

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: 46 (1968)

Heft: 10

Artikel: Die Übertragungsqualität der Sprache bei Fahrzeugtelefonanlagen und drahtlosen Teilnehmerleitungen = La qualité de transmission de la parole des radiotéléphones mobiles et des circuits radiotéléphoniques d'abonnés à modulation de fréquence

Autor: Wey, Emil

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875676>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

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

Die Übertragungsqualität der Sprache bei Fahrzeugtelefonanlagen und drahtlosen Teilnehmerleitungen

La qualité de transmission de la parole des radiotéléphones mobiles et des circuits radiotéléphoniques d'abonnés à modulation de fréquence

Emil WEY, Bern

621.396.93 : 621.391.883
621.395.31 : 621.396 : 621.391.883

Zusammenfassung. Bei Sprechfunkanlagen wird die Übertragungsqualität im wesentlichen durch das empfangereigene Rauschen, durch kurzzeitige Impulsstörungen, durch Feldstärkeeinbrüche während des Durchfahrens von Bodenreflexionsstellen und durch Übersteuerung der Hubbegrenzer beeinträchtigt. Auf experimenteller Basis wurde unter diesen Einflüssen der Zusammenhang zwischen Verständlichkeit, Störlästigkeit und Störabstand ermittelt. In Verbindung mit den entsprechenden Empfängercharakteristiken kann daraus für jeden Fall die erforderliche HF-Eingangsspannung bestimmt werden, bei der die Verständlichkeit einen gewünschten Wert aufweist. Bei veränderlicher Restdämpfung zwischen Sprechstelle und Sendereingang muss zum Erreichen einer optimalen Verständlichkeit die ganze Anlage zweckmässig eingeregelt sein. Die entsprechenden Verhältnisse werden für eine Sprechfunkanlage mit Anschluss ans öffentliche Telefonnetz anhand eines Beispiels gezeigt.

Résumé. La qualité de transmission des radiotéléphones est affectée surtout par le bruit de fond des récepteurs, par des perturbations impulsives brèves, par des évanouissements du champ utile dus à des réflexions locales et par la saturation du limiteur d'excursion de fréquence. Les relations entre la compréhensibilité, la gêne et le rapport signal/bruit ont été étudiées expérimentalement en fonction de ces facteurs. Les résultats obtenus permettent de déterminer la tension du signal utile nécessaire à l'entrée d'un récepteur dont on connaît les caractéristiques pour obtenir un degré de compréhensibilité donné. Lorsque l'affaiblissement résiduel entre le poste téléphonique et l'entrée de l'émetteur est variable, on doit ajuster correctement les niveaux relatifs aux divers points de l'installation pour obtenir la compréhensibilité optimale. Un exemple montre les conditions à remplir à cet effet dans le cas d'un radiotéléphone raccordé au réseau téléphonique public.

Qualità di trasmissione della voce presso gli impianti telefonici di auto-veicoli e impianti telefonici senza filo

Riassunto. Negli impianti radiotelefonici la qualità della trasmissione è pregiudicata in massima parte dal rumore di fondo del ricevitore, da disturbi d'impulsi di breve durata, da variazioni di intensità di campo quando si transita in posti con riflessioni terrestri, e da sovraeccitazioni del limitatore di corsa. Esperimenti hanno rivelato tra queste influenze le relazioni entro l'intelligibilità, la molestia del disturbo e il rapporto segnale-disturbo. Unitamente alle rispettive caratteristiche dei ricevitori si può da ciò determinare, per ogni caso, la necessaria tensione d'entrata dell'alta frequenza alla quale l'intelligibilità raggiunge un valore desiderato. In caso di attenuazione variabile tra il posto telefonico e l'entrata del trasmettitore è necessario regolare adeguatamente i livelli di tutto l'impianto al fine di raggiungere un'intelligibilità massima. Le corrispondenti condizioni vengono esposte per un impianto radiotelefonico allacciato alla rete telefonica pubblica.

1. Einführung

Die Übertragungsqualität einer Funktelefonverbindung lässt sich weitgehend auf Grund der Sprachverständlichkeit und der Störlästigkeit beurteilen. Beide Kriterien sind subjektive Grössen, deren Bestimmung einen beträchtlichen Arbeitsaufwand erfordert. Es ist deshalb zweckmässig, ein für alle Mal den Zusammenhang zwischen diesen subjektiven Grössen und den einfach messbaren objektiven Störabständen zu bestimmen. Dies ist umso berechtigter, als sie die eigentliche Ursache der subjektiv feststellbaren Qualitätsunterschiede sind. Wir haben in unseren Laboratorien entsprechende Versuche durchgeführt, und zwar mit empfangereigenem Rauschen, mit kurzzeitigen Impulsstörungen und mit Feldstärkeeinbrüchen, wie sie beim Durchfahren von Bodenreflexionsstellen auftreten.

In der Fahrzeugtelefonie wird heute vorwiegend mit Phasenmodulation gearbeitet. Wir haben dementsprechend unsere experimentellen Untersuchungen auf diese Modulationsart beschränkt. Um den Haupteinfluss der Geräteeigenschaften auf die Übertragungsqualität ebenfalls berücksichtigen zu können, wurden die Messungen bei verschiedenen ZF-Bandbreiten und unterschiedlicher Modulatoraussteuerung durchgeführt.

Für die Hubbegrenzung wurde in einem Fall mit einem automatischen Pegelregler gearbeitet und im andern mit einer einfachen Sprachspitzenbeschneidung («Klippung»).

1. Introduction

On peut dans une large mesure juger la qualité de transmission d'une liaison radiotéléphonique d'après sa netteté pour la parole et la gêne produite par les bruits parasites. Ces deux critères sont subjectifs et leur détermination quantitative exige un travail considérable. Il est donc utile de déterminer une fois pour toutes la relation qui existe entre ces grandeurs subjectives et les rapports signal/bruit que l'on peut mesurer simplement.

Les essais que nous avons faits à ce propos portent sur le bruit de fond des récepteurs, sur les parasites impulsifs brefs et sur les évanouissements du champ utile qui se présentent lorsque l'on traverse des emplacements affectés par des réflexions.

Nous avons limité nos investigations au cas de la modulation de phase qui est celle habituellement utilisée pour les radiotéléphones mobiles.

Nos mesures ont été faites avec diverses bandes passantes pour la fréquence intermédiaire et avec divers degrés de modulation afin de tenir compte des principaux effets des caractéristiques des appareils sur la qualité de la transmission. Deux limiteurs d'excursion de fréquence ont été employés: un compresseur réglant automatiquement le volume et un simple écrêteur coupant les pointes du signal vocal. Il a été constaté que les distorsions qui proviennent de ces dispositifs ont une influence négligeable sur la

Es wurde festgestellt, dass die entstehenden Verzerrungen nur einen vernachlässigbar geringen Einfluss auf die Verständlichkeit ausüben. Dasselbe gilt auch für die Frequenzgangvariationen innerhalb der in der Telephonie üblichen Toleranzen. Im nachfolgenden wird deshalb nicht näher auf diese beiden Grössen eingetreten.

2. Beurteilungskriterien

Bevor wir die gefundenen Beziehungen zwischen der subjektiven Qualitätsbewertung und den objektiven Messwerten vergleichen können, müssen wir die verwendeten Messgrössen und -kriterien näher beschreiben und definieren.

Zur Bestimmung der *Sprachverständlichkeit* haben wir über die Funkverbindung sinnlose Wörter, sog. Logatome, übertragen. Jedes Logatom wurde aus drei Lauten, einem Anlaut, einem Vokal und einem Ablaut, der Esperantosprache zusammengesetzt. Diese Gebilde sehen etwa so aus: snark, gnom, kins, fuln, slird usw. Der richtig verstandene Anteil von den insgesamt gesprochenen Lauten wird Lautverständlichkeit genannt und in Prozenten ausgedrückt. In der Praxis ist man jedoch eher an der Silben-, Wort- und Satzverständlichkeit interessiert. Der Zusammenhang zwischen diesen Grössen wurde von *Fletscher* und *Steinberg* gefunden. Die *Figur 1* zeigt die gegenseitigen Beziehungen. Analog der Lautverständlichkeit bedeutet hier beispielsweise eine 80prozentige Wortverständlichkeit, dass von 100 Wörtern deren 80 richtig verstanden werden.

