

**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:** 50 (1972)

**Heft:** 4

**Artikel:** Ein öffentliches Personenfunkrufnetz = Un réseau public d'appel de personnes par radio

**Autor:** Maag, Hansruedi

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-874652>

### **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:** 16.03.2025

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

# Ein öffentliches Personenfunkrufnetz Un réseau public d'appel de personnes par radio

Hansruedi MAAG, Bern

621.396.63:654.938  
621.396.9:654.938

*Zusammenfassung. Die vorliegende Arbeit orientiert über den Aufbau und die technische Planung eines Personenfunkrufsystems auf nationaler Ebene mit Anschluss an das öffentliche Telephonnetz. Nach einer Einführung in die Arbeitsweise wird über die einzelnen Netzabschnitte, wie Rufzentrale, Sender und Empfänger, berichtet. Es werden dazu Angaben über die erste Versuchsanlage in Bern gegeben.*

*Résumé. Le présent article traite de la construction et de la planification technique d'un système d'appel radioélectrique de personnes sur le plan national et de son raccordement au réseau téléphonique public. Après en avoir expliqué le fonctionnement, l'auteur décrit les différents éléments du réseau, tels que central d'appel, émetteurs et récepteurs. Il donne, en outre, des renseignements sur la première installation d'essai à Berne.*

## Una rete radioelettrica pubblica, per la ricerca di persone

*Riassunto. Il presente articolo illustra l'assetto e la pianificazione tecnica d'un sistema radioelettrico per la ricerca di persone su scala nazionale, raccordato alla rete telefonica pubblica. Dopo un'introduzione che spiega il sistema di funzionamento, si illustrano anche i singoli settori della rete, come centrali di chiamata, trasmettitori e ricevitori. Inoltre, si forniscono le prime indicazioni sull'impianto sperimentale di Berna.*

### 1. Einführung

Als Ergänzung zu Autoruf und Autotelephon planen die schweizerischen PTT-Betriebe die Einführung eines drahtlosen Personenrufsystems auf nationaler Ebene. Es handelt sich dabei um einen einseitig selektiven Funkrufdienst in Verbindung mit dem öffentlichen Telephonnetz. Aufbau und Funktionsweise ähneln dem Autoruf (Fig. 1). Die Rufbefehle werden über ein Fernknotenamt in eine besondere Rufzentrale geleitet, wo sie gespeichert, umcodiert und als Modulationssignal den Sendern der verschiedenen Rufbereiche zugeführt werden. Diese umfassen im allgemeinen einzelne, nicht zusammenhängende Dörfer und Städte. Die Teilnehmer, die sich in einem dieser Bereiche aufhalten, können die Rufsignale selektiv mit einem Taschenempfänger im Freien und in Gebäuden aufnehmen. Die Gesuchten werden durch einen kurzen Pfeifton aufmerksam gemacht und aufgefordert,

### 1. Introduction

Les PTT projettent d'établir un réseau d'appel de personnes à l'échelle nationale comme complément à l'appel auto déjà en service. Il s'agit d'un appel sélectif par radio, unidirectionnel, en liaison avec le réseau téléphonique public. La structure de principe et le mode de fonctionnement ressemblent à ceux de l'appel auto (voir fig. 1). Les ordres d'appel passent par l'intermédiaire d'un central nodal interurbain à un central d'appel spécial. Ils y sont enregistrés, transcodés et transmis aux émetteurs des divers secteurs d'appel en tant que signal de modulation. Les secteurs d'appel englobent en général plusieurs villes et villages non contigus. Les abonnés qui se trouvent dans l'un de ces secteurs peuvent recevoir les signaux d'appel d'une manière sélective au moyen d'un récepteur de poche, à l'intérieur comme à l'extérieur des bâtiments. Les personnes appelées

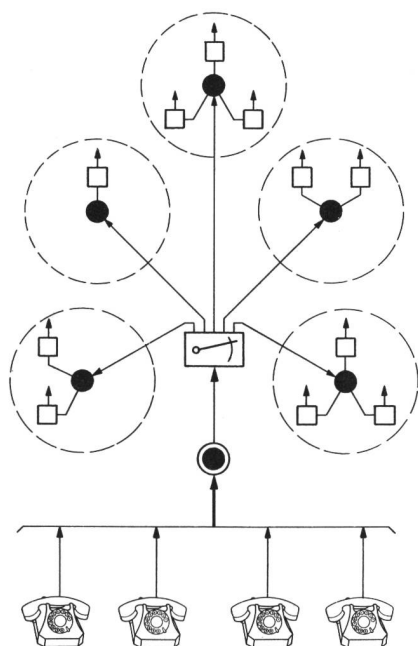
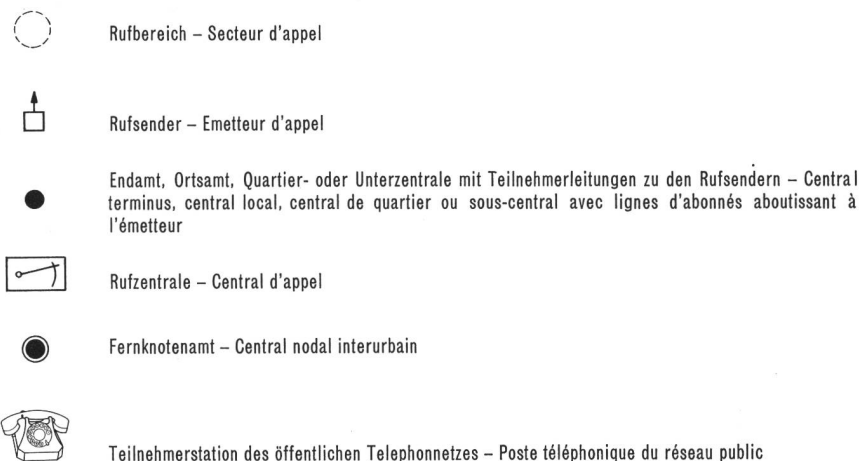


