetafel der Piloten

- |   |  |
|---|--|
| 1- Bedienteil der Funkanlage UKW-1  | 15- Bedienteil der Funkanlage UKW-2  |
| 2- Azimutwähler KURS-MP   | 16- Vorwähler der Funkanlagen  |
| 3- Steuerblock KURS-MP  | 17- Signalisationslampen "Bremsautomat"  |
| 4- Signalisationslampen "Triebwerk defekt"                                      | 18- Signalisationslampen - Anzeige des Ausfahrens der Interzeptoren                          |
| 5- Dreizeigergerät UIS-3TR für KS-Druck, Temperatur und KS-Druck der Triebwerke | 19- Knopf 5k zum Auslösen des Signales "Achtung! Auslösen des Signales des Tableaus"         |
| 6- Kraftstoffdruckanzeigergerät U11-4TR der Triebwerke                          | 20- Knopf 5K zur Prüfung der Funktionsfähigkeit des Abgastemperaturmeßgerätes IT-2T, Serie 2 |
| 7- Signallampen   | 21- Röhrenleuchte ST   |
| 8- Anzeigergerät des Kraftstoffverbrauches der Triebwerke                       |  |
| 9- Abgastemperaturmeßgeräte IT-2T, Serie 2 der Triebwerke                       |  |
| 10- Drehzahlanzeigergerät IYE-2T  |  |
|   | 22- Begrenzer  |
|   | 14- Leuchttafel T-8U2  |

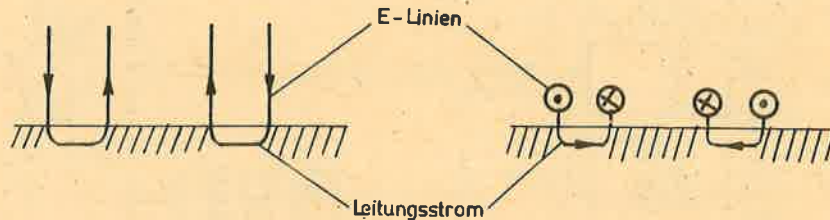


## Ausbreitung der elektromagnetischen Welle

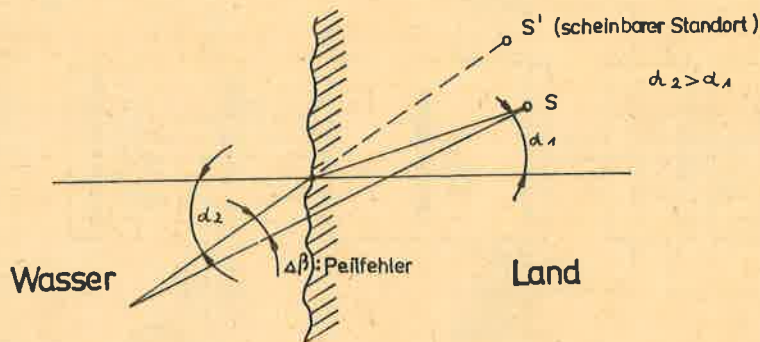
### 1. Wellenarten

#### 1.1. Bodenwelle

Die Bodenwelle ist der Teil der Wellenfront, der am und im Erdboden entlanggeführt wird. Je langwelliger eine elektromagnetische Welle ist, desto ausgeprägter tritt der Beugungseffekt in Erscheinung. Auf Grund dieser Beugung folgen die Wellen der Erdkrümmung. Der Empfang ist daher nahezu unabhängig von der Jahres- und Tageszeit. Die Bodenwelle ist immer horizontal polarisiert, auch wenn der Sender vertikal polarisierte Wellen erzeugt.



Die Dämpfung ist umso geringer, je besser die Bodenleitfähigkeit ist. Auf Grund der sprunghaften Änderung von Bodeneigenschaften, z.B. an Meeresküsten ändert sich auch die Ausbreitungsgeschwindigkeit  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$  plötzlich. Diese Sprungstelle bewirkt eine plötzliche Änderung der Ausbreitungsrichtung, so daß sich Peilfehler ergeben können ("Küsteneffekt").



Um diesen Peilfehler möglichst klein zu halten, werden die Peilsender nicht zu dicht an die Küste gebaut und sollten bei geringen Flughöhen möglichst kurze Wellen verwendet werden.

#### 1.2. Raumwelle

Durch die Korpuskularstrahlung der Sonne werden die neutralen Gasmoleküle der Atmosphäre in negative Elektronen und positive Gasionen aufgespalten. Auf Grund der nach unten abnehmenden Strahlungsintensität und der nach oben exponentiell abnehmenden Luftdichte entstehen dadurch Ionisationsmaxima, die sogenannten Heavisideschichten:

