

Im vorletzten Heft berichteten wir über den stationär und mobil verwendbaren Funk-Betriebsempfänger EK 47, eine Gemeinschaftsentwicklung der Firmen Rohde & Schwarz und Siemens. Ergänzt man das Gerät durch den Telegrafie-Demodulator NZ 47, so entsteht eine Funkfernsehreib-Empfangsstation mit hoher Übertragungsqualität und Klimafestigkeit [Auszug aus Siemens-Zeitschrift 43 (1969) Nr. 10, S. 783–789].

Telegrafie-Demodulator zum Funk-Betriebsempfänger EK 47



Bild 1 Telegrafie-Demodulator NZ 47 für Telegrafie-, Daten- und Faksimilesendungen.

Foto 18 512

Zum Übertragen von Fernschreiben über Funkstrecken wird heute allgemein die Frequenzmodulation angewandt, die weniger stör anfällig ist als die Amplitudenmodulation. Der Telegrafie-Demodulator NZ 47 (Bild 1) wurde für verschiedene **Einsatzfälle** ausgelegt: in der Grundausrüstung für F1- sowie F4-Betrieb und nach Einbau entsprechender Baugruppen auch für F6- und Raumdiversity-Betrieb.

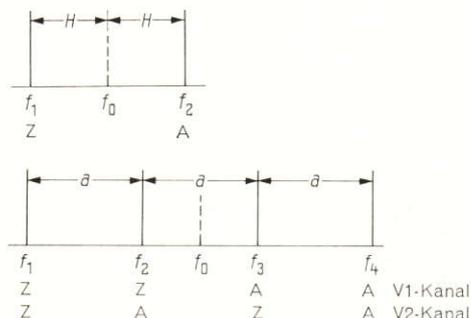


Bild 2 Frequenzplan bei den Sendarten F1, F4 (oben) und F6 (unten). H Frequenzhub, f Frequenz, a Kernfrequenzabstand.

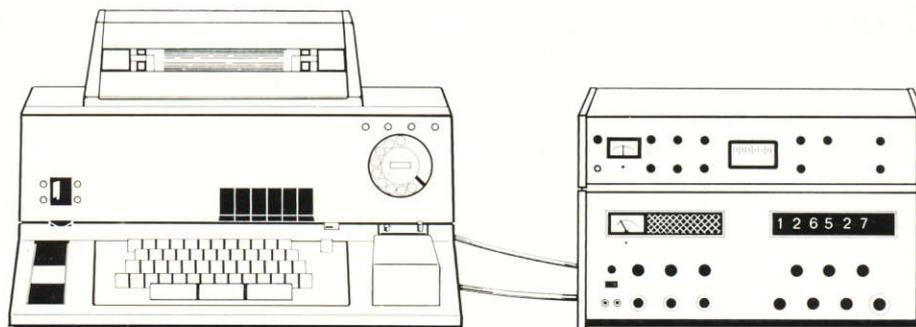
Bild 2 zeigt den Frequenzplan bei den Sendarten F1, F4 und F6. Durch Frequenzumtastung zwischen zwei Frequenzen (F1) kann eine Telegrafienachrichte übertragen werden. Hierbei entspricht nach CCIR-Empfehlung 246 die tiefe Frequenz (f_1) der Stoppolarität Z (früher T) und die höhere Frequenz (f_2) der Startpolarität A (früher Z).

Bei der Sendart F6 (auch Duoplex-Verfahren genannt) werden zwei unabhängige Telegrafiekanaäle (V1 und V2) gebildet. Die Zuordnung der Gleichstromzustände der beiden Kanäle zu den vier möglichen Frequenzen ist in der CCIR-Empfehlung 346 festgelegt.

Der Telegrafie-Demodulator wird an den Zwischenfrequenz-Ausgang eines Funkempfängers angeschlossen. Er setzt die Telegrafiesignale in Gleichstromzeichen oder in tonfrequente Zeichen um, so daß sich an die Geräteausgänge unmittelbar Fernschreiber, Faksimileschreiber (z. B. für die Aufzeichnung von Wetterkarten) oder eine Fernleitung anschließen lassen (Bild 3).