Für die Bestimmung der *Störlästigkeit* wurden über die Funkverbindung die gleichen Logatome wie bei der Ver-

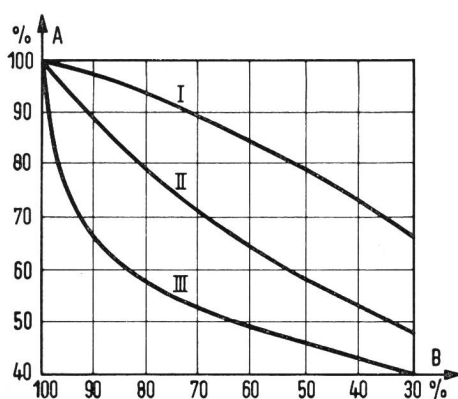


Fig. 1
Beziehung zwischen Lautverständlichkeit A und Silben-, Wort- und Satzverständlichkeit B. (I Silben, II Worte, III Sätze)
Relation entre la netteté pour les sons A et la netteté pour les syllabes, les mots et les phrases. (I Syllabes, II mots, III phrases)

compréhensibilité. On peut en dire autant des variations de la courbe de réponse lorsqu'elles restent dans le cadre des tolérances usuelles en téléphonie. C'est la raison pour laquelle il ne sera plus question de distorsion ni de courbe de réponse dans la suite de cet article.

2. Définition des critères de la qualité de transmission et des grandeurs objectives mesurées

La netteté des liaisons vocales radiotéléphoniques a été déterminée en transmettant des logatomes. Ce sont des mots sans signification comme: snark, gnom, kins, fuln, slird, etc. composés de trois sons, un phonème initial, une voyelle et un phonème terminal empruntés à l'espéranto.

On appelle netteté pour les sons le pourcentage des sons émis, compris correctement à la réception. En pratique cependant on s'intéresse à la netteté des syllabes, des mots et des phrases. La relation entre ces diverses grandeurs a été étudiée par *Fletscher* et *Steinberg* qui ont trouvé les valeurs représentées par la *figure 1*. Comme pour la netteté des sons, la netteté des mots est définie par le taux des mots correctement compris.

La gêne produite par les bruits parasites a été évaluée en transmettant les mêmes logatomes que pour la mesure de la netteté. La qualité de la transmission a été appréciée cette fois-ci au moyen d'un chiffre que nous appellerons ici «indice de quiétude» caractérisant le degré d'absence de bruit (*tableau I*).

Tableau I. Evaluation de la gêne produite par les bruits parasites

Impression	Qualité	Indice de quiétude
Bruits dominants, signal utile audible seulement par intervalles	Liaison pratiquement inutilisable	1
Forts parasites, nombreuses interruptions	Mauvaise compréhensibilité. Conversation de service possible	2
Parasites assez forts, quelques interruptions	Compréhensible, mauvaise liaison	3
Parasites faibles et rares, pas d'interruptions	Bonne liaison	4
Aucun parasite	Liaison excellente	5

Pour la mesure objective du recul de bruit, deux pondérations différentes ont été utilisées selon le caractère de ce dernier.

Le bruit de fond du récepteur et les bruits apparaissant au passage de lieux affectés par des réflexions ont été mesurés avec un psophomètre muni du filtre prescrit par

ständigkeitsmessung übertragen. Die Übertragungsqualität wurde diesmal auf Grund eines Störfreiheits-Indexes nach *Tabelle 1* beurteilt.

Tabelle 1. Bewertung der Störlästigkeit

Störeindruck	Übertragungsqualität	Störfreiheitsindex
Vorwiegend Störgeräusche, Signal nur zeitweilig hörbar	Verbindung praktisch unbrauchbar	1
Starke Störgeräusche, viele Unterbrüche	Schlecht verständlich, Dienstgespräche möglich	2
Ziemlich starke Störgeräusche, vereinzelt Unterbrüche	Noch verständlich, schlechte Übertragung	3
Vereinzelte, schwache Störgeräusche, keine Unterbrüche	Gute Übertragung	4
Vollständig störfrei	Sehr gute Übertragung	5

Für die objektive *Störabstandsmessung* wurden je nach dem Charakter des Störgeräusches zwei verschiedene Masse verwendet. Wenn es sich um das Eigenrauschen des Empfängers handelt, oder um Störgeräusche, die beim Durchfahren von Bodenreflexionsstellen erzeugt werden, steht im nachfolgenden immer die Bezeichnung Geräuschabstand. Er wurde mit einem Psophometer über das CCITT-Telephonfilter gemessen. Bei impulsförmigen Störungen verwendeten wir die Spitzenstörmessung nach DIN 45 405, entsprechend der vorgesehenen CISPR-Norm. Die gewählte Bezeichnung heisst dann Spitzenstörabstand.

3. Beziehung zwischen den wichtigsten Störabständen, der Lautverständlichkeit und dem subjektiven Störempfinden

In den *Figuren 2 und 3* sind die Lautverständlichkeit und der Störfreiheitsindex in Abhängigkeit des Störabstandes am Empfänger Ausgang dargestellt. Für die Bestimmung eines jeden Messpunktes wurden mindestens 2000 Laut übertragen und ausgewertet. Der mittlere Schalldruck am Hörer betrug etwa 10 μ bar.

4. Beziehung zwischen den wichtigsten Störabständen und der Nutzsignalspannung am Empfängereingang

Nachdem der Zusammenhang zwischen der Verständlichkeit und den Störabständen am Empfänger Ausgang bekannt ist, müssen wir uns der Beziehung zuwenden, die zwischen dem Hochfrequenzsignalpegel am Empfängereingang und den Störabständen besteht. Für die Funknetzplanung ist dieser Wert besonders wichtig. Um auch hier

le CCITT pour les liaisons téléphoniques. Dans ce qui suit, le recul de bruit correspondant est désigné par *recul du souffle*.

Pour les perturbations de caractère impulsif, on s'est servi d'un voltmètre de «quasi crête» conforme à la norme DIN 45 405 et dont la courbe de réponse aux impulsions coïncide avec celle du récepteur décrit dans la publication 1 du CISPR. Le rapport signal sur bruit évalué de cette manière est désigné alors par «recul des crêtes».

3. Relation entre les principaux reculs de bruit, la netteté des sons et la perception subjective des perturbations

Les *figures 2 et 3* montrent comment varient la netteté des sons et l'indice de quiétude de la réception en fonction du recul de bruit mesuré à la sortie du récepteur. Chaque point de mesure a été déterminé en analysant les résultats de la transmission d'au moins 2000 sons, le niveau sonore à l'écouteur étant d'environ 10 μ bar.

4. Relation entre les principaux reculs de bruit et la tension du signal utile à l'entrée du récepteur

Maintenant que nous connaissons la relation entre la netteté et les reculs de bruit à la sortie du récepteur, nous allons étudier la relation qui existe entre le niveau du signal HF utile référé à une impédance de 50 ohms à l'entrée du récepteur et ces reculs de bruit. Cela est particulièrement important pour la planification des réseaux.

Afin d'obtenir des chiffres répondant à la réalité, cette relation a été évaluée expérimentalement. Les valeurs typiques trouvées sont représentées dans les *figures 4 et 5*. Ce sont des valeurs médianes tirées d'essais effectués sur un grand nombre de récepteurs de différents types et de différentes marques dans la gamme de 80 à 460 MHz. Pour résoudre certains problèmes de planification, il faut encore

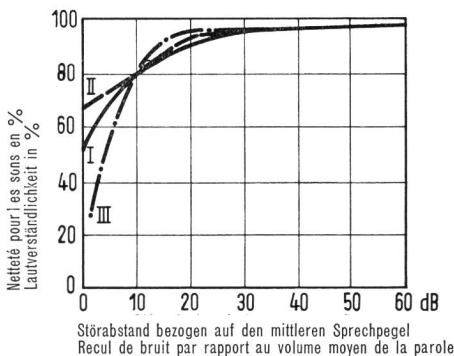


Fig. 2
Lautverständlichkeit in Funktion des Störabstandes
Netteté pour les sons en fonction du recul de bruit

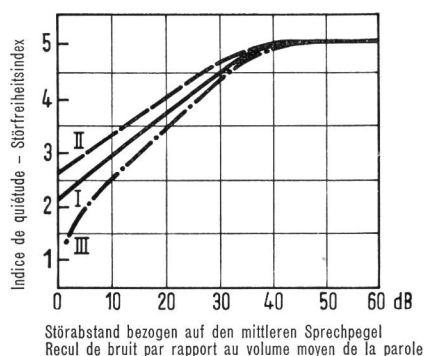


Fig. 3

Störfreiheitsindex in Funktion des Störabstandes
Indice de quietude en fonction du recul de bruit

