

Als Ergänzung des weithin als präzise und vielseitig bekannten VHF-UHF-Meßempfängers ESU 2 hat Rohde & Schwarz für den Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereich den Meßempfänger ESH 2 entwickelt, der ein Höchstmaß an Meßdynamik und Meßkomfort bietet und mit entsprechendem Zubehör zum Feldstärkemeßgerät für normgerechte Nutz- und Störfeldstärke-messungen im Frequenzbereich 10 kHz bis 30 MHz erweitert werden kann.

Meßempfänger ESH 2 und Feldstärkemeßgerät HFH 2 für 10 kHz bis 30 MHz

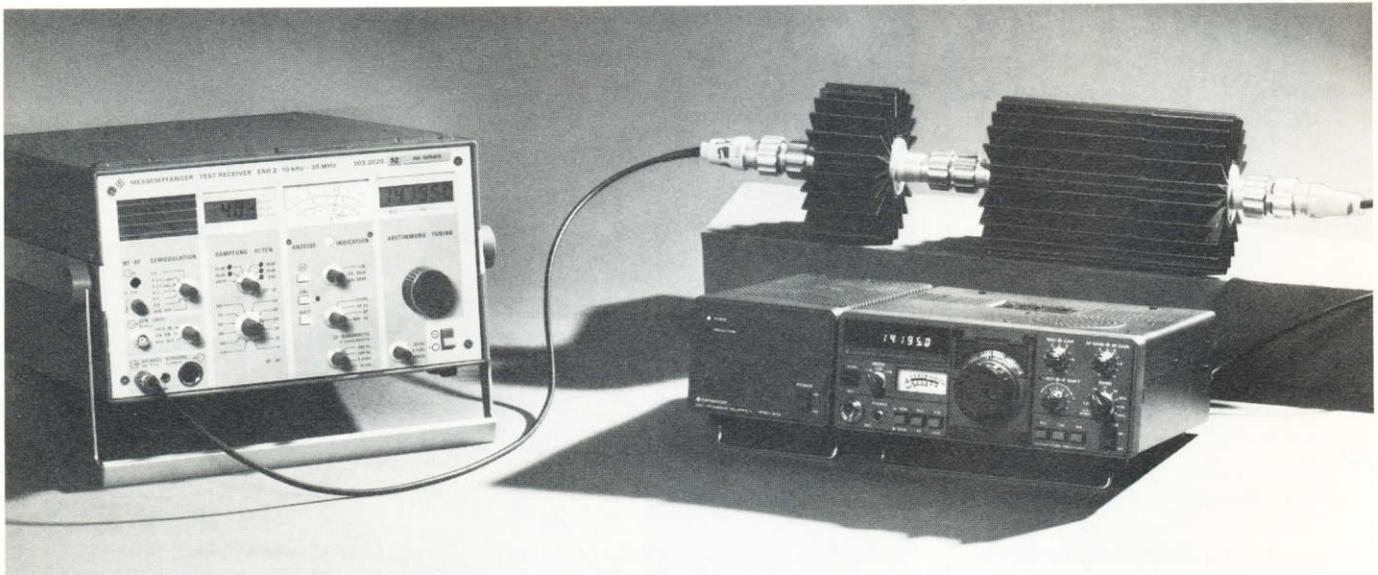


BILD 1 Meßempfänger ESH 2 für 10 kHz bis 30 MHz bei der Untersuchung eines HF-Transceivers.

Foto 27914

Durch ein modernes technisches Konzept und leistungsfähigste Bauelemente der heutigen Elektronik, verbunden mit optimalem mechanischem Aufbau, ist mit dem ESH 2 (BILD 1) ein Meßempfänger entstanden, der höchste Anforderungen der Empfangstechnik im Frequenzbereich 10 kHz bis 30 MHz erfüllt. Zusammen mit dem ESU 2 sind jetzt Nutz- und Stör-signalmessungen nach den einschlägigen internationalen Vorschriften zwischen 10 kHz und 1 GHz möglich. Zu den hervor-stechendsten Merkmalen des neuen Meßempfängers zählen:

- Hohe Meßgenauigkeit,
- große Meßdynamik,
- Frequenzbereich ohne Umschalten durchstimmbar,
- quarzgenaue Frequenzanzeige,
- hervorragende dynamische Selektion,
- automatische Spannungskalibrierung,
- automatische Erkennung einer Übersteuerung,
- Störmessung nach CISPR, VDE und MIL,
- präzise Frequenzfernmessung,
- Netz- und Batteriebetrieb,
- Kompaktbauweise, dadurch handlich und tragbar.