Die **Zwischenfrequenz** des Funk-Betriebsempfängers EK 47, für den der NZ 47 speziell entwickelt wurde, beträgt 30 kHz. Damit der Demodulator aber auch an

Bild 3
Kleine Fernschreib-
Empfangsstation mit
Funk-Betriebsempfänger EK 47, Telegrafie-
Demodulator NZ 47
und Siemens-Fern-
schreiber 100.



andere handelsübliche Funkempfänger angeschlossen werden kann, wurde die Eingangsschaltung für Zwischenfrequenzen im Bereich 30 bis 1400 kHz ausgelegt. Sie ist außerdem so ausgebildet, daß ein zweiter Schwingquarz eingesetzt werden kann, wenn der Telegrafie-Demodulator für eine zweite Eingangsfrequenz vorbereitet sein soll.

Die Eingangsschaltung 30 bis 1400 kHz ist weiterhin gegen die NF-Eingangsschaltung 1,9 kHz austauschbar, so daß die Möglichkeit besteht, den Telegrafie-Demodulator mit dem Niederfrequenzausgang eines Funkempfängers zu verbinden (auch über eine Fernleitung).

Am Ausgang des NZ 47 stehen die Telegrafiesignale je nach Gerätebestückung in verschiedenen Formen gleichzeitig zur Verfügung:

- ▷ Als Einfachstrom (Anschluß eines Siemens-Fernschreibers 100) oder als Doppelstrom (Anschluß eines Fernschreibers 100 für Doppelstrom oder Fernleitung) oder als Schnittstelle für Datenübertragung.
- ▷ Zum Mitlesen (nur Einfachstrom) für Kontrollzwecke.
- ▷ Als amplitudengetastete Tonfrequenzspannung; diese eignet sich besonders zum Weiterleiten der Telegrafienachrichten über größere Entfernungen, da hierbei nicht wie bei der Übertragung von Gleichstromsignalen die rechteckförmigen Telegrafiezeichen durch Ein- und Ausschwingvorgänge (hervorgerufen durch Eigeninduktivität und Eigenkapazitäten der Leitung) verzerrt werden. Außerdem wird Tonfrequenzastung auch bei Anschluß eines Wetterkartenschreibers benötigt.

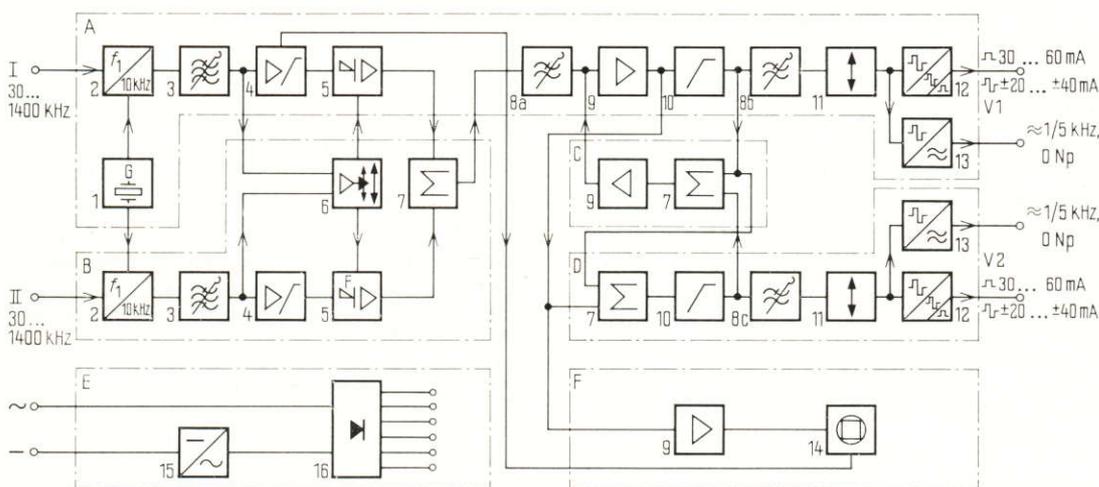


Bild 4 Blockschaltung des Telegrafie-Demodulators NZ 47.

