

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 49 (1971)

Heft: 1

Artikel: Messmethoden zum Prüfen der wichtigsten Charakteristiken von Sprechfunkgeräten

Autor: Maag, Hansruedi

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874261>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Messmethoden zum Prüfen der wichtigsten Charakteristiken von Sprechfunkgeräten

Hansruedi MAAG, Bern

621.317: 621.396.93
621.396.72/.73: 621.317

Zusammenfassung. Dieser Artikel vermittelt einen Überblick über die von den PTT-Betrieben angewandte Messtechnik zum Prüfen der wichtigsten Charakteristiken von Sprechfunkgeräten, die in der Schweiz verwendet werden.

Méthodes de mesure pour le contrôle des caractéristiques principales des appareils de radiotéléphonie

Résumé. Cet article donne un aperçu de la technique de mesure qu'applique l'Entreprise des PTT pour contrôler les caractéristiques principales des appareils de radiotéléphonie qui doivent être utilisés en Suisse.

Metodi di misurazione per controllare le caratteristiche più importanti di apparecchi radiotelefonici

Riassunto. La presente relazione dà una visione generale delle tecniche di misurazione applicate dall'Azienda delle PTT per controllare le caratteristiche principali di apparecchi radiotelefonici che devono essere utilizzati in Svizzera.

1. Einführung

Die Sprechfunkgeräte werden einer Prüfung unterzogen, um deren Eigenschaften zu beurteilen und miteinander zu vergleichen. Die Gerätekennelemente sind ferner für die Funknetzplanung wichtig. Es ist daher vorteilhaft, wenn die Messmethoden und die Beurteilungskriterien so gewählt werden, dass die Messwerte sowohl für den Vergleich und die Beurteilung der Geräte wie als Planungsunterlagen verwendbar sind.

In der Regel muss aus der Vielfalt der Charakteristiken eine auf das Wichtigste beschränkte Auswahl getroffen werden. Wenn mehrere Messmethoden zur Bestimmung einer Grösse zur Verfügung stehen, wird man jene bevorzugen, die mit dem kleinsten Messgeräte- und Zeitaufwand brauchbare Werte liefert.

Dem Gerätebenützer geht es in erster Linie darum, Auskunft über die Übertragungsqualität zu erhalten. Es ist gebräuchlich, diesbezüglich von Positiv-Spezifikationen zu sprechen. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit solchen Positiv-Messungen. Für die Netzplanung sind auch die sogenannten Negativ-Kennwerte wichtig. Man versteht darunter die Spezifikationen zur Verhinderung von Störungen auf andere Funkdienste. Die betreffenden Messungen sind bereits im Artikel [1] beschrieben, so dass sich ein Eintreten erübrigt.

Das Ziel ist in jedem Falle, eine Funkverbindung mit ausreichender Übertragungsqualität erstellen zu können. Es ist daher naheliegend, als Messkriterium die Laut- oder Wortverständlichkeit zu wählen. Leider sind diese subjektiven Grössen umständlich zu messen. In der Praxis wird man an ihrer Stelle ein gleichwertiges, objektives Messkriterium festlegen. Dies führt zur Definition eines Testsignals und eines Messpegelschemas. Alle Gerätecharakteristiken und Planungsgrössen werden dann auf diesen Messpegel bezogen. Im übrigen sind die Testbedingungen, wenn immer möglich, den Betriebsbedingungen anzupassen. Sie sind deshalb vom Verwendungszweck, von der Verwendungsart und dem Einsatzort abhängig. Im besonderen müssen die Speisespannungsschwankungen und die klimatischen Bedingungen berücksichtigt werden.

Mit dem vorliegenden Artikel, soll ein Überblick über die in den PTT-Betrieben angewandte Messtechnik zum Prüfen der wichtigsten Charakteristiken von Sprechfunkgeräten sowie den Gesichtspunkten zur Beurteilung gegeben werden.

2. Allgemeine Testbedingungen

2.1 Beurteilungskriterium

Die Messwerte sollen nicht nur für die Beurteilung und den Vergleich der Geräte verwendet werden können, sondern auch als Planungsgrössen. Aus diesem Grunde muss ein Messkriterium gewählt werden, das aussagt, ob eine Gesprächsverbindung brauchbar ist oder nicht. Im öffentlichen Telephonnetz gilt sie als brauchbar, wenn die Lautverständlichkeit mindestens 80% beträgt. Weil die Störgeräusche den grössten Einfluss auf die Verständlichkeit ausüben, ist es zweckmässig, den Zusammenhang zwischen der Lautverständlichkeit und den einfach messbaren, objektiven Störabständen zu betrachten.

Die drei wichtigsten Geräuscharten von Sprechfunkanlagen sind:

- das Eigenrauschen
- die Impulsstörungen (zum Beispiel Autozündstörungen)
- die Rauschpakete, die beim Durchfahren von Feldstärkeeinbrüchen bei Bodenreflexionsstellen auftreten.

