

Kurzwellenfunkverbindungen
mit der Anlage SEG 100 D

Ref.: Dipl.-Ing. H.-J. Fäseke



VEB FUNKWERK KÖPENICK
Betrieb des VEB Kombinat
Nachrichtenelektronik

Kommerzielle Funkverbindungen im Kurzwellenbereich sind überwiegend für den Weitverkehr zum Einsatz gekommen.

Gegen Ende der 20er Jahre entstanden die ersten Einseitenband-funksprechverbindungen für den Überseeverkehr, wie z.B. zwischen Berlin und Buenos Aires im Dezember 1928 über 12 000 km Entfernung. Mit der Einführung des Satellitenfunks ist der Anteil auf diesem Gebiet zurückgegangen.

Für Dienste mit geringem Informationsfluß, wie z.B. Botschaftsfunk, wird die Kurzwellenverbindung aus ökonomischen Gründen ihre Bedeutung behalten.

In verstärktem Maße erfolgt in neuerer Zeit der Einsatz des Kurzwellenbereiches zur Überbrückung von Entfernungen bis zu einigen 1 000 km.

Mit der Vereinfachung der Bedienung und Verbesserung der Geräte- und Anlagentechnik lassen sich Kurzwellenverbindungen problemlos herstellen.

Im Nachfolgenden soll auf einige Besonderheiten dieser Technik eingegangen werden und im Anschluß daran die Anlage SEG 100 D vorgestellt werden.

1. Probleme der Kurzwellenausbreitung

1.1. Reflexionseigenschaften

Die elektromagnetischen Wellen des Kurzwellenbereiches (1,6 - 30 MHz) nehmen unter den Funkverbindungen wegen ihrer Ausbreitungseigenschaften eine Sonderstellung ein. Langwellen breiten sich überwiegend an der Erdoberfläche als Bodenwellen aus. Mit steigender Frequenz wird ein Teil der Sendeenergie am Erdboden reflektiert und in den freien Raum als Raumwelle abgestrahlt.

Im Kurzwellenbereich wird diese Raumwelle an der Ionosphäre, die sich in einer Höhe von 70 - 400 km befindet und aus unterschiedlichen Schichten besteht, wiederum reflektiert und gelangt mit sehr unterschiedlicher Dämpfung wieder zum Erdboden.

Der Grad der Dämpfung und die Reflektionseigenschaften hängen von der Ionisation ab. Die Ionisation entsteht durch die Aufspaltung der in diesen Schichten vorhandenen Gasatome in Elektronen und Ionen. Der Grad der Ionisation unterliegt tages- und jahreszeitlichen Schwankungen, er ist in den oberen Schichten am größten und fällt zu den unteren Schichten hin ab. Am Tage, mit zunehmender Sonneneinstrahlung, baut sich in einer Höhe von 100 - 120 km die E-Schicht auf, die für Tagesfunkverbindungen entscheidend ist.

Die F2-Schicht in einer Höhe von 250 - 400 km, die am Tage und in der Nacht vorhanden ist, wird für Nachtverbindungen wirksam, wenn die E-Schicht verschwindet. Die D- und F1-Schicht, die sich vor der E- bzw. F2-Schicht befinden, wirken in der Regel dämpfend durch Absorption. Neben den bereits genannten Einflüssen unterliegt die F2-Schicht in starkem Maße den Einflüssen der Sonnenflecktätigkeit und magnetischen Stürmen.

Aufgrund der unterschiedlichen Reflektions- und Absorptionseigenschaften der Ionosphäre schwankt die Übertragungsdämpfung kurzzeitig um mehrere Zehnerpotenzen, was durch die automatische Verstärkungsregelung des Empfängers ausgeglichen werden muß. Hierbei spielt auch der Abstrahlwinkel, bezogen auf die Erdoberfläche, eine wesentliche Rolle.

Zum Aufbau von Regionalnetzen wird im allgemeinen eine Rundstrahlcharakteristik der Antenne gewünscht, da sich innerhalb eines Netzes die Sende-Empfangsstellen in verschiedenen Richtungen befinden oder beweglich sind.

Da die Stationen stark unterschiedliche Entfernungen zueinander haben können, muß der Empfang innerhalb einer dichten Fläche möglich sein, d.h. nach Abklingen der Bodenwelle im Abstand zwischen 25 - 50 km vom Sender soll die reflektierte Raumwelle bereits wieder auf den Erdboden auftreffen und außerdem einen großen Entfernungsbereich überdecken. Das setzt die Verwendung

steilstrahlender Antennen und einen bestimmten Frequenzbereich voraus.

Für Entfernungen bis ca. 1 000 km ist der Frequenzbereich zwischen 1,6 - 8 MHz besonders geeignet. Die Frequenz für sichere Funkverbindungen, bezogen auf Tageszeit und Entfernungsbereich, kann den Funkprognosen entnommen werden.

Für größere Entfernungen bis zur interkontinentalen Verbindung hin werden Richtantennen mit flacheren Abstrahlwinkeln und Frequenzen oberhalb 8 MHz aufgewendet. Dann werden entsprechend höhere HF-Leistungen bis 20 kW erforderlich, um stabile Nachrichtenverbindungen aufzubauen. Bei diesen Verbindungen werden mitunter Mehrfachreflektionen ausgenutzt.

1.2. Einseitenbandübertragung

Eine weitere Eigenschaft der Ionosphäre ist die Frequenzselektivität der Reflektion. Bereits innerhalb eines Sprachfrequenzbandes kann es zum Ausfall einzelner Frequenzen kommen, wodurch sich die Sprachverständlichkeit erheblich verschlechtert. Fällt bei der Zweiseitenbandübertragung die Trägerwelle durch Schwund aus, so kommt es zum völligen Erliegen der Nachrichtenverbindung.

Bei der Modulation einer hochfrequenten Trägerschwingung f_0 mit einem Sprachfrequenzband z.B. 350 - 2700 Hz entstehen bekanntlich 2 Seitenbänder.