Eigenschaften

Der Meßempfänger ESH 2 ist ein handbedienbarer empfindlicher und übersteuerungsfester Empfänger, dessen Meßbereich für Sinussignale von $-30 \text{ dB}(\mu\text{V})$ (Grundrauschen bei 200 Hz ZF-Bandbreite und Mittelwertanzeige) bis $+137 \text{ dB}(\mu\text{V})$ reicht (bei Vollausschlag im linearen Anzeigebereich und voll eingeschalteter HF-Eichleitung). Außer dem linearen Anzeigebereich von 20 dB sind noch zwei logarithmische von 40 und 60 dB vorhanden. Der Frequenzbereich von 10 kHz bis 30 MHz wird quasikontinuierlich wahlweise in 10-kHz- oder 100-Hz-Schritten ohne Bereichsumschaltung durchgestimmt. Die sechsstellige LCD-Frequenzanzeige ist durch Synchronisation aller Oszillatoren auf einen Mutteroszillator quartzgenau. Durch Verzicht auf einen Hochfrequenzverstärker und die Verwendung eines Hochleistungsmischers zusammen mit inter-modulationarmen Eingangsfiltren werden hervorragende dynamische Eigenschaften erzielt (BILD 2), die mit den (nach CISPR) vorgeschriebenen Bewertungsschaltungen den Einsatz des Empfängers in der Störmeßtechnik ermöglichen.

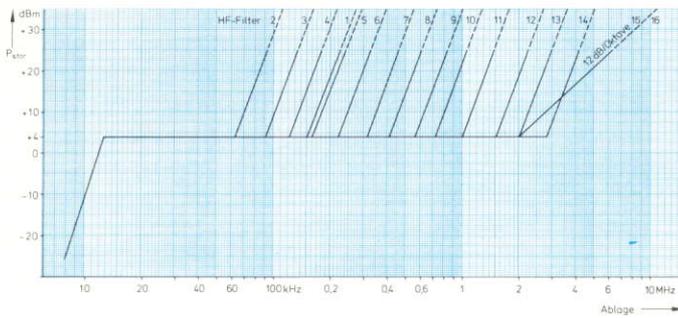


BILD 2 Schematische Darstellung der ungünstigsten Möglichkeiten einer Kreuzmodulation von 3% für einen Störer mit 30% Modulationsgrad in Abhängigkeit von den verschiedenen intern geschalteten HF-Filtern des Meßempfängers ESH 2 (ohne HF-Dämpfung!) bei einer ZF-Bandbreite von 10 kHz.

So beträgt beispielsweise der Intercept Point dritter Ordnung typisch 25 dBm. Steile Filter und geringes Oszillatorrauschen sorgen für eine ausgezeichnete dynamische Selektion des ESH 2 (Bild 3).

Eine exakte Kalibrierung wird für Sinusmessungen durch einen hochgenauen internen Kalibriergenerator, bei Pulsmessungen durch einen Normalpulsgenerator (nach CISPR) erreicht, welche zusammen mit einer präzisen Dünnfilm-Eichleitung für eine hohe Meßgenauigkeit sorgen. Der automatisch auf Knopfdruck ablaufende Kalibriervorgang (vollautomatisch auch bei ZF-Bandbreitenwechsel ausgelöst) sichert die Reproduzierbarkeit der Messungen und erhöht den Meßkomfort. Außerdem läßt der Kalibriergenerator durch einen entsprechenden Ausgang Vierpolmessungen über einen Dämpfungsbereich von mehr als 100 dB und über einen Verstärkungsbereich von mehr als 50 dB zu. Zahlreiche Ausgänge ermöglichen eine vielseitige Untersuchung des zu messenden Signals sowohl in den verschiedenen ZF-Ebenen des Empfängers als auch nach der Demodulation. Für eine Registrierung sind Ausgänge für den Meßpegel und die Frequenzablage vorhanden.

