

W. Figger DUS WF78



Boeing 707/720

Kapitel 23 und 34

Radioanlagen

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Nur zur Schulung

Ausgabe: 10.64

Eigentum der
Deutschen Lufthansa AG
Bei Ausscheiden aus der Firma zurückzugeben

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Inhaltsverzeichnis

Kap.: 23+34 Dat.: 6.63

Blatt: I von:

Bearbeiter: Otte, App. 369
Buys, App. 393

Neuherausgabe:

I n h a l t s v e r z e i c h n i s

1 Vorwort	Blatt	1
2 Allgemeines	"	2
3 Stromversorgung	"	11
4 Gerätekühlanlage	"	16
4.1 Beschreibung	"	16
4.2 Wirkungsweise	"	17

V e r s t ä n d i g u n g s a n l a g e n
(Communication) TBH Kapitel 23

5 Bord- und Wartungsverständigungsanlage	"	23
5.1 Allgemeines	"	23
5.2 Audio Selector Panels	"	23
5.3 Interphone Verstärker	"	24
5.4 Vordere und hintere Sprechstellen der Flugbegleiter	"	24
5.5 Service Interphone Außenstellen	"	25
5.6 Interphone Kopfhörer und Mikrofone	"	25
5.7 Kontroll-Lautsprecher	"	25
5.8 Stromversorgung	"	25
6 Kabinenlautsprecheranlage	"	33
6.1 Allgemeines	"	33
6.2 Mikrofone, Aussteuerungsanzeiger, Schalter und Regler	"	33
6.3 Passenger Address Verstärker AMA-10B	"	33
6.4 Tonbandgerät	"	34
6.5 Kabinenlautsprecher	"	34
7 Kurzwellen-Sende- und Empfangsanlage	"	38
7.1 Allgemeines	"	38
7.2 Kurzwellen-Sender-Empfänger Collins 618 S-1	"	38
7.3 Stromversorgung	"	39
7.4 Bedienschalttafel	"	39
7.5 Navigator-Wahlschalttafel	"	39

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Inhaltsverzeichnis

Kap.: 23+34 Dat.: 6.63

Blatt: II von:

Bearbeiter: Otte, Buys

Neuherausgabe:

7.6	Kurzwellenantennen	Blatt	40
7.7	Antennenabstimmgeräte	"	40
7.8	Verriegelungsschaltung und Betrieb der KW-Anlagen	"	41
7.8.1	Verriegelungsschaltung und Betrieb der KW-Anlage 707-430	"	41
7.8.2	Verriegelungsschaltung und Betrieb der KW-Anlage 707-330	"	46
7.8.3	Verriegelungsschaltung und Betrieb der KW-Anlage 720-030 B	"	47
8	UKW-Sende- und Empfangsanlage	"	52
8.1	Allgemeines	"	52
8.2	Bedienschalttafeln	"	52
8.3	UKW-Sender	"	52
8.4	UKW-Empfänger	"	53
8.5	UKW-Sende- und Empfangsantennen	"	53
8.6	Betrieb der UKW-Anlage	"	53
9	Automatische Anrufanlage	"	57
9.1	Allgemeines	"	57
9.2	Bediengerät	"	57
9.3	Selcal-Empfänger	"	57
10	Statik-Entlader	"	61

N a v i g a t i o n s a n l a g e n TBH Kapitel 34

11	Die VHF-Navigations-Verfahren und Anlagen	"	63
11.1	Verfahren und Prinzip der Bodenanlagen	"	63
11.2	Bodenanlagen für VHF-Navigation	"	71
11.2.1	Betriebsart Localizer	"	75
11.2.2	Betriebsart VOR	"	75
11.3	Glide-Slope-Anlagen	"	79
11.4	Marker-Anlage	"	81

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Inhaltsverzeichnis

Kap.: 23+34 Dat.: 10.64

Blatt: III von:

Bearbeiter: Otte, Buys

Neuherausgabe: 1.

12	ADF-Anlagen DFA-70	Blatt	83
	12.1 Empfänger	"	83
	12.1.1 Die Empfängerabstimmung	"	85
	12.2 Die Antennen	"	88
	12.2.1 Rahmen-Antenne	"	88
	12.2.2 Sense-Antenne	"	91
	12.2.3 Sense-Antennen-Coupler	"	91
	12.3 Anzeige RMI	"	91
13	Loran-Anlage	"	92
	13.1 Prinzip des Verfahrens	"	92
	13.2 Die Empfängerfunktion der EO-Loran	"	99
14	Radio-Höhenmesser AVQ 9	"	103
	14.1 Das Prinzip	"	103
	14.2 Das Blockschema	"	106
	14.3 Bedienung und Schirmbilder	"	108
15	Wetter-Radar-Gerät	"	108
16	ATC-Transponder	"	111
	16.1 Allgemeines	"	111
	16.2 Bediengerät	"	111
	16.3 Transponder	"	111
	16.4 Wirkungsweise	"	111
17	Doppler-Radar DN-101 und Flugwegrechner NC 103	"	115
18	Entfernungsmeßanlage DME - 860 E-2	"	116

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULERadioanlagen 707/720
VorwortKap.: 23-1 Dat.: 5.63
Blatt: 1 von:
Bearbeiter: Otte, App.369
 Buys, App.393
Neuherausgabe:1 Vorwort

Der Aufbau und die Wirkungsweise der Radioanlagen der Boeing-Flugzeugtypen 707-430, 707-330 B und 720-030 B sind größtenteils identisch und daher in diesem Umdruck gemeinsam beschrieben.

Sofern also keine besonderen Anmerkungen im Text oder in den Abbildungen vorkommen, weisen die betreffenden Anlagen der drei Flugzeugtypen keine Unterschiede auf.

Sind solche vorhanden, so werden sie im Text besonders behandelt und in den Abbildungen gekennzeichnet. Falls ein Blatt nur für eine Flugzeugtype gültig ist, so erhält dieses Blatt die betreffende Typenbezeichnung am Kopf.

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULERadioanlagen 707/720
Allgemeines

Kap.: 23-2 Dat.: 4.63

Blatt: 2 von:

Bearbeiter: ots

Neuherausgabe:

2 Allgemeines

Die Flugzeug-Radioanlagen bestehen aus den Nachrichtenanlagen (Kap.23) und den Funknavigationsanlagen (Kap.34).

Zu den Nachrichtenanlagen, die der Sendung und dem Empfang von Sprache, Telegrafie oder Musik dienen, gehören die Bord- und Wartungsverständigungsanlage (Interphone system), die Kabinenlautsprecheranlage (Passenger address system), die Kurzwellen-Sende- und Empfangsanlage (HF communication system), die UKW-Sende- und Empfangsanlage (VHF communication system) und die automatische Anrufanlage (Selcal decoder).

Die wichtigsten Geräte der Nachrichten- und Funknavigationsanlagen sind in den beiden Radio-Gerätegestellen (Electronic equipment racks) im unteren Bugraum eingebaut, der während des Fluges durch einen Zugang vom Führerraum erreichbar ist. Am Boden kann der Geräteraum durch eine hinter dem Bugfahrwerkschacht befindliche Außentür oder einen Zugang vom vorderen Frachtraum betreten werden. Die Anordnung der Geräte in den Gestellen ist auf Blatt 3 dargestellt. Den Einbauort der Radiogestelle, Radioschalttafeln und der übrigen elektronischen Anlagen im unteren Bugraum zeigen das Blatt 4 für die 707-430 sowie die 720-030 B und das Blatt 5 für die 707-330 B.

Die meisten Schaltverbindungen der Radioanlagen befinden sich in den Radioschalttafeln beiderseits der Tür (Station 400) zwischen dem Bugraum und dem Frachtraum. Während bei der 707-430 und 720-030 B zwei Schalttafeln RJ 2 vorgesehen sind, wurden bei der 707-330 B die Schaltverbindungen auf die Tafeln RJ 11 bis RJ 14 verteilt. Die Lage verschiedener Radioteile auf den Schalttafeln RJ 12 und RJ 13 ist auf Blatt 6 und 7 dargestellt.

Den Einbauort der verschiedenen Antennen der Nachrichten- und Navigationsanlagen bei den drei Boeing-Flugzeugtypen zeigen die Blätter 8 bis 10.

Die Anordnung der Radio-Bedienschalttafeln auf den Elektronik-Instrumentenbrettern am Piloten-Kontrollstand ist auf den Blättern 10 A und 10 B dargestellt.

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Geräteanordnung
in den Radiogestellen

Kap.: 23-2. Dat.: 10.64
Blatt: 3 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe: 1.

EDO LORAN		HF Pwr. No1	HF No.1 Transmitter No1				
ADF No1	TAPE MACHINE	HF-Pwr. No.2	HF No.2 Transmitter				
MACH TRIM	AP Pwr. Box	Auto Pilot Ampl. Comp.				AP Comp. Unit	
Ant. Coupler Contr. Unit No.2	VHF No.2 Transm.	VHF No.1 Transm.	PA-Ampl.	VHF Rec. No.2	VHF Rec. No.1		

			Doppler Radar		Doppler Radar		
				DME	ATC Transponder		
Flight Steering Computer	Flt. Inst. Ampl. No.1		Back-beam rel. No.2	Pol. Path Coupl. No.1	Pol. Path Coupl. No.2	ADF Rec. No.2	
GS Rec. No.1	GS Rec. No.2	Kifis Control Unit	Mach Trim Sel. Sw	VHF Nav. Rec. No.1	Nav. Unit No.1	VHF Nav. Rec. No.2	Nav. Unit No.2
						Marker Rec.	

Radio Altimeter

Interph. Ampl.

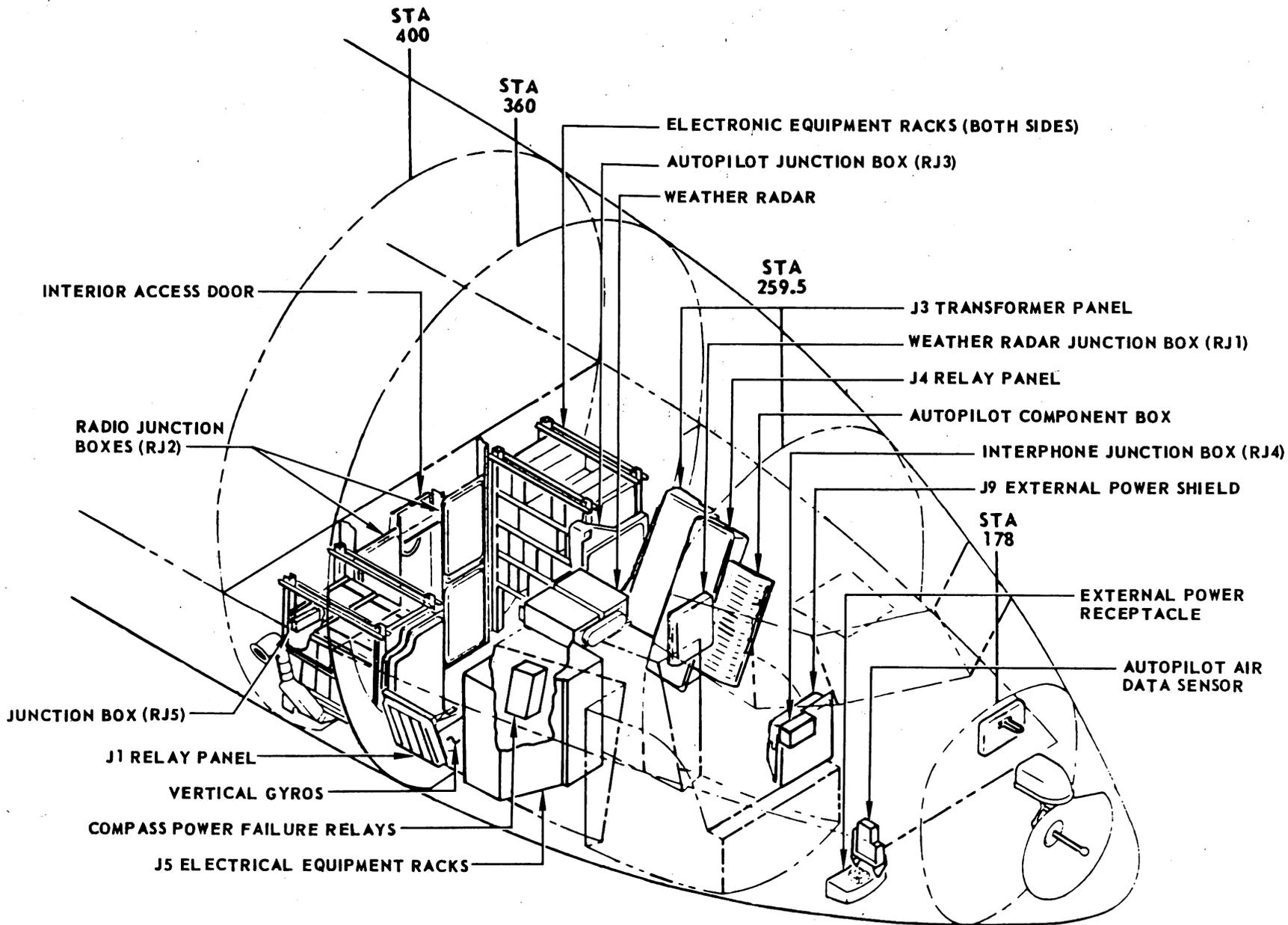
Horizon Compar. Cross Panel

Light Switch

Linkes

Radiogestell

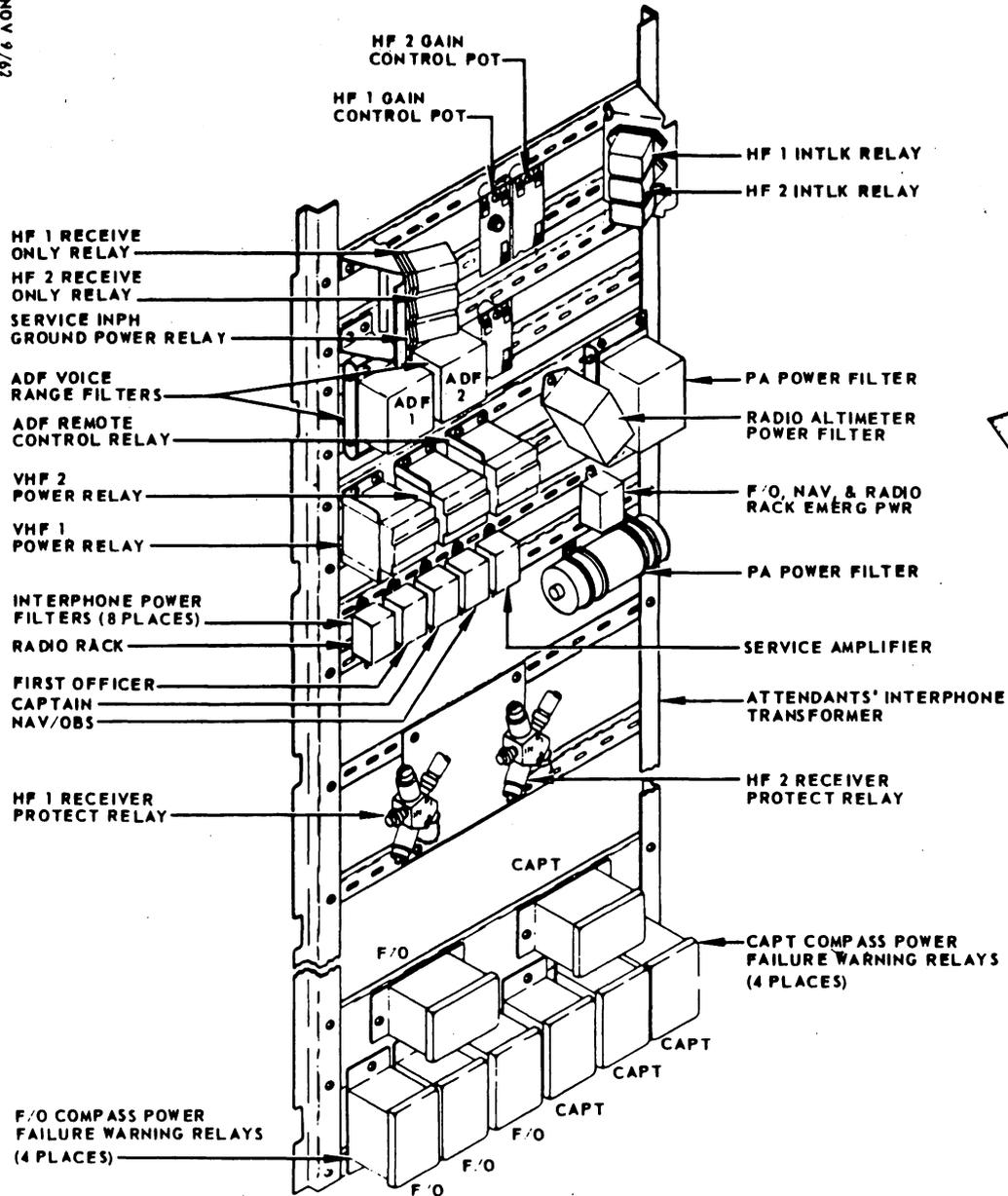
Rechtes



ELECTRONIC EQUIPMENT LOCATIONS

NOV 9/62

23-36



COMM / NAV TERMINAL AND COMPONENT SHIELD RJ-12

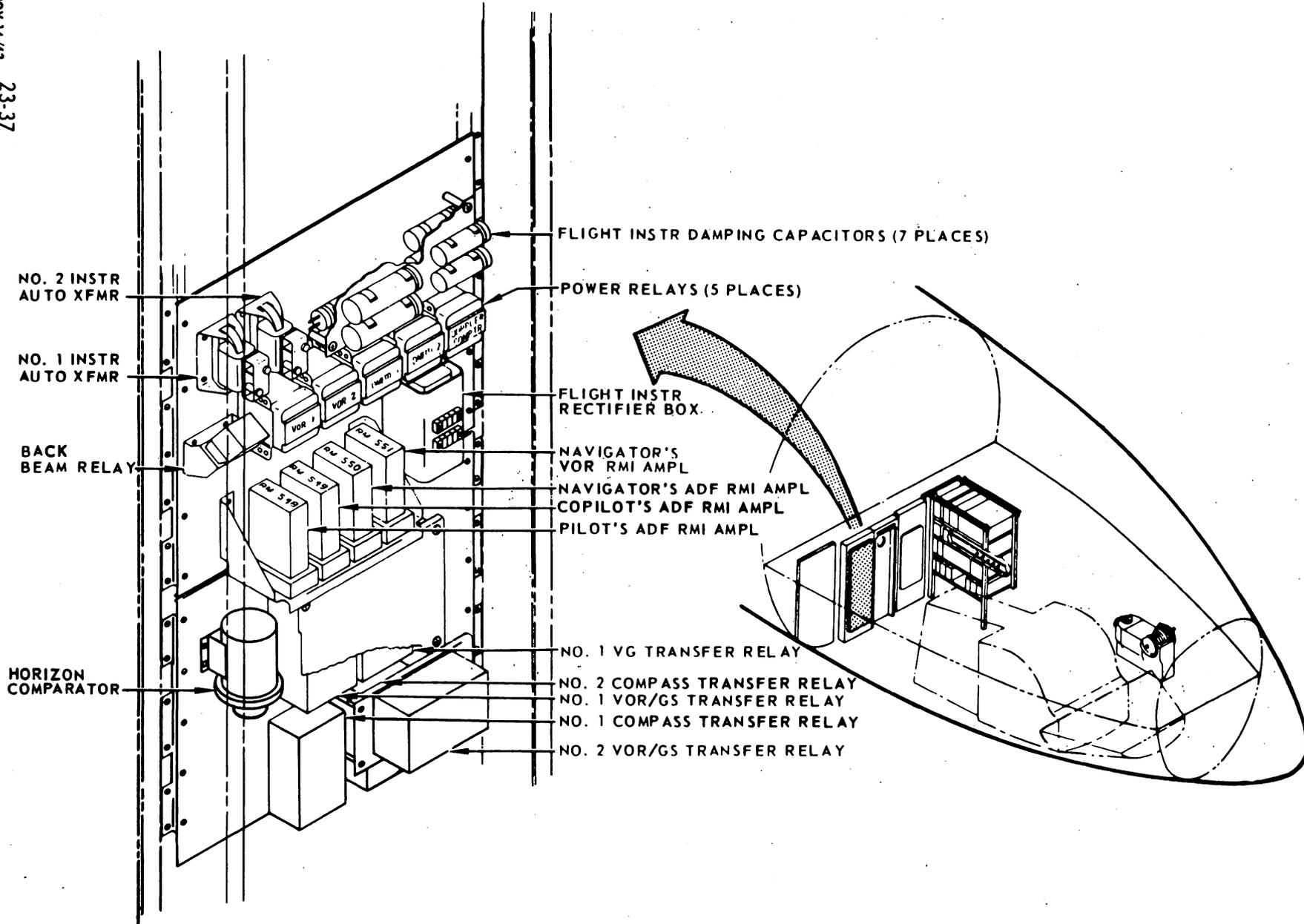
NUR ZUR SCHULUNG

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707-330 B
Radioschalttafel RJ 12

Kap.: 23-2 Dat.: 4.63
Blatt: 6 von:
Bearbeiter: Ots
Neuherausgabe:

NOV 14/62 23-37



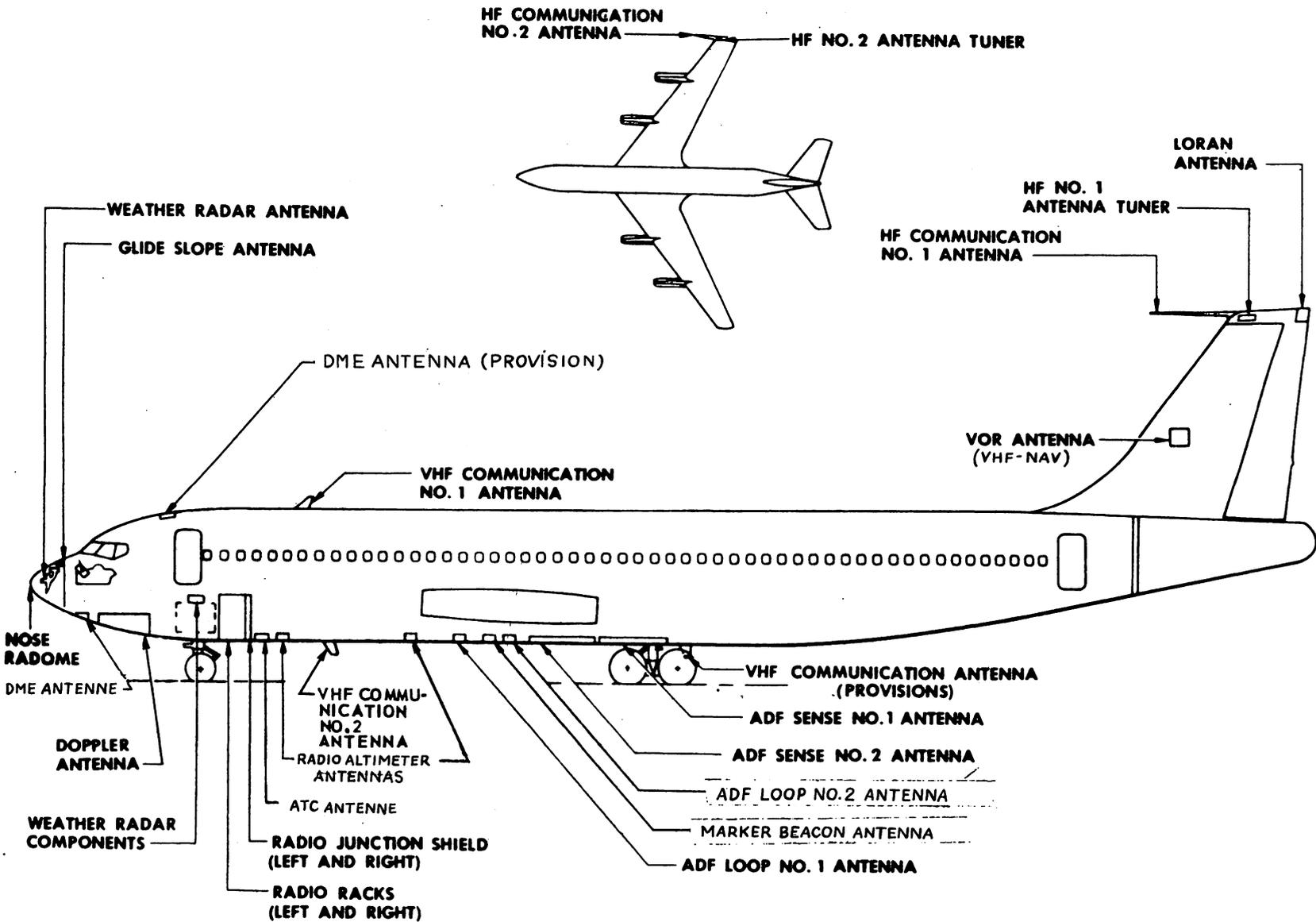
NAV / INSTRUMENTS TERMINAL AND COMPONENT SHIELD RJ-13

NUR ZUR SCHULUNG

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707-330 B
Radioschalttafel RJ 13

Kap.: 23-2	Dat.: 4.63
Blatt: 7	von:
Bearbeiter: Ots	
Neuherausgabe:	

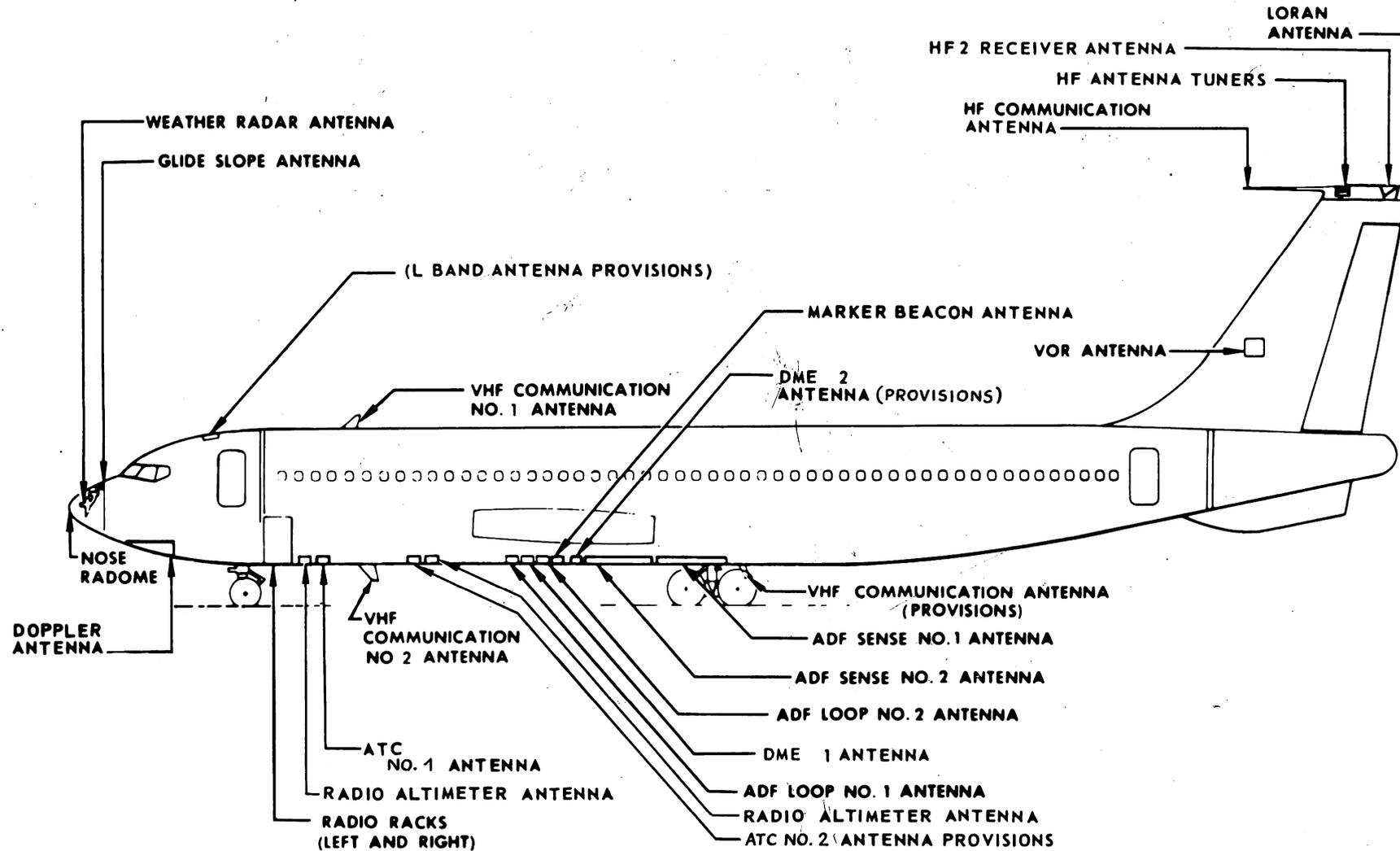


ANTENNA LOCATIONS

REV SFF 2/3/59

707-12

34-1 REV A



ANTENNA LOCATIONS

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707-330 B
Anordnung der Antennen

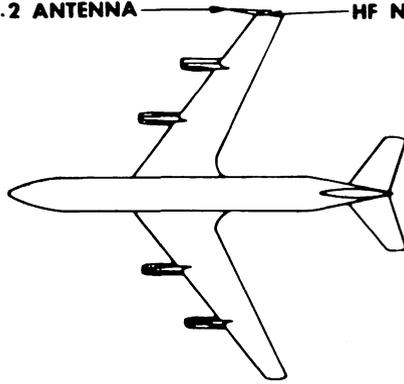
Kap.: 23-2 Dat.: 10.64
 Blatt: 9 von:
 Bearbeiter: ots
 Neuherausgabe: 1.

NUR ZUR SCHULUNG

JAN 26 61

34-1

HF COMMUNICATION NO. 2 ANTENNA HF NO. 2 ANTENNA TUNER



LORAN ANTENNA

HF NO. 1 COMMUNICATION ANTENNA

VOR ANTENNA

WEATHER RADAR ANTENNA
GLIDE SLOPE ANTENNA

ATC ANTENNA (PROVISIONS)
VHF COMMUNICATION ANTENNA NO. 1

VHF COMMUNICATION ANTENNA NO. 2

MARKER BEACON
ATC ANTENNA

DME NO. 1 ANTENNA

VHF COMMUNICATION ANTENNA (PROVISIONS ONLY)

DOPPLER ANTENNA
RADIO RACKS (LEFT AND RIGHT)

DMET NO. 1 ANTENNA (PROVISIONS)

ADF SENSE ANTENNA NO. 1
ADF SENSE ANTENNA NO. 2

RADIO ALTIMETER TRANSMITTER

ADF LOOP ANTENNA NO. 2
DME NO. 2 ANTENNA (PROVISIONS)

RADIO RACK TERMINAL SHIELD (LEFT & RIGHT)

ADF LOOP ANTENNA NO. 1
RADIO ALTIMETER RECEIVER ANTENNA

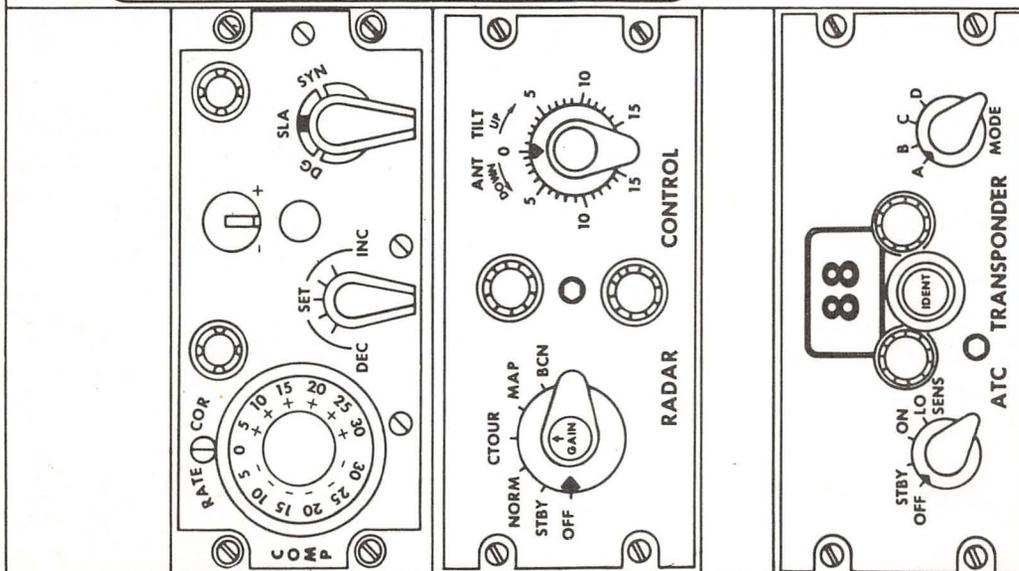
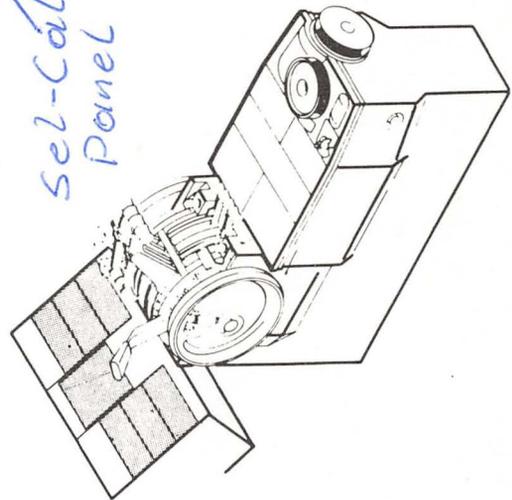
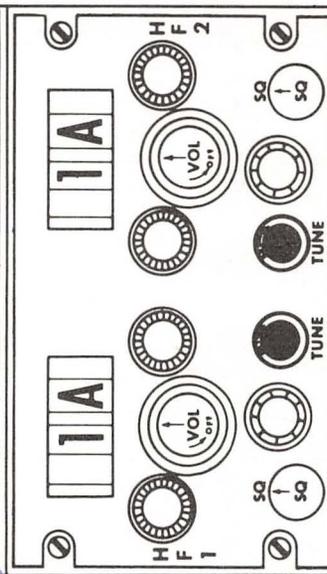
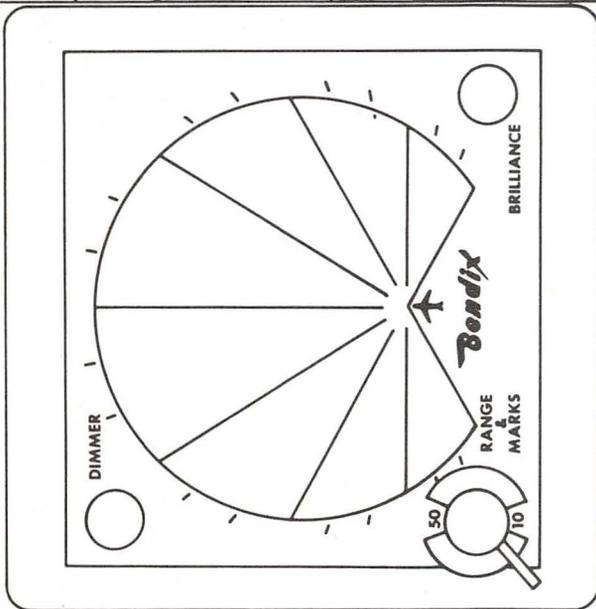
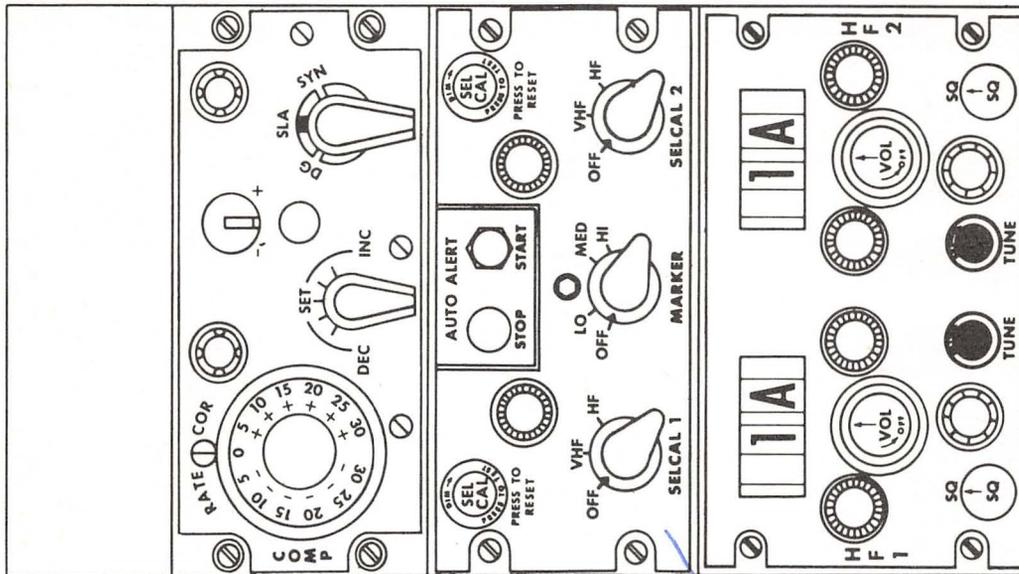
ANTENNA LOCATIONS

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

NUR ZUR SCHULUNG

Radioanlagen 720-030 B
Anordnung der Antennen

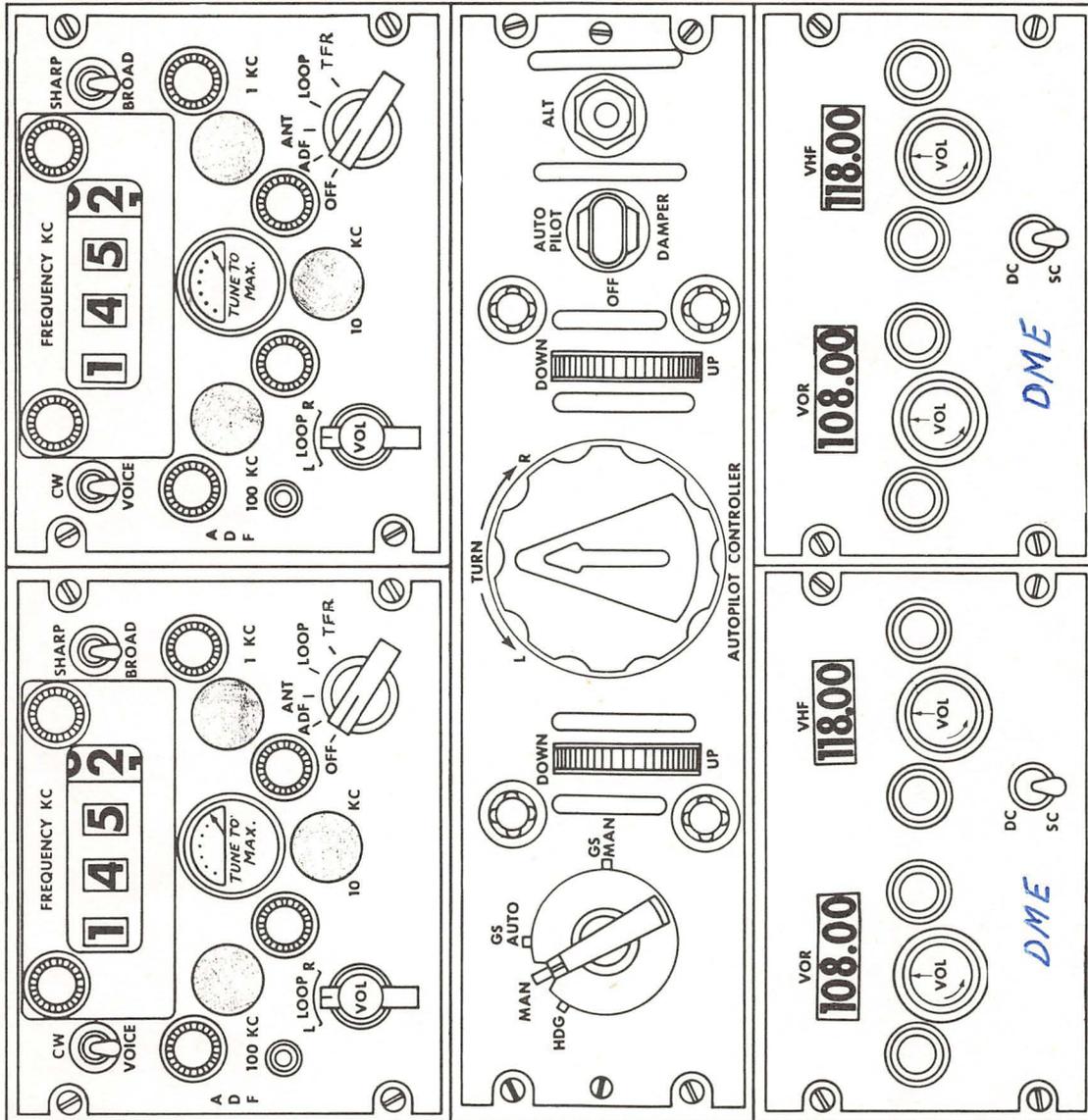
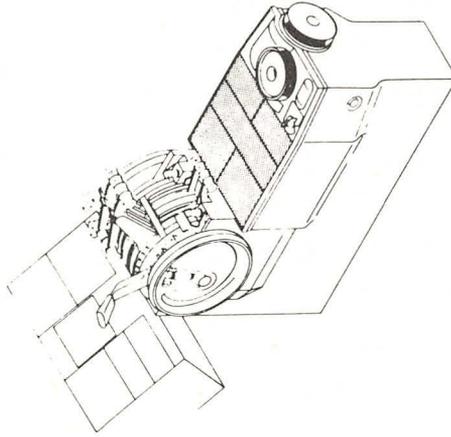
Kap.: 23-2 Dat.: 10.64
Blatt: 10 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe: 1.



HV Control-Panel

sel-Cal Panel

FORWARD ELECTRONIC CONTROL PANEL



AFT ELECTRONIC CONTROL PANEL

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Stromversorgung

Kap.: 23-3 Dat.: 4.63
Blatt: 11 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

3 Stromversorgung

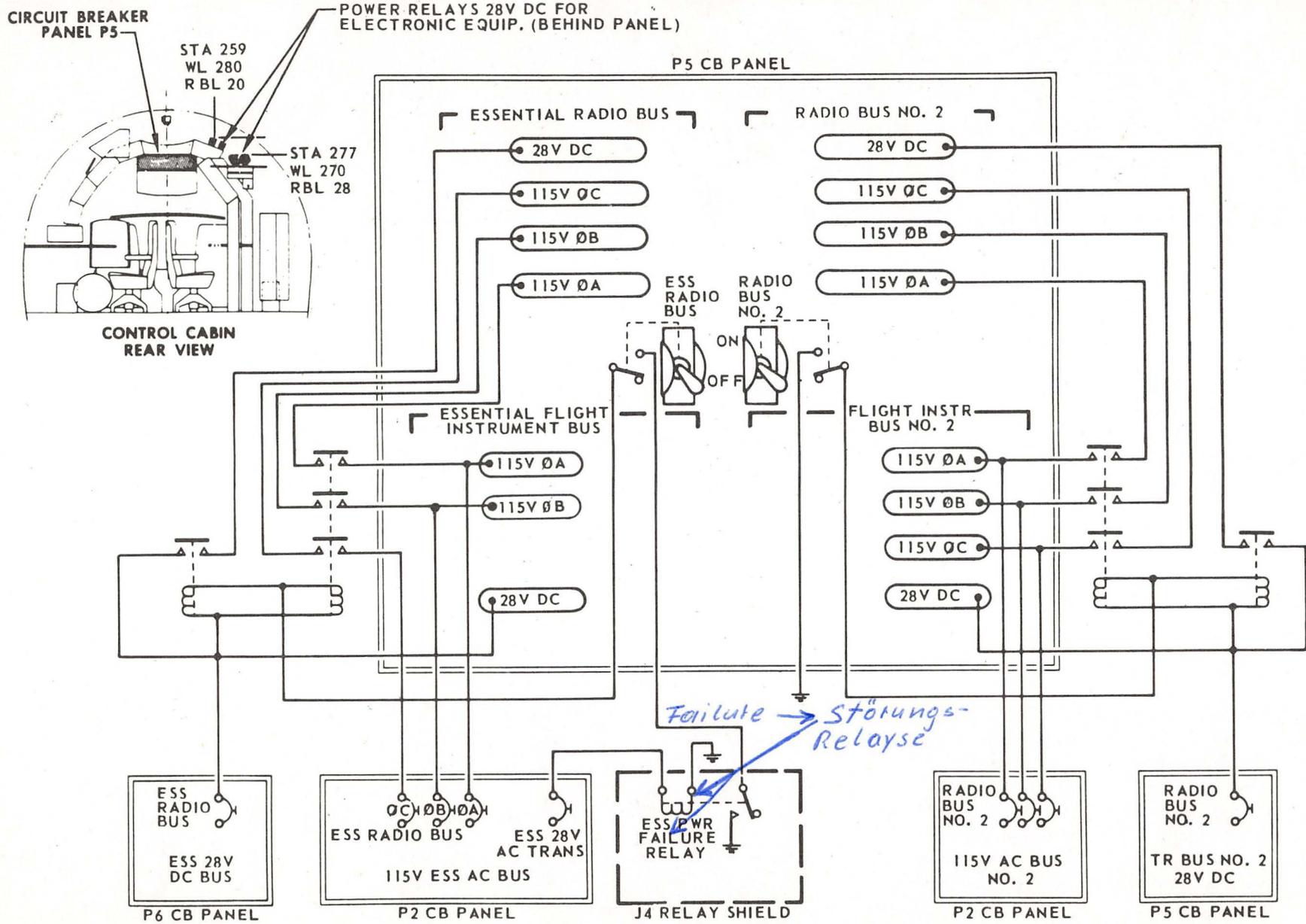
Power supply

Die Gleich- und Wechselstromversorgung der Radiogeräte erfolgt von der Selbstschaltertafel (circuit breaker panel) P5, die sich an der Decke des Führerraumes befindet (Bl.12,13). Für jedes Radiogerät sind hierauf der Gleichstrom-Selbstschalter und der Wechselstrom-Selbstschalter nebeneinander angeordnet. Durch zwei gleichfalls auf P5 angebrachte Radiohauptschalter läßt sich die Gleichspannung und die dreiphasige Wechselspannung über zwei Relais einerseits auf die Radio-Notstromversorgung (essential radio bus) schalten, die insbesondere sämtliche Radioanlagen Nr.1 versorgt, und andererseits über zwei Relais auf die Radio-Stromversorgung Nr.2 (radio bus No.2), an der hauptsächlich die Radiogeräte Nr.2 angeschaltet sind (Bl.14, 15). An diese Hauptschalter nicht angeschlossen sind die Interphone-Anlage, die Fluginstrumente, das Mach-Trim-System und die Kompaßsysteme.

Der dreiphasige Wechselstrom für die Radio-Notstromversorgung wird von der 115 V-Notsammelschiene (115-volt essential a-c bus) und für die Radio-Stromversorgung Nr.2 von der 115 V-Sammelschiene Nr.2 (115-volt a-c bus No.2) geliefert. Diese Sammelschienen sind in der Selbstschaltertafel P2, auf der sich hierfür je drei Selbstschalter "ESS. RADIO BUS" und "RADIO BUS NO.2" befinden, die vor Betätigung der Radiohauptschalter gedrückt werden müssen.

Der Gleichstrom für die Radio-Notstromversorgung wird der vom Notstromgleichrichter (essential T-R unit) gespeisten 28 V-Not-sammelschiene (essential 28-volt d-c bus) entnommen, die sich in der Selbstschaltertafel P6 befindet. Hierzu muß der Selbstschalter "ESS.RADIO BUS" eingeschaltet sein. Die Radio-Stromversorgung Nr.2 erhält den Gleichstrom von der 28 V-Sammelschiene Nr.2 (T-R bus No.2) in der Selbstschaltertafel P5, wobei der Selbstschalter "RADIO BUS NO.2" gedrückt sein muß.