Da beide Seitenbänder den gleichen Informationsinhalt besitzen und die Trägerfrequenz zur Information nicht beiträgt, genügt es, nur ein Seitenband zu übertragen (Sendeart A3J). Damit wird die gesamte erzeugte Sendeleistung auf ein Seitenband konzentriert, sie ist etwa 4mal größer als bei der Zweiseitenbandübertragung.

Neben dem Vorteil der geringeren Störbeeinflussung kommt der Vorteil einer optimalen Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Frequenzbereiches hinzu.

1.3. Anpassungsprobleme

Aus dem bisher Gesagten ist leicht einzusehen, daß stabile Kurzwellenverbindungen häufige Frequenzwechsel bedingen. Bei den Frequenzerzeugern verwendet man dekadisch einstellbare Generatoren, die nach dem Analyse- oder Syntheseprinzip arbeiten und entsprechend dem projektierten kleinsten Rastschritt jede beliebige Frequenz einzustellen gestatten.

Als temperaturstabile Mutteroszillatoren werden TCXO verwendet. Problematisch ist die Anpassung des Antennenwiderstandes an den Sender, die bei jedem Frequenzwechsel durchgeführt werden muß.

Jede Antenne besitzt einen komplexen Eingangswiderstand, der sich über dem Frequenzbereich mehr oder weniger stark ändert und bei Peitschenantennen wenige Ohm betragen kann.

Der HF-Leistungsverstärker benötigt einen reellen Lastwiderstand (z.B. 50 Ohm). Durch eine Transformationsschaltung muß der frequenzabhängige komplexe Antennenwiderstand in den optimalen Lastwiderstand des Senders übergeführt werden. Hierzu ist ein Vierpol, bestehend aus einer variablen Induktivität (z.B. im Längszweig) und variablen Kapazität (z.B. im Querszweig) erforderlich.

Je nach Transformationsrichtung ist in diesem Beispiel die Kapazität sender- oder antennenseitig zu schalten. Dieser Transformationsvorgang, der bisher mit einer 2- oder 3-Knopfabstimmung manuell vorgenommen wurde, erfordert ausgebildetes Bedienungspersonal und ist bei häufigem Frequenzwechsel sehr zeitaufwendig.

1.4. Sendearten

Für die Betriebsabwicklung des Kurzwellenfunkverkehrs ist die Auswahl geeigneter Sendearten von Bedeutung. Wegen der Frequenzselektivität der Reflektion in der Ionosphäre eignen sich schmalbandige Telegrafiesendearten wie A1 oder F1 besser als die Telefonesendeart A3J. Die Störbeeinflussung sowohl bei Schwund als auch durch Fremdstörer wird wesentlich verringert und dabei die Kanalausnutzung verbessert.

Da Kurzwellenverbindungen überwiegend in Bereichen eingesetzt werden, in denen Forderungen an die Geheimhaltung der Nachricht gestellt werden, sind offene Sprachinformationen in der Sendeart A3J von untergeordneter Bedeutung. Erst wenn kostengünstige Sprachverschlüsselungseinrichtungen wie Vocoder mit kleinen Bit-Raten zur Verfügung stehen, ist hier eine Änderung zu erwarten.

Bei den Telegrafiesendearten läßt sich die Geheimhaltung durch manuelle oder maschinelle Verschlüsselung besser verwirklichen, deshalb hat der Funkfernschreibverkehr erheblich an Bedeutung gewonnen. Dabei werden die in der Drahtnachrichtentechnik üblichen Geräte wie Blattschreiber oder Lochstreifensender verwendet. Günstig ist dabei, daß auch die Fernschreibendgeräte bezüglich Geschwindigkeit und Gerätetechnik verbessert wurden.

Die Sendeart A1, die zur Nachrichtenübertragung die Amplitudentastung des Trägers benutzt, ist in ihrer Bedeutung zurückgegangen, daß einmal speziell ausgebildetes Funkpersonal benötigt wird und zum anderen eine geringere Übertragungsgeschwindigkeit gegenüber der Funkfernschreiben realisiert werden kann.

1.5. Abwicklung des Funkverkehrs

Sende-Empfangsgeräte bis 100 W werden im allgemeinen im Einkanal-Simplexverkehr betrieben.

Bei Tastfunk und Telefonie wird der Verkehr nacheinander in beiden Richtungen abgewickelt, wobei das Ende der Information von dem jeweils Sendenden bekanntgegeben wird. Unter der Voraussetzung, daß automatisch abstimmende Anlagen mit hochkonstanten Frequenz-erzeugern verwendet werden, können bei vereinbartem Zeitpunkt und geeigneter Frequenz sofort die Informationen ausgetauscht werden.

Bei Funkfernschreibbetrieb ist darauf zu achten, daß an der empfangsbereiten Maschine über den Funkweg die Stop-Polarität anliegt. Ist das nicht der Fall, regelt der Empfänger auf volle Verstärkung und wertet dabei Störimpulse als Fehlinformationen aus. Dabei wird mitunter auch der Wagenrücklauf und der Papierverbrauch betätigt, was zu einem Durchlaufen der Papierrolle führt.

Bei Wechselschreibbetrieb mit automatischer Sende-Empfangsumschaltung werden deshalb einstellbare Haltezeiten verwendet, die den Sendeweg einige Sekunden nach Ende des Textes eingeschaltet halten. Die Gegenstelle kann den eigenen Fernschreiber abschalten oder mit dem Antworttext beginnen.

Damit kein Informationsverlust eintritt, werden zu Beginn der Antwort einige Sekunden Zeichen ohne Informationsinhalt gesendet. Die ursprüngliche Sendestelle kann nach Ablauf der Haltezeit die Antwort aufnehmen. Mit dieser einfachen Methode lassen sich im Einkanal-Simplexbetrieb einwandfreie Fernschreibverbindungen herstellen.

Sollen mit Sende-Empfangsgeräten Duplexverbindungen aufgebaut werden, ist ein getrennter Empfänger erforderlich. Das Sende-Empfangsgerät wird nur noch als Sender eingesetzt. Um eine genügende Entkopplung zwischen Sende- und Empfangsantenne zu erreichen, ist eine räumliche Trennung von einigen Kilometern erforderlich, sofern nicht spezielle Antennenanordnungen verwendet werden.