Durch die übersichtliche Anordnung aller Bedienelemente sowie der Ein- und Ausgänge, durch schnellen Frequenzzugriff, durch eine abschaltbare Steuerautomatik für den ZF-Teilerschalter und durch Ziffernanzeige des Skalenbezugspegels in Abhängigkeit von der HF-/ZF-Teilerschalterstellung, der Gleichrichtungsart und sogar des Wandlungsfaktors des jeweiligen Meßwandlers werden bei kurzen Meßzeiten genaue und reproduzierbare Meßergebnisse erreicht, was einen wirtschaftlichen Einsatz des Gerätes garantiert. Die vielseitigen Demodulationsarten, die Einseitenband- und Frequenzdemo-

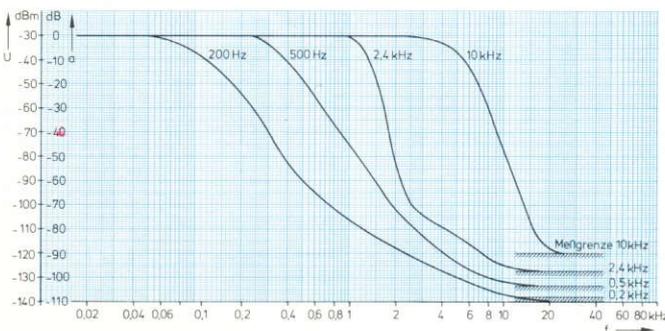


BILD 3 Dynamische ZF-Selektion des ESH 2 bei einem Eingangssignal von -30 dBm ($\pm 77 \text{ dB}(\mu\text{V})$ an 50Ω).

ulation einschließen, vergrößern zusätzlich den Anwendungsbereich des Empfängers.

Kompakte Bauweise, geringes Gewicht und der wahlweise Einbau eines wiederaufladbaren Batterieteils anstelle des Netzteils machen den ESH 2 für portablen Einsatz geeignet, wobei mit einer Batterieladung Betriebszeiten von über vier Stunden erreicht werden. Außerdem ist eine direkte Versorgung aus einem 12-V-Bordnetz oder einem 24-V-Netz möglich.

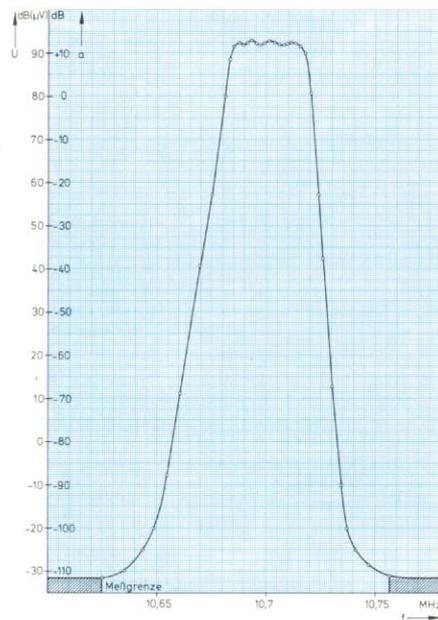


BILD 4 Beispiel für eine Vierpolmessung mit dem Meßempfänger ESH 2 über mehr als 120 dB. Meßobjekt: ZF-Verstärkerstufe mit Quarzfilter.

Anwendung

In **Labor und Prüffeld** findet der ESH 2 als selektiver Spannungsmesser mit zahlreichen Auswertmöglichkeiten an vielen Stellen Verwendung. Der eingebaute Generator und die Möglichkeit der Vierpolmessung erweitern den Einsatzbereich zusätzlich (Bild 4). Schwerpunkte der Anwendung sind:

- Generatormessungen (Nebenwellen, Pegel, Seitenbandrauschen, SSB-Zweitonmessungen)
- Vierpolmessungen (Filterdämpfung, Verstärkung)
- Verstärkermessungen (Rauschfaktor, Linearität).