Fig. 1

Prinzipieller Aufbau eines Personenfunkrufnetzes mit 5 Rufbereichen – Structure de principe d'un réseau d'appel de personnes comportant 5 secteurs d'appel



sich mit einer vorher vereinbarten Stelle in Verbindung zu setzen. In späterer Zukunft wäre es grundsätzlich möglich, diese einschränkende Vorvereinbarung fallen zu lassen, indem die Telephonnummer des Rufenden in der Zentrale gespeichert würde. Der Gesuchte könnte dann diese mit Hilfe einer ihm zugeteilten «Antwortnummer» von jeder beliebigen Telephonstation aus im Rückruf auslösen.

Im folgenden wird die erste dieser Anlagen beschrieben, die zum Sammeln von Erfahrungen ihren Versuchsbetrieb 1972 in Bern aufnimmt. Anschliessend sind die wichtigsten Planungsunterlagen zusammengestellt.

## 2. Personenrufanlage Bern

### 2.1 Arbeitsweise

Soll ein bestimmter Abonnent des Personenrufes gesucht werden, ist von einer beliebigen Teilnehmerstation des öffentlichen Telephonnetzes aus die Fernkennziffer und eine sechsstellige Rufnummer zu wählen, beispielsweise 031 24 13 20. Mit der Fernkennzahl 031 wird das Fernknotenamt Bern aus der ganzen Schweiz erreicht. Innerhalb der Netzgruppe 031 (Bern) muss diese Nummer natürlich nicht gewählt werden. Die Ziffer 24 verbindet den wählenden Teilnehmer mit der Personenruf-Sammelzentrale. Die folgenden vier Ziffern kennzeichnen den gesuchten Abonnenten. In der Zentrale ist ihm ein bestimmter Impulscode aus drei Tonfrequenzen zugeordnet (Fig. 2). Dieser Code wird über Leitungen den Sendern zur Modulation zugeführt. Alle Personen, die mit einem Rufempfänger ausgerüstet sind, neh-

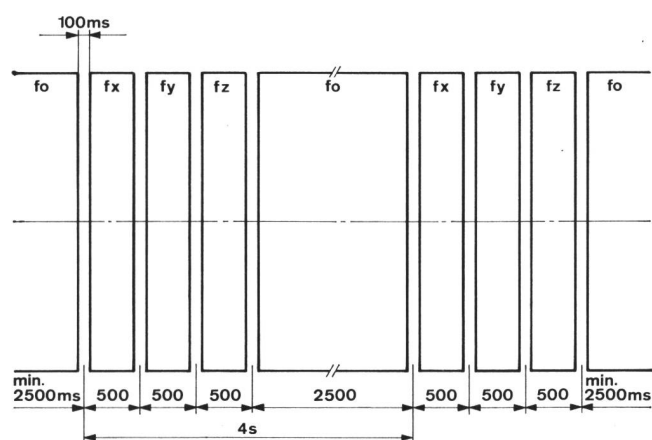


Fig. 2  
Rufcode – Code d'appel

fx, fy, fz: 3 Codefrequenzen – 3 fréquences de code  
fo: Freitonfrequenz während den Pausen – Tonalité libre émise pendant les intervalles

sont averties par un bref sifflement d'avoir à prendre contact par téléphone avec le correspondant convenu. Il serait possible en principe de renoncer à une entente préalable et d'enregistrer dans le central le numéro de l'abonné appelant – mais cela ne se fera que plus tard. La personne appelée pourrait alors, en composant un «numéro de réponse» qui lui serait attribué, déclencher un rappel à partir de n'importe quel poste téléphonique.

Dans ce qui suit on décrit la première installation qui a été réalisée à Berne, à titre expérimental. Un résumé des principaux éléments de planification complète cet exposé.

## 2. Installation d'appel de personnes de Berne

### 2.1 Mode de fonctionnement

Pour atteindre une personne déterminée qui se trouve dans le rayon d'appel de la ville, à partir d'un poste téléphonique du réseau public, il suffit de composer un numéro à six chiffres, par exemple 24 13 20, précédé au besoin de l'indicatif interurbain du réseau téléphonique de Berne 031, si l'appel a lieu depuis un autre réseau. Le chiffre 24 connecte l'abonné appelant au central d'appel, les 4 chiffres suivants caractérisant l'abonné du service d'appel par radio. Ceux-ci sont transformés en un code composé d'impulsions à trois fréquences acoustiques (voir fig. 2), destinées à moduler les émetteurs; elles leur sont transmises par des lignes téléphoniques. Tous les récepteurs enclenchés reçoivent le signal mais seul celui de la personne appelée émet un sifflement pendant environ 5 secondes, la sélection individuelle étant opérée par des circuits qui ne répondent qu'à une combinaison donnée de fréquences. L'abonné averti n'a plus qu'à rappeler le correspondant convenu.

