

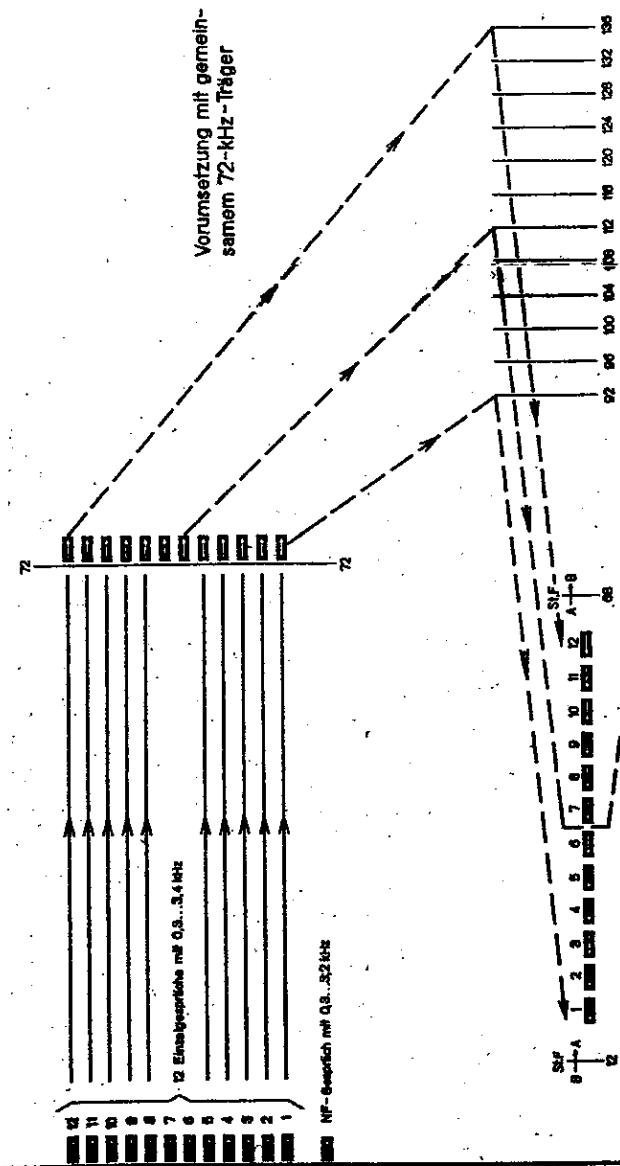
Trägerfrequenzsystem BOA 12

Anmerkungen aus Übertragungstechnik Bd. I

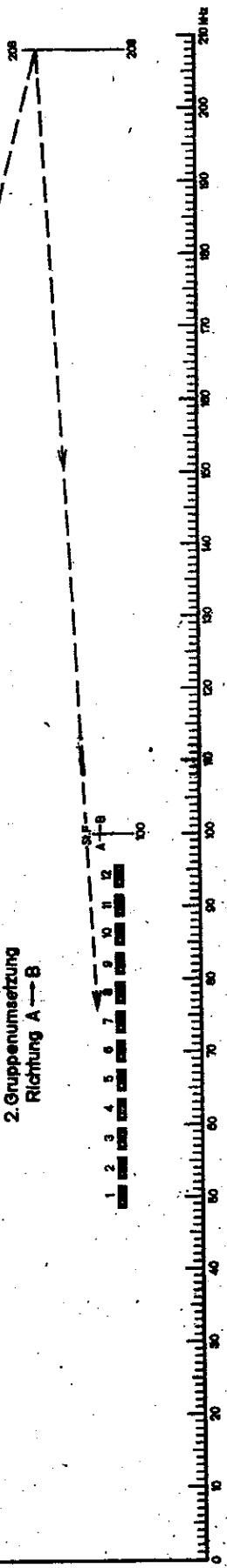
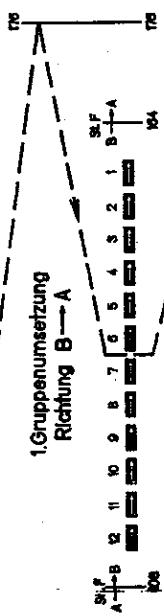
Die Verschiedenartigkeit der damals bestehenden TF-Systeme sollte durch ein Einheitssystem abgelöst werden, das von 1940 ab von der damaligen Wehrmacht zusammen mit den Herstellerfirmen erarbeitet wurde. Es sollte die Möglichkeit bieten, ausgehend von einem kleinsten System für 4 Kanäle, alle weiteren Typen aufzubauen. Bei einem Trägerfrequenzabstand von 3 kHz sollte in der ersten Modulationsstufe eine Vorgruppe für 4 Kanäle im Bereich 6 ... 18 kHz gebildet werden. Für ein 8-Kanal-System wurde in der 2. Stufe das Band 36 ... 60 kHz zusammengefaßt und z. B. in die Lage 6 ... 30 kHz gebracht. Entsprechend sollten Systeme mit 16 und mehr Kanälen gebildet werden. Dieser Entwurf hatte den Vorteil, mit wenigen Arten von Umsetzerbausteinen, die daher in großen Stückzahlen gefertigt werden konnten, die Vorgruppe für alle Kanäle und mit weiteren einheitlichen Bausteinen die verschiedenen Übertragungssysteme aufbauen zu können. Er stellte den ersten Schritt dar, die TF-Geräte auch in konstruktiver Hinsicht zu vereinheitlichen. Die Arbeiten an diesem System mußten 1943 abgebrochen werden. Nach 1945 wurden diese Gedankengänge jedoch von der Deutschen Bundespost wieder aufgegriffen und daraus unter Anwendung neuer Erkenntnisse und der inzwischen ergangenen Empfehlungen des CCIF/CCITT schließlich die heutige TF-Technik entwickelt.

Trägerfrequenzgerät „BOA 12“, - Frequenzübersicht -

Beispiel der Frequenzfolge		Frequenzanzordnung für Kanal 12 in kHz				Frequenzanzordnung der Pegelregelung					
		Endstelle A		Endstelle B		Sender		Steuerstecker		Endstelle A	
Sender		0,3 ... 34		72,3 ... 76,4		122,3 ... 115,4		1 Gruppen-Umsetzung ... 2 Gruppen-Umsetzung ...	100	100	12
Sprachband		—		60,6 ... 63,7		—		1 Gruppen-Umsetzung ... 2 Gruppen-Umsetzung ...	100	104	—
Volumensteigung		—		—		—		—	100	100	—
Bandumsetzung		—		—		—		—	100	100	—
1 Gruppen-Umsetzung		—		—		—		—	100	100	—
2 Gruppen-Umsetzung		—		—		—		—	100	100	—
Empfänger		112,3 ... 118,4 122,3 ... 136,7		—		112,3 ... 118,4 122,3 ... 136,7		Leitung ... 2 Gruppen-Umsetzung ... 1 Gruppen-Umsetzung ... Bandumsetzung ... Volumensteigung ...	100	100	—
Lautung		—		—		—		—	100	100	—
2 Gruppen-Umsetzung		—		—		—		—	100	100	—
1 Gruppen-Umsetzung		—		—		—		—	100	100	—
Bandumsetzung		—		—		—		—	100	100	—
Volumensteigung		—		—		—		—	100	100	—

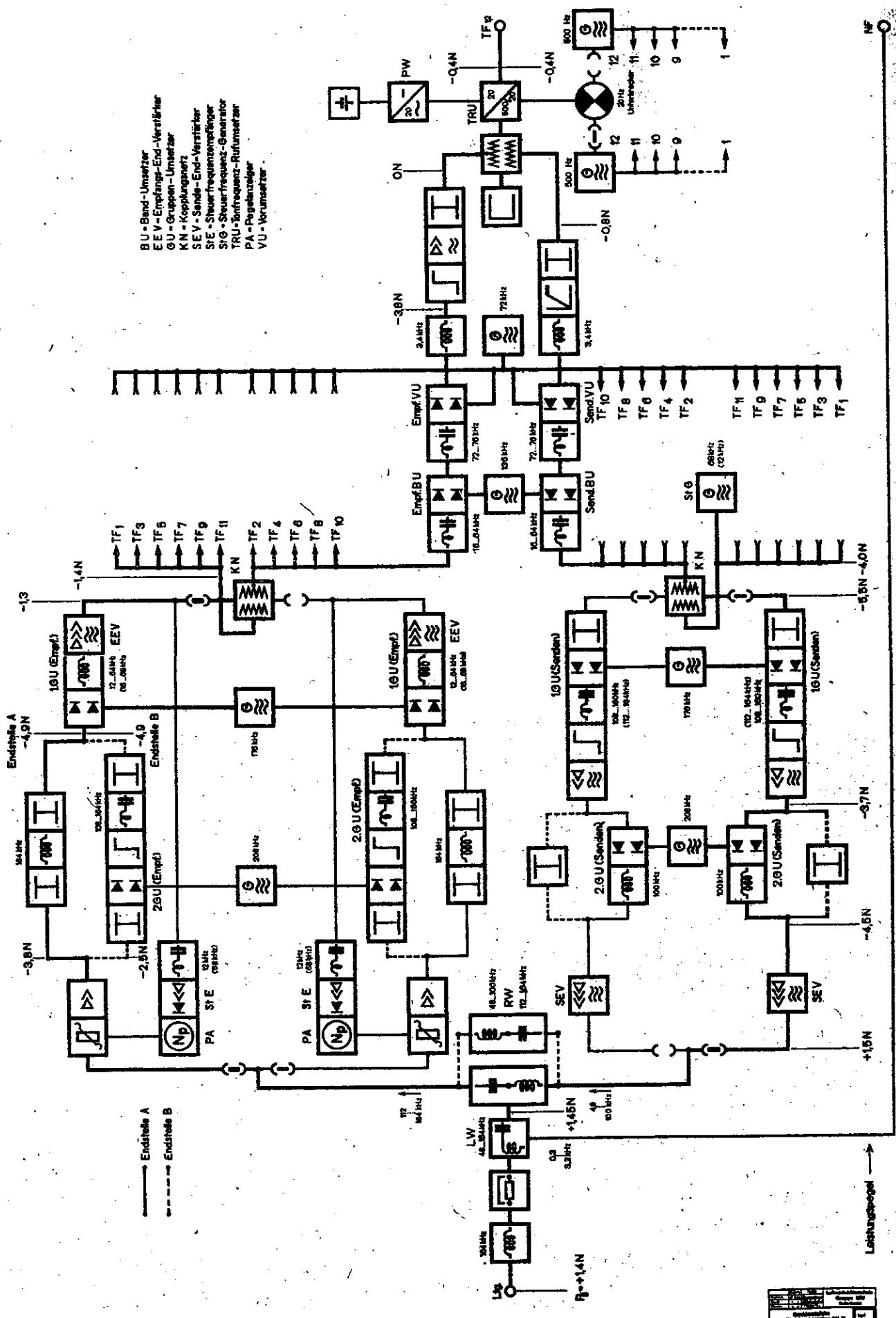


Bandumsetzung
12 Träger (92,96...136 kHz)