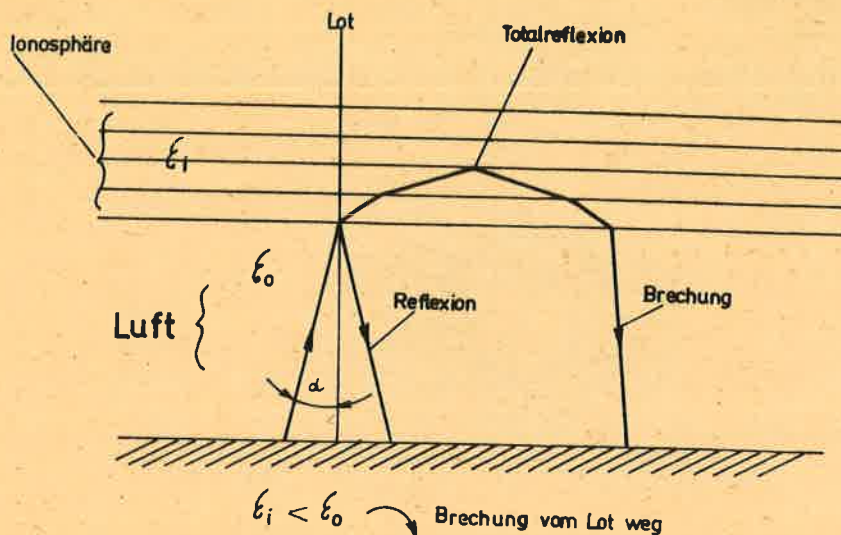
- D- Schicht: Höhe  $\approx 80 \text{ km}$ ; nur Tagsüber vorhanden;
- E- Schicht: Höhe  $\approx 200 \text{ km}$ ; fast unabhängig von der Tages- und Jahreszeit hinsichtlich Höhenlage und Intensität;
- F- Schicht: Höhe von  $200 \dots 400 \text{ km}$ ; Schicht ist am stärksten ionisiert und spaltet sich tagsüber in die  $F_1$ - und  $F_2$ -Schicht. Die stärksten Änderungen dieser Schicht erfolgten in den Dämmerungszeiten (Störungen von Funkverbindungen).

An diesen Schichten werden die elektromagnetischen Wellen als Raumwellen reflektiert und gebrochen.

Wird die Frequenz der Strahlen zu groß, ist die Brechung zu gering, so daß keine Umkehr mehr erfolgt. Mit zunehmender Trägerdichte steigt das Reflexionsvermögen. Wird der Einfallswinkel zu klein, erfolgt nur eine Auslenkung der Strahlen, d.h. die Totalreflexion tritt nicht mehr ein.

Der Empfang der Raumwellen ist von der Tages- und Jahreszeit abhängig. Zwischen dem Bodenwellenrest in Sendernähe und dem ersten Raumwellenanteil ist eine tote Zone vorhanden, in der kein Empfang des Senders möglich ist.

Bei Überlagerung von Wellenanteilen mit unterschiedlichen Laufwegen ergeben sich Phasenunterschiede, so daß es zu Interferenzen und damit zu Schwunderscheinungen (Fading) kommen kann.

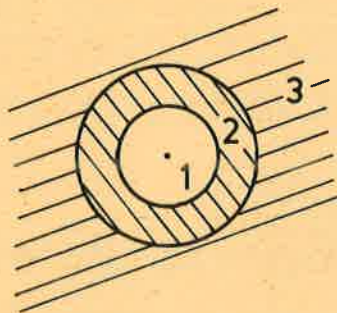


## 2. Ausbreitung in den einzelnen Wellenbereichen

### 2.1. Mittelwellenbereich ( f: 300 - 3 000 kHz)

Durch die D-Schicht wird die Raumwelle stark gedämpft, so daß am Tage der Empfang per Raumwelle nicht möglich ist. Nachts wird die D-Schicht abgebaut und der Raumwellenempfang damit ermöglicht.

Eine ausgeprägte Bodenwelle ermöglicht einen guten Empfang am Tage als auch in der Nacht, unabhängig von den meteorologischen Bedingungen.



Zone 1: tagsüber nur Bodenwelle; nachts Feldstärke der Bodenwelle groß gegenüber der der Raumwelle, d.h. kein Fading; gleichmäßiger Empfang;

Zone 2: Nahschwundzone; nachts starker Fading, da sich Boden- und Raumwelle überlagern;

Zone 3: Feldstärke der Bodenwelle sehr gering, tagsüber kein Empfang; nachts starke Raumwelle ohne Fading; Fernempfangszone.

In diesem Frequenzbereich "Dämmerungseffekt" zu verzeichnen (s. 1.1.), ebenso die starke Beeinflussung durch atmosphärische Störungen (Gewitter).

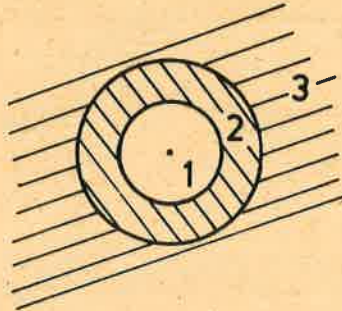
### 2.2. Kurzwellenbereich ( f: 3 - 30 MHz)

Per Bodenwelle nur sehr geringe Reichweiten erzielbar. Die Reflexion der Strahlung erfolgt im oberen Bereich der Ionosphäre, vorrangig an der F<sub>2</sub>-Schicht als Raumwelle. Die maximal verwendbare (übertragbare) Frequenz: MUF ("maximal usable frequency"), ergibt sich aus der Forderung nach sicherer Umkehr der Welle im Reflexionspunkt. Diese MUF hängt damit also von der Ionisierung der F<sub>2</sub>-Schicht und vom Einfallswinkel der Welle ab. Die MUF gibt die geringste Reichweite der Raumwelle an.

Die minimal verwendbare (übertragbare) Frequenz: LUF ("lowest usable frequency") ergibt sich aus der Absorption der Welle in den unteren Ionosphärenschichten.