Post- und andere **Behörden** sowie **Rundfunkanstalten** können den Empfänger zusammen mit den zugehörigen Meßantennen für Feldstärkemessungen oder mit normalen Empfangsantennen einsetzen, beispielsweise für:

- Antennenmessungen,
- Wellenausbreitungsmessungen,
- Versorgungsmessungen,
- Funküberwachung.

Die **Industrie** und die verantwortlichen **Behörden** verwenden das Gerät zusammen mit den vorgeschriebenen Meßwandlern und Netzwerken in der Störmeßtechnik:

- Störstrommessungen,
- Störspannungsmessungen,
- Störfeldstärkemessungen.

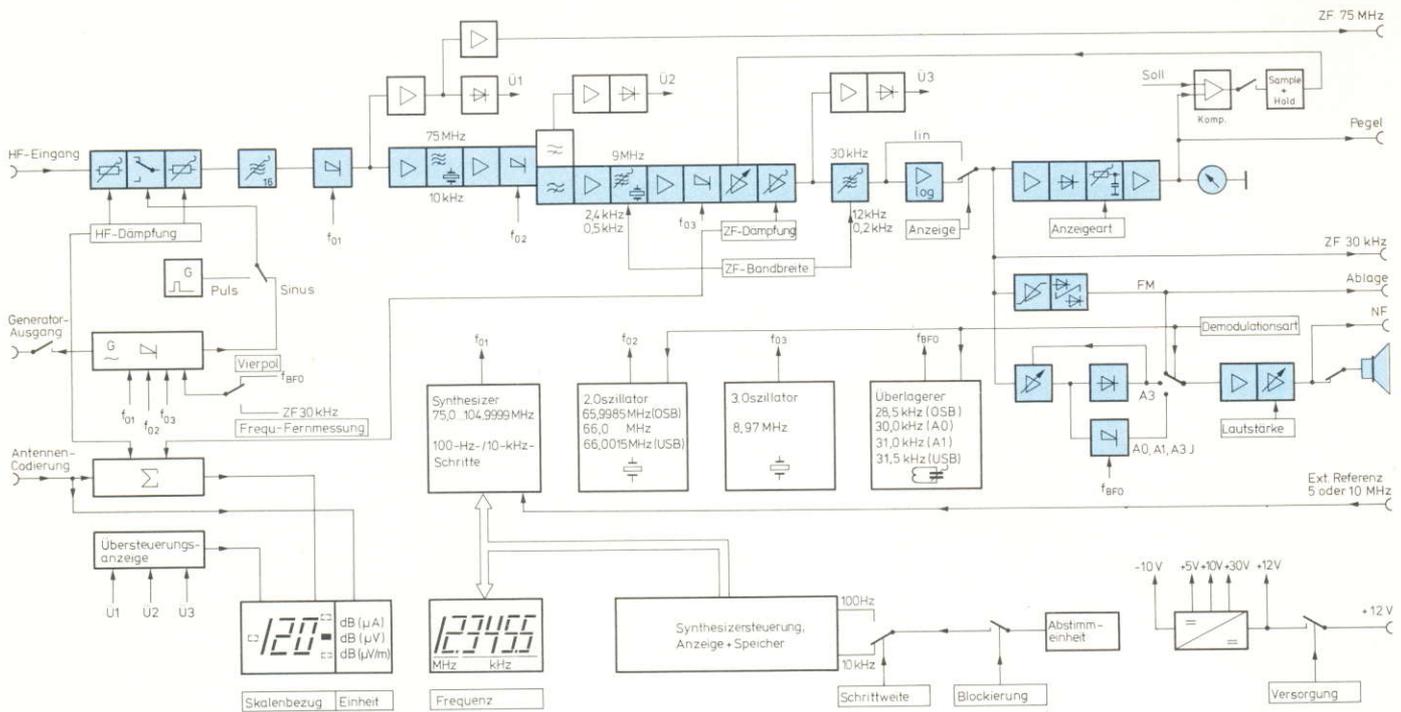


BILD 5 Blockschaltung des Meßempfängers ESH 2.