- | | | |
|---------------------------|----------------------------|---|
| I Eingang I | V1 V1-Kanal bei F6-Betrieb | 7 Additions- und Ablöseschaltung |
| II Eingang II | V2 V2-Kanal bei F6-Betrieb | 8 a, b, c Tiefpässe (umschaltbar) |
| ~ Netzanschluß | | 9 Verstärker |
| — Batterieanschluß | | 10 Abtaststufe |
| A F1/F4-Grundauführung | 1 Quarzoszillator | 11 Kippstufe |
| B Diversity-Baugruppe | 2 Frequenzumsetzer | 12 Ausgangsschaltung für Einfach- und Doppelstrom |
| C Frequenzfehlerkorrektur | 3 Bandpaß, umschaltbar | 13 Ausgangsschaltung für Tonfrequenz |
| D F6-Baugruppe | 4 Begrenzerverstärker | 14 Anzeigeröhre |
| E Stromversorgung | 5 Diskriminator | 15 Wechselrichter |
| F Oszillograf | 6 Diversityschaltung | 16 Regelschaltung |

Grundsätzliche Arbeitsweise

Die Zwischenfrequenz des Funkempfängers gelangt zunächst zum **Frequenzumsetzer** des Telegrafie-Demodulators und wird dort mit einer Hilfsfrequenz auf 10 kHz umgesetzt (Bild 4). Diese niedrige Zwischenfrequenz wurde gewählt, um eine gute Temperaturkonstanz des nachgeschalteten Diskriminators zu erreichen und die Demodulatorkennlinie über einen weiten Bereich linear zu halten.

In der **NF-Eingangsschaltung** (in Bild 4 nicht dargestellt) wird die Frequenz von 1,9 kHz mit einer Quarzfrequenz von 11,9 kHz ebenfalls auf 10 kHz umgesetzt. Ein Bandfilter unterdrückt das entstehende obere Seitenband und die störende Oszillatorfrequenz von 11,9 kHz.

Der **10-kHz-Bandpaß** übernimmt die Selektion des frequenzmodulierten Signals. Der Durchlaßbereich des Bandpasses ist in sechs Stufen umschaltbar. Daher kann die ZF-Bandbreite dem Frequenzhub und der Telegrafiergeschwindigkeit angepaßt werden.

Auf den Bandpaß folgen der **Begrenzerverstärker** und der **Diskriminator**. Die Ausgangsspannung des Verstärkers bleibt bei einer Eingangsspannung von 2 mV bis 2 V konstant. Ein Bandpaß befreit die begrenzte Signalspannung von Oberwellen. Damit ergeben sich kleinere Verzerrungen bei der Demodulation. Mit der sinusförmigen konstanten Ausgangsspannung dieses Bandpasses wird der Diskriminator angesteuert, der das frequenzmodulierte Signal in Gleichstromsignale umwandelt. Der Diskriminator ist ein Gegentakt-Flankendiskriminator. Die beiden Parallel-Resonanzkreise wandeln die Frequenzänderungen in Amplitudenänderungen um. Richtet man die an den beiden Schwingkreisen entstehenden Wechselspannungen gleich und subtrahiert die Gleichspannungen voneinander, so entstehen Doppelstromzeichen, die weiter aufbereitet werden. Die Diskriminatorkennlinie wurde entsprechend der Forderung, sehr kleine und große Frequenzhübe (z. B. ± 20 Hz bis ± 1500 Hz) demodulieren zu können, ausgelegt.

Zur weiteren Unterdrückung von Störimpulsen, die nach der Demodulation noch auftreten, dient ein in sechs Stufen umschaltbarer **Tiefpaß**. Über einen Differenzverstärker gelangen die jetzt sinusförmigen Signale zu einer **Abtaststufe**, wo sie verstärkt, begrenzt und damit in eine Rechteckform umgewandelt werden. Die nachfolgende **Kippstufe** versteilert die Flanken der Rechtecke nochmals. Diese Signale steuern dann die Ausgangsschaltungen.