- Ergebnis:** a) Tagwellen:  $10 \text{ m} < \lambda < 30 \text{ m}$   
 b) Zwischenwellen:  $25 \text{ m} < \lambda < 50 \text{ m}$   
 (für Dämmerung)  
 c) Nachtwellen:  $35 \text{ m} < \lambda < 100 \text{ m}$

Ausgeprägte Schwunderscheinungen verschiedener Art (Interferenzschwund, Polarisationschwund, Absorptionsschwund, etc.) zu verzeichnen.



- Zone 1: Bodenwellenempfang, Ausdehnung abhängig von der Sendeleistung, der Dämpfung der Welle und der minimalen Empfängereingangsleistung  
 Zone 2: tote Zone (s. Pkt. 1.1.)  
 Zone 3: Ausdehnung größer bei geringerer Wellenlänge (bei konstanter Ionisierung); bei vorgegebener Wellenlänge ist die Ausdehnung am Tage kleiner als in der Nacht.

### 2.3. Ultrakurzwellenbereich: UKW ( $f: 30 - 300 \text{ MHz}$ )

Auf Grund der Kurzwelligkeit der Wellen ist ihre Energie so groß, daß sie unter jedem Abstrahlwinkel die Ionosphäre durchdringen. Diese Wellen haben angenähert Lichtcharakter; man spricht von einer sogenannten "quasioptischen Ausbreitung". Die Abstrahlung erfolgt daher parallel zur Erdoberfläche, so daß eine Abschattung von Hindernissen im Ausbreitungsweg (Abmessung in Größenordnung von  $\lambda$ ) auf Grund der kaum mehr vorhandenen Beugung erfolgt. Die Reichweite ist stark von der Höhe des Senders  $h_1$  und der Flughöhe  $h_2$  des Luftfahrzeuges abhängig.

Es gilt für die Reichweite  $r$  unter Berücksichtigung der troposphärischen Brechung (Krümmung der Strahlbahn führt zur Erhöhung der Reichweite über den Sichthorizont hinaus):

$$\text{Funkreichweite: } r/\text{km} \approx 4,13 \left( \sqrt{h_{1/\text{m}}} + \sqrt{h_{2/\text{m}}} \right)$$

$$\text{Näherung (} h_1 \text{ vernachlässigt): } r/\text{km} = 4,13 \sqrt{h_{2/\text{m}}}$$

Eine geringe troposphärische Dämpfung durch Nebel, Regen, Wolken und Schnee vorhanden. In diesem Frequenzbereich ist kaum Fading und eine Abhängigkeit von atmosphärischen Störungen zu verzeichnen.

**Hinweis:** Bei maximaler Ionisierung kann die MUF 5 ... 6-mal höher als im Normalfall sein, d.h. es können dann auch Verbindungen per Raumwelle im Meterwellenbereich hergestellt werden (Oberreichweiten!).

## UKW-Funkverbindungsanlage "Landysch"

### 1. Verwendung

Aussendung und Empfang von Signalen im UKW-Frequenzbereich.

### 2. Bedienung

Am Fernbedienteil der Anlage befinden sich die Bedienelemente: zwei Frequenzumschaltknöpfe, Kippschalter des Rauschunterdrückers, manueller Lautstärkereglер, Regler für die Pultbeleuchtung und zwei Lampen für die Pultausleuchtung.

Die HF-Endstufe des Senders wird mittels eines Ventilators gekühlt. Dieser Ventilator wird mit der 115 V-Spannung betrieben. Fehlt diese Spannung, verhindert eine Schutzschaltung die Inbetriebnahme des Sendeteils der Anlage. Ein Empfang mit der Anlage ist dann aber trotzdem möglich. Am jeweils benutzten SPU-Bedienteil Schalter "SPU/Radio" auf "Radio", Anlagenumschalter auf "UKW/I" oder "UKW/II", am SGU-Bedienteil auf "SPU".

### 3. Daten (20 W - Variante)

Frequenzbereich:	118 bis 135,975 MHz
Frequenzabstand:	25 kHz, Kanalanzahl: 720
Frequenzstabilität der Anlage:	$35 \cdot 10^{-6}$
Sendeleistung:	20 W
Modulationsgrad des Senders bei einer Modulationseingangsspannung von 0,3 V und einer Signalfrequenz von 1 kHz:	70 bis 100 %
Empfindlichkeit des Empfängers ( $m = 30 \%$ , $f = \text{kHz}$ ) bezogen auf ein Signal-Rausch-Verhältnis am Ausgang von 3:1:	mindestens 3 $\mu\text{V}$ höchstens 3 $\mu\text{V}$
Ansprechschwelle des Rauschunterdrückers:	höchstens 3 $\mu\text{V}$
Bandbreite des Empfängers bei einer Signalabschwächung von 6 dB:	mindestens 40 kHz
Signalabschwächung von Fremd- und Kombinationsfrequenzen des Empfängers:	mindestens 70 dB
Ausgangsspannung des Empfängers, wenn am Eingang ein Signal von 20 $\mu\text{V}$ ( $m = 60 \%$ , $f = 1 \text{ kHz}$ ) angelegt wird:	- mindestens 50 V (bei hochohmigen Kopfhörern) - mindestens 8,5 V (bei niederohmigen Kopfhörern)
Klirrfaktor des Senders und des Empfängers höchstens:	10 %
Leistungsaufnahme:	- bei Empfang 27 V, max. 80 W, 115 V, 7 VA - bei Sendung +27 V, max. 250 W, 115 V, max. 50 VA

Hinweis: Die +27 V-Spannung kann notfalls bis auf +23 V absinken.

