Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere

Band: 44 (1971)

Heft: 4

Rubrik: Funk und Draht

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: 13.12.2025

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

Die Systemwahl beim einseitigen selektiven Funkruf

Von E. Wey, Bern
Erschienen im Bulletin SEV 61 (1970) 14,
S. 640 ... 644

Die Arbeit vermittelt einen Einblick in die relativ komplexe Problematik der Systemwahl beim einseitigen selektiven Funkruf. Obschon die Überlegungen anhand eines Beispiels für eine drahtlose Personensuchanlage gemacht werden, haben die Aussagen sinngemäss für alle einseitig gerichteten Nachrichtenübertragungen Gültigkeit. Vorausgesetzt wird immer, dass der Informationsfluss relativ klein und eine einfache Codierung möglich ist. Man kommt in diesem Fall mit einem Schmalbandmodulationssystem aus. Am besten eignet sich die Amplitudenmodulation, vorausgesetzt, dass ein Superregenerativ-Empfänger verwendet wird. Um eine möglichst grosse Übertragungssicherheit zu erzielen, werden die Rufnummern vorteilhaft in einen Frequenzcode umgesetzt. Dieser gestattet, mit einem äussersten Minimum an Impulszeichen pro Ruf auszukommen und ist deshalb auch dem digitalen Impulscode überlegen.

1. Einführung

Bei der Planung von selektiven Funkrufanlagen stellt sich immer die schwierige Aufgabe, die geeignete Systemwahl zu treffen. Die folgende Arbeit versucht, einen kurzen Einblick in diese relativ komplexe Problematik zu geben. Zuvor aber soll der Begriff geklärt werden. Wie die Bezeichnung «einseitig selektiver Funkruf» aussagt, hat man sich darunter eine Nachrichtenübertragung in nur einer Richtung vorzustellen. Für die Beantwortung und zum Einholen weiterer Informationen muss ein anderes Übertragungsmittel verwendet werden, z. B. das öffentliche Telephonnetz oder eine Sprechfunkanlage.

Der prinzipielle Aufbau einer einseitigen selektiven Funkrufanlage ist schematisch in Fig. 1 dargestellt. Allen Systemen gemeinsam ist, dass die Rufbefehle an eine Vermittlungsstelle gegeben werden. Dort werden sie codiert, nötigenfalls gespeichert und zeitlich gestaffelt zum Modulieren eines oder mehrerer Funksender weitergeleitet. Das abgestrahlte Signal wird dann von allen Empfängern aufgenommen, demoduliert und den Code-Auswertern zugeführt. Bei Personen-Suchempfängern wird ein einfacher Auswerter verwendet, der nur auf den ihm zugeteilten Code anspricht. Wenn dieser empfangen wird, bewirkt die Auswertung eine Rufanzeige mit Hilfe einer Lampe oder eines Summers.

Der einseitige selektive Funkruf wird vorwiegend zum Übertragen von kurzen Meldungen an eine bestimmte Adresse verwendet. Das häufigste Anwendungsgebiet sind drahtlose Personen-Suchanlagen. Es ist jedoch so, dass sämtliche Überlegungen sinngemäss für alle einseitig gerichteten Nachrichtenübertragungen Gültigkeit haben. Vorausgesetzt wird immer, dass der Informationsfluss relativ klein ist und dass eine einfache Codierung möglich ist. Es wird dabei im besonderen auch an die Übertragung von Fernsteuerbefehlen und Standortmeldungen, also an eine Art beschränkter Datenübertragung gedacht.