- Kurve I: **Geräuschabstand in dB.** Als Geräusch diente das Eigenrauschen am Empfängerausgang bei verschieden grossem Nutzsignal am Empfängereingang.
- Courbe I: **Recul de souffle en dB.** Le bruit utilisé était le souffle interne du récepteur mesuré à sa sortie pour divers niveaux du signal utile appliqué à l'entrée.
- Kurve II: **Spitzenstörabstand in dB.** Als Störung diente ein Impuls-signal mit einem Impulsabstand von 0,01 s und einer Impulsdauer von <1 ns, das gleichzeitig mit dem Nutzsignal an den Empfängereingang gelegt wurde.
- Courbe II: **Recul des crêtes en dB.** La source de bruit produisait des impulsions d'une durée inférieure à 1 ns répétées à la cadence de 100 par seconde. Ce bruit était injecté avec le signal utile à l'entrée du récepteur.
- Kurve III: **Geräuschabstand in dB.** Als Störung diente eine Folge von Rauschpaketen, wie sie beim Durchfahren von Feldstärkeeinbrüchen bei Bodenreflexionsstellen auftreten. Die von einem fixen Sender abgestrahlten Logatome wurden am Empfängerausgang mit einem Tonbandgerät bei einer Fahrgeschwindigkeit von 40 km/h registriert, und zwar bei verschiedenen mittleren Nutzsignalspannungen am Empfängereingang. Das Tonband wurde anschliessend im Labor abgehört und ausgewertet. Das Raumgeräusch betrug dabei 55 dB über $2 \cdot 10^{-4}$ μ bar.
- Courbe III: **Recul de souffle en dB.** Les bruits parasites consistaient en «paquets» de souffle comme ceux que l'on observe en traversant une région où les réflexions du sol provoquent des évanouissements locaux du champ. Les logatomes transmis par un émetteur fixe ont été enregistrés sur bande magnétique dans un véhicule circulant à la vitesse de 40 km/h, ceux pour diverses valeurs moyennes du signal utile à l'entrée du récepteur. L'enregistrement fut écouté et analysé dans un laboratoire où le bruit ambiant était de 55 dB sur $2 \cdot 10^{-4}$ μ bar.

wirklichkeitsnahe Dimensionierungswerte zu erhalten, wurde der Zusammenhang experimentell ermittelt. In den Figuren 4 und 5 sind die typischen Werte aufgezeichnet. Es handelt sich um Medianwerte, die aus einer grösseren Zahl unterschiedlicher Empfängertypen und Fabrikate im Frequenzbereich 80...460 MHz gewonnen wurden. Bei gewissen Planungsproblemen muss auch die Streuung der Gerätedaten berücksichtigt werden. Zu diesem Zweck wurden die Messwerte statistisch untersucht. Wir fanden, dass

tenir compte de la dispersion des caractéristiques des récepteurs. L'analyse statistique des résultats a montré que les reculs de bruit, aussi bien celui du bruit de souffle que celui des crêtes, sont répartis selon la loi normale de Gauss avec un écart type de 3 dB.

5. Relation entre la netteté des sons et l'excitation du modulateur de l'émetteur

Pour qu'un système de télécommunications fonctionne de manière satisfaisante, il faut que l'excitation ne soit ni trop faible ni trop forte.

La limite inférieure du signal utile est déterminée soit par le seuil d'audibilité soit par le niveau de bruit. Le niveau utile maximal doit rester inférieur à la limite de douleur de l'oreille et ne doit pas produire une saturation excessive du limiteur d'excursion de fréquence. Dans les installations téléphoniques, la netteté de la transmission décroît au voisinage de ces deux limites.

La relation entre la netteté et l'excitation du modulateur de l'émetteur a été étudiée expérimentalement dans le cas de deux modulateurs typiques dont la figure 6 représente la caractéristique de modulation.

Les deux modulateurs ont un comportement identique en dessous de leur limite de saturation (point A de la fig. 6). L'excursion de fréquence est directement proportionnelle à la tension d'entrée. Dans les deux cas, cette excursion est limitée à la même valeur $\Delta F_{\max}$. La valeur absolue de $\Delta F_{\max}$ dépend de la bande passante à disposition. Elle atteint environ 10 kHz pour un écart de 50 kHz entre canaux et 3,3 kHz lorsque cet écart est de 25 kHz. Selon l'usage courant, l'excursion de phase a été maintenue constante dans les deux générateurs pour les fréquences inférieures à 1000 Hz. Les deux modulateurs diffèrent uniquement par

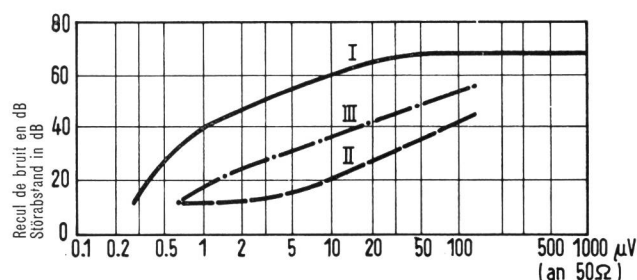


Fig. 4

NF-Störabstand in Funktion des Empfänger-HF-Pegels bei 34 kHz HF-Bandbreite, 3000 Hz NF-Bandbreite, 1000 Hz Modulationsfrequenz, 10 kHz Hub

Recul de bruit basse fréquence en fonction du niveau HF à l'entrée du récepteur lorsque la bande passante HF a une largeur de 34 kHz, la bande passante BF a une largeur de 3000 Hz, la fréquence de modulation est de 1000 Hz et l'excursion de fréquence de 10 kHz

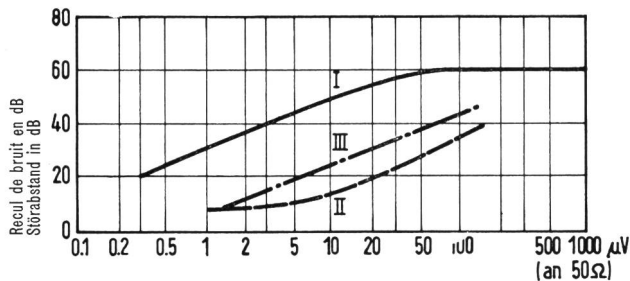


Fig. 5

NF-Störabstand in Funktion des Empfänger-HF-Pegels bei: 17 kHz HF-Bandbreite, 3000 Hz NF-Bandbreite, 1000 Hz Modulationsfrequenz, 3,3 kHz Hub

Recul de bruit basse fréquence en fonction du niveau HF à l'entrée du récepteur lorsque la bande passante HF est de 17 kHz, la bande passante BF est de 3000 Hz, la fréquence de modulation est de 1000 Hz et l'excursion de fréquence de 3,3 kHz

Kurve I: *Geräuschabstand in dB*. Als Störquelle diente das Eigenrauschen der Empfänger.

Courbe I: *Recul de souffle en dB*. Cette courbe a été obtenue en utilisant le bruit de fond du récepteur

Kurve II: *Spitzenstörabstand in dB*. Als Störquelle diente ein Impuls-generator mit einer Impulsfolgefrequenz von 100 Hz. Der Störpegel am Empfängereingang betrug: im 80-MHz-Bereich: 75 dB ü. 1 μ V/MHz im 160-MHz-Bereich: 70 dB ü. 1 μ V/MHz im 460-MHz-Bereich: 60 dB ü. 1 μ V/MHz Diese Störpegel werden in der Praxis von etwa 1% der Auto- und Motorzündanlagen erreicht und überschritten. Die Medianwerte liegen etwa 15 dB tiefer.

Courbe II: *Recul des crêtes des parasites impulsifs en dB*. La source utilisée était un générateur donnant 100 impulsions par seconde. Le niveau perturbateur était de 75 dB sur 1 μ V/MHz dans la gamme de 80 MHz 70 dB sur 1 μ V/MHz dans la gamme de 160 MHz 60 dB sur 1 μ V/MHz dans la gamme de 460 MHz Environ 1% des allumages de moteurs à explosion en service produisent à l'entrée des récepteurs des niveaux égaux ou supérieurs. Les valeurs médianes correspondantes se situent à une quinzaine de dB en dessous.

Kurve III: *Geräuschabstand in dB*. Als Störquelle dienten die Feldstärkeeinbrüche beim Durchfahren von Bodenreflexionsstellen mit einer Geschwindigkeit von 40 km/h in ebenem Gelände.