JUL 9 '62 23-3



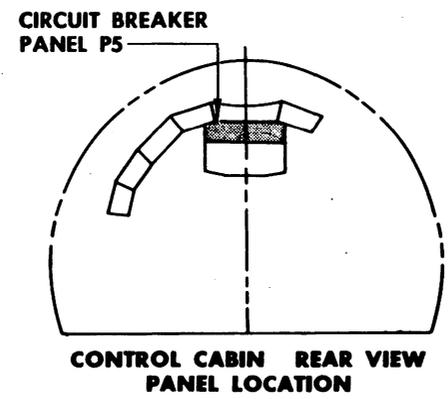
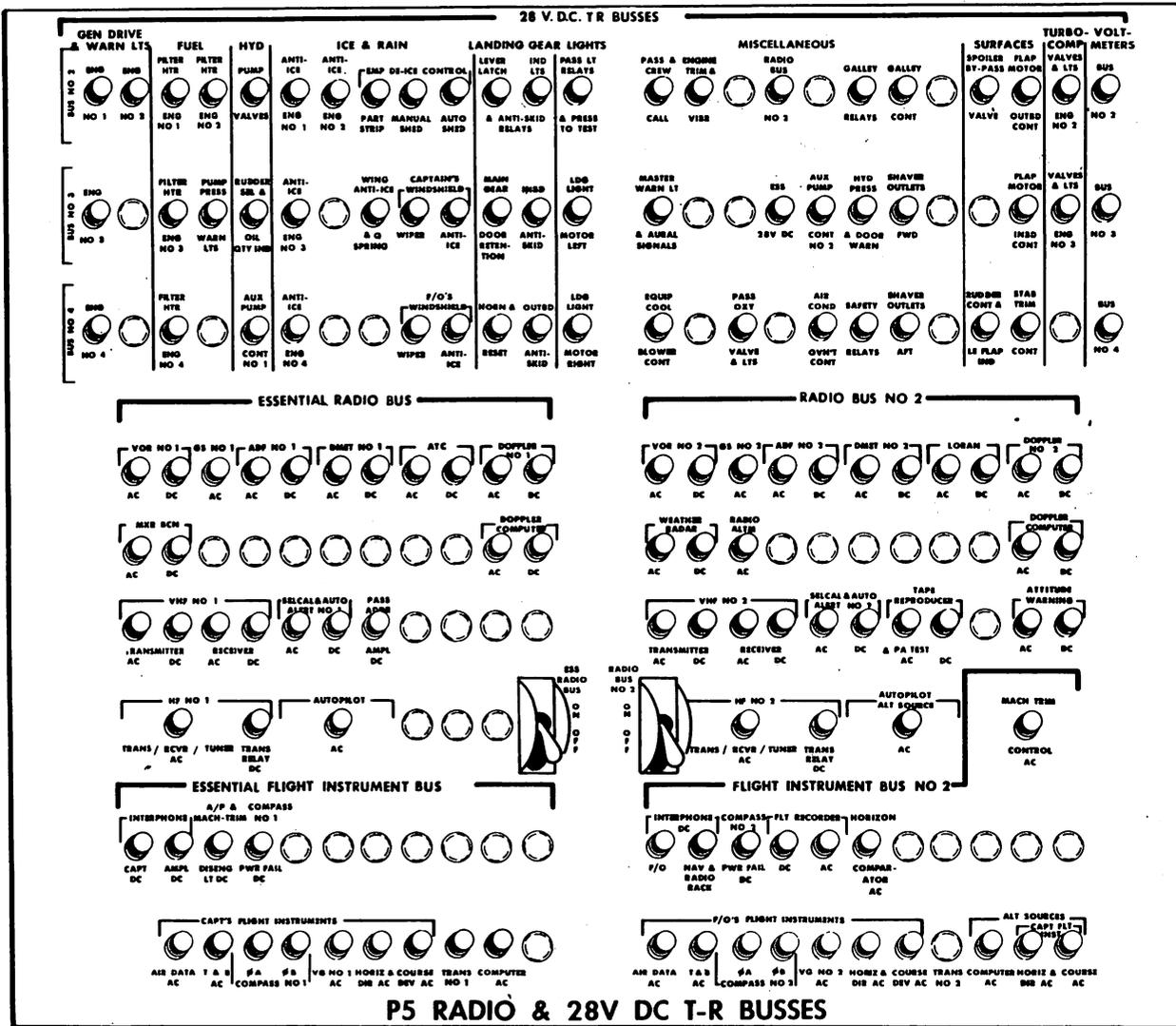
ELECTRONIC POWER DISTRIBUTION

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

NUR ZUR SCHULUNG

Radioanlagen 707/720
Stromversorgung der
Selbstschaltertafel P5

Kap.: 23-3 Dar.: 4.64
Blatt: 12 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:



LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

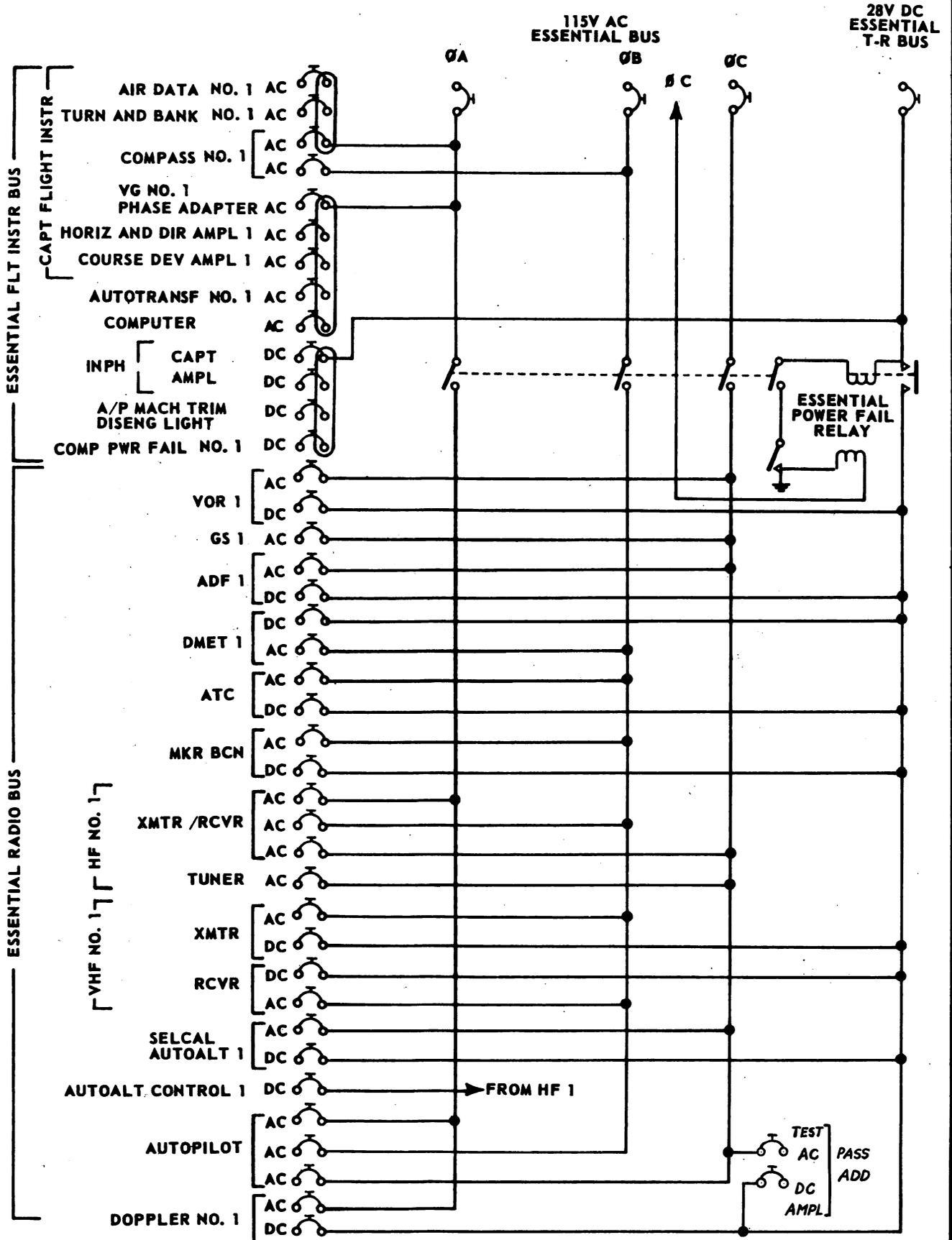
Radioanlagen 720-030 B
Selbstschaltertafel P5

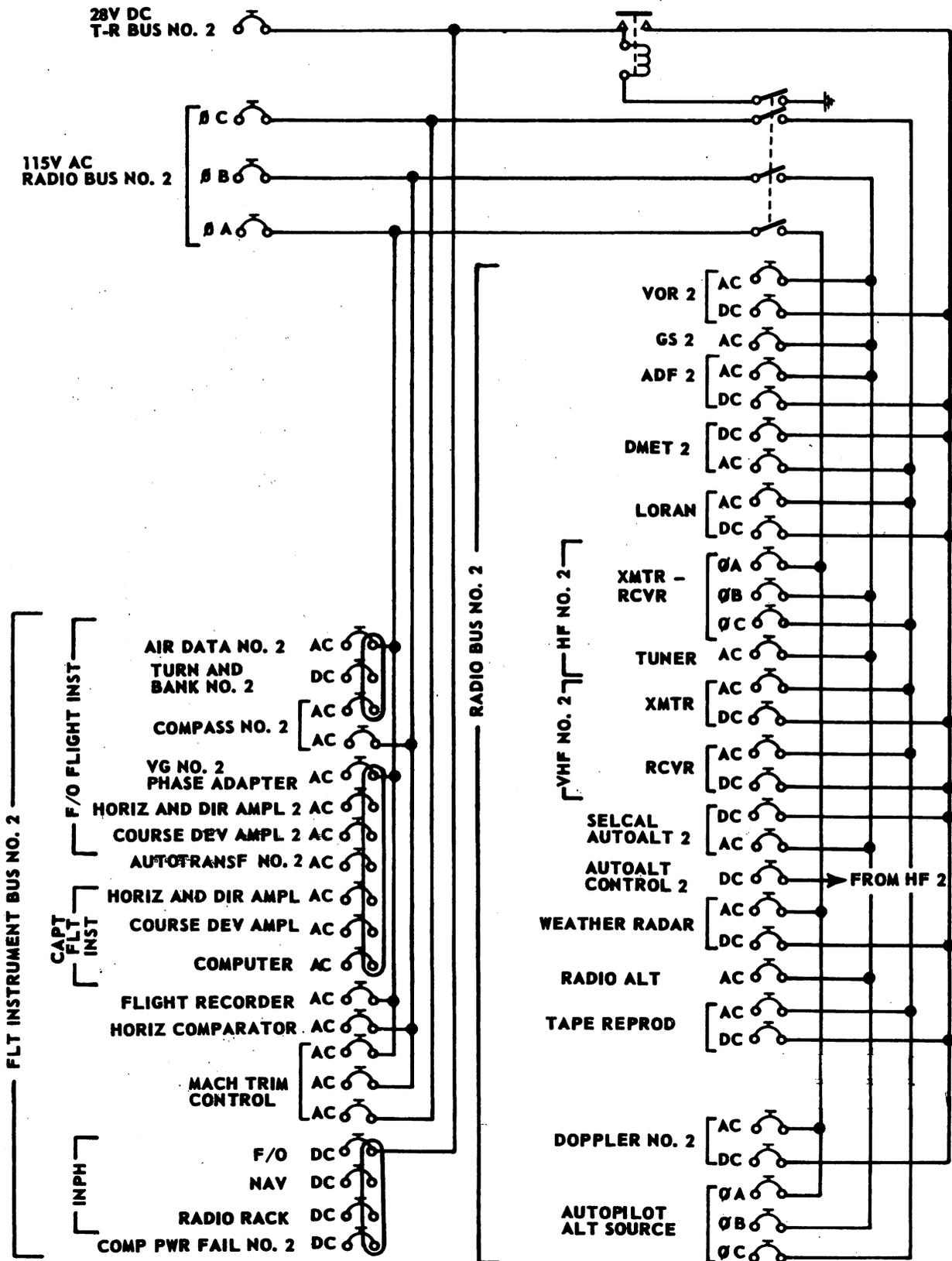
Kap.: 23-2
Blatt: 13
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

NUR ZUR SCHULUNG

Dat.: 4.63

CIRCUIT BREAKER PANEL (P5)





LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Gerätekühlanlage

Kap.: 23-4 Dat.: 4.63
Blatt: 16 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

4 Gerätekühlanlage

Equipment cooling system

4.1 Beschreibung

Zur Verhütung einer übermäßigen Erwärmung und zur Rauchableitung bei Überbelastung dient ein regelbares Belüftungssystem, das die elektrischen und elektronischen Geräte im Rumpfvorderteil kühlt. Als Kühlmittel wird die Kabinenabluft verwendet, die durch die abgedichtet auf den Tragegestellen befestigten Geräte direkt und von der Wechselstrom-Hauptschalttafel (main a-c power shield) sowie den Selbstschaltertafeln (circuit breaker panels) über Rohrleitungen (intake ducts) zu einem vertikalen U-förmigen Luftsammelbehälter (vertical manifold) strömt. Von da wird die Kühlluft bei ausreichendem Differenzdruck zwischen Kabine und Außenluft durch direkte Abluftkanäle oder bei zu geringem Differenzdruck durch einen mit Lüfter und Absperrklappen versehenen Abluftkanal ins Freie geleitet (Bl.18).

Die beiden direkten, parallel verlaufenden Abluftkanäle (direct discharge ducts) münden in einer Austrittsöffnung unterhalb des hinteren Endes des vorderen Frachtraumes. Der andere Abluftkanal (blower duct), der einen Axiallüfter enthält, führt über eine automatisch sowie eine von Hand betätigte Luftabsperreklappe zu einer Auslaßöffnung in der hinteren rechten Ecke des unteren Bugraumes.

Der Lüfter (blower) (Bl.20), und die automatisch durch einen 28 V-Gleichstrommotor verstellbare Absperrklappe (motor operated shutoff valve) (Bl.21), werden durch drei links angebrachte Differenzdruckschalter (differential pressure switches) (Bl.21), gesteuert, durch deren Hochdruck-Öffnungen der Kabinenluftdruck wirksam wird, während die Niederdruck-Öffnungen an die Auxiliary Statikleitung (auxiliary static line) angeschlossen und dadurch mit der Atmosphäre verbunden sind. Bei automatischem Betrieb wird die Absperrklappe geschlossen und der Lüfter-Drehstrommotor abgeschaltet, wenn der Kabinenluftdruck um 2,25 psi größer ist als der Außenluftdruck, was der Differenz zwischen dem Druck bei Meereshöhe und dem Druck in 4500 Fuß (1370 m) Höhe entspricht. Ist jedoch der Kabinendruck nur um 0,25 bis 2,25 psi größer als der Außendruck, entsprechend einer Differenzhöhe von etwa 500 bis 4500 Fuß, so ist der Lüftermotor eingeschaltet und die Klappe halb geöffnet. Die Klappe wird bei weiterhin eingeschaltetem Lüftermotor ganz geöffnet, wenn der Differenzdruck kleiner als 0,25 psi (ca. 500 Fuß (152m) Differenzhöhe) wird. Angezeigt wird die Klappenstellung durch ein Schauzeichen am unteren FI-Instrumentenbrett.

Wenn durch ein Versagen die automatisch betätigte Absperrklappe nicht schließt, wodurch in größerer Höhe ein Druckaufbau in der Kabine verhindert würde, so läßt sich in diesem Notfall der Lüfterabluftkanal durch eine von Hand bediente Luftabsperreklappe (manual air shutoff valve) (Bl.20) verschließen. Die Klappe be-

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Gerätekühlanlage
Wirkungsweise

Kap.: 23-4 Dat.: 4.63
Blatt: 17 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

findet sich nahe der Austrittsöffnung des Lüfterabluftkanals und wird mittels eines federbelasteten Hebels verstellt, der in beiden Endstellungen einrastet. Zu beachten ist, daß sich diese Klappe im normalen Betriebszustand immer in offener Stellung befinden muß.

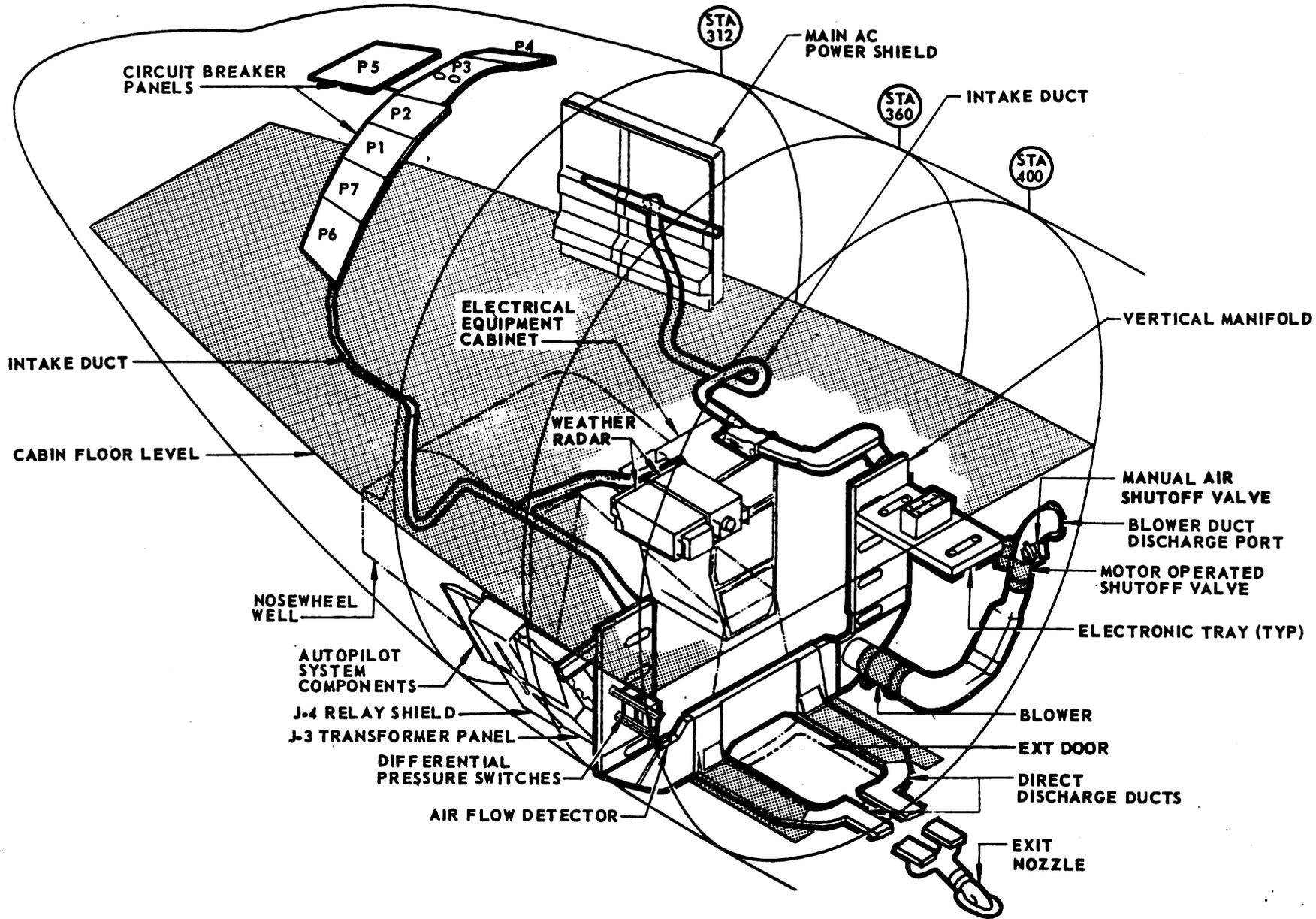
Zur Überwachung der Kühlwirkung ist links unten im U-förmigen Luftsammelbehälter ein mit Gleichstrom beheizter Thermoschalter (air flow detector) angebracht, der durch den Kühlluftstrom gekühlt wird. Ein Nachlassen des Luftstromes läßt die Temperatur des Thermoschalters ansteigen, der über seinen sich nach ca. 10 Minuten schließenden Kontakt eine mit "NO AIR FLOW" bezeichnete gelbe Lampe am unteren FI-Instrumentenbrett aufleuchten läßt. Die Warnlampe erlischt erst etwa 5 Minuten später, nachdem ein ausreichender Kühlluftstrom wieder fließt. Bl.19 zeigt diesen Stromkreis.

4.2 Wirkungsweise

Auf dem unteren FI-Instrumentenbrett befindet sich unter einer Abdeckklappe ein Schalter mit den drei Stellungen "BLOWER ON VALVE OPEN", "BLOWER OFF VALVE CLOSED" und "AUTOMATIC" (Bl.19). Normalerweise ist der Schalter in der mit Sicherungsdraht gesicherten Stellung "AUTOMATIC", bei der die Kühlanlage automatisch durch die Differenzdruckschalter gesteuert wird. Nur in Notfällen wird der Schalter auf die beiden anderen Stellungen umgeschaltet. Die Klappenstellungen werden durch ein neben dem Schalter angeordnetes Schauzeichen angezeigt, wobei "CLOSED" bei geschlossener Klappe und "OPEN" bei völlig geöffneter Klappe erscheint. Das Schauzeichen zeigt ein schräges Linienmuster, wenn sich die Klappe in Mittelstellung befindet, was auch bei abgeschalteter Stromversorgung der Fall ist.

Ist der Differenzdruck geringer als 0,25 psi, so werden bei eingeschalteter Stromversorgung die Relais R15 und R303 über die LOW-Kontakte der drei Differenzdruckschalter erregt. Das Relais R15 schaltet den Lüfter-Drehstrommotor und über einen Kontakt des Relais R303 die "OPEN"-Wicklung des Gleichstrommotors an, der die automatische Absperrklappe voll öffnet. Hierbei wird über den Schalter 1 der Absperrklappe und einen zweiten Kontakt des Relais R303 der Stromkreis für die "OPEN"-Spule des Schauzeichens geschlossen.

Steigt der Differenzdruck auf über 0,25 psi, so wird durch Betätigung des 500 Fuß-Differenzdruckschalters das Relais R303 stromlos, so daß über dessen Kontakt und die Schalter 3 und 4 der Absperrklappe der Strom zur "CLOSE"-Wicklung des Absperrklappenmotors fließt. Dieser läuft solange bis die Absperrklappe die Mittelstellung erreicht und durch den sich öffnenden Schalter 3 den Motor abgeschaltet hat. Das Schauzeichen wird stromlos und zeigt die Mittelstellung an. Der Lüftermotor bleibt angeschaltet.



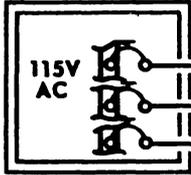
LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

NUR ZUR SCHULUNG

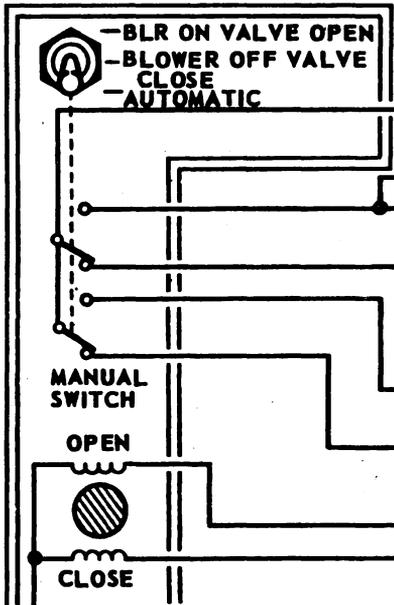
Radioanlagen 707/720
Gerätekühlanlage

Kap.: 23-4 Dat.: 4.63
Blatt: 18 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

AC BUS NO. 3 CIRCUIT
BREAKER PANEL (P3)

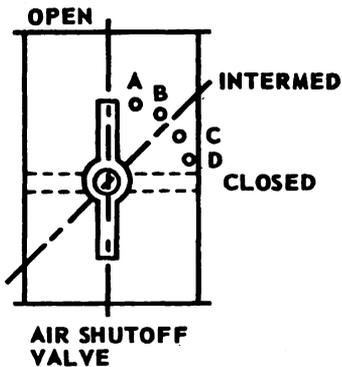


RADIO & TR C.B.
PANEL (P5)



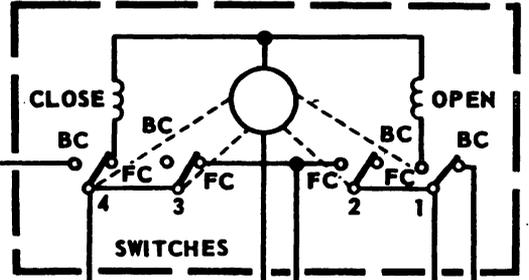
VALVE
POSITION
INDICATOR

FLIGHT ENGINEERS
PANEL (LOWER)

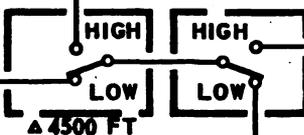


AIR SHUTOFF
VALVE

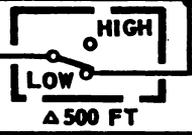
AIR SHUTOFF VALVE



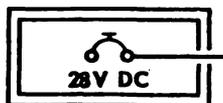
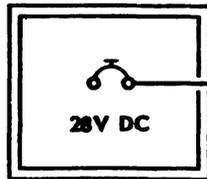
SWITCHES



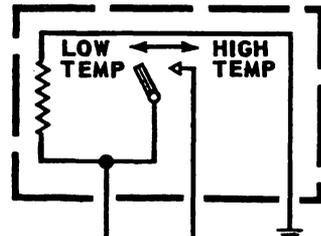
DIFFERENTIAL
PRESSURE SWITCH



ESSENTIAL 28V
CIRCUIT BREAKER
PANEL (P6)

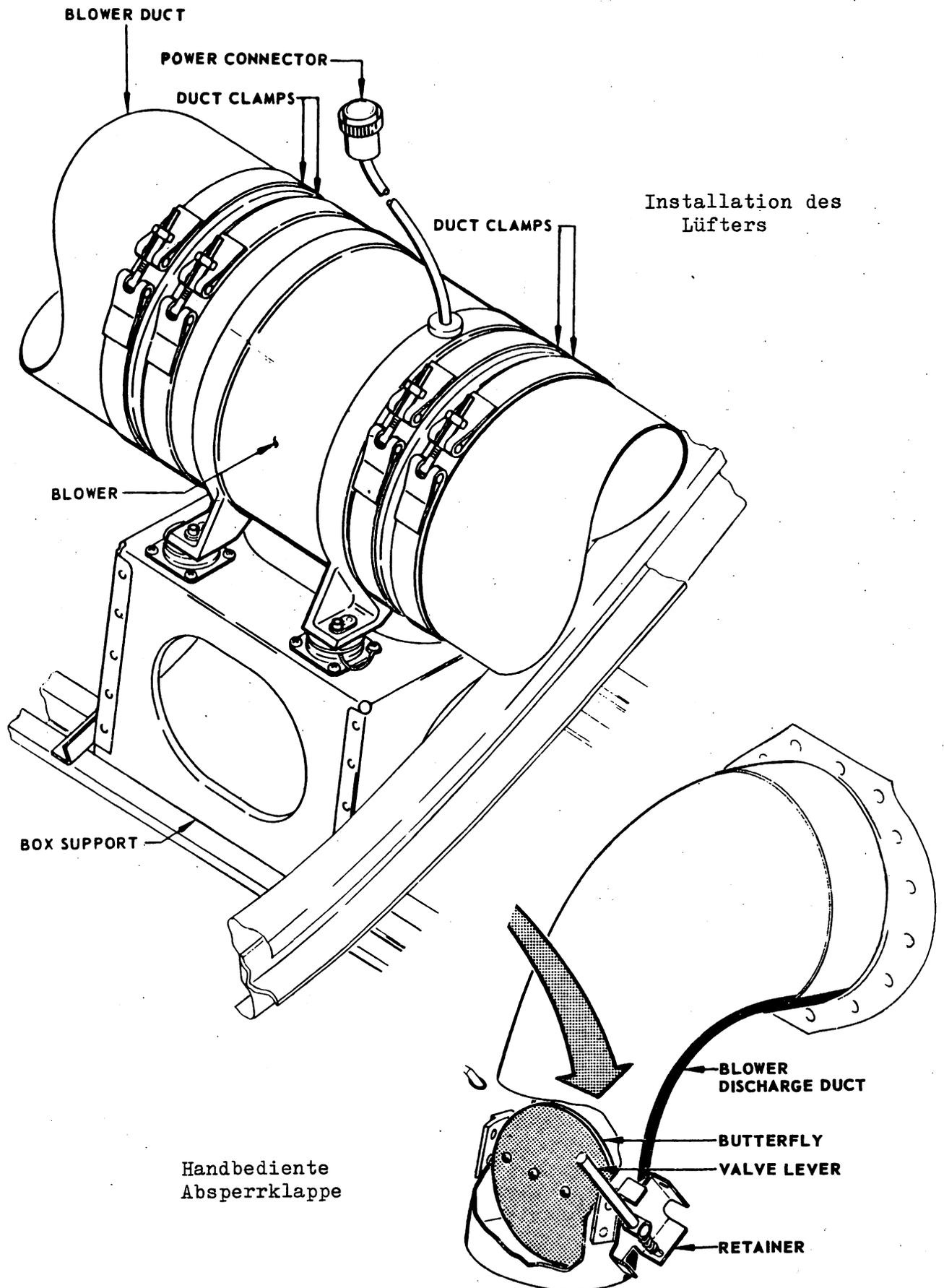


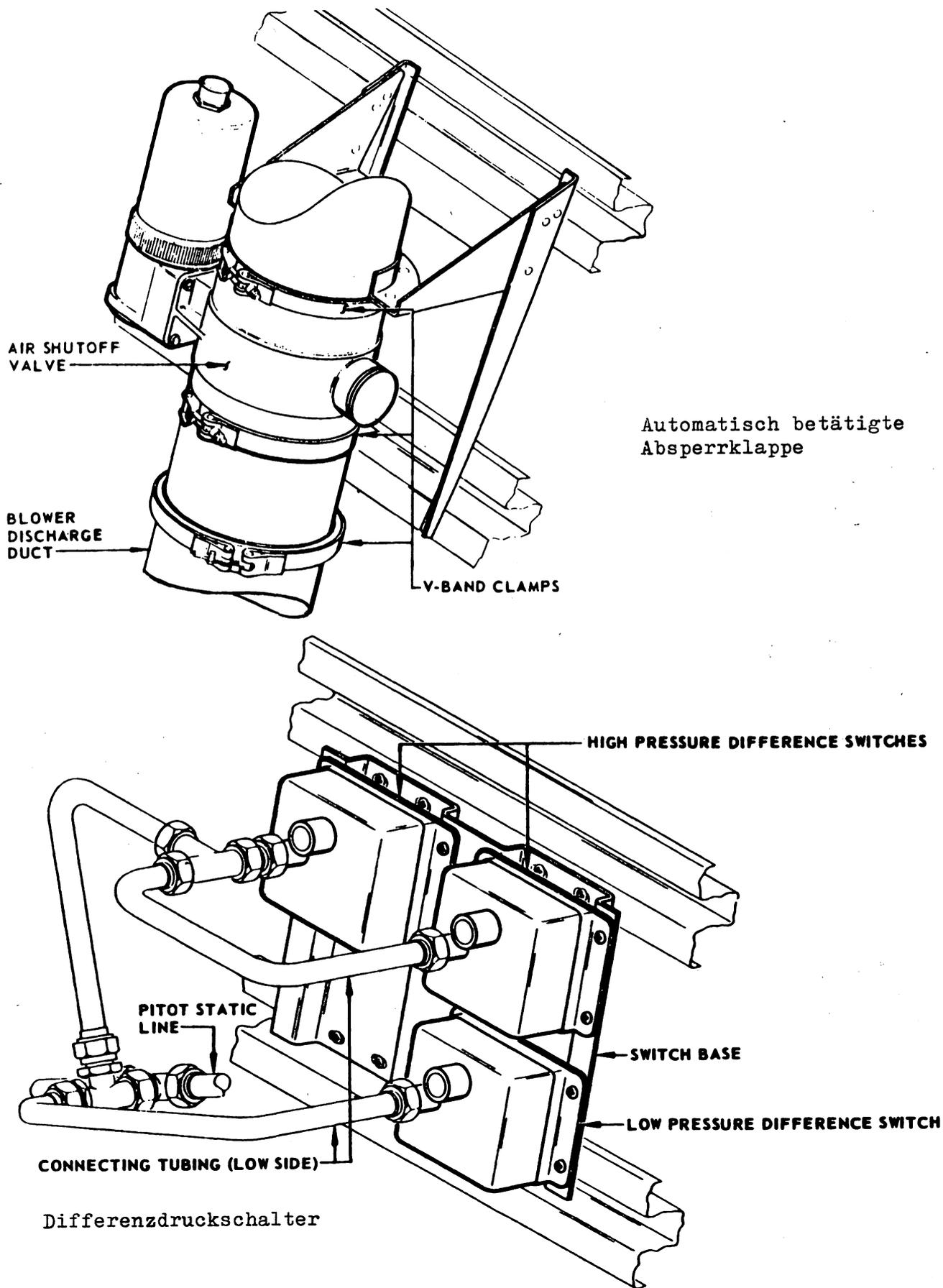
28V DC
CIRCUIT BREAKER
PANEL (P5)



AIRFLOW
DETECTOR

NO AIRFLOW
WARNING LIGHT





LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Wirkungsweise

Kap.: 23-4 Dat.: 4.63

Blatt: 22 von:

Bearbeiter: ots

Neuherausgabe:

Sobald der Differenzdruck 2,25 psi überschreitet, schalten die 4500 Fuß-Differenzdruckschalter in die "HIGH"-Stellung um, wodurch das Relais R15 stromlos wird. Dieses schaltet den Lüftermotor ab und über den Schalter 4 die "CLOSE"-Wicklung des Absperrklappenmotors an, der die Absperrklappe schließt, welche im geschlossenen Zustand den Schalter 4 umschaltet. Hierdurch wird der Stromkreis des Motors unterbrochen und über die Kontakte der 4500 Fuß-Differenzdruckschalter die "CLOSE"-Spule des Schauzeichens erregt.

Bei der Bewegung der Absperrklappe vom offenen zum geschlossenen Zustand werden auch deren Schalter 1 und 2 auf die "OPEN"-Wicklung des Klappenmotors umgeschaltet. Diese erhält Strom, sobald durch Absinken des Differenzdruckes unter 2,25 psi die 4500 Fuß-Differenzdruckschalter in die "LOW"-Stellung abfallen und dadurch das Relais R15 anzieht, das auch den Lüftermotor einschaltet. Wenn die Absperrklappe die Mittelstellung erreicht hat, öffnet der Schalter 2 den Stromkreis des Klappenmotors. Das stromlose Schauzeichen zeigt die Mittelstellung an.

Sinkt der Differenzdruck unter 0,25 psi, so wird durch den umschaltenden 500 Fuß-Differenzdruckschalter das Relais R303 eingeschaltet, über dessen Kontakt und den Schalter 1 die "OPEN"-Wicklung des Klappenmotors mit Strom versorgt wird. Die Absperrklappe bewegt sich in die völlig geöffnete Stellung, bei welcher der Schalter 1 öffnet, der den Motor abschaltet und die "OPEN"-Spule des Schauzeichens erregt. Bei Bewegung der Absperrklappe in die geöffnete Stellung werden auch die Schalter 3 und 4 so umgeschaltet, daß hierüber bei ansteigendem Differenzdruck die "CLOSE"-Wicklung des Klappenmotors wieder stromführend wird.

Bei Versagen der automatischen Steuerung wird der Schalter am FI-Instrumentenbrett auf "BLOWER ON VALVE OPEN" geschaltet, wodurch die Relais R15 und R303 anziehen. Dadurch wird der Lüftermotor eingeschaltet und die "OPEN"-Wicklung des Absperrklappenmotors erhält Strom über den Schalter 1, der bei geöffneter Klappe den Motor abschaltet und die "OPEN"-Spule des Schauzeichens erregt.

5 Bord- und Wartungsverständigungsanlage5.1 Allgemeines

Die Bordverständigungsanlage (flight interphone system) dient der Verständigung der Flugzeugbesatzung untereinander, der Übertragung der Sende- und Empfangssignale der Radioanlagen sowie der Nachrichtenansage an die Fluggäste in Verbindung mit der Kabinenlautsprecheranlage. Hierzu gehören 4 Audio Selector Panels, die sich beim Kapitän, beim Co-Piloten, beim Navigator und beim Radiogerätegestell im unteren Bugraum befinden.

Die Wartungsverständigungsanlage (service interphone system) ist vorgesehen für den Gegensprechverkehr zwischen den für den Bodendienst wichtigen Stellen am Flugzeug. Die Sprechstellen sind entweder mit einer einzigen Buchse für einen Telefonhörer (handset) oder mit Kopfhörer und Mikrofon ausgerüstet. An der F.I.-Schalttafel befindet sich ein Service Interphone Schalter, wodurch sich alle Service Interphone Sprechstellen abschalten lassen mit Ausnahme der F.I.-Sprechstelle, der Sprechstellen der Flugbegleiter, sowie der Sprechstellen am Außenbordanschluß und am Gerätegestell.

Service Interphone Stationen sind an folgenden Stellen (Bl.26,27):

1. Außenbordanschluß
2. Jede Triebwerksgondel
3. Betankungsstellen in rechter und linker Tragfläche
4. Linker und rechter Hauptfahrwerkschacht (von außen zugänglich)
5. Heckraum
6. Heck (von außen zugänglich)
7. Gerätegestell
8. F.I.-Platz
9. Vordere Bedientafel und vorderer Sitz des Flugbegleiters
10. Hintere Bedientafel und hinterer Sitz des Flugbegleiters

Von den Sprechstellen der Flight Interphone Anlage und der Service Interphone Anlage werden die Sprechströme einem Interphone Verstärker (interphone amplifier) zugeleitet, durch den die Sprechstellen beider Anlagen miteinander verbunden sind (Bl.28).

5.2 Audio Selector Panels

Die vier Audio Selector Panels befinden sich beim Kapitän, Co-Piloten, Navigator und am Gerätegestell. Jedes Panel hat einen Mikrofon-Drehwahlschalter mit 6 Stellungen, 14 Audio Selector Kippschalter, einen Verstärkerwahlschalter und einen Lautstärkenregler (Bl. 29, 30).

Mittels des Mikrofon-Wahlschalters kann das Besatzungsmitglied den Ausgang seines Mikrofons auf die Interphone Anlage oder die Kabinenlautsprecheranlage (P.A.), auf den HF-Sender Nr.1 oder

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Bord- und Wartungsverständigungs-
Anlage
Interphone Verstärker

Kap.: 23-5 Dat.: 4.63
Blatt: 24 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

Nr.2 sowie auf den VHF-Sender Nr.1 oder Nr.2 schalten. Bei Betätigung des Push-to-talk-Schalters des Mikrofons wird über den Wahlschalter der Mikrofonstromkreis und der Steuerstromkreis geschlossen, wodurch der Sprechverkehr über die gewählte Anlage ermöglicht wird.

Durch die Audio-Selector Schalter läßt sich der Ausgang jedes Nachrichten- oder Navigationsempfängers sowie die Interphone Anlage und die P.A. Anlage einzeln oder zusammen in beliebiger Kombination zum Abhören auf den Kopfhörer des betreffenden Besatzungsmitgliedes aufschalten. Durch die hierbei zur Entkopplung der parallelgeschalteten Empfängeranschlüsse angewandte Spannungsteilerschaltung entsteht eine Dämpfung der Hörsignale, die durch einen Transistorverstärker kompensiert wird. Hiervon sind zwei in jedem Panel eingebaut, damit man bei Ausfall eines Verstärkers die Hörsignale mit dem Verstärker-Wahlschalter wahlweise auf Verstärker 1 oder 2 schalten kann. Mit einem konzentrisch um den Mikrofon-Wahlschalter angebrachten Lautstärkenregler läßt sich die Lautstärke der Hörsignale aller auf den Kopfhörer geschalteten Anlagen regeln.

5.3 Interphone Verstärker

Der Interphone Verstärker, der sich unterhalb des linken Radioerätegestells befindet, ist ein transistorisierter Niederfrequenzverstärker, der direkt von der 28 V-Gleichspannung des Flugzeugs versorgt wird (Bl.31). Er hat 3 Mikrofoneingänge, von denen einer mit dem Mikrofon des Kapitäns, der zweite mit den Mikrofonen des Co-Piloten und des Gerätegestells und der dritte mit allen übrigen Interphone Sprechstellen verbunden ist. An die Mikrofoneingänge können Kohlemikrofone oder transistorisierte, dynamische Mikrofone angeschlossen werden. Der Verstärker, dessen Frequenzbereich sich von etwa 300 bis 6000 Hz erstreckt, gibt bei einer Eingangsspannung von 0,152 V seine maximale Ausgangsleistung von 1 Watt an die Interphone Anlage ab.

5.4 Vordere und hintere Sprechstellen der Flugbegleiter

Die vordere und die hintere Sprechstelle der Flugbegleiter an deren Bedientafeln sind mit je einem Telefonhörer (handset) ausgestattet, die an Hakenschaltern hängen. Parallel geschaltet hierzu befinden sich an Hakenschaltern aufgehängte Telefonhörer oberhalb der beiden Flugbegleitersitze. Beim Abnehmen des Telefonhörers vom Hakenschalter schließt dieser den Hör-Stromkreis, der beim Aufhängen wieder geöffnet wird. Drückt man den Push-to-talk-Schalter des Telefonhörers, so wird hierdurch der Mikrofonkreis geschlossen und die Sprechsignale gelangen zur Interphone Anlage.

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Bord- und Wartungsverstärigungs-
Anlage

Kap.: 23-5 Dat.: 5.63
Blatt: 25 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

5.5 Service Interphone Außenstellen

Die Service Interphone Außenstellen für den Bodendienst sind mit einer einzelnen Buchse für einen Telefonhörer oder einen Kopfhörer mit Mikrofon ausgestattet. Diese Buchsen sind mit Ausnahme der ständig angeschlossenen Buchse der Außenbord-Steckdose nur angeschaltet, wenn der Service Interphone Schalter an der F.I.-Schalttafel geschlossen ist.

5.6 Interphone Kopfhörer und Mikrofone

Die Interphone Kopfhörer haben magnetische Systeme mit einem Scheinwiderstand von 600 Ohm, der dem Ausgangswiderstand der N.F.Verstärker angepaßt ist, und sind beim Kapitän, Co-Piloten, Flugingenieur, Navigator, Beobachter und am Gerätegestell vorgesehen.

Handmikrofone mit Push-to-talk-Schalter können an jeder Flight Interphone Sprechstelle benutzt werden. Trägt der Flugingenieur, Navigator oder Beobachter eine Sauerstoffmaske, so wird das hierin befindliche Mikrofon durch Betätigen eines besonderen Push-to-talk-Schalters an dem betreffenden Platz eingeschaltet. Der Kapitän und der Co-Pilot können mit einem Schalter auf seitlich von ihnen angebrachten Schalttafeln das Mikrofon in der Sauerstoffmaske, das Mikrofon in der Rauchmaske oder das Mikrofon in der Sprechgarnitur wählen. Das gewählte Mikrofon wird an das Interphone System angeschaltet, wenn der am Steuer jedes Piloten vorhandene Push-to-talk-Schalter gedrückt wird.

5.7 Kontroll-Lautsprecher

Der für die Piloten bestimmte Lautsprecher ist zusammen mit einem zweistufigen Transistorverstärker von 3 W Ausgangsleistung in einem Gehäuse eingebaut, auf dessen Frontplatte sich der Lautstärkenregler mit Ein- und Ausschalter befindet (Bl. 32). Zur Vermeidung akustischer Rückkopplung dient ein Dämpfungsrelais (muting relay) in der Lautsprechereinheit, das beim Drücken eines angeschlossenen Mikrofonschalters anzieht, wodurch ein einstellbarer Dämpfungswiderstand in Reihe mit dem Lautstärkenregler geschaltet und hierdurch die Lautstärke vermindert wird.

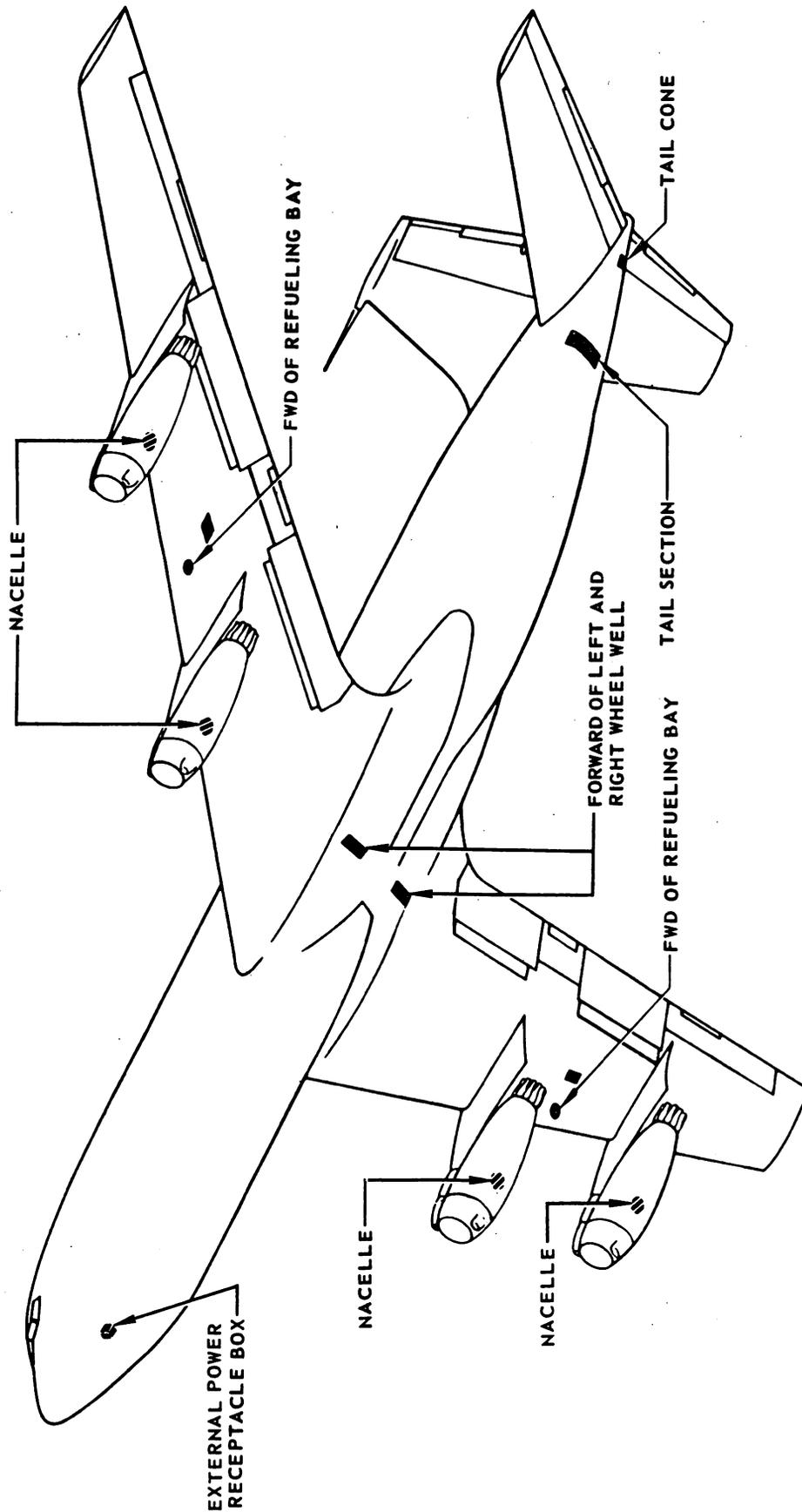
5.8 Stromversorgung

Die gesamte Bord- und Wartungsverstärigungsanlage ist ohne Ein- und Ausschalter direkt an die 28V-Gleichspannung angeschlossen. Bei sämtlichen Flugzeugen 707-430 und den Flugzeugen 720-030 B von ABOH bis ABOM erfolgt die Stromversorgung am Boden und im Fluge nur von der ESSENTIAL FLIGHT INSTRUMENT BUS an der Selbstschaltertafel P5. Dagegen werden die Interphone Anlagen der Flugzeuge 707-330 und 720-030 B von ABON bis ABOV nur im Fluge von dieser Sammelschiene versorgt, während sie am Boden durch ein Interphone Ground Power Relay direkt an das von der Außenstromquelle versorgte Power Shield J9 angeschaltet sind (Bl.28).

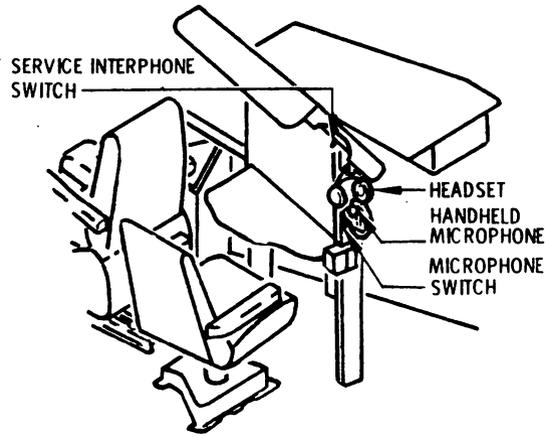
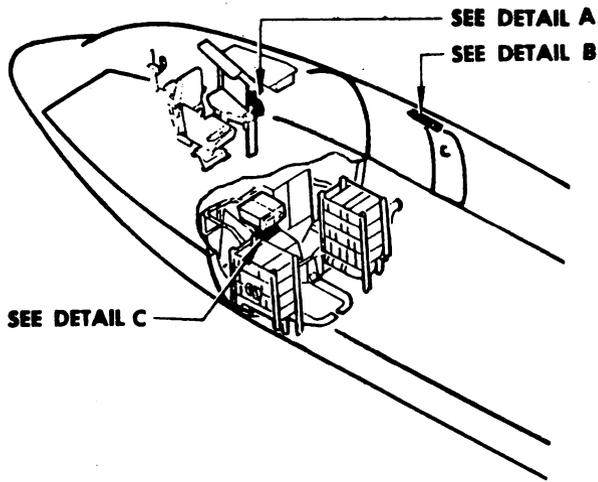
LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Lage der Service Interphone
Außensprechstellen

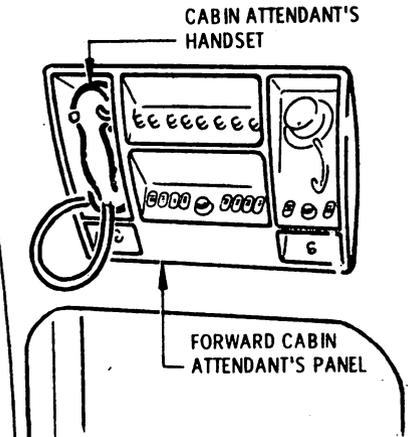
Kap.: 23-5 Dat.: 5.63
Blatt: 26 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:



SERVICE INTERPHONE STATION LOCATIONS

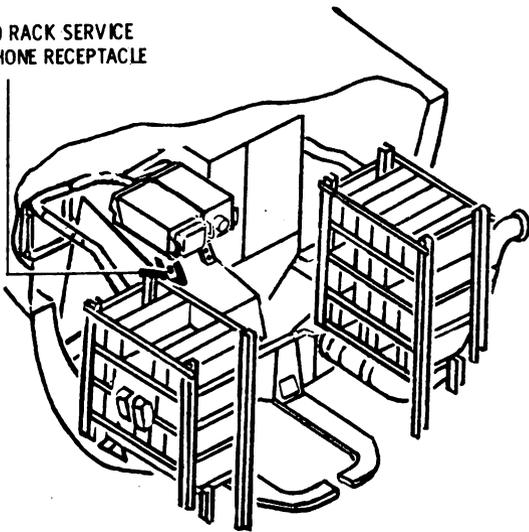


DETAIL A

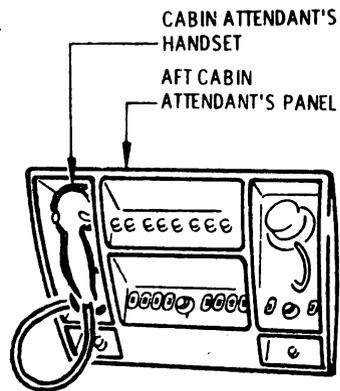


DETAIL B

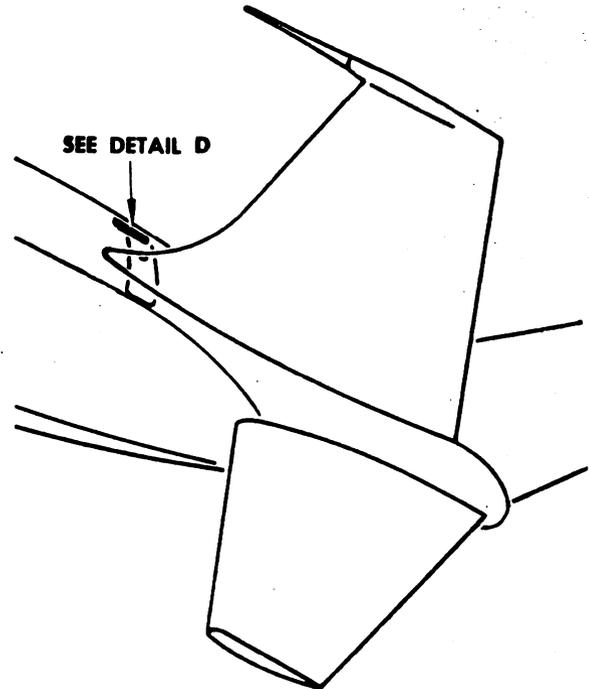
RADIO RACK SERVICE INTERPHONE RECEPTACLE

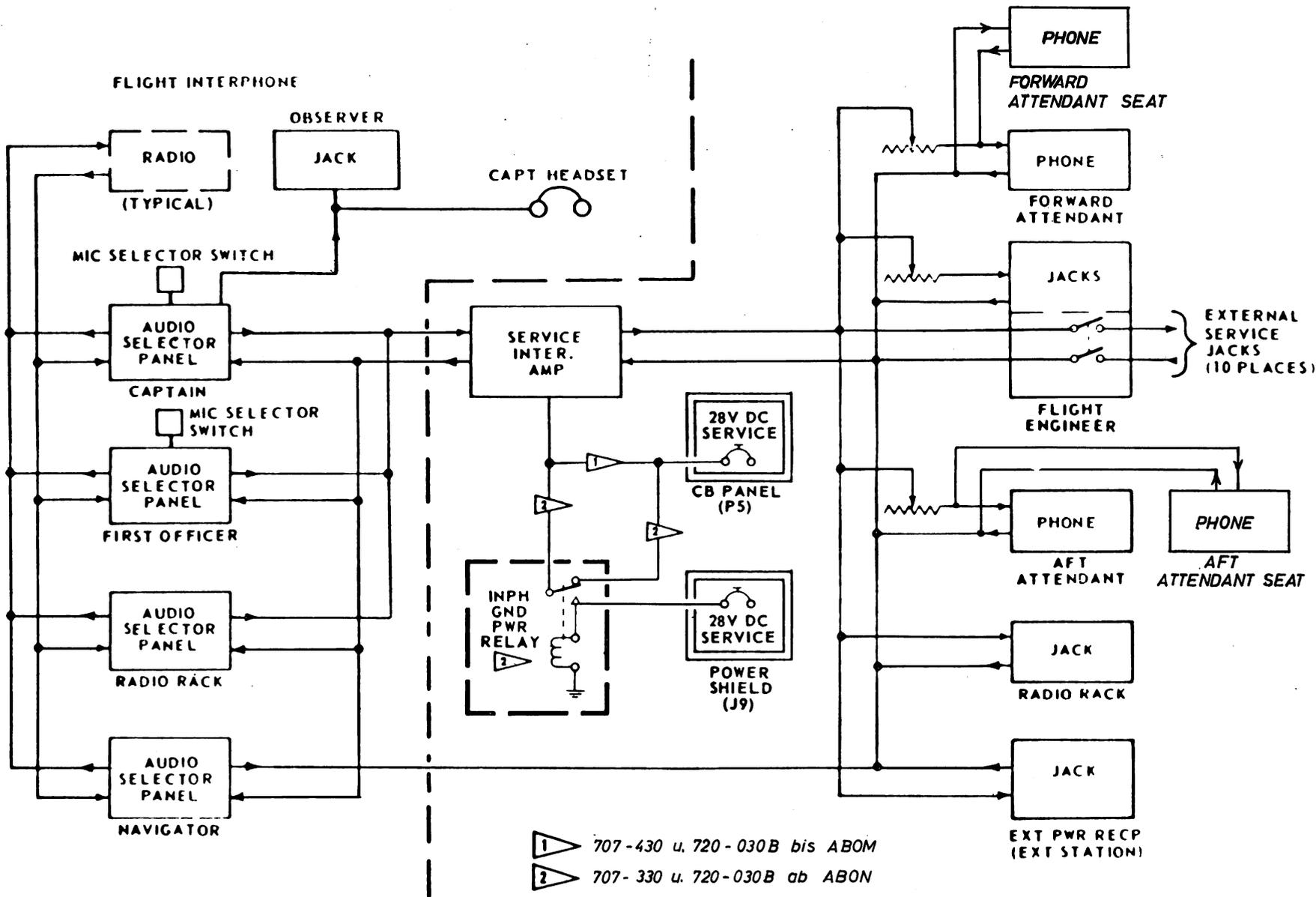


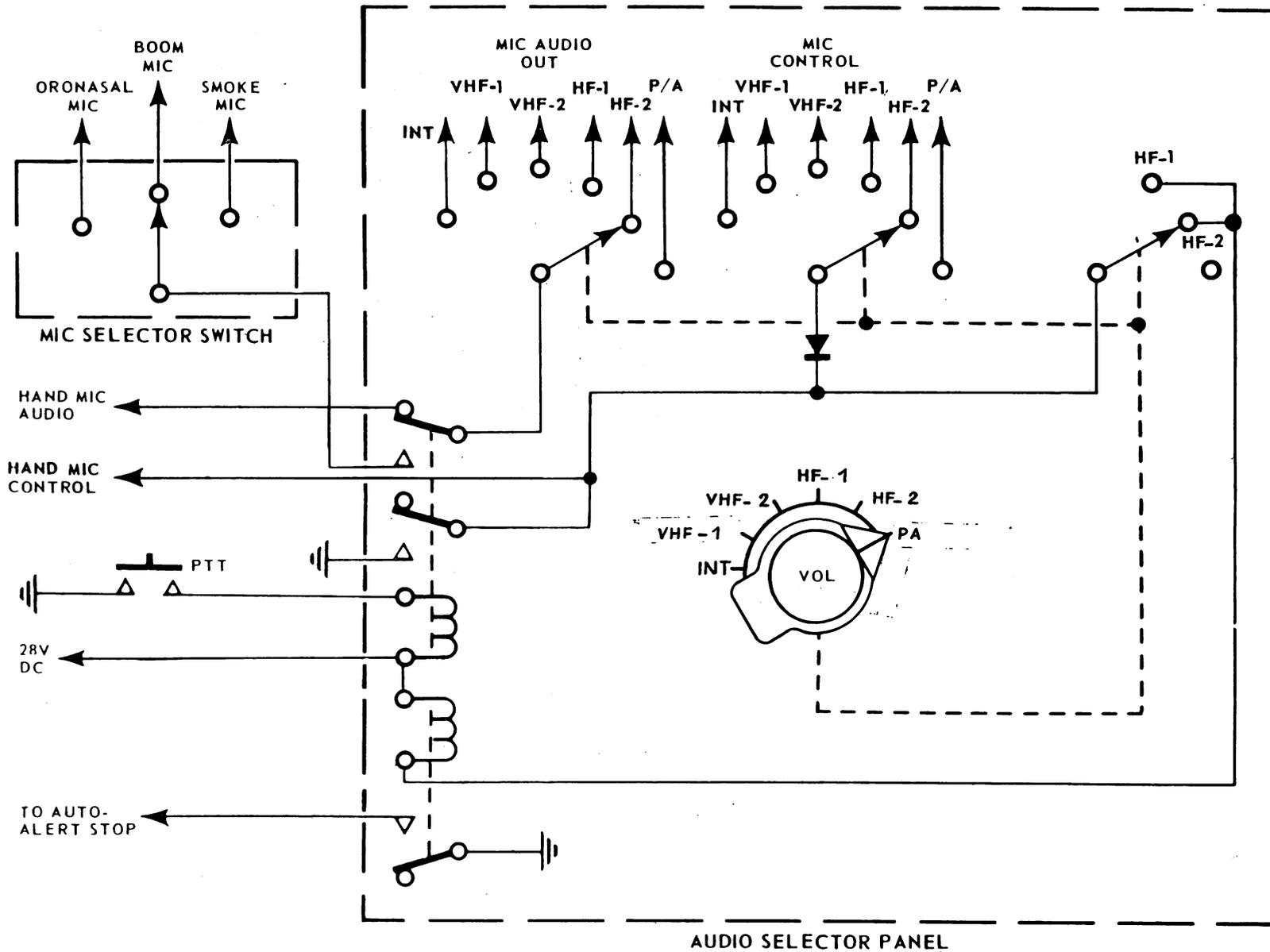
DETAIL C



DETAIL D







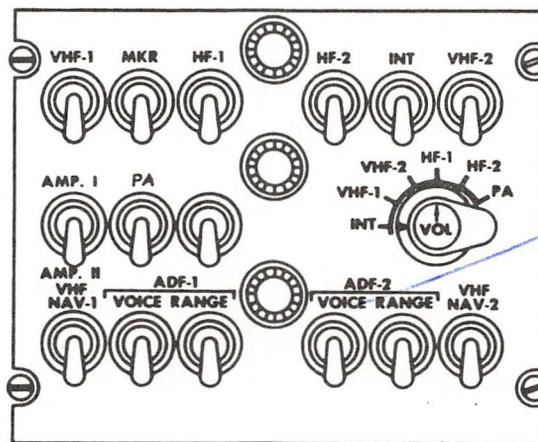
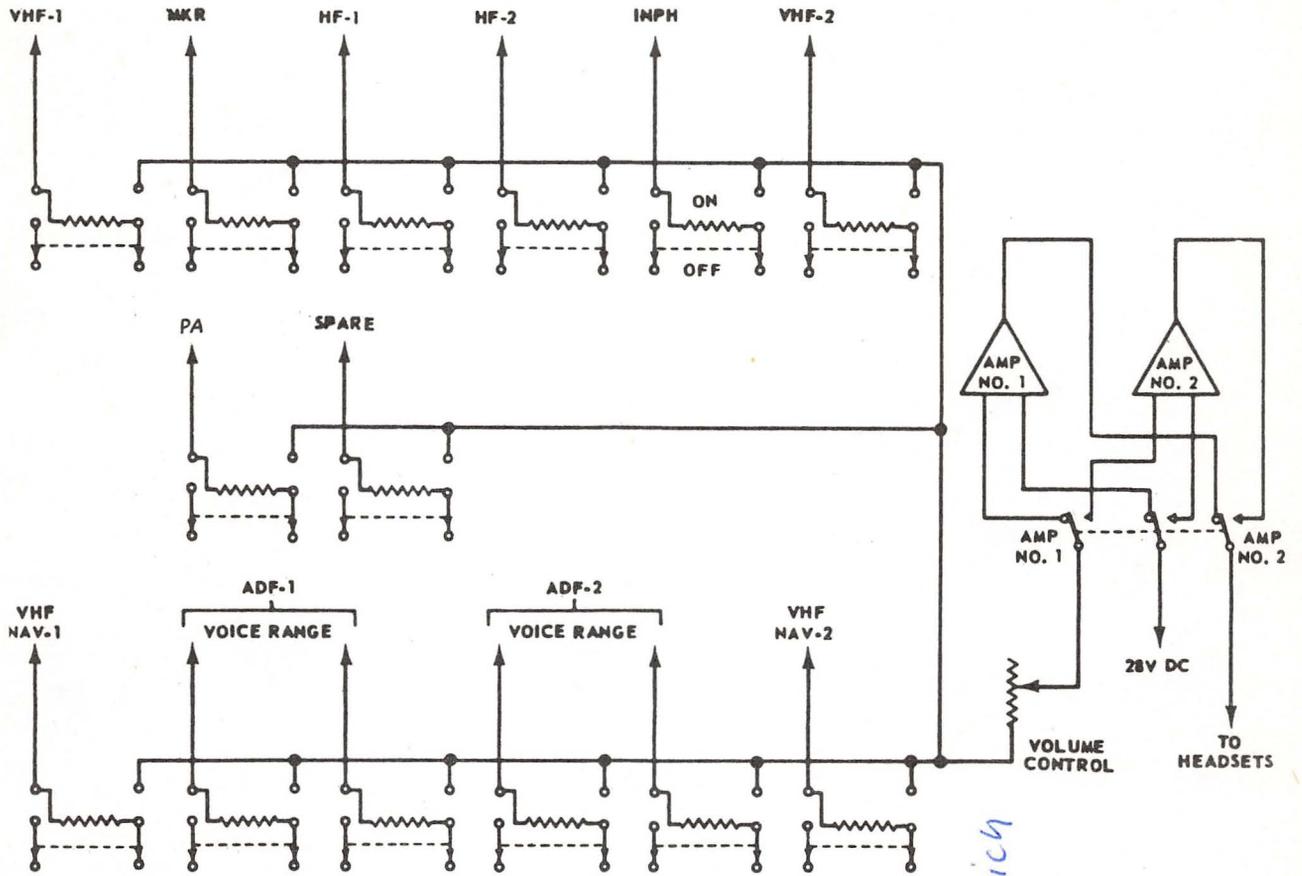
AUDIO SELECTOR PANEL—MIKE SWITCHING