Für die objektive Störabstandsmessung werden je nach Charakter des Störgeräusches zwei verschiedene Masse verwendet. Wenn es sich um das Eigenrauschen des Empfängers handelt, oder um Störgeräusche, die beim Durchfahren von Bodenreflexionen erzeugt werden, verwenden wir die Bezeichnung «Geräuschabstand». Er wird mit einem Psophometer über das CCITT-Telephonfilter gemessen. Bei impulsförmigen Störungen verwenden wir die Spitzenstörmessung nach DIN 45 405, entsprechend der vorgesehenen CISPR-Norm. Die gewählte Bezeichnung lautet dann «Spitzenstörabstand».

In allen drei Fällen sind 10 dB NF-Störabstand erforderlich, um die Lautverständlichkeit von 80% zu erzielen. Der Störabstand bezieht sich auf den mittleren Sprechpegel oder auf einen äquivalenten Messpegel (siehe 2.2).

Es kann natürlich auch für jedes andere Messkriterium eine Beziehung zur 80%igen Lautverständlichkeit gefunden werden. Hier die wichtigsten Richtwerte:

- Klirrfaktor $k \approx 20\% \rightarrow 80\%$ Lautverständlichkeit
- NF-Pegel bezüglich des mittleren Sprechpegels: $-30\text{ dB} \rightarrow 80\%$ Lautverständlichkeit
- Silbendynamikreduktion: $\approx 15\text{ dB} \rightarrow 80\%$ Lautverständlichkeit
- NF-Bandbreitereduktion bezüglich $\Delta f = 3000\text{ Hz}$: $\approx 8\text{ dB} \rightarrow 80\%$ Lautverständlichkeit

2.2 NF-Pegel und Modulationstiefe

Ein Nachrichtenübertragungssystem arbeitet nur innerhalb eines bestimmten Aussteuerbereiches zufriedenstellend. Die zulässige untere Grenze des NF-Nutzpegels wird entweder durch die Hörschwelle oder durch den Störpegel bestimmt. Der maximal zulässige Nutzpegel muss unter der Schmerzgrenze des Ohres bleiben und darf zu keiner unzulässigen Übersteuerung des Hubbegrenzers führen. Bei Telephonanlagen tritt an beiden Grenzen eine Verschlechterung der Verständlichkeit auf. Es ist deshalb wichtig, dass die Modulationspegel richtig gewählt und eingestellt werden.

Zweckmässigerweise geht man von der mittleren Sprechleistung aus. Sie beträgt beispielsweise bei einer Teilnehmerstation des schweizerischen Telephonnetzes -1 Nm (1 N unter 1 mW). Mit diesem Pegel soll der Normalhub erzeugt werden. Je nach System und Anlage kann dieser identisch sein mit dem Maximalhub oder nur einen Bruchteil betragen. Die Grösse hängt von der Hubbegrenzungsart und der zu erwartenden Modulationspegeländerung ab. Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass optimale Betriebsverhältnisse erzielt werden, wenn der Normalhub mit einem 1000-Hz-Messpegel von -1 Nm eingestellt wird. Für Sender mit einfacher Sprachspitzenbeschneidung («Klippung») soll dabei der Normalhub $\frac{1}{3}$ des Maximalhubes betragen. Entsprechend ist im Nachfolgenden unter dem Normalhub bei Geräten für 50 kHz Kanalabstand ein Hub von 4,5 kHz zu verstehen, bei Geräten für 25 kHz Kanalabstand ein Hub von 1,5 kHz.

Zum Festlegen der NF-Ausgangsleistung des Empfängers kann ähnlich vorgegangen werden. Statt des Sprechpegels wählt man hier den mittleren Hörpegel. Dieser beträgt bei einer Teilnehmerstation des schweizerischen Telephonnetzes ebenfalls -1 Nm . Dieser Pegel muss durch den Normalhub erzeugt werden.

2.3 HF-Pegel

2.3.1 Nutz- und Selektivstörsignale

Bei den Sprechfunkempfängern ändert die Antennenklemmenspannung der Nutz- und Störsignale, der fortlaufenden Standortveränderung wegen, in beträchtlichen Grenzen. Nutzbar ist der Bereich zwischen der Empfindlichkeits- und Übersteuerungsgrenze. In der Praxis liegen die Werte etwa zwischen $0,3\ \mu\text{V}$ und 100 mV (bezogen auf 50 Ω). Das Nutz-Messsignal muss deshalb auch in diesen Grenzen einstellbar sein.

Jedes Nutzsignal wirkt für die fremden Funkdienste als Störquelle. In Sprechfunknetzen sind besonders die Störungen durch die frequenzbenachbarten Sender kritisch, weil die Empfänger in der Umgebung des Übertragungskanals noch fast keine Selektivität besitzen. In den meisten Fällen arbeiten in der Nachbarschaft gleichartige Dienste. Der Bereich der Störgrösse wird in diesem Falle mit jenem der Nutzsignalgrösse übereinstimmen. Das Störmesssignal muss folglich auch zwischen mindestens $0,3\ \mu\text{V}$ und 100 mV einstellbar sein.