Courbe III: *Recul de souffle en dB*. Le souffle était produit par les évanouissements du champ au passage d'endroits où le champ subit des réflexions; le véhicule roulait à 40 km/h sur un terrain plat.

die Störabstände und die Geräuschabstände bei gegebenem Eingangspegel mit einer Standardabweichung von 3 dB normal verteilt sind.

5. Beziehung zwischen der Lautverständlichkeit und der Sendermodulator-Aussteuerung

Ein Nachrichten-Übertragungssystem arbeitet nur innerhalb eines bestimmten Aussteuerbereiches zufriedenstellend.

Die zulässige untere Grenze des Nutzpegels wird entweder durch die Hörschwelle oder durch den Störpegel

la façon de limiter l'excursion de fréquence. Dans un cas, les pointes de la modulation dépassant un certain niveau sont écrêtées par un limiteur à diode. Dans le second, c'est un compresseur automatique de volume qui empêche le signal modulant de dépasser ce niveau en réduisant l'amplification du modulateur lorsque sa tension d'entrée devient trop grande. La figure 7 montre que cette seconde méthode permet de pousser cette tension d'entrée bien plus loin qu'avec la première au-delà du seuil de fonctionnement du limiteur avant que la netteté des sons ne décroisse. Cela n'a rien d'étonnant, car on sait que la netteté tombe lorsque la dynamique momentanée du signal vocal diminue. Un simple écrêtage réduit les pointes sonores tandis que les sons faibles sont transmis sans altération. La dynamique des sons s'en trouve comprimée. Par contre, lorsque l'on

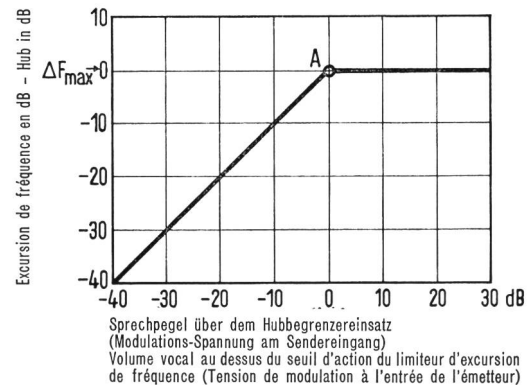


Fig. 6

Kennlinie für die Modulatoraussteuerung
Caractéristique de l'excitation du modulateur

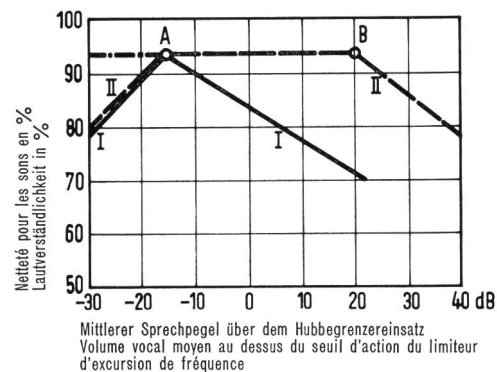


Fig. 7

Lautverständlichkeit in Funktion der Modulatoraussteuerung
Netteté pour les sons en fonction de l'excitation du modulateur

Kurve I: Hubbegrenzung durch «Klipping»

Courbe I: Limitation de l'excursion de fréquence par écrêtage

Kurve II: Hubbegrenzung durch Regelung

Courbe II: Limitation de l'excursion de fréquence par compression

bestimmt. Der maximal zulässige Nutzpegel muss unter der Schmerzgrenze des Ohres bleiben und darf zu keiner unzulässigen Übersteuerung des Hubbegrenzers führen.

Bei Telefonanlagen tritt an beiden Grenzen eine Verschlechterung der Verständlichkeit auf. Für zwei typische Modulatoren mit einer Kennlinie gemäss *Figur 6* haben wir den Zusammenhang zwischen der Verständlichkeit und der Sendermodulatoraussteuerung experimentell untersucht.

Unterhalb der Übersteuerungsgrenze (Punkt A in *Fig. 6*) verhalten sich beide Modulatoren gleich. Es besteht ein linearer Zusammenhang zwischen der Eingangsspannung und dem Hub. In beiden Fällen wird auch der Hub auf den gleichen Wert $\Delta F_{\max}$ begrenzt. Der Absolutbetrag von $\Delta F_{\max}$ richtet sich nach der zur Verfügung stehenden Bandbreite. Für 50-kHz-Kanalabstandsgeräte beträgt er etwa 10 kHz, für die 25-kHz-Ausführung etwa 3,3 kHz. Bei Modulationsfrequenzen unterhalb 1000 Hz wurde in beiden Modulatoren, wie dies üblich ist, der Phasenhub konstant gehalten. Der Unterschied der beiden Modulatoren liegt einzig in der Art, wie die Hubbegrenzung erzeugt wird. Im einen Fall werden die Modulations-Spannungsspitzen, wenn sie einen bestimmten Wert übersteigen, abgeschnitten, beispielsweise mit einem Diodenbegrenzer. Im zweiten Fall erfolgt die Hubbegrenzung mit Hilfe eines automatischen Pegelreglers. Wenn die Modulationsspannung eine gewisse Grösse erreicht, sorgt er dafür, dass die Verstärkung des Modulators reduziert wird. Die *Figur 7* zeigt, dass mit dieser zweiten Hubbegrenzungsmethode eine viel grössere Übersteuerung stattfinden darf, bis die Lautverständlichkeit abnimmt. Dies ist verständlich, wenn man die Tatsache berücksichtigt, dass die Verständlichkeitseinbusse von einer Dynamikreduktion der Laute des Sprechpegels herrührt. Bei der gewöhnlichen «Klippung» werden die Lautstärkespitzen verkleinert, während die leisen Laute unverändert übertragen werden. Es tritt also eine Dynamik-Kompression ein. Bei der Begrenzung mit einem automatischen Verstärkungsregler kann dafür gesorgt werden, dass im Übersteuerungsfalle auch die Intensität der leisen Laute reduziert wird, so dass nahezu die volle Lautdynamik erhalten bleibt. In unserem Modulator wurden zu diesem Zweck die Regelzeitkonstanten so gewählt, dass sich die Verstärkungsreduktion in 10 ms vollzieht, während die Wiedereinstellung der Normalverstärkung 1 s dauert. In der Praxis ist der Regelbereich begrenzt, so dass von einer bestimmten Modulationsspannung an (Punkt B in *Fig. 7*) die Verstärkung nicht mehr weiter reduziert wird. Grössere Eingangssignale werden dann wiederum «geklippt», was gleichzeitig eine Verständlichkeitsverschlechterung mit sich bringt.

Die untere Grenze des Aussteuerbereiches ist die Folge einer zu geringen Lautstärke und kann ebenfalls in der *Figur 7* (Punkt A) abgelesen werden. Bei begrenztem Hub

utilisiert ein Kompressor agierend auf der Verstärkung, bleibt die Dynamik nahezu unverändert. Das ist die Ursache, weshalb die Zeitkonstanten des Einstellschaltkreises des Modulators so gewählt wurden, dass die Verstärkung in 10 ms und der Rückgang zur Verstärkung in 1 s erfolgt. In der Praxis ist die Einstellzeit begrenzt, so dass ab einer bestimmten Modulationsspannung (Punkt B in *Fig. 7*) die Verstärkung nicht mehr sinkt. Die Eingangsspannungen, die diesen Wert überschreiten, werden dann abgeschnitten und die Verstärkung sinkt.

Der Bereich der Anregung ist begrenzt nach unten, wenn das Lautstärke-Niveau zu gering ist. Diese Grenze ist durch den Punkt A in *Fig. 7* dargestellt. Der Empfänger liefert bei seiner Ausgangsspannung von -15 dBm bei einer Frequenzmodulation, die begrenzt ist und die Schalldruckstärke 5 μ bar erreicht, mit einer Modulationsfrequenz von 1000 Hz. Wenn man eine grössere Ausgangsspannung wählt, genügt eine geringe Lautstärke des Sprachsignals, um die maximale Verstärkung zu erhalten, wie dies die gestrichelte Linie in *Fig. 7* zeigt.