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Audio Selector Panel:
Mikrofon-Schaltung

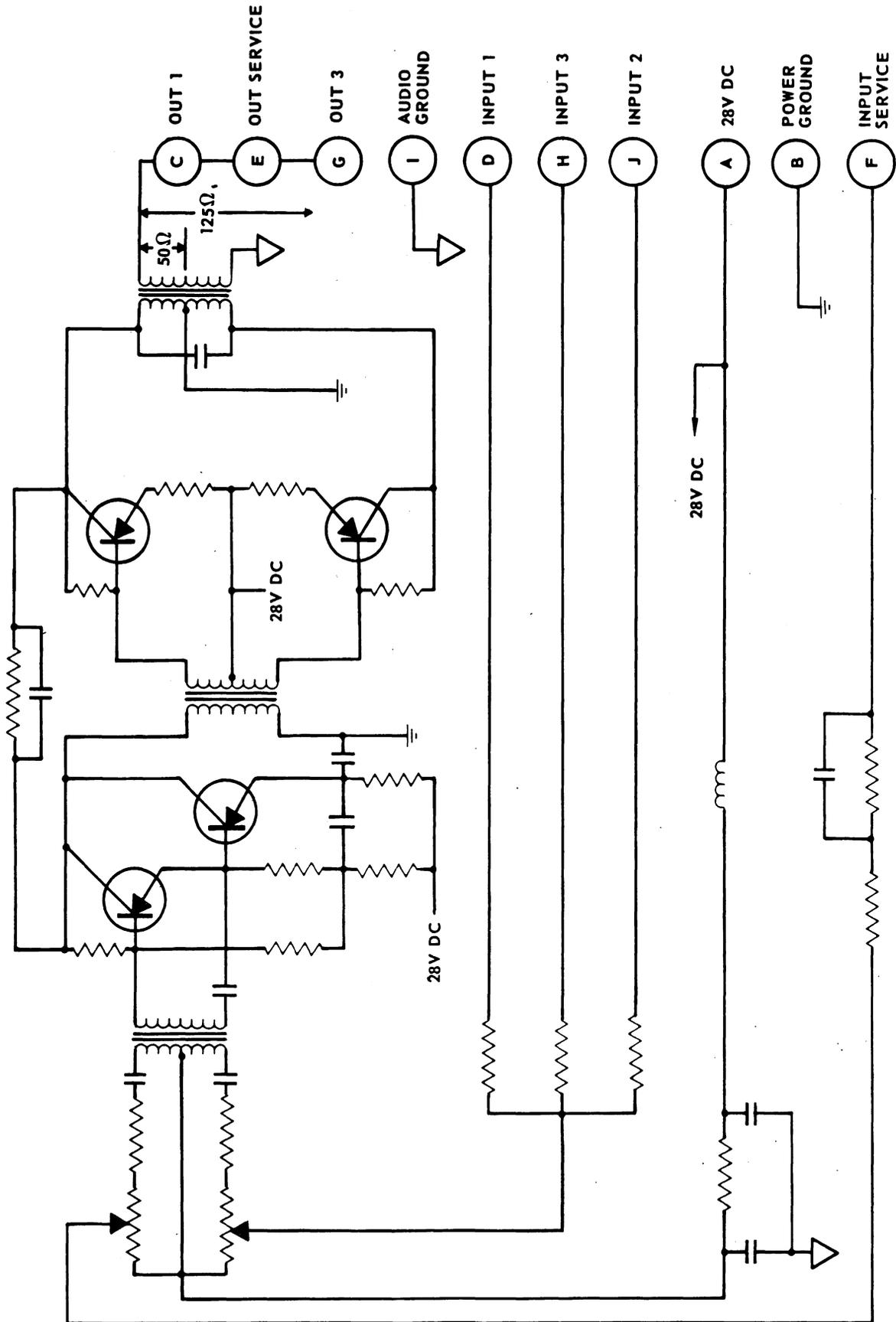
Kap.: 23-5	Dat.: 5.63
Blatt: 29	von:
Bearbeiter: Ots	
Neuherausgabe:	

NUR ZUR SCHULUNG

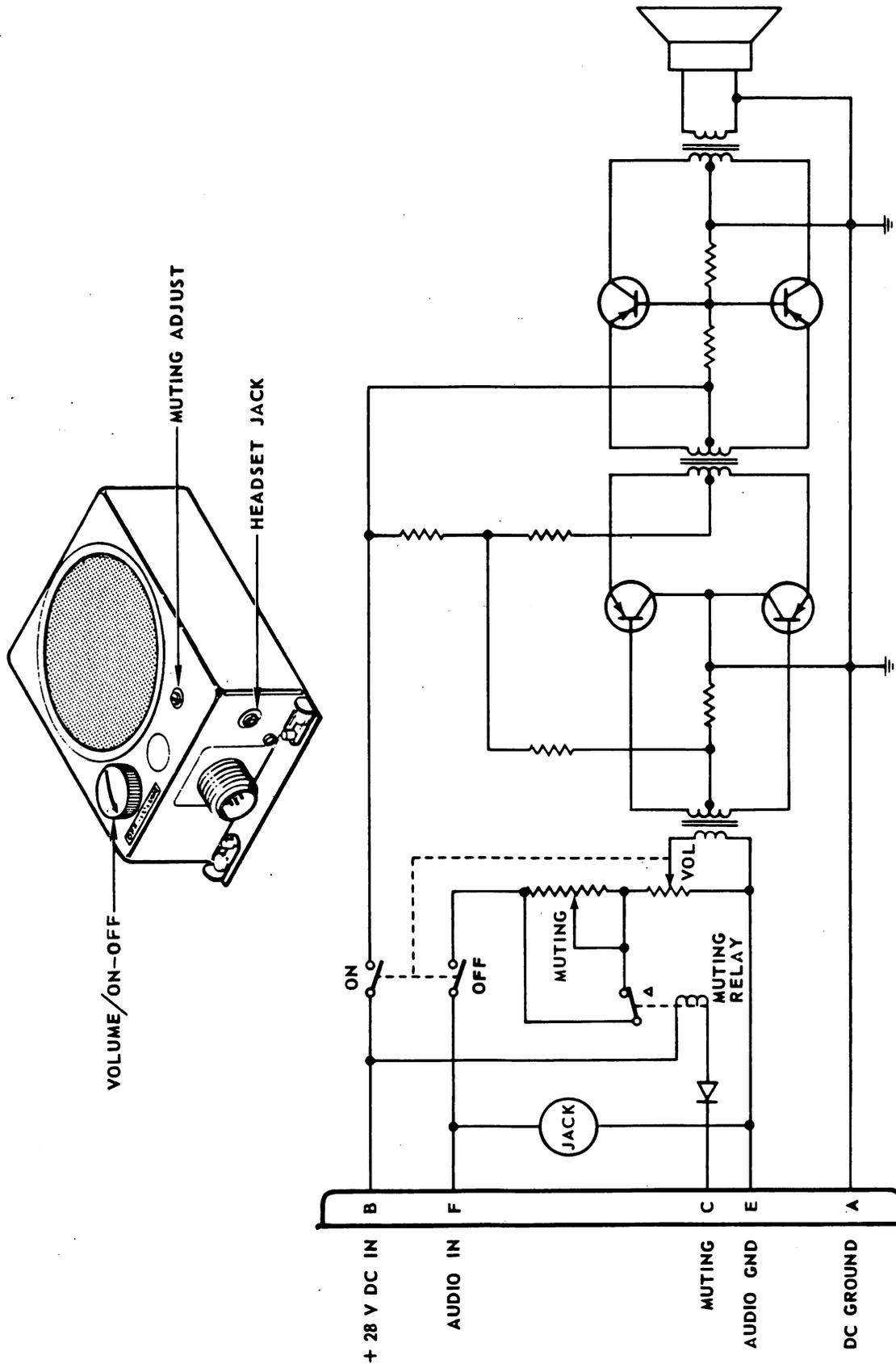


Voice Range - Stimm Bereich

AUDIO SELECTOR PANEL



INTERPHONE AMPLIFIER



CONTROL CABIN LOUDSPEAKER SCHEMATIC

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Kabinenlautsprecheranlage

Kap.: 23-6 Dat.: 10.64
Blatt: 33 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe: 1.

6 Kabinenlautsprecheranlage

Passenger address system

6.1 Allgemeines

Die Kabinenlautsprecheranlage dient dazu, den Fluggästen Ansa- gen der Besatzung sowie Tonbandmusik zu übermitteln. Sie be- steht aus dem Public Address Verstärker, dem Tonbandgerät, den in den Passagieräumen und Toiletten angebrachten Lautsprechern, sowie den zugehörigen Mikrofonen, Schaltern, Reglern und Aus- steuerungsanzeigern.

6.2 Mikrofone, Aussteuerungsanzeiger, Schalter und Regler

Transistorisierte, dynamische Mikrofone für das P.A. System be- finden sich an der vorderen und hinteren Bedientafel der Flug- begleiter, sowie am Kontrollstand der Piloten. Über den Flugbe- gleitersitzen sind Anschlüsse für P.A. Mikrofone angebracht, die den Mikrofonen der Bedientafeln parallel geschaltet sind. (Abbildungen siehe Blatt 35, 36 und 37)

Ferner besteht für die Besatzungsmitglieder die Möglichkeit, durch Schalten des Mikrofonwahlschalters am Audio Selector Pa- nel auf die Stellung "P.A." das zugehörige Mikrofon mit der Ka- binenlautsprecheranlage zu verbinden. Der Mithörton läßt sich hierbei durch den "P.A."-Kippschalter des Audio Selector Panels auf den Kopfhörer schalten.

Für die Ansage ist es erforderlich, den Push-to-talk-Schalter des gewählten Mikrofons zu drücken, wodurch über das Eingangs- wahlrelais des P.A. Verstärkers das Mikrofon mit dem Verstärker- eingang verbunden wird und der Mithörton über ein weiteres Relais vom Verstärkerausgang zu den Audio Selector Panels gelangt.

Zur Anzeige des Ausgangspegels des P.A. Verstärkers dienen je ein Aussteuerungsanzeiger auf den beiden Bedientafeln der Flug- begleiter und auf der Mikrofonwahl-Schalttafel des Kapitäns.

Für das Music P.A. System sind auf der vorderen Bedientafel des Flugbegleiters ein ON-OFF-Schalter und ein Lautstärkenregler für das Tonbandgerät, sowie ein Wahlschalter "FLIGHT-GROUND" vorge- sehen, mit dem sich im Verstärker fest eingestellte Lautstärken für den Betrieb während des Fluges oder am Boden wählen lassen.

6.3 Passenger Address Verstärker AMA-10B

Der im linken Radiogestell befestigte, voll transistorisierte P.A. Verstärker wird mit 28 V-Gleichstrom versorgt und kann eine Nenn-Dauerleistung von 40 W abgeben, wobei der Klirrfaktor klei- ner als 3% bei 1000 Hz ist. Sein Frequenzbereich reicht von 50 bis 20 000 Hz + 3 Db bei Nennleistung.

Der Verstärker hat 3 Eingänge, und zwar je einen für die Mikro- fone der Besatzungsmitglieder, für die Mikrofone der Flugbe-

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Kabinenlautsprecheranlage
Tonbandgerät
Kabinenlautsprecher

Kap.: 23-6 Dat.: 10.64
Blatt: 34 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe: 1.

gleiter und für das Tonbandgerät. Die Anschaltung dieser Eingänge wird durch Relais derart gesteuert, daß die Mikrofone der Besatzungsmitglieder Vorrang vor den Mikrofonen der Flugbegleiter und diese Vorrang vor dem Tonbandgerät haben.

Am Verstärkerausgang sind Anschlüsse mit den Ausgangsimpedanzen von 25, 50, 125 und 500 Ohm vorhanden, wobei nur der Ausgang mit der Impedanz von 125 Ohm für den Anschluß der parallel geschalteten Lautsprecher verwendet wird.

An eingebauten Reglern lassen sich die beiden Lautstärken für Flug- und Bodenbetrieb der Lautsprecheranlage einschalten, deren Wahl durch Betätigung des Schalters an der vorderen Bedientafel des Flugbegleiters erfolgt.

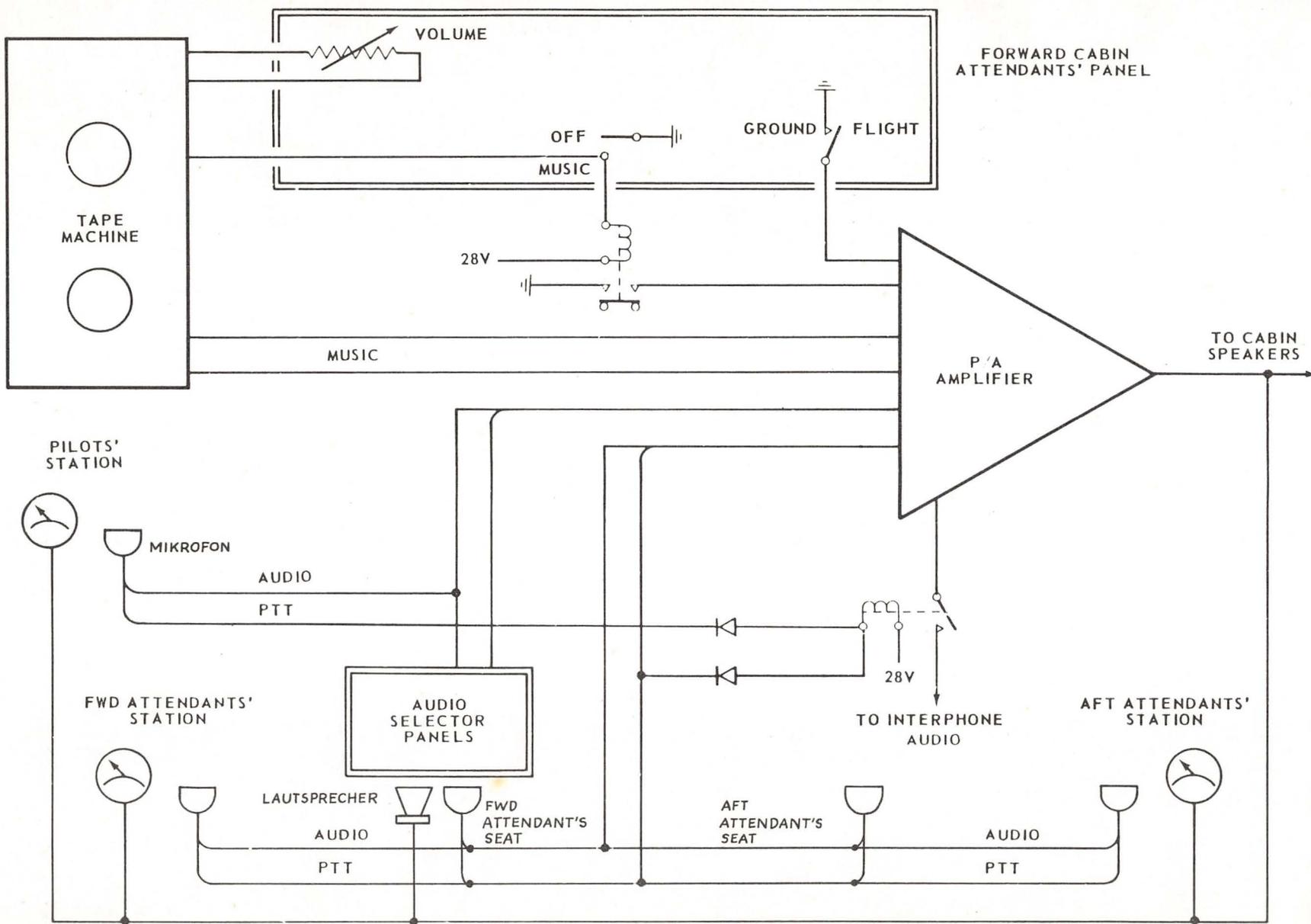
Für die Prüfung und Einstellung des Verstärkers sowie der Kabinenlautsprecheranlage sind ein Testschalter und ein Aussteuerungsmesser an der Frontplatte des Verstärkers vorgesehen. Durch Betätigung des Testschalters erhält der Verstärker ein 400 Hz-Signal und der Aussteuerungsmesser wird angeschaltet, der den Ausgangspegel des Verstärkers mißt.

6.4 Tonbandgerät

Das im linken Radiogestell untergebrachte Tonbandgerät wird mit 28 V-Gleichstrom und 115 V-Wechselstrom versorgt. Es wird von der vorderen Bedientafel des Flugbegleiters bedient und hat eine Bandgeschwindigkeit von 9,5 cm/s. Die Spieldauer beträgt hierbei 2 Stunden und der Frequenzbereich reicht von etwa 50 bis 7500 Hz.

6.5 Kabinenlautsprecher

Die dynamischen Lautsprecher haben einen Durchmesser von ca. 13 cm und sind zusammen mit den zugehörigen Anpassungsübertragern von 5 k Ohm Ausgangsimpedanz in den Passenger Service Units eingebaut, die außen durch einen blauen Punkt gekennzeichnet sind. Jeder Lautsprecher hat einen Stecker, der in parallel geschaltete Lautsprecher-Anschlußdosen paßt, die in Abständen von 50 cm auf beiden Seiten der Kabine angebracht sind. Ohne Stecker festgeschlossen sind dagegen die Lautsprecher in den Toiletten. Ferner ist über dem Flugbegleitersitz in der 1. Klasse ein flacher Lautsprecher mit einem Relais eingebaut, das diesen zur Vermeidung akustischer Rückkopplung abschaltet, wenn von den P.A. Mikrofonen der Flugbegleiter gesprochen wird.



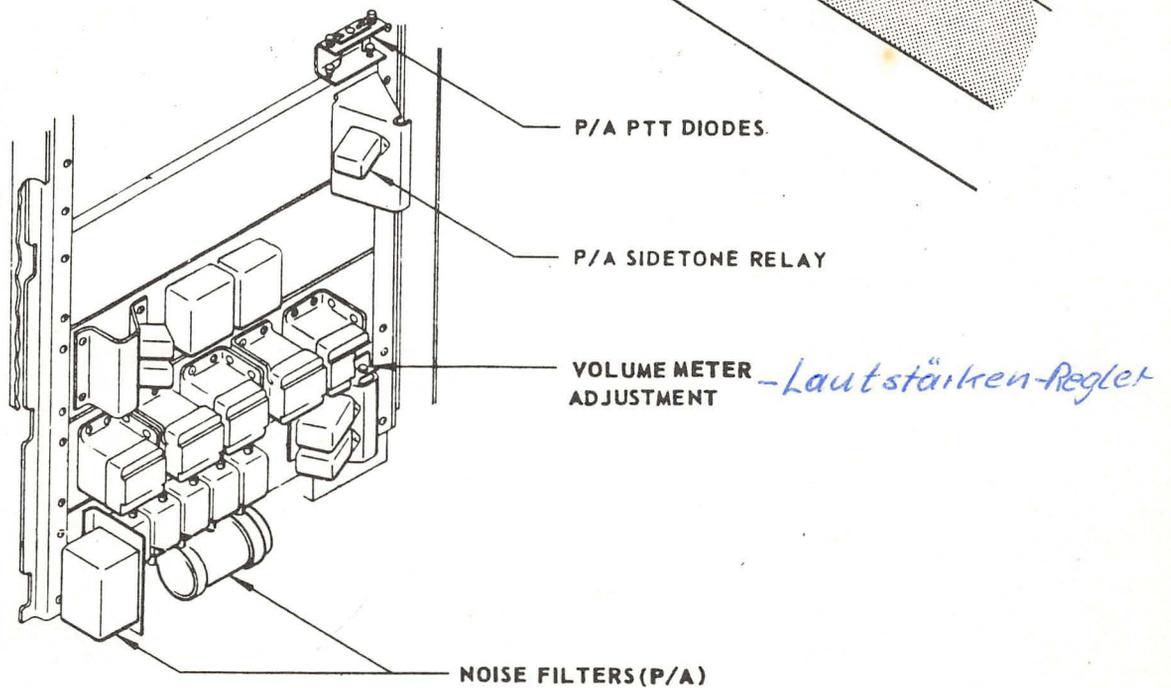
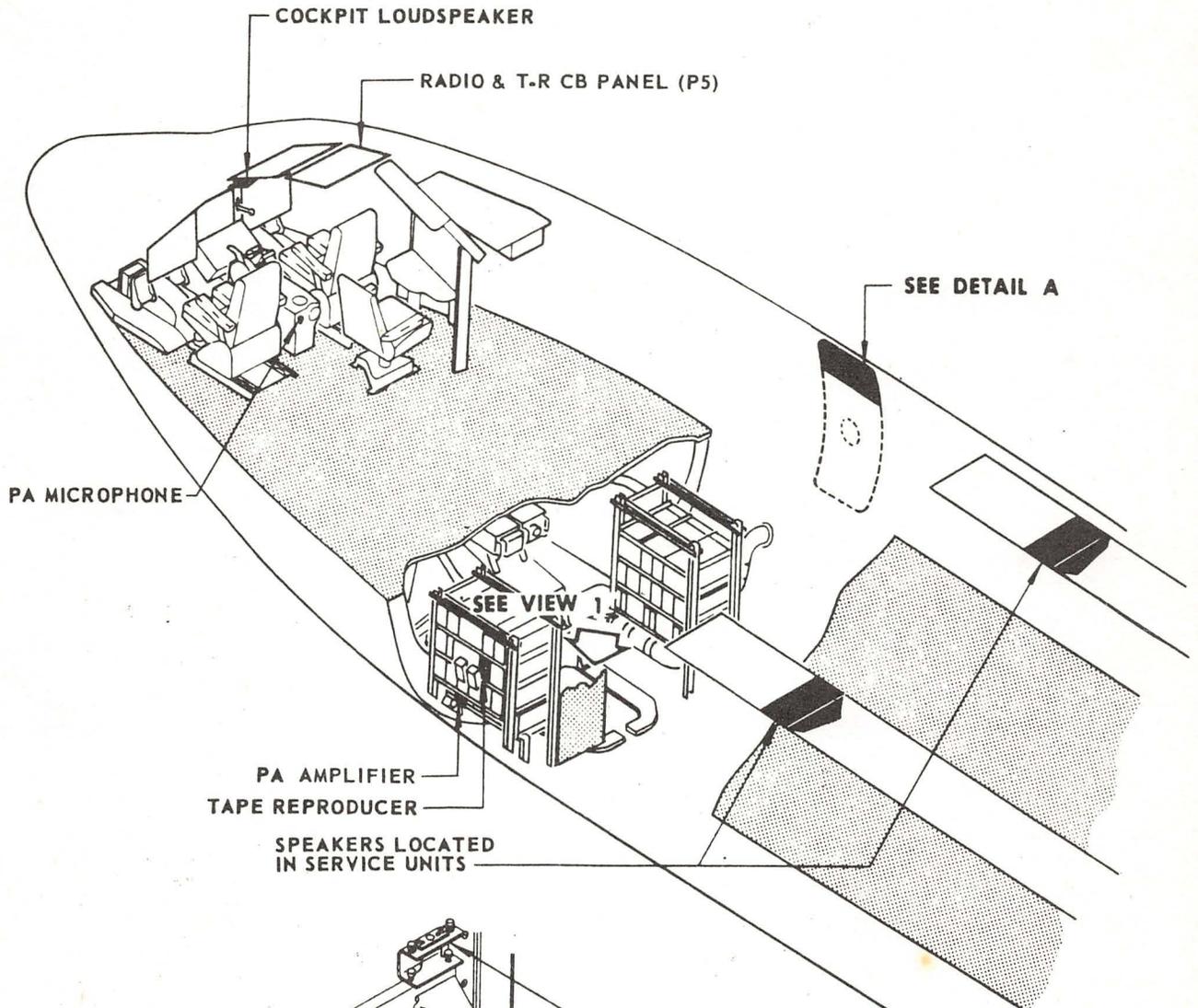
PASSENGER ADDRESS SYSTEM SCHEMATIC

NUR ZUR SCHULUNG

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Kabinehlautsprecheranlage
Blockschaltbild

Kap.: 23-6 Dat.: 5.63
Blatt: 35 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

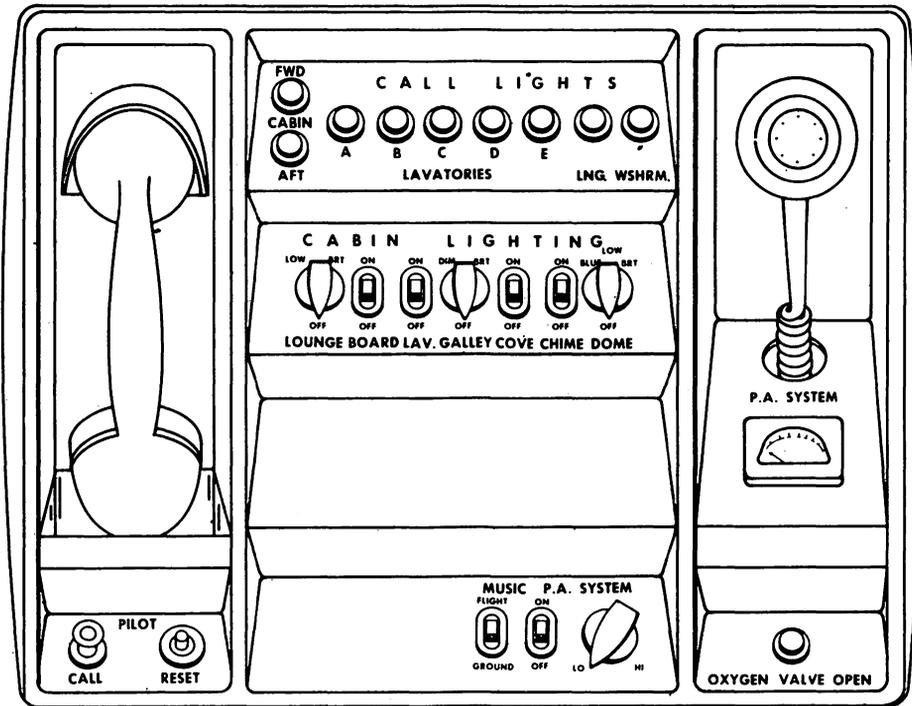


VIEW 1

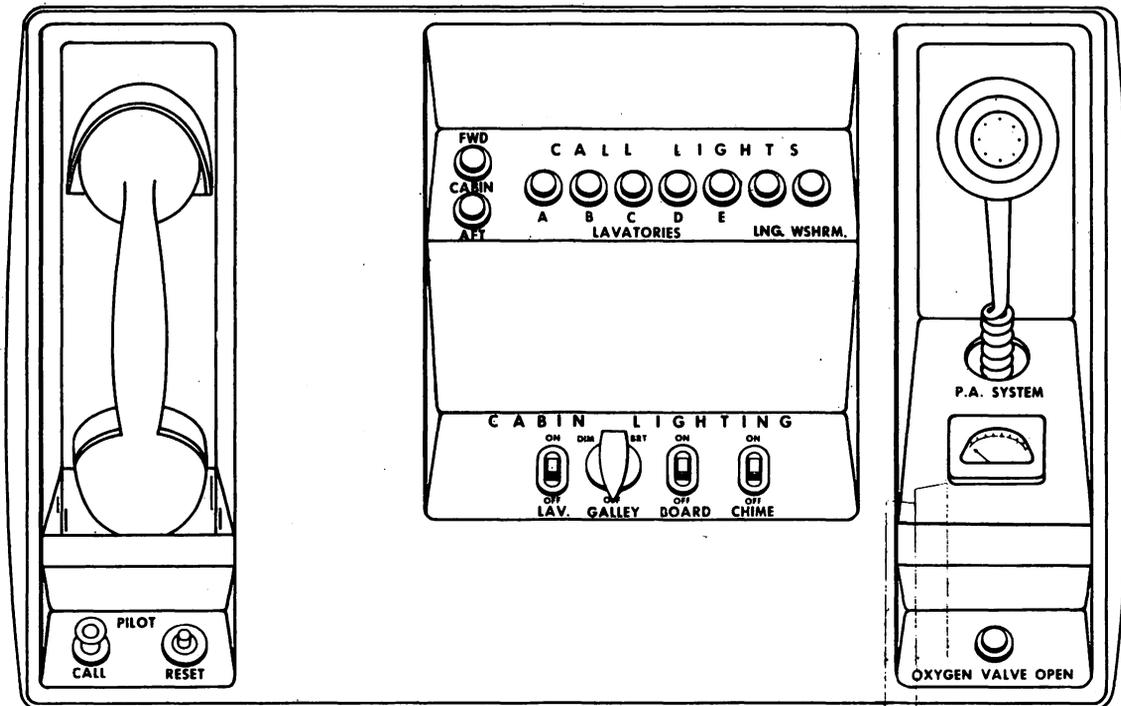
LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Kabinenlautsprecheranlage
Bedientafeln der Flugbegleiter

Kap.: 23-6 Dat.: 5.63
Blatt: 37 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:



FORWARD ATTENDANTS' PANEL



AFT ATTENDANTS' PANEL

CABIN ATTENDANTS' PANELS

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Kurzwellen-Sende- u. Empfangsanlage

Kap.: 23-7 Dat.: 5.63
Blatt: 38 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

7 Kurzwellen-Sende- und Empfangsanlage HF communication System

7.1 Allgemeines

Alle Flugzeuge der Typen 707 und 720 sind mit 2 Kurzwellen-Sende- und Empfangsanlagen ausgerüstet, mit denen der Wechselsprechverkehr mit Bodenstationen oder anderen Flugzeugen durchgeführt werden kann. Jede KW-Anlage besteht aus einem Sender-Empfänger (transceiver), einem Stromversorgungsgerät (power unit), einem Antennenabstimmgerät (antenna tuner) mit einem zugehörigen Steuergerät (antenna tuner control unit) und einer Antenne mit Blitzschutz (Bl.42).

Die Bedienelemente für beide KW-Anlagen befinden sich auf einer Bedienschalttafel vorn rechts am Kontrollstand im Führerraum.

Bei den Flugzeugen 720-030 B ist eine weitere Bedienschalttafel gleicher Ausführung mit einer zusätzlichen Wahlschaltertabelle an der Navigator-Schalttafel angebracht.

Während beide Empfänger gleichzeitig auf gleichen oder verschiedenen Frequenzen betrieben werden können, ist für den Sendebetrieb eine gegenseitige Verriegelung vorgesehen, die beim Betrieb eines Senders den gleichzeitigen Betrieb des anderen Senders sperrt und für dessen Empfänger auch den Empfang der "Sendempfangsfrequenzen" verhindert, während die "Nur Empfangsfrequenzen" weiterhin empfangen werden können. Lediglich bei den Flugzeugen des Typs 707-330 B ist letzteres nicht möglich.

Zwei getrennte Antennenanlagen werden für die beiden KW-Anlagen verwendet. Die Sende- und Empfangsstabantenne für die KW-Anlage Nr.1 befindet sich mit dem zugehörigen Abstimmgerät oben am Seitenleitwerk. Ein gleiches Antennensystem für die Anlage Nr.2 ist an der Spitze der rechten Tragfläche angebracht. Nur bei den 707-330 B-Flugzeugen ist an der rechten Tragfläche keine Antennenanlage eingebaut, sondern hierbei ist ein kombiniertes Antennensystem für beide KW-Anlagen oben im Seitenleitwerk montiert.

7.2 Kurzwellen-Sender-Empfänger Collins 618 S-1

Die im linken Radiogerätegestell befestigten und vom Führerraum fernbedienten KW-Sender-Empfänger 618 S-1 bestehen aus einem Senderteil und einem Empfängerteil in einem Gehäuse. Hierbei sind die Schwingquarze und einzelne HF-Stufen gemeinsam für beide Teile in Betrieb. Das Gerät läßt sich mit maximal 144 Schwingquarzen bestücken, so daß sich bis zu 144 Frequenzen in einem Bereich von 2 bis 25 MHz von der Bedientafel aus einstellen lassen. Die automatische Einstellung und Nachstimmung des Senders, dessen HF-Leistung etwa 100 W beträgt, auf die gewählte Frequenz dauert wie beim Empfänger maximal 8 Sekunden. Danach wird durch ein Steuersignal der Abstimmvorgang des Antennenabstimmgerätes aus-

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Kurzwellen-Sende- u. Empfangsanlage

Kap.: 23-7 Dat.: 5.63
Blatt: 39 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

gelöst. Der Sender kann mit Telegrafie (A1) getastet oder mit Telefonie (A3) amplitudenmoduliert werden.

Für den Telegrafieempfang ist im Empfänger ein fernbedienter Schwebungsfrequenz-Oszillator eingebaut, dessen Schwebungston sich zwischen 2000 und 4000 Hz einstellen läßt.

7.3 Stromversorgung

Jeder KW-Sender-Empfänger bekommt seine Anoden-, Gitter-, Heiz- und Steuerspannungen von einem zugehörigen Stromversorgungsgerät Collins 416 W-3, das mit dreiphasiger 115/200 V-Wechselspannung von der Radio-Selbstschalttafel P5 versorgt wird. Die Gleichspannungen werden von vier Dreiphasen-Vollweggleichrichtern und die 6,3 V-Heizspannung von einem Einphasentransformator erzeugt. Die Stromversorgung wird durch den Ein- und Ausschalter an der Bedienschaltable eingeschaltet, der ein Relais im Gerät 416 W-3 ansprechen läßt, das die Gleichrichter und den Heiztransformator anschaltet.

7.4 Bedienschaltable

Die Bedienelemente für beide KW-Anlagen befinden sich auf einer gemeinsamen Bedienschaltable. Auf jeder Hälfte dieser Tafel sind 2 konzentrische Frequenzwahlschalter, der Ein- und Ausschalter mit Lautstärkenregler, eine Abstimmanzeigelampe (tuning light) und ein nicht angeschlossener Squelch-Regler (Bl. 42).

Die Frequenzwahl erfolgt mit 2 konzentrischen Einstellknöpfen, wobei man mit jedem Knopf 24 Schaltstellungen einstellen kann. Diese Stellungen sind für den inneren Knopf mit den Zahlen von 1 bis 24 und für den äußeren Knopf mit den Buchstaben von A bis Z (ohne O und Q) bezeichnet. Die Anzeige erfolgt in einem Sichtfenster über den Knöpfen. Die Buchstaben-Zahlenkombination, z.B. 10 B, die für eine gewünschte Frequenz gilt, ist Frequenztabellen auf der Deckenschaltable zu entnehmen. Die Stellungen "A", "H" und "P" sind für die sogenannten "Nur Empfangsfrequenzen" bestimmt, bei denen nur ein Empfangsbetrieb der KW-Anlage möglich ist.

Die Abstimmanzeigelampe leuchtet solange wie der Abstimmvorgang des Antennenabstimmgerätes dauert und erlischt nach dessen Beendigung. Ist die KW-Anlage jedoch auf eine "Nur Empfangsfrequenz" eingestellt, so leuchtet diese Lampe dauernd. Mit dem Lautstärkenregler wird nach Überschreiten einer 500 Ohm-Anzapfung außer der NF-Verstärkung auch die HF-Verstärkung geregelt.

7.5 Navigator-Wahlschalttafel (Bl.42)

Diese Schalttafel, die nur bei den 720-030 B-Flugzeugen zusammen mit einer KW-Bedienschaltable auf der Navigator-Schaltable angebracht ist, ermöglicht die Bedienung beider KW-Anlagen

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Kurzwellen-Sende- u. Empfangsanlage

Kap.: 23-7 Dat.: 5.63
Blatt: 40 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

auch vom Navigator-Funkerplatz, wobei Telegrafie- oder Telefoniebetrieb gewählt werden kann. Auf jeder Hälfte des Schalterpanels befindet sich ein Wahlschalter mit den Stellungen "TRANSFER", "VOICE" (Telefonie), "CW RX" (Telegrafieempfang) und "CW RX TX" (Telegrafiesendung und -empfang).

Steht dieser Schalter auf "TRANSFER", so kann die KW-Anlage nur von der Bedienschalttafel des Piloten-Kontrollstandes aus bedient werden. Die Stellungen "Voice", "CW RX" und "CW RX TX" sind dagegen für die Bedienung der KW-Anlage vom Navigatorplatz vorgesehen.

Nur bei Telegrafiebetrieb lassen sich durch einen RF-GAIN-Knopf die HF-Verstärkung und durch einen BFO-Knopf die Tonhöhe regeln. Ferner ist in der Mitte der Tafel noch ein Schalter angebracht, mit dem man bei CW-Sendebetrieb die Morsetaste (Key) auf die KW-Anlage Nr.1 oder Nr.2 schalten kann.

7.6 Kurzwellenantennen

Bei den Flugzeugen 707-430 und 720-030 B ist die Sende- und Empfangsstabantenne für die KW-Anlage Nr.1 an der Oberkante des Seitenleitwerks nach vorn gerichtet angebracht (fin tip probe antenna, Bl.43). Die Stabantenne für die KW-Anlage Nr.2 befindet sich bei diesen Flugzeugen nach vorn gerichtet an der Spitze der rechten Tragfläche (wing tip probe antenna, Bl. 44). Über eine Blitzschutzeinrichtung (lightning arrester) ist jede Antenne mit dem zugehörigen Antennenabstimmgerät verbunden.

In den Flugzeugen 707-330 B ist nur eine Stabantenne oben am Seitenleitwerk befestigt, in dem zwei hierzugehörige Abstimmgeräte mit einem Umschaltrelais (transfer relay) eingebaut sind (Abb. 45). Diese Antenne wird bei Sendebetrieb wahlweise für die KW-Anlage Nr.1 oder Nr.2 verwendet, wobei durch das Umschaltrelais das entsprechende Antennenabstimmgerät zugeschaltet wird. Bei Empfang wird die Stabantenne für die KW-Anlage Nr.1 und eine dahinter am Seitenleitwerk angebrachte Empfangsantenne (HF No.2 receiving antenna) für die Kurzwellenanlage Nr.2 benutzt.

7.7 Antennenabstimmgeräte

Zur Abstimmung der Stabantennen auf die eingestellte Sender-Empfänger-Frequenz und den Wellenwiderstand des Antennenkabels dienen die Antennenabstimmgeräte, die aus je einem hinter der Antenne angebrachten Anpaßgerät (antenna tuner) und je einem im Radiogestell befindlichen Steuergerät (HF antenna tuner control), das Meß- und Steuerstromkreise enthält, bestehen.

Nach Einstellung der gewünschten Betriebsfrequenz an der Bedienschalttafel wird ein Steuersignal abgegeben, daß die Abstimmkreise im Sender-Empfänger und im Antennenanpaßgerät in ihre

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Kurzwellen-Sende- u. Empfangsanlage
Verriegelungsschaltung und
Betrieb der KW-Anlagen

Kap.: 23-7 Dat.: 5.63
Blatt: 41 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

Ausgangsstellungen (home position) laufen läßt. In der Ausgangsstellung wird durch das Steuergerät eine ohmsche Last auf den Senderausgang geschaltet, wonach sich die Abstimmkreise des Sender-Empfängers auf die gewählte Frequenz abstimmen. Nach Beendigung dieses Abstimmvorganges wird durch ein weiteres Steuersignal zum Steuergerät die ohmsche Last abgeschaltet und der Sender gibt danach seine HF-Leistung durch das Antennenabstimmgerät an die Stabantenne ab.

Hierbei wird durch eine Meßschaltung im Steuergerät das Verhältnis der zur Antenne hinlaufenden Energie zur reflektierten Energie ermittelt und durch Steuerstufen die Abstimmkreise im Antennenanpaßgerät soweit nachgestimmt, daß die reflektierte Leistung auf ein Minimum absinkt. Dieser Abstimmvorgang, der durchschnittlich 10 Sek. dauert, läßt sich am Instrument des Steuergerätes verfolgen, wenn dessen Schalter auf "TUNER AC" steht. In der Stellung "VSWR" dieses Schalters kann das Stehwellenverhältnis gemessen werden, das nach Beendigung der Abstimmung kleiner als 2 : 1 sein soll.

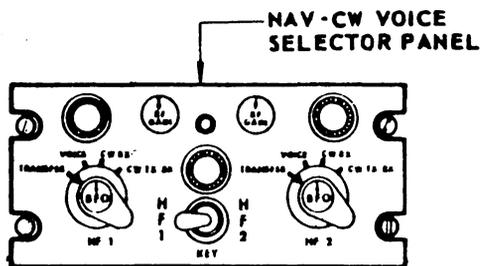
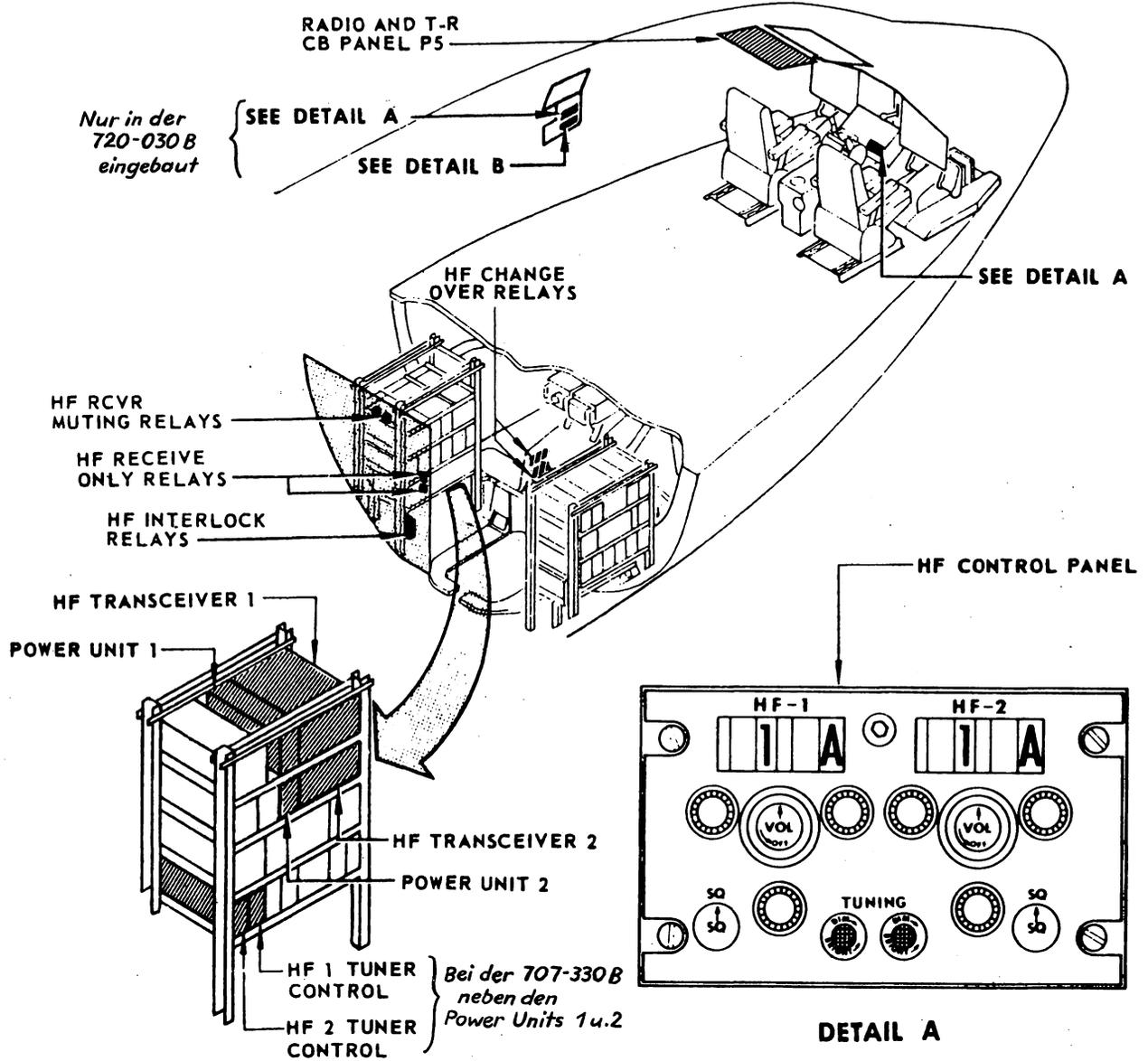
7.8 Verriegelungsschaltung und Betrieb der KW-Anlagen

Zur Verhinderung gegenseitiger Störungen beider KW-Anlagen sind in den Flugzeugen 707 und 720 Verriegelungsschaltungen eingebaut, die sich bei den verschiedenen Flugzeugtypen voneinander unterscheiden und daher gesondert beschrieben werden.

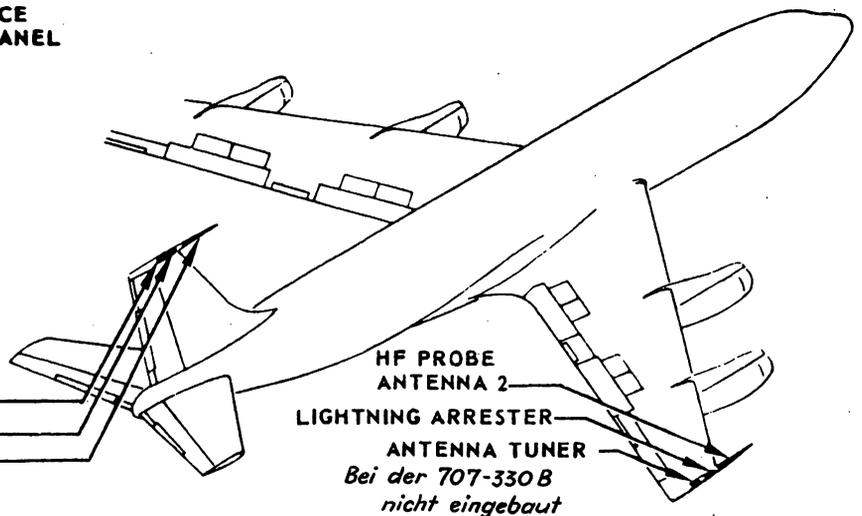
7.8.1 Verriegelungsschaltung und Betrieb der KW-Anlage 707-430

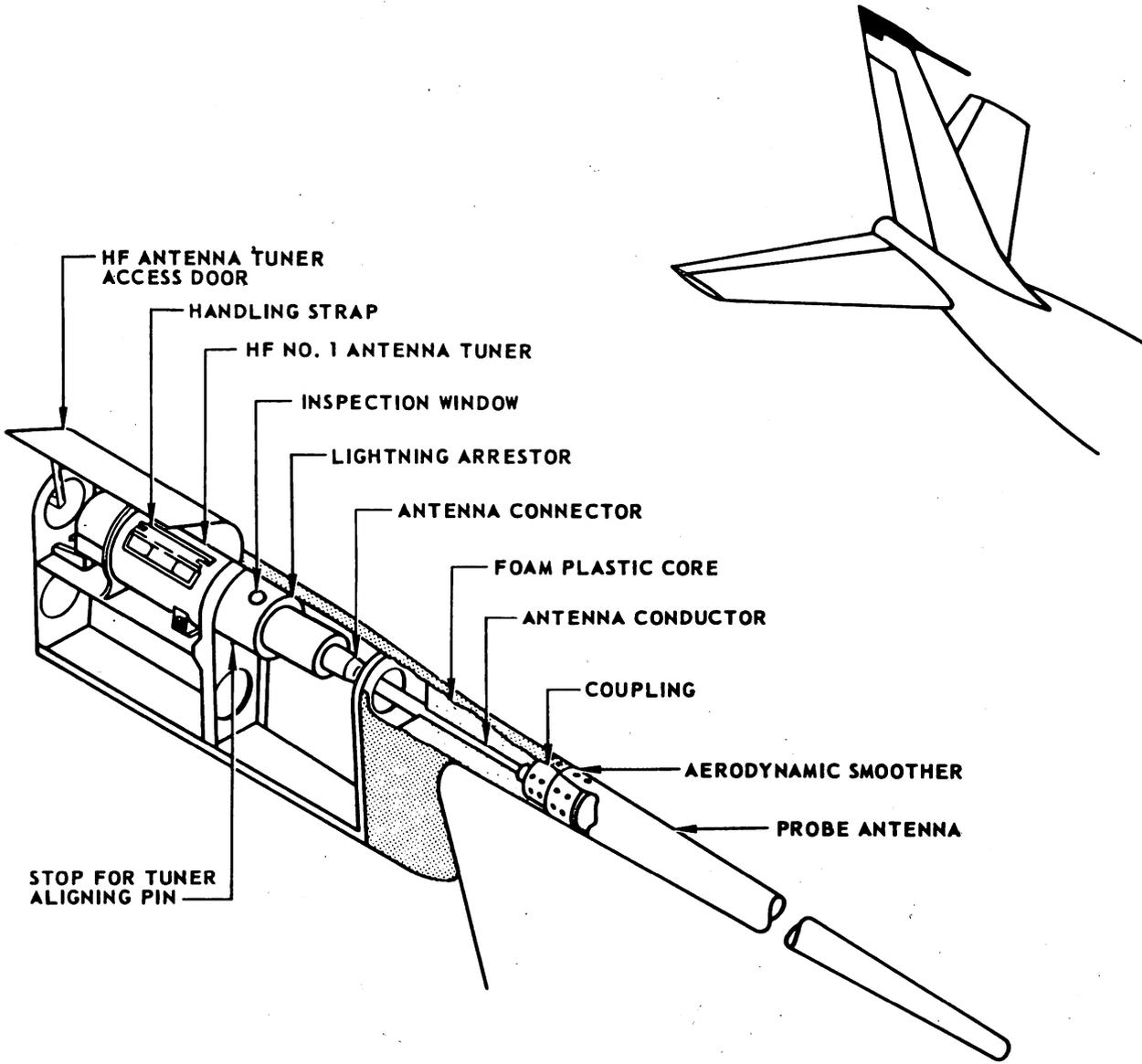
Die Verriegelungsschaltung (Bl.48) dient dazu, beim Sendebetrieb einer KW-Anlage den Betrieb des anderen Senders und den Empfang beider Anlagen zu sperren. Nur wenn ein Empfänger auf eine "Nur Empfangsfrequenz" eingestellt ist, wird er während des Sendebetriebs der anderen KW-Anlage nicht abgeschaltet. Außerdem ist der gleichzeitige Empfangsbetrieb beider KW-Anlagen möglich.