2.3.2 Breitbandstörer

In Städten und Dörfern werden die meisten UKW-Empfangsstörungen von Auto- und Motorzündanlagen, elektrischen Schaltern, Kollektormotoren, Büromaschinen usw. erzeugt. Durch Funkenbildung entstehen dabei impulsförmige, elektromagnetische Felder. Ein Teil der Störenergie wird von den Empfangsantennen in der näheren Umgebung aufgenommen. In den Empfängern wird sie dann verstärkt und demoduliert, so dass schliesslich eine Folge von kurzzeitigen NF-Impulsen entsteht. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen der statistischen Auswertung von Feldmessungen wird für die Labormessungen das Impulsstörfeld durch einen Impulsgenerator ersetzt. Die äquivalenten Störpegel, die der Generator auf einen 50- Ω -Empfängereingang geben muss, können wie folgt gewählt werden:

- im 80 MHz-Band: 75 dB über $1\ \mu\text{V}$ je MHz-Bandbreite
- im 160 MHz-Band: 70 dB über $1\ \mu\text{V}$ je MHz-Bandbreite
- im 460 MHz-Band: 60 dB über $1\ \mu\text{V}$ je MHz-Bandbreite

Im Betrieb würden diese Werte mit 99%iger Sicherheit nicht überschritten, wenn eine $\lambda/4$ -Wagenantenne verwendet wird.

Wenn im Betrieb eine 10%ige Überschreitung bezüglich des Messpegels zugelassen wird, dann dürfen die oben angeführten Einstellwerte um 10 dB reduziert werden.

(Die HF-Impulsbreite des Generators muss klein sein gegen die Empfängereinschwingzeit. Ferner muss seine Impulsfolgefrequenz im Bereich zwischen 30...300 Hz kontinuierlich einstellbar sein. Normalerweise wird mit 100 Hz gemessen.)

2.4 Speisespannungsschwankungen

2.4.1 Bei der Fixstation

Die Fixstationen werden in der Regel an das 220-V-Netz angeschlossen. Üblicherweise sind dessen Spannungsschwankungen kleiner als $\pm 5\%$. Eine Ausnahme könnten zum Beispiel entlegene Bergstationen bilden, bei denen oft Schwankungen von mehr als $\pm 10\%$ auftreten. In diesem Falle werden die Stationen jedoch über einen Stabilisator betrieben. Die Schwankungen bleiben daher immer kleiner als $\pm 10\%$. Die Testspannung beträgt 220 V; als Extremwerte wurden 220 V $\pm 10\%$ gewählt.

2.4.2 Bei der Mobilstation

Die Mobilstation wird normalerweise an eine Autobatterie mit 6, 12 oder 24 V angeschlossen.

Während des Fahrens wird die elektromotorische Kraft (EMK) durch den Regler der Lademaschine um etwa 15...25% über die Nennspannung gebracht. Bei Belastung liegen die Klemmspannungen etwa 12% unter der EMK. Dies sind typische Werte für Bleiakkumulatoren. Bei Verwendung von alkalischen Batterien kann die EMK bis 8% höher sein. In geparktem Zustand, besonders im Winter bei tiefen Temperaturen und nachts, wenn die Scheinwerfer eingeschaltet werden, kann die Spannung auch unter den Nennwert sinken. Typisch sind Entladespannungen von 10...15% unter dem Nennwert.

Die Testspannung ist gleich der Nennspannung gewählt; die Extremwerte liegen zwischen + 25% und - 10% bezüglich des Nennwertes.

2.5 Temperatur

Als Testtemperatur wurde + 20° C gewählt und als Extremwerte - 20° C beziehungsweise + 55° C.

Im schweizerischen Mittelland werden diese Tageshöchstwerte in parkierten Autos während der Winter- oder Sommermonate mit 99,9%iger Sicherheit nicht überschritten.

2.6 Fahrzeugvibrationen

Die mobilen Stationen von Sprechfunkanlagen sind während der Fahrt den Fahrzeugschütterungen ausgesetzt. Es können dadurch mechanische und elektrische Störungen auftreten, meist jedoch erst nach längerem Einsatz. Durch eine Vibrationsprüfung deckt man derartige Fehler oft schon vor dem Einsatz auf.

Wenn man die Vibrationen, die in einem Auto auftreten, experimentell untersucht, findet man etwa folgendes:

- die Vibrationsfrequenzen liegen zwischen 3...30 Hz, wobei die oberen und auch die unteren Grenzen selten auftreten;
- die Vibrationsamplituden sind normal verteilt (gleichmässige Leistungsverteilung über das Frequenzband).

Das Verhältnis zwischen Maximal- und Mittelwertamplitude beträgt etwa 3:1;

- die Absolutwerte der auftretenden Beschleunigungs- und Schwingamplituden sind vom Fahrzeug, der Fahrgeschwindigkeit und dem Strassenzustand abhängig.

Für den Test wird der Schütteltisch mit einem Rauschsignal gesteuert (Rauschband 10...20 Hz). Die Prüfung erfolgt mit einer mittleren Beschleunigung von 1 g, was etwa dem 3,5fachen Richtwertmaximum für Naturstrassen entspricht, und dauert 25 Stunden (Verhältnis zwischen maximaler und mittlerer Amplitude 2,8:1).

3. Messverfahren und Darstellung der Messwerte

(Die in den Figuren eingetragenen Messwerte entsprechen einem Gerät im 160-MHz-Band für 25-kHz-Kanalabstand und sind als Beispiel aufzufassen.)