2. Rufnummernkapazität und Codierung

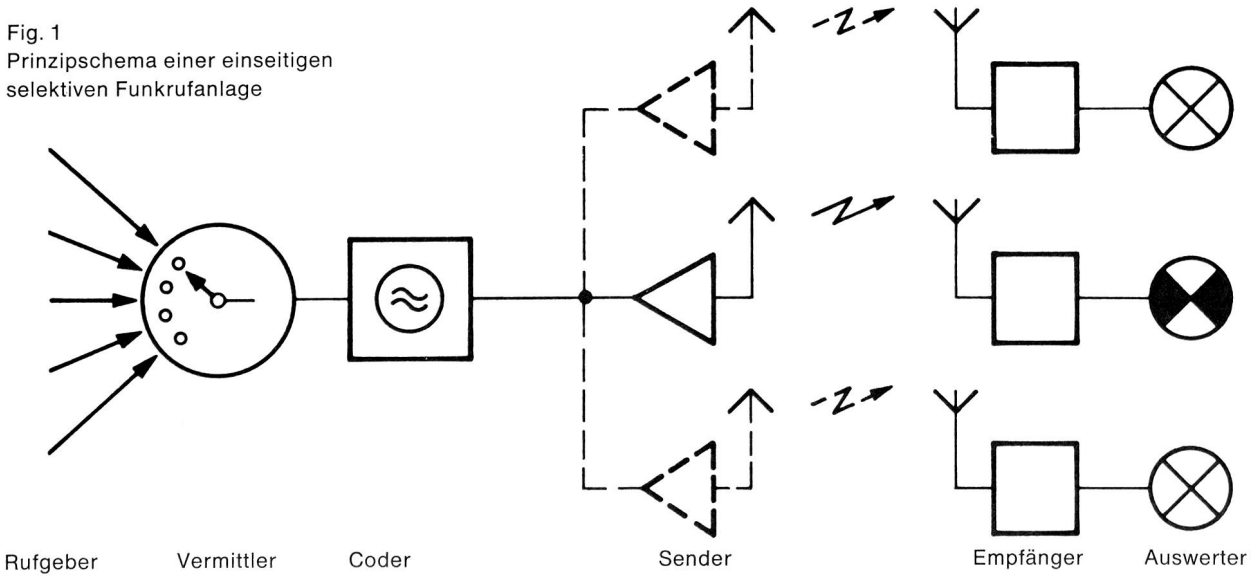
Aus Gründen der Frequenzökonomie ist der Einsatz von Funkpersonensuchanlagen nur für grössere Rufbereiche gerechtfertigt, z. B. für die Versorgung von ausgedehnten Fabrikanlagen, für Ortschaften, Landesteile, Länder oder Kontinente. Die grösste Nachfrage besteht zur Zeit für Anlagen mit einer Anschlusskapazität C_A von etwa 10 000 Rufnummern. Diese können als 10 000 Adressen aufgefasst werden, denen selektiv ein bestimmter Befehl zugeordnet ist. Der Entscheidungsgehalt H einer Anlage lässt sich deshalb wie folgt ausdrücken:

$$H = \mathrm{ld}\, C_A$$

(10 000 Rufnummern ergeben für H = 13,3 bit pro Rufnummer.)

Für die HF-Übertragung wird jede Rufnummer codiert. Es können dazu zwei grundverschiedene Methoden verwendet werden, die Impulscodierung oder die Frequenzcodierung. Man spricht von Impulscodierung, wenn für die Rufnummerunterscheidung die Anzahl, die Länge, die Lage oder die Amplitude der Impulse dient. Bei Wechselstromimpulsen können auch die verschiedenen Frequenzen und deren ge-

Fig. 1
Prinzipschema einer einseitigen selektiven Funkrufanlage



genseitige Anordnungen als Unterscheidungsmerkmale verwendet werden. In diesem Fall spricht man von Frequenzcodierung. Es ist zu untersuchen, welche der beiden Methoden vorteilhafter ist. Bei diesem Vergleich darf vorausgesetzt werden, dass die Rufzeichen einer Methode immer aus einer gleichen Zahl Impulszeichen von einheitlicher Länge und Amplitude gebildet werden. Die Rufnummern können deshalb nur auf Grund der Impulszeichen und deren Anordnung unterschieden werden. Bei der Impulscodierung werden einfachheitshalber meistens zwei Zeichen verwendet, das Vorhandensein und das Nichtvorhandensein eines Impulses. Man spricht in diesem Fall von einem Digitalcode. Die Informationstheorie lehrt, dass zur Übertragung eines Zeichens mit dem Entscheidungsgehalt von H/bit je Zeichen mindestens H Digits (Ja–Nein-Entscheide) erforderlich sind.

Bei der digitalen Impulscodierung werden deshalb je Rufzeichen gleichviel Impulszeichen n_i benötigt wie der Entscheidungsgehalt angibt, d. h.

$$n_i = H$$

(Für eine Anschlusskapazität von 10 000 Rufnummern sind deshalb pro Rufzeichen mindestens 14 Impulse zur Kennzeichnung erforderlich.)