Wirkungsweise

Der Meßempfänger ESH 2 ist ein dreifach überlagernder Empfänger, der den Empfangsbereich 10 kHz bis 30 MHz mit 16 Vorselektionsfiltern überdeckt, wobei die unteren 14 Filter fest-, die oberen beiden Filter über Kapazitätsdioden im Gleichlauf mit der Empfangsfrequenz abgestimmt werden (BILD 5). Die Zwischenfrequenzen sind 75 MHz, 9 MHz und 30 kHz. Das Meßsignal gelangt über die in 10-dB-Schritten einstellbare HF-Eichleitung, durch die während des Kalibrierens auch das Kalibriersignal eingespeist wird, über die Filtergruppe zum 1. Mischer, in welchem es mit Hilfe eines Synthesizers auf die 1. ZF von 75 MHz umgesetzt wird. Zum Steuern des Synthesizers dient ein Vorwärts-Rückwärts-Zähler, den wiederum ein mechanisch-elektronischer Drehimpulsgeber mit magnetischer Rastung steuert. Dieser Vorwärts-Rückwärts-Zähler wird unter Umgehung des Versorgungsschalters direkt

versorgt, so daß beim Ausschalten und Wiedereinschalten des Gerätes die zuletzt eingestellte Frequenz erhalten bleibt.

Nach Durchlaufen eines etwa 10 kHz breiten Quarzfilters wird das Signal von 75 MHz auf 9 MHz umgesetzt. Zwei weitere Quarzfilter — wahlweise eingeschaltet — ergeben eine Bandbreite von 2,4 kHz oder 500 Hz. Der anschließende 9-MHz-Verstärker enthält das Stellglied für die Sollverstärkung des Gerätes bei der automatischen Kalibrierung. Nach einer Umsetzung auf die letzte Zwischenfrequenz von 30 kHz folgt ein in 10-dB-Schritten um insgesamt 40 dB veränderbarer Verstärker. Über ein mechanisches Filter läßt sich die ZF-Bandbreite auf 200 Hz vermindern. Je nach eingeschalteter Anzeigeart durchläuft das Signal einen logarithmischen oder einen linearen Verstärker mit aktivem Demodulator oder eine Störbewertung nach CISPR-Publikation 1 oder 3. Ein zweiter, unabhängiger 30-kHz-Verstärker mit automatischer Verstärkungsregelung arbeitet parallel zum Anzeigezweig und speist einen Demodu-

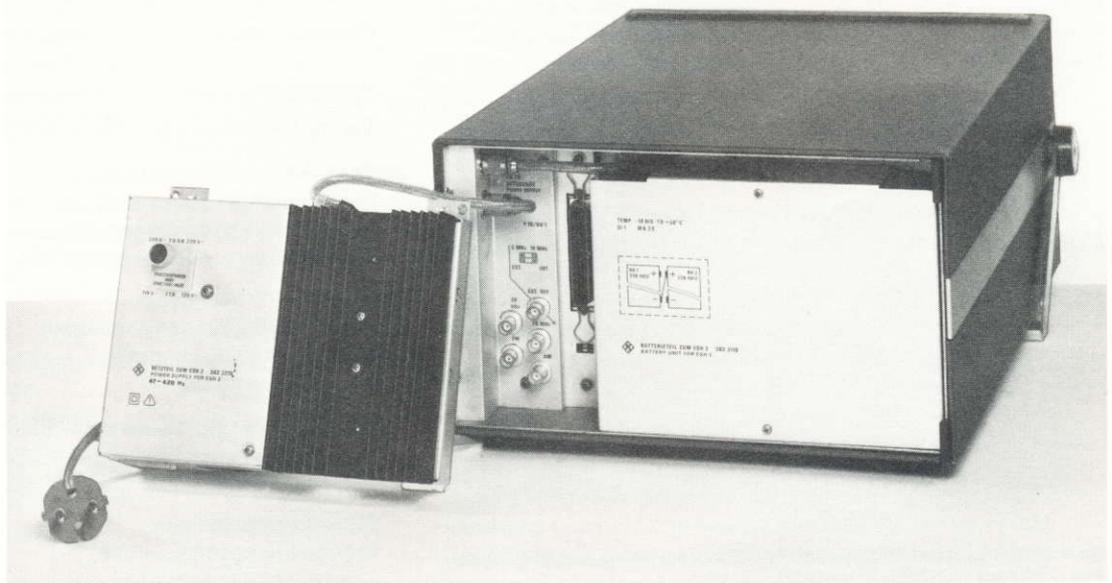


BILD 6 Rückansicht des Meßempfängers ESH 2 mit Netz- und Batterie-einheit. Foto 27917