3.1 Sender

3.1.1 Modulatoraussteuerung

Diese Messung dient zur Kontrolle des Begrenzeereinsatzes des Modulators. Die phasenmodulierte Trägerschwingung muss auf den maximalen Frequenzhub begrenzt werden.

Die Messanordnung ist aus der Figur 1 ersichtlich. Als Indikator dient ein Wave Analyzer (Hubmeter ohne Nachbetonung). Gemessen wird die Modulatoraussteuerung für die Modulationsfrequenzen $f_{mod} = 0,4 \text{ kHz}, 1,0 \text{ kHz}$ und $3,0 \text{ kHz}$. Der Frequenzhub ist in Funktion des NF-Eingangspiegels gemäss Figur 2 in ein Kurvenblatt einzutragen.

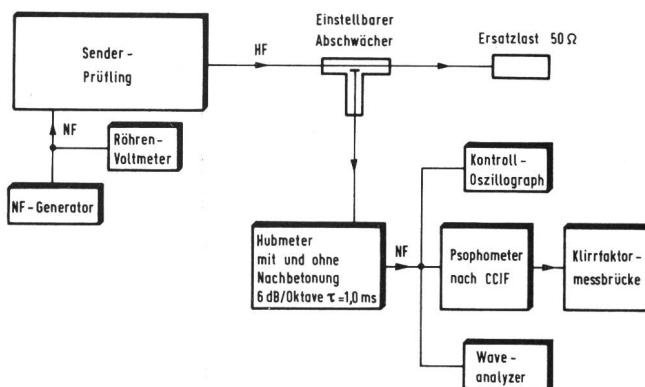


Fig. 1

Messanordnung für die Senderprüfung

(Modulatoraussteuerung, Störmodulation, Frequenzgang, Klirrfaktor)

3.1.2 Störmodulation

Unter Störmodulation versteht man die Modulation des Senders mit Störfrequenzen (Brumm, Umformergeräusch usw.). Der Abstand zwischen der Nutz- und Störmodulation wird als Geräusch- oder Fremdspannungsabstand bezeichnet und als logarithmisches Spannungsverhältnis in dB ausgedrückt. Er stellt ein Mass für die Beurteilung der verarbeitbaren Modulationsdynamik dar. Die Messanordnung ist aus Figur 1 ersichtlich. Der Sender wird mit einer Modulationsfrequenz von 1000 Hz auf den Normal-

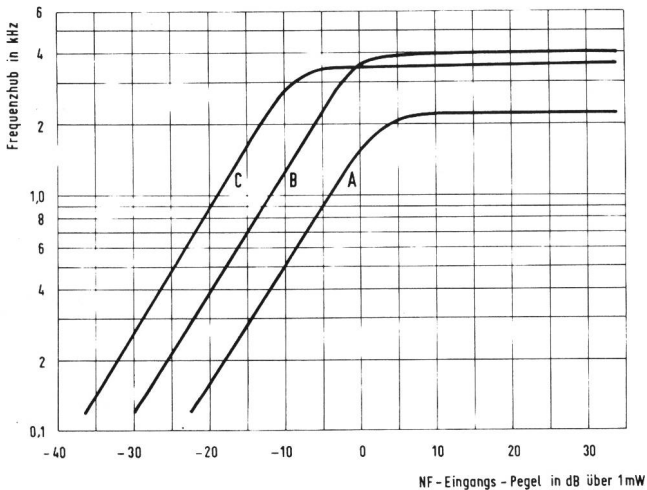


Fig. 2
 Modulatoraussteuerung
 Modulationsfrequenz A = 0,4 kHz
 B = 1,0 kHz
 C = 3,0 kHz

hub (siehe 2.2) ausmoduliert. Als Indikator dient das Psophometer. (Effektivwertmessung über das Telefonfilter für den Geräuschabstand und Psophometer auf Stellung «flach» für den Fremdspannungsabstand, Hubmeter mit eingeschalteter Nachbetonung.)

Die gemessenen Werte werden in einer Tabelle eingetragen.

3.1.3 Frequenzgang

Der NF-Frequenzgang gibt Auskunft über die relative Übertragungsdämpfung im Modulations-Frequenzbereich und beeinflusst die Übertragungsqualität.

Die Messanordnung ist aus Figur 1 ersichtlich. Die NF-Eingangsspannung wird für einen konstanten Phasenhub eingestellt, so dass der Normalhub nie überschritten wird. Als Indikator dient das Psophometer (Effektivwertmessung, Frequenzgang: «flach»). Der NF-Frequenzgang wird gemäss Figur 3 in ein Kurvenblatt eingetragen. Die Referenzfrequenz beträgt 1000 Hz.