Bei der Frequenzcodierung stehen N Zeichen, entsprechend der verfügbaren Codefrequenzen, als Impulszeichen-Merkmal zur Verfügung. Normalerweise werden zur Bildung eines Rufzeichens nur einzelne Frequenzen aus dem Frequenzvorrat verwendet. Sie können entweder alle gleichzeitig, als sog. Simultangruppe, übertragen werden oder als Sequentgruppe zeitlich aneinandergereiht. Schliesslich lassen sich die beiden Übertragungsarten kombinieren, indem mehrere Simultangruppen nacheinander gesendet werden. Das Sequentverfahren gestattet mit maximalem Modulationsgrad zu arbeiten und ist deshalb vorteilhafter in Bezug auf die Störbeeinflussung. Auch lassen sich bei gleichem Frequenzvorrat mit ihm mehr Kombinationen bilden als mit den beiden anderen Verfahren. An dieser Stelle soll deshalb nur die sequente Frequenzcodierung betrachtet werden. Unter der Voraussetzung, dass in einem Rufzeichen nie zwei gleiche Frequenzen unmittelbar aufeinander folgen, benötigt man zu seiner Übertragung mindestens die folgende Anzahl Impulszeichen:

$$n_f = \frac{H - \mathrm{ld}\,N}{\mathrm{ld}\,(N-1)} + 1 \approx \frac{H}{\mathrm{ld}\,N}$$

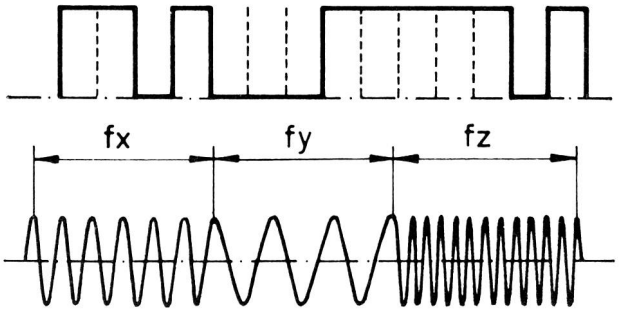


Fig. 2 Rufzeichen-Beispiel
a binärer Impulscode aus 14 Zeichen
b Frequenzcode aus 3 Frequenzzeichen f_x, f_y, f_z Codefrequenzen

(Bei einer Anschlusskapazität von 10 000 Rufnummern und einem Codefrequenzvorrat von beispielsweise 22 Frequenzen benötigt man 3 Impulszeichen.)

Je ein Rufzeichen der beiden Codierungsarten ist in der Fig. 2 dargestellt.

3. Rufsicherheit und Codierung

Da beim einseitigen selektiven Funkruf in der Regel keine unmittelbare Quittung für den empfangenen Ruf abgegeben werden kann, ist es wichtig, dass die Rufsicherheit überall im Rufbereich möglichst gross ist, z. B. $\geqq$ 99 %. Es kann angenommen werden, dass jedes Impulszeichen seinen Bestimmungsort mit einer gleichen Wahrscheinlichkeit S_I erreicht. Wenn daher ein Rufzeichen aus n Impulszeichen gebildet ist, beträgt die Rufsicherheit nach der Wahrscheinlichkeitstheorie:

$$S_R = S_I^n$$

d. h. dass bei einer n-gliedrigen Zeichenfolge die Rufsicherheit mit der n-ten Potenz abnimmt. Die Rufzeichen sind deshalb grundsätzlich aus möglichst wenig Impulszeichen zu bilden. Es ist allerdings möglich, durch wiederholtes Aussenden eines Zeichens die Rufsicherheit wiederum zu erhöhen. Bei w-maligem Senden beträgt dann die Rufsicherheit:

$$S_R^* = 1 - (1 - S_I^n)^w$$

Offensichtlich muss in diesem Fall die Impulszeichenlänge gekürzt werden, damit die Ruflänge erhalten bleibt. Mit kürzeren Impulsen ist aber eine geringere Rufsicherheit zu erwarten. Einmal besteht die Möglichkeit, dass der Impuls durch ein längeres externes Störsignal verdeckt wird. Eine zweite Möglichkeit, und zugleich die häufigste Ursache für Rufausfälle, bilden die Feldstärkeeinbrüche, wie sie in bewegten Fahrzeugen auftreten. Die Rufausfälle finden dabei immer statt, wenn der Impuls kürzer ist als die Zeitspanne, die zum Durchlaufen eines solchen Einbruches benötigt wird. Für eine bestimmte Fahrgeschwindigkeit v und eine gegebene HF-Wellenlänge λ gibt es gewissermassen eine optimale Impulslänge, bei der die Feldstärkefeinstruktur keinen Einfluss mehr auf die Rufsicherheit hat.

$$\Delta T_{I\,opt.} \approx \frac{\lambda}{2v}$$

Dies ist der Fall, wenn die Zeichenlänge gleich gross ist wie die Fortbewegungszeit über ein $\lambda/2$-langes Wegstück. Es ist nämlich so, dass der Feldverlauf längs eines kurzen Wegstückes näherungsweise einer gleichgerichteten cos-Funktion entspricht mit der Periodizität $\lambda/2$. Dieses Verhalten des Feldes ist vor allem den Bodenreflexionen zuzuschreiben und wird mit der Fig. 3 erläutert.