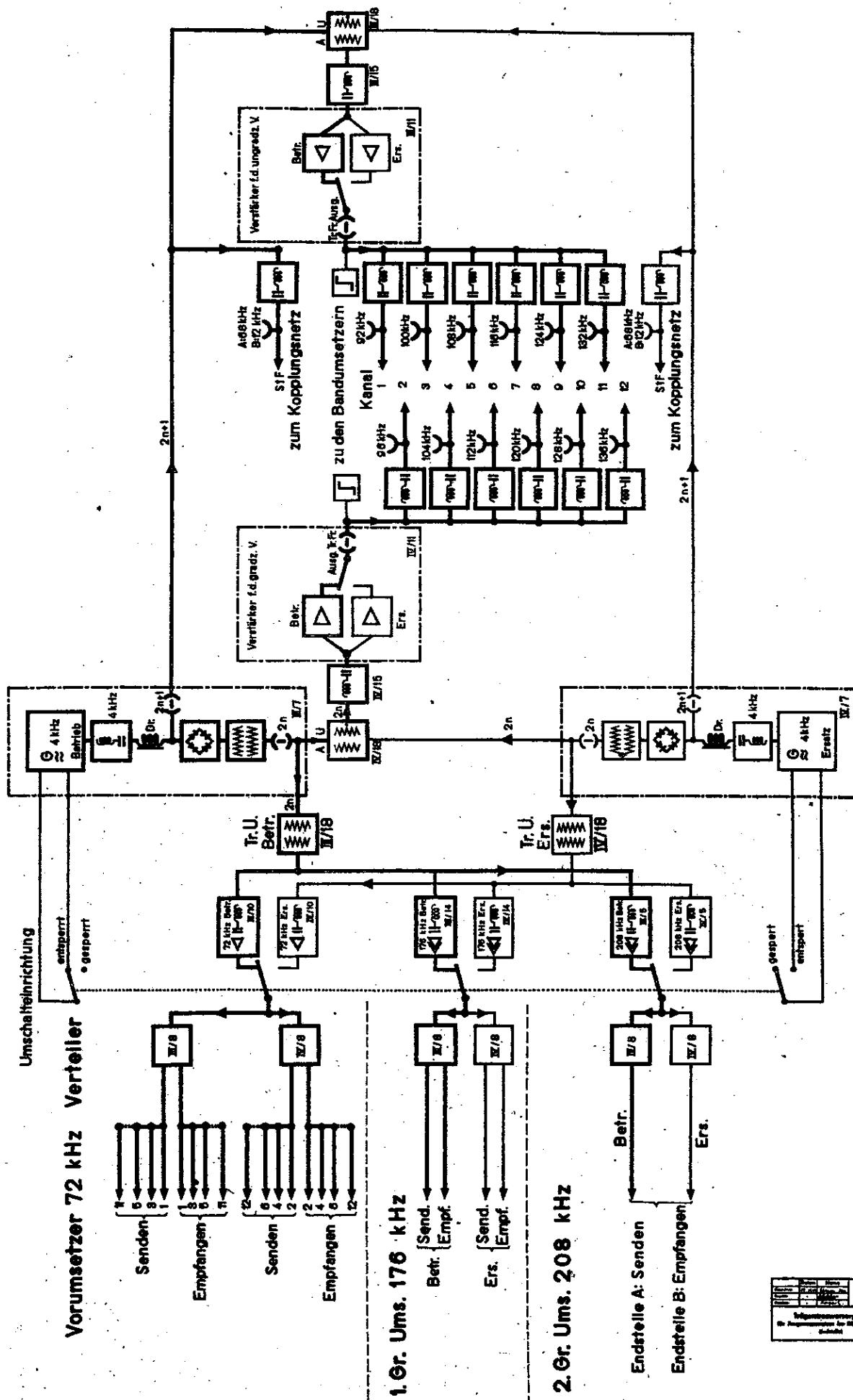


Trägerfrequenzgerät „BOA 12“

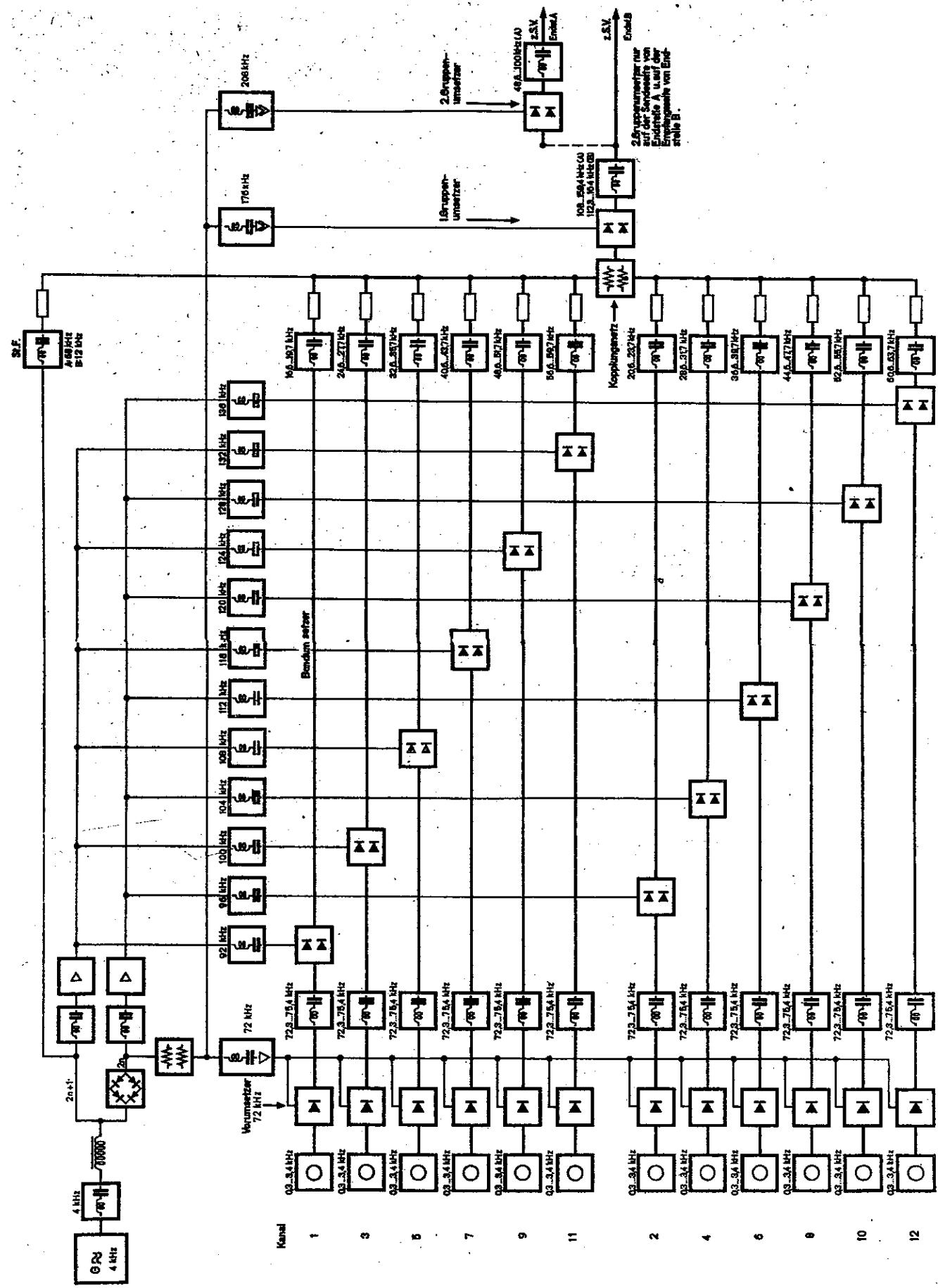
Übersichtsplan der 12fach-Sprecheinrichtung BOA 12 (Endstelle A, Kanal 12)



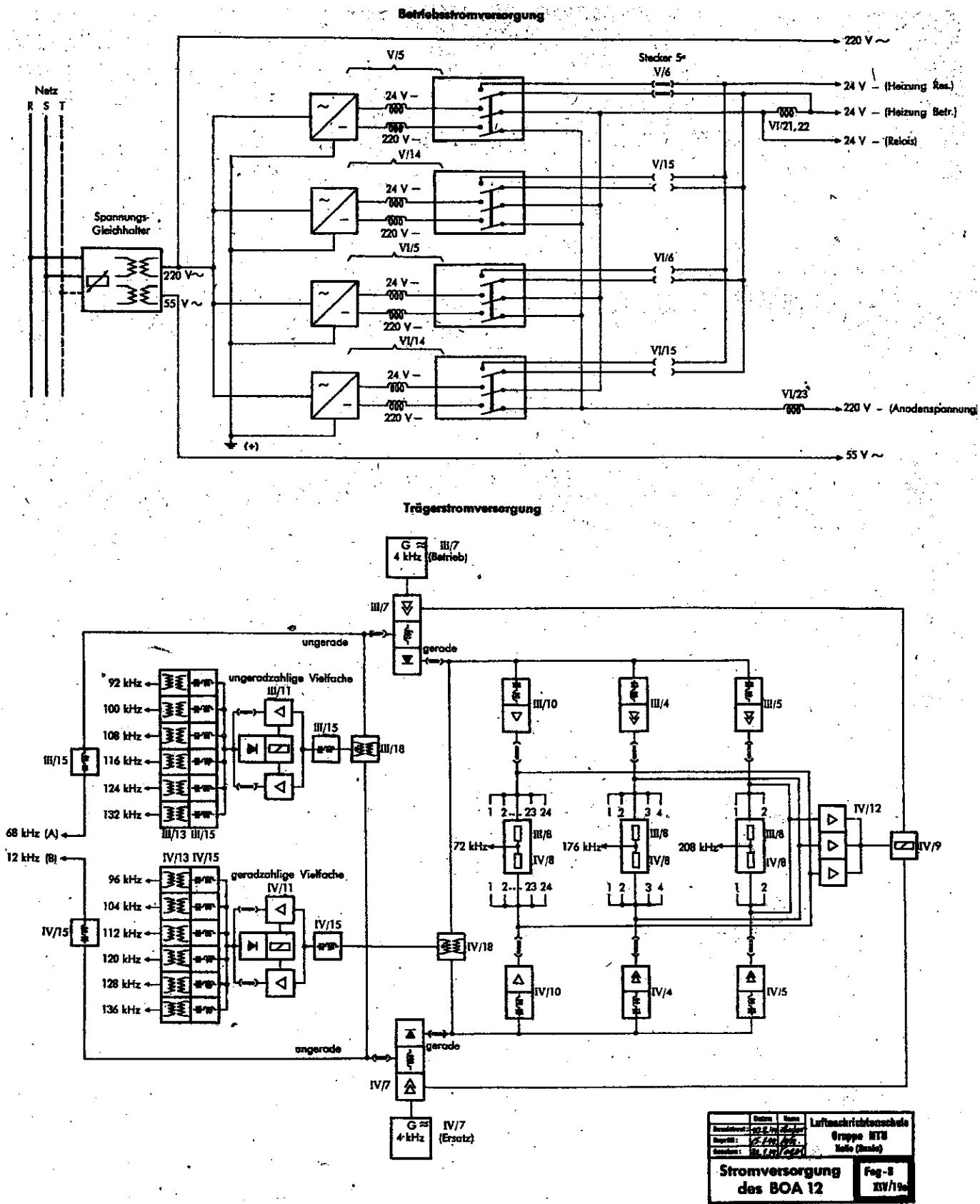
Trägerfrequenzgerät „BOA 12“
Trägerstromversorgung für die Frequenzumsetzung im BOA 12-Gerät (Endstelle)