### 2.2 Central d'appel et capacité de raccordement

Tous les appels débutant par le chiffre 24 aboutissent au central de Berne, où les quatre derniers chiffres sont emmagasinés dans des registres. 5 registres sont disponibles; ils suffisent pour qu'aux heures de pointe il n'y ait pas plus d'environ 1% des appelants à trouver le central occupé. Un dispositif de transcodage fait correspondre à chaque groupe de 4 chiffres trois fréquences acoustiques différentes, qui se succèdent dans un ordre donné. Les 17 fréquences à disposition sont 313, 340, 369, 400, 434, 471, 511, 554, 601, 652, 708, 768, 833, 904, 981, 1065 et 1155 Hz. Le nombre des permutations ou variations possibles sans répétition de fréquence est donné par l'expression

$$V = \frac{17!}{(17-3)!} = 4080 \text{ permutations}$$

La liste des fréquences a été établie de manière que leurs harmoniques de rangs deux et trois tombent dans les intervalles entre deux fréquences fondamentales, afin de faciliter le filtrage à la réception.

men das Rufsignal auf. Da jeder Empfänger durch seinen zugeteilten Code verschlüsselt ist, spricht nur der Empfänger der gewünschten Person an und signalisiert den Ruf durch einen Pfeifton von etwa 5 s Dauer. Der Gerufene meldet sich nun von der nächsten Sprechstelle aus bei der vorher vereinbarten Nummer, um Mitteilungen entgegenzunehmen.

## 2.2 Rufzentrale und Anschlusskapazität

Sämtliche Rufbefehle mit der Ziffer 24 werden in der Zentrale Bern gesammelt. Die vierziffrige Rufnummer wird hier von einem Speicher aufgenommen. Um zu erreichen, dass während der Hauptverkehrsstunden nicht mehr als etwa 1% der Wähler «besetzt» erhalten, sind fünf Speicher vorhanden. Diese ordnen den vier Ziffern drei Tonfrequenzen in bestimmter Reihenfolge zu. Der Rufcode besteht dann immer aus drei unterschiedlichen, aneinandergereihten Frequenzen. Insgesamt stehen 17 Codefrequenzen zur Verfügung: 313, 340, 369, 400, 434, 471, 511, 554, 601, 652, 708, 768, 833, 904, 981, 1065 und 1155 Hz.

Die Zahl der Variationen ohne Wiederholungen lässt sich berechnen nach

$$V = \frac{17!}{(17-3)!} = \frac{17 \cdot 16 \cdot 15 \cdot 14!}{14!} = 4080$$

Bei der gewählten Frequenzreihe fallen die zweiten und dritten Oberwellen stets in Lücken zweier Grundwellen, so dass sie sich in den Empfängern leicht ausfiltern lassen.

Die Anschlusskapazität, das heisst die maximal anschliessbare Zahl Rufteilnehmer, wird durch die Ruflänge und die Belegungsdichte während der Hauptverkehrsstunden begrenzt. Die höchstzulässige Anschlusskapazität beträgt unter den gegebenen Voraussetzungen etwa 4000 Rufteilnehmer, für die die Zentrale dimensioniert ist.

## 2.3 Modulation und Modulationszuleitung

Für die Modulation wird der aus drei Tonfrequenzen bestehende Rufcode gemäss Fig. 2 als Folge von zwei gleichartigen Impulsgruppen gesendet. Zur Rufanzeige ist nur eine Gruppe erforderlich, die zweite dient zur Erhöhung der Rufsicherheit. Während der Rufpausen wird ein Freiton von 1253 Hz übertragen.

Die Modulation wird von der Rufzentrale über das Ortsamt mit normalen Teilnehmerleitungen gleichzeitig zu allen Sendern des Rufbereiches geführt.

## 2.4 Sendernetz und Funkrufbereich

Die Stadt Bern wurde in zwei Versorgungszonen eingeteilt (Fig. 3). Der Ruf wird gleichzeitig in beiden über einen HF-Kanal abgestrahlt (Gleichkanalbetrieb mit Trägerfrequenzversatz). Als günstigste Senderstandorte haben sich das Hochhaus des Inselspitals und das Bitzius-Schulhaus erwiesen.

La capacité de raccordement, c'est-à-dire le nombre maximum d'abonnés qui peuvent être atteints par un réseau d'appel de personnes est limitée par deux facteurs: la durée de l'appel et la densité d'occupation aux heures de pointe. Dans le cas présent cette capacité est d'environ 4000 abonnés.

## 2.3 Modulation et acheminement de la modulation

Comme déjà indiqué, on utilise pour la modulation un code à trois fréquences acoustiques qui sont émises en deux groupes successifs identiques conformément à la figure 2. Un seul groupe suffit pour déclencher l'appel; le second est émis par mesure de sécurité. Une tonalité à 1253 Hz est émise pendant les intervalles entre les appels. L'émetteur est modulé en amplitude à un taux de 100% par le signal «libre» et par les impulsions d'appel.

La modulation est transmise simultanément à tous les émetteurs des secteurs d'appel par lignes téléphoniques normales à travers les centraux locaux. Il est nécessaire d'ajuster la phase des signaux de modulation pour éviter des difficultés de réception dans les régions où plusieurs émetteurs sont reçus avec la même intensité.

## 2.4 Réseau d'émetteurs et portée de l'appel radio

La ville de Berne a été divisée en deux zones de couverture (voir fig. 3). L'appel est émis simultanément dans les deux zones dans un même canal avec un décalage des porteuses. Les émetteurs se trouvent sur la maison-tour de l'Hôpital de l'île et sur l'école Bitzius, ces emplacements étant les plus favorables.

Les fréquences d'émission sont de 86,750 MHz  $\pm$  300 Hz et de 86,746 MHz  $\pm$  300 Hz, la puissance émise est de 10 W en crête de modulation. Un régulateur automatique maintient le niveau du signal modulant à la valeur voulue avec un écart maximum de 1 dB.

On a reporté dans la figure 3 la courbe de niveau correspondant à un champ de 1mV/m produit par les émetteurs de Berne. Cette courbe vaut pour une puissance d'émission de 10 W et correspond à la valeur moyenne observée le long de tronçons de 500 m de rue. Pour déterminer le champ moyen on a parcouru un réseau de rues disposées en étoile autour des émetteurs avec un véhicule porteur d'un dispositif donnant immédiatement la répartition statistique du champ sur une bande imprimée.