Für den Fernschreibbetrieb ergeben sich bei Verwendung von zwei Frequenzkanälen insofern Vorteile, da beide Sendewege arbeiten und die Empfangsmagneten beider Maschinen ständig die Stop-Polarität erhalten. Werden für Sende-Empfangsbetrieb jeweils nur eine Maschine benutzt, muß der Nachrichtenaustausch ebenfalls nacheinander erfolgen. Die Sendung kann durch die empfangende Stelle unterbrochen werden, indem sie ebenfalls mit der Sendung von Zeichen ohne Informationsinhalt beginnt. (Gegenschreiben)

Bei der ursprünglichen Sendestelle entsteht ein verschleiertes Schriftbild als Aufforderung, die Sendung zu unterbrechen.

Aber auch aus betriebsorganisatorischen Gründen kann eine Trennung zwischen Sende- und Empfangsstelle erforderlich sein.

Die Organisation des Funkbetriebes erfolgt dann von der Empfangsstelle aus, wozu ein Funkerarbeitsplatz erforderlich ist, an dem die Betriebsabwicklung des Funkverkehrs vorgenommen werden kann. Die Modulation des Senders erfolgt dann über Leitungen.

Der Funkerarbeitsplatz kann sowohl für den Anschluß der nachrichtentechnischen Endgeräte vorgesehen sein, als auch die Vermittlung in Drahtnetze vornehmen.

2. Sende-Empfangsanlage SEG 100 D

Im VEB Funkwerk Köpenick wird eine neue 100-Watt-Sende-Empfangsanlage produziert, die für den beweglichen und stationären Einsatz konzipiert wurde und zur Herstellung von Einseitenband-Telefonie- oder Telegrafieverbindungen im Frequenzbereich von 1,6 MHz bis 12 MHz dient.

Die Anlage ist in der Grundauführung für Einfrequenz-Simplexverkehr ausgelegt und kann bei entsprechender Frequenzwahl und unter Berücksichtigung der Einsatzbedingungen und Antennen zur Überbrückung kleiner und mittlerer Entfernungen bis ca. 1000 Kilometer im Grenzkurzwellenbereich verwendet werden.

Die Anlage SEG 100 D stimmt sich automatisch auf jede beliebige Antenne ab, durch die dekadische Frequenzeinstellung ist eine sehr schnelle und äußerst einfache Frequenzwahl im gesamten Frequenzbereich durchzuführen.

Die Bedienung dieser Anlage erfordert außer einer kurzen Einweisung keine besonderen Vorkenntnisse.

Ein gut gestaltetes Piktogramm kann als Bedienungshilfsmittel herangezogen werden.

Den Hauptbestandteil der Anlage SEG 100 D stellt das Sende-Empfangsgerät dar.

In seiner Grundauführung besteht es aus den Geräten:

- Empfänger-Sendersteuergerät ESS 100
- Linearer Leistungsverstärker LLV 100
und einer Stromversorgung
bei stationärem Einsatz aus dem
- Netzgerät 127/220 V NG 100
und bei mobilem Einsatz aus dem
- Gleichspannungswandler GW 100
zum Anschluß an eine 12-V- oder 24-V-Batterie

Folgende Anlagenteile ergänzen die Anlagentechnik:

- eine Fahrzeugantenne 4,0 m für den beweglichen Einsatz
- ein steilstrahlender Breitbanddipol SDA 100 bzw. SDA 100 m für den stationären und beweglichen Einsatz mit 9 m Masthöhe und 29 m Mastabstand und einer Fehlanpassung von $s \leq 2$
- eine flachstrahlende Breitband-Stabantenne 6 m SSA 100 für den stationären Einsatz auf 6 m hohem Rohrmast mit oder ohne Antennenanpaßgerät

zur Anpassung von Stabantennen und Schrägdrahtantennen ein automatisch abstimmendes

- Antennenanpaßgerät AAG 100

zur Kühlung bei hohen Umgebungstemperaturen und Fernschreibdauerbetrieb ein

- Lüfterbaustein LB 100

zum Aufbau eines Funkerarbeitsplatzes und zur Fernmodulation

- Fernmodulations-Bediengerät FMB 01

zum Anschluß von Leitungen an das ESS 100 das Fernmodulations-Anschlußgerät

- FMA 01

und zur Betriebsabwicklung von Funkferschreibverkehr den Fernschreibzusatz

- FZ 100

Weiteres Anlagenzubehör, wie Kabelsätze, Montageteile oder Hinweise auf Anschlußgeräte ist dem Anlagenkatalog SEG 100 D zu entnehmen.

Durch die Möglichkeit, das Empfänger-Sendersteuergerät ESS 100 vom Linearen Leistungsverstärker LLV 100 bis ca. 10 m und das AAG bis ca. 25 m vom Leistungsverstärker abzusetzen, und den im Anlagenkatalog angebotenen Kabellängen ist der Anwender selbst in der Lage, eigene Anlagenkonzepte zu realisieren.

Bandbreite bei A1, F1, A2J, A7J	± 250 Hz
Schwundregelung	bei einer Schwankung der Eingangsspannung von $10\text{ }\mu\text{V}$ ändert sich die Ausgangsspannung ≤ 6 dB
Clarifier	$\leq \pm 500$ Hz Nachstimmbereich
Leistungsanschluß (Fungkabel)	Zweidrahtanschluß 600 Ohm symmetrisch

2. Wirkungsweise

Für Sender und Empfänger werden die gleiche Frequenzaufbereitung und die gleichen Selektionsmittel verwendet.

Sendeweg

Das Eingangs-NF-Signal wird auf den für die erste Umsetzung erforderlichen Pegel angehoben. Die erste Umsetzung vom NF-Signal in die 200-kHz-Lage wird mit einem integrierten Differenzverstärker vorgenommen.