Vorheizzeit: ca. 2'

### 4. Wirkungsweise

#### 4.1. Allgemeines

Die Funkanlage arbeitet mit Amplitudenmodulation im Simplexbetrieb. Die Anlage ist in Transceiver-Schaltung aufgebaut, d.h. bestimmte Baugruppen (Verstärker, Oszillatoren) arbeiten im Sende- wie im Empfangsbetrieb.

Die Wahl der erforderlichen Frequenz und die Umstimmung der Schwingkreise erfolgt elektronisch (Diodenmatritze), d.h. es befinden sich in der Anlage keinerlei elektromechanische Baugruppen.

Die Frequenzstabilität der Anlage wird durch Quarzgeneratoren gewährleistet. Bis auf den Leistungsverstärker des Senders besteht die gesamte Anlage hinsichtlich der aktiven Bauelemente aus Transistoren (HF-Endstufe mit Röhren bestückt).

Die Anlage ist in folgende Funktionsblöcke unterteilt:

- Block 1: HF-Verstärker des Empfängers, Senders und des 1. Oberlagerers
- Block 2: ZF-Verstärker, NF-Verstärker, Rauschunterdrücker
- Block 3: Dioden-Matritze für elektronische Frequenzwahl
- Block 4; 5; 6: Grob-Mittel-Feinrastergenerator
- Block 7: HF-Leistungsverstärker des Senders
- Block 8: Modulator
- Block 9: Stromversorgungsteil
- Block 10, 11, 12: Gehäuse, Dämpfungsrahmen und Bedienteil.

#### 4.2. Empfänger der Funkanlage (s. Abb. "Blockschaltbild")

Über das Antennenrelais gelangt das Eingangssignal nach einer Vorselektion in den zweistufigen HF-Verstärker ( $B = 1 \text{ MHz}$ ). Das verstärkte HF-Signal wird in der 1. Mischstufe mit dem Signal des 1. Oberlagerers gemischt. Dieses Oszillatorsignal wird wiederum durch Mischung der Frequenzen des Grob- und des Mittelrastergenerators gewonnen und anschließend verstärkt

und gefiltert. Es liegt im Frequenzbereich von 102,995 bis 120,895 MHz im 100 kHz-Raster. Gemäß der Beziehung:  $f_{ZF1} = f_{HF} - f_{Osz.1}$  wird in der 1. Mischstufe die erste Zwischenfrequenz von 15,005 bis 15,08 MHz gebildet. Nach entsprechender Filterung dieser ZFI erfolgt in der 2. Mischstufe die Bildung der zweiten ZF durch Überlagerung mit der Frequenz des Feinrastergenerators. Es gilt:  $f_{ZF2} = f_{ZF1} - f_{Osz.2} = 1,6$  MHz. Dieses Signal wird in einem Bandfilter mit einer Bandbreite von 40 kHz gefiltert und anschließend in einem dreistufigen ZF-Verstärker verstärkt.

Das demodulierte Signal wird über den Diodenschalter des Rauschunterdrückers an den dreistufigen NF-Verstärker gelegt und zu den Kopfhörern weitergeleitet.

Vom Ausgang des ZF-Verstärkers wird das Signal gleichzeitig an die Demodulatoren der automatischen Verstärkungsregelung und des Rauschunterdrückers gelegt.

Im Demodulator der AVR wird in Abhängigkeit von der Amplitude des Eingangssignales ein negatives Gleichspannungssignal gewonnen, welches nach Verstärkung im Gleichstromverstärker der AVR an die Verstärkungsstufen im HF- und ZF-Verstärker gelegt wird. Dieses Signal regelt damit die Verstärkung dieser Stufen (Arbeitspunktverlagerung) und gewährleistet die weitgehende Konstanzhaltung des Ausgangssignales (s. Daten).

Nach Filterung des Signals (durchlassen des höheren NF-Spektrums des Rauschens) gelangt das Rauschsignal vom Rauschunterdrücker zu einer Vergleichsschaltung, wo es mit dem Pegel des Nutzsignales (Zwischenfrequenz) verglichen wird.

Bei einem Signal-Rausch-Verhältnis von weniger als 3 wird von der Vergleichsschaltung ein Steuersignal (Gleichspannung) über den Trigger auf den Diodenschalter gegeben, welches dann den NF-Teil des Empfängers abschaltet.

Der Diodenschalter schaltet damit in Abhängigkeit vom festgelegten Pegel des Signal-Rausch-Verhältnisses den NF-Verstärker an den Demodulationsausgang an oder ab. Die gesamte Schaltung zur Rauschunterdrückung kann vom Bedienteil her ein- oder ausgeschaltet werden.

#### 4.3. Sendeteil der Funkanlage (s. Abb. "Blockschaltbild")

Im Sendeteil der Anlage erfolgt die Formierung des Frequenzrasters, die Vorverstärkung des HF-Signales, die Leistungsverstärkung und die Modulation des Ausgangssignales.

Zur Formierung des Frequenzrasters des Senders wird die Frequenz des ersten Oberlagerers, der sowohl für den Empfänger als auch für den Sender arbeitet, mit einem Bereich von 102,995 bis 120,895 MHz (im 100 kHz - Raster) verwendet.