Um den Sender Nr.1 zu betreiben, muß dieser an der Bedienschalttafel eingeschaltet und der Push-to-talk-Schalter des Mikrofons gedrückt werden, das über dem Mikrofonwahlschalter am Audio Selector Panel mit dem Sender verbunden ist. Hierdurch wird ein Umschaltrelais im Sender-Empfänger Nr.1 erregt, das die Antenne Nr.1 mit dem Senderausgang verbindet und vom Empfängereingang abschaltet. Ferner spricht über den 2. Kontakt des Umschaltrelais das Verriegelungsrelais (interlock relay) Nr.1 an, über dessen einen Kontakt die Push-to-talk-Leitung zum Sender Nr.2 unterbrochen wird, so daß hiermit nicht gesendet werden kann. Über den 2. Kontakt des Verriegelungsrelais wird ein Schutzrelais (protection relay) erregt, wodurch die Antenne Nr.2



DETAIL B
Nur in der 720-030 B





HF ANTENNA INSTALLATION

NUR ZUR SCHULUNG

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707-430 u. 720-030 B

KW-Antennenanlage Nr. 1 am

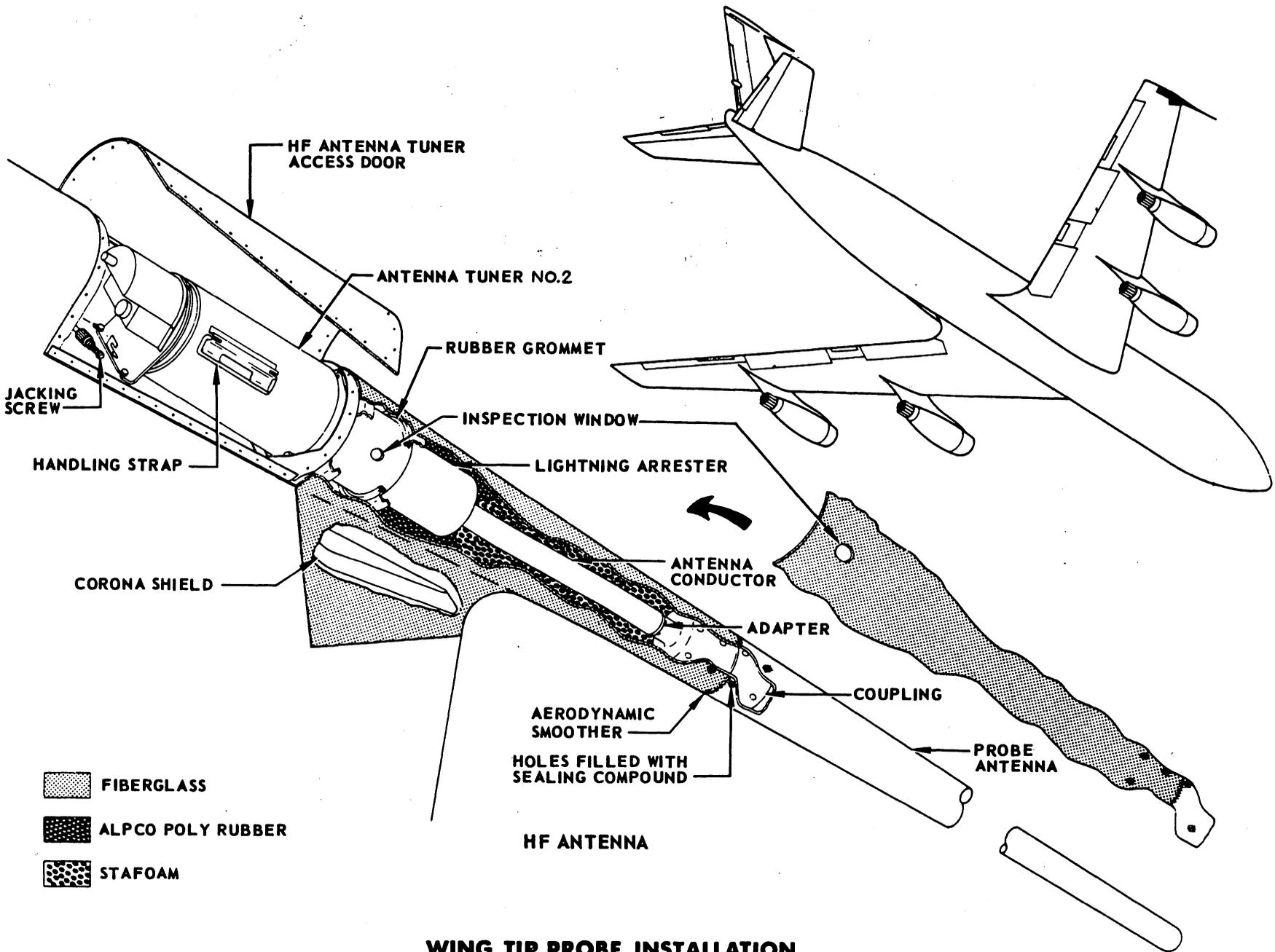
Seitenleitwerk

Kap.: 23-7 Dat.: 5.63

Blatt: 43 von:

Bearbeiter: ots

Neuherausgabe:



WING TIP PROBE INSTALLATION

FEB 4/59

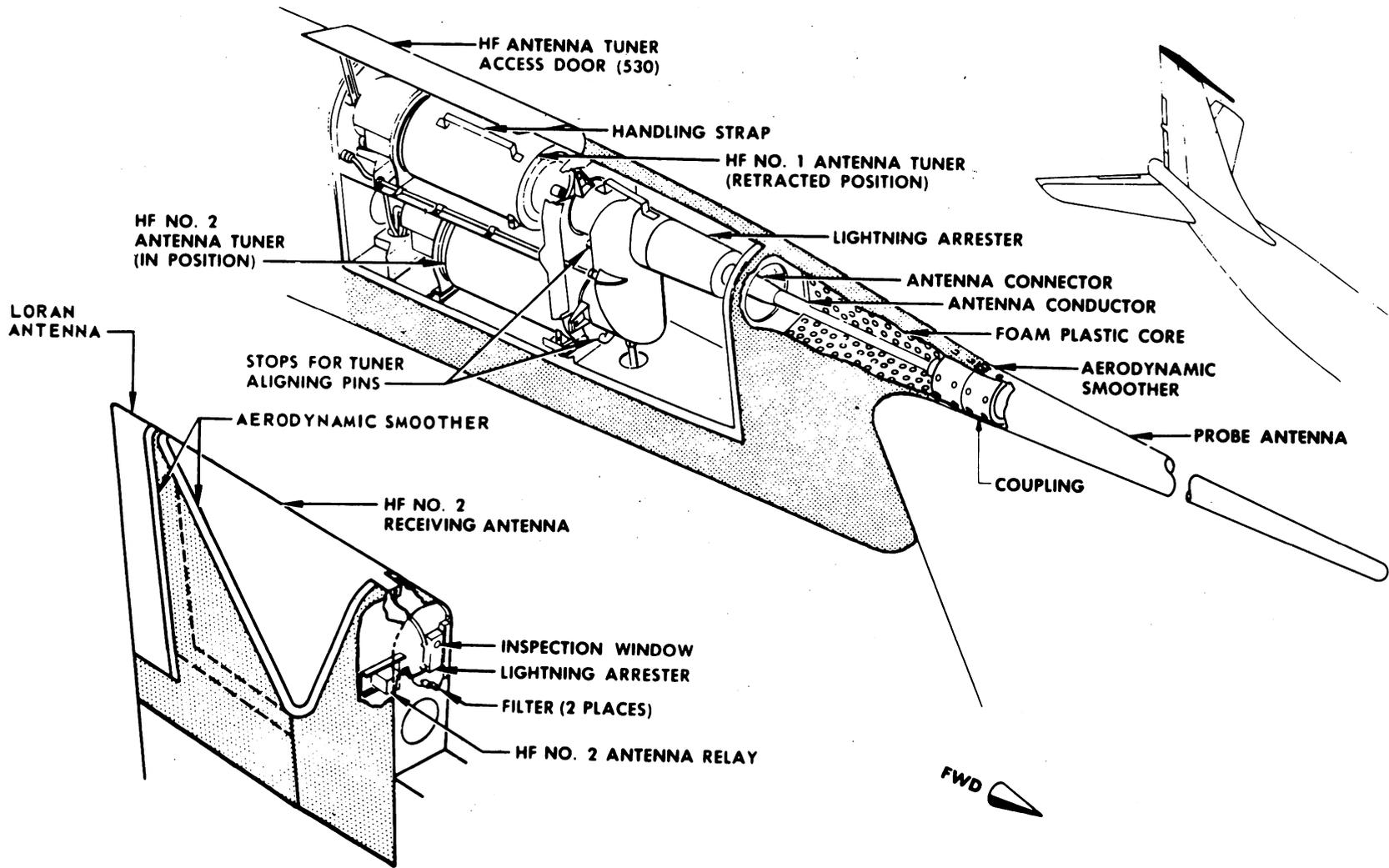
707-5

23-31

MAR 5/62

33

23-15



HF ANTENNA INSTALLATION

NUR ZUR SCHULUNG

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707-330 B
KW-Antennenanlage

Kap.: 23-7	Dat.: 5.63
Blatt: 45	von:
Bearbeiter:	ots
Neuherausgabe:	

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Kurzwellen-Sende- u. Empfangsanlage
Verriegelungsschaltung und
Betrieb der KW-Anlagen

Kap.: 23-7 Dat.: 5.63
Blatt: 46 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

vom Empfänger Nr.2 abgeschaltet und geerdet wird. Ist jedoch die KW-Anlage Nr.2 auf eine "Nur Empfangsfrequenz" eingestellt, so ist das zugehörige "Nur Empfangsrelais" (receive only relay) eingeschaltet und hierdurch das Schutzrelais abgeschaltet, so daß der Empfänger Nr.2 empfangsbereit bleibt. Der dritte Kontakt des Verriegelungsrelais Nr.1 dient dazu, die Antenne vom Loran-Empfänger abzuschalten und zu erden, so daß bei Betrieb des Senders Nr.1 ein Loran-Empfang nicht möglich ist.

Ist der Sender Nr.2 in Betrieb, so gilt der beschriebene Verriegelungsvorgang sinngemäß für den Sender 1 mit der Ausnahme, daß hierbei der Loranempfänger mit seiner Antenne verbunden und empfangsbereit bleibt.

Bei einem nicht durch den Betrieb der zweiten Anlage gesperrten Sender-Empfänger bewirkt das "Nur Empfangsrelais" durch Abschalten des Umschaltrelais, daß dieses Gerät bei eingestellter "Nur Empfangsfrequenz" nur empfangen, aber nicht senden kann.

7.8.2 Verriegelungsschaltung und Betrieb der KW-Anlage 707-330

Bei dieser Verriegelungsschaltung (Bl.49) steht für den Sendebetrieb beider KW-Anlagen nur eine Stabantenne am Seitenleitwerk zur Verfügung. Diese Antenne dient bei gleichzeitigem Empfangsbetrieb beider Sender-Empfänger als Empfangsantenne für den Empfänger Nr.1, während der Empfänger Nr.2 mit der Empfangsantenne Nr.2 (HF-2 receiving antenna) verbunden ist. Bei Einstellung einer "Nur Empfangsfrequenz" wird das zugehörige "Nur Empfangsrelais" erregt, das den Sendebetrieb des betreffenden Sender-Empfängers sperrt, so daß hierbei lediglich Empfangsbetrieb möglich ist. Auch dieser Empfang wird jedoch gesperrt, sobald mit der anderen KW-Anlage gesendet wird, was bei der 707-430 und der 720-030 B nicht der Fall ist.

Wird der Sender Nr.1 durch Drücken des Mikrofonschalters in Betrieb gesetzt, so spricht das Tastrelais (keying relay) dieses Senders an, das den Eingang des Empfängers Nr.1 erdet, den Senderausgang mit der Stabantenne (probe antenna) verbindet und das Verriegelungsrelais Nr.1 erregt. Dieses Relais unterbricht die Push-to-talk-Leitung des Senders Nr.2 und schaltet das Schutzrelais Nr.2 (HF-2 protection relay) sowie ein Erdungsrelais für die Empfangsantenne (receiving antenna grounding relay) ein. Hierdurch wird die Empfangsantenne Nr.2 geerdet und der Eingang des Empfängers Nr.2 abgeschaltet.

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Kurzwellen-Sende- u. Empfangsanlage
Verriegelungsschaltung und
Betrieb der KW-Anlagen

Kap.: 23-7 Dat.: 5.63
Blatt: 47 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

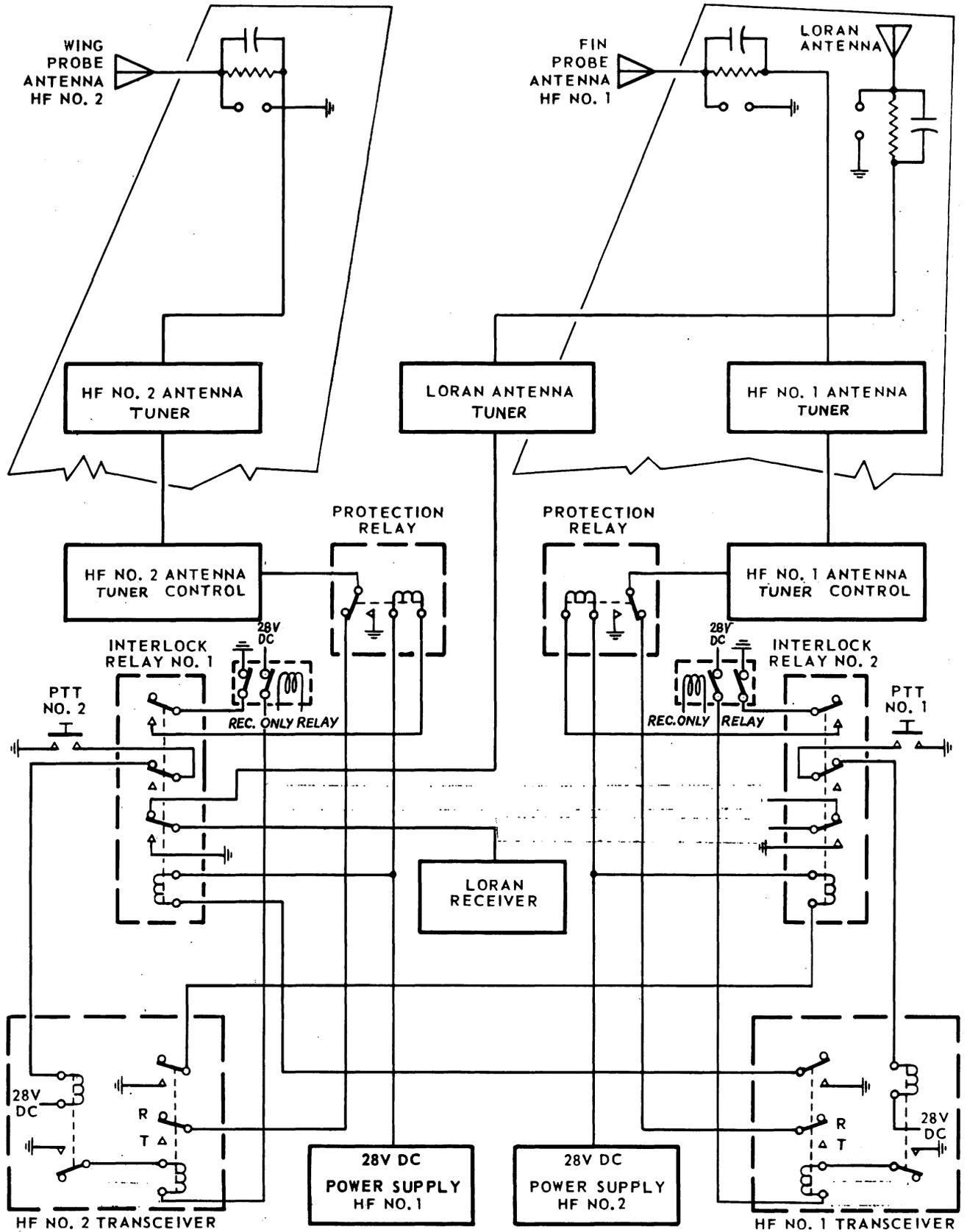
Beim Betrieb des Senders Nr.2 geschieht die Verriegelung des Senders Nr.1 in der gleichen Weise, wobei zusätzlich das Verriegelungsrelais Nr.2 ein Umschaltrelais (transfer relay) erregt, das die Stabantenne vom Senderausgang Nr.1 auf den Ausgang des Senders Nr.2 umschaltet und die Empfangsantenne Nr.2 während des Sendebetriebs erdet.

7.8.3 Verriegelungsschaltung und Betrieb der KW-Anlage 720-030 B

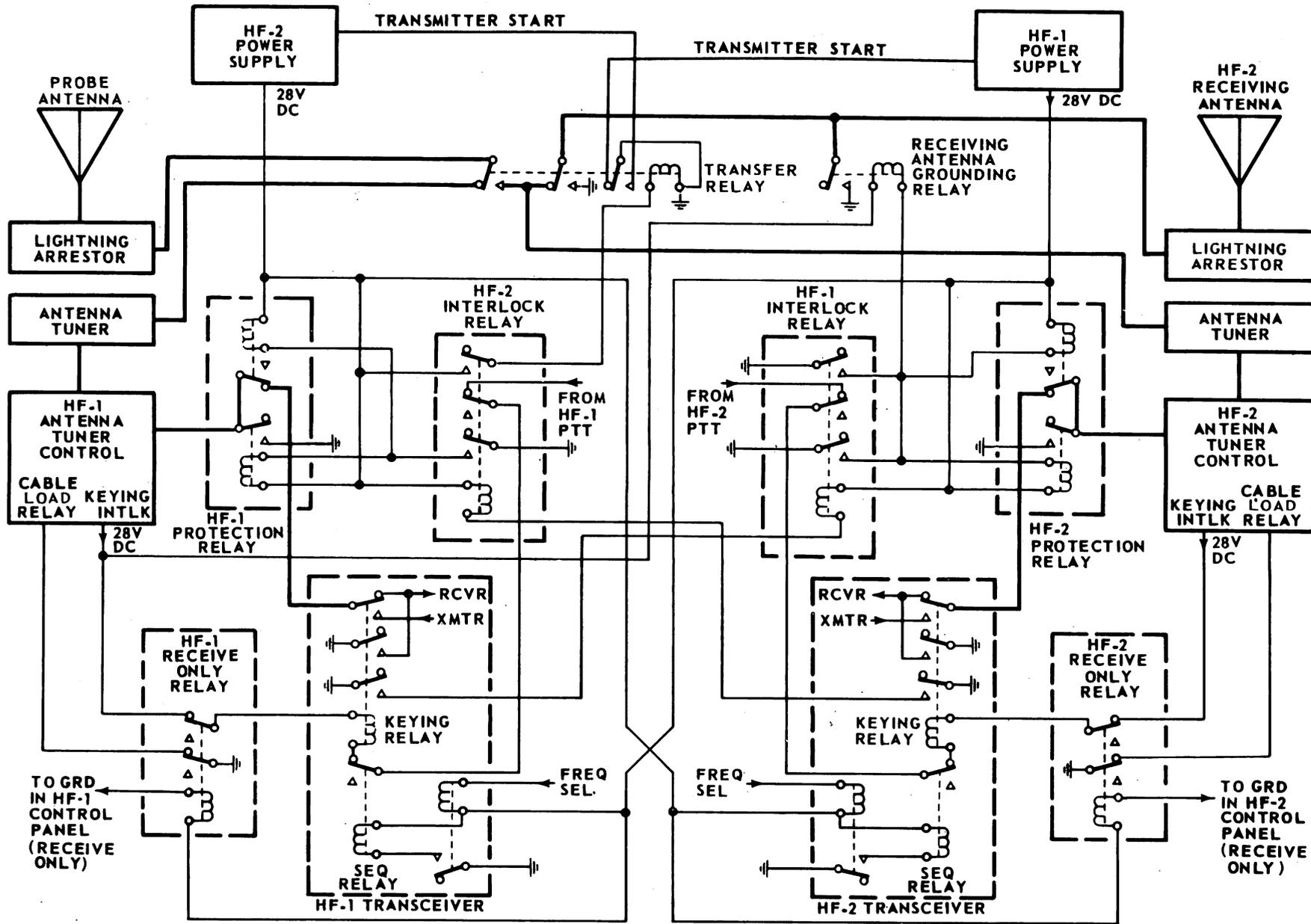
Bei dieser Anlage (Bl.50,51) erfolgt die Bedienung beider Sender-Empfänger primär von der beschriebenen Wahlschalttafel am Navigatorplatz. In der Stellung "TRANSFER" des Wahlschalters ist der zugehörige Sender-Empfänger nur vom Piloten-Kontrollstand zu bedienen, wobei lediglich Telefonieverkehr durchgeführt werden kann. Wird dieser Schalter in die ebenfalls für Telefonie bestimmte Stellung "VOICE" gebracht, so werden durch ein Umschaltrelais (change over relay) alle Bedienungsfunktionen wie ON-OFF, Frequenzkanalwahl und Lautstärkenregelung vom Kontrollstand zum Bedienpanel des Navigators umgeschaltet. In beiden Stellungen erfolgt der Betrieb der KW-Anlagen hinsichtlich des gleichzeitigen Empfangs beider Empfänger, der Sendesperrung bei den "Nur Empfangsfrequenzen" und der gegenseitigen Verriegelung beider Sender-Empfänger bei Sendebetrieb in gleicher Weise wie bei der Flugzeug-Type 707-430. Diese Verriegelung ist auch wirksam, wenn ein Sender-Empfänger vom Navigator-Panel und der andere vom Piloten-Panel aus betrieben wird.

Steht der Wahlschalter in der Stellung "CW-RX", so wird das PH-CW-Relais im Sender-Empfänger erregt, das diesen auf Telegrafie-Empfang umschaltet. Hierdurch werden die RF GAIN- und BFO-Regelknöpfe wirksam, dagegen der Lautstärkenregler am KW-Bedienpanel unwirksam.

Soll mit der KW-Anlage Nr. 1 Telegrafie gesendet werden, so müssen der Wahlschalter Nr.1 in der Stellung "CW-TX-RX" und der KEY-Schalter in der Stellung "HF 1" stehen, wobei dann die Stellung des Wahlschalters Nr.2 ohne Einfluß auf die KW-Anlage Nr.2 ist. Hierdurch spricht das Verriegelungsrelais Nr.1 an, das den Stromkreis zum Tastrelais (key relay) des Senders Nr.2 unterbricht und das Empfänger-Schutzrelais (receiver protection relay) Nr.2 erregt. Dieses schaltet die Antenne vom Empfänger Nr.2 ab und erdet dessen Eingang. Wird die Morsetaste gedrückt, so zieht das Tastrelais im Sender Nr.1 an, wodurch die Antenne mit dem Senderausgang verbunden und der Mithörton an das Audio Selector Panel abgegeben wird. Falls VOICE-Sendung oder CW-Empfang mit der Anlage Nr.2 durchgeführt werden soll, so muß der KEY-Schalter entweder in "HF-2"-Stellung stehen oder der Wahlschalter des Sender-Empfängers Nr.1 von der Stellung "CW-TX-RX" weggeschaltet werden. Hierdurch wird das Verriegelungsrelais abgeschaltet und die hierdurch verursachte Sperrung. Für den Telegrafie-Sendebetrieb der KW-Anlage Nr.2 gilt sinngemäß die gleiche Funktion.



HF INTERLOCK SYSTEM



HF INTERLOCK SYSTEM CIRCUIT

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

NUR ZUR SCHULUNG

Radioanlagen 707-330 B
Verriegelungsschaltung der
KW-Sende- und Empfangsanlage

Kap.: 23-7 Dar.: 5.63
Blatt: 49 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
UKW-Sende- und Empfangsanlage

Kap.: 23-8 Dat.: 6.63
Blatt: 52 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

8 UKW-Sende- und Empfangsanlage

VHF communication system

8.1 Allgemeines

In allen 707- und 720-Flugzeugen haben wir die gleichen UKW-Sende- und Empfangsanlagen, die für den Sprechverkehr im Frequenzbereich von 118.00 bis 135.95 MHz bestimmt sind. In jedem Flugzeug befinden sich zwei voneinander völlig unabhängige UKW-Anlagen. Jede Anlage besteht aus einer Bedienschalttafel (control panel), einem Sender (transmitter), einem Empfänger (receiver) und einer UKW-Schwertantenne (VHF antenna) (Bl. 54, 55, 56).

8.2 Bedienschalttafeln

Die Bedienelemente für die Fernbedienung der beiden UKW-Verstärkungsanlagen befinden sich auf zwei nebeneinander am Pilotenkontrollstand eingebauten VHF-VOR-Bedienschalttafeln. Auf jeder Schalttafel sind neben dem VOR-Frequenzwahlschalter ein VHF-Frequenzwahlschalter, ein mit Ein- und Ausschalter kombinierter Lautstärkenregler und ein nicht angeschlossener Doppelkanal-Einkanal-(DC-SC)-Schalter angebracht.

Zur gleichzeitigen Frequenzkanalwahl bei Sender und Empfänger über ein Fernwahlsystem ("open seeking re-entrant system") dienen die zwei konzentrischen Bedienknöpfe. Mit dem äußeren Knopf kann die Frequenz in Stufen von 1 MHz und mit dem inneren in 0.05 MHz-Stufen verstellt werden, wobei die gewählte Frequenz in einem Fenster angezeigt wird.

8.3 UKW-Sender

Der UKW (VHF)-Sender TA 21 A ist eingerichtet für amplitudenmodulierten Sprechfunk auf 360 Kanälen mit jeweils 50 kHz Abstand im Frequenzbereich von 118.00 bis 135.95 MHz. Die abgestrahlte Sendeleistung beträgt mindestens 25 Watt. Der fernbediente Sender ist quarzgesteuert, wobei für alle Kanäle 38 Schwingquarze ausreichen, von denen 18 Quarze in einer Oszillatorstufe zur Einstellung der 1 MHz-Frequenzstufen und 20 Quarze in einer zweiten Oszillatorstufe zur Einstellung der 0.05 MHz-Abstände dienen. Die endgültige Sendefrequenz wird dann durch Mischung dieser beiden Frequenzen und anschließender Frequenzverdopplung erzielt.

Die Stromversorgung geschieht durch ein eingebautes Stromversorgungsgerät PSA 21 C, das an die 115 V-Bordnetz-Wechselspannung geschaltet wird und 6,3 V Wechselspannung für die Röhrenheizung sowie über zwei Vollweggleichrichter 250 V und 500 V Anoden-Gleichspannung liefert. 28 V Gleichspannung für Transistorstufen und Fernbedienungs-Steuerkreise wird dem Bordnetz entnommen.

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
UKW-Sende- und Empfangsanlage

Kap.: 23-8 Dat.: 6.63
Blatt: 53 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

8.4 UKW-Empfänger

Der UKW (VHF)-Empfänger RA 21 A, der auch als spezieller Navigationsempfänger verwendet wird, ist ein Überlagerungsempfänger mit 3 quarzgesteuerten Oszillatorstufen sowie 3 Mischstufen, der mit insgesamt 40 Schwingquarzen die Frequenzwahl von 560 Kanälen mit 50 kHz Abstand in einem Frequenzbereich von 108.00 bis 135.95 MHz ermöglicht. Für Sprechfunk wird jedoch lediglich der Bereich von 118.00 bis 135.95 MHz verwendet. Die vorgesehene Schwundregelung läßt bei einer Änderung der Eingangsspannung von 5 μ Volt bis 0,5 Volt die Ausgangsspannung um nicht mehr als 6 db schwanken. Der Empfänger hat ferner eine einstellbare Rauschsperrschaltung (squelch), die zur Unterdrückung des störenden Rauschens in den Empfangspausen den NF-Ausgang des Empfängers erst öffnet, wenn die UKW-Eingangsspannung den eingestellten Mindestwert überschreitet.

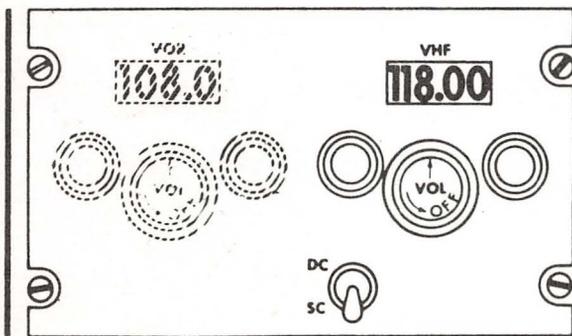
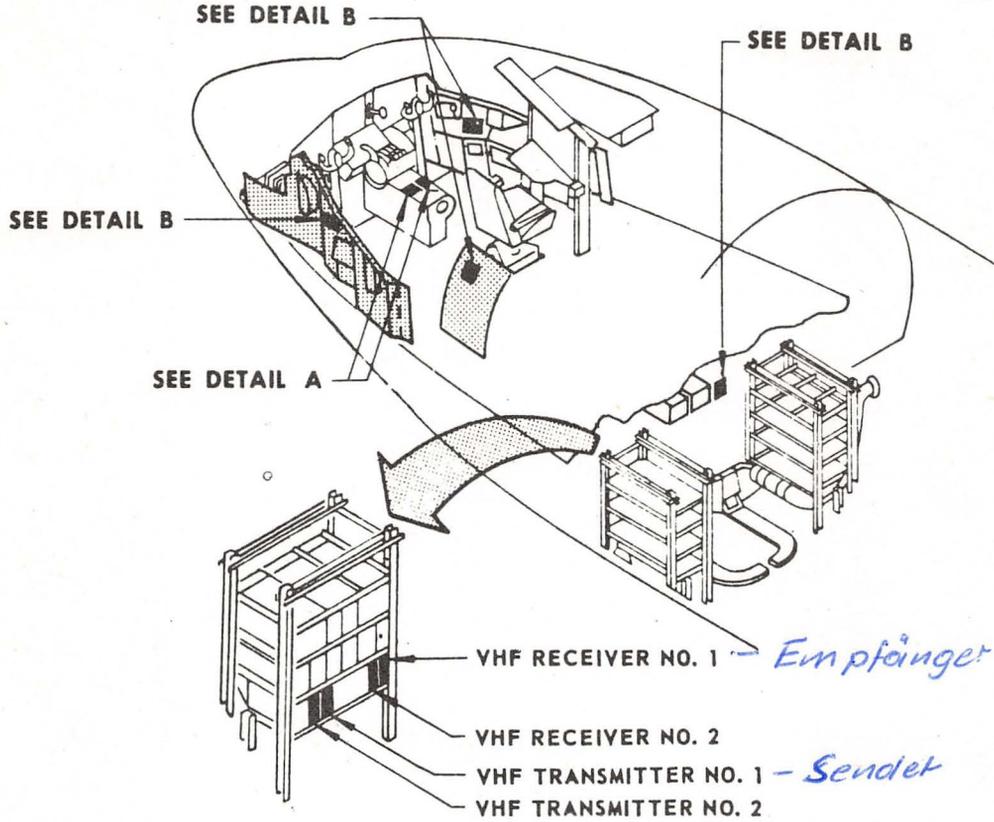
Das eingebaute Netzgerät PSA 21 A erzeugt aus der 115-V-Wechselspannung die Röhrenheizspannung von 6,3 V und über einen Gleichrichter die Anodengleichspannung von 130 V. Die Transistorstufen und Fernsteuerungskreise werden aus dem Bordnetz mit 28 V Gleichspannung versorgt.

8.5 UKW-Sende- und Empfangsantennen

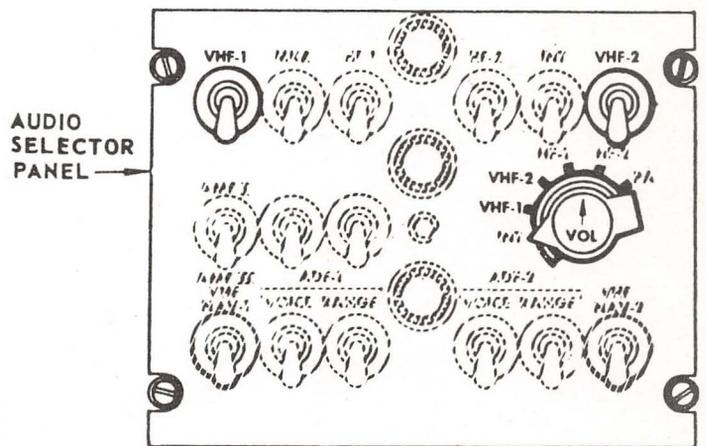
Als UKW-Sende- und Empfangsantenne wird eine kurze schräge Schwertantenne mit kleinem Luftwiderstand verwendet. Die Antenne für die Anlage Nr.1 ist bei Station 470 auf der oberen Mittellinie des Rumpfes und die für die Anlage Nr.2 bei Station 490 an der unteren Mittellinie befestigt. Jede Antenne ist an die Impedanz von 52 Ohm der koaxialen Anschlußleitung durch eine kurzgeschlossene Abstimmleitung (tuning line) angepaßt.

8.6 Betrieb der UKW-Anlage

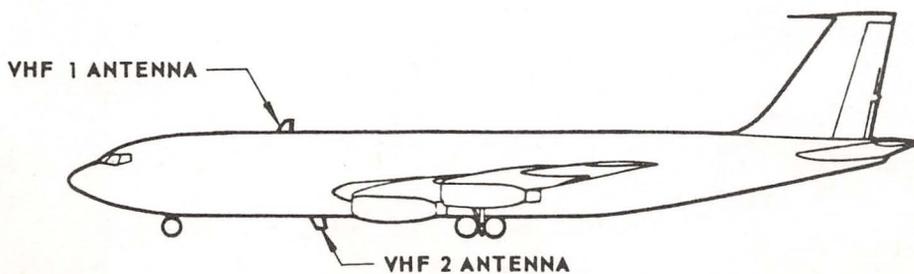
Die UKW-Anlage wird an der Bedienschalttafel eingeschaltet, wobei das VHF POWER RELAY erregt wird, über dessen geschlossene Kontakte die Stromversorgung des Senders und des Empfängers erfolgt. Ist am Audio Selector Panel der Mikrofonwahlschalter auf den gewünschten VHF-Sender eingestellt, so wird beim Drücken des Mikrofonhalters die Anodenspannung der Senderöhre zugeführt und ein Koax-Relais schaltet die Antenne vom Empfängereingang auf den Senderausgang um. Ferner wird durch ein MUTING RELAY der Empfängerausgang von der Interphone-Anlage abgeschaltet und statt dessen der Sender-Mithörton hierauf geschaltet.



DETAIL A



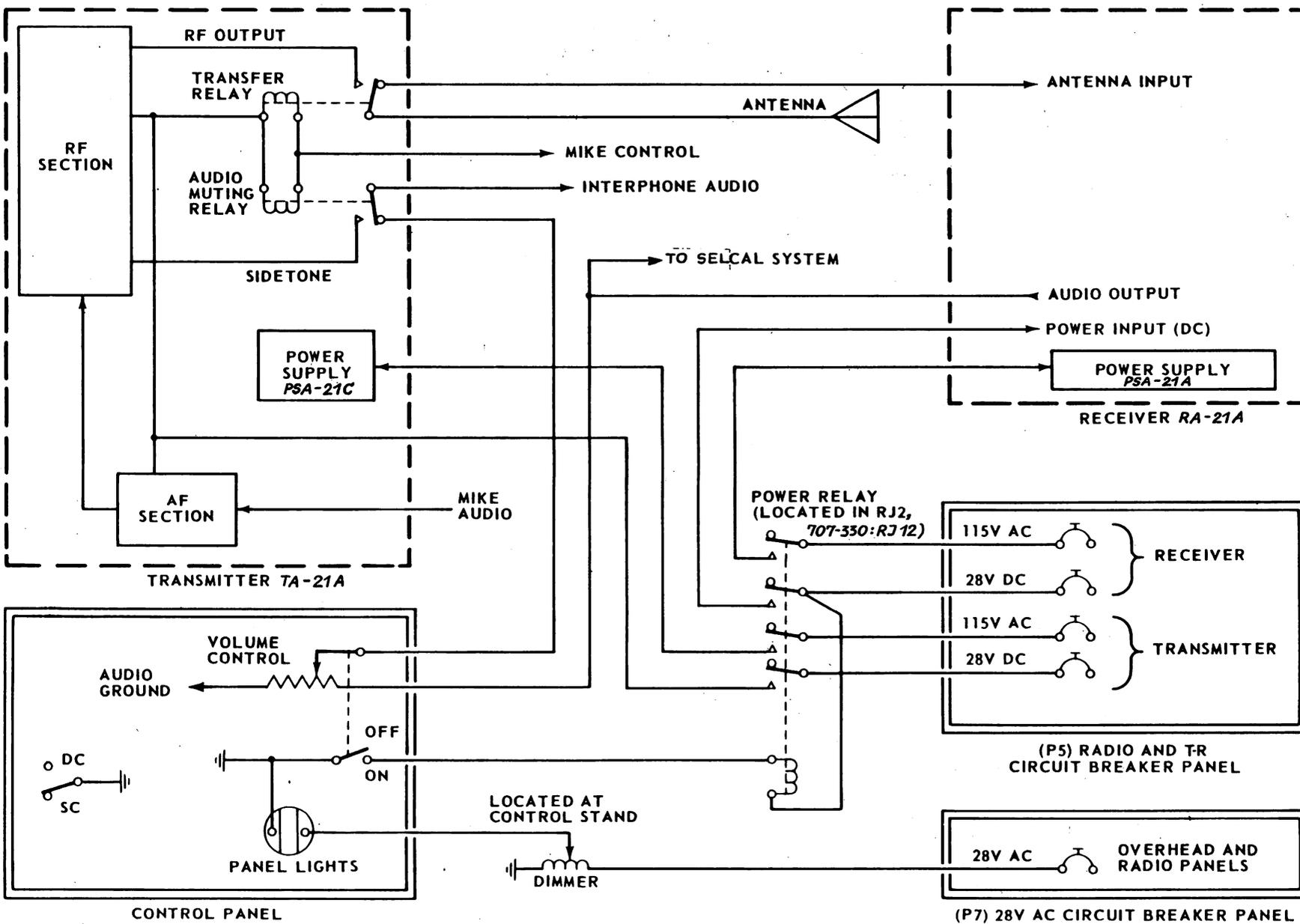
DETAIL B



APR 27 59

707 10

23-9



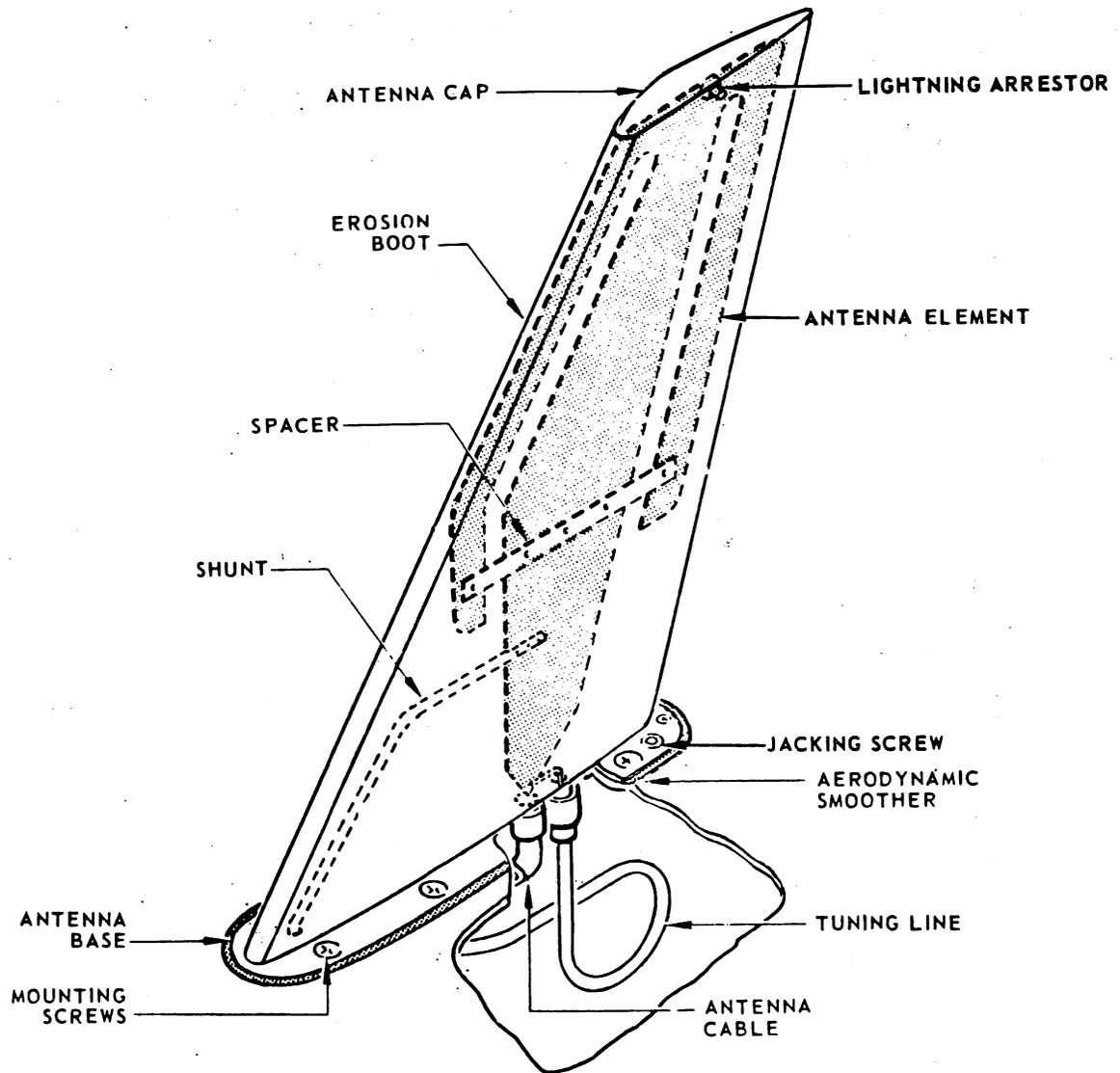
VHF SIMPLIFIED SCHEMATIC

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

NUR ZUR SCHULUNG

Radioanlagen 707/720
UKW-Sende- und Empfangsanlage
Blockschaltbild

Kap.: 23-8 Dar.: 6.63
Blatt: 55 von:
Bearbeiter: Ots
Neuherausgabe:



VHF ANTENNA

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Automatische Anrufanlage
Bediengerät

Kap.: 23-9 Dat.: 6.63
Blatt: 57 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

9 Automatische Anrufanlage

Selcal (selective calling) system

9.1 Allgemeines

Die automatische Anrufanlage gestattet es der Bodenstation, durch das Aussenden eines aus zwei Doppeltönen bestehenden Anrufsignals auf Kurzwelle (HF) oder UKW (VHF) ein bestimmtes Flugzeug anzurufen, wodurch die Piloten vom dauernden Anhören des Funksprechverkehrs befreit werden. Für jedes Flugzeug ist eine Anruf-Code festgelegt, die aus zwei Doppelbuchstaben, z.B. "AM-BL" besteht, wobei zu jedem Buchstaben eine Tonfrequenz gehört, wie aus folgender Tabelle zu ersehen ist.

A 312.6 Hz	E 473.2 Hz	J 716.1 Hz
B 346.7 Hz	F 524.8 Hz	K 794.3 Hz
C 384.6 Hz	G 582.1 Hz	L 881.0 Hz
D 426.6 Hz	H 645.7 Hz	M 977.2 Hz

Erhält ein Flugzeug seine Anruf-Code über einen HF- oder VHF-Empfänger, so gelangt diese über das Selcal-Bediengerät (selcal control panel) zum Selcal-Empfänger (selcal decoder) (Bl.59), der ein Flackerlicht auf dem Bediengerät aufleuchten und eine Glocke läuten läßt.

9.2 Bediengerät

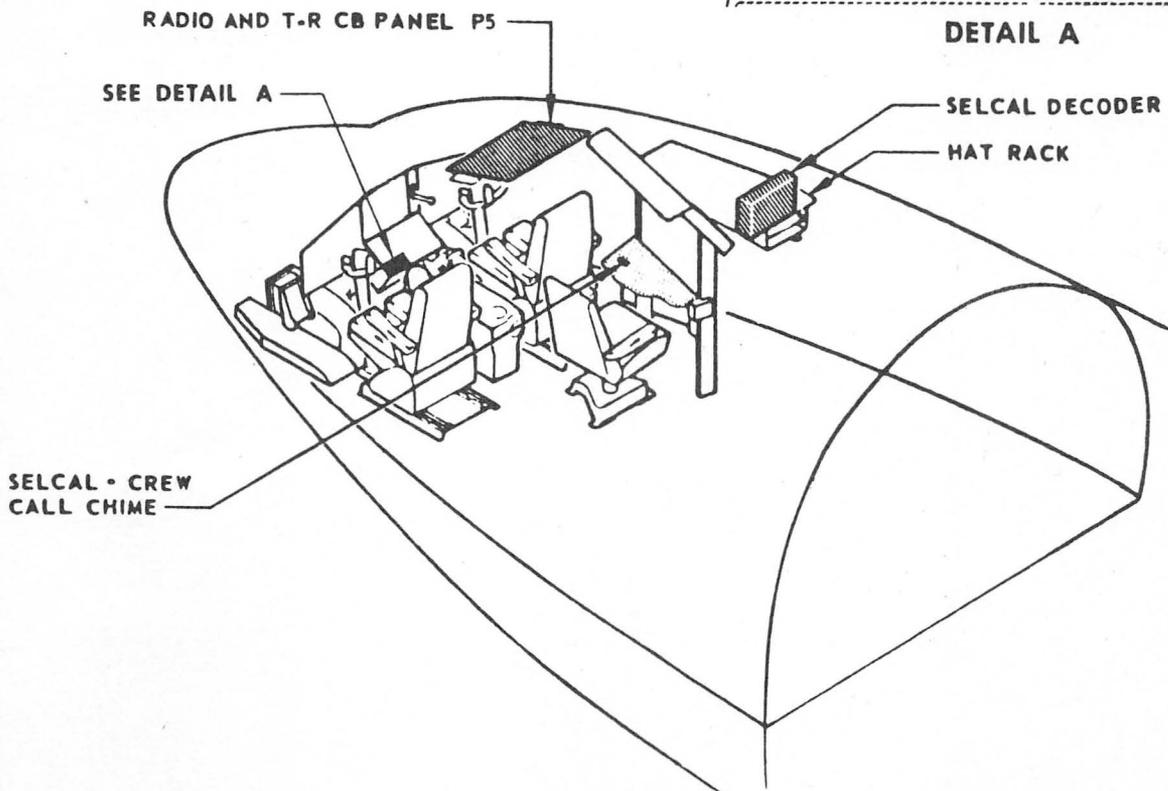
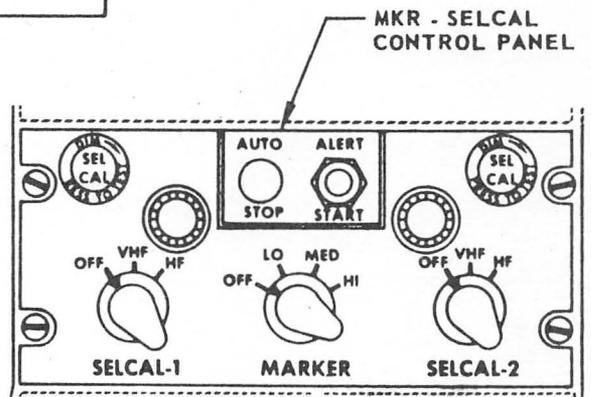
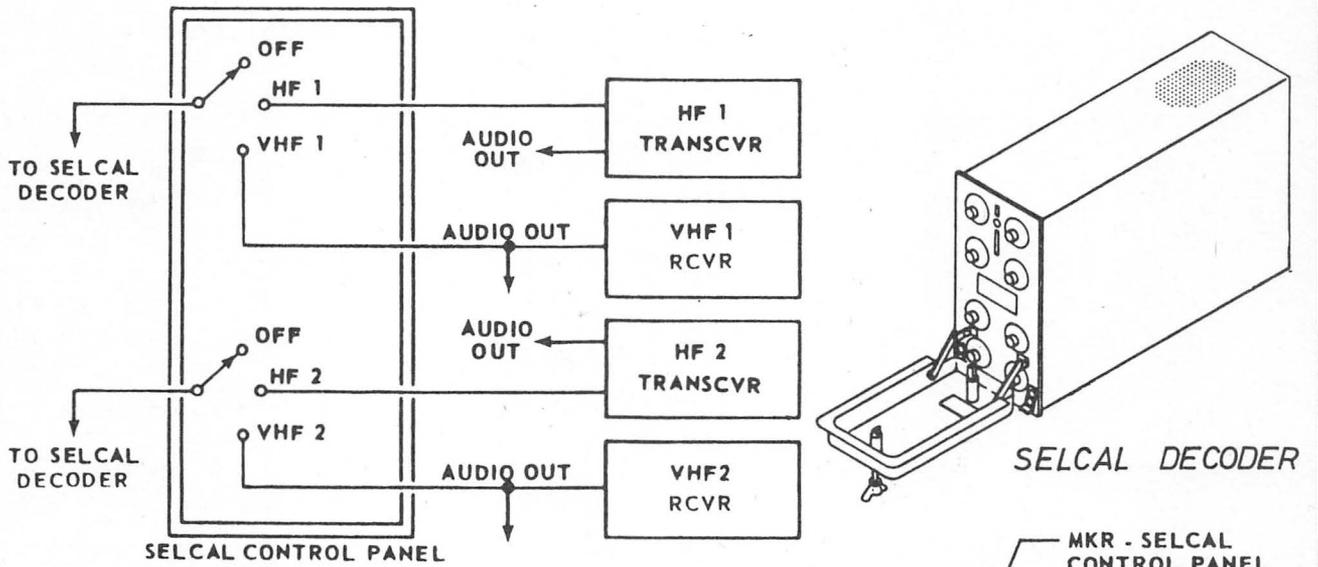
Auf dem Bediengerät, das sich am Piloten-Kontrollstand befindet, sind zwei Wahlschalter SELCAL-1 und SELCAL-2, die man auf die Stellungen OFF, VHF oder HF schalten kann. Hierzu läßt sich von jeder Seite je ein VHF- oder HF-Empfänger Nr.1 oder Nr.2 auf den aus zwei Geräten bestehenden Selcal-Empfänger aufschalten. Außerdem befindet sich auf jeder Seite des Bediengerätes eine Ruflampe, die bei richtiger Anruf-Code unterbrechend aufleuchtet und zusammen mit dem Schalter anzeigt, über welchen Empfänger der Anruf kommt. Drückt man auf diese Lampe, so erlischt sie und die Glocke hört auch auf zu läuten.