**Trägerfrequenzgerät „BOA 12“
Frequenzumsetzung im BOA 12-Gerät (Endstelle Sendeseite)**



Trägerfrequenzgerät „BOA 12“, Stromversorgung und Trägerstromversorgung des Gerätes



Die Entwicklung des Tf-Geräteeinsatzes bis 1945

Tf-Geräte für den Einsatz bei der Wehrmacht und Deutschen Reichspost im zweiten Weltkrieg

Der zweite Weltkrieg brachte schließlich den Großeinsatz von Tf-Geräten in Deutschland und in den besetzten Gebieten.

Hierbei handelte es sich in der Hauptsache um Geräte, die von der Fernmeldeindustrie für Wehrmachtszwecke entwickelt worden waren.

Es waren vorzugsweise Tf-Geräte für den Betrieb auf Freileitungen.

Als sich im Verlauf des zweiten Weltkrieges die Notwendigkeit ergab, Nachrichtenverbindungen auch in den Gebieten zu schaffen in denen kein weit verzweigtes Fernkabelnetz vorhanden war. Hier zeigte es sich, daß die Freileitungsgeräte vorzüglich geeignet waren, mit sehr geringem Aufwand weitsprechfähige Verbindungen – z.B. auf den sog. *Drehkreuzlinien* – zu schaffen. Auch auf Fernkabelleitungen ohne bzw. mit leichter Bespulung waren die Geräte im Zweidraht- wie im Vierdraht-Betrieb einsatzfähig.

Der Betrieb über die damaligen Richtfunkgeräte (*Michael*) war berücksichtigt worden.

Die Geräte waren für den transportablen Einsatz, als auch in Gestellbauweise 32 für den Einbau in die Verstärkerstellen der Deutschen Reichspost gefertigt worden.

Anmerkung

Wie aus den Blättern BSX Nr. 1424 der Luftnachrichenschule Halle/Saale zu entnehmen ist, benutzte die Wehrmacht das Fernleitungsnetz der Deutschen Reichspost auch für ihre Zwecke!

Für diesen speziellen Einsatz wurden von der Industrie die nachfolgend beschriebenen Geräte Gefertigt :

Tfb-Geräte

Die Tfb-Geräte waren ursprünglich nur für den tragbaren Einsatz im Zusammenhang mit dem Feldfernkabel bei der Nachrichtentruppe gedacht.

Sie wurden jedoch auch in großer Zahl im Netz der damaligen Deutschen reichspost und einiger Besetzter Nachbarländer eingesetzt.

MEK 8 – Tf-System

Das System MEK 8 hingegen war nach ganz anderen Grundsätzen aufgebaut.

Sende- und Empfangseinrichtung jedes Kanals bildeten eine geschlossene Einheit, meist zu einem Kleingeschäfts mit eigener Stromversorgung zusammengefaßt.

Jeder Kanal hatte eine eigene Pegelregelung, so daß Zahl und Endpunkte der Kanäle beim Einsatz beliebig gewählt werden konnten.

Jedes Kanalgestell enthielt 2 Trägerfrequenzgeneratoren. Sie lieferten die benötigte Trägerfrequenz mit genügender Genauigkeit, können aber außerdem beim vorhandensein von Quarzgeneratoren im Verstärkeramt der DRP über einen Synchronisierungszusatz mitgezogen werden.

Zu jedem MEK 8-System gehörte ein Zusatzzestell mit Weichen und Prüfgeräten.

Für den Einbau in den Verstärkerstellen der Deutschen Reichspost wurden alle Kanäle und Zusatzeinrichtungen in einem Gestell der Bauweise 32 zusammengefaßt als MEK 8-Endstelle gefertigt.

Die MEK 8-Zwischenverstärker für beide Richtungen mit den zugehörigen Weichen wurden auch als Einzelgestell mit Stromverorgung für den transportablen Einsatz gefertigt.

Dieses System dürfte das z.Z am meisten verbreitete Tf-System gewesen sein !

Es wurden bis 1945 von der Industrie über 10 000 MEK 8-Kanalendstellen ausgeliefert.

MG 15 – Tf-System

1938 entwickelte die Firma Siemens & Halske ein Trägerfrequenzsystem mit Gruppentausch und Mehrstufenmodulation mit 15 Kanälen für den Betrieb in erster Linie auf Freileitungen (Drehkreislinien) aber auch auf geeigneten Kabelleitungen.

Völlig neu war bei diesem System eine Frequenzumsetzung in den Zwischenverstärkern, die eine Rückkopplung über durchlaufende Nf-Stromkreise verhindern.

Diese Technik wird seither bei allen Zweidraht-Tf-Systemen angewandt.

Das MG 15 –System arbeitet auch mit einer automatischen Pegelregelung.

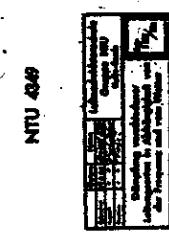
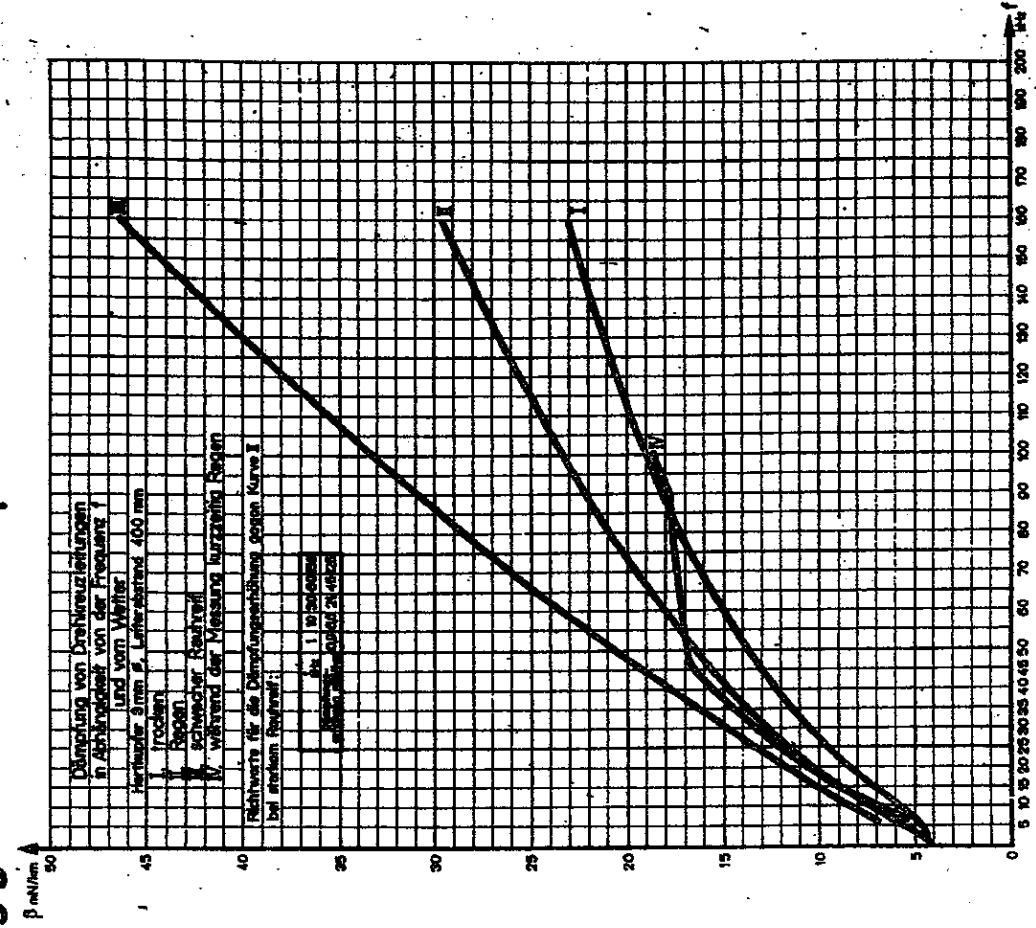
Das MG 15-Tf-System ist nach dem bei der Deutschen reichspost eingeführten Baukastensystem in Gestellbauweise 32 aufgebaut. Eine Endeinrichtung für 15 Kanäle besteht aus 5 Gestellen. Ein Zwischenverstärker besteht aus 2 Gestellen.