6. Affaiblissement résiduel nécessaire entre l'entrée de l'émetteur et la sortie du récepteur

Nous venons de voir qu'un niveau sonore trop faible nuit à la netteté. C'est la raison pour laquelle on a intérêt à réduire autant que possible l'affaiblissement de transmission BF entre l'entrée de l'émetteur et la sortie du récepteur. Dans les installations de radiotéléphones mobiles et dans les circuits radiotéléphoniques d'abonnés, la transmission de l'information entre le central téléphonique et l'abonné passe par deux canaux HF séparés. C'est ce que l'on appelle une liaison duplex. Un terminateur couple le circuit à 4 fils au lacet de l'abonné. La transmission a lieu selon le schéma de la *figure 8*.

Du côté du central, l'impédance de la ligne n'est pas la même pour chaque liaison. On ne peut équilibrer le terminateur que pour l'impédance la plus probable qui est de l'ordre de 600 ohms. Les conditions sont un peu plus favorables du côté de l'abonné. En général, il y a un tronçon de ligne à deux fils entre l'installation radioélectrique et le poste de l'abonné. Comme ce tronçon est permanent, on peut en reproduire l'image dans le terminateur. Les défauts d'adaptation font qu'une partie de l'énergie reçue est renvoyée à l'émetteur et qu'il se produit une réaction.

On pourrait croire que cette réaction est inexistante dans les installations de radiotéléphones mobiles, où le radiotéléphone est branché par un circuit à 4 fils. Malheureusement c'est une illusion: le couplage acoustique entre l'écouteur et le microphone tend aussi à provoquer l'accrochage d'oscillations. Pour qu'une installation fonctionne de manière stable, il faut qu'un affaiblissement résiduel b,

lieferte der Empfänger einen Ausgangspegel von -15 dBm. Ein 1000-Hz-Ton erzeugte dabei am Ohr einen Schalldruck von etwa $5 \mu\text{bar}$. Wenn die Ausgangsleistung grösser gewählt würde, ergäbe sich auch bei den kleinen Sprechpegeln die maximale Lautverständlichkeit entsprechend der strichpunktierten Linie.

6. Erforderliche Restdämpfung zwischen Sendereingang und Empfängerenausgang

Im vorigen Abschnitt wurde gezeigt, dass bei zu kleinem Hörpegel die Verständlichkeit beeinträchtigt wird. Aus diesem Grunde ist man an einer möglichst kleinen NF-Übertragungsdämpfung zwischen Sendereingang und Empfängerenausgang interessiert.

Bei Fahrzeugtelephonanlagen und drahtlosen Teilnehmerleitungen geschieht die Informationsübertragung zwischen Amt und Teilnehmer in zwei getrennten HF-Kanälen. Man spricht von einer Duplex-Verbindung. Für den Übergang auf die zweidrähtige Telefonleitung wird allgemein eine Gabelschaltung verwendet. Man erhält die Übertragungsschemata der Figur 8.

Auf der Amtsseite ändert die Leitungsimpedanz von Verbindung zu Verbindung. Die Gabel kann deshalb nur auf den wahrscheinlichsten Wert von etwa 600Ω angepasst werden. Teilnehmerseitig sind die Verhältnisse etwas günstiger. Bei der drahtlosen Teilnehmerstation liegt im allgemeinen zwischen der Funkanlage und der zugehörigen Sprechstation noch ein Stück Zweidrahtleitung. Da dieses dann immer vorhanden ist, kann es an der Gabel nachgebildet werden. Als Folge der Fehlanpassungen wird ein Teil der Empfangsenergie wieder dem Sender zugeführt, so dass eine Rückkopplung entsteht.

Bei Fahrzeugtelephonanlagen, bei denen auf der Teilnehmerseite das Mikrotelephon vierdrähtig angeschlossen wird, könnte man meinen, dass eine Rückführung von Empfangsenergie an den Sendereingang ausgeschlossen wäre. Dem ist aber nicht so. Durch die akustische Kopplung zwischen Hörer und Mikrophon tritt auch hier eine Schwingungsgefahr auf. Wenn eine Anlage stabil arbeiten soll, muss in die Übertragungswege eine genügend grosse Restdämpfung b_r eingefügt werden. Theoretisch tritt Selbsterregung ein, wenn die Restdämpfung nicht grösser als die halbe Rückflusddämpfung ist. Praktisch muss man etwa den doppelten Wert des theoretisch zulässigen einfügen. Die Pfeilsicherheit beträgt dann 6 dB. Eine zu grosse Entdämpfung würde während des Gespräches als unangenehmes «Hallen» empfunden. Aus Versuchen und Betriebserfahrungen findet man als untere zulässige Grenze der Restdämpfung:

für Fahrzeugtelephonanlagen: $b_{r\min} \approx 0$ dB

für drahtlose Teilnehmerleitungen: $b_{r\min} \approx 4...5$ dB

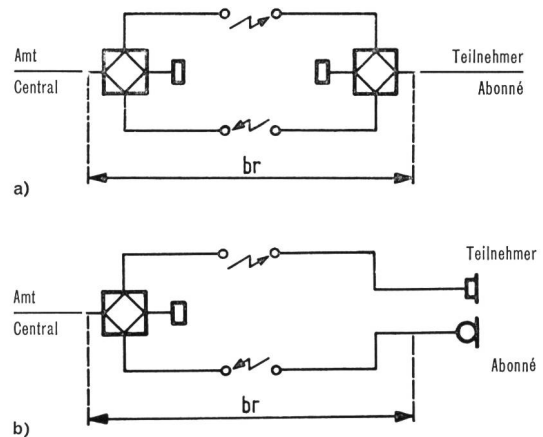


Fig. 8

Prinzipschemata einer Fahrzeugtelephonanlage und einer drahtlosen Teilnehmerleitung

Schémas de principe d'un radiotéléphone mobile et d'une liaison radioélectrique

a = Drahtlose Teilnehmerleitung - Liaison radioélectrique d'abonné
b = Fahrzeugtelephonanlage - Radiotéléphone mobile

suffisant y soit incorporé. D'après la théorie, il y a accrochage si cet équivalent n'est pas plus grand que la moitié de l'affaiblissement des courants réfléchis. En pratique, il faut introduire un équivalent à peu près deux fois plus grand que celui prévu par la théorie. Cela donne une marge de sécurité de 6 dB contre les accrochages. Si l'on réduisait trop l'affaiblissement, il se produirait une sorte de réverbération nuisible au confort de la conversation. Les essais et l'expérience de l'exploitation montrent que la limite inférieure de l'équivalent admissible a la valeur suivante:

$b_{r\min} \approx 0$ dB pour les radiotéléphones mobiles

$b_{r\min} \approx 4...5$ dB pour les circuits radiotéléphoniques d'abonnés.

7. Caractéristiques importantes des installations téléphoniques

Une installation radiotéléphonique destinée à fonctionner en liaison avec le réseau téléphonique public doit être adaptée à son plan de niveaux. Les grandeurs suivantes doivent être prises en considération pour déterminer l'excitation du modulateur et le réglage des niveaux.

7.1 La puissance vocale moyenne d'un poste d'abonné du réseau téléphonique public suisse est de -1 Npm (1 Néper en dessous d'un mW). La puissance de crête atteint normalement une valeur de 1,4 Np plus grande que cette valeur moyenne. Lorsque l'on parle à très haute voix, les crêtes de puissance arrivent à $+0,7$ Npm.

7.2 L'équivalent du réseau public suisse entre les bornes de deux postes d'abonnés varie selon les liaisons de 0,1 à 3,8

7. Wichtige Kenngrössen aus der Telephonie

Eine Sprechfunkanlage, die mit dem öffentlichen Telephonnetz zusammengeschaltet werden soll, muss sich nach dessen Planungswerten ausrichten. Für die Modulatoraussteuerung und die Einpegelung müssen folgende Grössen berücksichtigt werden:

7.1 Die mittlere Sprechleistung einer Teilnehmerstation des schweizerischen Telephonnetzes beträgt an den Stationsklemmen -1 Npm (das heisst 1 Np unter 1 mW). Die Spitzenleistung ist etwa $1,4$ Np grösser als dieser mittlere Sprechpegel. Bei sehr lautem Sprechen können Spitzenleistungen von maximal $+0,7$ Npm auftreten.

7.2 Die Restdämpfung zwischen den Klemmen zweier Teilnehmerstationen des schweizerischen Telephonnetzes beträgt, je nach Verbindung:

gemäss bisherigem Dämpfungsplan: $0,1...3,8 \pm 0,1$ Np
gemäss neuem Dämpfungsplan: $0,1...2,55 \pm 0,24$ Np

Die kleinsten Werte findet man im Ortsverkehr, während die oberen Grenzen für inländische Fernverbindungen Gültigkeit haben.