lator für AM, für Einseitenbandmodulation und für FM. Das NF-Signal ist über den eingebauten Lautsprecher oder über einen Kopfhörer abhörbar.

Durch die Mischung der letzten ZF mit allen beteiligten Oszillatorfrequenzen wird ein amplitudenkonstantes und temperaturunabhängiges Signal auf der eingestellten Empfangsfrequenz erzeugt, das einerseits zur Spannungskalibrierung des Empfängers dient und andererseits für Vierpol- und Frequenzfernmessungen nach CCIR herangezogen werden kann.

Die Stromversorgung der Baugruppen des ESH 2, die alle im Hinblick auf den Batteriebetrieb für geringste Leistungsaufnahme entwickelt wurden, erfolgt über einen 20-kHz-Wandler und entsprechende Regelverstärker entweder direkt aus einer 12-V-Quelle, aus dem 12-V-Batterieteil, aus einem 24-V-Netz (Adapter erforderlich) oder über das schutzisolierte Netzgerät (Schutzklasse II) aus dem Wechselstromnetz, wobei das Netzgerät parallel auch das Laden beziehungsweise Puffern der 12-V-Batterie übernimmt (BILD 6).

Aufbau

Trotz umfangreicher Schirmungsmaßnahmen hat das in Kompaktbauweise erstellte Gerät nur ein Gewicht von etwa 20 kg. Durch moderne Kassettentechne mit überwiegend gesteckten Platinen auf einer Mutterkarte bleibt der ESH 2 bei voller Nutzung des Innenraumes sehr servicefreundlich. Die Verwendung von hochwertigen Bauteilen und die geringe Eigenerwärmung des Gerätes als Folge der mäßigen Leistungsaufnahme (etwa 12 W bei Batteriebetrieb) lassen zusätzlich eine geringe Schadenshäufigkeit erwarten. Eine wahlweise auf die Frontplatte oder die Rückwanne aufsetzbare Plastikhaube schützt das Gerät beim Transport und beim Betrieb im Freien.

Erweiterungen

Wird der ESH 2 durch die abgesetzte Stabantenne HFH 2-Z1, die ebenfalls abgesetzte Rahmenantenne HFH 2-Z2, das Stativ und die induktive Tastantenne HFH 2-Z4 ergänzt, so entsteht das **Feldstärkemeßgerät HFH 2** (BILD 7). Dieses wird einerseits bei Nutzfeldstärkemessungen nach Empfehlungen des CCIR (Ausbreitungs- und Versorgungsmessungen, Messung von Antennendiagrammen) sowie zur Funkkontrolle und -überwachung eingesetzt, andererseits können damit Störfeldstärkemessungen nach MIL-, CISPR-, VDE- und VG-Vorschriften im Frequenzbereich 10 kHz bis 30 MHz durchgeführt werden. Hervorzuheben dabei ist die Tatsache, daß bei Anschluß der zusätzlich lieferbaren Antenne HFH 2-Z3 auch im Bereich 10 bis 150 kHz bei Feldstärkemessungen der Wandlungsfaktor der Antennen in der entsprechenden LCD-Anzeige des Empfängers automatisch richtig berücksichtigt wird, so daß das Gerät den Feldstärkepegel direkt in dB(μ V/m) anzeigt. Bei Verwendung der Antenne HFH 2-Z2 muß der Meßwert im Frequenzbereich unterhalb 150 kHz nach einer Korrekturkurve berichtigt werden. Der Feldstärkemeßbereich liegt mit diesen Antennen zwischen -3 und $+140$ dB(μ V/m). Der Meßfehler bei Feldstärkemessungen ist weniger als 2 dB und erfüllt damit die Genauigkeitsforderung der entsprechenden CCIR-Empfehlungen.