Die Spannung des ersten Oberlagerers wird mit der Spannung des Feinrastergenerators in der Sendermischstufe gemischt, d.h. miteinander zur endgültigen Sendefrequenz mit der erforderlichen Stabilität kombiniert. In Abhängigkeit vom eingestellten Kanal gibt der Feinrastergenerator eine der vier Frequenzen von 15,005 bis 15,08 MHz ab, wobei der Frequenzabstand jeweils 25 kHz beträgt. Die Sendefrequenz wird damit gemäß der Beziehung:

$$f_S = f_{Osz.1} + f_{GTS} = 118 \dots 135,975 \text{ MHz gebildet.}$$

Nach der Filterung der HF-Spannung in einem Bandfilter erfolgt die Verstärkung in einem sechsstufigen HF-Verstärker. Nach weiterer Siebung erfolgt die Leistungsverstärkung des HF-Signales in einem vierstufigen Senderverstärker. Hier wird das hochfrequente Signal gleichzeitig in der Amplitude im Takt der niederfrequenten Schwingung, welche über den Modulator herangeführt wird, moduliert. Eine automatische Modulationsregelung (AMR.) verändert den Verstärkungsgrad des Modulators in Abhängigkeit von der Amplitude des NF-Eingangssignales und gewährleistet, daß der Modulationsgrad des Senders annähernd konstant bleibt. Das amplitudenmodulierte Signal wird über ein NF-Filter (Tiefpaß zur Unterdrückung der harmonischen Komponenten der Trägerfrequenz) und das Antennenrelais in das Antennensystem eingespeist. Gleichzeitig gelangt ein Teil des HF-Signales zur Gewinnung eines niederfrequenten Mithörsignales, welches im HF-Verstärker der Anlage verstärkt und beim Senden im Kopfhörer zur Kontrolle hörbar gemacht wird. Beim Regime "Senden" wird die Speisung von den Empfängerstufen abgenommen und an die Senderstufen angelegt.

## 5. Einbauorte

### 5.1. IL-62

- Sender/Empfänger:

1. Anlage: Spt.75, funktechnischer Raum, Gerätegestell

2. Anlage: Cockpit, im rechten Gerätegestell, links

kalte Reserve: Cockpit, im Gerätegestell, rechts

- Bedienteil (Reserve):

Spant 75, funktechnischer Raum, hintere Wand

- Antennen:

1. Anlage: Spt. 92, unten

2. Anlage: Spt. 3, unten

- Relais, Notzuschaltung  
115 V von PO-750A:

UKW/I: Spt. 79, re. WS-Verteiler

UKW/II: WS-Tafel (Funker)

- Relais, Zuschaltung Ventilator:

UKW/I: Spt. 75, funktechn. Raum

UKW/II: Gerätegestell, Cockpit

### 5.2. TU-134/A

- Sender/Empfänger:

1. und 2. Anlage hinter dem Sessel des 2. Piloten

auf dem Fußboden unter dem Schutzgehäuse;

kalte Reserve: mittlerer Gepäckraum (Trennwand)

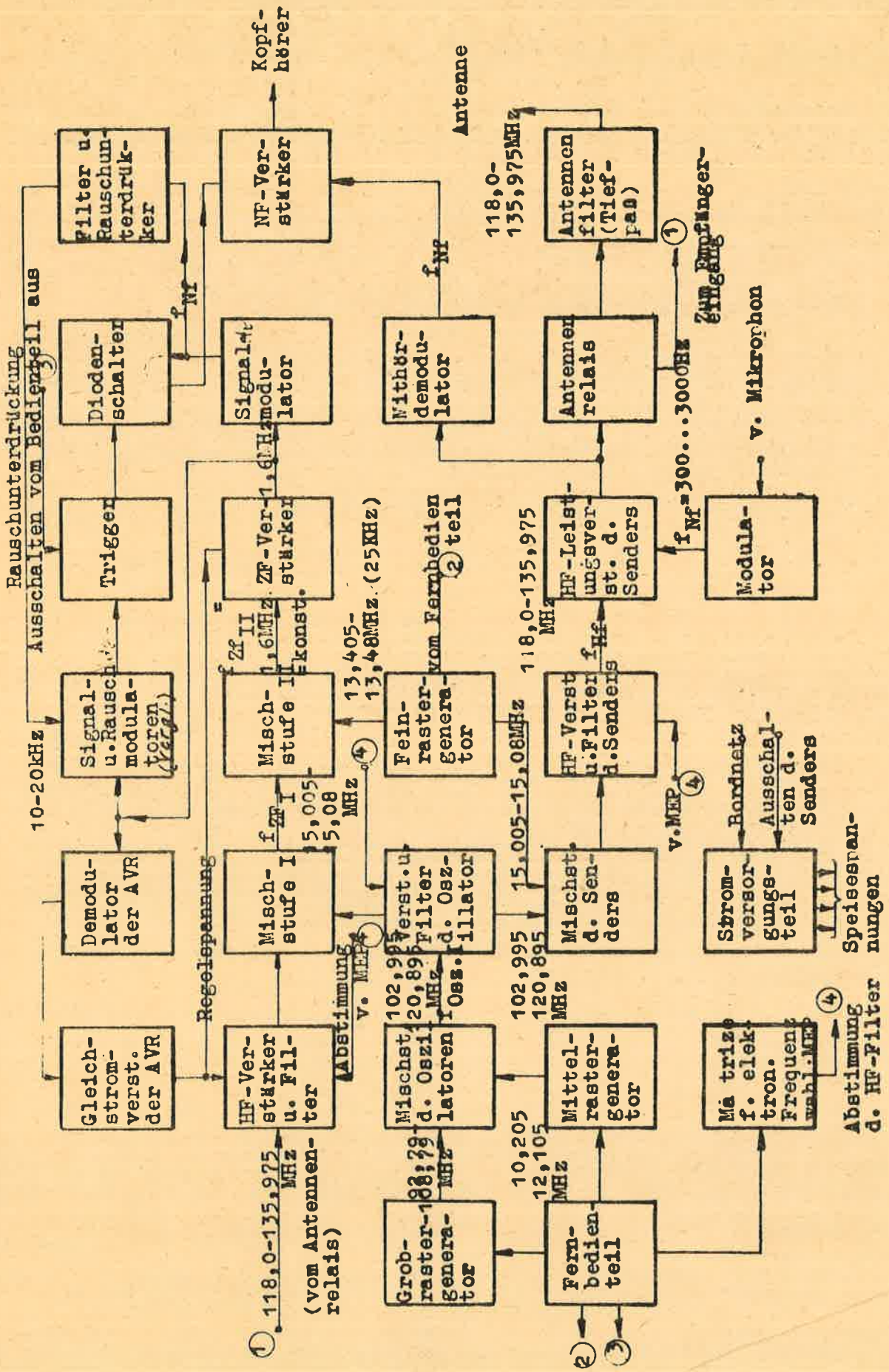
- Antennen:

1. Anlage: Spt. 12/13, Rumpfoberseite, rechts von der Flugzeugachse

2. Anlage: Spt. 15/15a, Rumpfunterseite, links von der Flugzeugachse



Blockschaltbild der UKF-Anlage "Landysch"



Diese 2. ZF stellt gleichzeitig das hochfrequente Sendesignal dar, welches im erforderlichen Rastermaß und mit der geforderten Stabilität über den HF-Verstärker zur Antenne gelangt. Im Telefonbetrieb gelangt die niederfrequente Signalspannung vom Mikrofon zum NF-Verstärker. Bei Einseitenbandbetrieb (Betriebsarten A3a und A3j) wird die Spannung vom NF-Verstärker über den Begrenzer zum Ringmodulator geleitet, dem gleichzeitig die Trägerfrequenz von 500 kHz über den jetzt geöffneten Diodenschalter (D80,81) und den Verstärker T58, 59) zugeleitet wird. Im Ringmodulator wird der 500 kHz-Träger unterdrückt. Das in dieser Stufe gewonnene Zweiseitenbandsignal mit unterdrücktem Träger gelangt nach der Verstärkung im Verstärker T 49,50 zum elektromechanischen Filter, welches das obere Seitenfrequenzband dieses Signals unterdrückt. In der Einseitenbandbetriebsart A3a wird die Trägerfrequenz von 500 kHz mit einem Pegel von 70 bis 90 % dem eigentlichen Signal nach dem Passieren des elektromechanischen Filters hinzugefügt, während in der Betriebsart A3j kein Träger mehr hinzugefügt wird (der Restträger wird mit einer Dämpfung um 40 dB als Pilotton ausgesendet). In der Zweiseitenbandbetriebsart A3 wird die vom NF-Verstärker gelieferte Spannung zum A3-Modulator geleitet, der außerdem die Trägerfrequenz von 500 kHz über den Diodenschalter "Senden" (D 80,81) und den Diodenschalter "A3" (D 70) erhält. Das in dieser Stufe erzeugte amplitudenmodulierte Signal gelangt nach Verstärkung über das elektromechanische Filter zum ersten Sendemischer. Bei A1-Betrieb gelangt die Trägerfrequenz von 500 kHz bei gedrückter Taste (s. Einzeichnung) über den Diodenschalter "Senden" am elektromechanischen Filter vorbei (Spannungsteiler nicht wirksam - wie in der Betriebsart A3j) ebenfalls zum ersten Sendemischer.

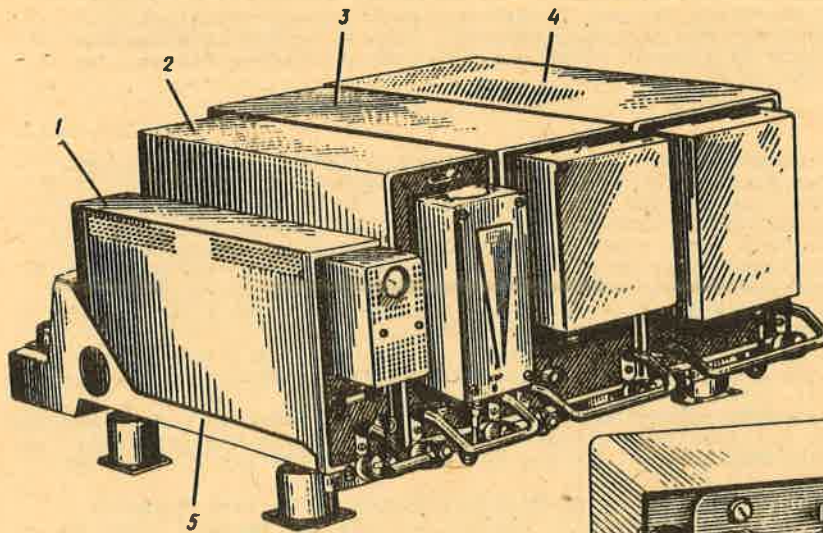
#### 5.4. Erzeugung der Bezugsfrequenzen

Das in einem Bezugsgenerator erzeugte Signal von 5 MHz gelangt zu einer Teilerplatte und von dort zu einem Feinfrequenzgitter. Dieses Frequenzgitter wird von FBT aus gesteuert (Stellknöpfe 10 kHz, 1 kHz und 100 Hz). Durch Mischung der Signale vom Frequenzteiler und vom Feinfrequenzgitter im 0,1 MHz-Gitter entstehen die Frequenzen von 0,999 ... 0,0001 MHz (regelbar vom FBT mit dem 0,1 MHz-Stellknopf).