Nachdem die erste Anlage 1938 ausgeliefert worden war, überstieg deren Zahl 1940 bereits Hundert. Bis kriegsende 1945 wurden über 700 MG 15- Anlagen und 1 200 Zwischenämter ausgeliefert

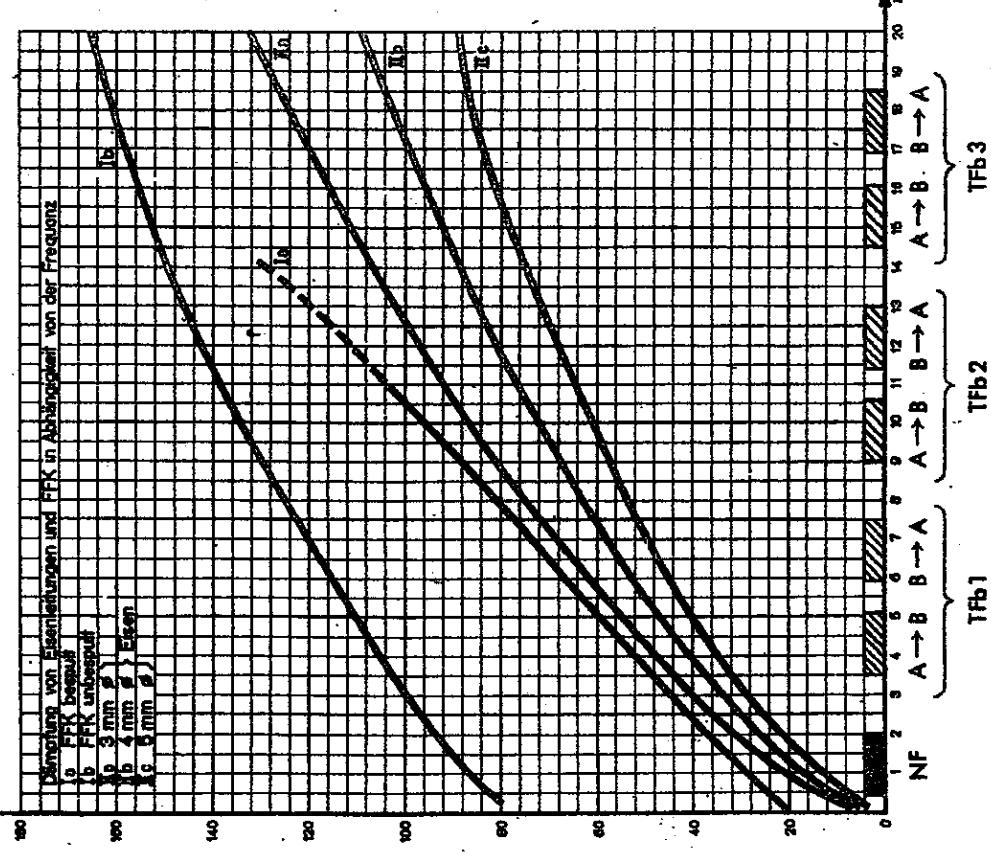
Alle beschriebenen Tf-Systeme sind in den Kriegs- und Nachkriegsjahren außer auf Freileitungen auch auf Fernkabelleitungen eingesetzt worden, wobei entweder das ursprünglich vorgesehene Zweidraht-Getrenntlageverfahren beibehalten oder durch einen Eingriff in die Geräteschaltung Vierdraht-Gleich- oder -Getrenntlage hergestellt wurde.

Nachfolgend werden die Funktion der einzelnen Geräte beschrieben und durch Zeichnungen ergänzt.

Dämpfung verschiedener Leitungsarten in Abhängigkeit von der Frequenz und vom Wetter

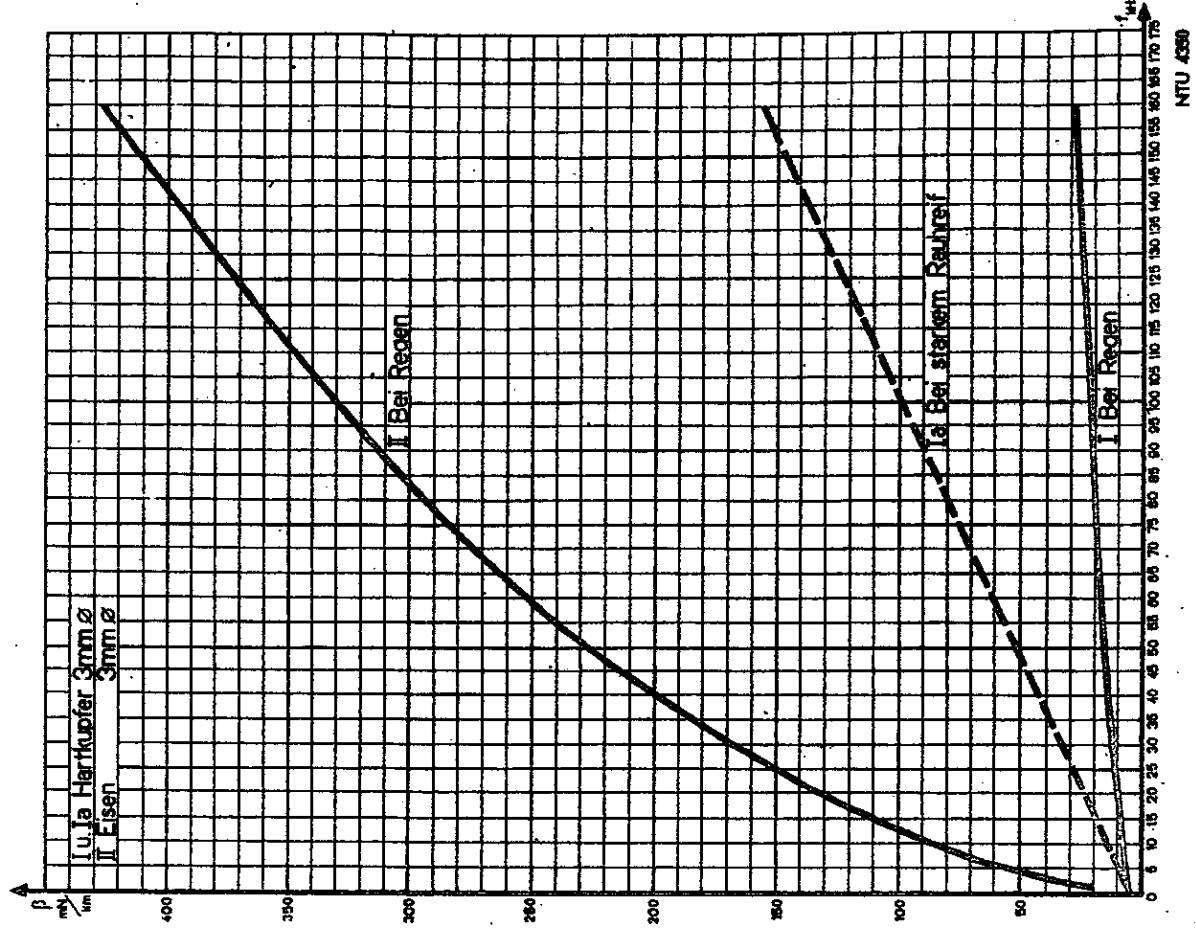
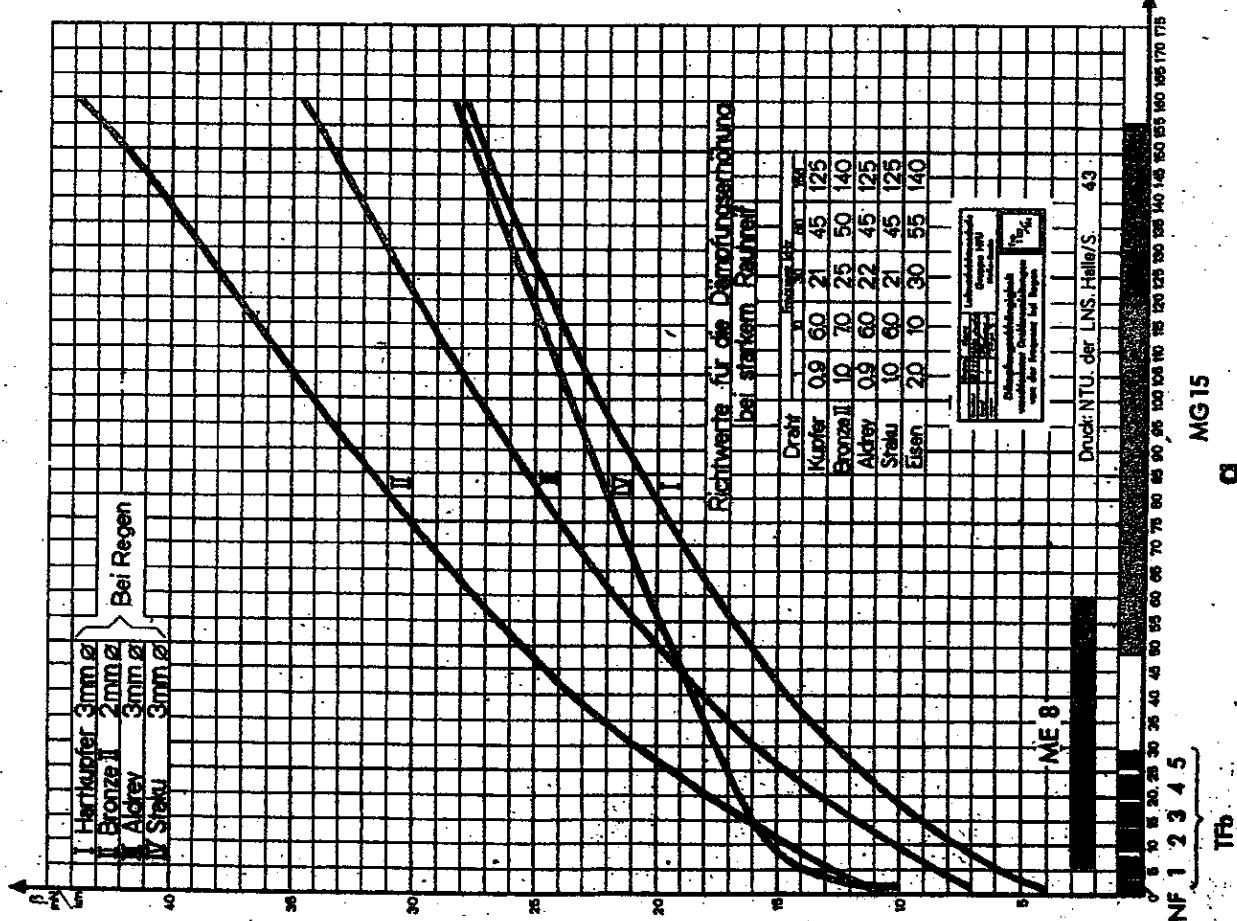


b



c

Dämpfungsabhängigkeit verschiedener Drehkreuzleitungen von der Frequenz bei Regen