In der 200-kHz-Lage erfolgt die Seitenbandwahl und Nahselektion. Das 200-kHz-Seitenbandsignal wird einem Begrenzerverstärker zugeführt und die zweite Umsetzung auf die Frequenz von 28,2 MHz vorgenommen. Die Endumsetzung auf die Sendefrequenz 1,6 MHz bis 11,999 MHz erfolgt durch die Frequenz des Analyseoszillators in einem Diodenmischer. Über einen Tiefpaß und einen Breitbandverstärker gelangt das Signal zum breitbandigen Leistungsverstärker.

Der Lineare Leistungsverstärker ist volltransistorisiert und besteht aus einem regelbaren Vorverstärker, der Treiberstufe und einer Gegentaktendstufe.

Der Vorverstärker besteht aus 4 Stufen, deren Verstärkung elektronisch geregelt werden kann.

Anschließend folgt die Treiberstufe, die über einen Symmetriertrafo die Ansteuerung der Gegentakt-Endstufe liefert. Diese Stufe arbeitet im B-Betrieb und ist gegengekoppelt.

Der Außenwiderstand von 50 Ohm wird über einen breitbandigen Leitungsübertrager an die Gegentaktendstufe angepaßt.

Der gesamte Verstärker wird bei der Betriebsart "Empfang" durch die Relais der Sende-Empfangsumschaltung überbrückt.

Zur Oberwellendämpfung ist ein in 5 Frequenzbereichen schaltbares Filter vorhanden, das mit der Frequenzeingabe am Empfänger-Sendersteuergerät automatisch umgeschaltet wird. In einer nachfolgenden binärgestufteten Transformationsschaltung erfolgt selbsttätig die Anpassung von Antennen mit $s \leq 3$. Dabei werden die Teilinduktivität und Kapazität mit speziellen HF-Kontakten geschaltet.

Für Antennen, deren Impedanzen außerhalb des Fehlanpassungskreises $s = 3$ liegen, wird das Antennenanpaßgerät AAG 100 verwendet. Es dient vornehmlich zur Abstimmung von 4-m-, 6-m- oder 10-m-Stabantennen und Schrägdrahtantennen.

Es lassen sich damit Antennenwerte wie $3 \text{ Ohm} - j 1700 \text{ Ohm}$ und $/Z/ \leq 5000 \text{ Ohm}$ transformieren.

Der verbleibende Restfehler der Fehlanpassung s liegt nach der Abstimmung des AAG 100 etwa zwischen 1,5 und 2,4.

Mit dem gewählten Lösungsweg ergeben sich gegenüber den analogen Verfahren entscheidende Vorteile.

- Für den Transformationsvierpol werden außer HF-Kontakte keine mechanisch bewegten Teile mehr benötigt.
- Die Abstimmung sinkt um den Faktor 10 gegenüber herkömmlicher Technik
- Die Zuverlässigkeit ist wesentlich größer.

Empfangsweg

Bei Empfang gelangt das Eingangssignal über die Sendeantenne und die Transformationsschaltung an das entsprechende Oberwellenfilter und einen entsprechenden Bandpaß zur ersten Mischstufe.

Zur Unterdrückung von Störsignalen des Mittelwellenbereiches und zur Unterdrückung der 28,2-MHz-ZF und Spiegelwelle dienen ein Hoch- und ein Tiefpaß.

Nach zweimaliger Umsetzung (HF-Signal-28,2 MHz-200 kHz) und Verstärkung durch einen 200-kHz-Breitbandverstärker erfolgt die Demodulation mittels Produktdetektor. Das NF-Signal gelangt nun über einen Tiefpaß zum NF-Verstärker und von dort aus zum Kopfhörer resp. Handapparat oder zum Lautsprecher. Der Empfänger ist mit einer kombinierten Hand/Automatik-Regelung ausgerüstet.

Mit Hilfe der Baugruppe F1-Modem ist Funkfernschreiben möglich, eine Funkgabel gestattet den Anschluß eines abgesetzten Fernsprechapparates über eine 2-Drahtleitung.

3. Fernmodulationseinrichtung

Die Fernmodulationseinrichtung besteht aus den Geräten Fernmodulations-Bediengerät FMB 01 und Fernmodulations-Anschlußgerät FMA 01. Diese Geräte ermöglichen die Modulation des SEG 100 D über Leitungen.

3.1. FMB 01

Das Fernmodulations-Bediengerät FMB 01 ermöglicht den einfachen Aufbau eines Funkerarbeitsplatzes für den kommerziellen Kurzwellenfunk und gestattet dazu die Anschlüsse von Endgeräten für Telefoenie, Telegrafie und Fernschreiben.

Es liefert an getrennten Ausgängen Telefonie- und Telegrafiesignale für den Sender und besitzt Eingänge für den Anschluß eines Empfängers.

Das FMB 01 kann aus dem Wechselstromnetz oder aus einer Batterie

Es lassen sich bei Telefonie, Telegrafie und Fernschreiben folgende Betriebsarten ausführen:

- Telefonie:**
- Aussendung eines 800-Hz-Pegeltones für Abstimmzwecke
 - Aussendung vorproduzierter Informationen vom Tonband
 - Simplex Telefonie, Umschaltung der Sende-Empfangsrichtung durch Sprechaste

- Telegrafie:**
- Morsetelegrafie, BK-Betrieb, abschaltbarer interner Mithörton für eigene Zeichen

- Fernschreiben:**
- Richtungsschreiben in Empfangsrichtung
 - Richtungsschreiben in Senderichtung
 - Wechselschreiben mit automatischer Sende-Empfangsumschaltung (Simplexbetrieb)
 - Gegenschreiben (Duplexbetrieb)
 - Lokalbetrieb

Anschlüsse

- Empfänger:**
- Nachrichtenempfänger EKV
 - Nachrichtenempfänger EKD
 - Nachrichtenempfänger EGD 01 (ohne Funkfern-schreiben)
 - Sender-Empfängersteuergerät ESS 100 (Betrieb als Empfänger, Stromversorgung aus dem FMB 01)
- Sender:**
- Sende-Empfangsgerät SEG 100 D ergänzt durch Fernmodulations-Anschlußgerät FMA 01
 - Nachrichtensender KN 1-E, KN 5-E und KN 20-E
- Nachrichtenendgeräte/**
- Tonbandgerät
 - Faustmikrofon UM 1.1
 - Tischmikrofon UM 2.2
 - Kopfhörer
 - Handapparat UML 1.1
 - Lautsprecher L24/1 W
 - Feldfernsprecher FF63 am Bediengerät