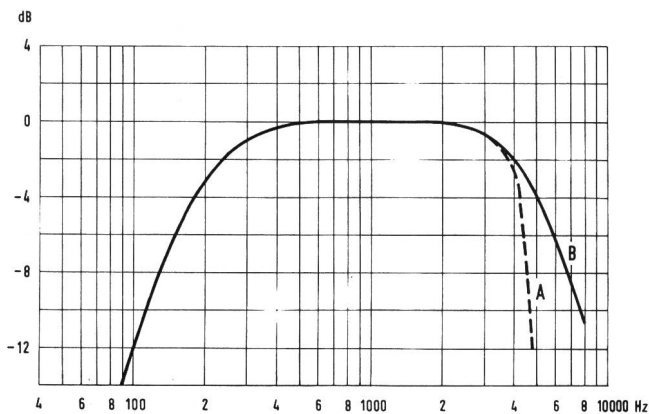


Fig. 3
 NF-Frequenzgang
 A: Frequenzgang des Senders
 B: Frequenzgang des Empfängers

3.1.4 Klirrfaktor

Der Klirrfaktor ist ein Mass für die nichtlinearen Verzerrungen im Übertragungsweg und der Übertragungstreue.

Die Messanordnung ist aus Figur 1 ersichtlich. Der Sender wird mit Frequenzen im Übertragungsbereich zwischen 300... 3000 Hz phasenmoduliert. Der Frequenzhub wird auf $\frac{2}{3}$ Maximalhub eingestellt. Gemessen wird mit einer Klirrfaktormessbrücke über ein einfaches 1000- μ s-RC-Nachbetonungsglied am Ausgang des Psophometers auf Stellung «flach».

Die gemessenen Werte werden in eine Tabelle übertragen.

3.2 Empfänger

3.2.1 Begrenzercharakteristik

Die Begrenzercharakteristik gibt Auskunft über die NF-Amplitudenkonstanz am Empfängerausgang bei veränderlicher HF-Empfangsspannung.

Die Messanordnung ist aus Figur 4 ersichtlich. Auf den Eingang des Empfängers wird ein mit Normalhub moduliertes HF-Signal gegeben. Bei der Erhöhung des HF-Signals von 0,1 auf 100 000 μ V wird die Änderung des niederfrequenten Nutzpegels mit einem Psophometer bestimmt.

Die Messwerte sind gemäss Figur 5 in einem Kurvenblatt einzutragen.

3.2.2 Geräusch- und Fremdspannungsabstand

Unter dem Geräusch- und Fremdspannungsabstand versteht man ein logarithmisches Spannungsverhältnis am NF-Ausgang bei moduliertem und unmoduliertem HF-Signal. Wird die Messung über das Telefonfilter durchgeführt, erhält man den Geräuschabstand, wird über das Psophometer auf Stellung «flach» gemessen, spricht man vom Fremdspannungsabstand.

Der Geräusch- und Fremdspannungsabstand ist ein Mass für die Modulationsdynamik, die Übertragungsqualität und die Empfindlichkeit.

Die Messanordnung ist aus Figur 4 ersichtlich. Auf den Eingang des Empfängers wird ein mit Normalhub moduliertes HF-Signal

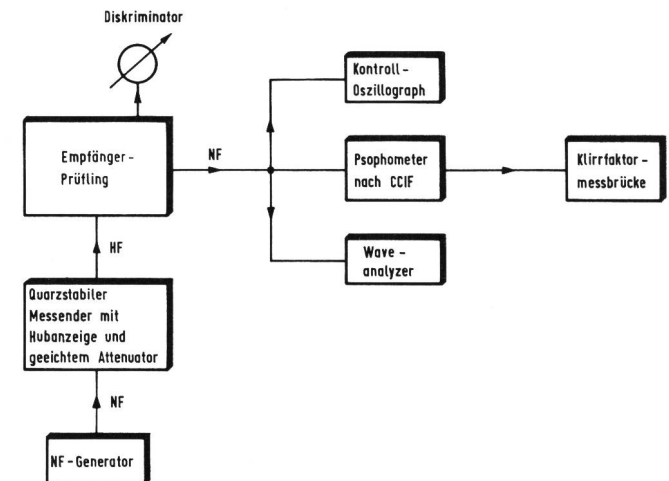


Fig. 4
 Messanordnung für die Empfängerprüfung
 (Begrenzercharakteristik, Geräusch- und Fremdspannungsabstand, Frequenzgang, Klirrfaktor)

gegeben. Anschliessend wird die Modulation weggenommen und am Ausgang des Empfängers bei verschiedenen HF-Pegeln der Geräusch- und Fremdspannungsabstand gemessen.

Die Messresultate sind gemäss Fig. 5 in ein Kurvenblatt einzutragen.

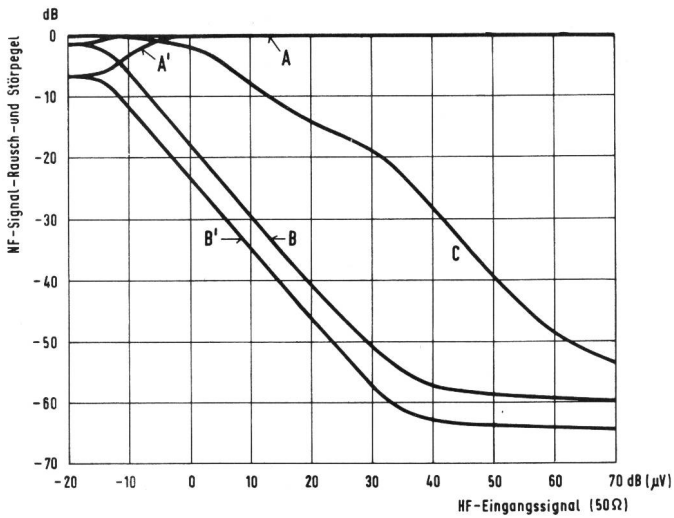


Fig. 5
Nutz- und Störpegel

- A Nutzpegel (flach)
- A' Nutzpegel (psophometrisch)
- B Geräuschpegel (flach)
- B' Geräuschpegel (psophometrisch)
- C Impulsstörpegel