Die **Doppelstrom - Einfachstrom - Ausgangsschaltung** gibt die Nachricht in Form von Doppel- oder Einfachstrom ab. Die Tastspannung beträgt ± 60 V beziehungsweise 120 V. Der Ausgangsstrom ist bei Doppelstrom von ± 20 mA bis ± 40 mA und bei Einfachstrom von 40 mA bis 60 mA einstellbar. Ein weiterer Ausgang zum Mittlesen liefert Einfachstrom von 40 mA. An der Schnittstelle für Datenübertragung steht die Nachricht mit den entsprechenden Spannungswerten zur Verfügung.

Zum Anschluß von Faksimileschreibern oder zum Weiterleiten der Nachrichtensignale über Kabel kann an der Tontastschaltung ein amplitudengetastetes Tonfrequenzsignal (1 kHz oder 5 kHz) abgenommen werden. Der Ausgangspegel beträgt 0 dBm an einem Quellenwiderstand von 600 Ω .

Ist die Frequenzstabilität der Funkgeräte, bezogen auf den Frequenzhub, zu gering, dann läßt sich der Frequenzfehler mit einer **Frequenzfehlerkorrekturschaltung** ausgleichen. Zu zwei vorgegebenen, symmetrisch zu 10 kHz liegenden Umastfrequenzen gehören ganz bestimmte vom Diskriminator abgegebene Spannungswerte. Infolge von Frequenzänderungen auf der Funkseite weicht die Diskriminatorausgangsspannung von ihrem Sollwert ab. Diesen Effekt nützt man aus, um eine Regelspannung für die Frequenzkorrekturschaltung abzuleiten. Die Regelspannung ergibt sich durch Vergleich der unmittelbaren mit der begrenzten Diskriminatorspannung. Dadurch ist gewährleistet, daß die Regelspannung bei Dauerzuständen in einer Telegrafiesendung ebenso ein richtiges Maß für den Frequenzfehler ist wie bei einer Textsendung. Mit Hilfe der Regelspannung wird die Diskriminatorspannung in einer Korrekturschaltung nach der Demodulation wieder auf ihren Sollwert gesteuert. Die zulässige Frequenzabweichung, die diese Regelschaltung ausgleichen kann, zeigt Bild 5 für die Frequenzhübe 50 Hz und 100 Hz. Daraus ist zu erkennen, daß die Telegrafieverzerrung des NZ 47 ohne

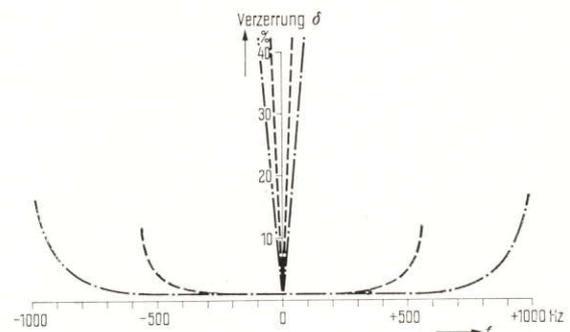


Bild 5 Telegrafieverzerrung als Funktion der Frequenzverstimmung ohne Frequenzfehlerkorrektur (Geraden) und mit Korrektur (flache Kurven).

F1-Betrieb, Telegrafiergeschwindigkeit 50 Bd, Wechsel 1:1.
Gestrichelt ± 50 Hz Hub, strichpunktiert ± 100 Hz Hub.

Frequenzfehlerkorrektur linear mit der Frequenzverstimmung ansteigt und bei eingeschalteter Korrekturschaltung innerhalb des angegebenen Regelbereichs nahezu konstant bleibt.

Zum genauen Abstimmen der Empfangsstation auf einen Telegrafie-Funksender und zum Abgleich des Telegrafie-Demodulators enthält der NZ 47 einen **Kontroll-Oszillografen** mit drei Anzeigemöglichkeiten (Bild 6). Zum Abstimmen wird den Platten der Oszillografenröhre die Ausgangsspannung des Diskriminators und den Y-Platten eine 10-kHz-Wechselspannung zugeführt. So entstehen beim Empfang einer F1-Sendung zwei senkrechte Leuchtstriche, deren horizonta-

ler Abstand dem doppelten Frequenzhub entspricht und die bei richtiger Abstimmung des Funkempfängers symmetrisch zur Mitte des Bildschirms liegen.