Durch Ergänzen mit dem HF-Stromwandler ESH 2-Z1, dem aktiven Tastkopf ESH 2-Z2, dem passiven Tastkopf ESH 2-Z3 und der Netznachbildung ESH 2-Z5 wird der Anwendungsbereich des Empfängers für die Messung von Störspannun-

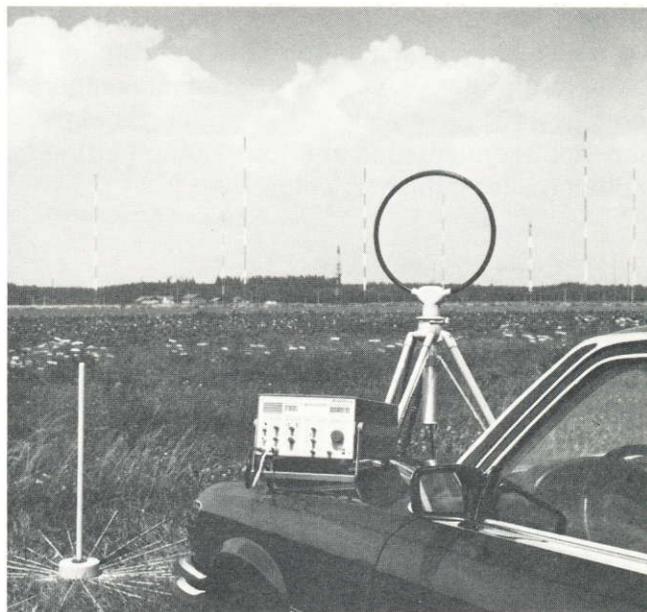


BILD 7 Feldstärkemeßgerät HFH 2 für den Frequenzbereich 10 kHz bis 30 MHz mit den zugehörigen Antennen. Foto 27 802/1

gen und Störströmen erweitert, wofür der ESH 2 durch folgende Eigenschaften prädestiniert ist:

- Berücksichtigung der Wandlungsfaktoren der Meßwandler in der Pegelanzeige,
- getrennter Zugriff zu HF- und ZF-Teilerschalter,
- automatische Umschaltung der Bewertung und des Kalibrierimpulses für CISPR 1 beziehungsweise 3 in Abhängigkeit von der eingestellten Empfangsfrequenz,
- automatische Kalibrierung nach Knopfdruck oder Bandbreitenwechsel,
- Übersteuerungserkennung für alle wesentlichen Stufen des Gerätes,
- Spitzenwertanzeige mit wählbarer Haltezeit,
- MIL-konforme ZF-Bandbreite von 10 kHz,
- CISPR entsprechende ZF-Bandbreiten von 200 Hz und 9 kHz,
- CISPR-Anzeigebereich 20 dB,
- MIL-Anzeigebereich 40 dB oder 60 dB.

Klaus Danzeisen

KURZDATEN MESSEMPFÄNGER ESH 2

Frequenzbereich	10 kHz...30 MHz
Frequenzauflösung	100 Hz
Trefffehler	≤ 500 Hz
Eingangswiderstand	50 Ω
Meßbereich	
Spannung	-30 dB(μ V)... $+137$ dB(μ V)
Feldstärke (HFH 2)	-3 dB(μ V/m)... $+140$ dB(μ V/m)
Meßfehler	
Spannung	≤ 1 dB
Feldstärke (HFH 2)	≤ 2 dB
Anzeigebereiche	20 dB (lin), 40 oder 60 dB (log)
Anzeigearten	Mittelwert, Spitzenwert, CISPR
Generatorausgang	EMK = 86 dB(μ V); $R_i = 50 \Omega$
Eingangsspannung	≤ 7 V
Intercept Point 3. Ordnung	25 dBm (typ.)
Stromversorgung	Netz oder Batterie
Bestellnummer	303.2020.52

NÄHERES LESERDIENST KENNZIFFER 87/1