La courbe de niveau de 1mV/m correspond à la limite à laquelle un appel est encore reçu de manière sûre au rez-de-chaussée des bâtiments. Localement, le champ peut varier fortement à l'intérieur du contour, mais il reste en moyenne toujours supérieur à 1mV/m. On a procédé à des contrôles au rez-de-chaussée de divers magasins, écoles, etc., pour s'assurer de la sécurité de l'appel dans les bâtiments. Le résultat de ces essais exécutés avec un récepteur

- Rufzentrale: Post Bollwerk  
Central d'appel: Poste de Bollwerk
- ↑ Sendestandorte: Sender A: Hochhaus Inselspital  
Sender B: Bitzius-Schulhaus
- Emplacement des émetteurs: Emetteur A: maison-tour de l'Hôpital de l'Île  
Emetteur B: Ecole Bitzius
- Rufsicherheit im Erdgeschoss der Gebäude:  
Sécurité de l'appel au rez-de-chaussée des immeubles:
- ▲ > 99%    ▲ 90...99%    △ < 90%
- Feldstärke-Niveaugrenzlينien    △ 1mV/m  
..... Courbes de niveau du champ

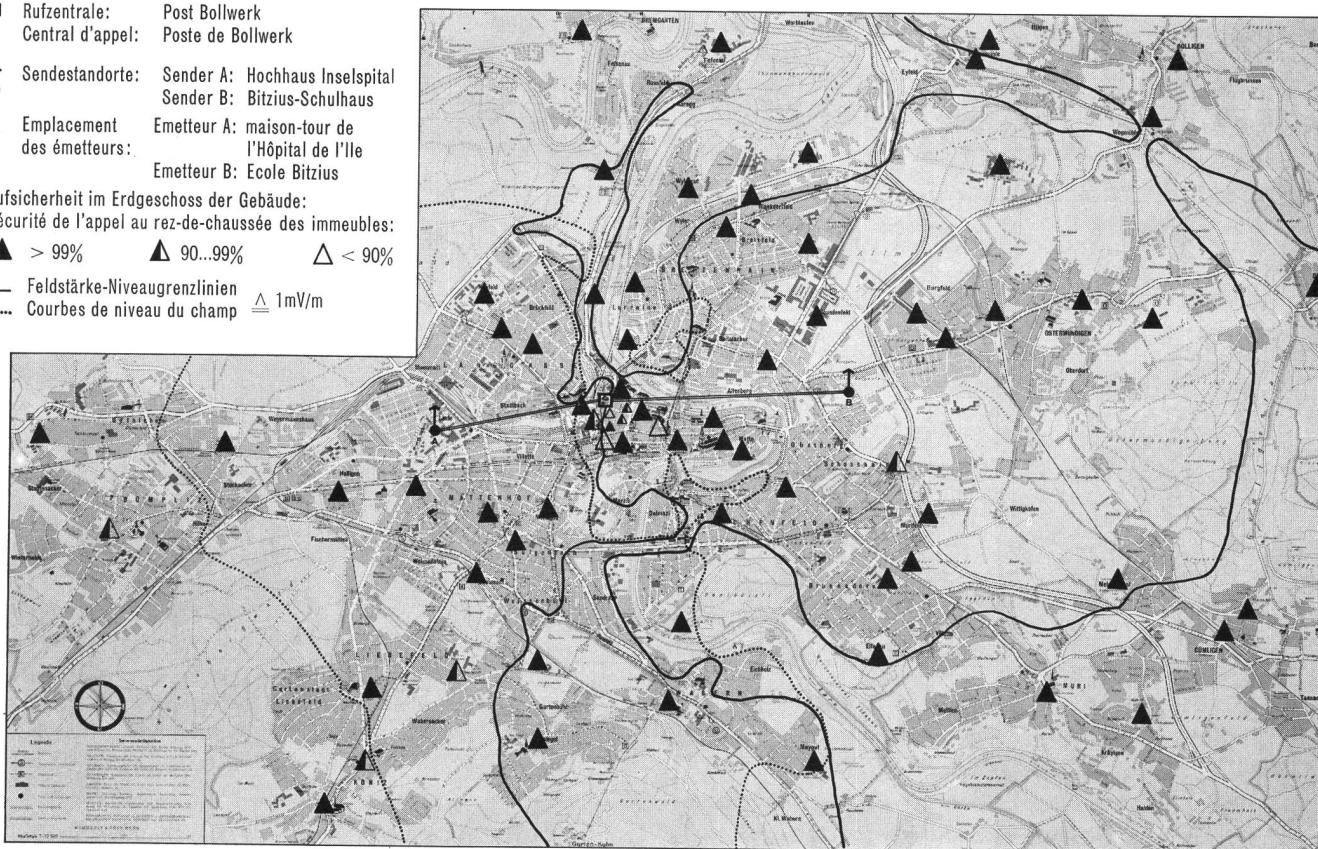


Fig. 3  
Versorgungsbereiche – Zone de couverture

Antennen: Insel, Drehfeldantenne vertikalpolarisiert, Gewinn 0 dB, Höhe 73 m  
Antennes: Hôpital de l'Île, antenne à champ tournant à polarisation verticale, gain 0 dB, hauteur 73 m

Bitzius, Sperrtopfantenne vertikalpolarisiert, Gewinn 0 dB, Höhe 25 m  
Ecole Bitzius, antenne à pot d'arrêt polarisation verticale, gain 0 dB, hauteur 25 m

Sendeleistung: 10 W  
Puissance d'émission:

Höhe der Empfangsantenne: 2 m  
Hauteur de l'antenne de réception:

Der eine Sender arbeitet auf  $86,750 \text{ MHz} \pm 300 \text{ Hz}$ , der andere auf  $86,746 \text{ MHz} \pm 300 \text{ Hz}$ . Die Sendeleistung beträgt 10 W. Die Sender werden 100%ig amplitudenmoduliert. Der Modulationsgrad wird mit Hilfe eines automatischen Pegelreglers auf 1 dB konstant gehalten.