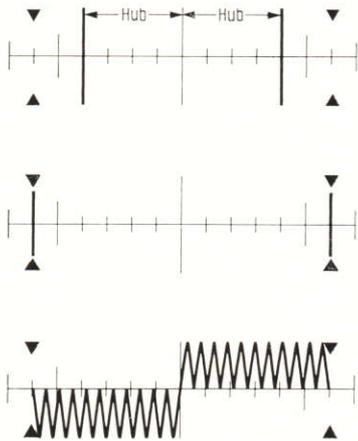


Bild 6 Anzeige des Kontroll-Oszillografen bei richtiger Einstellung für die drei verschiedenen Schalterstellungen.
Oben: 1. Schalterstellung. Abstimmen des Funkempfängers auf den Telegrafiesender.
Mitte: 2. Schalterstellung. Hubabgleich des NZ 47.
Unten: 3. Schalterstellung. Geräteabgleich, Kontrolle der Abtaststufen des Demodulators.

Bei Betrieb mit Frequenzfehlerkorrektur sowie bei F6-Betrieb muß der Telegrafie-Demodulator auf den Frequenzhub abgeglichen werden. Dies geschieht in der zweiten Schalterstellung „Hubabgleich“. Durch Verdrehen des Potentiometers ($\pm \Delta f$) sind die Leuchtstriche auf die roten Markierungen am Bildschirm auszulenken.

In der dritten Schalterstellung „Geräteabgleich“ liegt zusätzlich die begrenzte Diskriminatorausgangsspannung an den Y-Platten. Dadurch entstehen zwei Felder auf dem Bildschirm, die bei richtigem Abgleich des Gerätes in der Mitte vertikal zueinander verschoben sind.

Besonderheiten bei F6-Betrieb

Mit dem Duplex-Verfahren (Sendart F6) lassen sich zwei voneinander unabhängige Fernschreibnachrichten zugleich übertragen. Dabei gehören zu den vier möglichen Zuständen auf der Gleichstromseite vier Umtastfrequenzen in der Hochfrequenzebene. Die Zuordnung der Signalzustände (A oder Z) ist für die beiden Fernschreibkanäle V1 und V2 festgelegt (siehe Bild 2). Mit der F1-Ausführung können unmittelbar die Nachrichten des V1-Kanals gewonnen werden. Den V1-Kanal erhält man durch Bewertung der Polarität der Diskriminatorausgangsspannung.

Für den Empfang des V2-Kanals oder beider Kanäle gleichzeitig ist die F6-Demodulationsschaltung nötig, sie eignet sich für variable Frequenzabstände und für unterschiedliche Telegrafiergeschwindigkeiten. Zur Abbereitung der Nachrichten des V2-Kanals wird in der F6-Schaltung eine Spannung U_3 erzeugt, die entsprechend dem Frequenzschema des V2-Kanals ver-

läuft (Bild 7). Sie entsteht durch die Differenzbildung der Spannungen U_1 (unmittelbare Diskriminatorausgangsspannung) und U_2 (verstärkte und begrenzte Diskriminatorausgangsspannung). Aus der Signalspannung, die dem Verlauf von U_3 proportional ist, ergibt sich somit die Nachricht des V2-Kanals. Nach Verstärkung und Begrenzung werden die Gleichstromsignale in einem Tiefpaß von Störspitzen befreit sowie in einer Kippstufe in Signale mit steilen Flanken umgeformt und dann den Ausgangsschaltungen zugeführt. Die Grenzfrequenz des Tiefpasses muß dabei größer als die der Telegrafiergeschwindigkeit entsprechende Frequenz sein. Daher ist eine wirkungsvolle Störfreieung erst in den Tiefpässen nach der Kanaltrennung möglich.

Diversity-Betrieb

Schwunderscheinungen bei Kurzwellen-Funkverbindungen lassen sich durch Mehrfachempfang (Diversity-Betrieb) erheblich verringern.