Übersicht über die Trägerfrequenzgeräte der Wehrmacht

Gerät	Trägerfrequenzen	Frequenzbereich	Sendepiegel	Niedste ohne Zusatzleistungsförderung bare Dämpfung
TFa	A - Richtung : unteres Seitenband zu 5,8 KHz B - " : oberes " zu 5,8 KHz	3,4-8,2 KHz	0,5	2 Np.
TFb1	A - " : unteres " zu 5,5 KHz B - " : oberes " zu 5,5 KHz	3,5-7,5 "	0,5	4 "
TFb2	A - " : unteres " zu 11,0 KHz B - " : oberes " zu 11,0 KHz	9-13 "	0,5	4 "
TFb3	A - " : unteres " zu 16,5 KHz B - " : oberes " zu 16,5 KHz	14,5-18,5 "	0,5	4 "
TFD4	A - " : unteres " zu 22,0 KHz B - " : oberes " zu 22,0 KHz	20,0-24,0 "	0,5	4 "
ME8	A - " : 6 30 KHz B - " : 36 60 KHz	6-60 "	1,8	5 "
KER	A - " : 12 60 KHz B - " : 120 64 KHz	12-120 "	1,0	5 "
BOA12	A - " : 48 100 KHz B - " : 112 164 KHz	48-164 "	1,5	5 "
MG15	A - " : 48 95 KHz B - " : 138 171 KHz	48-156 "	1,5	5 "
K1, MK	A - " : 60 68 76 84 92 KHz B - " : 100 116 124 132 140 KHz	57,6-148,4 "	2	4 "
K2, MK	A - " : 66 64 78 86 90 KHz B - " : 124-132 130 128 136 KHz	53,6-138,4 "		
T1	A - " : 6,5 9,4 12,9 KHz B - " : 26,7 34,4 48,5 KHz	6,3-28,5 "	2,0	5 "
T3	A - " : 7,7 10,9 14,5 KHz B - " : 16,8 23,7 31,7 KHz	7,7-27,7 "	2,0	5 "
E1	A - " : unteres Seitenband zu 5,8 KHz B - " : oberes Seitenband zu 5,8 KHz	3,4-8,2 "	1,2	4 "

Belegen auf höchste Frequenz

Belegen auf höchste Frequenz

Reichweiten der Trägerfrequenzgeräte in Km (ohne Zw.Verstärker)

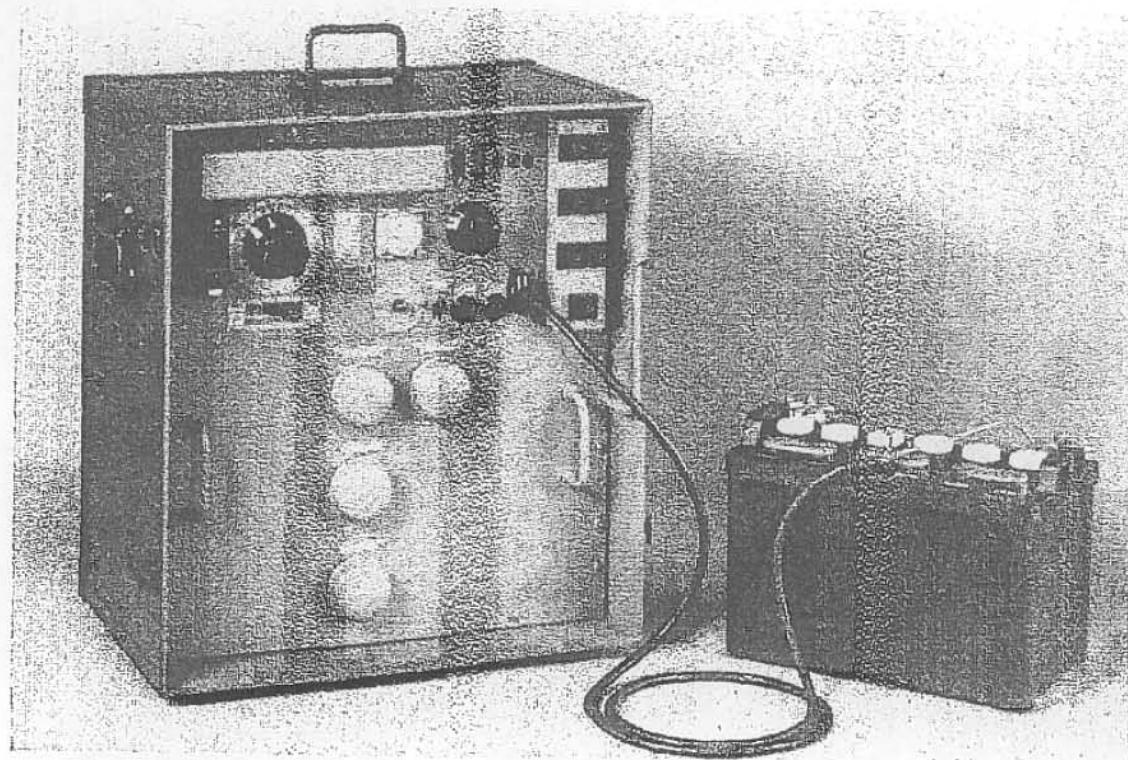
Gerät	Trägerfrequenz	Frequenzbereich	Drehkreuzdioden 3mm Cu	Drehkreuzdioden 2mm Cu	4-5mm Eisen	FFK bespult	FFK Vierer	Ansprechkabel 0,8mm
TFa	5,8 KHz	3,4-8,2 KHz	200-230	140-160	40	20-30	15-20	12
TFb1	5,5 "	3,5-7,5 "	400-450	270-300	80	40-70	30-40	etwa 25
TFb2	11 "	9-13 "	350-400	220-270	60	30-50	20-30	" 20
TFb3	16,5 "	14,5-16,5 "	300-350	200-240	30	-	etwa 20	" 15
TFD4	22,0 "	20,0-24,0 "	270-300	160-200	20	-	" 15	" 10
ME8		6-60 "	180-220	150-200				
ME1-4		6-48 "	220-280	170-230				
KF12		12-120 "	100	80				
BOA12		48-164 "	80-110	50-80				
MG15		48-156 "	80-110	50-80				

Die oberen Werte der Reichweiten auf freien Höhen
 gelten bei feuchtem Wetter nur für sehr guten
 Leitungszustand u. geringen Störpegel.
 Bei Rauhreif betragen die Reichweiten etwa
 $\frac{1}{2}$, für MG15 nur $\frac{1}{3}$. Außerdem bleiben dann beim
 ME8 u. MG15 nur 50% der Sprechwege brauchbar.

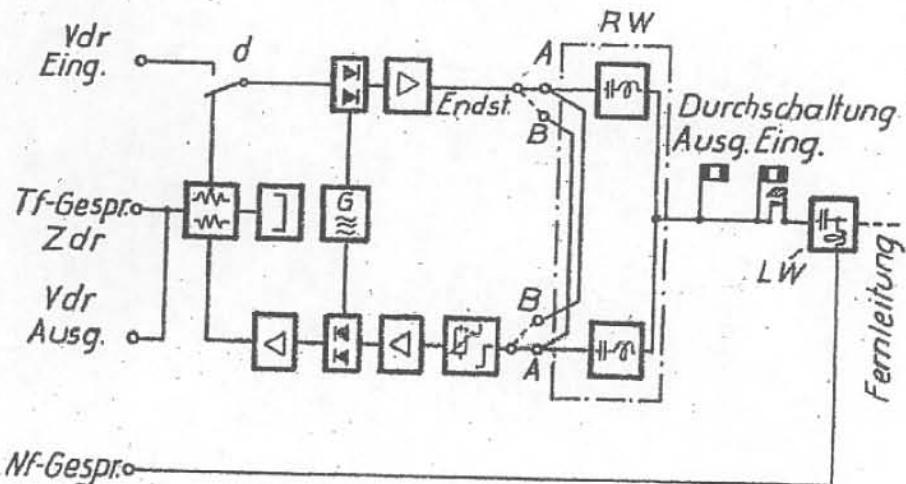
Reichweiten der Funkschreibübertragung in Km (Modulationsübertragung ohne Verstärker)

Übertragung	FFK Stamm	FFK Vierer	3mm Cu	2mm Cu	4-5mm Eisen	LFK Stamm	LFK Vierer
Einfachstrom, Ortslinie.	20-30	20-30	70-80	50-60	70-80	30-40	40-50
Vor. Doppelstrom, Fernlinie.	80-100	80-100	250-300	150-200	170-200	40-50	60-80
WT	70-90	-	300-400	200-250	100-140	140-160	130-150
Einton (1500Hz)	100-140	30-40	400-500	250-300	130-180	160-180	160-180
Feldfunkstörüber (900Hz)	100	30	400-500	250-300	130-180	140-160	140-160

Trägerfrequenzsystem Tfb 1....

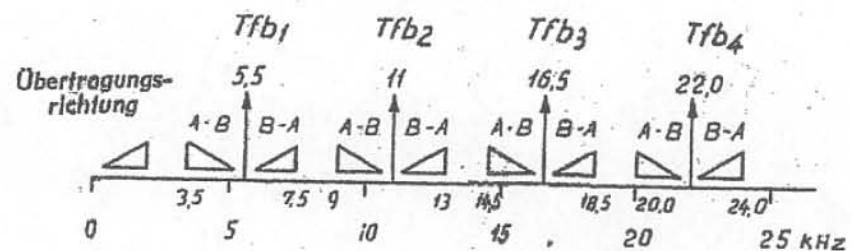


Tfb-Gerät



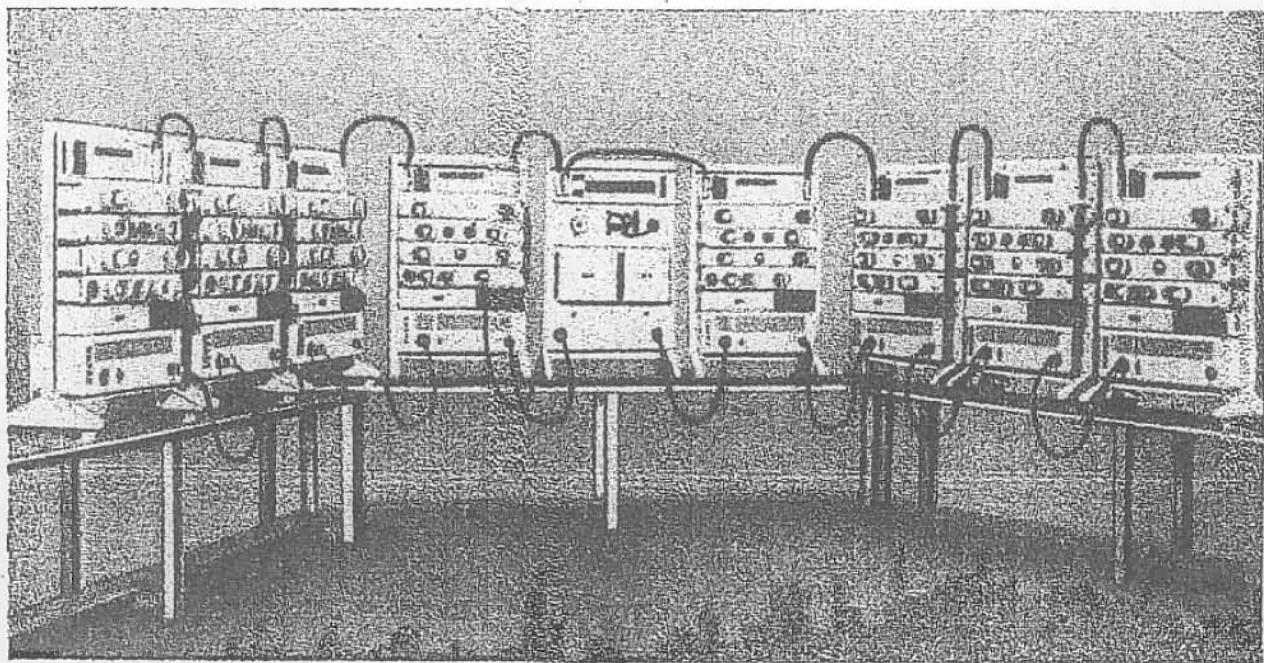
NF-Gespro.