In Figur 3 ist die Feldstärkenniveauulinie von 1 mV/m eingetragen. Dieser Wert bezieht sich auf eine Sendeleistung von 10 W und ist der Mittelwert der Feldstärke je 500 m Strassenlänge. Diese Mittelwerte wurden vom Sender ausgehend auf einem strahlenförmig gewählten Strassennetz mit Hilfe eines automatischen Statistik-Druckers bestimmt. Damit in den Überlappungszonen beider Sender keine Rufausfälle bei ungleichen Modulationsphasen entstehen, wird durch Laufzeitglieder in den Sendermodulationszuleitungen ein Ausgleich

de poche spécialement adapté est également reporté dans la figure 3, où les bâtiments en question sont désignés par des triangles. Le pourcentage de sécurité de l'appel obtenu a été représenté par un code.

## 2.5 Le récepteur

Le récepteur adopté pour l'appel de personnes est entièrement transistorisé et sa consommation est minime (3 mA sous 4 V). Il se loge facilement dans une poche de veste. L'antenne est incorporée au boîtier. La figure 4 représente le schéma de principe du récepteur et la figure 5 montre sa réalisation. Ce récepteur possède un étage moyenne fréquence à superréaction fonctionnant à 10,7 MHz. Le rayonnement de ce dispositif est minime. Le seuil de fonction-

vorgenommen. Die Niveaulinie 1 mV/m stellt die zu erwartende Grenze dar, bei der ein Anruf im Erdgeschoss der Gebäude noch zuverlässig empfangen werden kann. Die Feldstärke innerhalb der Umrundungslinie kann örtlich stark variieren, im Mittel ist sie aber immer grösser als 1 mV/m. Zur Nachprüfung der Rufsicherheit in den Gebäuden wurden im Erdgeschoss verschiedener Geschäfte, Schulen, usw. mit einem Personenrufempfänger Messungen durchgeführt; sie sind in Figur 3 als Dreiecke gekennzeichnet, wobei die vorhandene Rufsicherheit im betreffenden Gebäude in Prozenten angegeben ist.

### 2.5 Empfänger

Der Empfänger für den Personenfunkruf ist volltransistorisiert und weist eine sehr geringe Leistungsaufnahme auf (3 mA bei 4V). Er kann bequem in einer Rocktasche getragen werden. Die Rahmenantenne ist im Gehäuse eingebaut. Prinzipschema und konstruktive Ausführung gehen aus den Figuren 4 und 5 hervor. Der Empfänger arbeitet mit einem Superregenerativoszillator in der 10,7-MHz-ZF-Stufe. Die Rückstrahlung des Pendeloszillators über die Antenne ist dank dieser Anordnung klein.

Der Empfänger weist eine gute Ansprechempfindlichkeit von  $0,2 \mu\text{V}/50 \Omega$  entsprechend  $20 \mu\text{V}/\text{m}$  auf, er bleibt dabei praktisch unempfindlich gegen Zündstörimpulse. Die NF-Selektion für die Code-Ausscheidung wird durch ein elektronisch umschaltbares, aktives Bandpassfilter erzeugt.

## 3. Projektunterlagen

### 3.1 Allgemeines

In mancher Hinsicht gleichen die Betriebsbedingungen des Personenfunkrufs jenen des Autorufs. Gleich ist auch die Verkehrsabwicklung, ebenso die Forderung, dass für eine bestimmte Sendeleistung die Reichweite und die Rufsicherheit möglichst gross werden müssen. Demzufolge haben die grundsätzlichen Überlegungen, die beim Autoruf zur Systemwahl führten, auch für die Personenfunkrufanlagen Gültigkeit, das heisst:

- für Personenfunkrufanlagen verwendet man vorteilhaft 100%ige Amplitudenmodulation,
- für die Ausscheidung der Abonnenten eignet sich am besten ein Tonfrequenzcodesystem, bei dem die einzelnen Frequenzen zur Kennzeichnung einer Rufnummer in Form einer Impulsreihe nacheinander durchgegeben werden.

Die Projektierung muss aber auch einige Unterschiede zum Autoruf berücksichtigen. Die wichtigsten sind:

- der Ruf muss auch in Häusern empfangen werden können.
- die Fortbewegungsgeschwindigkeit der mobilen Empfänger ist meist langsamer als beim Autoruf.

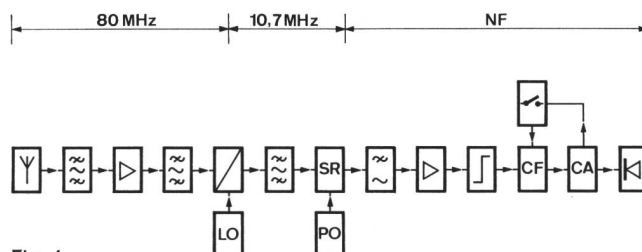


Fig. 4

Prinzipschema eines Personenruf-Superregenerativ-Empfängers – Schéma de principe d'un récepteur à superréaction pour l'appel de personnes

LO = Lokaloszillator – Oscillateur local  
 PO = Pendeloszillator – Oscillateur de superréaction  
 SR = Superregenerativ-Stufe – Etage à superréaction  
 CF = Code-Filter (elektronisch abstimbar) – Filtre codé à accord variable électronique  
 CA = Code-Auswerter – Détecteur de codage

nement du récepteur est très bas; il suffit d'une tension de  $0,2 \mu\text{V}$  sur  $50 \text{ ohms}$  ou d'un champ de  $20 \mu\text{V}/\text{m}$  pour déclencher l'appel. Malgré cela il est pratiquement insensible aux perturbations impulsives dues aux circuits d'allumage des véhicules à moteur. La sélection à fréquence acoustique, nécessaire pour le décodage des signaux d'appel, se fait au moyen d'un filtre de bande actif commutable électroniquement.