Vom Feinfrequenzgitter gehen gleichzeitig 370 kHz zum SE-Block P2MK (3. Mischung des Empfangssignales).

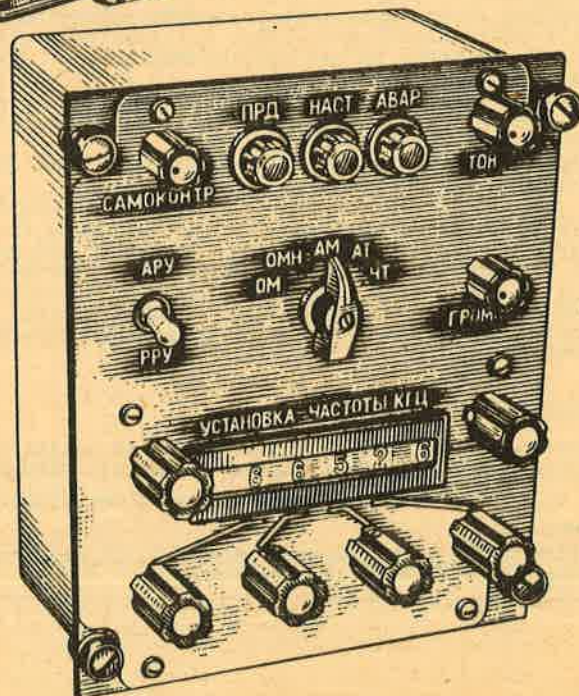
In der UKW-Platte werden durch Vervielfachung der 5 MHz 3 Festfrequenzen abgenommen und zur 2. Mischung im Empfänger und zur Aufbereitung des Sendesignales verwendet (Stellknopf 10 MHz).

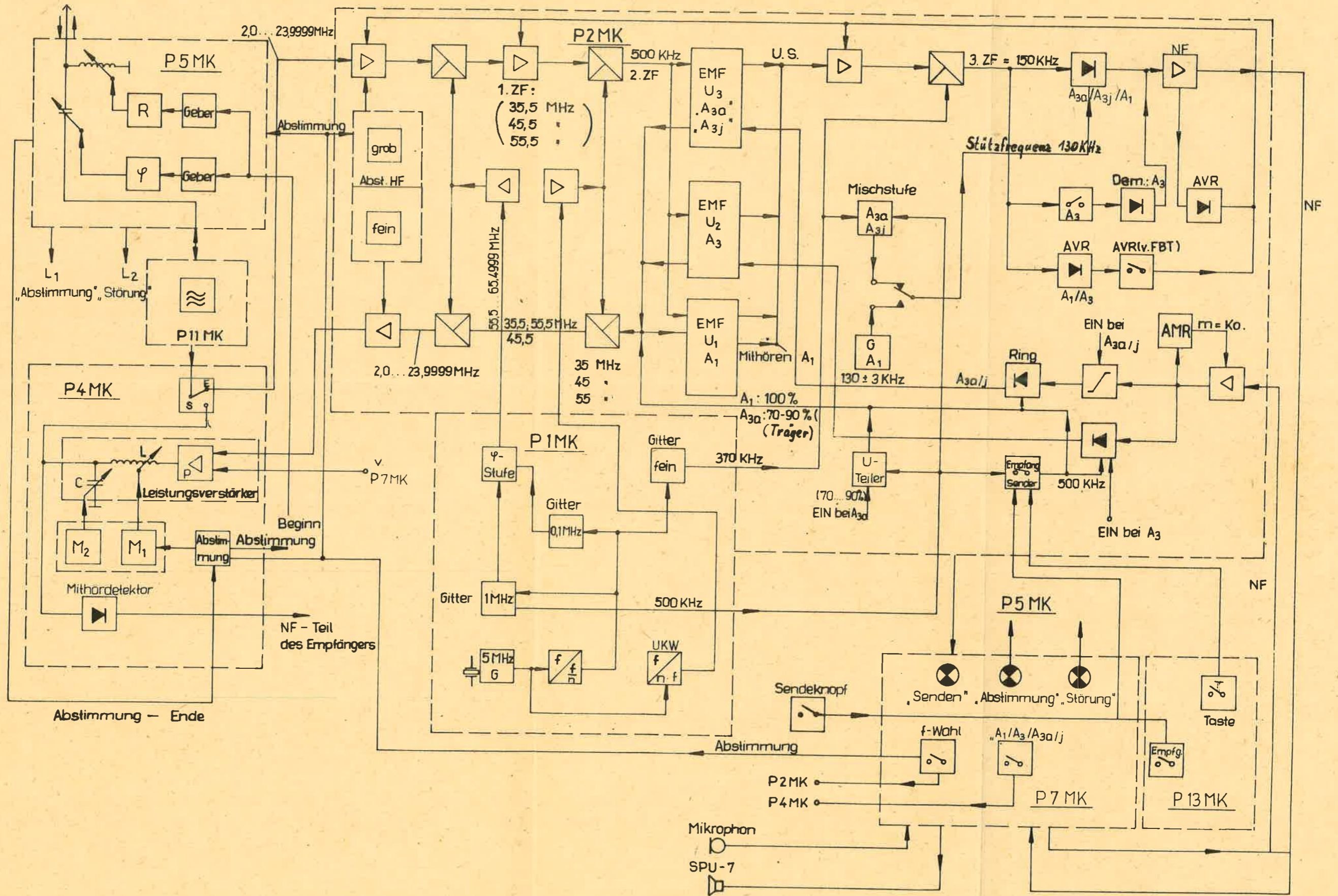
In der Phasenabstimmstufe entstehen durch Mischung Frequenzen im Bereich von 55,5 ... 65,4999 MHz, d.h. im 100 Hz-Raster.