Eine Diversity-Empfangsstation mit ständigem Vergleich zweier Empfangspegel – **Gerätediversity** – besteht aus zwei Funkempfängern und aus einem Telegrafie-Demodulator NZ 47 mit Diversityeinrichtung. Die Diversity-Baugruppe enthält den notwendigen zweiten Demodulationsweg sowie die Schaltungen für die Bewertung und Addition beziehungsweise Ablösung der Signale. Sie addiert beide Nachrichten nach der Demodulation, wenn der Pegelunterschied unter 7 dBm, bezogen auf den ZF-Eingang des NZ 47, liegt und sperrt den schwächeren Empfangsweg, sobald der Pegelunterschied größer als 7 dBm ist.

Bei **Antennendiversity** wird nur ein Funkempfänger und ein Telegrafie-Demodulator NZ 47 mit der Baugruppe für Antennendiversity-Betrieb benötigt. Der Antennenwahlsatz schaltet dann den Funkempfänger ständig für kurze Zeit an die zwei oder drei verwendeten Antennen, bis eine der Antennen einen vorgegebenen Spannungswert erreicht; diese Antenne bleibt dann angeschaltet. Unterschreitet die Signalspannung wieder den Schwellenwert, so beginnt der Auswahlvorgang von neuem.

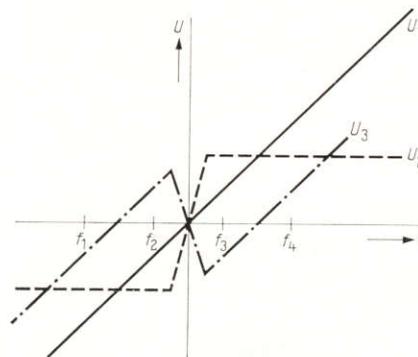


Bild 7 Prinzip der Kanaltrennung im Telegrafie-Demodulator NZ 47. U_1 Diskriminatorausgangsspannung, U_2 Begrenzte Diskriminatorausgangsspannung, U_3 Ausgangsspannung der F6-Schaltung.

Übertragungseigenschaften

Die Qualität der Telegrafie-Übertragung hängt in hohem Maße von den Eigenschaften des Telegrafie-Demodulators ab. Damit der Empfang der Nachrichten möglichst störungsfrei ist, muß die Bandbreite dem jeweiligen Frequenzhub und der Schrittgeschwindigkeit angepaßt sein. Deshalb hat der NZ 47 einen in sechs Stufen umschaltbaren Bandpaß sowie einen auf sechs Stellungen veränderbaren Tiefpaß nach der Demodulation.

Die Einstellung des Bandpasses und des Tiefpasses bestimmt entsprechend dem Frequenzhub und der Telegrafiergeschwindigkeit die Fehlerhäufigkeit in Abhängigkeit des normierten Rauschabstandes (Energie

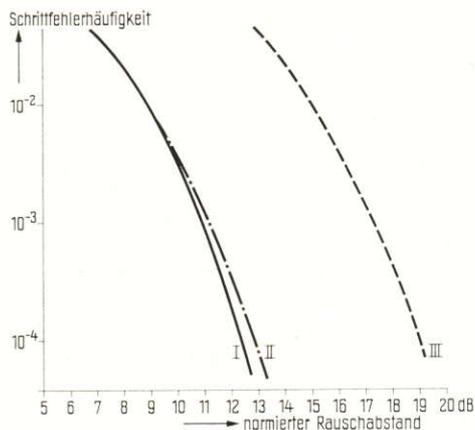


Bild 8 Schrittfehlerhäufigkeit in Abhängigkeit vom normierten Rauschabstand bei Frequenzmodulation.

I Idealer Empfänger (nach CCIR-Bericht 195).

II F1-Betrieb, ± 40 Hz Hub, Bandpaß 10 kHz ± 60 Hz, Tiefpaß 100 Bd, Grenzfrequenz 160 Hz, Telegrafiergeschwindigkeit 100 Bd.
 III F1-Betrieb, ± 400 Hz Hub, Bandpaß 10 kHz ± 700 Hz, Tiefpaß 200 Bd, Grenzfrequenz 160 Hz, Telegrafiergeschwindigkeit 180 Bd.