## 3. Données pour la planification

### 3.1 Généralités

Sous bien des rapports les conditions d'exploitation d'un système d'appel de personnes sont semblables à celles de l'appel auto. Le trafic se déroule de la même manière. Dans les deux cas il s'agit d'obtenir une portée et une sécurité

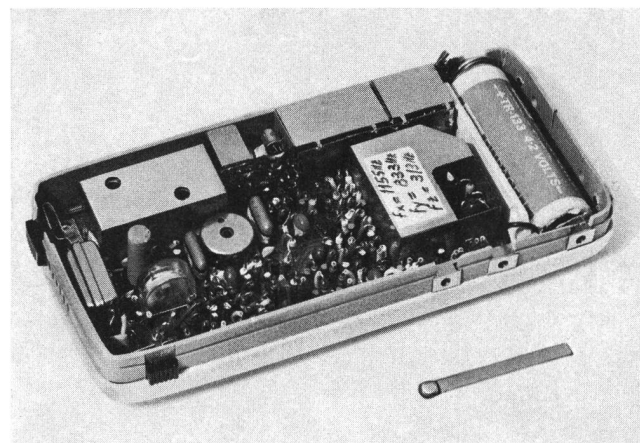


Fig. 5

UKW-AM-Personenrufempfänger – Récepteur d'appel de personnes pour ondes métriques modulées en amplitude

- der Empfänger, einschliesslich Antenne muss sich in einer Rocktasche tragen lassen.
- die Reichweite soll möglichst auf das gewünschte Versorgungsgebiet begrenzt sein, damit die gleiche Trägerfrequenz ohne gegenseitige Störungen gleichzeitig an verschiedenen Orten verwendet werden kann.

### 3.2 Feldverteilung

Bei einer Personenfunkrufanlage werden Abstrahlbedingungen und Feldverteilung in der Regel gleich wie bei einer städtischen Fahrzeugtelephonanlage sein. Es ist deshalb möglich, die Planungsunterlagen dieser Dienste zu verwenden. Die Kurven in *Figur 6* stellen die Ausbreitungsverhältnisse auf den Strassen dar. Weil Personenfunkrufanlagen auch in den Gebäuden funktionieren müssen, ist

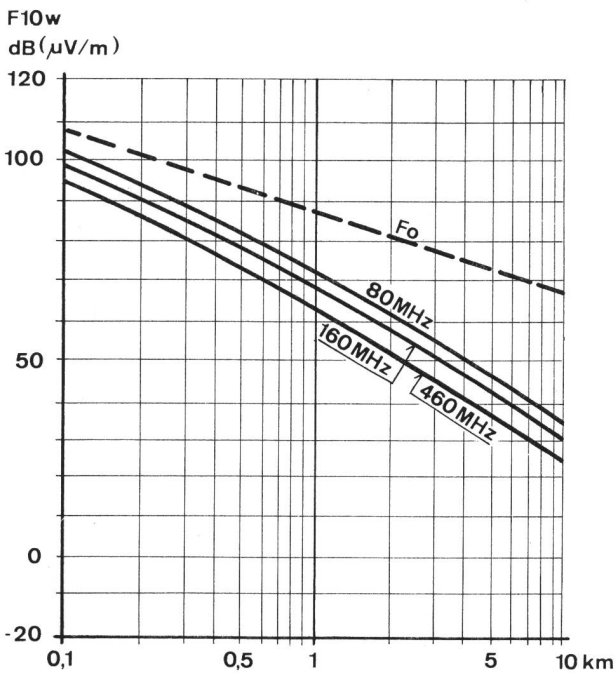


Fig. 6  
Feldstärkemittelwert auf 1 km langen Strassenstücken für 10 W Sendeleistung in Funktion der Senderentfernung bei städtischen Mobilfunkanlagen (Streuung der Mittelwerte:  $\sigma_M \approx 2$  dB) - Valeur du champ reçu en fonction de la distance à l'émetteur, lorsque celui-ci émet avec une puissance de 10 W. Les valeurs indiquées sont des moyennes des valeurs mesurées le long de tronçons de route de 1 km dans le cas d'une ville (l'écart type des moyennes  $\sigma_M \approx 2$  dB)

Fo: Freiraumfeldstärke - Champ dans l'espace libre

Antennenhöhe Sender: 20...60 m ( $\frac{\lambda}{2}$ -Dipol)

Hauteur de l'antenne de l'émetteur 20...60 m (dipôle en  $\frac{\lambda}{2}$ )

Antennenhöhe Empfänger: 2 m ( $\frac{\lambda}{4}$ -Stabantenne)

Hauteur de l'antenne du récepteur 2 m (antenne tige en  $\frac{\lambda}{4}$ )

d'appel maximum pour une puissance d'émission donnée. La plupart des critères qui ont conduit au choix du système utilisé pour l'appel auto restant valables, on a adopté pour l'appel de personnes:

- la modulation d'amplitude à un taux de 100%,
- une sélection des abonnés au moyen d'un code utilisant des fréquences acoustiques émises successivement sous la forme d'une série d'impulsions.

Il y a cependant quelques différences dont il faut tenir compte pour l'appel de personnes:

- l'appel doit fonctionner dans les maisons,
- les récepteurs se déplacent plus lentement que pour l'appel auto,
- le récepteur et son antenne doivent pouvoir être logés dans une poche de veste,
- la portée de l'appel doit, autant que possible, ne pas dépasser la zone de couverture désirée, afin de pouvoir utiliser la même fréquence porteuse en plusieurs endroits, sans gêne mutuelle.