Eine Vergrösserung der Impulsdauer über diesen optimalen Wert hinaus verbessert die Rufsicherheit erst weiter, wenn sie ausreicht, um auch den Einfluss der Grobstruktur der Feldstärkeschwankungen zu reduzieren. Dazu sind aber derart lange Impulse nötig, dass sie die Anschlusskapazität meist unzulässig einschränken und darum praktisch nicht in Frage kommen. Der Abstand zwischen den Grobstrukturmaxima und -minima entspricht den Abmessungen der Hügel und Berge, die sie durch ihren dämpfenden Einfluss erzeugen.

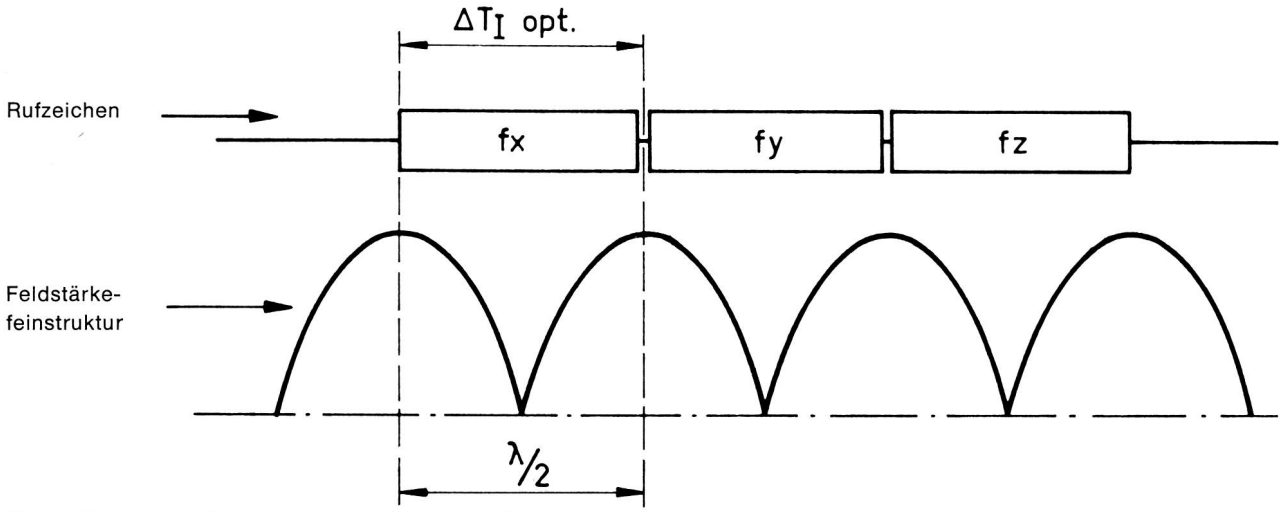


Fig. 3 Feldstärkefeinstruktur und optimale Impuls-Zeichenlänge
$\Delta T_{I\,opt.}$ optimale Impulslänge; f_x, f_y, f_z Codefrequenzen; λ HF-Wellenlänge

Was die Elimination des Feldstärkefeinstruktureinflusses durch die richtige Wahl der Zeichenlänge bedeutet, erkennt man am besten anhand der statistischen Feldstärkeverteilung. Wenn man ein etwa 1 km langes Strassenstück ausmisst, findet man immer, dass die Feldstärke F im log. Massstab normal um den Mittelwert $\bar{F}$ verteilt ist. Die Beziehung für die Wahrscheinlichkeit, dass die Feldstärke F die Empfängeransprechschwelle $\check{F}$ überschreitet ist daher:

$$P(F) \approx 1 - \frac{\sqrt{\sigma_G^2 + \sigma_F^2}}{\sqrt{2\pi}\,(\bar{F} - \check{F})}\, e^{-\frac{1}{2}\frac{(\bar{F}-\check{F})^2}{\sigma_G^2+\sigma_F^2}} \qquad S_I =$$

(Näherung für grosse Überschreitungswahrscheinlichkeit bzw. grosse Impulsübertragungssicherheit, wenn $\bar{F} \gg \check{F}$.)