Empfangsrichtung

- Eingangspegel (Empfänger) 0 dB
- Eingangswiderstand 600 Ohm
- Ausgangsleistung für Hörer
oder Kopfhörer regelbar 9 mW ... 10 mW
an 250 Ohm
- Ausgangsleistung für
Lautsprecher 10 mW an 250 Ohm

Feldfernsprecher OB-BetriebSenderichtung

- Eingangspegel (Regelverstärker O) 0 dB
- Ausgangspegel 0 dB
- Eingangspegel (Regelverstärker I) -12 dB ... +10 dB
- NF-Ausgangspegel -2 dB ... +1 dB
- Eingangswiderstand 600 Ohm
- Frequenzgang, bezogen auf
den Pegel bei 1000 Hz -6 dB ... +1 dB

Empfangsrichtung

- Eingangspegel (Empfänger) 0 dB
- Eingangswiderstand 600 Ohm
- Ausgangspegel zum
Feldfernsprecher 0 dB an 600 Ohm

Tonband, Aufnahme

- Ausgangsspannung 3 mV
- Belastungswiderstand $\geq$ 5 kOhm
- Anschaltung automatisch an die Sende- oder
Empfangsrichtung durch Sende-
Empfangsumschaltung

- abgesetzter Feldfernsprecher
oder Vermittlung OB 10 schnurlos
- Morsetaste
- automatische Morsetaste
- Blattschreiber T51
- Lochstreifensender T53

3.1.1. Technische Daten

- Netzspannung 110 V ... 127 V oder
220 V ... 240 V
im Gerät umschaltbar
- Leistungsaufnahme ohne
Fernschreibgeräte 40 VA
- Betriebsspannung 24 V -
- Toleranz 21,6 V ... 28,8 V
kurzzeitig (≤ 5 min) 33,0 V
- Leistungsaufnahme 36 W
- Frequenzbereich 300 Hz ... 3400 Hz
- Frequenzgang -4 dB ... +1 dB
- Klirrfaktor $< 3 \%$
- Fremdspannungsabstand > 50 dB
- Ausgangspegel 0 dB an 600 Ohm

Pegelton für Abstimmzwecke

- Frequenz 800 Hz
- Toleranz ± 5 Hz im Temperaturbereich $0^{\circ}\text{C} \dots +35^{\circ}\text{C}$
 ± 10 Hz im Temperaturbereich $-25^{\circ}\text{C} \dots +55^{\circ}\text{C}$

Tonband, Sendung

- Eingangsspannung 250 mV
- Eingangswiderstand 500 kOhm

Handapparat, Mikrofon, Kopfhörer, Lautsprecher

Senderichtung

- Eingangsspannung (Mikrofon) 3 mV
- Eingangswiderstand 1 kOhm

großer Leitungsdämpfung zum abgesetzten Feldfernsprecher eingeschaltet werden. Anschließend wird der Sendepegel begrenzt und durch einen aktiven Bandpaß auf die Bandbreite des Telefoniekanaals gebracht. Über einen Ausgangsverstärker und einen Ausgangsübertrager gelangt das Sendesignal auf den Funkweg.

Bei Empfang ist die Sprechaste in Ruhestellung. Das vom Empfänger gelieferte Signal gelangt über einen Eingangsübertrager und einen Vorverstärker an den Lautsprecherverstärker. Vom Ausgang des Lautsprecherverstärkers gelangt das Empfangssignal über Übertrager und Rufsperrschaltung schließlich zum jeweils angeschalteten Feldfernsprecher.

Ist die abgesetzte Sprechstelle auf den Funkweg geschaltet, können ihre Sende- und Empfangssignale am Bediengerät über Lautsprecher oder Mikrofon mitgehört werden.

Handapparat, Mikrofon

Bei Senden ist die Sprechaste zu drücken. Das Sendesignal wird durch den Mikrofonverstärker verstärkt und wird über den abschaltbaren Regelverstärker auf den Funkweg geführt. Das empfangene Signal gelangt über den Eingangsübertrager und Vorverstärker zum Lautsprecherverstärker und Lautsprecher und zum Lautstärkeregler bzw. Kopfhörerverstärker und Kopfhörer.

Tonbandbetrieb

Bei Telefoniebetrieb mit Feldfernsprecher, Handapparat und Mikrofon ist immer eine Tonbandaufnahme der Sende- und Empfangssignale möglich.

Eine Tonbandsendung kann abgesetzt werden, wenn der Betriebsartenschalter in Stellung Tonband steht. Das FMB 01 liefert dauernd das Kommando "Senden". Das Signal gelangt über den Mikrofonverstärker auf den Sendeweg.

Fernschreibbetrieb

Lokalbetrieb

Die Fernschreibgeräte können unabhängig von Sender und Empfänger betrieben werden. Durch die Fernschreibgeräte fließt Linienstrom aus der Konstantstromquelle.

Morsebetrieb

- Morsetaste	Arbeitskontakt nach Masse
- Spannung an der offenen Taste	+12 V
- Taststrom	5 mA (intern umlötbar auf 40 mA)
- Mithörton für eigene Zeichen	800 Hz (abschaltbar)
- Ausgangszeichen	-20 V (Taste offen) +20 V (Taste geschlossen)
- Belastungswiderstand	1 kOhm ... 4 kOhm
- Anschluß	b-Ader geerdet

Fernschreibbetrieb

- Linienstrom	40 mA (Konstantstromquelle)
- Spannung an den Fernschreibanschlußdosen	+22 V
- Schleifenwiderstand	100 Ohm ... 500 Ohm
- Empfangssignal	Einfachstrom
- Polarität	beliebig
- Eingangswiderstand	250 Ohm
- Ausgangszeichen	+20 V (Stopp) -20 V (Start)
- Belastungswiderstand	1 kOhm ... 4 kOhm
- Anschluß	b-Ader geerdet

3.1.2. Wirkungsweise

Feldfernsprecher

Der 25-Hz-Ruf vom abgesetzten Feldfernsprecher A gelangt über den Rufpaß zum Fernsprecher B am Bediengerät. Mit dem Richtungsschalter wird die Verbindung zwischen beiden Sprechstellen hergestellt.