### 3.2 Distribution du champ

En général les conditions de rayonnement et la distribution du champ d'une installation d'appel de personnes urbaine sont les mêmes que pour les radiotéléphones mobiles. Les relevés exécutés pour ces derniers peuvent donc aussi servir à la planification de l'appel de personnes. Les courbes de la *figure 6* montrent quelles sont les conditions de propagation dans les rues. Les mesures complémentaires effectuées dans les bâtiments ont donné les résultats reportés dans la *figure 7*. On voit que l'atténuation entre le champ mesuré dans les rues et celui observé au rez-de-chaussée à l'intérieur des bâtiments, est de 21 dB en moyenne. Cette atténuation est la même à 80, 160 et 460 MHz. La connaissance de ce fait permet de se contenter de mesures de champ rapides et faciles à réaliser dans les rues, pour juger si l'emplacement prévu pour un nouvel émetteur convient ou non.

Si par exemple, le champ moyen atteint 1mV/m dans la rue et si le seuil de fonctionnement des récepteurs est de 10 µV/m, il y a une probabilité d'au moins 95% que l'appel fonctionne au rez-de-chaussée à l'intérieur de n'importe quel bâtiment voisin. L'écart type des variations du champ à l'intérieur des bâtiments est de l'ordre de 7 dB aussi bien au rez-de-chaussée qu'aux étages supérieurs.

### 3.3 Niveau perturbateur

En principe le niveau des perturbations régnant dans la zone de couverture exerce une influence sur la sécurité de l'appel et par conséquent sur la planification de l'installation. Dans le cas de l'appel par radio on peut, grâce à une construction appropriée des récepteurs, obtenir que les

es notwendig, die Feldverteilung im Innern der Gebäude zu kennen. Diesbezüglich ermittelte Werte sind in *Figur 7* eingetragen. Die mittlere Dämpfung der Feldstärke zwischen den Strassen und den Erdgeschossräumlichkeiten in den Gebäuden beträgt 21 dB. Dieser Wert gilt gleichermaßen für das 80-, 160- und 460-MHz-Band. Deshalb ist es möglich, bei der Planung neuer Anlagen nur die verhältnismässig einfachen Feldstärkemessungen auf Strassen vorzunehmen.

Wenn zum Beispiel die mittlere Strassenfeldstärke 1 mV/m beträgt und mit einer Empfängeransprechgrenze von 10 µV/m gerechnet werden kann, dann besteht in jedem Gebäude (Parterre) eine Rufsicherheit von mindestens 95%. Die Streuung der Feldstärke innerhalb eines Gebäudes – Erdgeschoss oder höher gelegene Stockwerke – beträgt etwa 7 dB.

### 3.3 Störpegel

Grundsätzlich kann der im Versorgungsbereich auftretende Störpegel die Rufsicherheit und damit die Planungswerte beeinflussen. In drahtlosen Rufsystemen lässt sich durch geeignete Empfängerbauart dafür sorgen, dass die am häufigsten vorkommenden Breitbandstörungen praktisch vernachlässigbar bleiben. Die Bestätigung liefert der schweizerische Autoruf. Bei Personenfunkrufanlagen ist eine Unempfindlichkeit gegen Störgeräusche noch leichter erzielbar, weil diese mit einer grösseren mittleren Nutzfeldstärke arbeiten (siehe 3.5). Dadurch kann allgemein mit einem besseren HF-Störabstand gerechnet werden. Zur Beurteilung der möglichen Störbeeinflussung muss (in Stadtgebieten) für den fraglichen Frequenzbereich mit einer mittleren Spitzenstörfeldstärke von 3 mV/m je MHz-Bandbreite gerechnet werden.

### 3.4 Sendeleistung

Personenfunkrufanlagen werden wohl vorwiegend in dichtbesiedelten Gebieten aufgestellt werden, das heisst in Gebieten, wo eine verhältnismässig grosse Zahl verschiedenster Funkdienste eingesetzt sind. Um gegenseitige Störungen nach Möglichkeit zu vermeiden, darf demzufolge nur mit kleinen Sendeleistungen gearbeitet werden, zum Beispiel 10 W.

### 3.5 Empfängerempfindlichkeit

Bei gegebener Sendeleistung wird die Reichweite durch die Ansprechgrenze der Empfänger bestimmt. Für den Personenfunkruf ist diese Tatsache besonders wichtig, indem eine zufriedenstellende Anlage nur mit äusserst empfindlichen Empfängern gebaut werden kann. Der Grund liegt darin, dass einmal die Ausbreitungsdämpfung in den Häusern sehr gross ist, zum andern die Gehäuseantennen mit ihren kleinen Abmessungen nur eine geringe wirksame Höhe

perturbations impulsives à spectre étendu, qui sont les plus fréquentes, n'exercent pratiquement aucune influence. On en a une confirmation avec l'appel auto suisse. Il est même plus facile d'obtenir l'immunité souhaitée avec les récepteurs d'appel de personnes parce que les champs utiles sont plus forts (voir 3.5) et que, par conséquent, le rapport signal sur bruit est plus favorable. En ville la valeur médiane des crêtes des impulsions perturbatrices est de l'ordre de 3 mV/m par MHz de largeur de bande dans les bandes de fréquences en question. Cette valeur permet de juger le comportement des récepteurs en présence de perturbations.

### 3.4 Puissance des émetteurs

La plupart du temps, les installations d'appel de personnes doivent être placées dans des régions fortement peuplées et où, par conséquent, fonctionnent de nombreux services utilisant les communications radioélectriques. Pour éviter des gênes réciproques la puissance des émetteurs doit être faible, de l'ordre de 10 W par exemple.