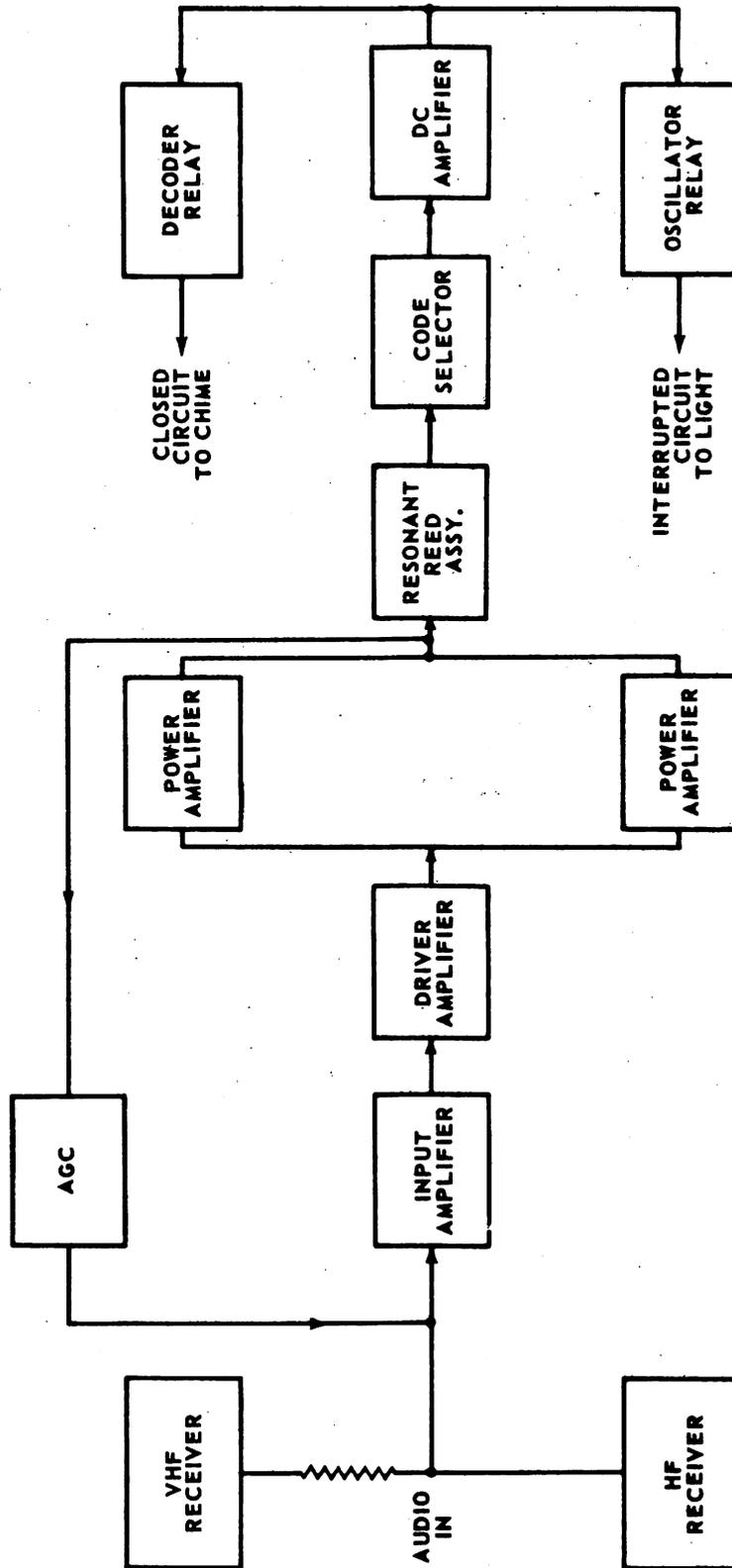
9.3 Selcal-Empfänger

Dieses Gerät, das auf dem Hutfach (hat rack) des F.I. befestigt ist, enthält zwei Empfänger in einem Gehäuse. Auf der Frontplatte befinden sich auf jeder Seite übereinander 4 Schalter, mit denen sich die Anruf-Code einstellen läßt. Jeder Empfänger besteht aus einem dreistufigen transistorisierten NF-Verstärker mit Verstärkungsregelung und einem nachfolgenden Decodiergerät mit Zungenfrequenzrelais, Gleichstromverstärker, Decoder-Relais und Oszillatorrelais (Bl.60). Der NF-Verstärker (input

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULERadioanlagen 707/720
Automatische Anrufanlage
Selcal-EmpfängerKap.: 23-9 Dat.: 6.63
Blatt: 58 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

amplifier, driver amplifier, power amplifier) hat die Aufgabe, eine von Schwankungen der Eingangsspannung weitgehend unabhängige, konstante Ausgangsspannung an die Zungenfrequenzrelaisschaltung (resonant reed assy.) zu liefern. Diese enthält Zungenfrequenzrelais, die auf die verschiedenen Resonanzfrequenzen abgestimmt sind, die den 12 Code-Buchstaben entsprechen. Mit den Schaltern auf der Frontplatte lassen sie sich in der Reihenfolge einschalten, die der gewünschten Anruf-Code entspricht. Trifft die richtige Code als zwei Doppeltöne von je 1 Sekunde Dauer und 0,2 Sekunden Abstand ein, so wird über die schwingenden Zungenkontakte das Signal weitergeleitet zu einem Gleichspannungsverstärker (DC amplifier), der über ein Oszillator-Relais die Ruf-lampe blinken und über ein Decoder-Relais die Glocke läuten läßt. Der Empfänger wird vom 28 V DC- und 115 AC-Bordnetz direkt über die Selbstschalter am Panel P5 versorgt, ohne daß ein weiterer Schalter zu betätigen ist.

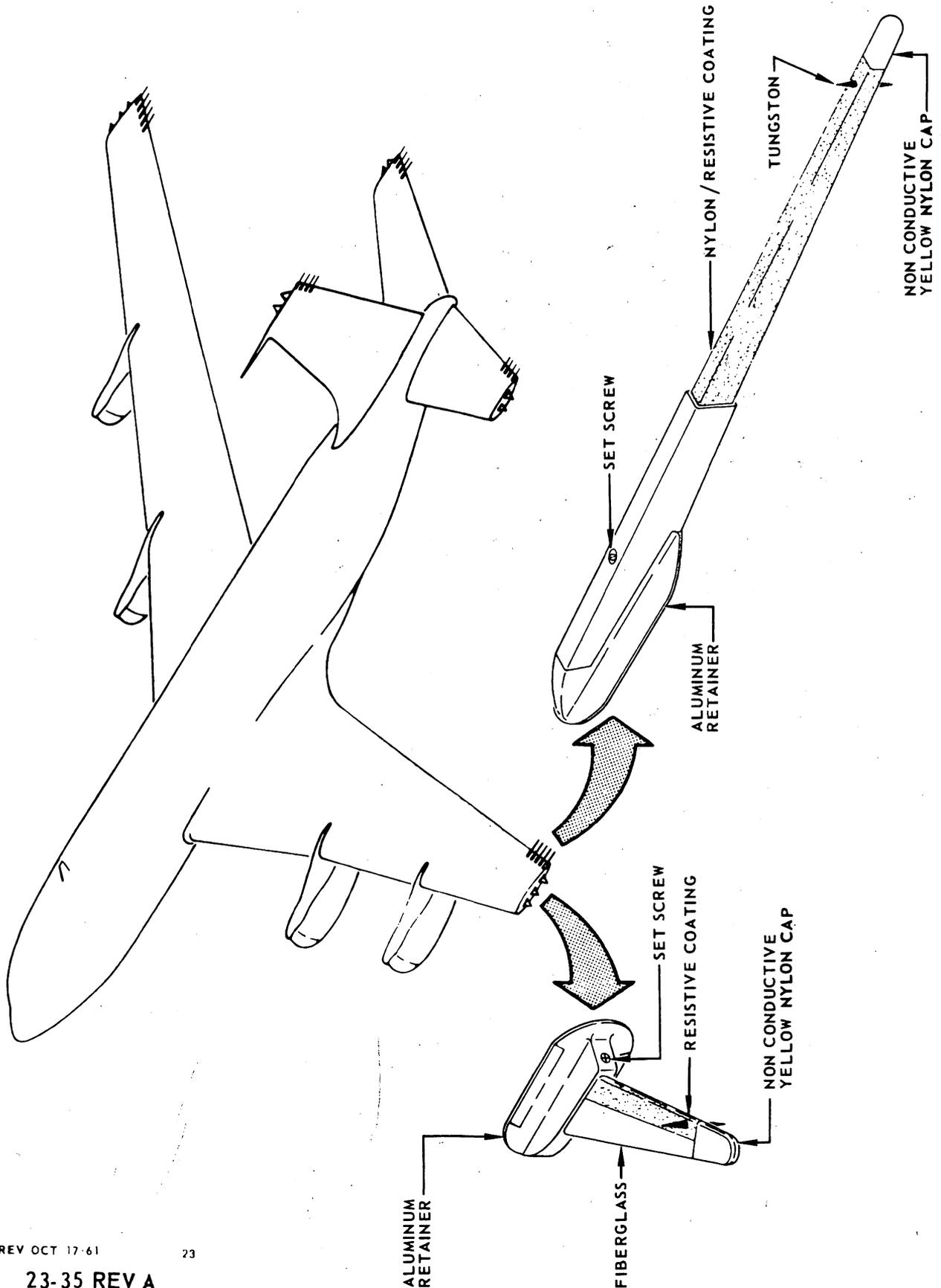




LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULERadioanlagen 707/720
Statik-EntladerKap.: 23-10 Dat.: 6.63
Blatt: 61 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:10 Statik-Entlader

Die Statik-Entlader sind am Flugzeug zur Verminderung der Radio-Störungen vorgesehen, die durch Koronaentladungen von Flugzeugmetallteilen entstehen. Das Flugzeug lädt sich durch Reibung an elektrisch geladenen Luft- und Staubteilchen mit statischer Elektrizität auf, die sich vorwiegend an den Flügel- und Leitwerkspitzen entlädt. Der Zweck der Entlader ist es, eine schnellere und kontrollierte Entladung mit möglichst geringer Einkopplung der Störungen auf die Antennen zu erzielen.

Die Entlader (Bl.62) sind an den Enden der Flügel und des Höhen- und Seitenleitwerks befestigt. Sie bestehen aus biegsamen Stäben, an denen sich nahe dem Ende zwei spitze Metallnadeln befinden. Der Stab ist mit einem Werkstoff von hohem elektrischen Widerstand umkleidet und ist in einer Metallhülse befestigt, die mit einem leitenden Spezialklebstoff an die Flugzeugoberfläche geklebt wird.



STATIC DISCHARGERS

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
VHF-Nav.-Verfahren und Anlagen
VHF-Navigations-Verfahren

Kap.: 34-11 Dat.: 6.63
Blatt: 63 von:
Bearbeiter: buh
Neuherausgabe:

11 Die VHF-Navigations-Verfahren und Anlagen VHF navigation systems

Aufgabe dieser Anlagen ist

- a) Empfang und Anzeige des Localizer-Leitstrahlensystems (Streckenavigation),
- b) Empfang und Anzeige des Instrumenten-Lande-Systems ILS,
- c) Empfang und Anzeige des VOR-Systems (Allrichtungsfunkfeuer für Streckennavigation).

11.1 Verfahren und Prinzip der Bodenanlagen

Zum Verständnis der Funktion der Bordgeräte ist die Kenntnis der Wirkungsweise der Bodenanlagen erforderlich. Daher sind diese hier nochmals kurz beschrieben. Der erwähnte Omnimag-Indicator ist in den Boeing-Flugzeugen durch ein anderes Gerät, den Course Deviation Indicator CDI des Flight-Director-Systems, ersetzt, dessen Wirkungsweise jedoch ähnlich ist.

a) Das ILS-Verfahren (Instrument-Landing-System)

Die Notwendigkeit, für Flugzeuge ein zuverlässiges Instrumenten-Landeverfahren einzuführen, wurde vor vielen Jahren erkannt. Das heutige ILS ist durch die ICAO als Standard-Verfahren eingeführt und wird z.Zt. auch auf allen deutschen Verkehrsflughäfen verwendet.

Auf Grund der internationalen Vorschriften muß bei schlechten Sichtbedingungen die Landung mittels Instrumenten-Lande-Verfahren (ILS) durchgeführt werden. Dabei ist Voraussetzung, daß eine Sicht auf kurze Entfernung noch möglich ist.

Das ILS beruht auf dem Zusammenspiel von Bodensendern und Empfängern beim Flugzeugführer, die ein Kreuzzeiger-Instrument steuert. Die Bodensender bestehen aus Lande-Kurssender (Localizer) und dem Gleitweg-Sender (Glide-Path-Transmitter). Der Lande-Kurssender ist am Gegenwindende der Landebahn, d.h. am entgegengesetzten Ende, an dem das Flugzeug aufsetzt, aufgestellt.

Das System besteht aus folgenden Anlagen:

Bodenstationen:

- 1) Localizer-Sender
- 2) Gleitweg-Sender
- 3) Einflugzeichen-Sender

Bordanlagen:

- 1) VHF-Nav.Empfänger (VOR/LOC)
- 2) Gleitweg-Empfänger
- 3) Anzeigegerät (Omnimag-Ind.)
- 4) Einflugzeichenempfänger mit Anzeigelampen

Localizer

Der Localizer-Sender ist in der nach hinten verlängerten Rollbahnmitte aufgestellt, weit genug, um in Gegenrichtung anfliegenden Flugzeugen kein Hindernis zu sein. Der Sender arbeitet mit einer Leistung von 200 Watt im Frequenzbereich 108 - 112 MHz und ermöglicht damit den Empfang bereits in 40 km Entfernung. Er kennzeichnet eine im Raum senkrecht stehende Ebene über der Mittellinie der Anflugbahn. Hierzu werden 2 Richtdiagramme ausgesendet (horizontal polarisiert), die mit 2 verschiedenen Frequenzen amplitudenmoduliert sind, in Anflugrichtung links 90 Hz, rechts 150 Hz. Beide Richtdiagramme überschneiden sich in der Anflugrichtung. Ein $2,5^\circ$

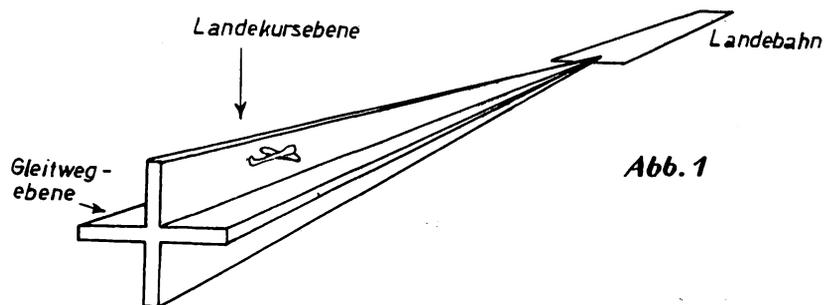


Abb. 1

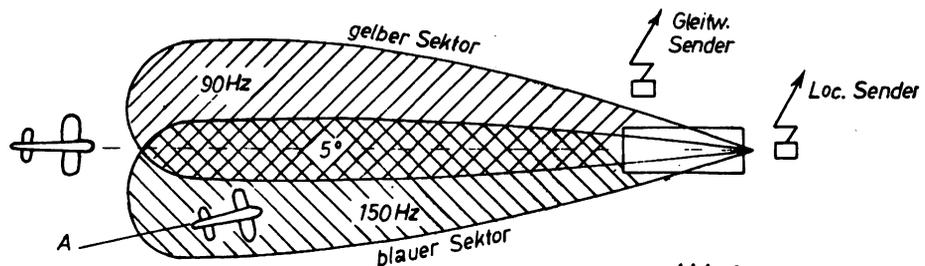


Abb. 2

breiter Sektor ist die Toleranzzone für den Anflug. Ist die Intensität beider Modulationsfrequenzen gleich, befindet sich das Flugzeug genau auf Kurs. Seitlich davon (A in Bild 2), überwiegt eine der Tonfrequenzen (hier 150 Hz).

Der Empfänger trennt über Filter die beiden Frequenzen, richtet sie gleich und schaltet die entstehenden Spannungen gegeneinander und gibt die Differenz auf den senkrechten Zeiger eines Kreuzzeigerinstrumentes (bei DLH: Omnimagnetic-Indicator). Die 150 Hz-Zone des Localizer heißt blaue Zone, der 90 Hz-Sektor gelbe Zone.

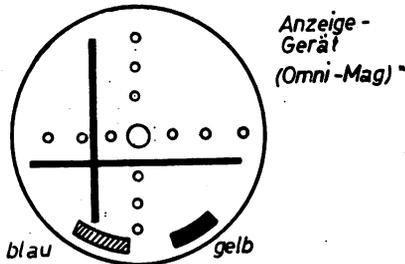


Abb. 3

Bei einer Kursabweichung (A in Bild 2) schlägt der Zeiger des Anzeigegerätes nach links aus und sagt damit dem Flugzeugführer: Fliege nach links. Der Zeiger steht dabei über der linken Farbmarkierung und zeigt auf den blauen Sektor, in dem das Flugzeug fliegt (Bild 3). Wird der Anflug so durchgeführt, daß der Zeiger in

Mittelstellung bleibt, ist gewährleistet, daß sich das Flugzeug auf dem richtigen Anflugkurs befindet. Die Richtung der Flugzeuglängsachse ist dabei nicht von Bedeutung. Die Breite des Strahles am Aufsetzpunkt beträgt etwa 20 m (Abhängig von der Landebahnlänge).

Gleitweg

Der Gleitweg-Sender arbeitet im Bereich 329-335 MHz und markiert eine schräge Gleitfläche, deren Schnittlinie mit der Landekursebene den Gleitweg darstellt. Der Gleitwegwinkel ist bei der Senderantenne einstellbar, der normale Winkel liegt bei $2,5 \pm 3^\circ$.

Der Sender ist aufgestellt in Höhe des Aufsetzpunktes neben der Landebahn (Bild 2). Der Leitstrahl wird wieder durch den Bereich der Signalgleichheit zwischen der 90 Hz- und 150 Hz-Modulation dargestellt

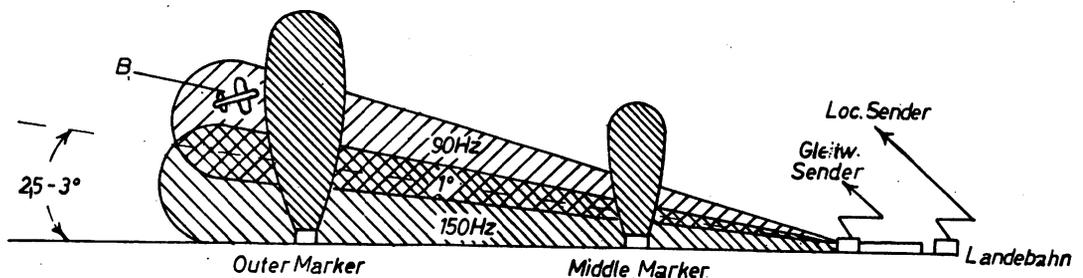


Abb. 4

Der Empfänger arbeitet wie der Localizer-Empfänger. Das Gleichstromsignal, welches die Abweichung vom Gleitpfad darstellt, lenkt den horizontalen Zeiger des Anzeigegerätes aus. Befindet sich das Flugzeug zu hoch (B im Bild), so schlägt der Zeiger nach unten aus: Fliege tiefer. - Der volle Zeigerausschlag entspricht einem Winkel von 1° . Jeder Localizer-Frequenz ist eine bestimmte Frequenz für den

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
VHF-Nav.-Verfahren und Anlagen
VHF-Navigations-Verfahren

Kap.: 34-11 Dat.: 2.63
Blatt: 66 von:
Bearbeiter: buh
Neuherausgabe:

Gleitweg fest zugeordnet, entsprechend internationalen Abmachungen. Daher ist die Abstimmung des Localizer-Empfängers so mit der des Gleitweg-Empfängers gekoppelt, daß sich zu jeder gewählten Localizer-Frequenz die richtige Gleitwegfrequenz automatisch mit einstellt.

Einflugzeichen (Marker beacon)

Auf dem Landekurs vor dem Aufsetzpunkt sind 2 nach oben strahlende Sender angeordnet, die einheitlich auf einer Frequenz von 75 MHz arbeiten. Das Voreinflugzeichen oder Outer-marker befindet sich 7200 + 300 m vor der Landebahn, das Haupteinflugzeichen (oder Middle-Marker) steht 1050 + 150 m davor. Ihre Aufgabe ist es, bei Überfliegen der Funkfeuer dem Flugzeugführer eine Standartangabe und einen Anhalt für die Entfernung des Flugzeuges vom Landeplatz zu übermitteln.

Der Durchflug dauert ca. 12 sek. beim Voreinflugzeichen und ca. 6 sek. beim Haupteinflugzeichen (180 km/h). Beide Funkfeuer arbeiten etwa mit 3 Watt Senderleistung und sind moduliert. 400 Hz, zwei Striche je sek. ist die Tastung beim Outer-Marker, der Middle-Marker sendet Punkt-Strich-Modulation mit 1300 Hz (Bild 4).

Im Flugzeug werden diese Signale von einem Empfänger aufgenommen, der sie über Filter trennt und Anzeigelampen, für jedes der Funkfeuer eine (blau und braun) aufleuchten läßt. Außer den im Rhythmus der Tastung aufleuchtenden Lampen kann die Modulation abgehört werden.

Ein früher verwendeter sog. Inner-Marker etwa 100 m vor dem Aufsatzpunkt ist in Fortfall gekommen.

Meist befinden sich bei den Voreinflugzeichen (Outer Marker) noch weitere Funkfeuer, die den Anflug auf diese und damit auf den Ansatzpunkt zur Instrumenten-Landung durchzuführen gestatten.

b) VOR-System

Das VOR-Verfahren (VHF Visual-Omnidirectional-Range) ist ein Ultrakurzwellen-Funknavigationsverfahren im Frequenzbereich 112-118 MHz. Die Abkürzung VOR besagt, daß es sich um ein Allrichtungs-Naviga.-Verfahren mit Sichtanzeige handelt. Die Bodenstelle sendet Signale in alle Richtungen aus, die zwei 30 Hz-Modulationsfrequenzen enthalten, deren Phasenverschiebungswinkel gegeneinander die Richtung kennzeichnet

in der die Empfangsstation zur Bodenstelle liegt. Dieser Phasenwinkel wird von der Bordstation aufgenommen, ausgewertet und zur Anzeige auf Instrumente übertragen.

Arbeitsweise der Bodenstation

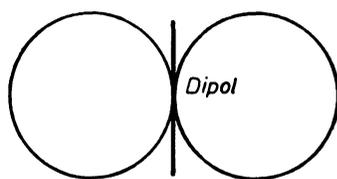
Die Senderleistung beträgt ca. 200 Watt, bei einigen Anflugfunkfeuern auf Flughäfen auch 50 Watt.

Der Sender arbeitet auf 2 Antennensysteme. Eine feststehende Käfigantenne strahlt gleichmäßig nach allen Richtungen, also ein Kreisdiagramm, mit horizontaler Polarisisation. Die dieser Antenne zugeführte HF-Leistung ist amplitudenmoduliert (AM) mit:

- a) Rufzeichen der Station
- b) Sprechfunk-Nachrichtenverkehr
- c) einer 9960 Hz-Frequenz, welche als Zwischenträger dient und ihrerseits mit 30 HZ frequenzmoduliert (FM) ist. Diese 30 Hz-Frequenz wird im folgenden als Bezugsfrequenz bezeichnet.

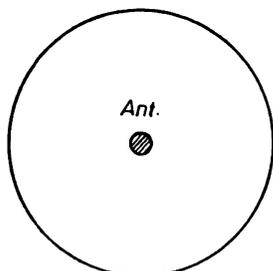
Das zweite Antennensystem wird durch einen rotierenden Dipol gebildet, der mit 30 U/sek umläuft. Dieser Antenne werden etwa 15 % der Gesamtenergie zugeführt, und zwar unmoduliert.

Die Richtcharakteristik eines Dipols hat die Form einer Acht (Acht- oder Doppelkreisdiagramm, Abb. 1)



Achtcharakteristik des Dipols

Abb. 1



Rundcharakteristik der Käfigantenne

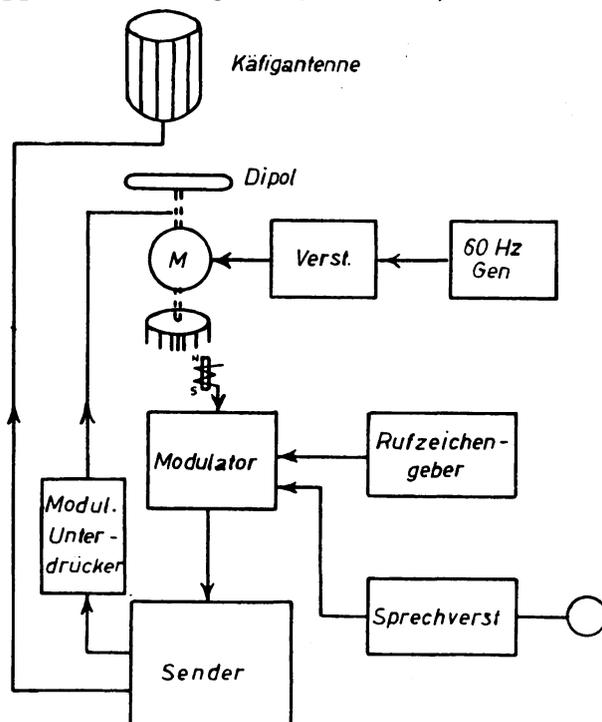


Abb. 2

Prinzip der Bodenstation

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
VHF-Nav.-Verfahren und Anlagen
VHF-Navigations-Verfahren

Kap.: 34-11 Dat.: 5.63
Blatt: 68 von:
Bearbeiter: bus
Neuherausgabe: 1.

Ein 60 Hz-Generator liefert eine Steuerspannung, die über einen Verstärker einen Synchronmotor treibt, der die Drehantenne mit 30 U/sek. entsprechend 1800 U/min sowie ein Tonrad dreht, welches eine der Motordrehung synchrone 30 Hz-Frequenz abgibt. Diese 30 Hz-Frequenz wird als FM einem 9960-Hz-Zwischenträger aufmoduliert und zusammen mit dem Rufzeichen und der verstärkten Sprechfrequenz im Modulator dem Sender als AM zugeführt und über die Rundantenne abgestrahlt. Der Energieanteil für die Drehantenne wird von der Modulation befreit.

Die entstehenden HF-Felder der beiden Antennen überlagern sich nun.

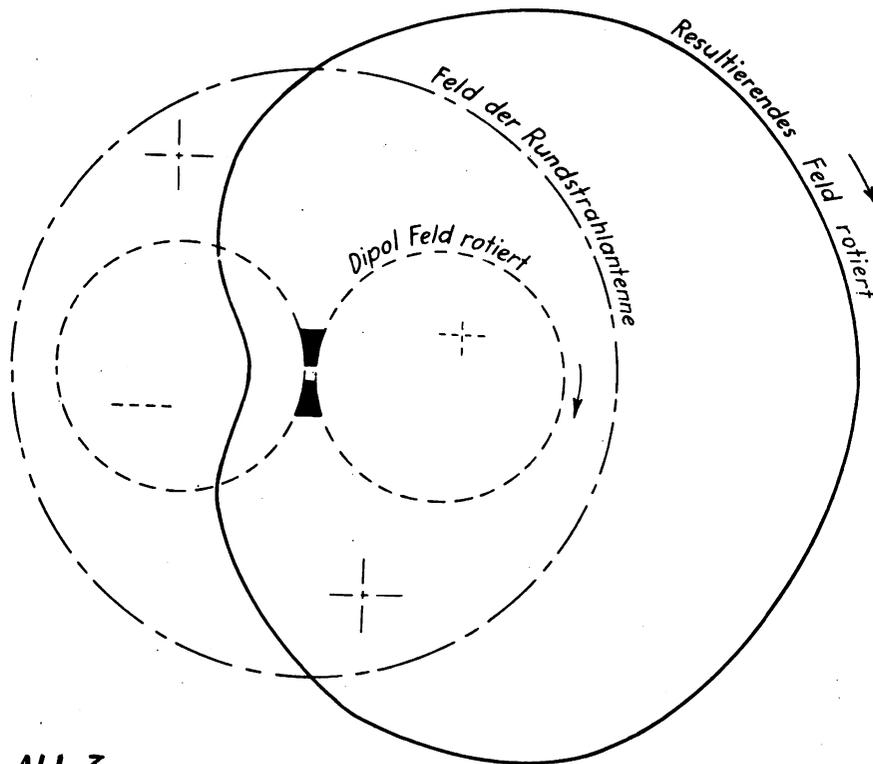
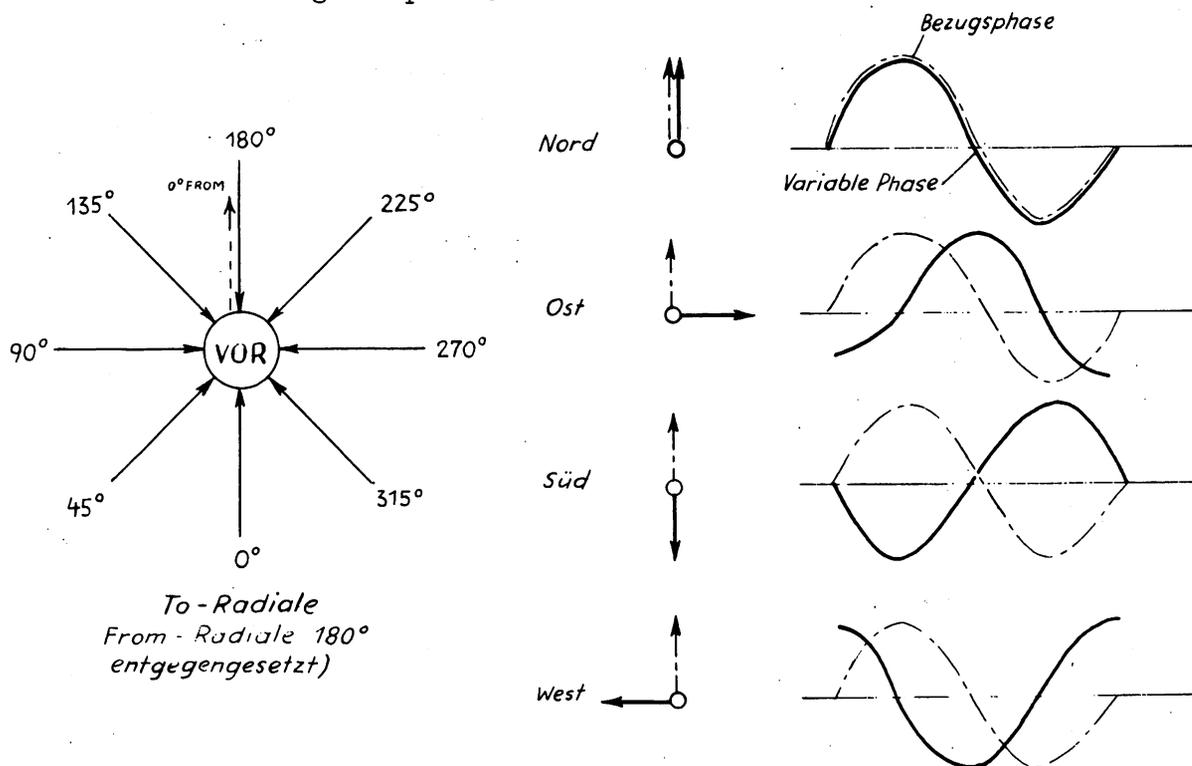


Abb. 3

Die Phasenlage der HF-Schwingung ist bei den beiden Kreisdiagrammen eines Dipols um 180° verschieden. Sind z.B. Phase von Rundantenne und rechtem Kreis des Dipols gleich, so ist die Phase im linken Kreis entgegengesetzt. Dies soll hier durch Plus- und Minuszeichen angedeutet werden. Je nach Abstrahlungsrichtung sind nun die Feldstärken, die beide Antennen zusammengenommen erzeugen, verschieden. Sie addieren bzw. subtrahieren sich, und es entsteht als neues Richtdiagramm eine Herzkurve, eine sog. Kardiode. Da der Dipol umläuft, dreht sich auch die Herzkurve. An irgendeinem Empfangsort wird nun die Stärke des empfangenen Signals schwanken, und zwar im Rhythmus der Drehbewegung. Dies wirkt wie eine 30 Hz-AM für den Empfänger.

Die 30 Hz-Frequenz, welche über die Rundantenne mittels Zwischen-träger übermittelt wird, ist in ihrer Phasenlage an allen Orten

gleich und gilt als die Bezugs- oder feste Phase. Die Phasenlage der anderen 30-Hz-Frequenz jedoch ist verglichen mit der festen Phase je nach Empfangsrichtung verschieden. (Variable Phase) Das Drehfunkfeuer ist nun nach dem magnetischen Nordpol so ausgerichtet, daß im Norden die Phasenlage der Variablen 30 Hz-Frequenz gleich ist mit der der Bezugssphase.



Je nach Empfangsrichtung ergeben sich verschiedene Phasenwinkel zwischen Bezugssignal und Variablem Signal.

Der Phasenwinkel kennzeichnet also die Richtung, in welcher der Flugzeugstandort liegt, bezogen auf magnetisch Nord, ist also identisch mit der einer feststehenden Kompaßskala in allen Werten; die Phasenlage ist gleich dem Azimutwinkel. Diese Standlinien heißen Radiale, sie werden in Winkelgraden wie Kurse bezeichnet, ihre Zahl ist unbegrenzt. Hier liegt der Vorteil dieses Systems gegenüber den älteren bisherigen Kursfunkfeuern, die maximal 4 Kurse angaben. (Localizer und VAR-System). Man unterscheidet Radiale auf den Sender zu, sog. To-Radiale und From-Radiale, die den Kurs vom Sender weg bezeichnen und um 180° versetzt gegen die To-Radiale sind.

Die Bordanlage

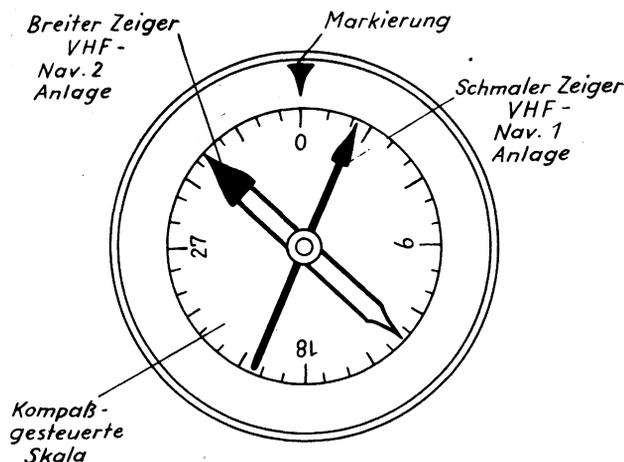
Die Bordanlage enthält einen Überlagerungsempfänger (VHF-Nav.Rec.), an dessen Ausgang die Modulationen abgenommen werden, durch Filter 30-Hz variable Phase und 9960-Hz-Zwischenträger getrennt. Aus letzterem wird über einen Diskriminator die feste Phase gewonnen. Im

Navigationsteil des Empfängers wird die Phasenbeziehung ausgewertet und auf Anzeigergeräte übertragen.

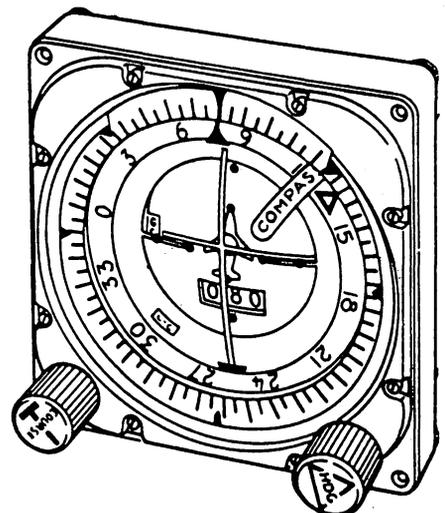
Es zeigen an:

1. Der Omnibearing-Indicator (OBI) misst den Phasenwinkel zwischen beiden 30 Hz-Frequenzen und zeigt den To-Radial, auf dem der Flugzeugstandort liegt, d.h. den Kurs auf den Sender zu.
2. a) Der Radio-Magnetic-Indicator (RMI) mit seinem Zeiger gegenüber der Markierung den Winkel zwischen VOR-Station und Flugzeug-Längsachse. Der zweite Zeiger gehört zur anderen VOR-Bodenanlage.
b) Da die Skala des RMI vom Kompaß gesteuert wird, zeigt die Markierung auf der Skala den anliegenden Kompaßkurs.
c) Der Zeiger gibt auf der Skala wie der OBI den Radial des Standortes an.
3. Der Course Deviation Indicator gestattet, mit seinem linken Knopf den VOR-Radial zu wählen, auf dem geflogen werden soll. Dieser Wert erscheint auf dem Zählwerk. Der senkrechte Zeiger gibt durch seinen Ausschlag die Abweichung vom gewählten Radial als Kommando, nach welcher Seite zu fliegen ist, um auf diesen Radial zu kommen. Er steht in Mittelstellung, wenn die Maschine genau auf dem Leitstrahl ist.

Dieser Zeiger mitsamt seinem Meßwerk ist drehbar gelagert und wird durch ein Differentialgetriebe auf die Winkeldifferenz zwischen geflogenem Komp. Kurs - wie ihn die Kursrose zeigt - und den gewählten Radial eingestellt. Somit entsteht eine Darstellung, wobei der Zeiger zum Flugzeugsymbol auf der Skalenmitte die Lage des Flugzeuges zum Radial bildlich darstellt. Es erfolgt schließlich noch eine Anzeige durch die To-From-Signalisierung, ob auf den Sender zu oder von ihm weggeflogen wird. OFF-Flaggen geben durch ihr Verschwinden aus dem Sichtfeld an, daß Bord- und Bodenanlage in Ordnung sind und die Empfangsfeldstärke ausreicht für einen einwandfreien Betrieb.



Radio - Mag. - Indicator



Course Deviation Indicator

11.2 Bordanlagen für VHF-Navigation

Zur Empfangsanlage gehören folgende Geräte :

- a) eine VHF-Nav.Antenne (in der Seitenleitwerkflosse)
- b) zwei Empfänger RA-21 mit Control panel
- c) zwei Navigation Units NVA-21A
- d) drei Radio-Magnetic-Indicator (Cpt., Copil., Navig.)
- e) weiterhin arbeiten für die Anlage die beiden Course Deviation Indicator des Flight-Director systems.

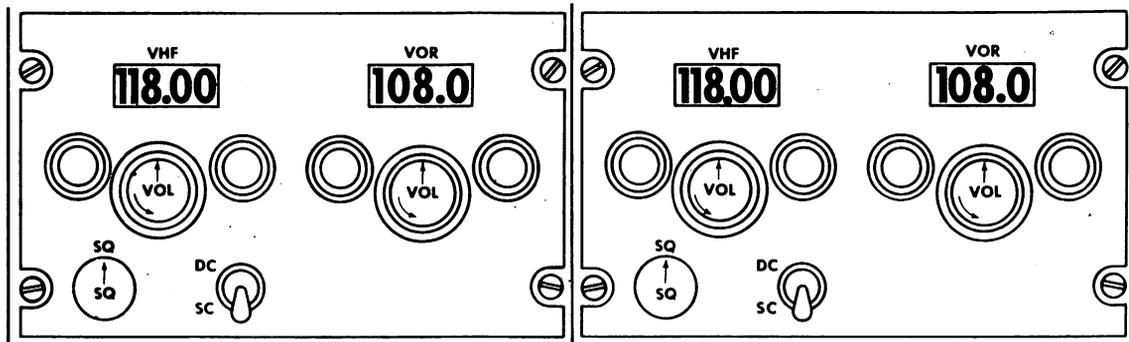
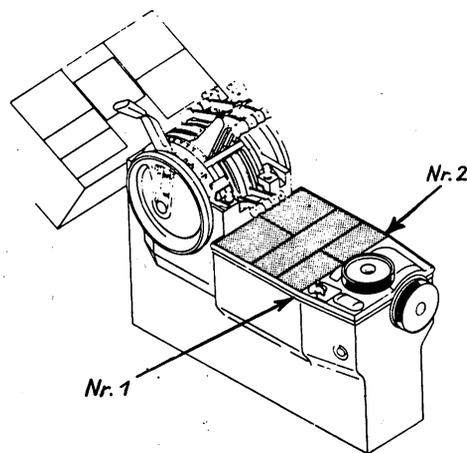
Der Empfänger RA-21 wird sowohl als Communication- wie auch als Navigation-Empfänger benutzt. Er liefert an seinem Ausgang nach der Demodulation folgende Signale für die nachgeschaltete Navigation Unit :

- a) 90 und/oder 150 Hz bei LOC-Empfang
- b) Zwischenträger 9960 Hz mit 30 Hz FM, der Referenz-Phase bei VOR-Betrieb
- c) 30 Hz als Variable Phase.

In der Navig.Unit erfolgt die Auswertung dieser Signale. Ihre Funktion LOC- oder VOR-Betrieb wird mit der Wahl einer entsprechenden VOR- oder LOC-Frequenz selbsttätig umgeschaltet. Im nachstehenden Blockschaltbild ist der Signalverlauf dargestellt.

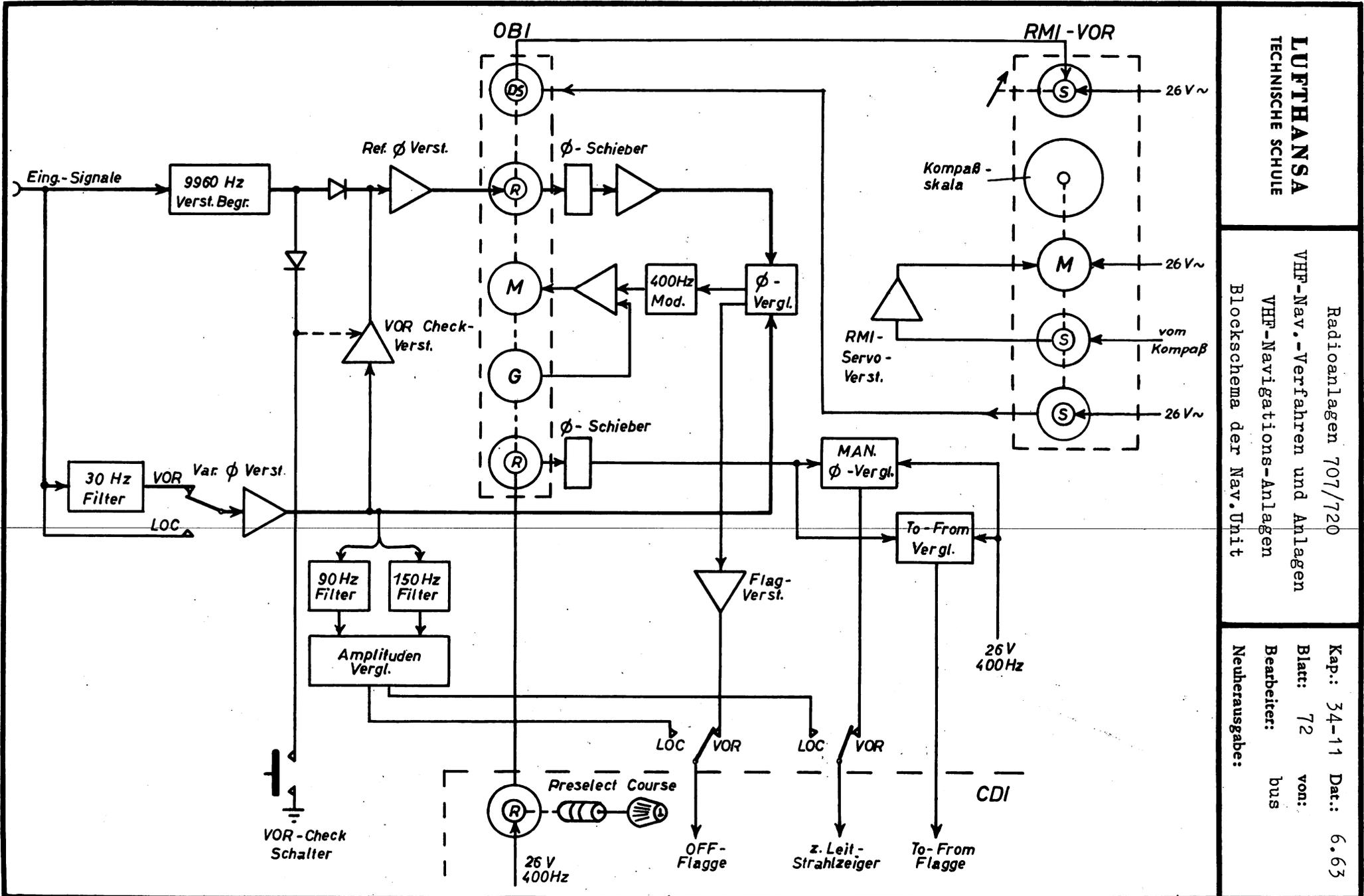
Die Anzeigen erfolgen auf dem Course Deviation Indicator des Flight Director Systems CDI und - zusätzlich bei VOR-Betrieb - auf dem Radio-Magnetic Indicator RMI.

Einschalten und Bedienung der Anlage erfolgt am Control Panel, das am Triebwerksteuerpult eingebaut ist.



Nr. 1

Nr. 2 - Anlage

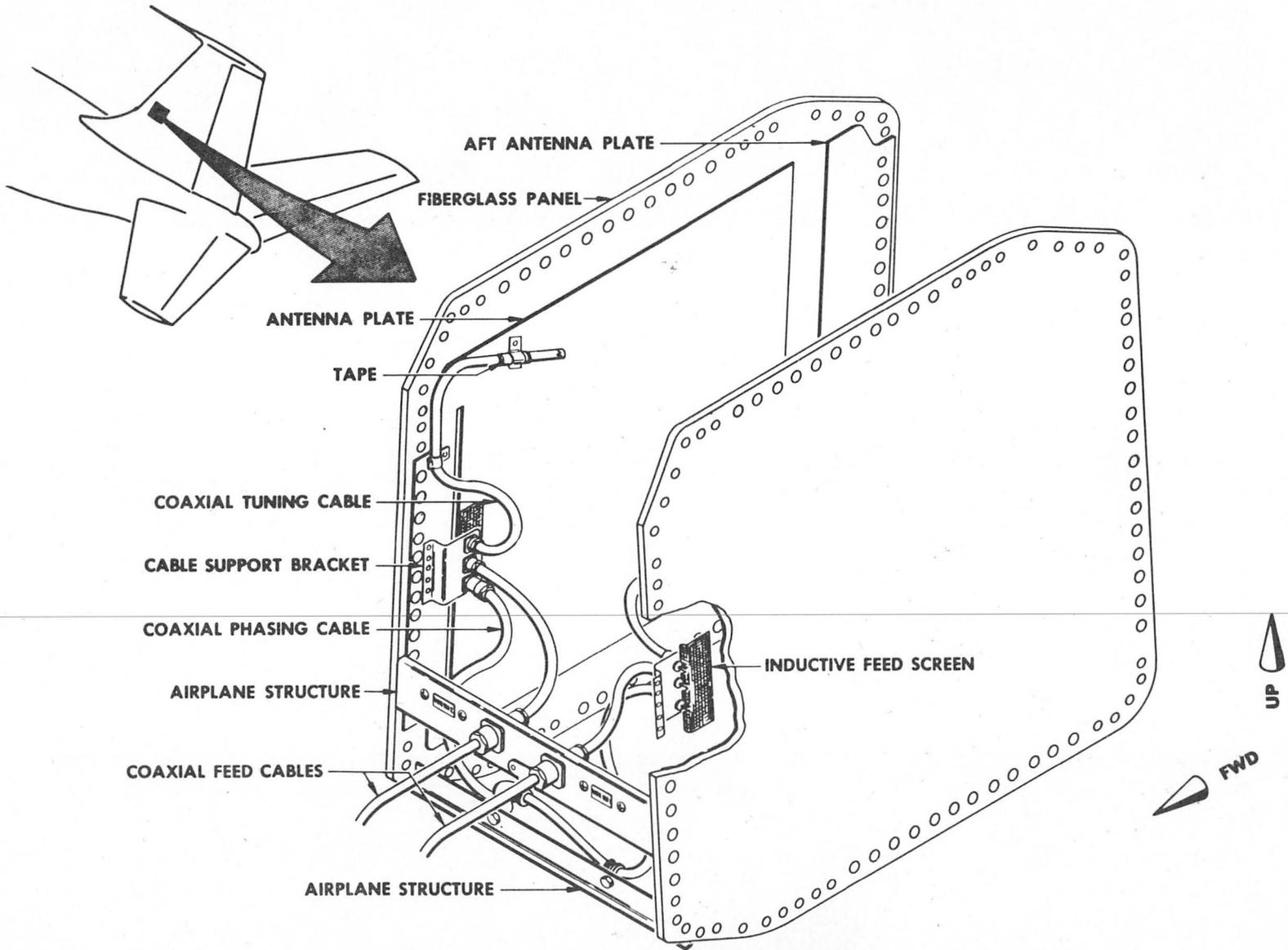


NUR ZUR SCHULUNG

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
VHF-Nav.-Verfahren und Anlagen
VHF-Navigations-Anlagen
Blockschema der Nav. Unit

Kap.: 34-11 Dat.: 6.63
Blatt: 72 von:
Bearbeiter: bus
Neuherausgabe:



(VHF) VOR NAVIGATION ANTENNA INSTALLATION

MAY 23/58

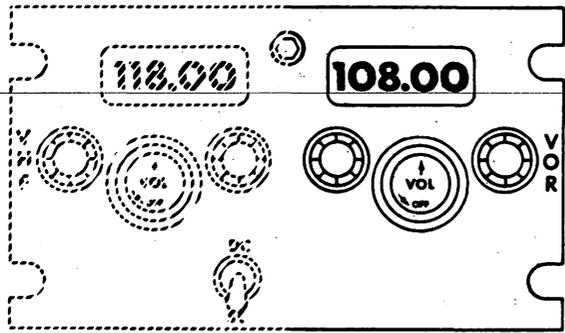
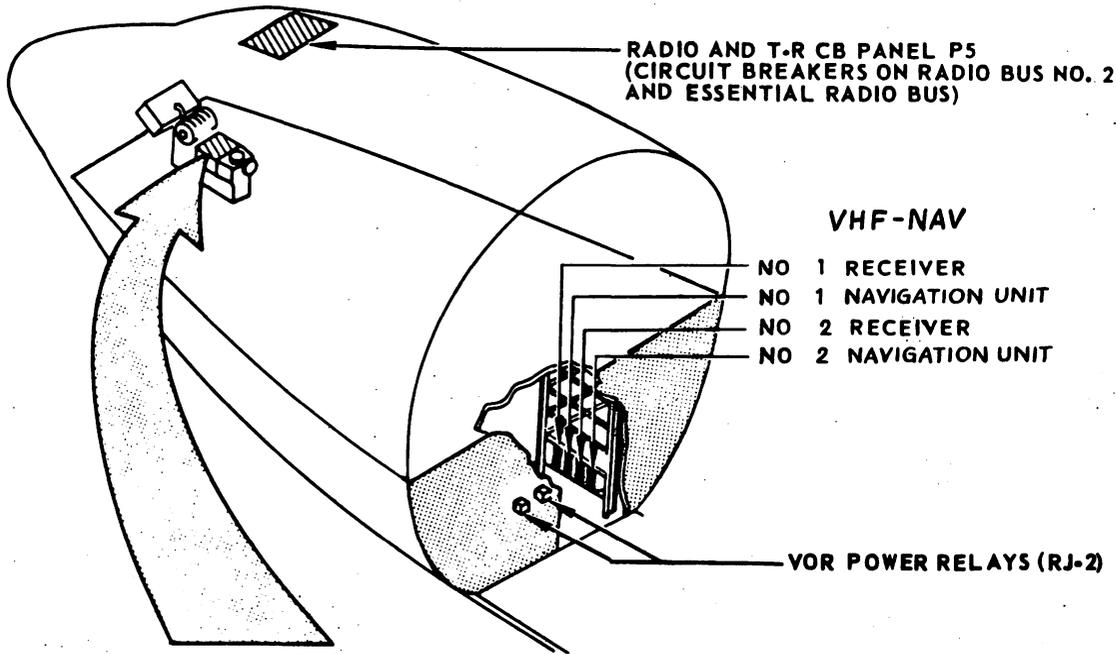
707-1

34-40

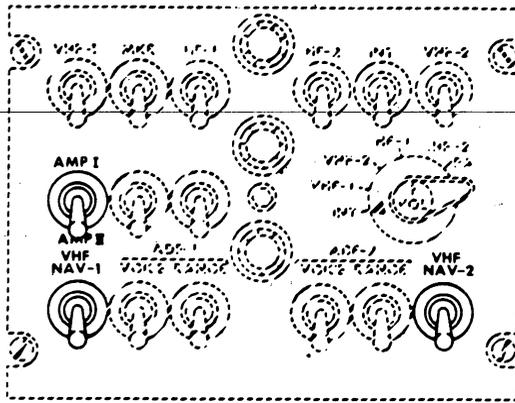
APR 10/59

707-12

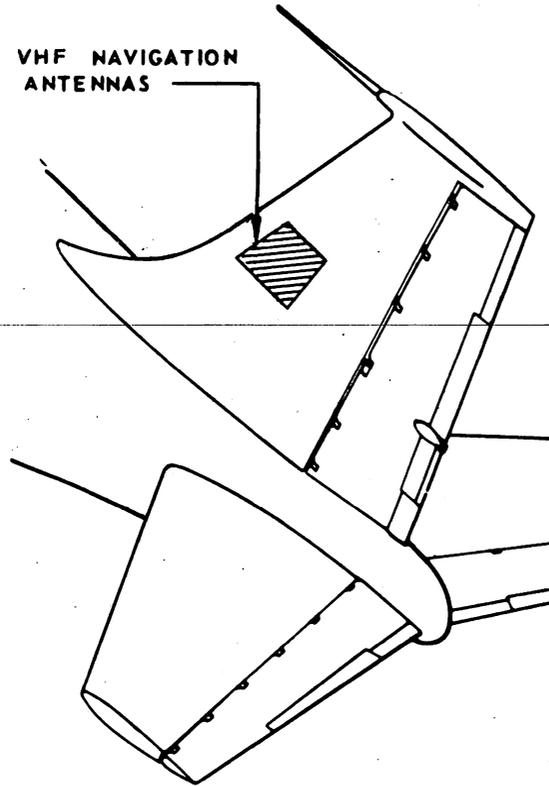
34-26



CONTROL PANEL
(2 PLACES)



AUDIO SELECTOR PANEL (TYPICAL)
CAPTAIN'S AND FIRST OFFICER'S PANEL
LOCATED ON SIDEWALL



(VHF) VOR NAVIGATION SYSTEM

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

NUR ZUR SCHULUNG

Radioanlagen 707-430
VHF-Navigations-Bordanlage

Kap.: 34-11 Dat.: 6.63
Blatt: 74 von:
Bearbeiter: bu
Neuherausgabe:

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
VHF-Nav.-Verfahren und Anlagen
VHF-Navigations-Bordanlage

Kap.: 34-11` Dat.: 2.63
Blatt: 75 von:
Bearbeiter: buh
Neuherausgabe:

11.2.1 Betriebsart Localizer

Vom Empfänger RA-21 gelangt das NF-Signal zum Eingang der Navigations-Unit NVA-21, deren vereinfachtes Blockschaltbild mit den Anzeigegeräten das Blatt 72 zeigt. Dieses Signal enthält - je nach seitlicher Ablage des Flugzeuges vom Leitstrahl - ein Gemisch von 90 und 150 Hz in einem bestimmten Amplituden-Verhältnis. In der NVA werden sie getrennt über 90- und 150 Hz-Filter. Im nachfolgenden Amplitudenvergleich werden die beiden Spannungen zunächst gleichgerichtet und gegeneinander geschaltet. Sie heben sich je nach Ablage mehr oder weniger auf. Die verbleibende Differenz speist den Leitstrahlzeiger des CDI. Gleichzeitig wird die Summe der gleichgerichteten Spannungen gebildet, die bei ausreichender Signalstärke die OFF-Flagge des Indicators verschwinden läßt und damit anzeigt, daß Boden- und Bordanlage arbeiten.

Die Kontakte VOR/LOC im Blockschaltbild werden gemeinsam geschaltet, sie stehen auf LOC, wenn am Bediengerät der VHF-Navigations-Anlage eine LOC-Frequenz 108-111,9 Mhz gewählt wird.

11.2.2 Betriebsart VOR

Hier erhält die Navigations-Unit die beiden folgenden Signale: 9960 Hz Zwischenträger, der mit 30 Hz frequenzmoduliert ist (der Ref.Phase) und die 30 Hz-Variable Phase.