Ebenfalls können wahlweise die Teilnehmer A oder B auf den Funkweg geschaltet werden.

Die Sende-Empfangsumschaltung wird durch die Sprech taste des Feldfernsprechers durch Schleifenschluß der Anschlußleitung gesteuert. Das Sendesignal gelangt über die Rufsperre und den Eingangsübertrager an einen Regelverstärker. Dieser kann bei

Richtungsschreiben Senden

Der Linienstrom wird im Rhythmus der Fernschreibzeichen durch den Sendekontakt des verwendeten Fernschreibgerätes getastet. Damit wird gleichzeitig die Spannung am Verbindungspunkt von Sendekontakt und Empfangsmagnet beeinflusst. In der Startposition (Sendekontakt offen) liegt an diesem Punkt keine Spannung. Ist der Sendekontakt geschlossen (Stopposition), liegt dort eine positive Spannung. Das Telegrafiesignal steuert den Einfachstrom-Doppelstromumsetzer. Das Doppelstromausgangssignal wird verstärkt und dem Telegrafieausgang zugeführt.

Zum Einschalten der Senderichtung bei Fernschreibbetrieb wird dem Telefonieweg ein 800-Hz-Signal zugeführt und daraus im FMA 01 das Sendekommando abgeleitet.

Gleichzeitig schaltet das 800-Hz-Signal im FMB 01 über Gleichrichter und einen Schwellwertschalter die Sendeanzeige ein.

Richtungsschreiben Empfang

Das aufbereitete Fernschreibsignal gelangt vom Empfänger zu einem elektronischen Empfangsschalter. Die Lage der Empfangszeichen kann zwischen Regellage und Karllage gewählt werden.

Wechselschreiben (Simplex)

Liegt zwischen Empfangsmagnet und Sendekontakt des Fernschreibers keine Spannung (Start-Schritt), so überbrückt der Schwellwertschalter mittels eines Relais den Empfangsschalter. Damit ist das 800-Hz-Signal eingeschaltet und die Anzeige Senden leuchtet. Die Einrichtung befindet sich im Sendezustand.

Liegt am Eingang des Schwellwertschalters länger als 5 Sekunden bzw. länger als 10 Sekunden ein positives Signal (Stopp-Schritt) an, schaltet sich die Einrichtung selbsttätig vom Sendezustand in den Empfangszustand um. Die Empfangsanzeige leuchtet.

Die Haltezeit, in der die Senderichtung offengehalten wird, ist umschaltbar.

Soll nach einem Empfang wieder gesendet werden, so wird durch Betätigung des Fernschreibers mit dem Start-Schritt sofort auf Senden geschaltet.

Gegenschreiben (Duplex)

Das 800-Hz-Signal wird auf den Telefonieausgang geschaltet und damit ständig das Sendekommando gegeben.

Zur Aussendung von Fernschreibzeichen muß von der Gegenstelle ein Stopp-Zeichen empfangen werden. Damit kann der Linienstrom bei richtiger Lage des empfangenen Stoppschrittes durch die Fernschreibgeräte fließen. Dieser Linienstrom wird durch den Sendekontakt getastet und aus der Spannung hinter dem Sendekontakt über den Einfachstrom-Doppelumsetzer das zu sendende Signal gebildet.

Da der Empfangsschalter nicht überbrückt ist, kann während der Sendung gleichzeitig empfangen werden. Die eigene Maschine schreibt dabei ein verschleiertes Schriftbild, so daß der Sendebetrieb unterbrochen werden muß, um einen einwandfreien Empfang zu gewährleisten.

Morsetelegrafie ohne Mithörgenerator

Bei Betätigen der Taste liegt am Einfachstrom-Doppelstromumsetzer eine positive Spannung an. Dieses Signal wird umgesetzt, verstärkt und dem Ausgang zugeführt.

Gleichzeitig liegt das Ausgangssignal am Schwellwertschalter an. Die Anzeige Senden leuchtet dadurch im Takt der Morsezeichen auf.

Es können die vom NF-Ausgang des Empfängers gelieferten tonfrequenten Morsezeichen der Gegenstelle über Kopfhörer oder Lautsprecher abgehört werden.

Morsetelegrafie mit Mithörgenerator

Die Aussendung und Überwachung der Morsezeichen erfolgt wie oben beschrieben.

Der Mithörgenerator ist eingeschaltet. Der Mithörton $f = 800 \text{ Hz}$ wird auf den Modulator geschaltet und hier durch die eigenen Doppelstrom-Ausgangszeichen getastet und auf Lautsprecher und Kopfhörer übertragen. Werden beim Senden gleichzeitig Zeichen empfangen, so überlagern sich die Sende- und Empfangszeichen. Die Sendung muß also unterbrochen werden, um einen einwandfreien Empfang zu gewährleisten.

Sende-Empfangsumschaltung bei Telefoniebetrieb

Die Sende-Empfangsumschaltung für den Telefoniebetrieb erfolgt über den Telegrafiekanal. Das Sendekommando für das SEG 100 D ist eine positive Spannung am Telegrafieausgang des FMB 01. Damit leuchtet die Anzeige Senden. Liegt am Telegrafieausgang keine Spannung an, leuchtet die Anzeige Empfang, es kann empfangen werden.

3.2. FMA 01

Das Fernmodulations-Anschlußgerät FMA 01 dient zum Empfang und zur Umformung von Fernmodulationssignalen, die über eine Telefonie- und eine Telegrafieleitung angeliefert werden, in Signale, die als Eingangssignale in die Ortsanschlüsse für Endgeräte des Sende-Empfangsgerätes SEG 100 D eingespeist werden können. Die belegten Eingänge sind am Fernmodulations-Anschlußgerät wiederholt.