Bei den mobilen Sprechfunkanlagen braucht im allgemeinen nicht mit den angegebenen Maximalwerten gerechnet zu werden. Meistens befindet sich die fixe Funkstation nahe bei einer Zentrale. In diesem Fall ist die maximale Restdämpfung nach der bisherigen Planung um $1,4$ Np kleiner, bei der neuen um $0,9$ Np.

Eine bestimmte Anlage kann selbstverständlich nur optimal dimensioniert werden, wenn man die wirklichen Dämpfungswerte des betreffenden Anschlussortes berücksichtigt.

7.3 Die höchst zulässige Geräuschleistung sollte am Ende einer Teilnehmerleitung, also an den Klemmen der Teilnehmerstation, den Wert von $-6,7$ Npm nicht überschreiten.

7.4 Die minimal erforderliche Verständlichkeit und Störfreiheit. Im öffentlichen Telephonnetz wird die Übertragungsqualität als genügend erachtet, wenn die Lautverständlichkeit mindestens 80% beträgt.

Gewisse Störgeräusche wirken lästig, bevor die Verständlichkeit merklich absinkt. Der Störfreiheitsindex, definiert nach der Tabelle I, sollte in diesen Fällen mindestens $3...4$ betragen.

Aus den Figuren 2 und 3 können die Mindeststörabstände abgelesen werden, mit denen die beiden Forderungen erfüllt werden. Sie sind in der *Tabelle II* zusammengestellt.

$\pm 0,1$ Np selon le plan utilisé jusqu'ici et de $0,1$ à $2,55 \pm 0,24$ Np selon le plan prévu pour l'avenir.

Les valeurs les plus faibles se rencontrent dans le trafic local tandis que les plus élevées correspondent aux liaisons à grande distance à l'intérieur du pays.

Dans les cas des radiotéléphones mobiles, il n'est généralement pas nécessaire d'utiliser les valeurs maximales citées ci-dessus. La plupart du temps, le poste radiotéléphonique fixe se trouve près d'un central téléphonique. Dans ce cas, l'équivalent maximal est inférieur de $1,4$ Np à celui de l'ancien plan et de $0,9$ Np à celui du nouveau plan.

Il est clair que, pour ajuster de manière optimale les éléments d'une installation donnée, il faut nécessairement tenir compte des affaiblissements réels à son point de raccordement.

7.3 La puissance de bruit maximale tolérable ne devrait pas dépasser $-6,7$ Npm au bout de la ligne de l'abonné, c'est-à-dire aux bornes de son poste.

7.4 La netteté et la «quiétude» minimales requises. On estime que la qualité d'une transmission par le réseau téléphonique public est suffisante lorsque la netteté pour les sons atteint au moins 80% .

Certains bruits parasites sont gênants alors même qu'ils ne causent pas de réduction notable de la netteté. L'indice de quiétude de la liaison défini dans le tableau I ne devrait pas dans ces cas-là tomber en dessous d'une valeur de 3 à 4 .

Les reculs de bruit minimaux nécessaires pour que ces deux conditions soient satisfaites peuvent être lus dans les figures 2 et 3 ainsi que dans le *tableau II*.

Tableau II. Reculs de bruits minimaux par rapport au niveau d'écoute moyen

	Recul des bruits de souffle	Reculs des crêtes des bruits impulsifs
pour une netteté de 80%		
pour le son	10 dB	10 dB
pour un indice de quiétude de $3...4$	$17...20$ dB	13 dB

8. Diagramme des niveaux correspondant à une qualité optimale de la transmission

D'après ce qui précède, nous pouvons établir les diagrammes de niveaux optimaux pour une installation de radiotéléphone mobile et pour un circuit radioélectrique d'abonné fixe dans des cas typiques.

Tabelle II. Erforderliche Mindeststörabstände bezogen auf den mittleren Hörpegel

	Geräuschabstand	Spitzenstörabstand
für 80%ige Lautverständlichkeit	10 dB	10 dB
für Störfreiheitsindex 3...4	17...20 dB	13 dB

8. Pegelpläne für optimale Übertragungsqualität

Wir können nun auf Grund der zusammengetragenen Unterlagen die optimalen Pegelpläne für eine typische Fahrzeugtelefonanlage und eine typische Teilnehmerleitung ermitteln.

8.1 Niederfrequenzpegel. Zweckmässigerweise geht man dabei von den unter 7.1 und 7.2 angegebenen Sprechleistungen und Restdämpfungen aus. Die so gewonnenen Sendermodulations-Eingangspegel sind in den *Tabellen III und IV* eingetragen. Als nächster Schritt lassen sich die Hörpegel am Empfängerausgang bestimmen. Wir treffen dazu folgende Voraussetzungen:

- Bei Ferngesprächen soll die Lautverständlichkeit nicht unter 80% und der Störfreiheitsindex nicht unter 3...4 fallen. Der mittlere Hörpegel darf durch eine Hubbegrenzung nicht beeinflusst werden.
- Bei Ortsgesprächen darf die Verständlichkeit und die Lautstärke bei der Übersteuerung eines Hubbegrenzers nicht wesentlich beeinflusst werden. Diese Bedingung

8.1 Niveau basse fréquence. Il convient de partir des puissances et des équivalents mentionnés dans les sections 7.1 et 7.2. On en déduit les niveaux d'entrée du modulateur de l'émetteur qui sont indiqués dans les *tableaux III et IV*. Ensuite, on détermine le niveau d'écoute à la sortie du récepteur. Pour cela, nous convenons que:

- Dans le cas de liaisons à grande distance, la netteté pour les sons ne doit pas tomber au-dessous de 80% ni l'indice de quiétude au-dessous de 3...4. Le niveau d'écoute moyen ne doit pas être influencé par un limiteur d'excursion de fréquence.
- Dans les cas de communications locales, la netteté pour les sons et le niveau sonore ne doivent pas être influencés de manière appréciable par la saturation d'un limiteur d'excursion de fréquence. Cette condition est considérée comme remplie si la netteté pour les mots reste supérieure à 90% et si la puissance d'écoute à l'entrée du poste d'abonné est réduite au maximum du niveau normal de -1 Npm à celui de -2 Npm.
- L'équivalent entre l'entrée de l'émetteur et la sortie du récepteur doit correspondre aux valeurs minimales citées dans la section 6 précédente.

Le choix du point de travail du modulateur et de la méthode utilisée pour limiter l'excursion de fréquence est étroitement lié à celui du niveau de sortie lorsque l'on utilise un écrêteur. L'excursion de fréquence ne doit pas dépasser

Tabelle III. Modulations-Pegelplan für geregelte Hubbegrenzung

	Übertragungsrichtung	Sprechpegel am Sendereingang	Hörpegel am Empfängerausgang	Hub
Fahrzeugtelefonanlage	Teilnehmer→Amt	-1 Npm	-1 Npm	$\Delta F_{\max}$
	Amt→Teilnehmer	$-1...-2$ Npm $-2...-3,4$ Npm	-2 Npm $-2...-3,4$ Npm	$\Delta F_{\max}$ $\Delta F_{\max} \dots \frac{1}{4} \Delta F_{\max}$
Drahtlose Teilnehmerleitung	Teilnehmer→Amt	-1 Npm	$-1,5$ Npm	$\Delta F_{\max}$
	Amt→Teilnehmer	$-1 \dots -1,6$ Npm $-1,6...-4,4$ Npm	-2 Npm $-2...-4,8$ Npm	$\Delta F_{\max}$ $\Delta F_{\max} \dots \frac{1}{16} \Delta F_{\max}$

Tableau III. Plan des niveaux de modulation lorsque l'excursion de fréquence est limitée par un compresseur

	Direction de la transmission	Niveau vocal à l'entrée de l'émetteur	Niveau d'écoute à la sortie du récepteur	Excursion de fréquence
Radiotéléphone mobile	Abonné→central/	-1 Npm	-1 Npm	$\Delta F_{\max}$
	Central→abonné	$-1...-2$ Npm $-2...-3,4$ Npm	-2 Npm $-2...-3,4$ Npm	$\Delta F_{\max}$ $\Delta F_{\max} \dots \frac{1}{4} \Delta F_{\max}$
Circuit radiotéléphonique d'abonné	Abonné→central	-1 Npm	$-1,5$ Npm	$\Delta F_{\max}$
	Central→abonné	$-1 \dots -1,6$ Npm $-1,6...-4,4$ Npm	-2 Npm $-2...-4,8$ Npm	$\Delta F_{\max}$ $\Delta F_{\max} \dots \frac{1}{16} \Delta F_{\max}$