Senderempfänger  
(Blöcke P3Mk, P1Mk, P2Mk,  
P10Mk)

Block (P7Mk) Bedienteil





## Tondrahtgerät MS-61B

### 1. Aufgabe

Das Tondrahtgerät ist zur Aufzeichnung von Informationen bestimmt, die vom ersten Flugzeugführer über die Netze der Eigenverständigung (inneres Netz) und der äußeren Funkverbindungen aufgenommen oder abgegeben werden (Vorrangschaltung für das SPU-Bediengpult des 1. Flugzeugführers) bzw. nur zur Aufzeichnung des Gespräches vom Sprechgeschirr des 1. Piloten.

### 2. Bedienung (s. Abb. "Bedienpult")

- Stromversorgung mit dem Schalter "ВКЛ - ВЫКЛ ." einschalten. Wenn dieser Schalter nicht eingeschaltet wird, sieht die Schaltung eine automatische Einschaltung des Gerätes beim Starten und seine Ausschaltung bei der Landung vor.
- Umschalter: "СПУ - ЛАР" in die Stellung "СПУ " bringen. In dieser Stellung werden gleichzeitig die Aufzeichnung der Informationen und die Ausgabe des 1. Piloten vom Sprechgeschirr an das Netz der inneren und äußeren Verbindung - in Abhängigkeit von der Stellung der Steuerelemente auf dem SPU-Bediengpult - gewährleistet.
- Umschalter "Dauerbetrieb" (АВТОПУСК) - "Automatisches Einschalten" (НЕПРЕРЫВНАЯ РАБОТА) in die Stellung "Dauerbetrieb" schalten, dabei muß die Lampe "Aufzeichnung" ( ЗАПИСЬ ) aufleuchten.
- In der Stellung "Automatisches Einschalten" muß diese Lampe erlöschen und im Moment des Eintreffens der Information aufleuchten. Beim Aufleuchten der Lampe "Aufzeichnung" müssen sich die Kassetten im Gerät drehen.
- In der Stellung "ЛАР" wird nur die Aufzeichnung des Gespräches vom Sprechgeschirr des 1. Piloten gewährleistet.

Beim Start, vor der Landung und auf Anordnung des 1. Piloten ist das Regime "Dauerbetrieb" einzustellen.

### 3. Technische Daten

Max. Aufzeichnungsdauer:	5,5 h
Frequenzcharakteristik d. Aufnahmeverstärkers:	300 - 3.000 Hz
Aufzeichnungsgeschwindigkeit:	150 mms <sup>-1</sup>
Drahtdurchmesser:	0,05 mm; Leistungsaufnahme: max. 75 W

5 s nach Beendigung der Information schaltet sich das Gerät automatisch ab.

Hinweis: Bei Bandriß verlischt die Lampe "Aufzeichnung" und das Gerät schaltet sich selbst ab.

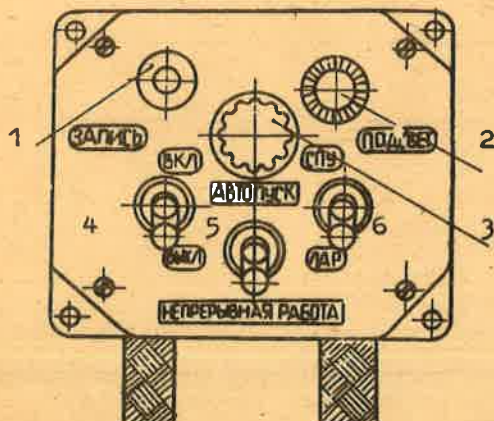
### 4. Einbauort

#### 4.1. TU-134/A

- Bedienpult: an der linken Bordwand, auf der Platte zum Anlassen der Triebwerke;
- Tondrahtgerät (im Schutzgehäuse): an der Zwischenwand (längs) im vorderen Gepäckraum (bei Spant 10).

#### 4.2. IL-62

- Bedienpult: Arbeitsplatz des 2. Piloten, Cockpit rechts
- Tondrahtgerät: Gerätegestell, Cockpit rechts.



- 1- Anzeigelampe "Aufnahme"
- 2- Potentiometer zur Regulierung der Beleuchtung des Bediengerätes
- 3- Lampe zur Beleuchtung des Bediengerätes
- 4- Schalter "Aufnahme"
- 5- Umschalter "Automatik" - "ununterbrochene Aufnahme"
- 6- Umschalter "SPU" - "LAR"

Bediengerät