Die Feinstrukturstreuung σ_F und die Grobstrukturstreuung σ_G sind praktisch immer etwa gleich gross, nämlich 4...5 dB. Durch Elimination der Feinstruktur wird die wirksame Streuung im obigen Ausdruck um einen Faktor $\sqrt{2}$ reduziert. Dadurch wird die Überschreitungswahrscheinlichkeit, die numerisch der Übertragungssicherheit der Impulszeichen entspricht, erwartungsgemäss auch verkleinert, z. B. von 99,9 auf 99,0 %. Die Reduktion muss durch weitere Rufrepetitionen kompensiert werden. (Bei Verwendung der optimalen Zeichenlänge kann S_I zusätzlich erhöht werden, wenn die Ansprechzeit des Impulsauswerters kürzer ist als $\Delta_{I\,opt.}$ Es erfolgt dann quasi eine Hüllkurvenauswertung. Diese wirkt sich so aus, als wäre der Feldstärkemittelwert bis zu 6 dB grösser als er tatsächlich ist.)

Die wichtigsten Fakten, die einen Einfluss auf die Rufsicherheit haben, sind nun bekannt. Die Impulscodierung kann jetzt mit der Frequenzcodierung verglichen werden. Bei der Frequenzcodierung werden wenige Impulszeichen verwendet, deren Länge in Bezug auf die Feldstärkefeinstruktur und die Fortbewegungsgeschwindigkeit optimal gewählt sind. Die Ruflänge ist dann:

$$\Delta T_R = n\,\Delta T_{I\,opt.}$$

Sie soll als Bezugsruflänge gewählt werden. Wenn die zur Verfügung stehende Rufzeit grösser wäre, könnte zwar durch eine Rufwiederholung eine grössere Rufsicherheit erzielt werden. Dies wäre dann aber auch für die Impulscodierung der Fall, so dass relativ zueinander das Resultat unverändert bleibt.

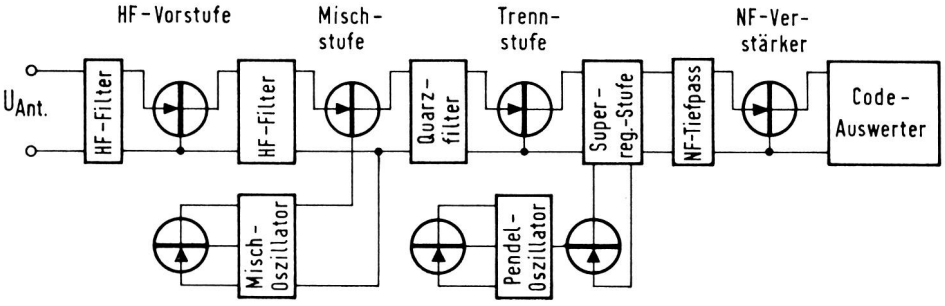
Für die binäre Impulscodierung wurde folgendes festgestellt: Die erforderliche Zeichenzahl ist verhältnismässig gross, so dass zur Erzielung einer gleichen Ruflänge eine kleinere Zeichenlänge gewählt werden muss. Dadurch bekommt die Feldstärkefeinstruktur einen Einfluss auf die Rufsicherheit. Um trotzdem die gleiche Rufsicherheit zu erzielen, muss der Ruf mehrmals wiederholt werden, was natürlich erneut zu einer Verkürzung der Zeichenlänge führt. Ferner ist daran zu denken, dass jede Verstümmelung eines Impulszeichens auf seinem Übertragungsweg bei der Impulscodierung einen Falschruf (fälschlicher Ruf eines Abonnenten) bedeutet.