Tabelle IV. Modulations-Pegelplan für «geklippte» Hubbegrenzung

	Übertragungsrichtung	Sprechpegel am Sendereingang	Hörpegel am Empfängerausgang	Hub
Fahrzeugtelephonanlage	Teilnehmer→Amt	−1 Npm	−1 Npm	$\frac{1}{3} \Delta F_{\max}$
	Amt→Teilnehmer	−1 Npm	−1 Npm	$\frac{1}{3} \Delta F_{\max}$
		−1...−3,4 Npm	−1...−3,4 Npm	$\frac{1}{3} \Delta F_{\max} \dots \frac{1}{35} \Delta F_{\max}$
Drahtlose Teilnehmerleitung	Teilnehmer→Amt	−1 Npm	−1,5 Npm	$\frac{1}{3} \Delta F_{\max}$
	Amt→Teilnehmer	−1 Npm	−1,5 Npm	$\frac{1}{3} \Delta F_{\max}$
		−1...−4,3 Npm	−1,5...−4,8 Npm	$\frac{1}{3} \Delta F_{\max} \dots \frac{1}{80} \Delta F_{\max}$

Tableau IV. Plan des niveaux de modulation lorsque l'excursion de fréquence est limitée par un écrêteur

	Direction de la transmission	Niveau vocal à l'entrée de l'émetteur	Niveau d'écoute à la sortie du récepteur	Excursion de fréquence
Radiotéléphone mobile	Abonné→central	−1 Npm	−1 Npm	$\frac{1}{3} \Delta F_{\max}$
	Central→abonné	−1 Npm	−1 Npm	$\frac{1}{3} \Delta F_{\max}$
		−1...−3,4 Npm	−1...−3,4 Npm	$\frac{1}{3} \Delta F_{\max} \dots \frac{1}{35} \Delta F_{\max}$
Circuit radiotéléphonique d'abonné	Abonné→central	−1 Npm	−1,5 Npm	$\frac{1}{3} \Delta F_{\max}$
	Central→abonné	−1 Npm	−1,5 Npm	$\frac{1}{3} \Delta F_{\max}$
		−1...−4,3 Npm	−1,5...−4,8 Npm	$\frac{1}{3} \Delta F_{\max} \dots \frac{1}{80} \Delta F_{\max}$

kann als erfüllt gelten, wenn die Lautverständlichkeit grösser als 90% bleibt und die mittlere Hörleistung am Eingang der Teilnehmerstation im Maximum von −1 Npm auf −2 Npm reduziert wird.

- c) Die Restdämpfung zwischen Sendereingang und Empfängerausgang soll den Mindestwerten nach Abschnitt 6 entsprechen.

Eng verknüpft mit dem Festlegen der Ausgangspegel ist die Wahl des Modulatorarbeitspunktes und der Hubbegrenzungsmethode. Es ergeben sich unterschiedliche Verhältnisse, ob der Hubbegrenzer als Regler oder «Klipper» arbeitet. Wenn ein «Klipper» verwendet wird, darf der Hub beim grösstmöglichen mittleren Sprechpegel von −1 Npm nur etwa $\frac{1}{3}$ des Maximalhubes betragen. Andernfalls würde die Lautverständlichkeit gemäss Figur 7 unter den geforderten 90%-Wert fallen.

Der zulässige Absolutwert von $\Delta F_{\max}$ ist durch die HF-Bandbreite und die Frequenzstabilität in jedem Falle gegeben. Der Hubbegrenzer muss so eingestellt werden, dass dieser Wert nicht überschritten wird.

Anstelle eines Gesprächs speist man einfachheitshalber ein Referenzsignal mit der Frequenz 1000 Hz und einem Pegel, der äquivalent der mittleren Gesprächsleistung ist, ein. In den handelsüblichen Geräten für 50 kHz Kanalabstand liegen die typischen Einstellwerte bei 10 kHz Hub und jene für 25 kHz Kanalabstand bei 3,3 kHz Hub.

un tiers de l'excursion maximale dans le cas où le niveau de la parole atteint sa valeur moyenne maximale de −1 Npm. Autrement, comme on peut le voir dans la figure 7, la netteté des sons tomberait au-dessous des 90% exigés.

Dans chaque cas, la valeur absolue maximale $\Delta F_{\max}$ de l'excursion de fréquence est déterminée par la bande passante HF et par la stabilité de fréquence. Il faut régler le limiteur d'excursion de fréquence de manière que cette valeur $\Delta F_{\max}$ ne soit jamais dépassée.

Pour simplifier les réglages, on se sert d'un signal de référence à la fréquence de 1000 Hz dont le niveau correspond à la puissance moyenne d'une conversation. Les valeurs typiques adoptées pour le réglage de l'excursion de fréquence des appareils que l'on trouve couramment sur le marché sont alors de 10 kHz environ lorsque les canaux sont distants de 50 kHz et de 3,3 kHz lorsque cet écart est de 25 kHz.

Nous connaissons maintenant l'excursion de fréquence minimale qui se présente lors de liaisons à grande distance dans la direction central→abonné. Il faut que les reculs de bruits minimaux exigés selon le tableau II soient encore respectés dans ces conditions d'excitation les moins favorables sans quoi la netteté n'est plus suffisante. Pour déterminer les grandeurs des éléments du circuit HF, il est plus pratique de référer les reculs de bruit minimaux néces-

Wir kennen jetzt den kleinsten Hub, der bei einem Ferngespräch in der Übertragungsrichtung Amt → Teilnehmer auftreten kann. Bei dieser ungünstigsten Aussteuerung müssen die erforderlichen Mindeststörabstände der Tabelle II noch eingehalten werden, sonst reicht die Verständlichkeit nicht mehr aus. Für die Dimensionierung der HF-Strecke ist es praktischer, wenn man die erforderlichen Mindeststörabstände in bezug auf den Maximalhub $\Delta F_{\max}$ kennt. Man erhält diese Werte aus den Tabellen III und IV, indem man für die zu untersuchenden Betriebsarten das Verhältnis zwischen dem kleinstverwendeten Nutzhub und dem Maximalhub abliest und dazu die erforderlichen Störabstandswerte der Tabelle II addiert. Die ermittelten Werte stehen in der *Tabelle V*.

Im Abschnitt 7.3 wurde vermerkt, dass die Geräuschleistung am Teilnehmerausgang $-6,7$ Npm nicht überschreiten sollte. Zum Teil fordert diese Bedingung grössere Störabstände als zum Erreichen der nötigen Verständlichkeit und Störfreiheit. Die entsprechenden Werte sind in der *Tabelle V* in Klammer eingetragen. In der Regel wird die Übertragungsqualität jedoch nicht beeinflusst, wenn sie an der teilnehmerseitigen Hörerklemme unterschritten werden.

Sämtliche Mindeststörabstände dieser Tabelle wurden nur für die Übertragungsrichtung Amt → Teilnehmer ermittelt, weil hier der Hub von der Verbindungsrestdämpfung abhängig ist. In der umgekehrten Richtung ist dies nicht der Fall, so dass dort immer mit dem Maximalhub gearbeitet werden kann (siehe Tabellen III und IV). Wenn die Übertragungsqualität in der Richtung Amt → Teilnehmer genügt, muss sie also zwangsweise auch in der umgekehrten

saires à l'excursion de fréquence maximale $\Delta F_{\max}$. On les obtient au moyen des tableaux III et IV, où l'on trouve l'excursion de fréquence maximale et l'excursion utile minimale utilisée dans le cas considéré en ajoutant au rapport de ces valeurs les reculs de bruit du tableau II. Les valeurs ainsi obtenues sont présentées dans le *tableau V*.

Il a été dit au paragraphe 7.3 que la puissance du bruit de souffle à la sortie du poste d'abonné ne devait pas dépasser $-6,7$ Npm. Cette condition exige des reculs de bruit qui sont parfois plus grands que ceux qu'il faudrait pour atteindre la netteté et la quiétude nécessaires. Les valeurs correspondantes ont été placées entre parenthèses dans le tableau 5. Ordinairement, la qualité de transmission n'est pas affectée si ces valeurs ne sont pas atteintes aux bornes de l'écouteur du poste d'abonné.