3.2.3 Störung durch kurzzeitige Impulse

Störungen durch kurzzeitige Impulse werden vor allem durch die Zündanlagen von Motorfahrzeugen, Kollektormotoren, Schalter und Büromaschinen hervorgerufen. Als kennzeichnendes Merkmal haben alle die Erzeugung kurzzeitiger elektrischer Impulse gemeinsam. Sie beeinträchtigen die Übertragungsqualität.

Die Messanordnung ist aus Fig. 6 ersichtlich. Auf den Antenneneingang werden gleichzeitig ein HF-Nutzsignal und ein aus einer Folge von kurzen Impulsen bestehendes Störsignal gegeben (Folgefrequenz 100 Hz). Der an den Empfängereingang abzugebende Störpegel des Impulsenerators kann 2.3.2 entnommen werden. Zur Bestimmung des NF-Spitzenstörabstandes wird die NF-Störampplitude am Empfängerausgang gemessen und mit der Amplitude eines sinusförmigen Nutzsignals von 1000 Hz bei Normalhub verglichen. Die Messung erfolgt über das Psophometer-Telephonfilter, nach DIN 45 405, entsprechend der vorgesehenen CISPR-Norm.

Die Messresultate sind gemäss Fig. 5 in ein Kurvenblatt einzutragen.

3.2.4 Selektivität

Man unterscheidet die sogenannte Ein- und die Zwei-Signal-Selektivität. Die Ein-Signal-Selektivität ist ein Mass für die HF-Rauschbandbreite; die Zwei-Signal-Selektivität ist ein Mass für die Störbeeinflussbarkeit durch fremde Signale.

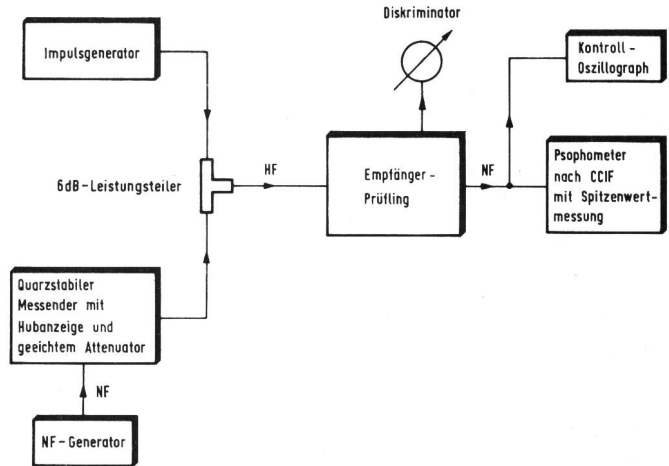


Fig. 6
Messanordnung für die Empfängerprüfung
(Störung durch kurzzeitige Impulse)

Die Anordnung für die *Ein-Signal-Selektivitätsmessung* ist aus Fig. 7 ersichtlich. Auf den Antenneneingang wird ein HF-Signal mit variabler Frequenz und variabler Antennenklemmenspannung gegeben und die Filterkurven statisch ausgemessen. Als Bezugspunkt 0 dB wird der mit dem Psophometer auf Stellung Telephonfilter gemessene NF-Geräuschpegel bei einer HF-Eingangsspannung von 1 μV auf der Bandmitte gewählt.

Als Bandmitte wird das arithmetische Mittel zwischen den Frequenzen der beiden Filterflanken bei 10 dB Dämpfung definiert.

Die Anordnung für die *Zwei-Signal-Selektivitätsmessung* ist gleichfalls aus Fig. 7 ersichtlich. Auf die Bandmitte des Empfängers wird ein Nutzsinal gelegt, das bei einer Modulationsfrequenz

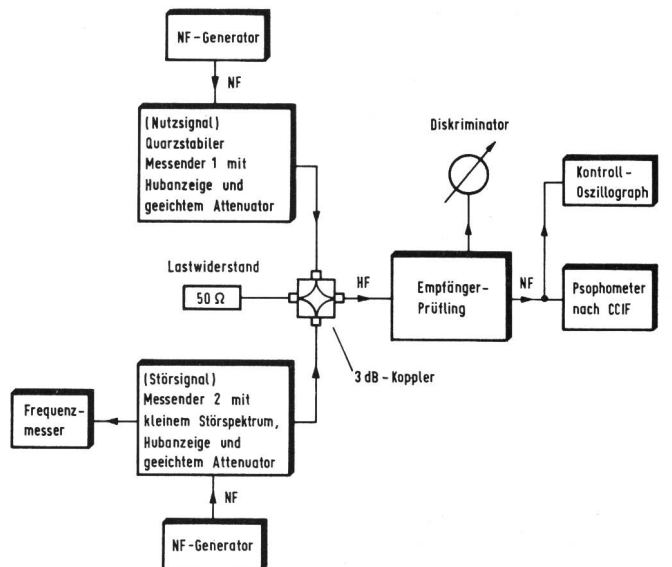


Fig. 7
Messanordnung für die Empfängerprüfung
(Selektivität, Intermodulationsstörung)