Vereinfachter Stromlauf der Tfb-Endstelle

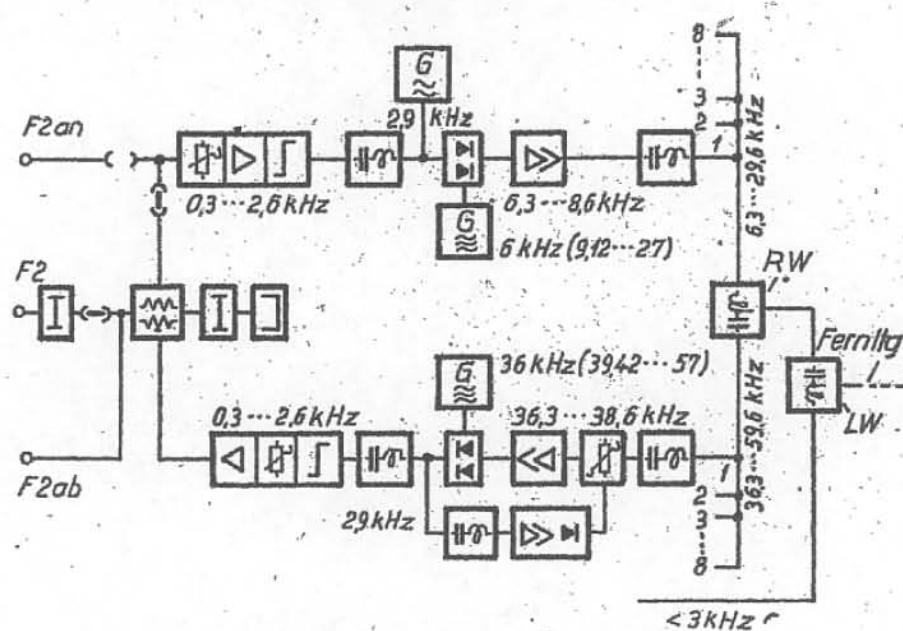


Frequenzplan des Tfb-Systems

Trägerfrequenzsystem MEK 8



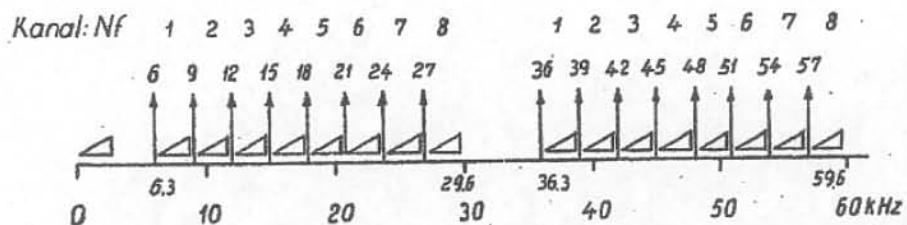
MEK8-Endstelle mit Zusatzgestell



Vereinfachter Stromlauf der MEK8-Endstelle A

Übertragungsrichtung: A → B

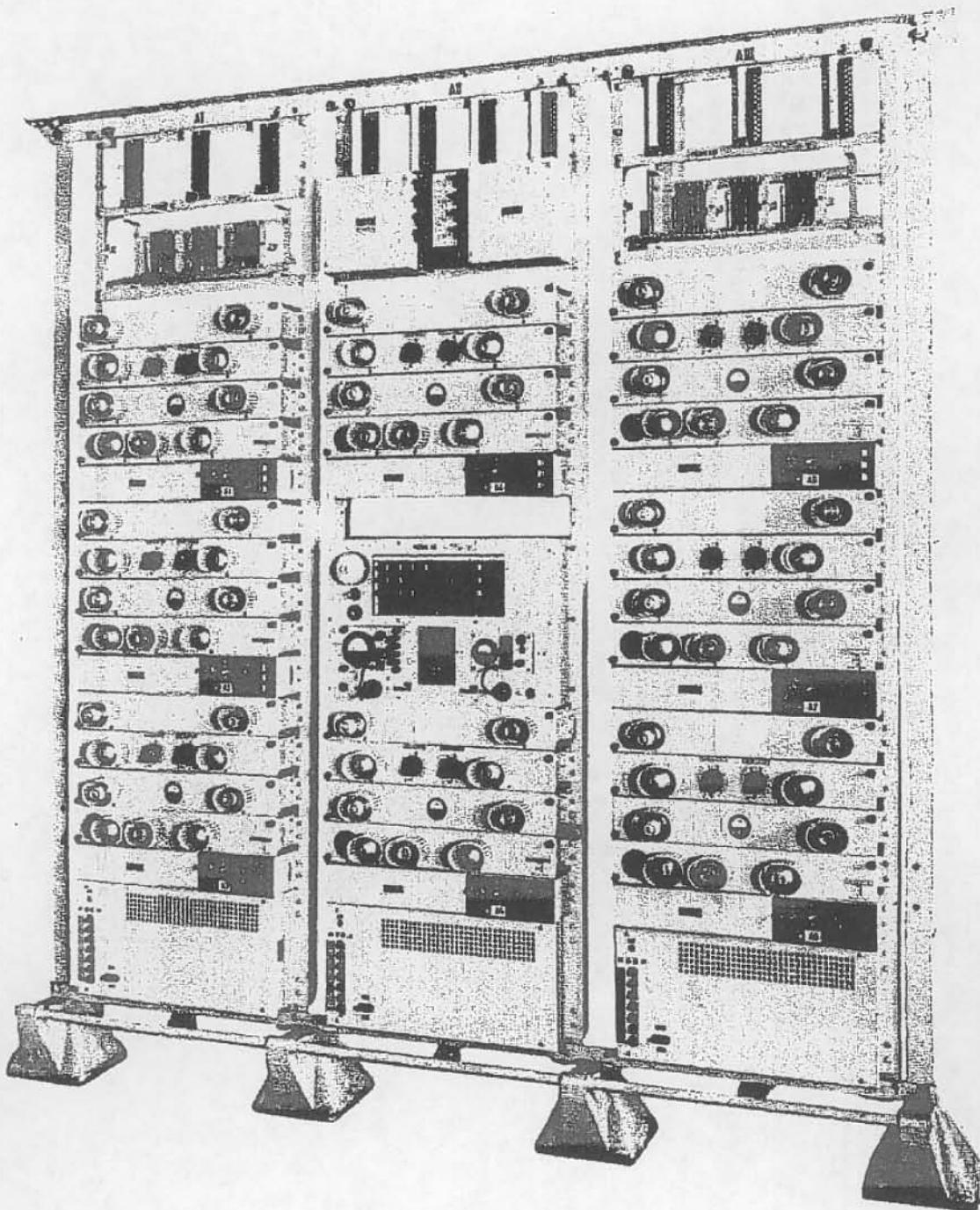
B → A



Frequenzplan des MEK8-Systems der Fa. AEG

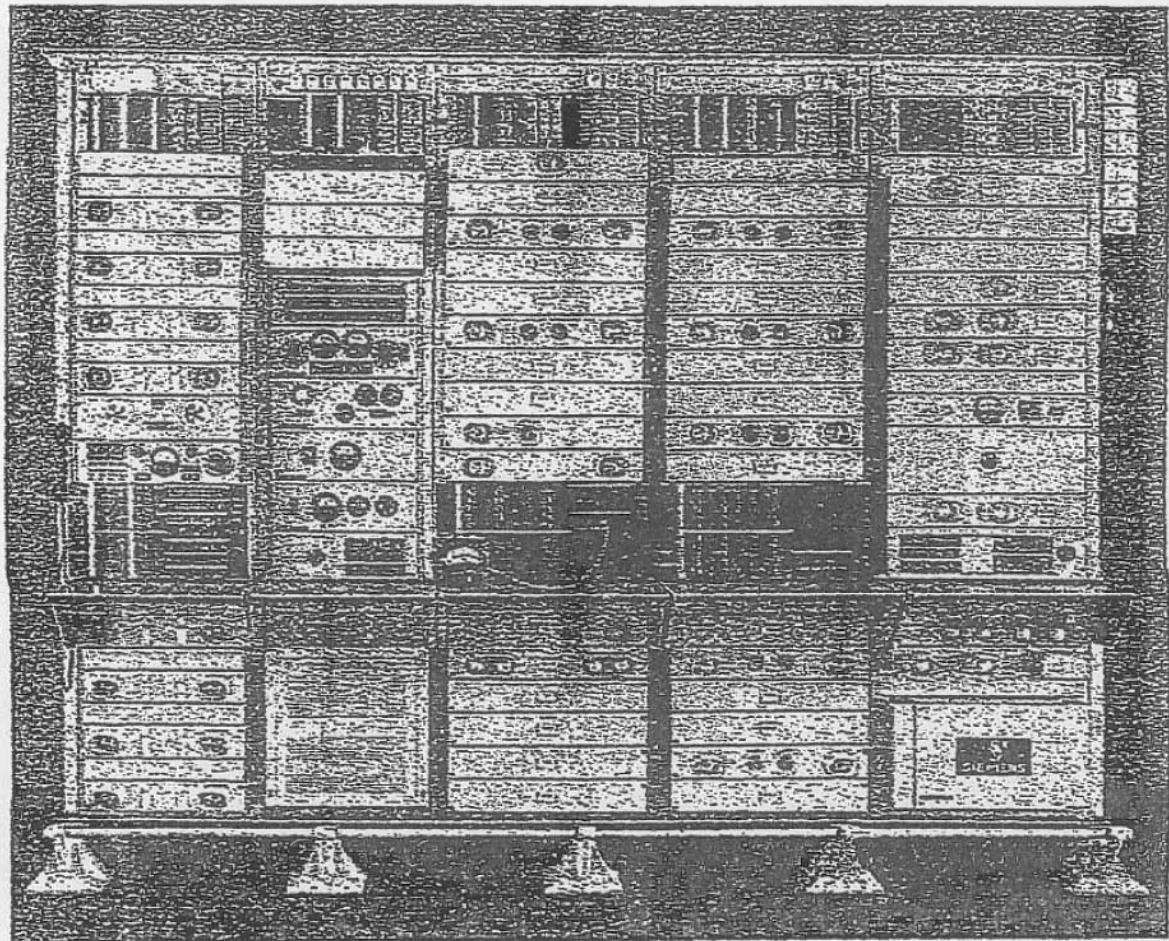