Bekanntlich ist durch den Phasenwinkel der 30 Hz Ref. Phase zur 30 Hz Variable Phase der Radial des Flugzeugstandortes gekennzeichnet. (Vergleiche hierzu: Funk, Radioanlagen in den DLH-Flugzeugen, Kap. 19)

Um diesen Radial als angezeigten Wert zu erhalten, ist somit eine Phasenwinkelmessung auszuführen. Weiterhin soll ein bestimmter Kurs auf den Sender zu oder von ihm weg vorwählbar sein und eine Anzeige erfolgen, wie zu fliegen ist, um auf diesen Kurs zu kommen, bzw. um ihn einzuhalten. Eine Warnflagge soll anzeigen, wenn infolge Störungen an der Boden- oder der Bordstation das System nicht benützbar ist, weiterhin soll gemeldet werden, ob auf den Sender zu oder von ihm weggeflogen wird.

Alle elektronischen Mittel zur Erzielung dieser Anzeigen enthält die Accessory Unit.

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
VHF-Nav.-Verfahren und Anlagen
VHF-Navigations-Anlagen

Kap.: 34-11 Dat.: 2.63
Blatt: 76 von:
Bearbeiter: buh
Neuherausgabe:

a) Die sog. Automatic VOR Circuits, d.h.
die Phasenwinkel-Meßeinrichtung

Das Eingangssignal wird über einen 9960 Hz-Bandpaß geführt, verstärkt, begrenzt und demoduliert. Es stehen am Ausgang also 30 Hz als Ref.Phase. Sie wird verstärkt und gelangt auf einen Resolver, der in Verbindung mit dem nachgeschalteten Phasenschieber als Phasenstellglied arbeitet, d.h. die Phasenlage des ihm zugeführten Signales kann durch Verdrehen des Rotors beliebig zwischen Null und 360° eingestellt werden.

Es folgt ein Verstärker, dann ein Phasenvergleichler (Comparator), dem auch über Tiefpaß (30 Hz-Filter) die 30 Hz Var. ϕ zugeführt werden. Stehen dessen Eingangsspannungen im 90° -Winkel zueinander, ist sein Ausgang gleich Null. Anderenfalls gibt er eine Spannung an den 400 Hz-Modulator und Verstärker, der einen 2-phasen-Motor zum Anlauf bringt. Mit dem Motor ist der Resolver mechanisch gekuppelt. Der Motor läuft nun solange, bis die Phasenvergleichsschaltung im Gleichgewicht ist. Dabei ist diese Stellung also abhängig vom Phasenwinkel Var. ϕ zur Ref. ϕ und damit vom Radial. Eine Skala zeigt den Radial an. Dieser mechanische Teil ist der sogenannte Omni-Bearing Indicator OBI.

b) Die sog. Manual VOR Circuits

Mit ihrer Hilfe kann der Flugzeugführer einen Radial vorwählen. Er bestimmt damit also einen der 360° möglichen Radiale, der nun für ihn Leitstrahl sein soll. Dieser Teil der Schaltung arbeitet mit 400 Hz-Spannungen.

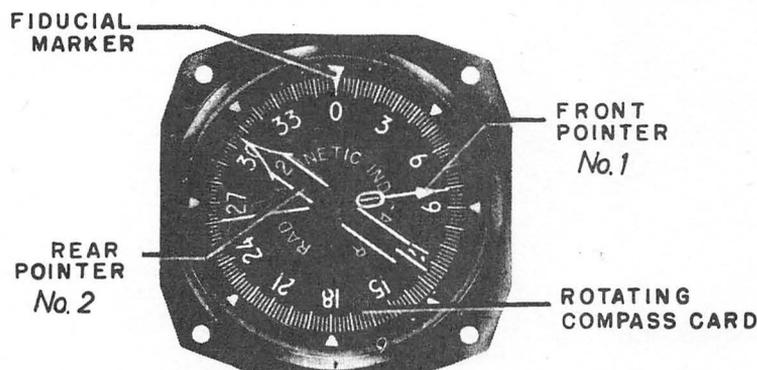
Vom Preset Course-Knopf am Course Deviation Indicator des Flight Director Systems wird ein Resolver ver-
stellt, dem eine 26 V/400 Hz-Bezugsspannung zugeführt wird.

Mit der Einstellung des gewählten Kurses wird also diese Spannung phasenverschoben und dem Manual Resolver des OBI zugeführt, der sie weiter um den Betrag des Radiales dreht und sie auf dem Man. VOR Comparator zum Vergleich mit einer 400 Hz-Spannung gleicher Phasenlage wie der am Presel. Course Resolver Eingang zufführt.

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
VHF-Nav.-Verfahren und Anlagen
VHF-Navigations-Anlagen

Kap.: 34-11 Dat.: 2.63
Blatt: 78 von:
Bearbeiter: buh
Neuherausgabe:



Der RMI enthält ein indirekt nachlaufendes Autosynsystem, das ein Kompaßsignal erhält und über einen 2-phasen-Motor eine Kompaßskala einstellt. Der Verstärker ist Bestandteil der Navigations-Unit.

Mit dem genannten System ist ein Synchrogeber verbunden, welcher die Kompaßinformation zu einem Differentialsynchro des OBI leitet, dessen Rotor auf den Wert des Standard-Radials eingestellt ist. Sein Ausgangssignal nun entspricht der Differenz zwischen geflogenem Kompaß-Kurs und Standort Radial. Es gelangt zurück zum RMI und stellt über das Zeigersynchro den schmalen Zeiger bei Anlage Nr. 1 (Capt.) bzw. den breiten Zeiger bei Anlage Nr. 2 (Copilot) ein.

Am RMI sind folgende Angaben ablesbar:

Skala gegen Gehäusemarke:	geflogener Kurs
Zeiger " " :	Richtung zur Bodenstation
Zeiger gegen Skala :	Standortradial

Die Zeigersynchros Anlage Nr. 1 bei den RMI-VOR bei Capt., Copilot, Navig. sind parallelgeschaltet, desgleichen die für Anlage Nr. 2. Die für das Kompaßskalensystem erforderlichen Servoverstärker bei Capt. und Copilot sind in der NVA enthalten, für den Navigator RMI sitzt er getrennt, und zwar an der Rückseite des Lower 41 Compartment, in Flugrichtung rechts von der Tür zum Frachtraum.

f) Zur Zeit nicht eingebaut ist der sog. VOR-Check

Dies ist eine Bodentestmöglichkeit für die VOR-Anzeigen. Durch Drücken des Testschalters wird die Ref. \emptyset ab- und statt dessen die Variable \emptyset auf den Resolver gegeben.

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
VHF-Nav.-Verfahren und Anlagen
Glide-Slope-Anlage

Kap.: 34-11 Dat.: 2.63
Blatt: 79 von:
Bearbeiter: buh
Neuherausgabe:

Dadurch wird simuliert, daß eine Phasenverschiebung von 180° erfolgt (bedingt durch den Check-Verstärker).

Der OBI und der Pointer der RMI müssen nun den Null-Grad Radial anzeigen, desgleichen muß der Leitstrahlzeiger des CDI auf Mittelstellung gehen, wenn am Preset Course Knopf 000 Grad eingestellt sind.

11.3 Glide-Slope-Anlagen

Zur Aufnahme der Gleitweg-Leitstrahl-Signale beim ILS-System wird außer dem RA-21 mit Nav.Unit NVA-21 eine Glide-Slope-Empfangsanlage verwendet. Wieder sind für Cpt. und Copilot 2 getrennte Empfänger installiert. Diese Empfänger 51 V 3 arbeiten im Frequenzbereich 329.3 bis 335 Mhz. Auf einen Überlagerungsempfänger folgt eine 90/150 Hz-Filteranordnung mit Amplituden-Vergleicher (genau wie bei der NVA 21 im LOC-Betrieb). Die Gleichstromsignale des Vergl. Ausgangs gelangen dann zum waagerechten Zeiger im CDI und zur GS-Flagge.

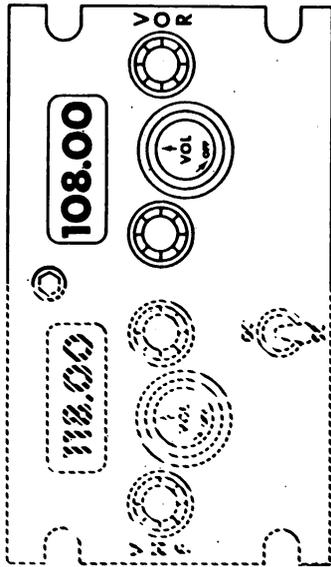
Zur Bedienungsvereinfachung sind die Glide-Slope-Empfänger derart mit den Bediengeräten der zugehörigen VHF-Nav.Empfänger gekoppelt, daß sich

bei Wahl einer LOC-Frequenz

- 1) automatisch der GS-Empfänger auf einen zugehörigen GS-Frequenz-Kanal abstimmt (siehe Tabelle der LOC und GS-Frequenzen,
- 2) der Empfänger in Funktion setzt, d.h. die mit verringerter Leistung vorgeheizten Röhren erhalten volle Heizspannung und die Anodenspannung wird eingeschaltet.

Vom zulässigen Navigations Empfänger kommen hierzu + 27,5 V zum Einschaltrel. im GS-Empfänger.

Die für beide GS-Empfänger gemeinsame Antenne befindet sich in Radom über der Wetterradarantenne.



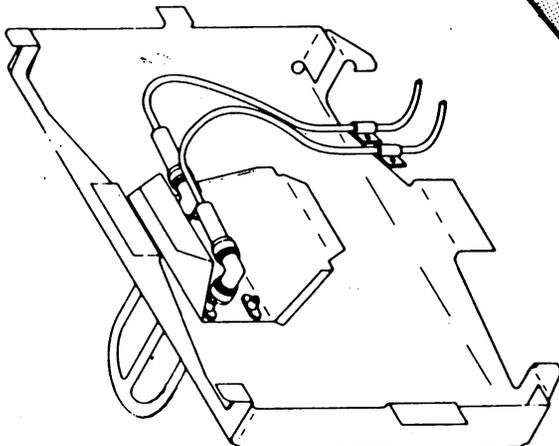
CONTROL PANEL

P 5 RADIO AND 28V DC T-R BUSES
(CIRCUIT BREAKERS LOCATED ON
ESSENTIAL RADIO BUS AND RADIO
BUS NO. 2)

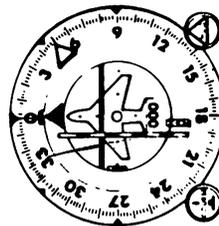
PEDESTAL

RH RADIO RACK
GS RCVRs
R J-5 (REF)

VOR/GS
POWER
RELAYS
(LOCATED
IN LHRJ-2)



GLIDE SLOPE ANTENNA



FLIGHT PATH INDICATOR

GLIDE SLOPE SYSTEM DIAGRAM

Localizer- und Glide-Slope-Frequenz gehören stets paarweise zusammen entsprechend folgender Tabelle:

Loc	GS	Loc	GS
Mhz	Mhz	Mhz	Mhz
108,1	334,7	110,1	334,4
108,3	334,1	110,3	335,0
108,5	329,9	110,5	329,6
108,7	330,5	110,7	330,2
108,9	329,3	110,9	330,8
109,1	331,4	111,1	331,7
109,3	332,0	111,3	332,3
109,5	332,6	111,5	332,9
109,7	333,2	111,7	335,5
109,9	333,8	111,9	331,1

11.4 Marker-Anlage

Zum Empfang der Markierungsfunkfeuer Outer Marker und Middle Marker des ILS-Systems sowie des Airwaymarkers dient der Marker Beacon Receiver MKA-7A (einer je Flugzeug). Er ist fest abgestimmt auf 75 MHz. Die Funkfeuer unterscheiden sich durch die Modulation:

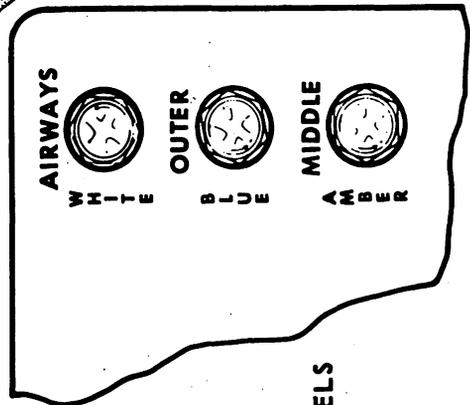
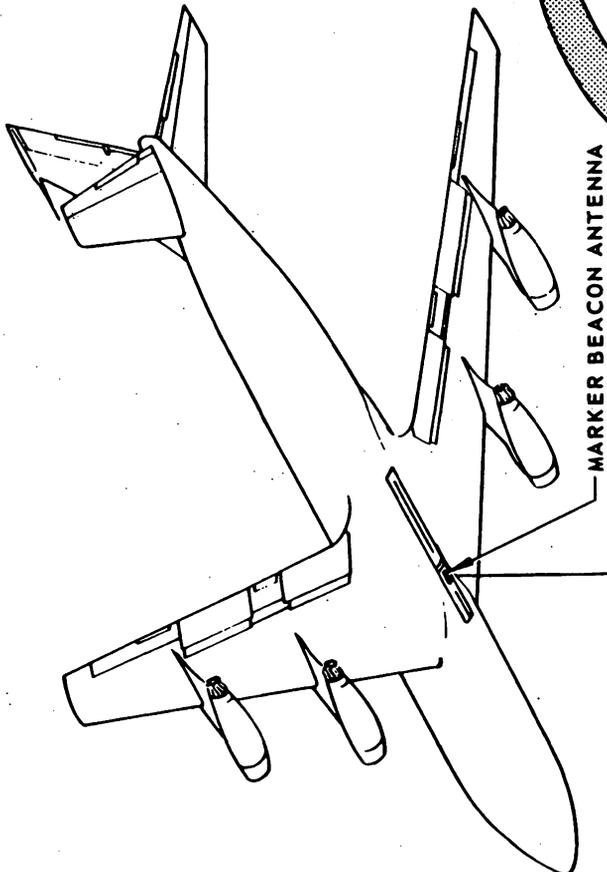
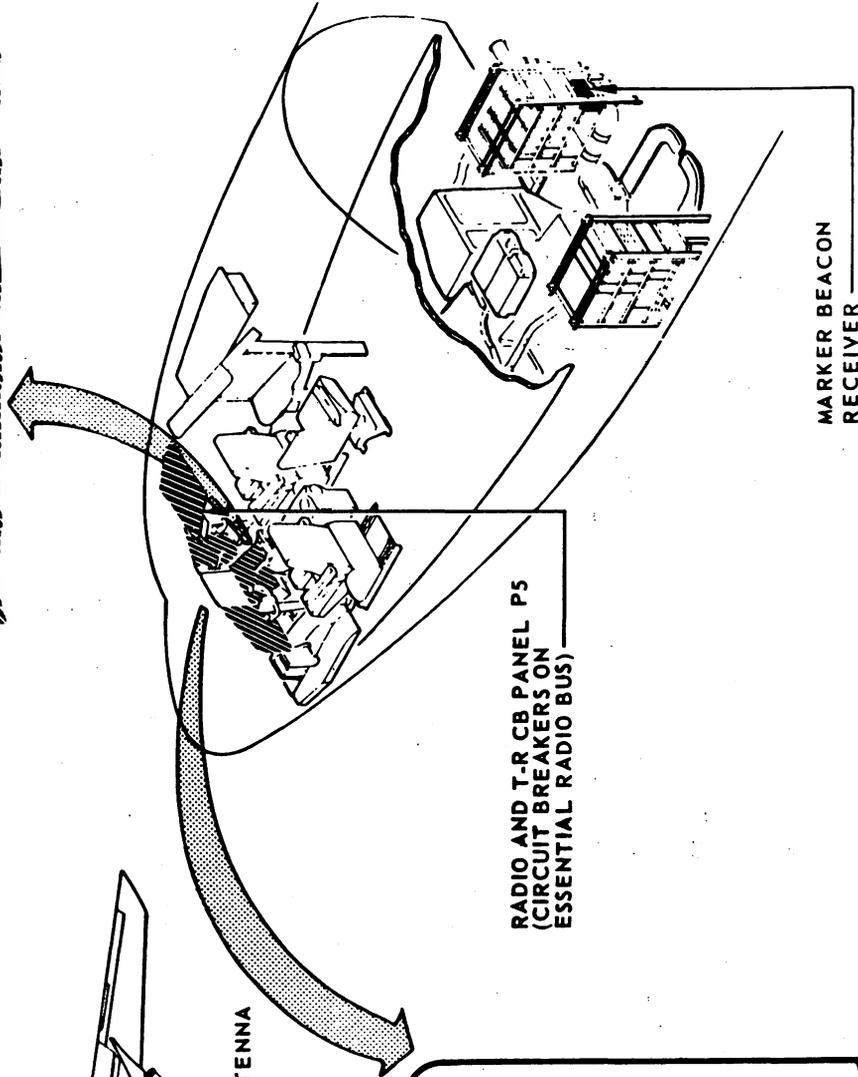
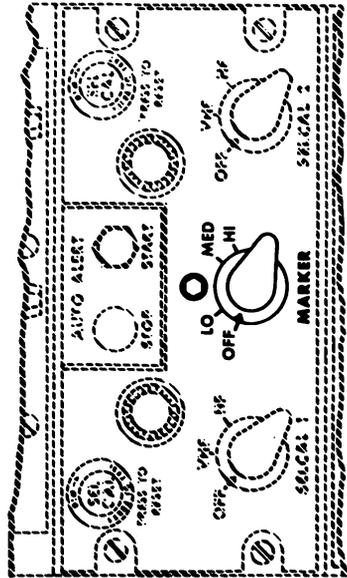
Outer Marker	400 Hz --	(blaue Lampe)
Middle Marker	1 300 Hz .-	(braune Lampe)
Airway Marker	3 000 Hz	(weiße Lampe)

Das im Empfänger entstehende NF-Signal steuert unmittelbar die Anzeigelampen am Instrumentenbrett, indem die Mod-Frequenzen ausgesiebt und der zugehörigen Lampe zugeführt werden. Sie leuchten bei Überfliegen des Bodensenders im Rythmus der Kennung auf.

Beim Auswechseln der Marker-Glühbirnen muß die richtige Type wieder eingebaut werden, weil sonst die Anpassung nicht mehr stimmt !

Am Bediengerät der Deckenschalttafel findet sich der Einschalter mit 3 Empfindlichkeitsstufen für den Empfänger

LO	-	niedrige Empfindlichkeit (geringe Flughöhe)
MED	-	mittlere Empfindlichkeit
HI	-	hohe Empfindlichkeit (große Flughöhe)



MARKER BEACON SYSTEM

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720

ADF-Anlagen

ADF-Empfänger

Kap.: 34-12 Dat.: 2.63

Blatt: 83 von:

Bearbeiter: buh

Neuherausgabe:

12 ADF-Anlagen DFA-70ADF systems

In jedem Flugzeug sind zwei gleiche, voneinander unabhängige ADF-Anlagen installiert.

ADF bedeutet Automatic Direction Finder, d.h. Automatische Peilanlage.

Jede Anlage besteht aus

Empfänger

Bediengerät

Rahmen- (Loop-) Antenne

Seitenbestimmungs- (Sense-) Antenne

Anpassungsgerät Sense-Antenna Coupler

Anzeigegerät Radio Magnetic Indicator RMI

12.1 Empfänger

Der Empfänger arbeitet im Frequenzbereich 90 bis 1750 Khz und hat 6 Bereiche.

Seine Betriebsarten sind

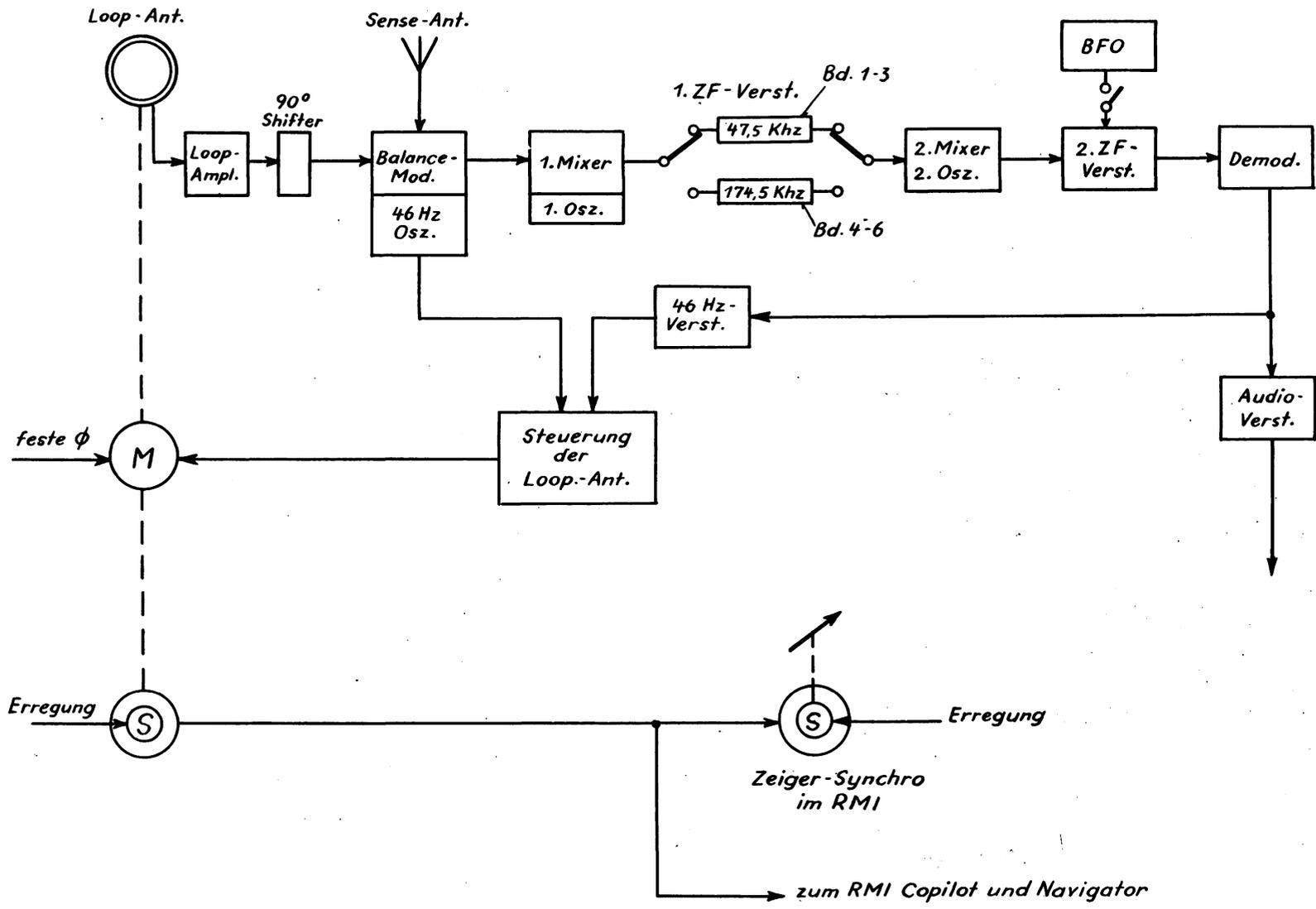
ADF automatische Peilung, d.h. die Rahmenantenne läuft selbsttätig in das eindeutige Minimum. Ihre Stellung, d.h. der Winkel zwischen Sender und Flugzeuglängsachse wird am RMI angezeigt (Loop- und Senseantenne sind in Betrieb).

LOOP Die Peilung erfolgt von Hand. Die Rahmenantenne wird mittels ihres Motors durch einen Schalter am Bediengerät in Bewegung gesetzt. Das Auffinden des Minimums erfolgt nach Gehör. Es gibt 2 um 180° verschiedene Minima (nur die Loop-Antenne ist in Betrieb).

ANT Der Empfänger arbeitet richtungsunabhängig (nur mit der Sense-Antenne).

Die Funktion des Empfängers entspricht der des MN 85 in den Kolbenmotorflugzeugen (siehe hierzu: Funk: Radioanlagen in den Flugzeugen der DLH).

Blatt 21 zeigt das Blockschaltbild und zwar in der Funktion ADF.



LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720

ADF-Anlage

ADF-Empfänger

Kap.: 34-12 Dat.: 2.63

Blatt: 85 von:

Bearbeiter: buh

Neuherausgabe:

Im Balance Modulator werden die Spannungen von Loop- und Sense-Antenne addiert und mit einer 46 Hz-Frequenz moduliert, daB die Phasenlage dieser Modulation (0° oder 180°) einer Angabe über die Richtung entspricht, in der die Loop gedreht werden muß, um das Minimum einzustellen. Der Empfangsteil arbeitet als Doppelsuperhet. Nach der Demodulation wird die 46 Hz-Modulation von den Audiosignalen abgezweigt, verstärkt und der Steuerung nach Phasenlage mit der 46 Osz. Frequenz verglichen. Ein Servoverstärker treibt den Loop-Motor, einen 2phasen Asynchronmotor in die entsprechende Drehrichtung bis das Minimum eingestellt ist.

Der Frequenzbereich von 90 \pm 1750 Khz ist in 6 Bänder aufgeteilt, und zwar

zulässige Einstelltoleranzen:

Band 1	90	-	100 Khz	\pm 1	Khz
2	100	-	200	\pm 1,25	
3	200	-	400	\pm 1,5	
4	400	-	800	\pm 3,0	
5	800	-	1 600	\pm 4,0	
6	1 600	-	1 750	\pm 6,0	

An der Frontseite des Empfängers ist in einem runden Ausschnitt das jeweils eingestellte Frequenzband ablesbar.

12.1.1 Die Empfängerabstimmung

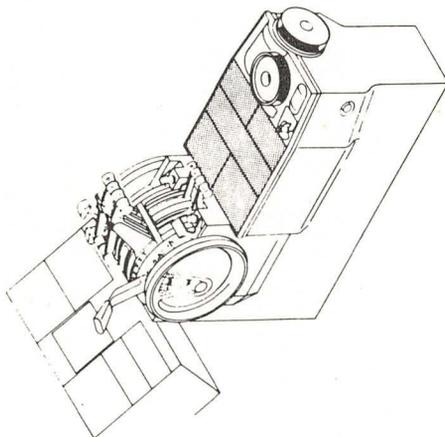
Das Bediengerät zeigt die gewählte Frequenz in einer Zahlenfolge an.

Drei Einstellknöpfe steuern die Hunderter- und die Zehner-Einheiten durch Stufenschalter, während die Einer stetig einstellbar sind durch ein Potentiometer.

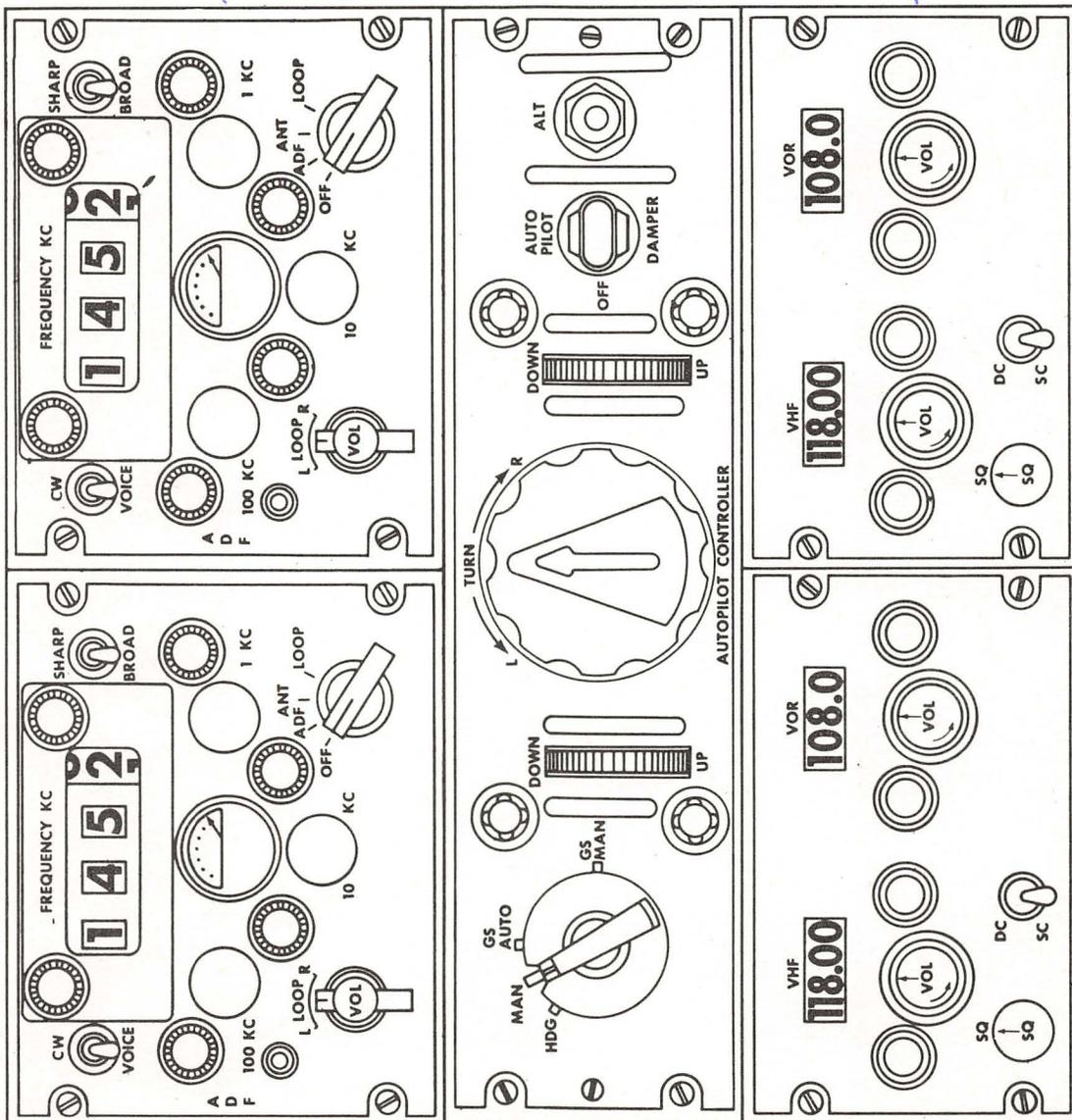
Die Abstimmung arbeitet nach folgendem Prinzip:

Eine Hälfte einer Brückenschaltung wird durch Widerstände und ein Potentiometer gebildet, die sich im Bediengerät befinden. Der andere Teil der Brücke liegt im Empfänger und ist durch ein Präzisionspotentiometer gebildet, dessen Schleifer mit den Abstimmorganen (Dechko, L-Antrieb) mechanisch verbunden ist. Ca. 30 V AC speisen die Brücke. Ihre Fehlerspannung (wenn sie nicht in Balance ist) steuert über einen Verstärker einen 2phasen-Servomotor, der Abstimmung und Potentiometer nachführt.

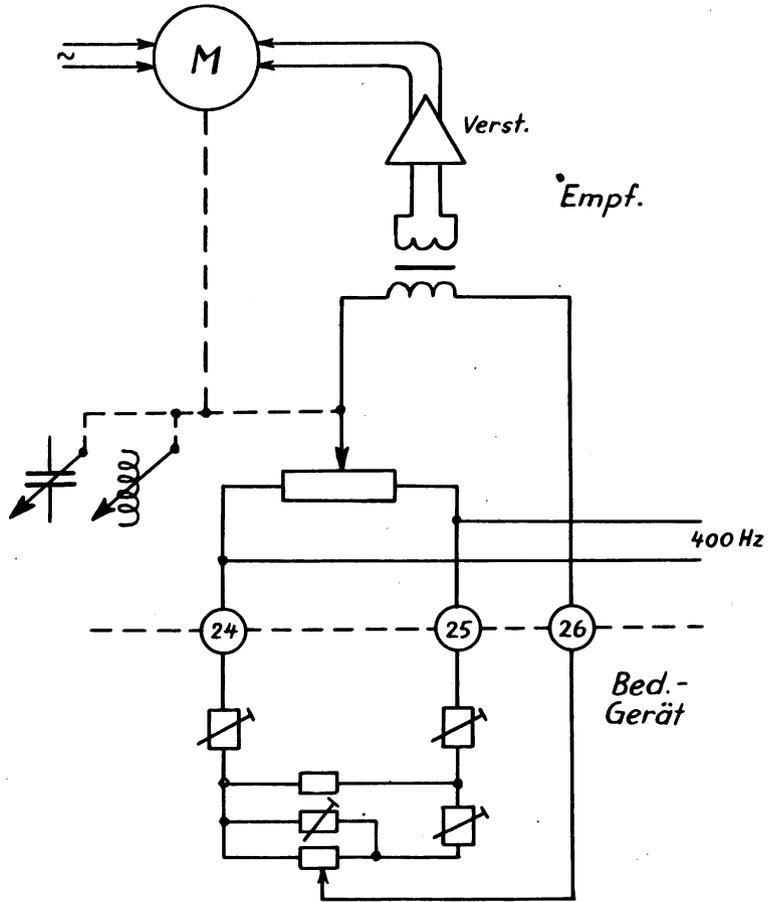
ADF-Panel



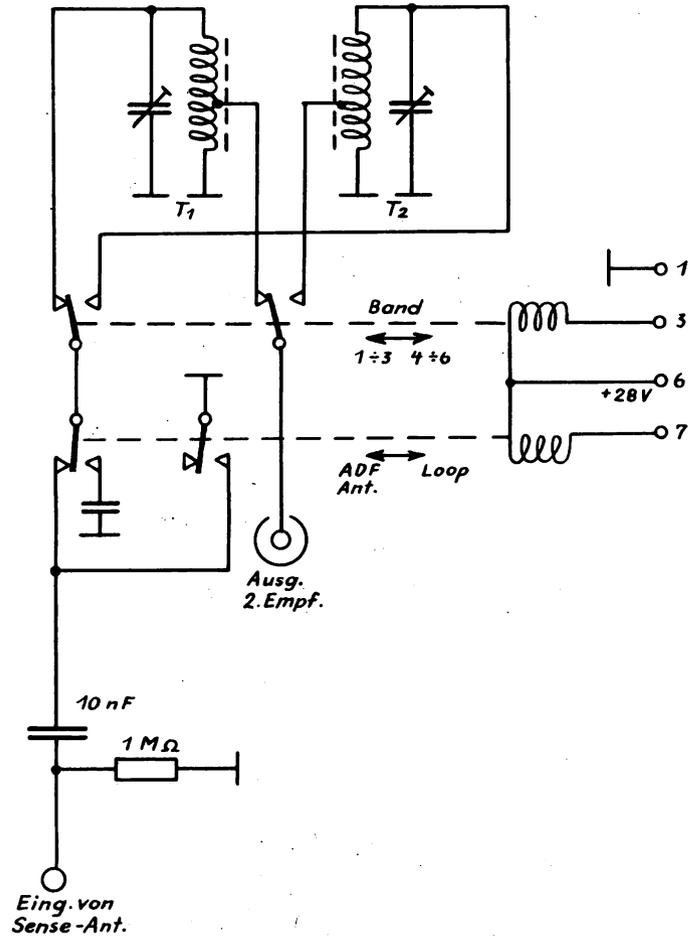
VHF-VOR Panel



AFT ELECTRONIC CONTROL PANEL.



Prinzip der Abstimmung des
DFA-70-Empfängers



Antenna - Coupler

NUR ZUR SCHULUNG

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
ADF-Anlagen
Abstimmung u. Ant. Coupler

Kap.: 34-12 Dat.: 6.63
Blatt: 87 von:
Bearbeiter: bu
Neuherausgabe:

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720

ADF-Anlagen

ADF-Antennen

Kap.: 34-12 Dat.: 2.63

Blatt: 88 von:

Bearbeiter: buh

Neuherausgabe:

Mit den beiden Stufenschaltern und dem Potentiometer im Bediengerät wird also ein Brückenverhältnis gebildet, das der gewählten Frequenz entspricht, der Empfänger "läuft hinterher". Der Übergang von einem Frequenzband in das nächste erfolgt automatisch.

Ein Anzeigegerät erleichtert das genaue Einstellen der gewünschten Bodenstation. Maximaler Zeigerausschlag gibt die optimale Frequenzeinstellung an (Tuning meter). Der Schalter Sharp-Broad schließlich gestattet die Trennschärfe in 2 Stufen einzustellen.

12.2 Die Antennen

12.2.1 Rahmen-Antenne

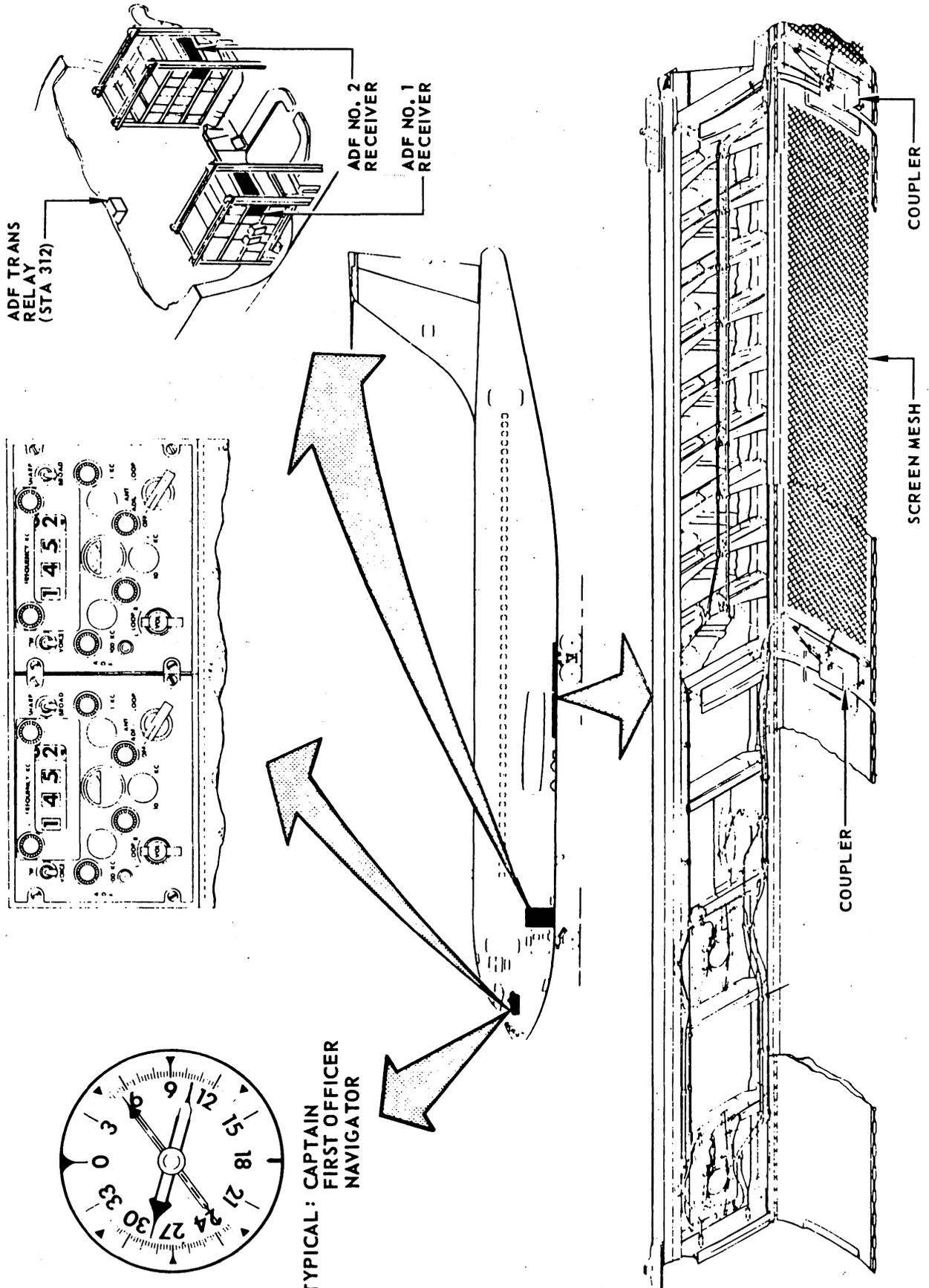
Die Rahmen-Antenne (loop) ist sehr flach gebaut und entsprechend Blatt 90 im Rumpf montiert

Ein Kreuz aus Ferrit-Stäben konzentriert das magnetische Feld des Senders in der kleinen drehbaren Spule (und ergibt damit die gleiche Wirkung wie eine viel größere offene Spule).

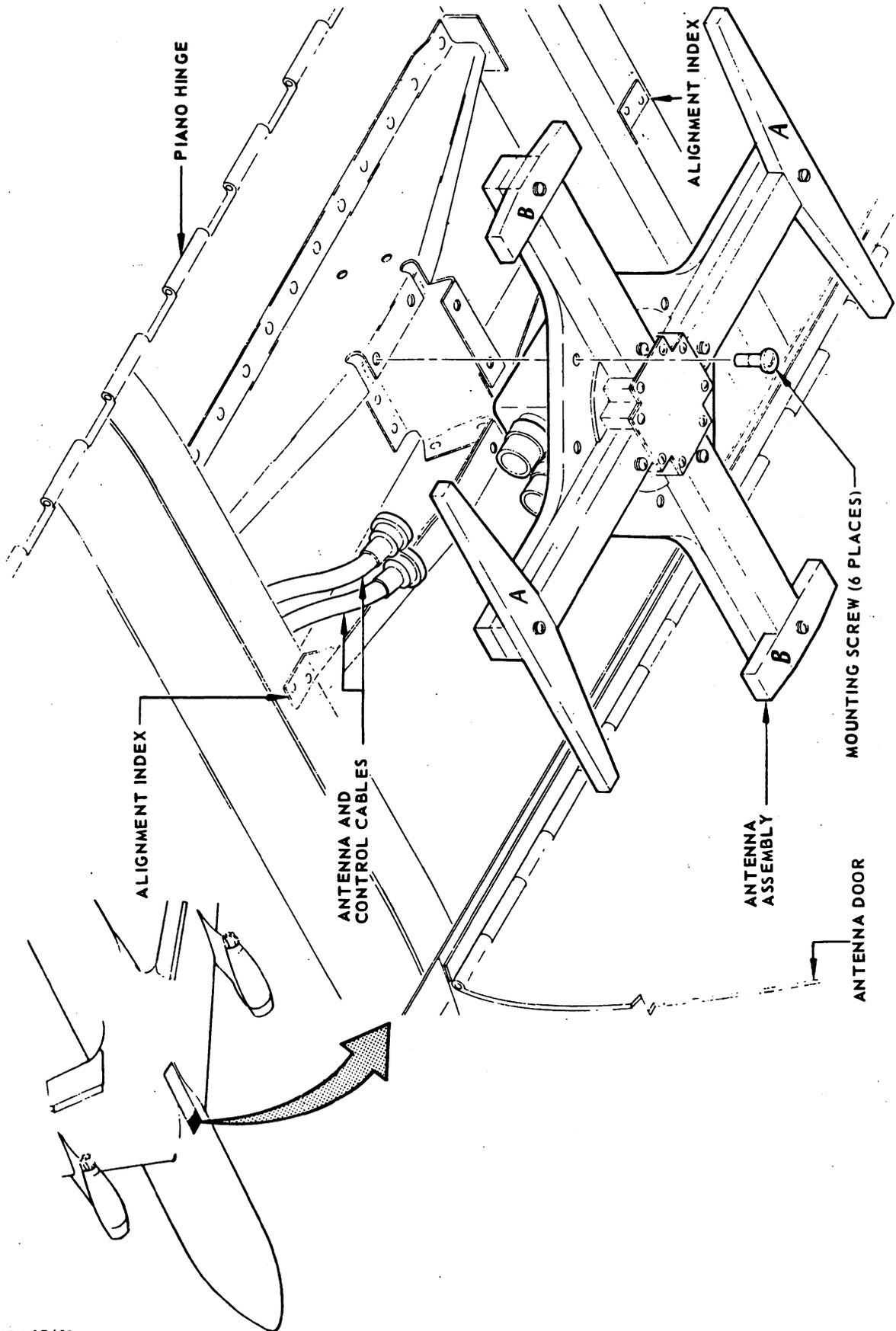
Die Stabenden tragen Querbalken, ebenfalls aus Ferrit, welche in ihrer Länge abgestimmt sind. Durch sie wird der Funkbeschickungsfehler kompensiert. Die Stäbe A Blatt 90 sind bei allen Einbauorten und Flugzeugtypen die gleichen. Die B-Stäbe jedoch sind bei 707 und 720 unterschiedlich, auch Ant. Nr. 1 und Ant. Nr. 2 haben verschiedene Stäbe, so daß für 707-430 und 720-030 insgesamt vier verschiedene Stabanordnungen gebraucht werden !

Beim Antennen-Wechsel empfiehlt es sich daher, die B-Stäbe von der ausgebauten Antenne zu übernehmen.

Die Ferrit-Stäbe sind sehr empfindlich gegen mechanische Stoßbeanspruchung. Entstehende feine Haarrisse sind mit bloßem Auge nicht erkennbar, führen aber u.U. zu groben Peil- und Anzeigefehlern ! Loop-Antennen sind daher sehr vorsichtig zu behandeln.



ADF SYSTEM DIAGRAM



ADF LOOP ANTENNA INSTALLATION

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720

ADF-Anlagen

ADF-Antennen

Kap.: 34-12 Dat.: 6.63

Blatt: 91 von:

Bearbeiter: bus

Neuherausgabe:

12.2.2 Sense-Antenne

Auch die Sense-Antenne ist in dem Flugzeug-Rumpf versenkt eingebaut. Sie arbeitet richtungsunempfindlich. Ein Maschennetz in Form eines schmalen Streifens ist in eine Fiberglasplatte eingelassen. Äußerlich sichtbar ist nur die Anschluß-Klemmschraube.

12.2.3 Sense-Antennen-Coupler

Zur Anpassung des Sense-Antennen- (HF) Widerstandes an das zum Empfänger führende Koaxkabel dient der Coupler. Er enthält 2 HF-Trafos mit RC-Gliedern, deren eine im Frequenzband 1-3, der andere im Band 4-6 benutzt wird. Die Umschaltung erfolgt durch Relais, vom Empfänger gesteuert.

12.3 Anzeige RMI

Zur Anzeige der Peilung dient der RMI (Gleiche Type wie bei VOR).

Seine Komp.-Skala wird durch ein indirekt nachlaufendes Autosynsystem eingestellt. Der zugehörige Verstärker befindet sich an der Trennwand Lower 41-Comp. zum vorderen Frachtraum rechts.

Ein Synchro an der Loop-Antenne überträgt deren Stellung auf das Pointersynchro. Zur Anlage Nr.1 gehört der schmale Zeiger (rot), zur Anlage Nr.2 der breite (grün). Die Pointersynchros der 3 ADF-RMI Capt., Copil. und Nav. sind elektrisch parallel geschaltet.

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Loran-Prinzip u. Anlage
Prinzip des Verfahrens

Kap.: 34-13 Dat.: 2.63
Blatt: 92 von:
Bearbeiter: buh
Neuherausgabe:

13 Loran-Anlage

Loran system

Allgemeines

Zur Langstrecken-Navigation, vor allem im Nordatlantik-Bereich, wird das sog. Loran-System benutzt. Die Reichweite beträgt bis zu max. 1500 Meilen.

Das Prinzip des Verfahrens ist auf den folgenden Seiten beschrieben.

Zur Bordausrüstung gehören:

- Loranantenne (in der Seitenleitwerksflosse)
- EDO-Loranempfänger (im linken Radiogestell)
- Sichtgerät) (am Navigatorplatz)
- Bediengerät)

Gegenüber dem APN-9 Gerät der Lockheed-Flugzeuge ist die Bedienung vereinfacht und die Ergebnisse werden schneller ermittelt.

In den Flugzeugen 707-430 befindet sich eine Verriegelung der Loran-antenne bei Betrieb des HF-Nr.-Senders. Siehe hierzu HF-Interlock-Diagramm (Blatt 48 bis 50).

13.1 Prinzip des Verfahrens

Zwei Bodenstationen im Abstand von einigen hundert km sollen, wie wir zunächst annehmen wollen, gleichzeitig Impulse aussenden. Als Beispiel sollen die Sender 600 km voneinander entfernt sein und die ausgesendeten Impulse zeitliche Abstände von 30 m sec. haben, d.h. die Impulsefolgefrequenz betrage $1/0,03 \text{ sec} = 33 \frac{1}{3} \text{ Hz}$.

Ein Flugzeug als Empfangsort möge sich genau zwischen beiden Stationen befinden. Der eine Sender wird als Master (Hauptsender), der andere als Slave (Hilfssender) bezeichnet.

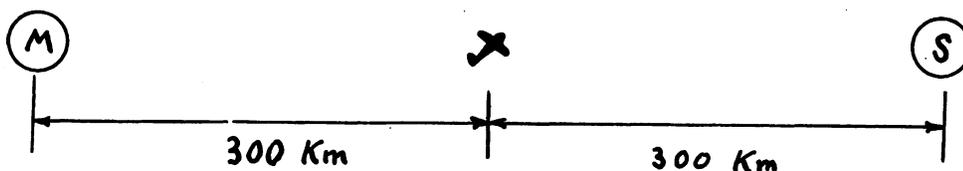
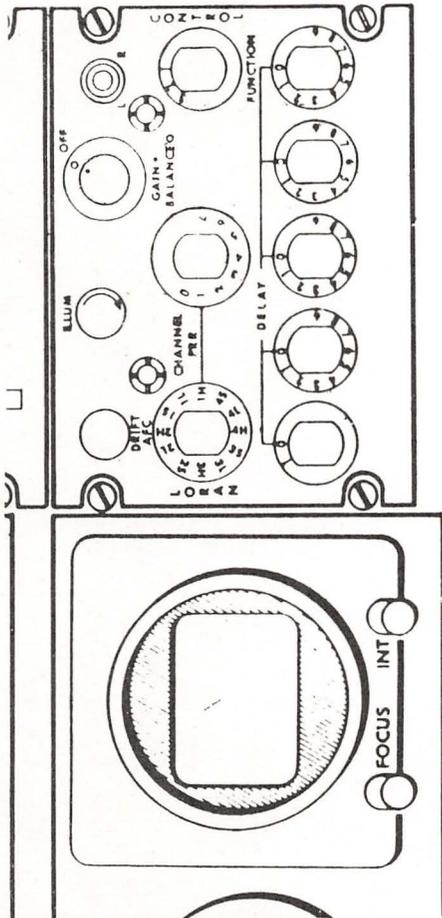
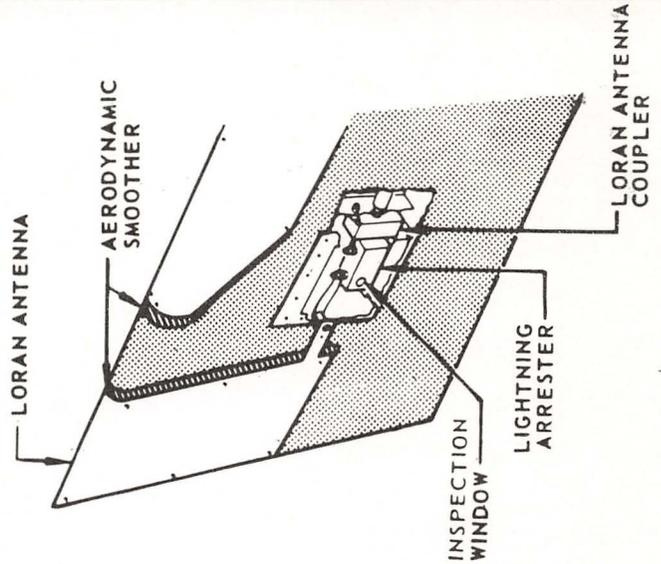
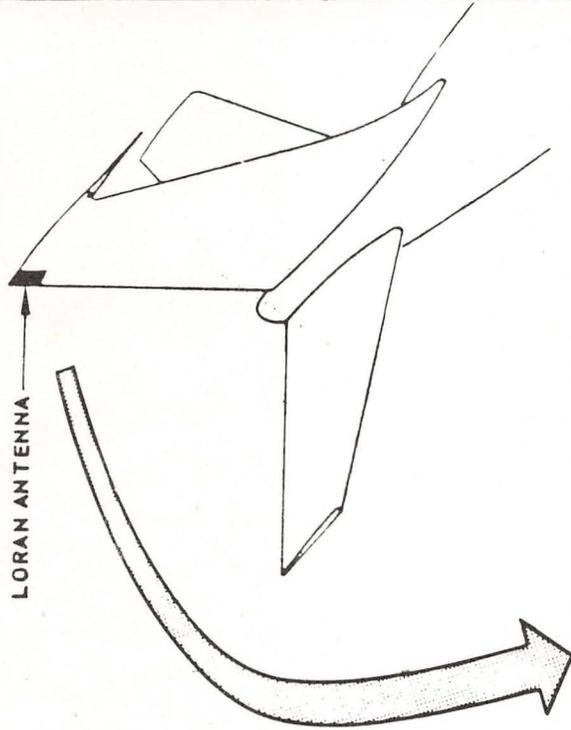
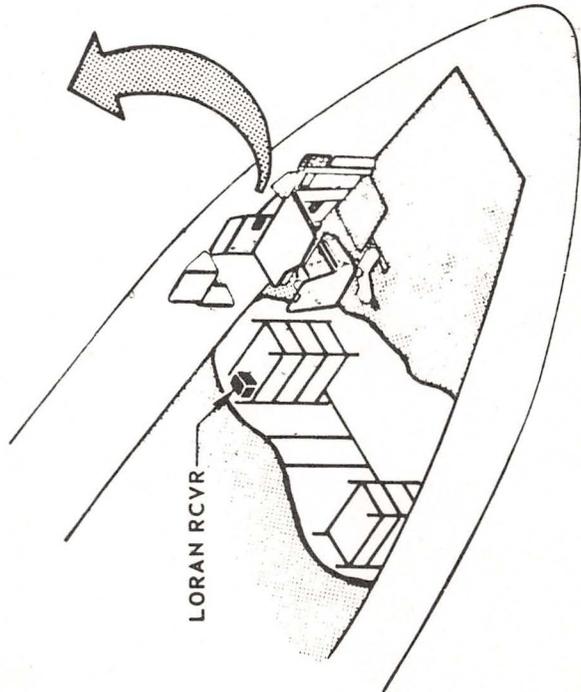


Abb.1



INDICATOR AND CONTROL PANEL



LORAN NAVIGATION SYSTEM LOCATION

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Loran-Prinzip u. Anlage
Loran-Prinzip

Kap.: 34-13 Dat.: 2.63
Blatt: 94 von:
Bearbeiter: buh
Neuherausgabe:

Der Masterimpuls trifft nach Durchlaufen der 300 km Entfernung nach einer Laufzeit

$$T_L = \frac{s}{c} = \frac{300 \text{ km} \cdot \text{sec}}{300\,000 \text{ km}} = 1 \text{ ms} = 1000 \text{ us}$$

im Empfangsort ein, desgleichen der Slave-Impuls. Beide Impulse erscheinen im Empfangsort gleichzeitig. Die Differenz der Laufzeiten ist Null.