von 1000 Hz und $\frac{2}{3}$ Maximalhub einen Geräuschabstand von 20 dB erzeugt (gemessen über das Psophometer-Telephonfilter). Gleichzeitig wird ein mit 1000 Hz auf $\frac{2}{3}$ Maximalhub modulierte Störsignal so über den Empfangskanal verschoben, dass der psophometrisch über das Telephonfilter gemessene Störabstand stets 14 dB beträgt.

Um Messfehler durch das unerwünschte Rauschen des Störers auszuschliessen, muss ein Sender mit einem möglichst grossen Signal/Rausch-Verhältnis verwendet werden. In dieser Eigenschaft sind am günstigsten Sendertypen, die im Oszillator selbst eine grosse Leistung erzeugen und diese ohne nachfolgende Vervielfacher- oder Verstärkerstufen direkt abgeben.

Die Messwerte sind gemäss *Figur 8* in einem Kurvenblatt einzutragen.

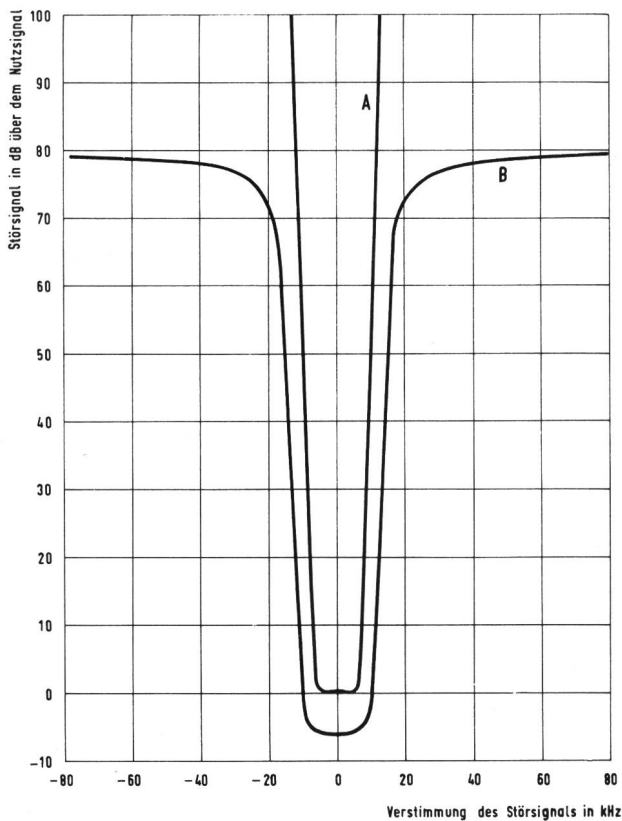


Fig. 8
HF-Selektion des Empfängers
A Ein-Signal-Selektivität
B Zwei-Signal-Selektivität

3.2.5 Dämpfung auf Nebenempfangsstellen

Durch Übersteuerung der Eingangsstufen beim Mischen von Grund- und Oberwellen eines Störsignals mit einer Harmonischen des Empfangsoszillators kann die Zwischenfrequenz entstehen. Die Dämpfung der Signale auf den Nebenempfangsstellen gibt an, wievielmal grösser ein diskretes Störsignal sein darf als das HF-Nutzsignal, damit die Übertragungsqualität noch genügt.

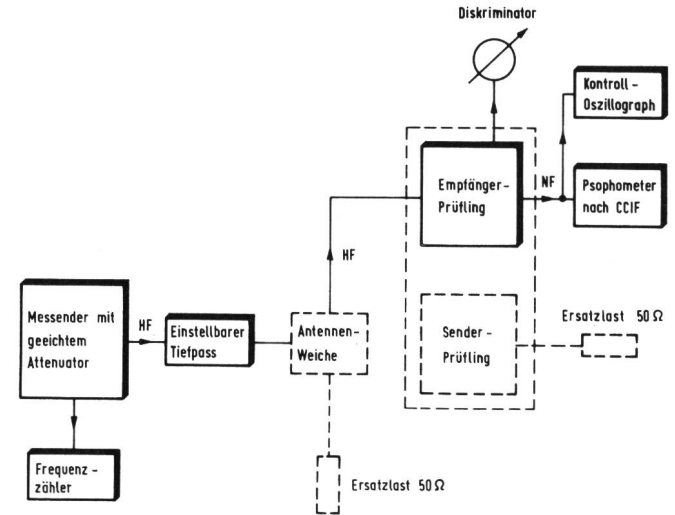


Fig. 9
Messanordnung für die Empfängerprüfung
(Dämpfung auf Nebenempfangsstellen)

Die Messanordnung ist aus *Figur 9* ersichtlich. Auf den Empfängerereingang wird ein mit 1000 Hz auf $\frac{2}{3}$ Maximalhub modulierte HF-Signal gegeben und im Frequenzbereich von 10...1000 MHz durchgestimmt. Sämtliche Nebenempfangsstellen werden mit einem Nutzsignal verglichen, das einen mit dem Psophometer-Telephonfilter bewerteten Geräuschabstand von 20 dB erzeugt (Modulationsfrequenz 1000 Hz; $\frac{2}{3}$ Maximalhub).