Archiv:
H. Schicke, DD 1 HC

Trägerfrequenzsystem MEK 8

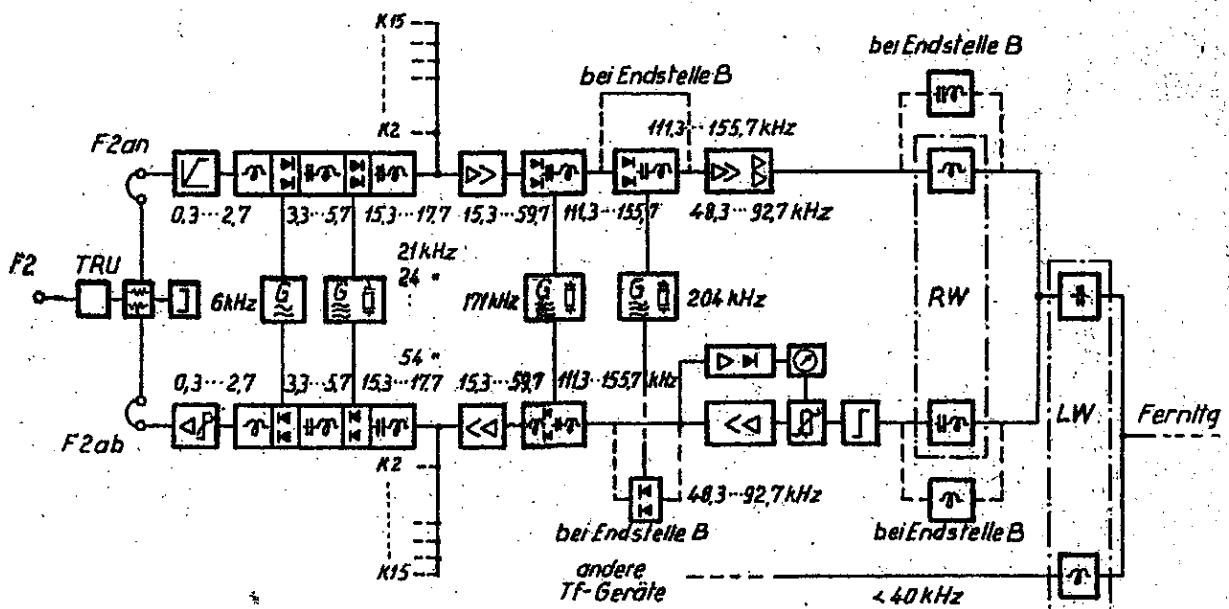


MEK 8-Endstelle in Gestellbauweise

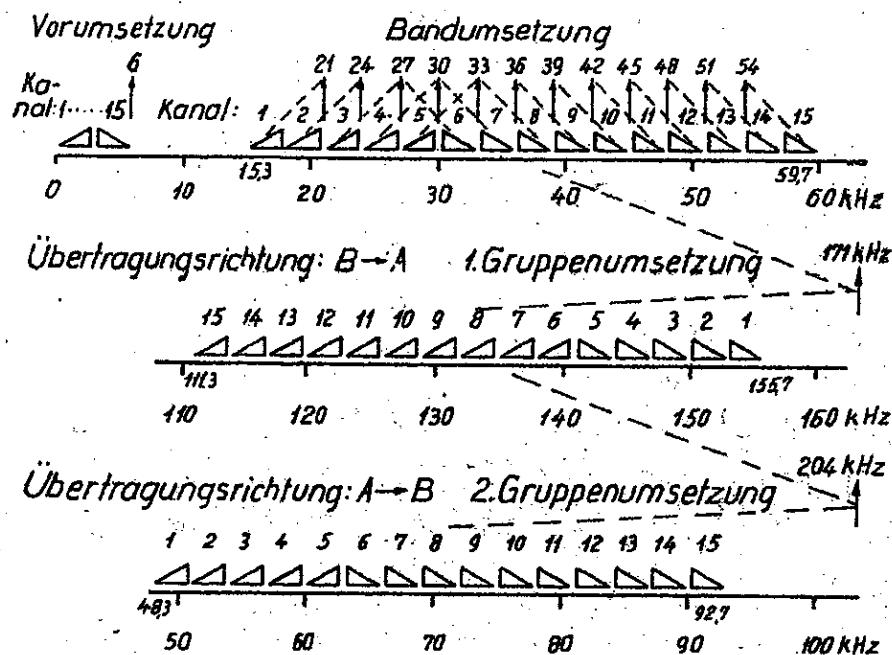
Trägerfrequenzsystem MG 15



Trägerfrequenzsystem MG 15



Vereinfachter Stromlauf der MG15-Endstelle



Frequenzplan des MG15-Systems von S&H

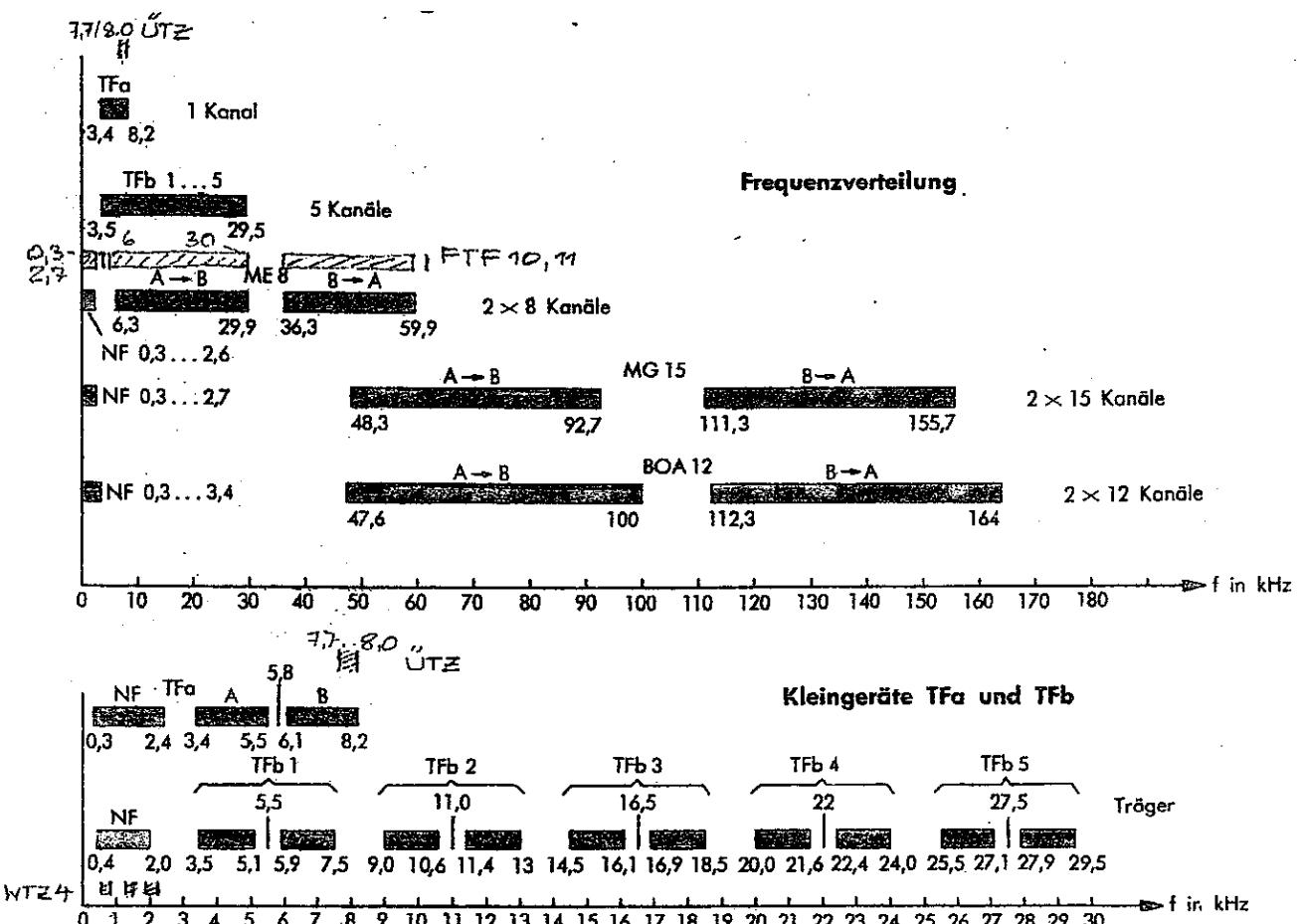
Frequenzbereiche und Reichweiten der Trägerfrequenzgeräte