Nun soll das Flugzeug vom Master 150 km und vom Slave 450 km entfernt sein

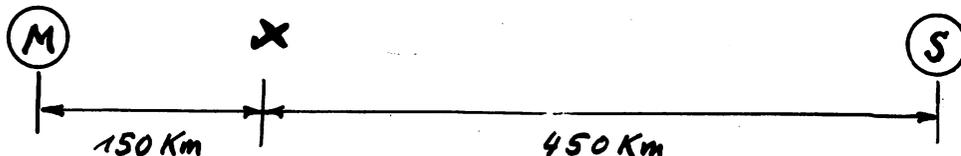
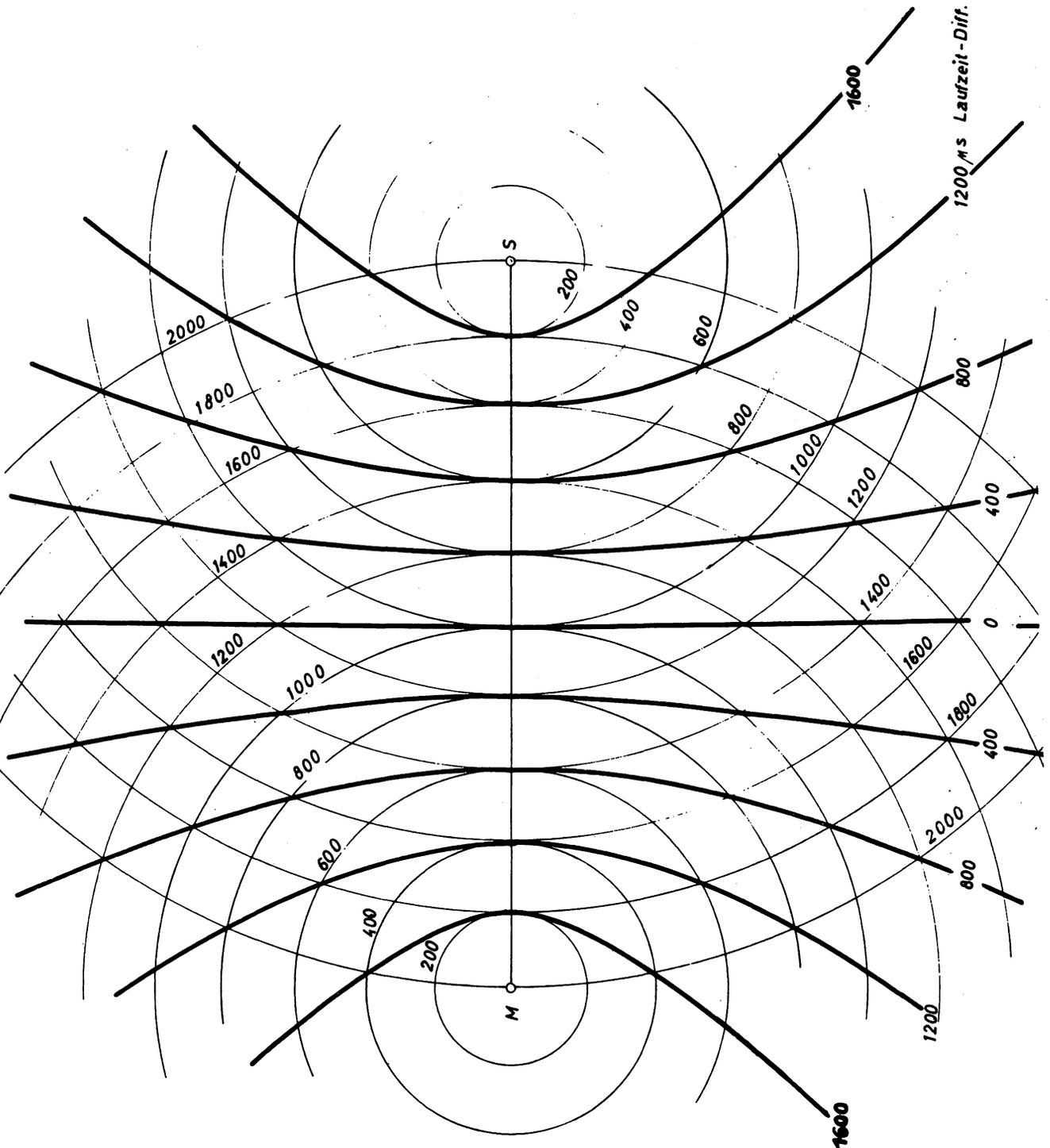


Abb. 2

Die Laufzeit Master-Empfänger ME ist 500 μ s
Die Laufzeit Slave Empfänger SE ist 1500 μ s
Die Laufzeitdifferenz somit 1500 - 500 = 1000 μ s

Andere Empfangsorte, aber mit gleichen Differenzen der Entfernungen und Laufzeiten, liegen auf Hyperbeln, denn:

Eine Hyperbel ist eine Kurve, die Orte verbindet, deren Differenz der Abstände von 2 gegebenen Festpunkten einen konstanten Wert besitzt.



LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Loran-Prinzip u. Anlage
Prinzip des Verfahrens

Kap.: 34-13 Dat.: 6.63
Blatt: 96 von:
Bearbeiter: bus
Neuherausgabe:

Aufgabe des Loranempfängers an Bord ist es, die Impulse der Bodenstationen aufzunehmen und auszuwerten, d.h. die Laufzeitdifferenzen einer Messung zugänglich zu machen. Man erhält eine sogen. Standlinie, d.h. eine Hyperbel, auf der der Flugzeugstandort liegt. Eine 2. Messung mit einem anderen Stationspaar liefert eine weitere Hyperbel. Der Schnittpunkt beider ist dann der Standort.

Zu jeder Empfangsanlage gehört eine spezielle Lorankarte, in welche die Stationen, ihre Hyperbeln und zugehörigen Laufzeiten eingetragen sind.

Mit der vereinfachten Annahme, daß Master und Slave ihre Impulse gleichzeitig ausstrahlen, ist eine Navigation noch nicht einwandfrei durchführbar, denn wie die Abb. 3 zeigt, liegen rechts und links symmetrisch zur Kurve der Laufzeitdifferenz Null (der Mittelsenkrechten) Hyperbeln, denen gleiche Werte zugeordnet sind. Damit ist das ganze System doppeldeutig.

Dies läßt sich beseitigen, wenn man Master und Slave zeitlich nacheinander Impulse senden läßt.

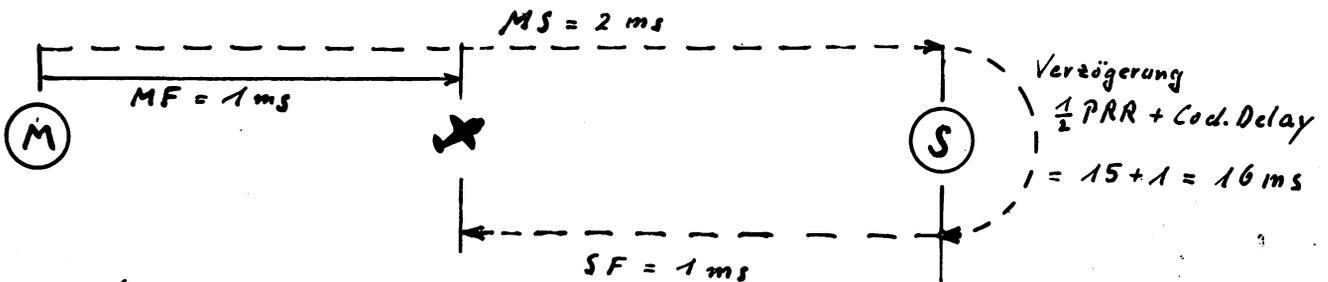
Der Impulsabstand - in unserem Beispiel war er zu 30 m s angenommen - wird als die sogenannte Pulse Repetition Rate PRR bezeichnet. Man synchronisiert den Slave Sender durch den Master. Das Mastersignal läuft zum Slave, wird dort empfangen, um eine halbe PRR verzögert, also hier 15 m s und noch weiterhin um 1 m s, das sog. Coding Delay. Diese letztgenannte Verzögerung stammt noch aus der Zeit des Krieges, wo zur Verschlüsselung das Zeitintervall häufig gewechselt wurde. Jetzt ist es konstant.

In der Abb. "Loran Impulsfolge" ist das Schema der Aussendung dargestellt.

Bezeichnen wir den Zeitpunkt der Aussendung des Masterimpulses als Zeit 0, so benötigt der Impuls für die 600 km Entfernung 2 m s. Im Slave erfolgt eine Verzögerung $1/2$ PRR und Cod. Delay = 15 + 1 ms.

Die Folge hiervon ist eine Verschiebung aller Hyperbeln.
Als Beispiel möge sich ein Flugzeug genau zwischen beiden
Stationen befinden. Die Laufzeit-Verhältnisse sind in der
Abb. 5 dargestellt.

Der Abstand, mit dem die beiden Impulse beim Flugzeug ein-
treffen, ist jetzt:

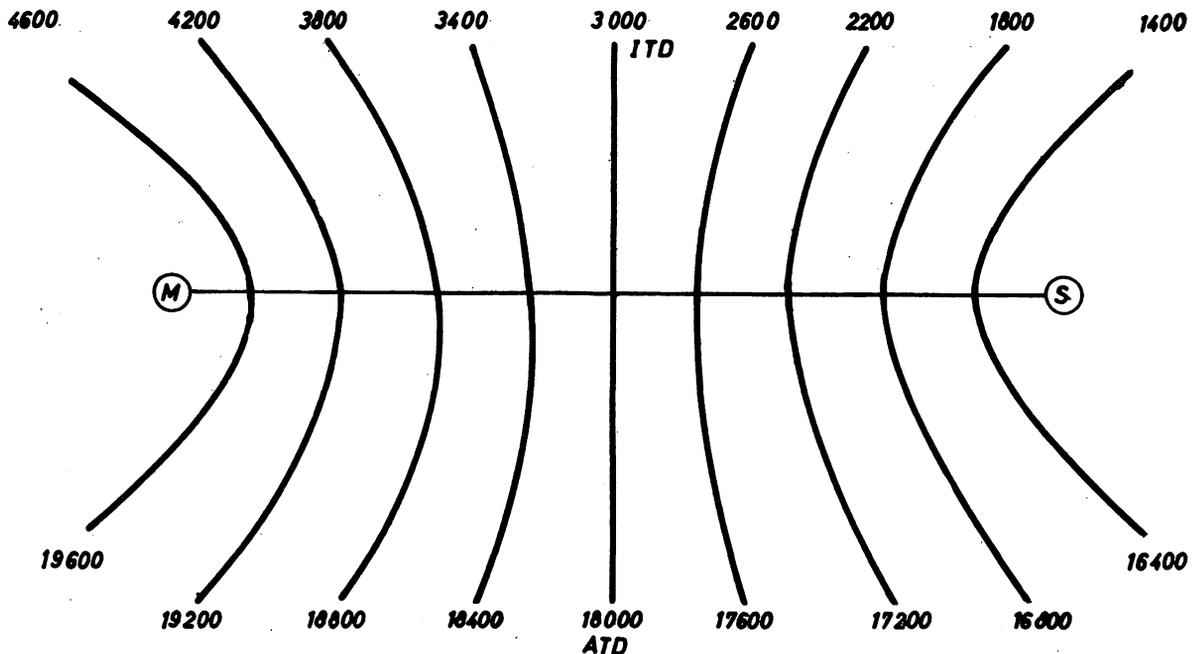


$$(MS + \frac{1}{2} PRR + \text{Cod. Del.} + SF) - MF =$$

$$(2 + 15 + 1 + 1) - 1 =$$

$$19 - 1 = 18\text{ ms ATD}$$

Der Standlinie, die in der Abb. 3 einer Laufzeitdifferenz von
Null entsprach, gehört nun ein Wert von 18 m s zu. Weiter nach
rechts liegende Hyperbeln haben kleinere, nach links liegende
größere Werte (Abb. 4).



LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Loran-Prinzip u. Anlage
Prinzip des Verfahrens

Kap.: 34-13 Dat.: 6.63
Blatt: 98 von:
Bearbeiter: bus
Neuherausgabe:

In den Karten sind nun nicht diese absoluten Laufzeitdifferenzen (absolute time difference ATD) eingetragen, sondern Werte, die um die halbe PRR vermindert sind. (ITD Zahlen in der Abb. 4.)

Diese Zeiten nämlich zeigt der Empfänger an; man bezeichnet sie daher als "Indicated time difference" ITD.

$$ITD = ATD - \frac{1}{2} PRR$$

Das Zeitschema des Empfanges ist auch in der Abb. Loran-Impulsfolge dargestellt.

LORAN-Frequenzen und Impulsfolgen

Für Loran stehen 4 Frequenzen zur Verfügung:

Kanal 1	1950 Khz
Kanal 2	1850 Khz
Kanal 3	1900 Khz
Kanal 4	1750 Khz

Auf einer Frequenz können mehrere Loransysteme arbeiten, ohne sich zu stören, wenn sie unterschiedliche Impulsfolgefrequenzen verwenden. Es gibt zunächst drei Hauptgruppen:

Short	mit etwa 20	Hz
Low	mit etwa 25	Hz
High	mit etwa 33,3	Hz.

Jede dieser beiden Gruppen ist weiter unterteilt in 8 Untergruppen (Station Rate). Der Abstand zwischen zwei Impulsen wird als Pulse Repetition Rate (Impuls-Wiederholungs-Zeit) bezeichnet. Die folgende Tabelle gibt eine Aufstellung der möglichen Impulsfolgen.

Gruppe Short		Gruppe Low		Gruppe High	
Imp.-Abstand	Kennzeich.	Imp.-Abstand	Kennzeich.	Imp.-Abstand	Kennzeich.
m sec		m sec		m sec	
50	S 0	40	L 0	30	H 0
49,9	S 1	39,9	L 1	29,9	H 1
49,8	S 2	39,8	L 2	29,8	H 2
49,7	S 3	39,7	L 3	29,7	H 3
49,6	S 4	39,6	L 4	29,6	H 4
49,5	S 5	39,5	L 5	29,5	H 5
49,4	S 6	39,4	L 6	29,4	H 6
49,3	S 7	39,3	L 7	29,3	H 7

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Loran-Prinzip u. Anlage
Die Empfängerfunktion

Kap.: 34-13 Dat.: 2.63
Blatt: 99 von:
Bearbeiter: buh
Neuherausgabe:

Eine Loranstation ist eindeutig gekennzeichnet mit der Kanal- und der Impulsgruppenangabe, z. B.

1 L 4 oder 2 H 3 usw.

Die mögliche Zahl der Loranstationen ist somit 4 Kanäle mal 3 Hauptgruppen mal 8 Untergruppen = 96.

Die Impulsdauer beträgt ca. $40 \pm 50 \mu\text{s}$, die Senderimpulsleistung etwa 100 KW.

Als Reichweiten sind am Tage mit der Bodenwelle ca. 700 nautic miles zu überbrücken, nachts ist die Bodenwelle auf ca. 400 n m begrenzt, die Raumwelle reicht dann jedoch bis ca. 1400 n m. Während der Dämmerung ist die kritische Empfangszeit, da Raum- und Bodenwelle sich überlagern und die Auswertung erschweren. An den Grenzen der Reichweite ist die Genauigkeit bei Bodenwelle ca. 2 ± 3 n m, meist aber wesentlich besser.

13.2 Die Empfängerfunktion der EDO-Loran

Das Gerät ist sehr kompliziert aufgebaut, so daß hier nur ganz grob auf seine Wirkungsweise eingegangen werden kann. Der eigentliche Empfängerteil, der mittels der Kanalschalter am Bediengerät auf eine der 4 Loranfrequenzen eingestellt wird, nimmt die Impulse der Bodenstationen auf.

Weiter ist ein Kathodenstrahl-Oszillograph eingebaut, dessen Zeitablenkung mit der Impulsfolge frequenz- und phasenstarr erfolgen muß. Nur wenn dies der Fall ist, werden die Bilder auf den Bildschirm still stehen und die ITD kann ermittelt werden.

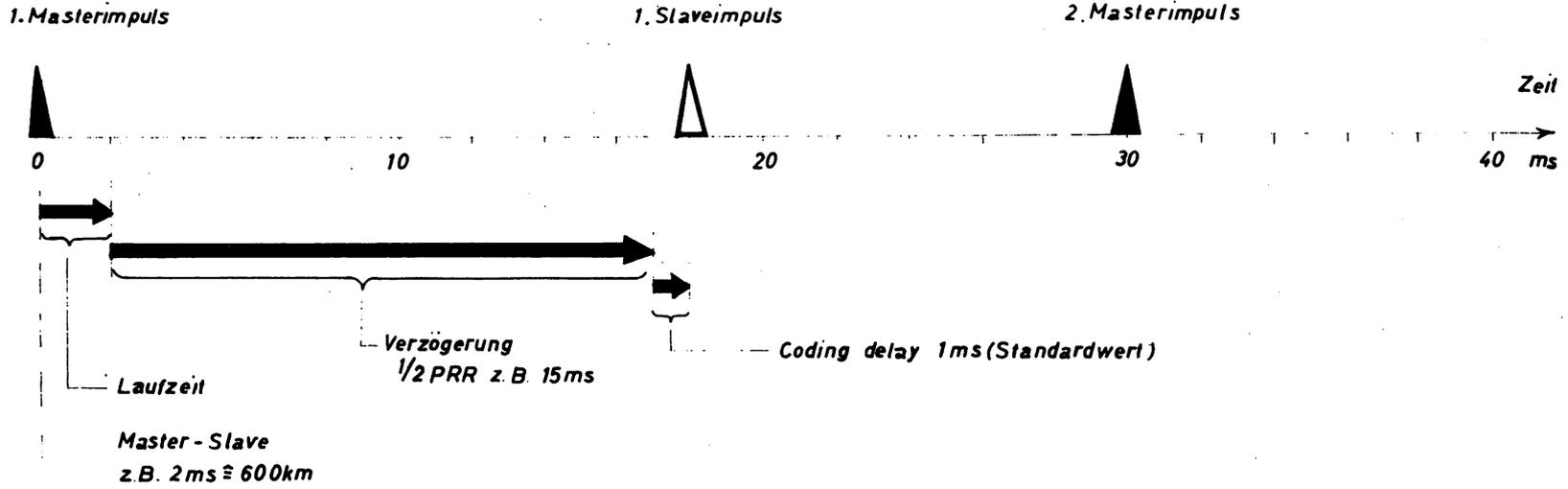
Die Bedienung des Empfängers führt in 3 Schritten zur Ermittlung des Meßergebnisses.

1. Schritt

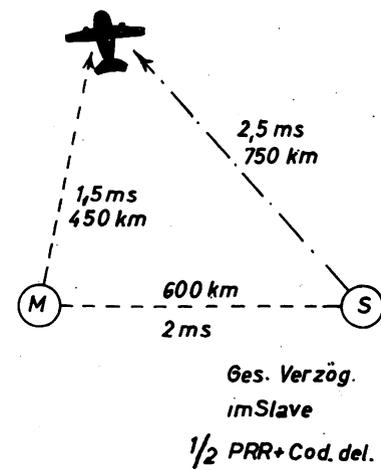
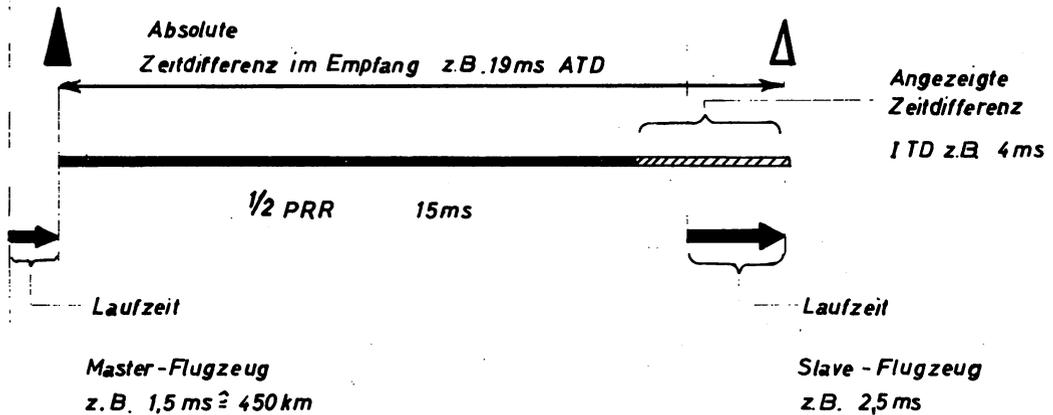
Am Bediengerät wird die Anlage eingeschaltet. Mit dem Kanalschalter wird sowohl der Kanal gewählt als auch die Impulsgruppe, S, L oder H eingestellt. Letzteres schaltet die Zeitablenkung für das Sichtgerät in den entsprechenden Bereich der Impulsfolgefrequenz. Ein weiterer Knopf dient zur Wahl der Station Rate 0 bis 7.

Auf dem Bildschirm erscheinen 2 Linien, jede ist $\frac{1}{2}$ Puls Repetiten-Rate lang. Ist genügende Verstärkung, GAIN, eingestellt, so werden die empfangenen Impulse auf dem Schirm sichtbar.

Aussendung



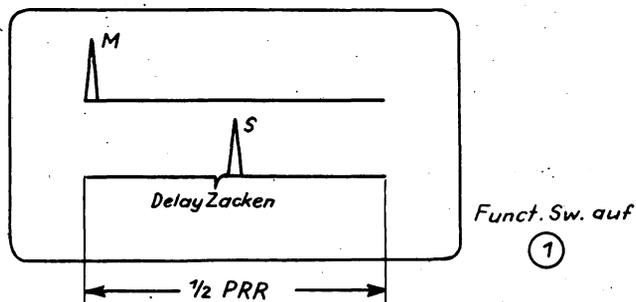
Empfang



Wenn sie langsam wandern, kann dies durch Verstellen des Driftknopfes beseitigt werden. Er beeinflusst als Feineinstellung die Ablenkfrequenz des Oszillographenteiles im Gerät (Einstellung auf Gleichheit mit der Impulsfolgefrequenz).

Ein Left-Right-Schalter gestattet, die Impulse auf ihren Grundlinien zu verschieben. Der Funktionsschalter steht dabei in Stellung 1.

Es wird folgendes Schirmbild eingestellt:



Am linken oberen Bildrand steht ein Impuls, desgl. einer auf der unteren Zeile. Entsprechend dem Schema der Impuls-Ausendung sind Master und Slave Impulse stets um mehr als $1/2$ PRR zeitlich verschoben, sie müssen also auf zwei verschiedenen Zeilen auf dem Bildschirm stehen !

Unten am Bediengerät befinden sich 5 Knöpfe, welche in dekadischer Abstufung den sog. Delay Zacken auf der unteren Bildzeile einzustellen gestatten. Er wird auf die Position gebracht, die in der obigen Abbildung dargestellt ist.

Dadurch wird eine Zeit gespeichert, nämlich der Zeitabstand vom Master zum Slave, die ATD.

Der Teil der unteren Zeile vom linken Bildrand zum Slave-Impuls und damit zum Delay Zacken ist dann $ATD - \frac{1}{2} PRR = ITD$, das gesuchte Meßergebnis.

Die bisherige Einstellung ist aber noch zu grob, deshalb wird im

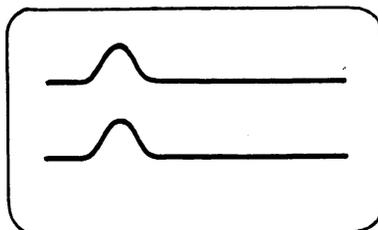
2. Schritt der Funktion Sw. auf 2 gestellt.

Auf dem Schirm erscheinen wieder 2 Linien, auf jeder ein Impuls. Diese beiden Impulse werden nun zunächst auf gleiche Höhe gebracht durch "Amplitude Balance", einen Knopf am Bediengerät. Durch Verstellen der Delay-Knöpfe bringt man nun beide Impulse untereinander.

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Loran-Prinzip u. Anlage
Die Empfängerfunktion

Kap.: 34-13 Dat.: 2.63
Blatt: 102 von:
Bearbeiter: buh
Neuherausgabe:



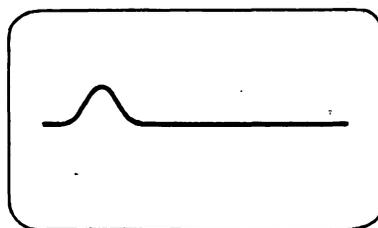
Funct. Sw. auf

②

Haben die Impulse die Tendenz wegzulaufen, kann die AFC (Automatic Frequency Control) durch Ziehen des Driftknopfes eingeschaltet werden. Die Zeitablenkung wird dadurch starr mit der vom Empfänger gelieferten Impulsfolgefrequenz synchronisiert

3. Schritt

Die EndEinstellung geschieht bei Function-Sw. Position 3. Die beiden Zeilen des vorigen Bildes fallen zusammen zu einer. Die Impulse werden nun möglichst genau zur Deckung gebracht durch Amplitude Balance und die Delay Knöpfe. Damit ist die Messung beendet. Das Ergebnis liest man an den Delay Knöpfen ab. Die oben stehenden Zahlen in ihrer Reihenfolge gelesen bedeuten Mikrosekunden ITD. Sie kennzeichnen die Hyperbel in der Lorankarte.



Funct. Sw. auf

③

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Radiohöhenmesser AVQ 9
Das Prinzip

Kap.: 34-14 Dat.: 2.63
Blatt: 103 von:
Bearbeiter: buh
Neuherausgabe:

14 Radio-Höhenmesser AVQ 9

Radio altimeter

Der Radiohöhenmesser dient zur Bestimmung der Flughöhe über Grund. Er arbeitet als Impulsradargerät.

Die Anlage besteht aus

Sender/Empfänger

Anzeige- und Bediengerät

je 2 Antennen-Gruppen für Senden und Empfang.

14.1 Das Prinzip

Der Impulshöhenmesser besteht aus Sender mit Dipolantennen, Empfänger mit Dipolantennen und Indicator. Die Antennengruppen sind auf der Unterseite des Rumpfes montiert.

Jede der Antennen ist eine halbe Wellenlänge lang. Die Energie wird hauptsächlich nach unten ausgestrahlt und von unten empfangen.

Der Sender strahlt HF-Impulse mit einer Wellenlänge von 68 cm (440 MHz) aus. Die Empfangsantenne nimmt diese Impulse direkt auf, außerdem die von Erdoberfläche reflektierten Impulse.

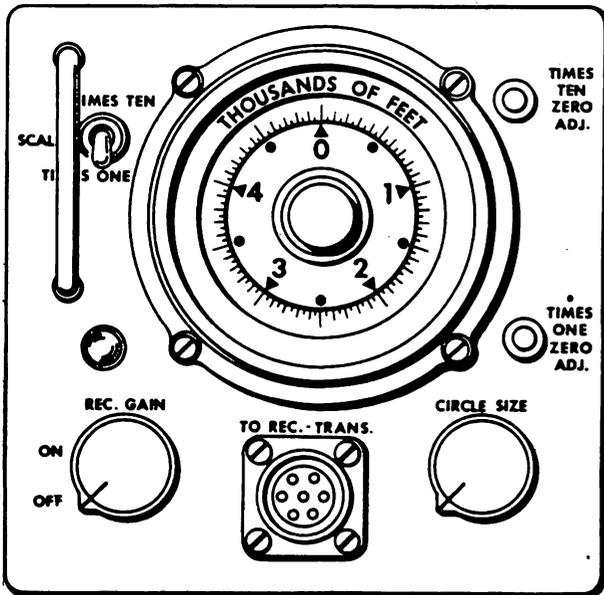
Die Zeitdifferenz zwischen dem Empfang der direkten und der reflektierten Impulse ist ein Maß für die Flughöhe über der Erdoberfläche. Der Indicator ist eine Kathodenstrahlröhre, auf der die direkten und reflektierten Impulse erscheinen. Die Zeitbasis ist keine gerade Linie, sondern ein Kreis. Dies hat den Zweck, auf einem Schirm von einem bestimmten Durchmesser eine möglichst große Skala zu haben. Bei einem Kreis hat man eine Skalenlänge, die praktisch die Länge des Kreisumfanges ist, also ca. 3 mal so groß wie der Durchmesser.

Die beiden Impulse erscheinen nun auf dem Kreis: Der direkte Impuls steht bei "NULL", der reflektierte Impuls gibt die Flughöhe an. Er wandert also mit zunehmender Flughöhe auf dem Kreisumfang im Sinne des Uhrzeigers. Auf einer entsprechenden Höhe angekommen, ist der Impuls soweit herumgewandert, daß er mit dem direkten Impuls zusammenfällt, so wie es bei Flughöhe "Null" der Fall ist.

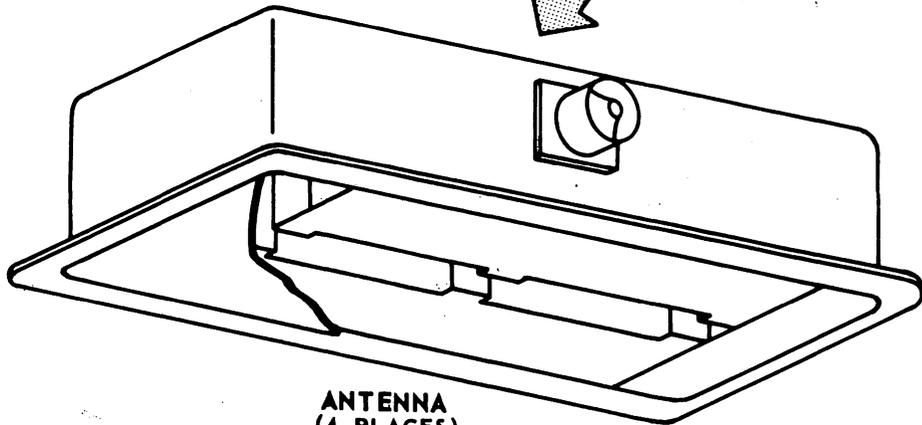
JAN 18/59

707-5

34-67

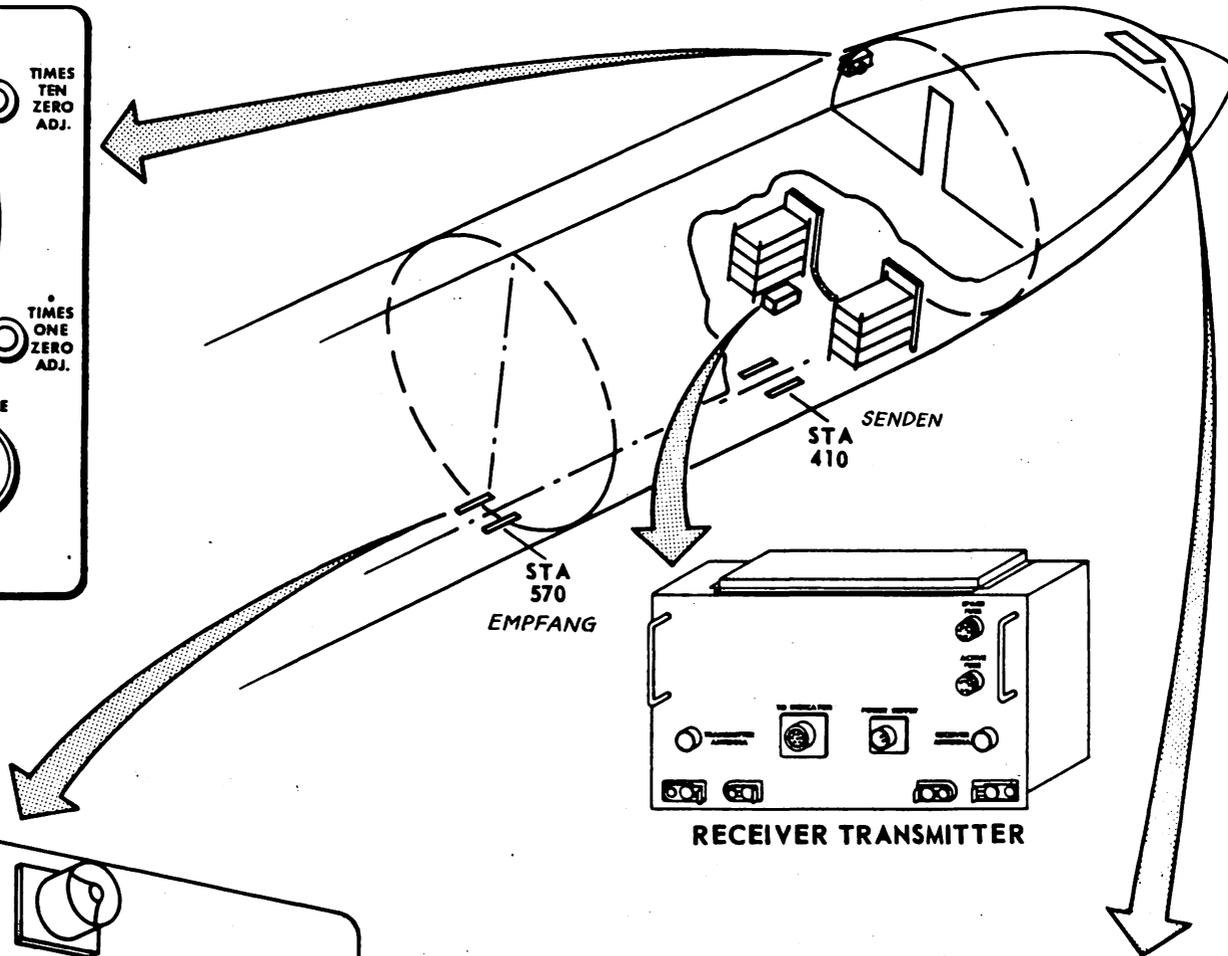


INDICATOR

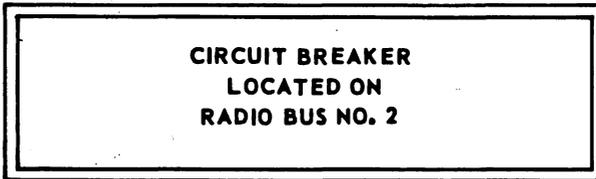


ANTENNA (4 PLACES)

RADAR ALTIMETER LOCATION



RECEIVER TRANSMITTER



RADIO AND T-R C B PANEL (P-5)

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Radiohöhenmesser AVQ 9
Das Prinzip

Kap.: 34-14 Dar.: 6.63
Blatt: 104 von:
Bearbeiter: bu
Neuherausgabe:

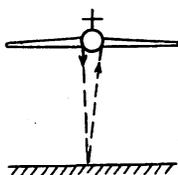
NUR ZUR SCHULUNG

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Radio-Höhenmesser AVQ 9
Das Prinzip

Kap.: 34-14 Dat.: 2.63
Blatt: 105 von:
Bearbeiter: buh
Neuherausgabe:

Wie groß muß nun die Zeit zwischen der Aussendung von zwei aufeinanderfolgenden Impulsen sein? Diese Zeit muß der Zeit gleich sein, die ein Impuls benötigt, um den Weg Sendeantenne - Erde - Empfangsantenne zurückzulegen. Also, zweimal die Flughöhe. Die Basis des Dreiecks Sendeantenne - Reflektionspunkt - Empfangsantenne ist nämlich so klein, daß man die eigentliche Höhenlinie einem Schenkel des Dreiecks an Länge gleichsetzen kann.



Diese Höhe, bei der der reflektierte Impuls wieder an der Null-Marke der Skala steht, ist 5000 ft. Der vom Radiosignal zurückgelegte Weg ist also 10 000 ft oder 3050 m. In dieser Höhe beträgt die Zeitdauer zwischen Aussendung und Empfang des reflektierten Signales

$$\frac{h}{c} = \frac{3050 \text{ m}}{300\,000\,000 \text{ m/sec}} = \frac{30,5 \cdot 10^2}{3 \cdot 10^8} \text{ sec}$$

$$= 10,18 \cdot 10^{-6} \text{ sec.} = 10,18 \text{ } \mu\text{sec}$$

Die Impulsfolgefrequenz wird damit

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{10,18 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^6}{10,18} = 98\,350 \text{ Hz.}$$

Diese Hilfsfrequenz wird von einem Quarzoszillator erzeugt, die also die Impulsfolgefrequenz bestimmt. Die Zeitlinie, also der als Zeitskala dienende Kreisumfang, wird ebenfalls auf der Anzeigeröhre geschrieben, gesteuert durch diese Frequenz.

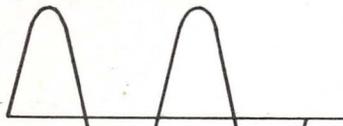
Fliegt man höher als 5000 ft., z.B. 5 200 ft., dann wird der reflektierte Impuls nach dem darauffolgenden direkten Impuls empfangen werden. Der Indicator zeigt dann 200 ft. an.

Im allgemeinen beträgt die Flughöhe: Ablesung + n. 5 000 ft (n = ganze positive Zahl). Diese erhält man durch einen zweiten Meßbereich von von 0÷50.000 ft. Dieser 2. Meßbereich ist nur bei Boeing 707/720 vorhanden. Auf diesem wird die Höhe grob abgelesen, wonach man auf der 5000 ft. - Skala die Höhe genau bestimmt. Aus bisher Gesagtem folgt, daß man nun hier eine Impulsfrequenz von 9,835kHz benötigt, jetzt aber ohne Quarz in einem normal abgestimmten Kreis erzeugt, der zur Frequenzkonstanz innerhalb einer E.C.O.-Schaltung temperaturkompensiert ist.

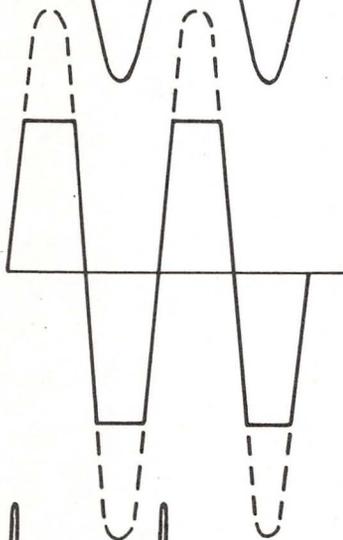
14.2 Das Blockschema

Das Blockschema ist in Abb. 1 dargestellt.

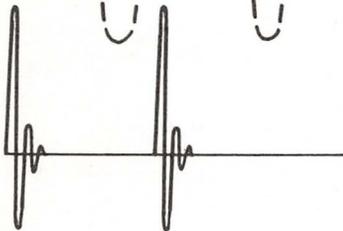
Der Sender besteht aus dem "timing oscillator", in dessen Eingangskreis der 98,35 kHz Quarz (oder der 9,835 kHz Kreis) geschaltet ist. Der sinusförmige Ausgang wird im "Clipper" zu scharfen Impulsen geformt. Im Ausgangskreis dieser Röhre liegt ein auf 400 kHz abgestimmter Kreis, der durch die Impulse zu gedämpften Schwingungen angeregt wird. Die höchsten Spitzen dieser Schwingungszüge stoßen den sogenannten Driver (Treiberstufe) zu Schwingungen an, die mit 900 kHz in einem Schwingkreis erfolgen.



98,35 kHz



Impulse hinter Clipper



400 kHz gedämpfte Schwingungen
im 10,18 μ s-Abstand



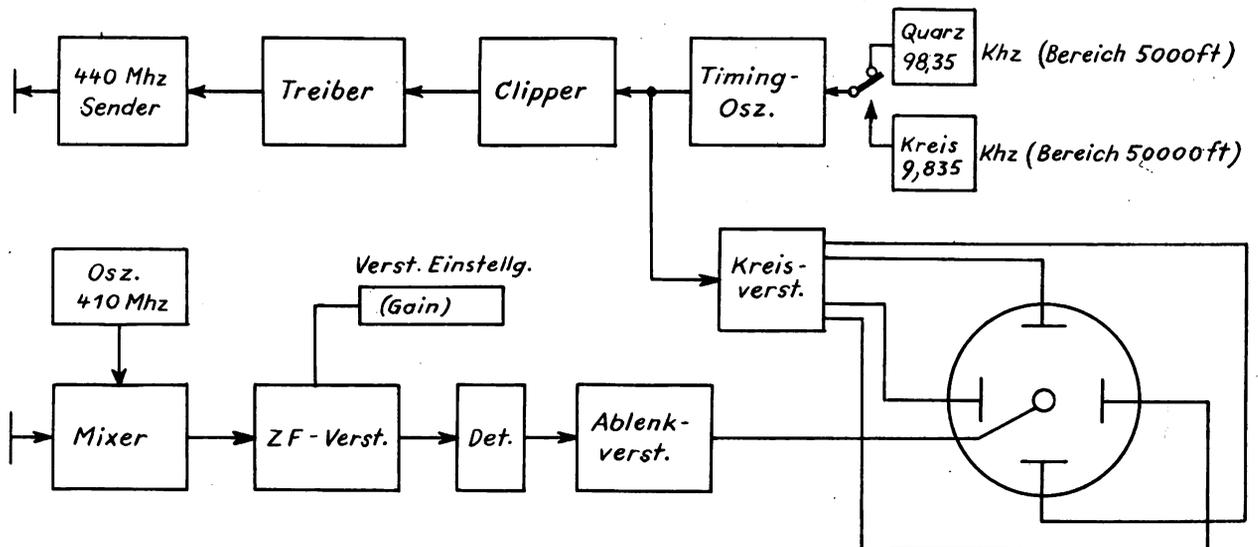
900 kHz ged. Schwingungen im
10,18 μ s-Abstand.

Diese Spitzen der 900 kHz-Impulse sind nur noch 0,25 μ s breit, mit ihrer Hilfe wird die Senderoszillatorstufe getastet, denn nur während dieser 0,25 μ s erhält der Sender Anodenspannung und kann strahlen.

Ein Teil des Ausgangs vom Steueroszillator wird zum Kreisverstärker geführt, aus dem zwei gleichgroße, jedoch 90° phasenverschobene Wechselspannungen kommen (Frequenz 98,35 oder 9,835 kHz), die an die X- und Y-Platten gegeben, auf den Schirm der Kathodenstrahlröhre einen Kreis schreiben.

Der Empfänger besteht aus der Mischstufe (Doppel-Triode) mit einem Hilfsoszillator (Doppel-Triode). Beide haben Lecher Leitungen als Abstimmelemente. Der Oszillator gibt eine Frequenz von 410 MHz, so daß eine Zwischenfrequenz von 30 MHz entsteht. Hierauf folgen 6 ZF-Stufen und eine Detektor-Stufe. Sender und Empfänger werden vom Indicator aus fernbedient. Dieser enthält den Kreisverstärker, der die zwei Ausgangsspannungen liefert. Beide Spannungen sind gleich groß, jedoch 90° phasenverschoben zueinander.

Sie werden zu den entsprechenden X- und Y-Platten geführt, so daß auf dem Schirm ein Kreis entsteht. Die Anzeige wird dadurch erhalten, daß die empfangenen Impulse auf dem Kreis erscheinen. Hierzu befindet sich in der sonst vollkommen normalen Kathodenstrahlröhre, eine Extra-Elektrode, die in der Mitte des Schirms angebracht ist. Hat diese Elektrode Erdpotential, dann erhält der Elektronenstrahl keine zusätzliche Ablenkung, gibt man jedoch der Elektrode eine negative Spannung, dann werden die Elektronen von der Mitte des Schirms nach außen abgelenkt. Der Kreis wird folglich größer. Die gleichgerichteten Empfangsimpulse werden im Indicator verstärkt und als negative Impulse auf die zusätzliche Elektrode angebracht. Während der Anwesenheit solcher Impulse hat der Kreis also einen vorübergehend größeren Durchmesser. Der Indicator besitzt noch einen Verstärkungsregler mittels dem die ZF-Verstärkung geregelt werden kann, d.h. es kann hiermit die Impulshöhe auf dem Schirm eingestellt werden.



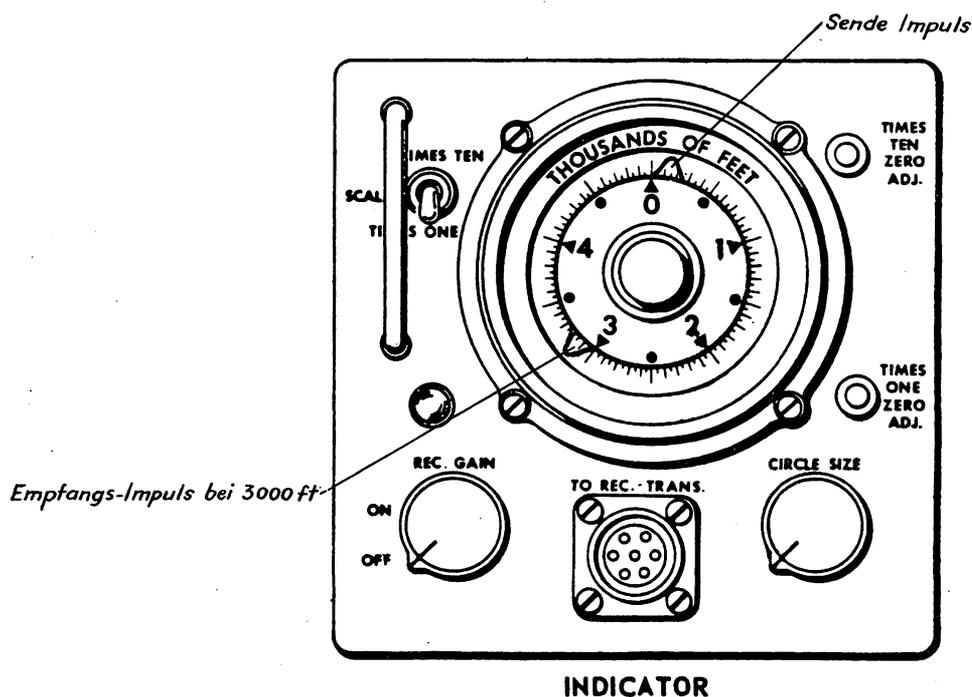
14.3. Bedienung und Schirmbilder

Nach dem Einschalten entsteht auf dem Sichtgerät ein Kreis unter der vorgedruckten Skala.

Der Sende-Impuls wird bei Höhe Null geschrieben, der Empfangs-Impuls erscheint je nach Flughöhe an einer entsprechenden Stelle der Skala.

Bei Bodenprüfung fallen Sende- und Empfangs-Impuls zeitlich zusammen, so daß nur 1 Zacken sichtbar wird.

Zur Grob-Messung wird zunächst der federnde Bereichswechsler auf Times Ten gedrückt, die Anzeige erfolgt dann bis 50 000 ft. Nach Loslassen springt der Schalter auf den 5 000 ft-Bereich.

15 Wetter-Radar-GerätWeather radar system

In den 707/720-Flugzeugen wird das Bendix-Gerät RDR-1 verwendet. Dieses Gerät ist in einer speziellen Schulungsunterlage beschrieben.

Zusätzlich ist folgendes zu sagen:

- 1) Die am Bediengerät vorgesehene Betriebsart BCN = Beacon ist nicht benutzt.

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Wetter-Radar-Gerät

Kap.: 34-15 Dat.: 6.63

Blatt: 109 von:

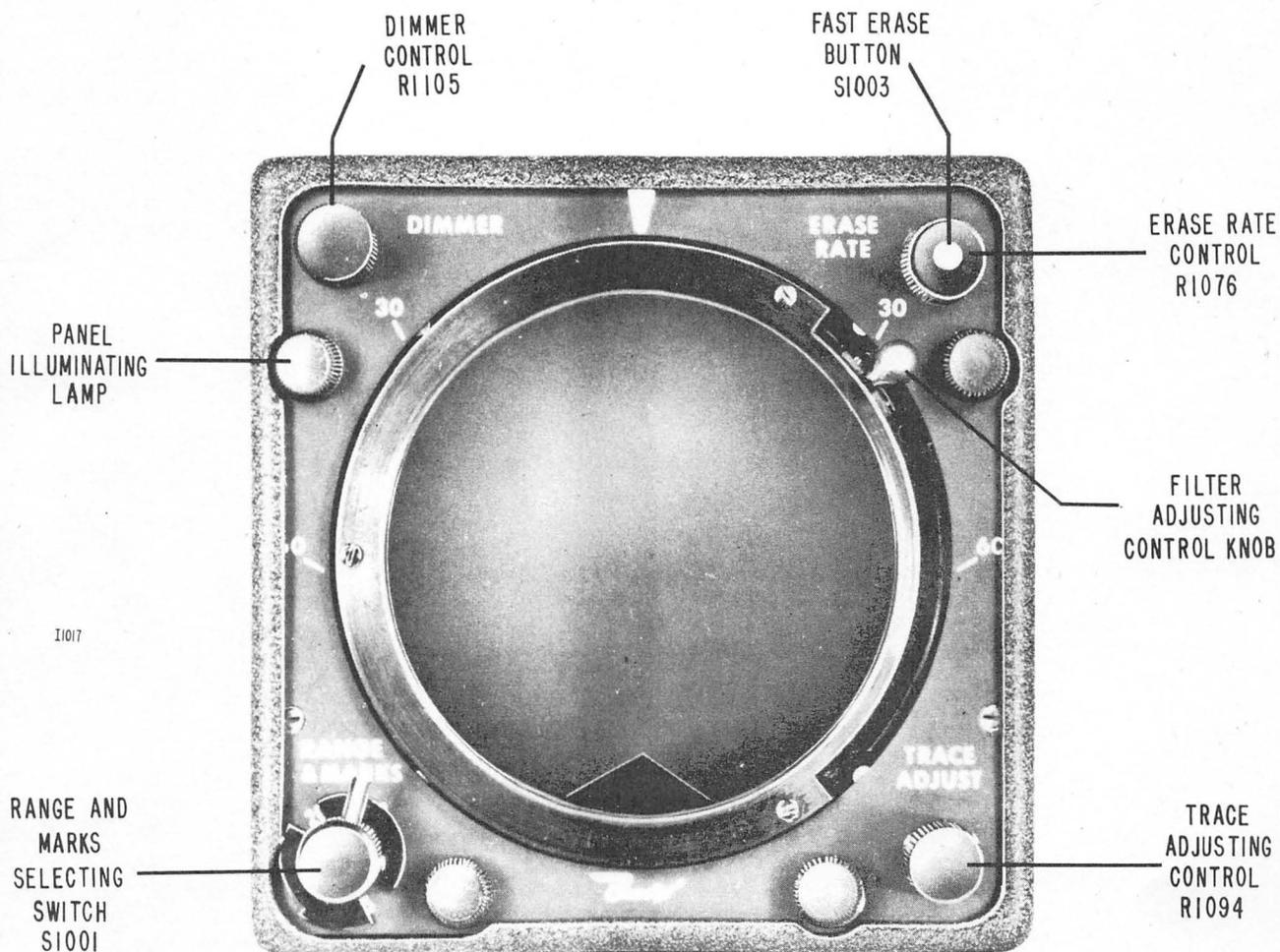
Bearbeiter: buh

Neuherausgabe:

- 2) Die Stabilisierung der Antenne erfolgt durch Fluglageabweichungssignale aus dem Vertical Gyro Nr. 2 bei 707-430 und 720-030 B, aus dem VG Nr. 1 bei 707-330 B.
- 3) Als Anzeigegerät in den Boeing-Flugzeugen ist die Type PPI-1E eingebaut. Eine Bildröhre in Spezialausführung mit einem zusätzlichen Strahlerzeugungssystem ermöglicht die Erzeugung besonders heller und kontrastreicher Schirmbilder. Das Bild hat eine hohe Nachleuchtdauer.

Durch die Einstellung ERASE RATE kann die Stärke und Geschwindigkeit des Auslöschens des Bildes bestimmt werden. Soll das Bild sehr schnell verschwinden und einem anderen weichen (z.B. bei einer Bereichumschaltung), so kann durch Drücken einer Taste das Bild sofort gelöscht werden.

Ein einstellbares Polarisationsfilter über dem Schirm gestattet, Helligkeit und Farbe des Bildes zu verändern. Es unterdrückt Lichtreflektionen und erhöht so den Kontrast.