Im Falle der "Ortsmodulation" sind diese mit den Ortsanschlüssen des Sende-Empfangsgerätes verbunden. Bei "Fernmodulation" wird das Fernmodulations-Anschlußgerät wirksam. Hierbei dient das SEG 100 D nur als Sendegerät!

Es ist Telefonie-, Morsetelegrafie- oder Fernschreibbetrieb möglich. Das Öffnen der Senderichtung erfolgt bei Telefoniebetrieb mit einem Telegrafiesignal und bei Fernschreibbetrieb mit einem 800-Hz-Signal.

3.2.1. Technische Daten

- Anschlußmöglichkeiten
bei Ortsmodulation

Fernschreibadapter FSA 100
Fernschreibzusatz FZ 100
Morsetaste
Handapparat UML 1.1
Faustmikrofon UM 1.1
Kopfhörer

Telefonie

- Eingangswiderstand	600 Ohm
- Eingangspegel (Regelverstärker I)	-12 dB ... +10 dB
- Frequenzbereich	300 Hz ... 3400 Hz
- Ausgangspegel	-43 dB @ 5,5 mV
- Belastungswiderstand	≥ 1 kOhm
- Frequenzgang, bezogen auf den Pegel bei 1000 Hz	$\leq 0,5$ dB

Telegrafie

- Eingangswiderstand	1 kOhm
- Eingangsstrom	± 5 mA ... ± 20 mA
- Telegrafiegeschwindigkeit	≤ 100 Bd

Summenstörung

- Störungsmeldung	Arbeitskontakt
- max. Schaltspannung	150 V; 50 Hz oder 110 V-
- max. Dauerstrom	0,5 A
- max. Schaltstrom	0,2 A
- max. Schaltleistung	5 VA

Die Stromversorgung erfolgt aus dem SEG 100 D bzw. KN 1-E,
KN 5-E, KN 20-E

3.2.2. Wirkungsweise

Ortsmodulation

In dieser Stellung sind die Eingangsbuchsen des FMA mit denen
des ESS 100 und damit mit den Ortsanschlüssen des Sende-Empfangs-
gerätes verbunden.

Damit ist auch die Störungsanzeige betriebsbereit.

Fernmodulation

Dieser Schaltzustand wird angezeigt.

Beide Verstärker des NF-Teiles, der Doppelstrom-Einfachstrom-Umsetzer und die Störungsanzeige sind betriebsbereit.

Telefonie

Das HF-Signal gelangt von der Telefonieleitung über die Filterplatte an den Telefonieeingang. Der Eingangstransformator wandelt das symmetrische Signal in ein unsymmetrisches um. Dieses Signal kann wahlweise an den Regelverstärker und an den Begrenzerverstärker oder sofort an den Begrenzerverstärker gelangen.

Der Regelverstärker hat die Aufgabe, Pegelschwankungen des Eingangssignales im Bereich von $-12 \text{ dBm} \dots +10 \text{ dBm}$ automatisch für eine optimale Aussteuerung des SEG 100 D auszugleichen.

Ohne Regelverstärker darf der Eingangspegel des Signals am FMA 01 nicht mehr als 0 dBm betragen.

Der Einsatz der Begrenzung des Begrenzerverstärkers ist so eingestellt, daß er bei einer Erhöhung des Eingangspegels um 2 dB anspricht.

Der Ausgangspegel ist auf -43 dB eingestellt.

Telegrafie

Das Doppelstrom-Telegrafiesignal gelangt erdfrei von der Telegrafieleitung über ein Filter an den Doppelstrom-Einfachstrom-Umsetzer.

In einem Ringmodulator wird die Phasenlage der Rückkopplungsspannung einer Generatorschaltung beeinflusst. Der Polaritätswechsel des Doppelstromsignals verursacht eine Phasendrehung um 180° , so daß die Schwingbedingungen des Generators erfüllt oder nicht erfüllt werden. Eine Auswerteschaltung, die den Zustand des Generators überwacht, vervollständigt die Einrichtung und ist zusammen mit dem Generator in einem Schaltkreis enthalten. Am Ausgang werden über Transistoren Relais betrieben, die bei Betrieb mit dem KN 1-E und bei den A-Sendearten des SEG 100 D deren Kontakte zur Tasterung bei Morsebetrieb oder zum Einschalten der Sendeleitung bei Telefonie dienen. Ein weiterer Transistor schaltet bei Fernschreibbetrieb des KN 1-E den Linienstrom.

2.1. Technische Daten (Auszug)

Frequenzbereich	1,6 MHz bis 11,999 MHz, dekadische Frequenzeinstellung in Schritten von 1 kHz	
Frequenztoleranz	$\pm 3 \times 10^{-6}$ im Temperaturbereich $-10^{\circ}\dots+55^{\circ}\text{C}$ $\pm 6 \times 10^{-6}$ im Temperaturbereich $-25^{\circ}\dots+55^{\circ}\text{C}$	
NF-Bandbreite	350 ... 2700 Hz	
Leistungsaufnahme	Batterie	Netz
bei Empfangsbetrieb	ca. 50 W	ca. 100 VA
bei Sendebetrieb A7J	ca. 260 W	ca. 330 VA

Die Betriebsfähigkeit des Gerätes ist im Temperaturbereich von -25°C bis $+55^{\circ}\text{C}$ (mit Zusatzlüftung) bei einer relativen Luftfeuchte von 95 % $+40^{\circ}\text{C}$ gewährleistet. Es arbeitet datenhaltig bei -10°C bis $+40^{\circ}\text{C}$ bei Schutzgrad IP 54. Dicht gegen Spritzwasser aus allen Richtungen. Die Lagerfähigkeit beträgt -40°C bis $+70^{\circ}\text{C}$

Nennleistung	100 W $\pm 1,5$ dB im gesamten Fehlanpassungskreis $s \leq 3$. Die Ausgangsleistung ist umschaltbar auf ca. 30 W.	
Ausgangswellenwiderstand	50 Ohm	
Abstimmzeit	ca. 2 - 4 sek.	
Sendarten	A1, A2J, F1, A7J, A2H, A3J davon A2J, A7J, A2H und A3J im unteren und oberen Seitenband	
Eingangsempfindlichkeit	Eingangsspannung $\leq 1\text{ }\mu\text{V}$ bei 10 dB Störabstand ($R_i = 50$ Ohm)	
maximaler HF-Eingangspegel	30 V (EMK)	
zu empfangende Sendarten	A3J, A2J, A3H, A7J im oberen und unteren Seitenband A1, F1 A3, A3A, A2, A2H als A3J	
Telegrafiegeschwindigkeit	bei A7J, F1	≤ 100 Bd
	bei A2J, A1	≤ 35 Bd

Fernschreiben SEG 100 D

Die Telegrafiesignale gelangen vom Ausgang des Doppelstrom-Einfachstrom-Umsetzers an die Basis eines Transistors, der die Fernschreibsignale für das SEG 100 D liefert.