Bei der Frequenzcodierung kann im schlimmsten Fall, wenn ein oder mehrere Frequenzzeichen ausfallen, ein Rufausfall entstehen, nie aber ein Falschruf. Falschrufe sind beim einseitigen selektiven Funkruf weit schlimmer als Rufausfälle; sie müssen möglichst ausgeschlossen werden. Damit diese Forderung auch bei der Impulscodierung erfüllt ist, darf bei ihr die Rufanzeige erst erfolgen, wenn der Rufcode während der Rufzeit zweimal empfangen wird. Damit die Rufausfallrate in der gleichen Grösse gehalten wird, muss die Rufzeichenserie dann noch einmal verdoppelt werden. Beide Methoden ergeben die gleiche Rufsicherheit, wenn der Impulscode 2w-mal übertragen wird.

$$2\,w = 2\,\frac{\log\left(1 - S_{If}^{\frac{n_f}{2}}\right)}{\log\left(1 - S_{Ii}^{n_i}\right)}$$

Über die praktischen Grössenverhältnisse gibt wiederum das Beispiel Auskunft:

Mit einem Frequenzcode von 3 Impulszeichen pro Ruf sei die Rufsicherheit 99 % (ohne Berücksichtigung einer eventuellen Hüllkurvenauswertung). Die gleiche Rufsicherheit lässt sich mit der Impulscodierung erzielen, wenn für die Ausscheidung der 10 000 Rufnummern 14 Zeichen verwendet werden, die man 10mal wiederholt. Von diesen 10 Übertragungen werden dann zwei mit 99 %iger Sicherheit empfangen. Bei gleichen Ruflängen muss die Zeichenlänge für die Impulscodierung also etwa 50mal kleiner gewählt wer-



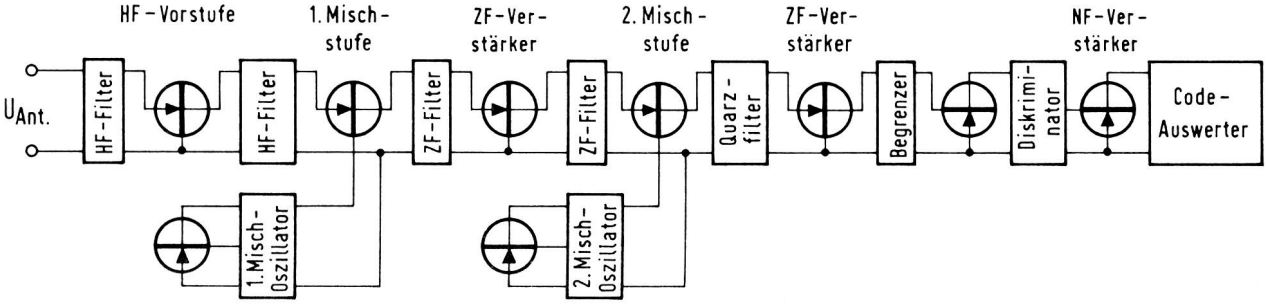


Fig. 4 Prinzipschema der Rufempfänger für kleinen Kanalabstand
a AM-Superregenerativ-Empfänger; *b* FM-Empfänger

den. Wenn die Reflexionsstellen durch den Verkehr mit einer Geschwindigkeit von ca. 20 km/h hin und her bewegt werden, wäre bei einer Wellenlänge von 2 m, die optimale Zeichenlänge für die Frequenzcodierung 100 ms, was für die Impulscodierung zu einer Zeichenlänge von 2 ms führt.

4. Frequenzbandökonomie und Modulationssystem

Bei Systemvergleichen stellt die benötigte Übertragungsbandbreite ein wichtiges Kriterium dar. Das absolute Minimum kann mit Hilfe der Informationstheorie aus dem Verkehrswert y und dem Informationsfluss J pro Rufzeichen bestimmt werden. Sie beträgt:

$$\Delta f_{\min.} = y\,J$$

$$\text{worin} \quad y = \frac{C_A\,d}{3600}\,\Delta T_R \quad \text{und} \quad J = \frac{H}{\Delta T_R}$$

$C_A d$ gibt die Anzahl Belegungen je Hauptverkehrsstunde an. Zahlreiche Messungen an verschiedenen Anlagen im In- und Ausland haben für d übereinstimmend den typischen Wert von 0,1 ergeben.

Bei einer Anschlusskapazität von 10 000 Rufnummern ergibt die Auswertung eine minimal erforderliche Bandbreite von nur 3,7 Hz. Praktisch wird man jedoch immer eine grössere Bandbreite benötigen. Die Einschwingzeit der Code-Filter darf z. B. nicht grösser sein als die Länge der Impulszeichen, sonst werden diese nicht mehr übertragen. Die Bedingung ist erfüllt, wenn:

$$\Delta f_c \geqq \frac{1}{\Delta T_I} = \frac{2\,n\,w}{\Delta T_R}$$

Im Beispiel erhält man für die Impulscodierung $\Delta f_{ci} \approx 500$ Hz und für die Frequenzcodierung $\Delta f_{cf} \approx 10$ Hz.