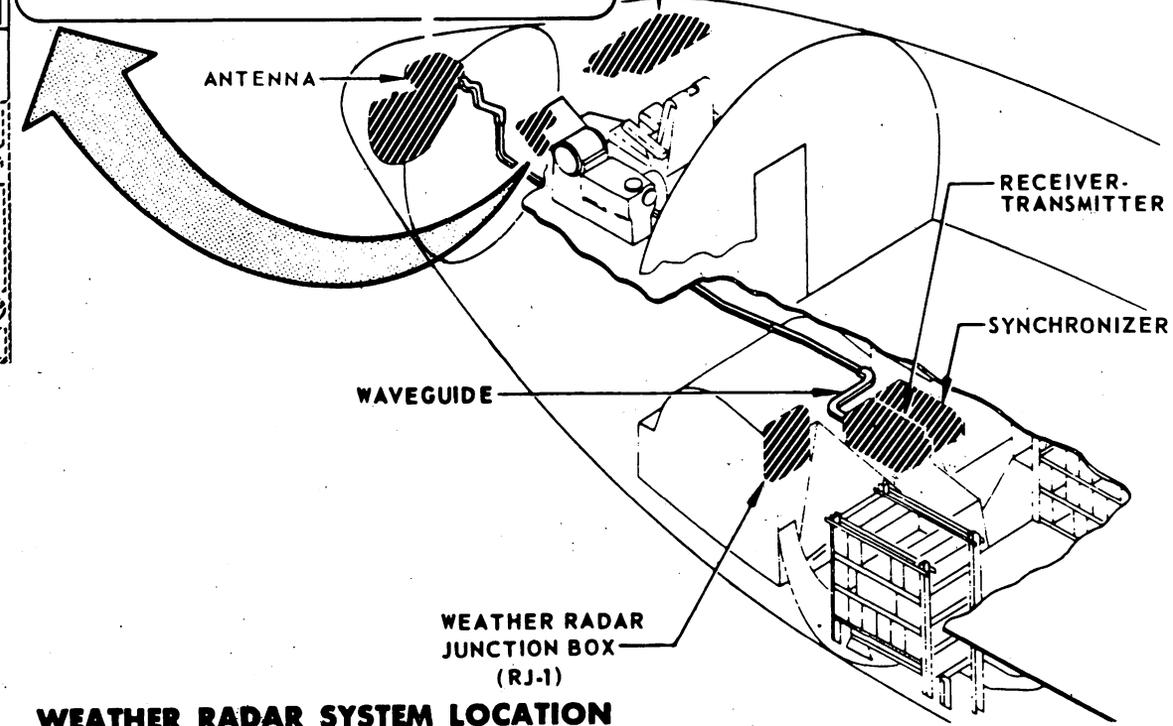
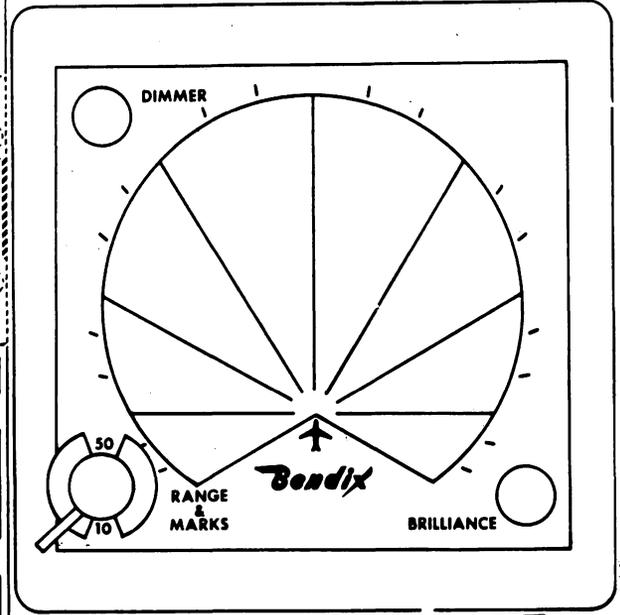
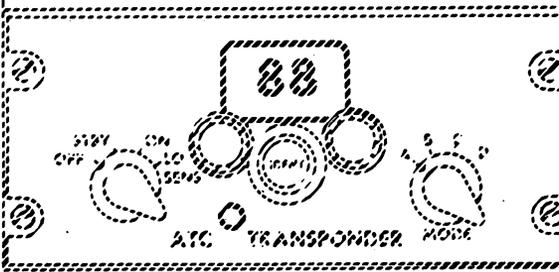
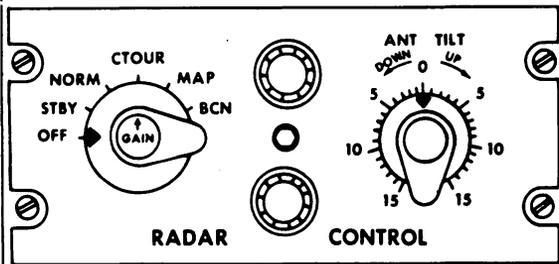
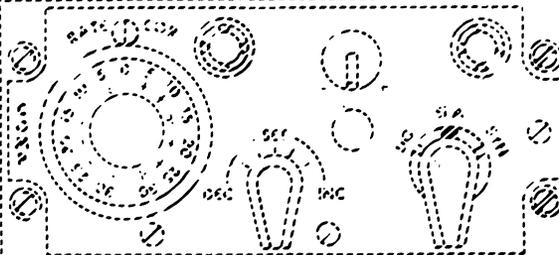


PPI-1E Front Panel Controls

APR 28 /59

707-12

34-30



WEATHER RADAR SYSTEM LOCATION

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

NUR ZUR SCHULUNG

Radioanlagen 707/720
Wetter-Radar-Gerät

Kap.: 34-15 Dat.: 6.63
Blatt: 110 von:
Bearbeiter: bu
Neuherausgabe:

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
ATC-Transponder

Kap.: 34-16 Dat.: 6.63
Blatt: 111 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

16 ATC-Transponder

16.1 Allgemeines

Der Zweck des ATC (Air Traffic Control) Transponders ist es, eine Boden-Radarstation zu befähigen, ein Flugzeug auf dem Radarschirm zu identifizieren, ohne daß ein Funksprechverkehr mit der Besatzung erforderlich ist und diese bestimmte Flugmanöver ausführt. Dies geschieht dadurch, daß eine von der Bodenstation zum Flugzeug kommende Radarimpulsfolge den Antwortsender (transponder) im Flugzeug automatisch zur Auslösung von Echo-Impulsen veranlaßt, die das Flugzeug auf dem Radarschirm besonders erkennbar machen. Die verschiedenen Echoimpulsfolgen können aber auch dazu benutzt werden, Luftverkehrsinformationen in codierter Form an die Kontrollstelle am Boden zu übermitteln. Die Bordanlage besteht aus dem Bediengerät, dem Transponder und der Antenne (Bl.50).

16.2 Bediengerät

Auf dem Bediengerät, das beim Piloten-Kontrollstand angebracht ist, befindet sich ein Funktionsschalter mit den 4 Stellungen "OFF", "STBY", "ON" und "LO SENS". In der Stellung "STBY" werden nur die Röhren geheizt und in der Stellung "LO SENS" ist der Empfänger in seiner Empfindlichkeit herabgesetzt. Mit den zwei konzentrischen Einstellknöpfen läßt sich die gewünschte Antwort-Code einstellen, deren Zahl im Sichtfenster darüber erscheint. Ferner ist ein "IDENT"-Knopf vorgesehen, durch den beim Drücken die Aussendung der Identifikationsimpulse ausgelöst wird. Ein "MODE"-Wahlschalter mit den Stellungen A, B, C, D dient zur Einstellung der Abfrage-Mode.

16.3 Transponder

Der Transponder ist ein Empfänger-Sender, der im rechten Radiogestell untergebracht ist und 28 V Gleichspannung und 115 V Wechselspannung von der Selbstschaltertafel P5 erhält. Der Empfänger ist eingestellt auf den Empfang der Abfrageimpuls-paare der Bodenstation auf der Frequenz von 1030 MHz. Werden die richtigen Abfrage-signale empfangen, so sendet der Sender eine codierte Antwort, die aus einer Impulsfolge besteht, auf einer Frequenz von 1090 MHz. Die Impulsleistung des Senders beträgt 500 Watt. Die Antenne ist auf der Rumpfunterseite eingebaut.

16.4 Wirkungsweise

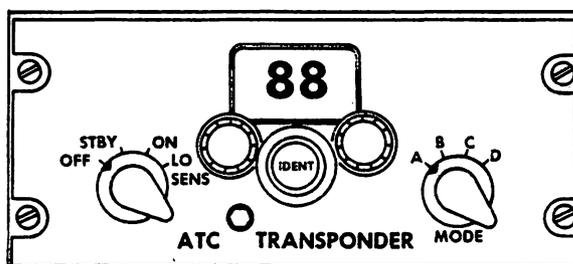
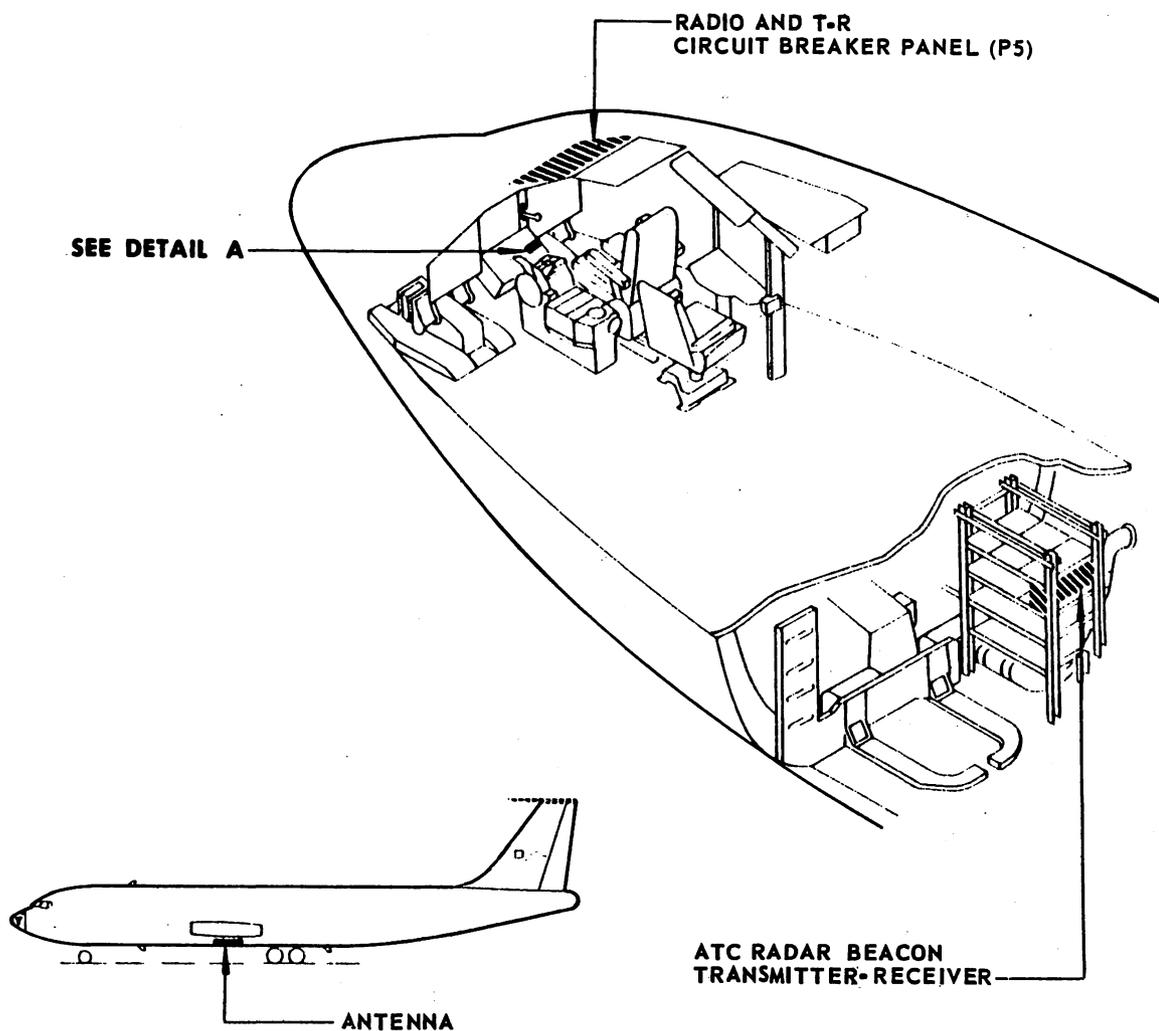
Die Bodenstelle sendet mit einer Frequenz von 1030 MHz Impuls-paare mit einer Impulsfolgefrequenz von ca. 450 Hz und einer Impuls-dauer von 0,95 Mikrosek. (Bl.51) Der Impulsabstand der Impuls-paare ist definiert und durch sogenannte Modes gekennzeichnet. Bei Mode A beträgt der Impulsabstand 8 Mikrosek. und bei Mode B 17 Mikrosek. Der Impulsabstand für die Modes C und D ist noch nicht festgelegt.

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULERadioanlagen 707/720
ATC-TransponderKap.: 34-16 Dat.: 6.63
Blatt: 112 von:
Bearbeiter: ots
Neuherausgabe:

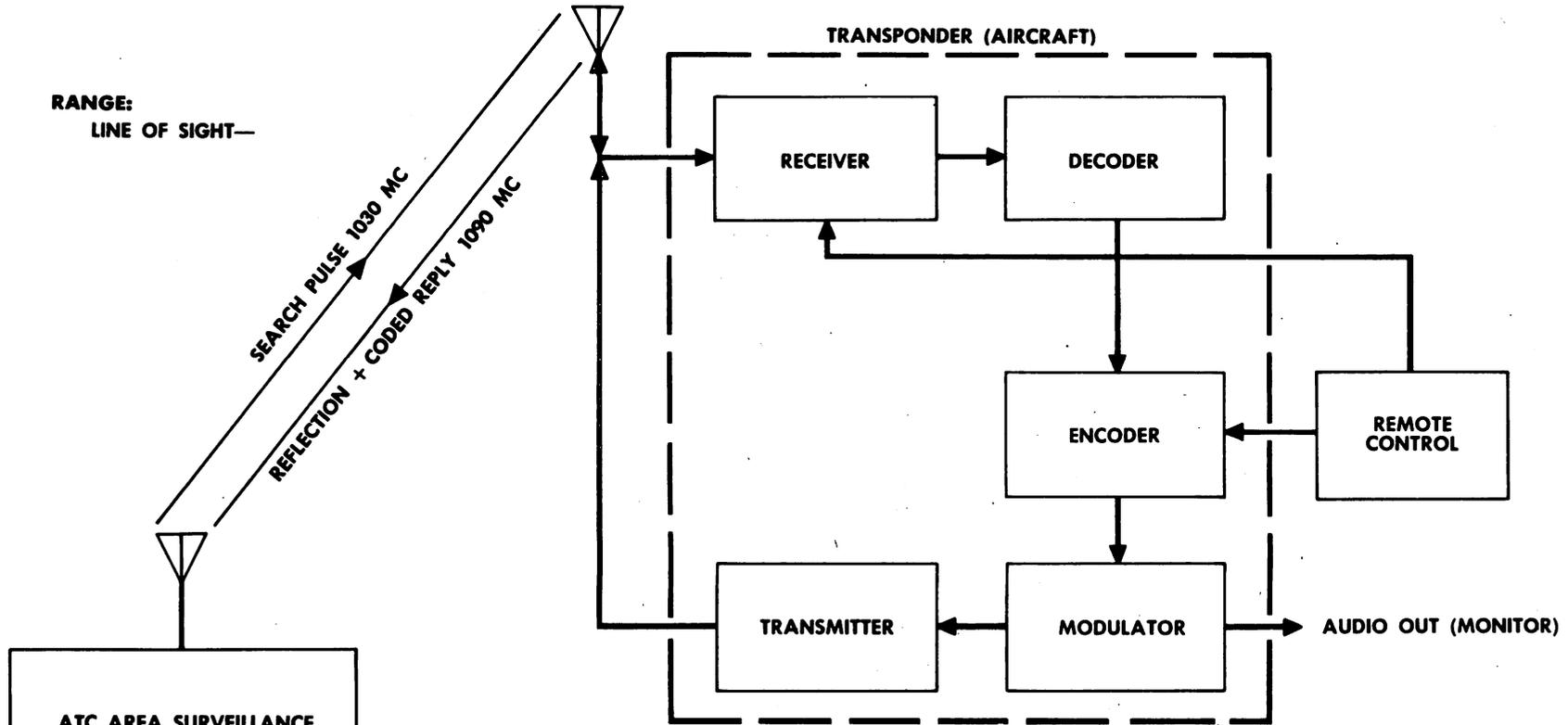
Treffen die Abfrageimpulse (interrogation pulses) im Empfänger des Transponders ein, so lösen sie nur dann eine Antwort aus, wenn der Transponder auf den Abfragemode am Bedienpanel eingestellt ist. Dadurch wird im Senderteil des Transponders eine Impulsfolge auf einer Trägerfrequenz von 1090 MHz gestartet. Diese Antwort-Impulsfolge (reply pulses) kann maximal 8 Impulse enthalten, die voneinander einen Abstand von 2,9 Mikrosek. haben. Der 1. und der 8. Impuls sind somit um 20,3 Mikrosek. voneinander entfernt. Zwischen diesen sogenannten Rahmenimpulsen (frame pulses) können bis zu 6 Informationsimpulse (A1, A2, A4, B1, B2, B4) in beliebiger Kombination erzeugt werden, wodurch sich $2^6 = 64$ Kombinationsmöglichkeiten ergeben.

Die Code, die am Bedienpanel eingestellt wird, ergibt sich dabei folgendermaßen: Die Koeffizienten der jeweils vorhandenen Impulse der Gruppe A werden addiert und stellen die 1. Ziffer dar und die Summe der Koeffizienten der Gruppe B bildet die 2. Ziffer. Wird z.B. die Code-Kennziffer 34 eingestellt, so werden die Impulse A1, A2 und B4 ausgesendet. Jede der 64 möglichen Codes hat dabei eine besondere festgelegte Bedeutung.

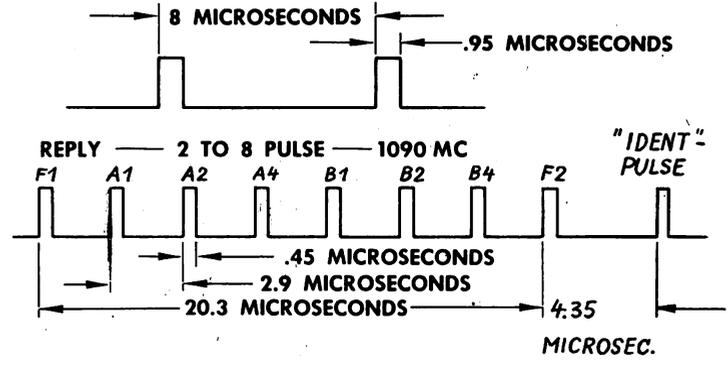
Wird am Bediengerät kurzzeitig die Taste "IDENT" gedrückt, so wird für etwa 6 bis 15 Sek. ein Kennungsimpuls ("IDENT" pulse) gesendet im Abstand von 4,35 Mikrosek. hinter dem Rahmenimpuls F2. Hierdurch läßt sich das Flugzeug von anderen Flugzeugen unterscheiden, die gleichzeitig auf dem Radarschirm beobachtet werden.



DETAIL A



INTERROGATION — 2 PULSE — 1030 MC



LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULERadioanlagen 707/720
Doppler-Radar

Kap.: 34-17 Dat.: 6.63

Blatt: 115 von:

Bearbeiter: buh

Neuherausgabe:

7 Doppler-Radar DN-101 und Flugwegrechner NC-103

Diese Collins-Geräte in den 707/720-Flugzeugen sind in einer speziellen Schulungsunterlage beschrieben.

In der 707-330 B ist ein zusätzliches Gerät - eine "mariage box" - eingebaut, die als Junction box dient. Sie befindet sich wie die übrigen zur Doppler-Anlage befindlichen Geräte im Radio-Gestell.

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Distance measuring
equipment (DME)

Kap.: 34-18 Dat.: 6.64
Blatt: 116 von:
Bearbeiter: buh
Neuherausgabe:

1 Allgemeines

In allen Flugzeugen 707 ist die DME-Anlage ständig eingebaut, während die 720 Maschinen betriebsbereit sind, nachdem im rechten Radiogestell das DME-Gerät 860 E-2 eingesetzt ist.

Die DME-Ausrüstung besteht aus:

- 1 Antenne im Rumpfboden (siehe 23-2 Blatt 8)
- 1 DME-Gerät Collins 860 E-2 im rechten Radiogestell (neben ATC-Transponder)
- 1 Anzeigegerät im linken Instr.Panel (über RMI-VOR).

Die Bedienung erstreckt sich auf Einschalten und Frequenzwahl. Die Abstimmung geschieht gleichzeitig mit der Wahl einer VHF-Nav. Frequenz, denn die DME Kanäle sind den VHF-Nav. Kanälen fest zugeordnet.

Das Nav.No. 1-Panel, an welchem die Abstimmung erfolgt, besitzt auch einen DME ON-OFF-Schalter.

2 Aufgabe des DME

Mit einer DME-Ausrüstung wird die navigatorische Information, die das VOR liefert, ergänzt. VOR allein gibt eine Standlinie (Radial), auf dem der Flugzeugstandort liegt. Ist zusätzlich die Entfernung von der Station bekannt, so ist damit der Standort eindeutig bestimmt (FIX).

Diese Entfernung von der VOR-Station, in der auch die DME-Bodenstelle untergebracht ist, liefert die DME-Anlage an Bord der Flugzeuge.

Kombinationen von VOR und DME werden VORTAC genannt. Auch die Verbindung mit LOCALIZER- oder TVOR-Stationen ist möglich. Im letzteren Falle ergänzt das DME das ILS.

Gerade im Bereich der Flughäfen ist so eine genauere Navigation möglich. Das Einschalten von Warteräumen wird erleichtert, es können mehrere Warteräume nebeneinander geschaffen werden.

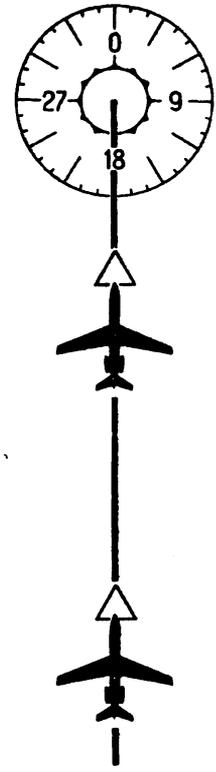
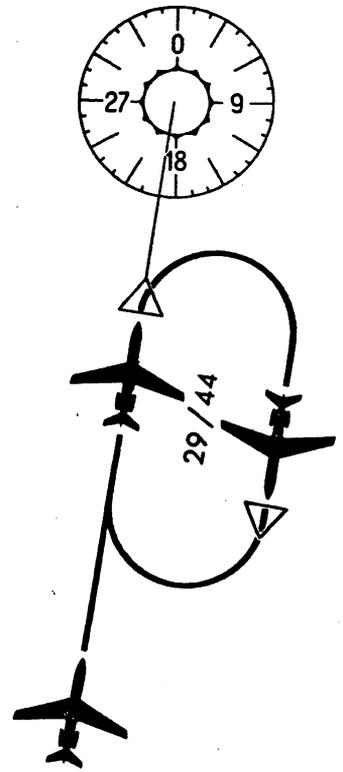
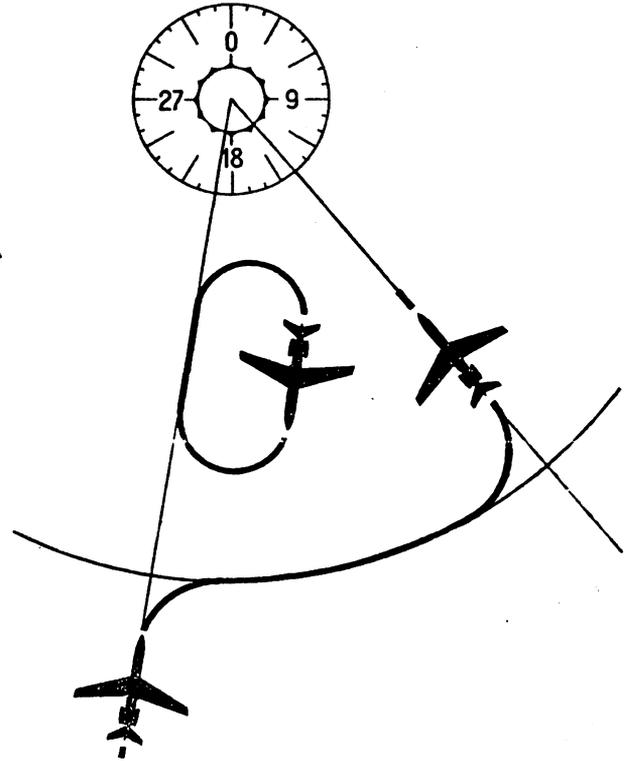
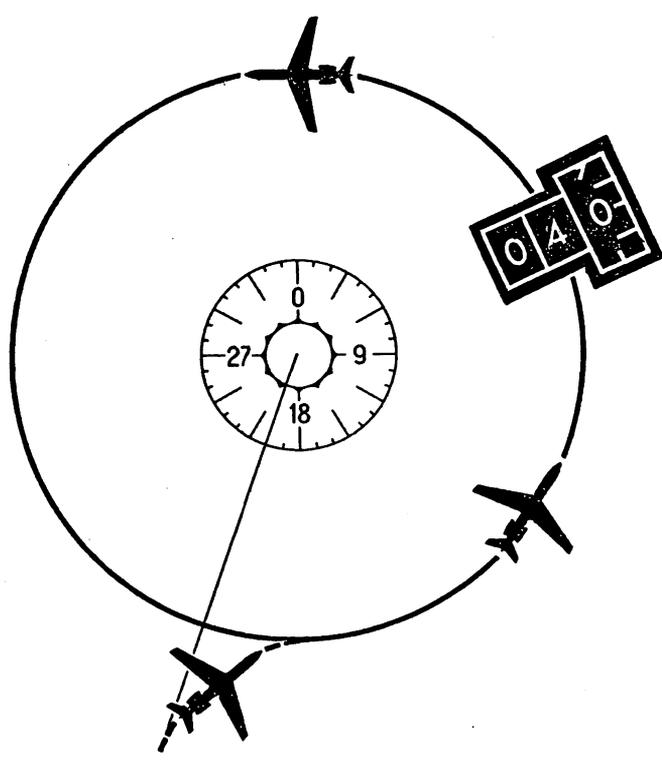


Abb. 1

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Distance measuring
equipment (DME)

Kap.: 34-18 Dat.: 6.64
Blatt: 117 a von:
Bearbeiter: buh
Neuherausgabe:

3 Prinzip des DME

Die Bordstation sendet Impulspaare auf einem der 1 Mhz-Abstand-Kanäle im L-Band 1025-1150 Mhz. Diese werden von der Bodenstation empfangen und nach einer konstanten Verzögerungszeit von 50 μ s als Antwort zurückgestrahlt.

Die Bordanlage überprüft, ob die ankommende Antwort auch zur eigenen Abfrage gehört. Ist dies der Fall, wird aus der Zeitdifferenz die Entfernung ermittelt und angezeigt. Der Meßbereich ist 200 Meilen (Toleranz \pm 0,1 Meile).

Es wird stets die direkte Entfernung angezeigt, d.h. genau über der Station lesen wir die Flughöhe ab.

Es können bis zu 99 Flugzeuge gleichzeitig mit einer Bodenstation arbeiten.

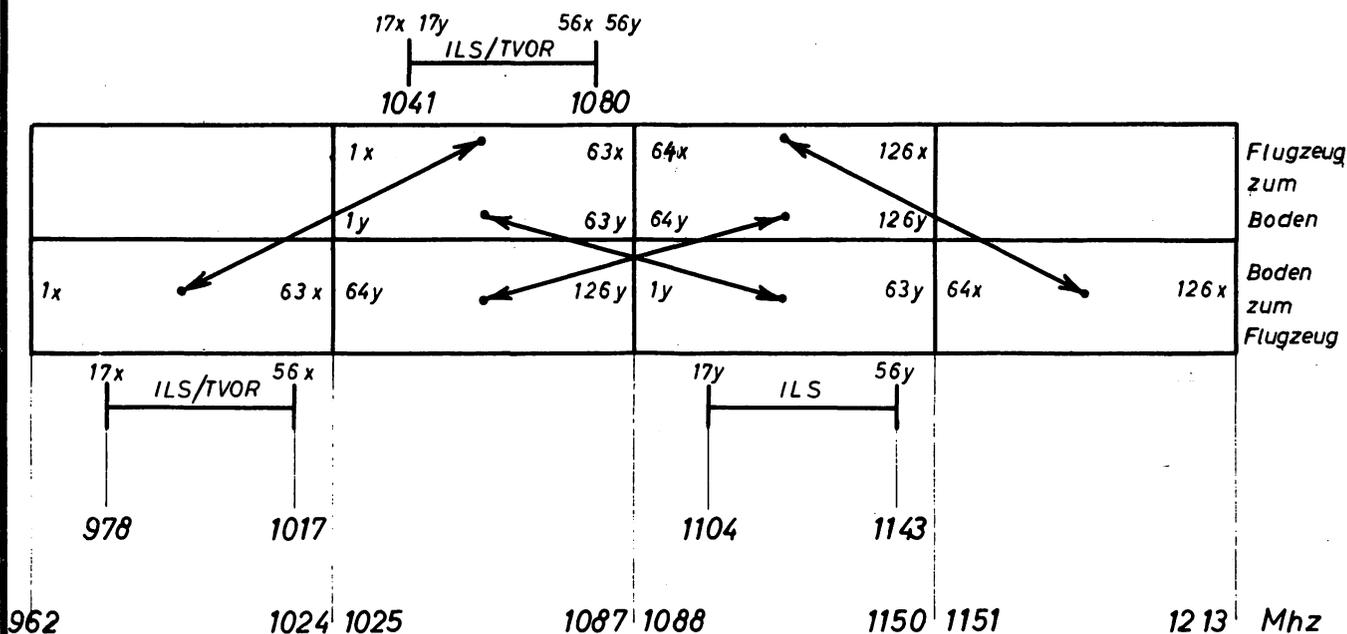
4 Die Bodenstation

Auch wenn keine Abfrage erfolgt, sendet die Bodenstation dauernd Impulspaare in unregelmäßigen Abständen. Die Folgefrequenz liegt zwischen 700 und 2700 Pulspaare pro Sekunde (ppps) sog. Squitter.

Sie werden an Bord empfangen und das Frage-Antwortspiel kommt in Gang, wobei nun zusätzlich zu den Squitterpulsen die Antworten im Rythmus der Abfrage ausgestrahlt werden. Nur auf die letzteren spricht der Bordempfänger jetzt an.

Die Pulsleistung der Bodenstation beträgt $50 \div 60$ KW.

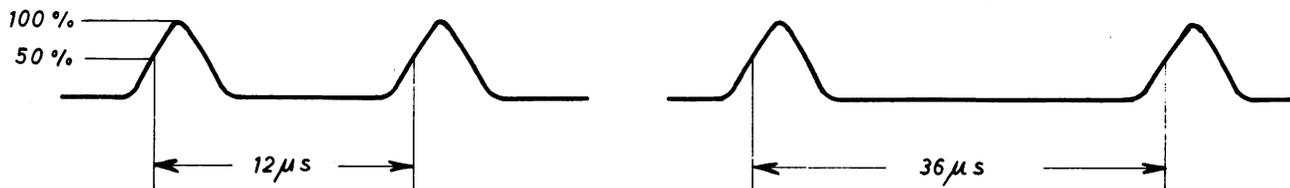
Zur Zeit wird jeder der 125 Kanäle nur einfach belegt. D.h. der Abstand der Pulse eines Paares beträgt 12 μ s. Dies sind die sogen. Normal- oder X-Kanäle.



Schema der Kanalfrequenzen bei Bord- und Bodenstation

Abb. 2

Stets liegen die Frequenzen eines Kanales um 63 Mhz versetzt.
Die Kanäle 17 x bis 56 x und 17 y bis 56 y arbeiten zusammen
mit ILS-LOCALIZER- bzw. TVOR-Stationen. Bei letzteren aller-
dings nur die geradzahligen x-Kanäle.



Impulsabstand bei
den x-Kanälen
(Bord- u. Bodensender)

Impulsabstand bei
den y-Kanälen
(Bordsender)

Abb. 3

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Distance measuring
equipment (DME)

Kap.: 34-18 Dat.: 6.64
Blatt: 119 von:
Bearbeiter: bu
Neuherausgabe:

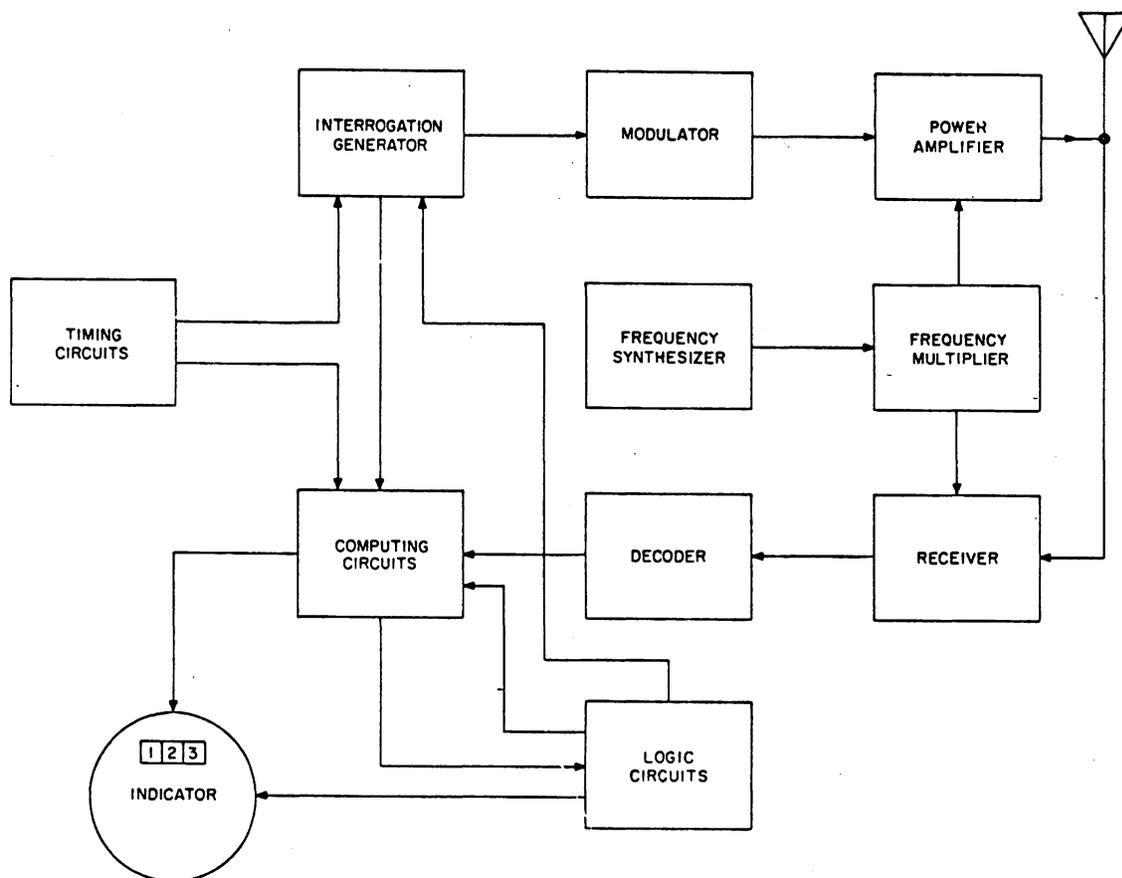
TACAN CHANNEL NUMBER	NAV REC FREQUENCY	TACAN CHANNEL NUMBER	NAV REC FREQUENCY
1	134.4	33	109.6
2	134.5	34	109.7
3	134.6	35	109.8
4	134.7	36	109.9
5	134.8	37	110.0
6	134.9	38	110.1
7	135.0	39	110.2
8	135.1	40	110.3
9	135.2	41	110.4
10	135.3	42	110.5
11	135.4	43	110.6
12	135.5	44	110.7
13	135.6	45	110.8
14	135.7	46	110.9
15	135.8	47	111.0
16	135.9	48	111.1
17	108.0	49	111.2
18	108.1	50	111.3
19	108.2	51	111.4
20	108.3	52	111.5
21	108.4	53	111.6
22	108.5	54	111.7
23	108.6	55	111.8
24	108.7	56	111.9
25	108.8	57	112.0
26	108.9	58	112.1
27	109.0	59	112.2
28	109.1	60	133.3
29	109.2	61	133.4
30	109.3	62	133.5
31	109.4	63	133.6
32	109.5	64	133.7

SHORT RANGE

TACAN CHANNEL NUMBER	NAV REC FREQUENCY	TACAN CHANNEL NUMBER	NAV REC FREQUENCY
65	133.8	96	114.9
66	133.9	97	115.0
67	134.0	98	115.1
68	134.1	99	115.2
69	134.2	100	115.3
70	112.3	101	115.4
71	112.4	102	115.5
72	112.5	103	115.6
73	112.6	104	115.7
74	112.7	105	115.8
75	112.8	106	115.9
76	112.9	107	116.0
77	113.0	108	116.1
78	113.1	109	116.2
79	113.2	110	116.3
80	113.3	111	116.4
81	113.4	112	116.5
82	113.5	113	116.6
83	113.6	114	116.7
84	113.7	115	116.8
85	113.8	116	116.9
86	113.9	117	117.0
87	114.0	118	117.1
88	114.1	119	117.2
89	114.2	120	117.3
90	114.3	121	117.4
91	114.4	122	117.5
92	114.5	123	117.6
93	114.6	124	117.7
94	114.7	125	117.8
95	114.8	126	117.9

X- channel selection frequencies

Abb. 4



860E-2 Distance Measuring Equipment Simplified Block Diagram

Abb. 5

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Distance measuring
equipment (DME)

Kap.: 34-18 Dat.: 6.64
Blatt: 121 von:
Bearbeiter: buh
Neuherausgabe:

Eine Erweiterung auf die sog. Split- oder Y-Kanäle ist vorgesehen. Bei gleichem Trägerfrequenzkanal beträgt der Abstand der Pulse eines Paares jetzt 30 μ s in der Antwort des Bodensenders.

Die Bodenstelle sendet außerdem eine Kennung in Morsezeichen, die sich alle 40 Sekunden wiederholt. Sie besteht aus einer getasteten Pulspaarfolge von 1350 ppps.

5 Funktionsübersicht der DME-Bordanlage

Abb. 5 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild.

5.1 Sender

Im Frequencysynthesizer, dem Frequenzerzeuger, wird eine Grundschwingung gebildet, die um den Faktor 24 vervielfacht einmal die Senderendstufe ansteuert, andererseits auch als Empf. Oszillator dient. Die Senderstufe arbeitet mit 4 Scheibentrioden und erzielt eine Ausgangsleistung von 500 bis 2000 Watt in den Impulsspitzen.

Die Timing Circuits wirken als Taktgeber. Eine Sinusschwingung von 4045,63 Hz wird im sog. Interrogator Generator benutzt, um daraus die Abfrage-Impulspaare (mit 12 μ s-Abstand bei X-Kanälen, 36 μ s bei Y-Kanälen) zu erzeugen.

Die sog. Logic-Circuits bestimmen, ob der Search (Such-) Vorganges mit 146 Pulspaaren pro sek abläuft oder der eigentliche Meßvorgang Track, bei dem die Pulspaarfolgefrequenz auf 21 reduziert wird.

Search bedeutet, daß zunächst der Sender eine erhöhte Pulsfrequenz abstrahlt, die von der Bodenstelle beantwortet wird. Hat der Bordempfänger diese Antworten als zur eigenen Abfrage gehörig erkannt, schaltet die Anlage auf Track um, d.h. es wird fortlaufend die Entfernung zur Bodenstelle gemessen und angezeigt.

Die Ausgangssignale der Interrogation Generator erzeugen in Modulator Anodenspannungspulse für den Senderendverstärker (power amplif.).

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULE

Radioanlagen 707/720
Distance measuring
equipment (DME)

Kap.: 34-18 Dat.: 6.64
Blatt: 122 von:
Bearbeiter: buh
Neuherausgabe:

5.2 Empfänger

Das Antwortsignal der Bodenstation ist stets 63 Mhz versetzt gegenüber dem des Bordsenders. So kann der Ausgang des Ver- vielfachers als Empf.oszillator dienen. Bedingt durch den Frequenzabstand Bord- und Bodensender ist die 1. ZF 63 Mhz. Eine weitere Umsetzung erzeugt eine 2. ZF von 10.7 Mhz. Das Ausgangssignal des Empfängers wird nun dem Decoder zugeführt. Seine Hauptaufgabe ist es, die empfangenen Impulspaare auf richtigen Abstand zu prüfen. Nur dann werden sie vom nach- folgenden Rechner ausgewertet.

5.3 Rechner und Anzeige

Das zu messende Zeitintervall beginnt beim 2. Puls eines Ab- fragepulspaars und reicht bis zum 2. Puls der Antwort. Dem Rechner (Computing circuits) werden diese als Eingangssignale zugeführt. Vom Interrogation Generator kommt das Bezugssignal, während der Empfänger über den Decoder das variable Signal liefert. Der Rechner selbst enthält außer der Elektronik ein elektromechanisches Servosystem, welches sich entsprechend dem zu bestimmenden Zeitintervall einstellt.

Die Taktgeberfrequenz 4045 Hz dient im Rechner zur Feinein- stellung. Über Synchros wird die Einstellung des Servosystems auf das Anzeigegerät übertragen, wo der Meßwert auf einem dreistelligen Zählwerk erscheint.

5.4 Logic circuits

Dieser Teil der Anlage hat die Aufgabe, die Betriebsart des ganzen Gerätes zu steuern. Nach Einschalten müssen erst Squitter- Pulspaare im richtigen Abstand empfangen werden. Ist dies der Fall, so geht die Anlage auf Search, d.h. der Sender beginnt zu arbeiten. Die Pulsfolge ist 146 Hz. Der Rechner "sucht" den Zeitabstand bis zu den Antwortsignalen. Hat er sie gefunden, geht die Anlage auf Track. Nun verlangsamt sich der Abfrage- rythmus auf 21 Hz, die Zählwerkabdeckung, die als OFF-Flagge dient, verschwindet.

Eine "Memory"-Schaltung bewirkt, daß bei kurzzeitigem Ausfall der Verbindung zur Bodenstelle für einige Sekunden das Zähl- werk mit der gleichen Geschwindigkeit wie vorher weiterläuft (Velocity memory), so daß für den Flugzeugführer eine solche kurze Störung ohne Auswirkung bleibt.

Setzt die Verbindung jedoch nicht wieder ein innerhalb der vor- gegebenen Zeit von ca. 10 Sek. , so geht die Anlage wieder auf Search, also auf Suchen zurück.

LUFTHANSA
TECHNISCHE SCHULERadioanlagen 707/720
Distance measuring
equipment (DME)

Kap.: 34-18 Dat.: 6.64

Blatt: 123 von:

Bearbeiter: buh

Neuherausgabe:

6 Wechselseitige Sperrung DME - ATC-Transponder

Da beide Anlagen im gleichen Frequenzbereich (L-Band) arbeiten, besteht die Gefahr der gegenseitigen Störung.

Beide Geräte, die im Flugzeug dicht nebeneinander eingebaut sind, sind daher durch ein Koaxkabel miteinander verbunden, welches an der Geräte-Frontseite angeschlossen ist. Der jeweils arbeitende Sender (DME oder ATC) sperrt gleichzeitig die andere Anlage für die Dauer der Impulsausstrahlung.

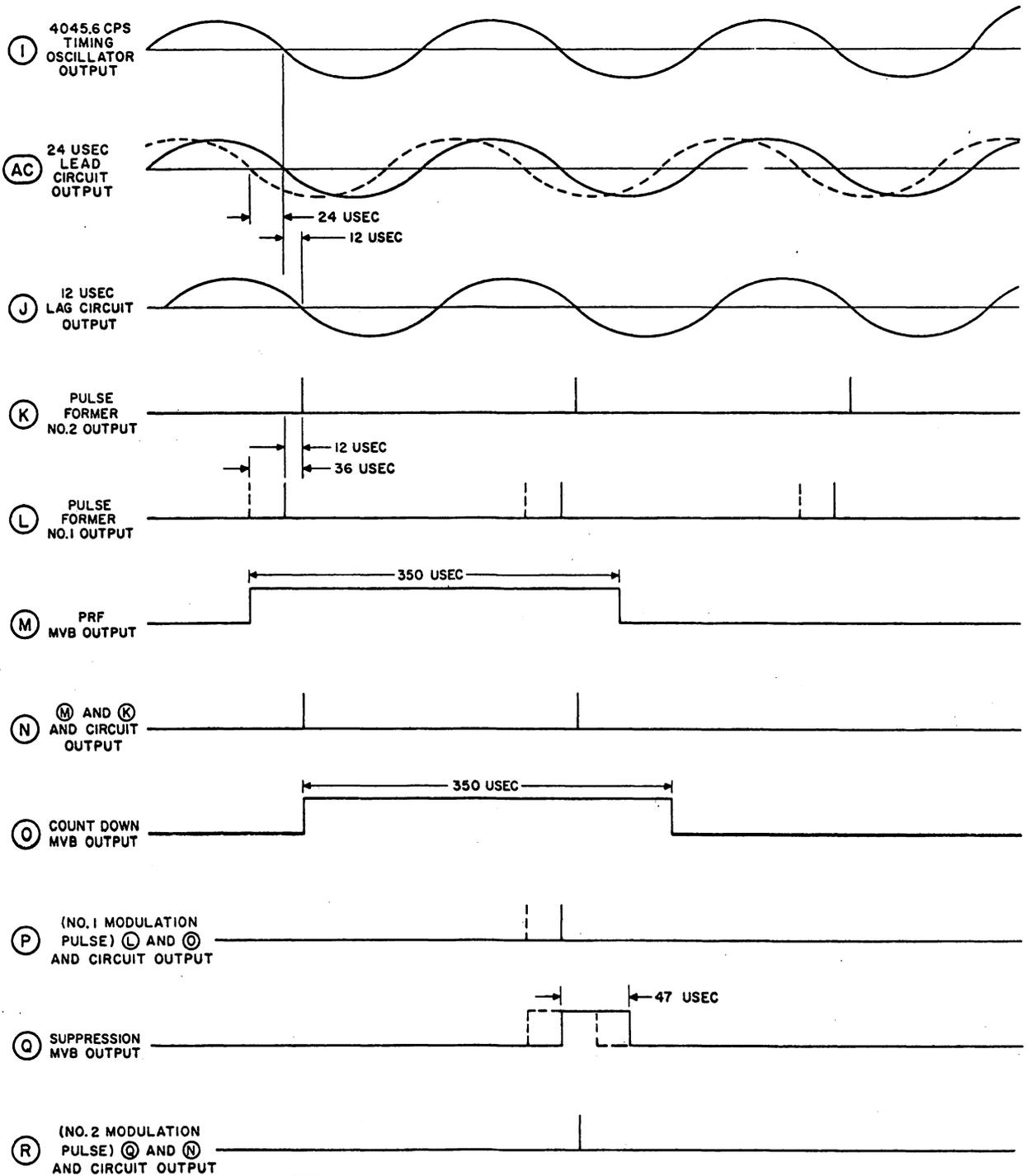
7 DME-Ramp-Tester 475 D⁻¹

Ein tragbares Testgerät dient zur Überprüfung der Bordanlage (einschließlich Antenne). Das transistorisierte Gerät enthält eine Nickelbatterie mit Ladeeinrichtung. Es wird bis zu etwa 15 m von der Flugzeugantenne aufgestellt.

Folgende Prüfungen lassen sich durchführen:

- 1) Senderfrequenz und Leistung.
- 2) Codierung der Abfragepulse.
- 3) Empfänger-Empfindlichkeit.
- 4) Decodierung der Antwortpulse.
- 5) Genauigkeit der Entfernungsanzeige.
- 6) Funktion der Search-Track-Schaltung und Search-Begrenzung.
- 7) Funktion der Stationskernungssignal-Stromkreise.

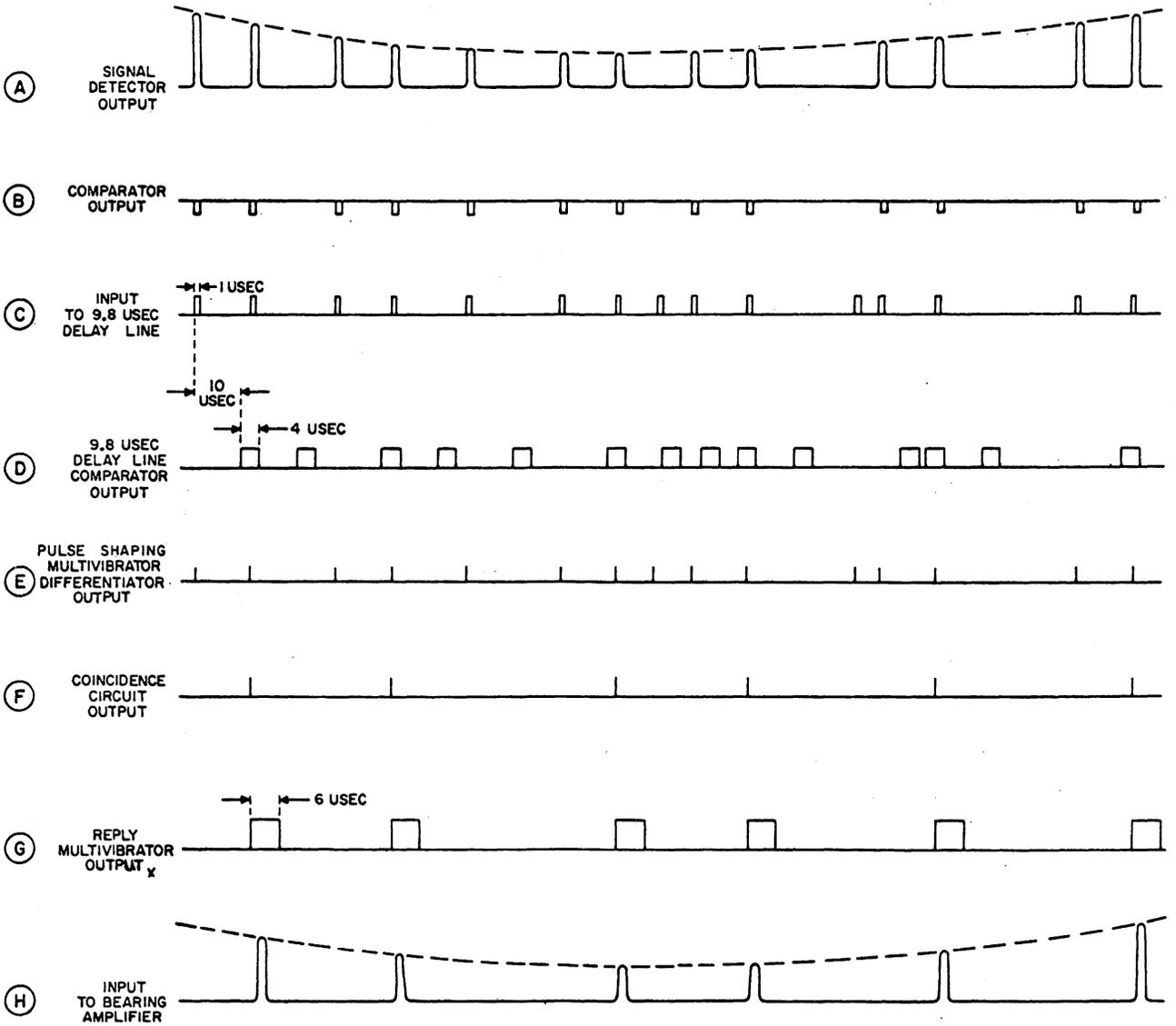
Der Tester selbst besitzt eine Self-Testeinrichtung. Ein Testknopf am 860 E-2-Gerät läßt bei Drücken die Anzeige Null Meilen erscheinen.



NOTE:
DASHED WAVEFORMS SHOW Y CHANNEL OPERATION.

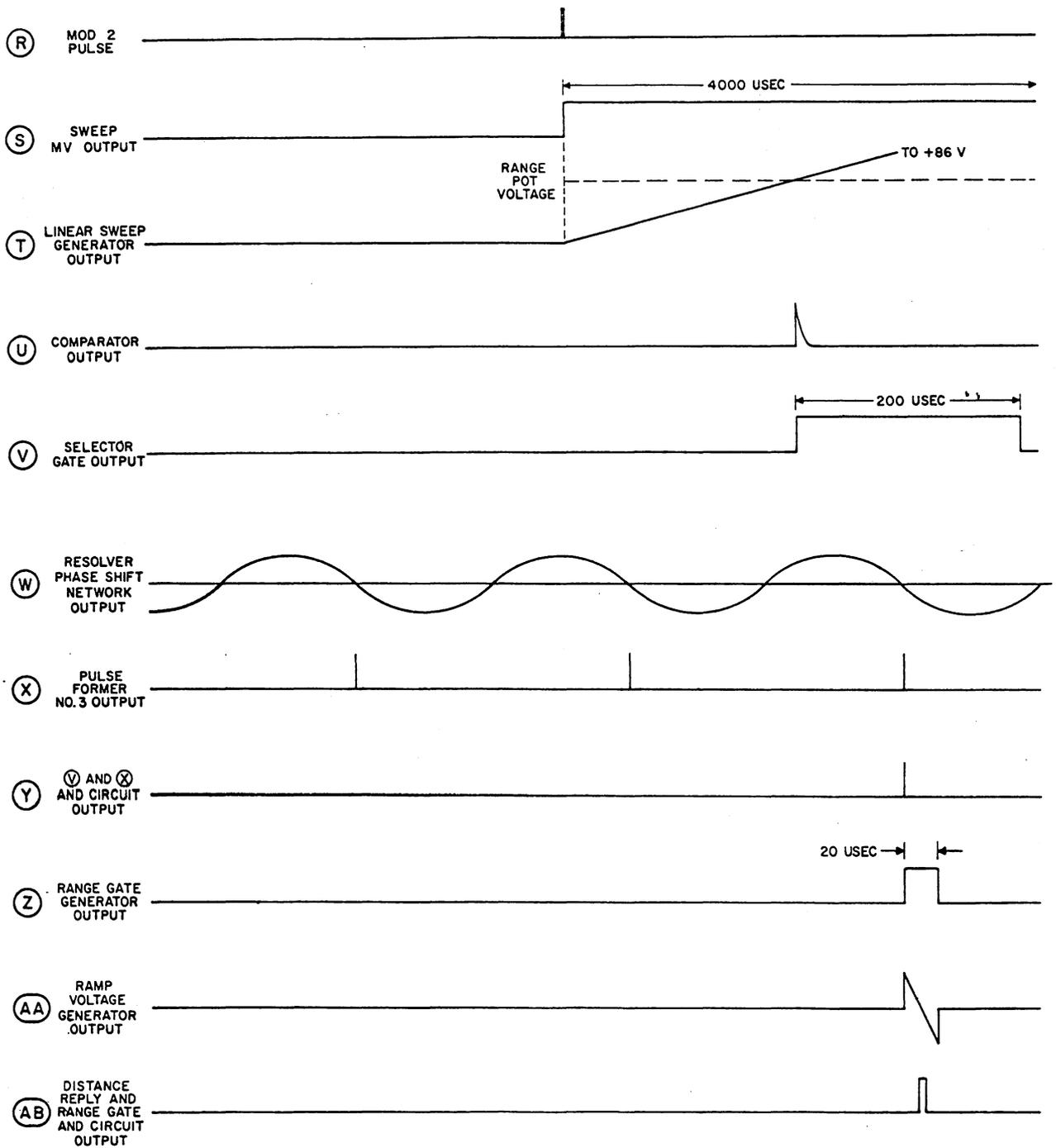
Interrogation Generator Waveforms

Abb. 6



Decoding Circuits Waveforms

Abb. 7



Computing Circuits Waveforms

Abb. 8