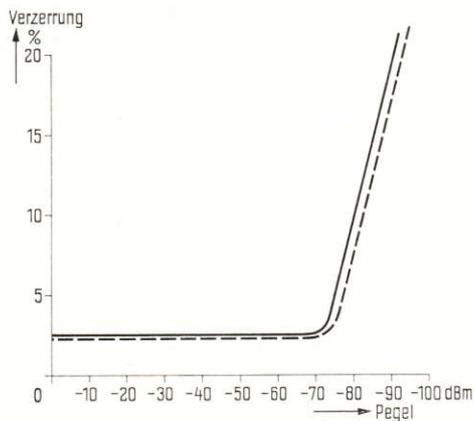


Bild 9 Telegrafieverzerrung als Funktion des Pegels bei F1-Betrieb. An der Sendestelle wird CCITT-Text eingetastet, am Ausgang des Telegrafie-Demodulators die Verzerrung gemessen. Durchgezogene Kurve: 100 Hz Hub, Telegrafiergeschwindigkeit 50 Bd, Bandpaß 10 kHz ± 150 Hz. Gestrichelte Kurve: 400 Hz Hub, Telegrafiergeschwindigkeit 200 Bd, Bandpaß 10 kHz ± 700 Hz.

je bit/Rauschleistung je Hz). Bild 8 zeigt den Verlauf bei einem Frequenzhub von ± 400 Hz und einer Telegrafiergeschwindigkeit von 400 Bd (Kurve III). Dieses Ergebnis läßt sich wesentlich verbessern, wenn die ZF-Bandbreite und zugleich der Frequenzhub an die Telegrafiergeschwindigkeit angepaßt werden (z. B. 40 Hz Hub, 100 Bd Telegrafiergeschwindigkeit, ± 60 Hz ZF-Bandbreite). In diesem Fall werden Funkstörungen durch die kleine ZF-Bandbreite bereits weitgehend vor dem Diskriminator unterdrückt (Kurve II).

Mit dem eingebauten hochempfindlichen Begrenzerverstärker erreicht man eine weitgehende Unabhängigkeit der Telegrafieverzerrung vom Eingangspegel. Bild 9 zeigt den Einfluß des Pegels auf die Verzerrung; bis zu einem Pegel von -70 dBm bleibt sie konstant.

Elektrischer und mechanischer Aufbau

Der Telegrafie-Demodulator NZ 47 ist in Transistortechnik (Silizium-Halbleiter) und teilweise mit integrierten Schaltungen aufgebaut. Er enthält außer den hochwertigen Schaltern keine mechanischen Schaltglieder und arbeitet somit wartungsfrei. Das Gerät ist äußerst stabil und hält höchsten mechanischen Beanspruchungen stand. Es eignet sich daher neben dem stationären Betrieb auch vorzüglich zum Einsatz in mobilen Anlagen und auf Schiffen.

Alle Bedienungselemente sind an der Frontseite, alle Anschlußbuchsen an der Rückseite des Gerätes untergebracht. Andere Einrichtungen, wie Umschaltung auf eine andere Zwischenfrequenz oder verschiedene Abgleichpotentiometer, sind jeweils an der oberen Seite der steckbaren Flachbaugruppe leicht zugänglich. Die Schnittstellen wurden so gewählt, daß sich das Gerät der jeweiligen Betriebsart durch Austausch von Baugruppen auf einfache Weise anpassen läßt.

E. Burger; M. Hiergeist

Kurzdaten des Telegrafie-Demodulators NZ 47

Betriebsarten	F1, F4, F6 und Raumdiversity (Geräte- oder Antennendiversity)
Eingangsfrequenz	30 ... 1400 kHz, 1,9 kHz mit Zusatzbaugruppe
Eingangsspannung	2 mV ... 2 V
Eingangswiderstand	600 oder 60 Ω (unsymm.)
Ausgänge	
Einfachstrom	≤ 60 mA, kurzschlußfest
Doppelstrom	≤ 30 mA, kurzschlußfest
Doppelstrom	Schnittstelle für Datenübertragung entsprechend CCITT V24, kurzschlußfest
Ton (amplitudengetastet)	1 kHz oder 5 kHz, 0 dBm an 600 Ω
Stromversorgung	Netz 110/125/220/240 V, 47 ... 60 Hz Batterie 24 (21 ... 30) V
Temperaturbereich	$-20 \dots +55$ °C ($-40 \dots +65$ °C)