Gerät	Sprachband	Trägerfrequenz	Übertragenes Frequenzband	Reichweite												
				km				Drehkreuz-Dauerleitung*)				Eisen				
				FFK	sFK	Hochbau	Nepel	Kupfer	Bronze II	Aldry	Stückd.	Ø	Ø	Ø	Ø	
				kHz	kHz	kHz	kHz	Ø mm 2 mm	Ø mm 2 mm	Ø mm 2 mm	Ø mm 2 mm	Ø mm Ø mm	Ø mm Ø mm	Ø mm Ø mm	Ø mm Ø mm	
				A \Rightarrow B	B \Rightarrow A			Ø mm Ø mm	Ø mm Ø mm	Ø mm Ø mm	Ø mm Ø mm	Ø mm Ø mm	Ø mm Ø mm	Ø mm Ø mm	Ø mm Ø mm	
TFa	0,8 - 2,4	5,8	8,4 - 5,5	6,1 - 8,2	2,0	20 - 80	15 - 20	40	80	190	800	880	920	800	180	170
1	0,4 - 2,0	5,5	8,5 - 5,1	5,9 - 7,5	4,0	20 - 50	25 - 30	60	40	880	620	780	460	570	450	880
2	0,4 - 2,0	11,0	9,0 - 10,6	11,4 - 18,0	4,0	10 - 80	20 - 25	40	80	880	490	600	280	870	480	820
TFb	0,4 - 2,0	16,5	14,5 - 16,1	16,9 - 18,5	4,0	-	16 - 20	25	80	280	400	480	320	870	400	820
4	0,4 - 2,0	22,0	20,0 - 21,6	22,4 - 24,0	4,0	-	12 - 16	20	25	280	850	410	210	280	850	280
5**)	0,4 - 2,0	27,5	26,5 - 27,1	27,9 - 28,5	4,0	-	10 - 13	15	20	280	820	870	190	280	820	280
ME 8	Kanal 1	0,8 - 2,6	A \Rightarrow B 6,0 B \Rightarrow A 86,0	6,8 - 8,9 86,8 - 88,9	5,0	-	-	-	-	280	850	410	210	280	850	270
	Kanal 8	0,8 - 2,6	A \Rightarrow B 27,0 B \Rightarrow A 67,0	27,8 - 28,9 67,8 - 59,9	5,0	-	-	-	-	210	280	880	180	240	280	280
MG 15	0,8 - 2,7	A \Rightarrow B 204,0 B \Rightarrow A 171,0	48,8 - 92,7 111,8 - 155,7	5,0	-	-	-	-	-	180	210	115	150	170	210	210
BOA 12	0,8 - 3,4	A \Rightarrow B 208 8 \Rightarrow A 176	47,6 - 100 112,8 - 164	5,0	-	-	-	-	-	180	200	112	145	175	200	210

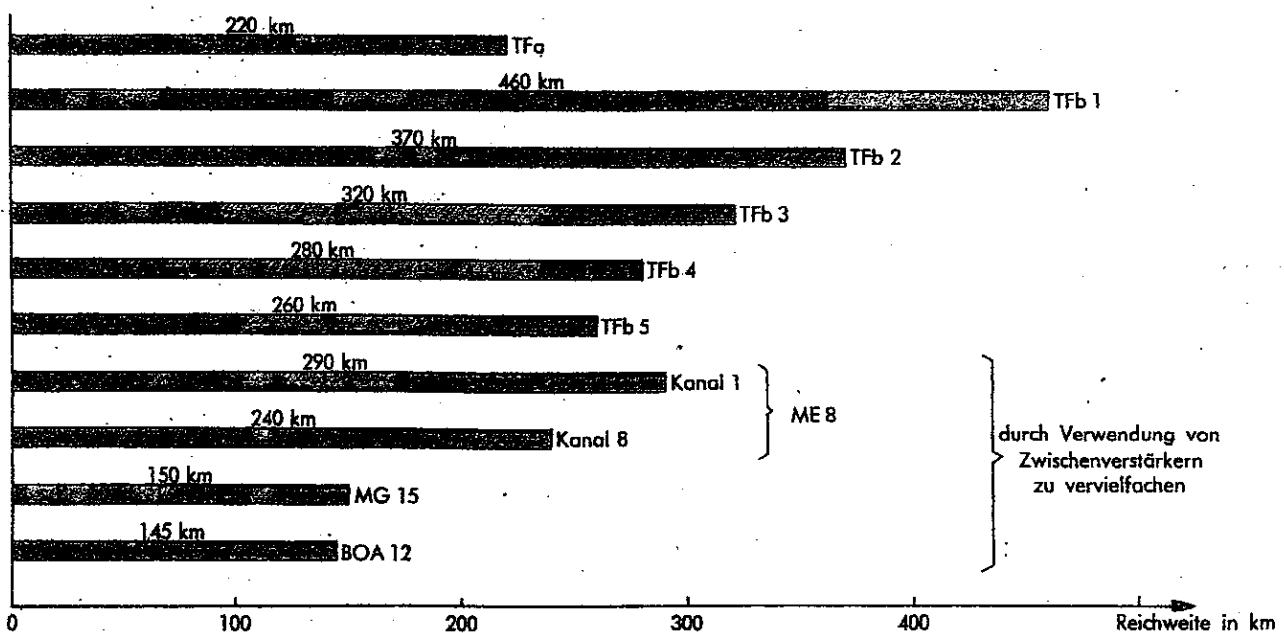
*) Die Reichweiten für Drehkreuzleitungen sind nach Dämpfungskurven für Regenweiter errechnet (siehe Feg-T XIV/13a und 13b). Die in Klammern () stehenden Werte gelten für Rauhreif. Für die Festlegung der Verstärkerabstände und der Drahtstärken für Drehkreuzfördern des von der Rauhreifgeförderten Geländes Größen einzusetzen, die zwischen diesen beiden Grenzen liegen.

**) TFb 5 wird vorläufig nicht gebaut.

Frequenzbereiche und Reichweiten der Trägerfrequenzgeräte



Höchstreichweiten bei 3 mm Bronzedraht

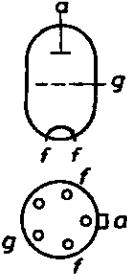
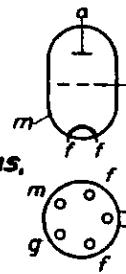
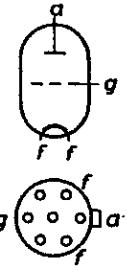
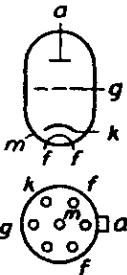
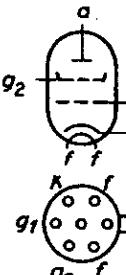
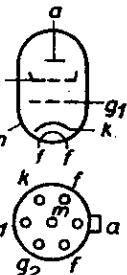
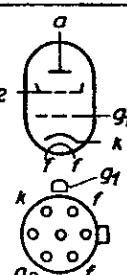
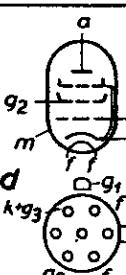
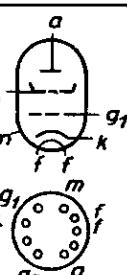
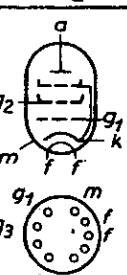
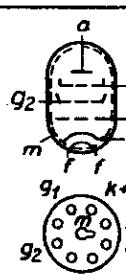
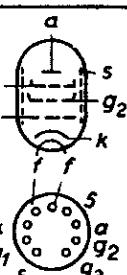
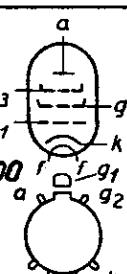
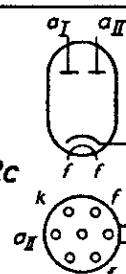
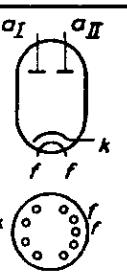


Verzeichnis der Röhren die in NF- und TF-Geräten verwendet wurden

Technische Daten

Röhre	Uh V	Jh A	U _a V	J _a mA	J _{g₂} mA	U _{g₁} V	U _{g₂} V	U _{g₃} V	S mA/V	R _t kΩ	Verwendet in
Aa	4	0,5	220	3	—	-2	—	—	1,0	30	TRU
Ba(s)	3,5	0,5	220	3	—	-6	—	—	0,6	25	NfVerst, 2Bd 35, VRL 34
Bi	4	1,1	220	10	—	-3	—	—	2,5	11	MEK8, Df
Ca(s)	3,65	1,1	220	20	—	-12	—	—	1,7	4,1	2Bd 35, Df, VRL 29
Ce	3,8	0,5	220	20	—	-12	—	—	1,7	4,1	2Bd 35
Da	5,8	1,1	220	50	—	-30	—	—	2,5	1,5	2Bd 35, VRL 34
Ec	18	0,7	250	90	—	-23	—	—	9,2	0,75	MG15, Vielband, VRL 47
Ed	4	1,0	220	50	—	-45	—	—	6,0	0,65	Df
C3b	4	1,1	220	8	3,5	-2	150	0	3,5	700	MEK8, Df
C3d	18	0,24	220	15	4,0	-2	150	0	4,5	400	MG15, Vielband
C3e	18	0,24	220	15	4,0	-3	200	0	4,5	400	Allverst II, 2Bd 47, VRL 47 u. 48
C3m	20	0,125	220	15	3,0	-4,5	150	0	6,0	380	Z6N/T, Z12K, V60, VRL 50, Z12N
18046	20	0,135	210	20	5,3	-3,0	210	0	11	250	Z6N, Z12K, V60 von FGF
E2b	18	0,36	220	42	6,0	-3,5	200	—	10,5	40	Vielband
E2c	18	0,36	220	42	6,0	-3,5	200	—	10,5	40	12Bd (U) 41, MG15, Vielband
E2d	4	1,5	250	36	4,0	-7	250	—	8	60	MEK8, Df
E2e	18	0,36	220	42	6,0	-3,5	200	—	10,5	40	VRLz 48
RV 12 P 2000	12,6	0,075	250	7	4,0	-4,5	225	0	1,5	1000	Tfb
Gleichr.- röhren	Uh V	Jh A	U _{eff} V	Trafo	I mA	Art				Verwendet in	
Z2b	4	1,6	2 × 450	100	Doppelweggleichrichter				Df		
Z2c	4	4,0	2 × 400	300	„				MEK, Df		
Z2e	18	0,24	2 × 250	40	„				VRLGest 48		

**Verzeichnis der Röhren
die in NF- und TF-Geräten verwendet wurden
Sockelschaltungen**

1  <i>Aa, Ba, Ca, Da</i>	2  <i>Bas, Cas, Ce</i>	3  <i>Ed</i>
4  <i>Bi, Ec</i>	5  <i>E 2d</i>	6  <i>E 2c</i>
7  <i>E 2b</i>	8  <i>C 3b, C 3d</i>	9  <i>E 2e</i>
10  <i>C 3e</i>	11  <i>C 3m</i>	12  <i>1804b</i>
13  <i>RY12P2000</i>	14  <i>Z 2b, Z 2c</i>	15  <i>Z 2e</i>