Bei Duplexbetrieb ist der Gegensprechsender bei der Messung einzuschalten.

Die ermittelten Nebenempfangsstellen sind gemäss *Tabelle 1* aufzuführen.

Tabelle 1: Nebenempfangsstellendämpfung

| Empfänger Typ... | |
|----------------------------------|-------------------|
| Hauptempfangsfrequenz | FE = 161,700 MHz |
| Quarzfrequenz des Empfängers | FQE = 75,500 MHz |
| Vervielfachungszahl im Empfänger | NVE = 2 |
| Zwischenfrequenz | FZ = 10,700 MHz |
| Sendefrequenz | FS = 166,300 MHz |
| Quarzfrequenz des Senders | FQS = 18,4778 MHz |
| Vervielfachungszahl im Sender | NVS = 9 |

Berechnungsformel für die Nebenempfangsfrequenz

$$F = (K \cdot FQE + L \cdot FZ + M \cdot FQS) / N$$

| F in MHz | K | L | M | N | Dämpfung in dB | Bemerkungen |
|----------|---|----|----|---|----------------|-----------------|
| 140,300 | 2 | -1 | 0 | 1 | 100 | Spiegelfrequenz |
| 161,3249 | 4 | 1 | 18 | 4 | 93 | |

3.2.6 Intermodulationsstörung

Eine Intermodulationsstörung wird erzeugt, wenn mehrere Signale ein nichtlineares Übertragungsglied durchlaufen. Es entstehen dabei neue Signale, deren Frequenzen sich durch eine Kombination der ursprünglichen darstellen lassen.

Der Intermodulationsfaktor ist ein Mass für die Störbeeinflussbarkeit des Empfängers.

Die Messanordnung ist aus *Figur 7* ersichtlich.

Gemessen wird mit zwei Messsendern: f_1 wird um \pm den doppelten Kanalabstand, f_2 um \pm den vierfachen Kanalabstand neben der Bandmitte eingestellt. f_1 ist unmoduliert, während f_2 mit 1000 Hz auf $\frac{2}{3}$ Maximalhub ausmoduliert ist.

Die Signalstärken der beiden Sender müssen immer gleich gross sein.

Gemessen wird der Störabstand am Ausgang des Empfängers. Als Vergleichskriterium dient ein Nutzsignal auf der Kanalmitte, das einen psophometrisch über das Telephonfilter gemessenen Störabstand von 20 dB erzeugt. (Modulation des Nutzsignals 1000 Hz, $\frac{2}{3}$ Maximalhub).

Um Messfehler durch Intermodulation in den Messsendern selbst zu vermeiden, werden die Messsenderausgänge vorteilhaft über einen 3-dB-Koppler zusammengeschaltet. Damit wird eine bessere gegenseitige Entkopplung erreicht. Ferner ist dem unter 3.2.4 erwähnten unerwünschten Rauschen der Messsender auch bei dieser Messung Beachtung zu schenken.

Der gemessene Intermodulationsfaktor wird in Form einer Tabelle dargestellt.

3.2.7 Frequenzgang

Die Messanordnung ist aus Figur 4 ersichtlich. Gemessen wird mit einem konstanten Phasenhub, der so einzustellen ist, dass der Maximalhub nie überschritten wird. Als Indikator dient das Psophometer (Effektivwertmessung, Frequenzgang: «flach»). Der NF-Frequenzgang wird gemäss Figur 3 in ein Kurvenblatt eingetragen. Die Referenzfrequenz beträgt 1000 Hz.

3.2.8 Klirrfaktor

Die Messanordnung ist aus Figur 4 ersichtlich. Gemessen wird mit Frequenzen zwischen 300...3000 Hz. Der Frequenzhub wird auf $\frac{2}{3}$ Maximalhub eingestellt. Gemessen wird mit einer Klirrfaktormessbrücke, die am Ausgang des Psophometers auf Stellung «flach» angeschlossen ist.

Die gemessenen Werte werden in einer Tabelle eingetragen.

Bibliographie

- [1] *H. Maag*. Die Typenprüfung von Einkanal-Funkanlagen zur Verhinderung von Störungen fremder Dienste. Techn. Mitt. PTT 46 (1968) Nr. 8, S. 417...423.
- *E. Wey*. Die Übertragungsqualität der Sprache bei Fahrzeugtelefonanlagen und drahtlosen Teilnehmerleitungen. Techn. Mitt. PTT 46 (1968) Nr. 10, S. 478...490.
- *P. Wiedmer*. Simulation von Fahrzeugvibrationen auf einer Schwingprüfanlage. Techn. Mitt. PTT 45 (1967) Nr. 5, S. 283...285.
- PTT-Laborbericht V 31.1024. Grundlagen für die Festsetzung der Test- und Betriebsbedingungen für Autotelephongeräte. Bern 1969.