Les reculs de bruits minimaux indiqués dans ce tableau ne concernent que la direction de transmission du central à l'abonné, car l'excursion de fréquence dépend de l'équivalent de la liaison. Ce n'est pas le cas dans la direction opposée où l'on peut ainsi toujours travailler avec l'excursion de fréquence maximale. (Voir les tableaux III et IV.) Si la qualité de la transmission est suffisante dans le sens du central vers l'abonné, elle doit obligatoirement l'être aussi dans le sens contraire. Ou devrait même pouvoir utiliser un écrêteur pour la direction abonné → central lorsqu'on emploie un compresseur entre le central et l'abonné. Comme le montre le tableau V, on peut se contenter d'un recul de bruit bien plus faible lorsqu'on utilise un compresseur au lieu d'un écrêteur comme limiteur d'excursion de fréquence. Le compresseur accroît la portée maximale

Tabelle V. Erforderliche Mindeststörabstände bezogen auf den Maximalhub (Übertragungsrichtung Amt→Teilnehmer)

	Forderung für	Hubbegrenzer mit Regler		Hubbegrenzer mit «Klipper»	
		Geräusch- abstand	Spitzenstör- abstand	Geräusch- abstand	Spitzenstör- abstand
Fahrzeugtelefonanlage	80% Verständlichkeit	22 (41) dB	22 dB	40 (60) dB	40 dB
	Störfreiheitsindex 3...4	30 (41) dB	25 dB	48 (60) dB	43 dB
Drahtlose Teilnehmerleitung	80% Verständlichkeit	34 (41) dB	34 dB	48 (55) dB	48 dB
	Störfreiheitsindex 3...4	42 (41) dB	37 dB	56 (55) dB	51 dB

Tableau V. Reculs de bruits requis référés à l'excursion de fréquence maximale (sens de la transmission du central vers l'abonné)

	Valeur exigée pour	Limiteur d'excursion à compresseur		Limiteur d'excursion à écrêteur	
		Recul des bruits de souffle	Recul des crêtes de bruits impulsifs	Recul du bruit de souffle	Recul des crêtes de bruits impulsifs
Radiotéléphones mobiles	Netteté de 80%	22 (41) dB	22 dB	40 (60) dB	40 dB
	Indice de quiétude 3...4	30 (41) dB	25 dB	48 (60) dB	43 dB
Circuit radiotéléphonique d'abonné	Netteté de 80%	34 (41) dB	34 dB	48 (55) dB	48 dB
	Indice de quiétude 3...4	42 (41) dB	37 dB	56 (55) dB	51 dB

Richtung genügen. Es dürfte in ihr sogar ein «Klipper» als Hubbegrenzer verwendet werden, wenn zwischen Amt und Teilnehmer ein Regler eingesetzt ist. Wie die Tabelle V zeigt, benötigt man bei Verwendung eines Reglers als Hubbegrenzer einen beträchtlich kleineren Störabstand als mit einem «Klipper». Bei gegebenen Sende-Empfangsgeräten wird dadurch die höchst zulässige Reichweite der Anlage vergrößert.

8.2 Hochfrequenzpegel

Nachdem wir die erforderlichen Mindeststörabstände für den Maximalhub gefunden haben, können wir zum letzten Schritt übergehen, um noch die Grenzwerte der HF-Empfangspegel festzulegen. In den Figuren 4 und 5 findet man die kleinsten Klemmenspannungen am Empfängereingang mit denen die Störabstände der Tabelle V erreicht werden können. In den Tabellen VI und VII sind diese HF-Pegel für die zwei am häufigsten verwendeten Empfänger-typen mit einem Regler als Hubbegrenzer zusammengestellt.

Tabelle VI. Erforderliche Antennenklemmenspannungen am Empfängereingang bei Verwendung eines Reglers als Hubbegrenzer für Fahrzeugtelefonanlagen (an 50 Ω)

	Forderung für	ohne Fremdstörungen			mit Autozündstörungen *
		im Stillstand	beim Fahren		
50-kHz-Kanalabstand	80% Verständlichkeit	0,4 μV	1,5 μV	10 μV	
	Störfreiheitsindex 3...4	0,6 μV	5 μV	15 μV	
25-kHz-Kanalabstand	80% Verständlichkeit	0,4 μV	7 μV	25 μV	
	Störfreiheitsindex 3...4	0,9 μV	18 μV	40 μV	

* Wenn für die Beurteilung ein HF-Störpegel zugelassen wird, der in der Praxis von etwa 10% der Fahrzeuge erzeugt und überschritten würde, genügen 10 dB kleinere Nutzpegel als hier angegeben.

Tabelle VII. Erforderliche Antennenklemmenspannungen am Empfängereingang bei Verwendung eines Reglers als Hubbegrenzer für drahtlose Teilnehmerleitungen (an 50 Ω)

	Forderung für	ohne Fremdstörungen		mit Autozündstörungen *
50-kHz-Kanalabstand	80% Verständlichkeit	0,7 μV	40 μV	
	Störfreiheitsindex 3...4	1,2 μV	50 μV	
25-kHz-Kanalabstand	80% Verständlichkeit	1,5 μV	60 μV	
	Störfreiheitsindex 3...4	4 μV	150 μV	

* Siehe Bemerkung unter Tabelle VI.

acceptable d'une installation équipée d'appareils d'émission et de réception d'un modèle donné.

8.2 Niveau haute fréquence

Maintenant que nous avons trouvé les reculs de bruit minimaux relatifs à l'excursion de fréquence maximale, nous pouvons franchir le dernier pas pour déterminer les limites du champ HF nécessaire à la réception.

Les figures 4 et 5 montrent les tensions aux bornes minimales avec lesquelles on puisse obtenir les reculs de bruit indiqués dans le tableau V. Ces niveaux HF sont présentés dans les tableaux VI et VII pour deux types de récepteurs parmi les plus courants équipés d'un compresseur, limiteur d'excursion de fréquence.

Tableau VI. Tension d'antenne nécessaire à l'entrée d'un récepteur de radiotéléphone mobile lorsque l'on utilise un compresseur comme limiteur d'excursion de fréquence

	Valeur exigée pour	Sans perturbations extérieures		Avec des perturbations dues aux véhicules à moteur *
		à l'arrêt	en mouvement	
Séparation de 50 kHz entre canaux	Netteté 80% Indice de quiétude 3...4	0,4 μV	1,5 μV	10 μV
		0,6 μV	5 μV	15 μV
Séparation de 25 kHz entre canaux	Netteté 80% Indice de quiétude 3...4	0,4 μV	7 μV	25 μV
		0,9 μV	18 μV	40 μV

* Si l'on admet pour la détermination un niveau perturbateur HF qui, en pratique, serait atteint et dépassé par 10% des véhicules, des niveaux utiles de 10 dB plus faibles que ceux indiqués ici suffisent.

Tableau VII. Tension d'antenne aux bornes d'entrée d'un récepteur de circuit radiotéléphonique d'abonné lorsque l'on utilise un compresseur comme limiteur d'excursion de fréquence

	Valeur exigée pour	Sans perturbations extérieures		Avec des perturbations dues aux véhicules à moteur *
Séparation de 50 kHz entre canaux	Netteté de 80% Indice de quiétude 3...4	0,7 μV	40 μV	
		1,2 μV	50 μV	
Séparation de 25 kHz entre canaux	Netteté de 80% Indice de quiétude 3...4	1,5 μV	60 μV	
		4 μV	150 μV	

* Voir remarque sous le tableau VI.

Les deux tableaux montrent bien que l'influence des perturbations dues aux véhicules à moteur et le choix de la bande passante du récepteur ont une influence considé-

nable sur la détermination des valeurs à attribuer aux divers éléments d'une installation. Ils font ressortir aussi qu'une bonne quiétude des transmissions implique des niveaux HF relativement élevés. Pour des raisons d'économie, il n'est pas toujours possible de les obtenir et l'on est souvent forcé de projeter les installations en se basant seulement sur le critère de la netteté, qui est moins onéreux. Mais alors il faut veiller dans les applications pratiques à ce que la netteté effective ne soit vraiment jamais inférieure à la valeur prescrite. On peut, par exemple, ajuster dans les récepteurs le dispositif de blocage du souffle à la limite du recul de bruit encore acceptable. Le récepteur possède de ce fait un seuil de fonctionnement bien défini à partir duquel on peut déterminer la valeur médiane du champ utile nécessaire en tenant compte de la répartition locale de ce champ et de ses variations au cours du temps. Ce procédé ayant déjà été décrit dans l'article «Planungsgrundlagen für den einseitigen selektiven Funkruf» du Bulletin technique PTT no 8/1967, p. 451...466, nous n'y reviendrons pas ici.