Die Codefilterbreite ist ein wichtiges Mass für die Beurteilung der Störbeeinflussbarkeit. Die Rauschstörspannung wächst proportional $\sqrt{\Delta f_c}$, die Impulsstörspannung gar proportional Δf_c. Die Frequenzcodierung ist also in diesem massgebenden Punkt der Impulscodierung überlegen. Für den einseitigen selektiven Funkruf wird deshalb mit Vorteil eine Frequenzcodierung und nicht eine digitale Impulscodierung gewählt.

Die erforderliche HF-Bandbreite ist immer grösser als die Summe der Codefilterbandbreiten. Man kann ja keine Filter mit unendlicher Flankensteilheit bauen, ferner muss der Instabilität der verwendeten Oszillatoren und Filter Rechnung getragen werden; Probleme, die sich auch allen anderen Nachrichtenübertragungssystemen stellen. Die benötigte Bandbreite bleibt trotzdem immer so klein, dass für den einseitigen selektiven Ruf stets eine Schmalbandmodulation möglich ist. Breitbandmodulationssysteme brauchen deshalb nicht näher untersucht zu werden. Sie sind frequenzökonomisch nicht gerechtfertigt.

5. Vergleiche zwischen Amplituden- und Frequenzmodulation

Von den möglichen Schmalbandmodulationsarten sind für die praktische Verwendung nur zwei von Bedeutung: die Frequenzmodulation und die Amplitudenmodulation. Aus wirtschaftlichen Überlegungen muss nämlich eine einseitige selektive Funkrufanlage einfach und billig sein. Weil der zu übertragende Informationsgehalt nur klein ist, will der Teilnehmer auch nur einen angemessenen Betrag auslegen. Anderseits muss aber die Informationsübertragung sehr zuverlässig funktionieren, da, wie bereits erwähnt, die Meldungen in der Regel nicht unmittelbar quittiert werden. Eingehende Untersuchungen zeigen, dass zur Durchführung eines

objektiven Modulationsvergleiches schlussendlich vier Empfänger-Parameter massgebend sind:

a) Die erforderliche HF-Bandbreite (Selektivität und Stabilität);

b) Die Empfindlichkeit auf Laufzeitdifferenzen bei Mehrwege-Empfang;

c) Die Ansprechempfindlichkeit (unter Berücksichtigung der Beeinflussung durch Rausch-, Impuls- und Selektivstörer innerhalb und ausserhalb des Empfangskanals);

d) Die Übersteuerungsgrenze (Falschrufe und Rufunterdrückung durch grosse Störsignale).

Besonders hervorzuheben ist die Tatsache, dass ein Selektivrufempfänger auf Verzerrungen relativ unkritisch ist. Er muss ja nur entscheiden, ob das demodulierte und selektiv ausgefilterte Nutzsignal die Ansprechschwelle der Rufanzeigeverriegelung überschreitet oder nicht. Aus diesem Grunde ist es zulässig, ja sogar vorteilhaft, wenn für die Amplitudenmodulation ein Superregenerativ-Empfänger verwendet wird. Der Superregenerativ-Empfänger benötigt nur einen geringen Materialaufwand, ist sparsam im Stromverbrauch und demzufolge billig in der Anschaffung und im Unterhalt. Er weist ferner eine grosse Empfindlichkeit und eine grosse Störfestigkeit auf. Es ist deshalb möglich, bereits bei kleinen Feldstärken eine Information sicher zu übertragen. Dies bedeutet aber, dass die Sendeanlagekosten auf ein Minimum reduziert werden können. Die gefürchtete Antennenstörstrahlung ist leicht zu vermeiden, wenn der Pendeloszillator in die ZF-Stufe eingebaut wird. Die AM-Vergleichswerte werden deshalb alle auf das Superregenerativ-Prinzip bezogen.
Übersichtshalber werden für den Vergleich die idealisierten Rufempfängerschemata aufgestellt (Fig. 4). Man stellt dabei fest:
Der HF-Verstärker, die Mischstufe und der Mischoszillator sind für die AM- und FM-Empfänger identisch. Identisch sind auch die Rufauswerter; sie enthalten im wesentlichen einen Tiefpass, einen Amplitudenbegrenzer, die steuerbaren Codefilter und den Rufanzeigeschalter.
Durch die Verwendung eines Superregenerativ-Demodulators erspart man sich im AM-Empfänger den ZF-Verstärker inkl. Begrenzer und Diskriminator, sowie die eventuelle zweite Mischstufe. Es ist offensichtlich, dass das AM-Gerät dadurch mit wesentlich weniger Material auskommt als das FM-Gerät, was sich vorteilhaft auswirkt auf den Gerätepreis, das Gerätevolumen und die Speiseleistungsaufnahme.
Diese günstige Bilanz wird etwas verschlechtert, wenn man im AM-Gerät einen einfachen Regler zur besseren Konstanthaltung des NF-Ausgangspegels vorsieht. In den meisten Fällen genügt jedoch der natürliche Regelbereich der logarithmisch arbeitenden Superregenerativstufe.
In Bezug auf die vier erwähnten Vergleichsparameter haben theoretische und praktische Untersuchungen folgende Ergebnisse gezeitigt:

5.1 Benötigte Bandbreite

Für die mobilen Funkdienste wird heute auf Grund internationaler Vereinbarungen beispielsweise ein Kanalabstand von 25 kHz gefordert. Damit ist die zur Verfügung stehende Übertragungsbandbreite aus technologischen Gründen weitgehend auf etwa 17 kHz fixiert. Selbstverständlich können bei besonderem Bedarf auch andere Bandbreiten und Kanalabstände gewählt werden. In jedem Fall muss dafür gesorgt werden, dass die Modulationsspektren unter den gegebenen Betriebsbedingungen innerhalb des Kanals bleiben. Im besonderen ist daran zu denken, dass oft grosse Rufbereiche mit mehreren Sendern im Gleichkanalbetrieb mit Trägerfrequenzversatz arbeiten. Es kann dies speziell bei FM zu Schwierigkeiten führen, weil das Spektrum bei dieser Modulationsart an und für sich breiter ist als bei AM.

5.2 Empfindlichkeit bei Laufzeitdifferenzen bei Mehrwegeempfang

Mehrwegeempfang mit kritischen Laufzeitdifferenzen tritt auf, wenn in einem grossen Rufbereich mehrere Sender von unterschiedlichem Standort aus im Gleichkanalbetrieb arbeiten. Bei gegebener Modulationsfrequenz bestimmt die Empfängerempfindlichkeit auf Laufzeitdifferenzen dann weitgehend die Sendernetzplanung. FM-Empfänger sind in dieser Hinsicht etwa 1,5mal kritischer als AM-Empfänger. Entsprechend dürfen die AM-Sender bei Gleichkanalbetrieb etwa 1,5mal weiter voneinander distanziert werden. Ein gegebener Rufbereich kann dann unter Umständen mit einer bedeutend geringeren Senderzahl versorgt werden.

5.3 Ansprechgrenze und Übersteuerungsgrenze

Es ergeben sich etwa gleiche Werte für beide Modulationsarten. Es ist allerdings zu bemerken, dass sich mit FM-Geräten für 25 kHz Kanalabstand Falschrufe durch Autozündstörungen nicht mehr ganz vermeiden lassen, während die AM-Empfänger noch störfrei arbeiten.
Diese Erörterungen führen zum Schluss, dass sich für den einseitigen selektiven Funkruf, insofern er nicht mit andern Dienstarten gekoppelt ist, am besten die Amplitudenmodulation eignet. Es wird dabei ein Superregenerativ-Empfänger vorausgesetzt. Für die nähere Begründung dieser Angaben sei auf das Literaturverzeichnis verwiesen.

Literatur

D. Michell and K. G. Van Wynen: 150 Mc personal radio signaling system. Trans. IRE Vehicular Communications 10(1961)2, p. 57...70.
L. P. Rice: Radio transmission into buildings at 35 and 150 Mc. Bell Syst. techn. J. 38(1959)1, p. 197...210.
G. Strunz: Selektivrufverfahren für bewegliche Landfunkdienste. Fernmelde-Ingenieur 19(1965)10.
G. M. Uitermark: En nieuwe dienstverlening van PTT: De Simofoon. Ingenieur 13(1961)52, p. E 105...E 115.
Y. Tatsuzawa: Experiments on pulse code selective calling radio system. Electronics and Communications in Japan 50(1967)10, p. 183...190.
E. Wey: Planungsgrundlagen für den einseitigen selektiven Funkruf. Techn. Mitt. PTT 45(1967)2 und 8, S. 50...63 und S. 451...466.