Zum Einschalten der Senderichtung dient ein HF-Signal mit einer Frequenz von 800 Hz, welches über die Telefonieleitung zum Regelverstärker und von dort an eine Gleichrichterschaltung gelangt, die zum Öffnen der Senderichtung benutzt wird.

Summenstörung

Ein Relais dient als Arbeitskontakt zum Betreiben einer abgesetzten Störungs- und Meldestelle.

Das Relais zieht an, wenn vom ESS eine Störungsanzeige in Form eines positiven Potentials gegeben wird.

4. FZ 100

Der Fernschreibzusatz FZ 100 ermöglicht den Anschluß eines Fernschreibers und eines Lochstreifensenders an das Sende-Empfangsgerät SEG 100 D. Es kann wahlweise auch nur der Fernschreiber oder nur der Lochstreifensender angeschlossen werden.

Der FZ 100 hat folgende Betriebsarten:

- Lokalbetrieb: Der Fernschreibzusatz und die angeschlossenen Fernschreibgeräte können unabhängig vom SEG 100 D zum Anfertigen von Lochstreifen betrieben werden.
- Wechselschreiben: Simplex-Fernschreibbetrieb, bei dem die erforderliche Sende-Empfangsumschaltung des SEG 100 D über eine Informationssteuerung aus dem FZ 100 erfolgt. Nach dem letzten gesendeten Zeichen wird die Senderichtung 5 s oder 10 s offengehalten. Danach erfolgt die Umschaltung auf Empfang. Die Lage der Empfangszeichen ist umkehrbar.

- Richtungsschreiben Senden: Die Sendesperre ist aufgehoben.
(Sendebetrieb) Das SEG 100 D sendet auch in den Schreibpausen.
- Richtungsschreiben Empfang: Die Senderichtung ist gesperrt.
(Empfangsbetrieb)

4.1. Technische Daten

- Schutzgrad IP 20 nach TGL 15165
- Netzanschluß
- Netzspannung 220 V mit Schutzleiter
- Leistungsaufnahme 20 VA
- Anschlußmöglichkeit
für Nachrichtenendgeräte: Fernschreiber T51
Lochstreifensender T53
- Linienstrom 35 mA ... 45 mA (Konstantstromquelle)
- Telegrafiegeschwindigkeit ≤ 100 Bd
- Haltzeit der Senderichtung bei Wechselschreiben umschaltbar 5 s oder 10 s
- Absetzbarkeit des FZ 100
Vom SEG 100 D ≤ 50 m

4.2. Wirkungsweise

Lokalbetrieb

Durch die entsprechende Schalterstellung des Betriebsartenschalters wird das eingebaute Netzteil eingeschaltet und damit durch eine Konstantstromquelle der erforderliche Linienstrom bereitgestellt. An den Netzsteckdosen liegt Netzspannung für die Fernschreibgeräte an. Damit können diese Geräte unabhängig vom SEG 100 D betrieben werden. In den weiteren Betriebsarten wird bei der Sendeart F1 und A7J durch die Versorgungsspannung des ESS 100 das Netzteil des FZ 100 eingeschaltet.

Richtungsschreiben Empfang

Die Empfangszeichen vom ESS 100 werden einer Einrichtung zur wahlweisen Einstellung der Regel- oder Kehrlage zugeführt und dadurch der aus der Konstantstromquelle gelieferte Linienstrom beeinflusst, der die Empfangsmagneten betätigt.

Eine grüne Lumineszenzdiode zeigt den Empfang an.

Richtungsschreiben Senden

Die von den Sendekontakten der Fernschreibgeräte verursachte Tastung des Linienstromes wird über Kontakte dem ESS 100 zugeführt. Dort erfolgt die Frequenzumtastung des HF-Signals. Gleichzeitig wird das SEG 100 D auf Sendebetrieb geschaltet. Eine rote Lumineszenzdiode zeigt Senden an.

Wechselschreiben

In dieser Betriebsart wird eine elektronische Sende-Empfangsumschaltung angeschaltet. Diese Sende-Empfangsumschaltung enthält Zeitglieder mit den einstellbaren Zeiten 5 s bzw. 10 s, die durch Kondensatoraufladung erreicht wird. Beim Umschalten auf Wechselschreiben werden diese Kondensatoren sofort aufgeladen. Die Fernschreibgeräte befinden sich in der Stopplage und der Empfangsweg ist durchgeschaltet. Die grüne Lumineszenzdiode leuchtet. Erfolgt ein Startschritt, werden die Kondensatoren sofort entladen, die Senderichtung freigegeben und die rote Lumineszenzdiode leuchtet. Nach Beendigung der Sendung befinden sich die Fernschreibgeräte in der Stopplage. Die Kondensatoren laden sich in der eingestellten Zeit auf und es erfolgt die Umschaltung auf Empfang.

4. Schlußbemerkung

Mit dem vorgestellten Geräteumfang sowie den Hinweisen und Vorschlägen zur Betriebsabwicklung wird dem Anwender ein Anlagenkonzept angeboten, das die einfache und schnelle Herstellung zuverlässiger Kurzwellenverbindungen sicherstellt. Dabei kann der Anwender die Gerätezusammenstellung entsprechend seiner Betriebserfordernisse selbst vornehmen. Zur Betriebsabwicklung ist kein speziell ausgebildetes Bedienungspersonal erforderlich.