### 3.5 Sensibilité des récepteurs

Pour une puissance donnée, la portée des émetteurs dépend du seuil de fonctionnement des récepteurs. Cela est particulièrement important dans le cas de l'appel de personnes. Pour que cet appel donne satisfaction, il faut des récepteurs extrêmement sensibles étant donné que les

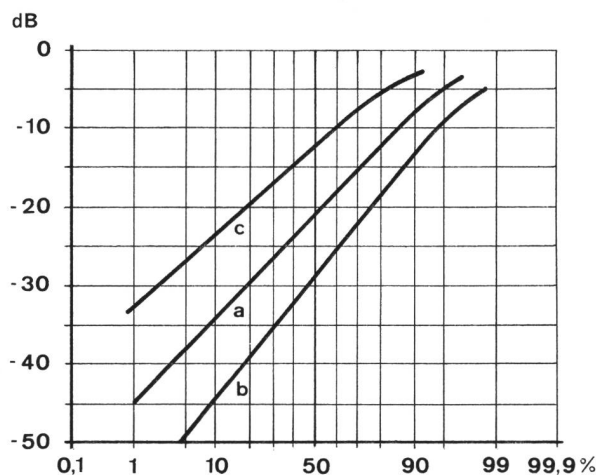


Fig. 7  
Dämpfung der Feldstärkemittelwerte in den Gebäuden bezüglich des Feldstärkemittelwertes auf den umgebenden Strassen (unabhängig von der Frequenz) – Atténuation du niveau moyen du champ à l'intérieur des bâtiments par rapport à celui mesuré dans les rues avoisinantes (valeur indépendante de la fréquence)

- a) Verteilung im Erdgeschoss – Distribution au rez-de-chaussée
- b) Verteilung im Keller oder im 1. Untergeschoss – Distribution dans les caves ou au premier sous-sol
- c) Verteilung im übrigen Gebäude – Distribution dans le reste des bâtiments



besitzen. Messungen an dem im Netz Bern verwendeten Empfänger ergaben einen mittleren Antennenfaktor für die Umrechnung Feldstärke → Klemmenspannung von 40 dB. Es ist ferner zu berücksichtigen, dass die Gehäuseantennen im allgemeinen eine Richtwirkung besitzen und zudem nahe am Körper getragen werden. Der angegebene Wert ist demzufolge einer Streuung von  $\sim 2,5$  dB unterworfen.

Für die Ansprechempfindlichkeit der Empfänger kann mit einem Wert von  $0,2 \mu\text{V}$  (an  $50 \Omega$ ) gerechnet werden. Unter diesen Voraussetzungen ist für Personenfunkrufanlagen eine Mindestfeldstärke von etwa  $20 \mu\text{V/m}$  erforderlich.

### 3.6 Frequenzwahl

Obschon in bezug auf Ausbreitung, Störpegel und Empfängerempfindlichkeit die in Frage kommenden Frequenzbänder keine starken Unterschiede aufweisen, ist doch dem 4-m-Band (80 MHz) der Vorzug zu geben:

- dieses ermöglicht einen optimalen Kompromiss zwischen günstigen Übertragungseigenschaften und minimalem Störpegel.
- frequenzplanungs- und gerätekonstruktionsmässig lässt sich aus Systemgründen am leichtesten eine Kombination mit dem Autoruf erreichen.
- der Antennenfaktor ist im 80-MHz-Band kleiner als in den 160- und 460-MHz-Bändern.

### 3.7 Rufsicherheit

Da es praktisch unmöglich ist, eine Planung für 100%ige Rufsicherheit durchzuführen, muss immer ein Kompromiss gefunden werden. Angenommen, es soll am Rande der Versorgungszone die Rufsicherheit im Erdgeschoss der Gebäude  $\geq 95\%$  sein. (Die Rufsicherheit innerhalb der Zone ist dann natürlich grösser und hängt vorwiegend vom Bewegungsraum der einzelnen Abonnenten ab.)

Aufgrund dieser Annahme und unter Berücksichtigung der zu erwartenden Feldverteilung sowie der Empfängerempfindlichkeit ergibt sich die Forderung, dass die mittlere Strassenfeldstärke am Rande der Versorgungszone bei dichter Überbauung etwa  $2 \text{ mV/m}$  betragen muss.

Die Rufsicherheit ist nicht nur von der Grösse der Nutzfeldstärke abhängig, sie kann auch durch die Wahl von mehr oder weniger geeigneten Übertragungssystemen beeinflusst werden. Beim Autoruf erhöht sich die Rufsicherheit während der Fahrt, indem die Impulslängen so gross gewählt wurden, dass sich kurzzeitige Feldstärkeeinbrüche bei den Reflexionsstellen nicht auswirken. Bei den Personenfunkrufanlagen kann eine ähnliche Verbesserung der Rufsicherheit erzielt werden, wenn der langsameren Fortbewegungsgeschwindigkeit von etwa  $1 \text{ m/s}$  Rechnung getragen wird. Entsprechend wurde das in Figur 2 gezeigte Rufdiagramm gewählt.

champs sont très faibles dans les maisons (voir 3.2) et parce que la hauteur efficace des antennes incorporées dans les boîtiers est minime. Dans le cas des récepteurs utilisés à Berne, on a trouvé que le facteur d'antenne défini par la différence entre la valeur numérique en dB ( $\mu\text{V/m}$ ) du champ environnant et celle de la tension à l'entrée du récepteur exprimée en dB ( $\mu\text{V}$ ) sur  $50 \text{ ohms}$ , était de 40 dB en moyenne. Il faut aussi observer que les antennes ont généralement un effet directif et qu'elles fonctionnent près du corps des personnes qui portent les récepteurs, ce qui entraîne une dispersion moyenne de 2,5 dB autour de la valeur ci-dessus.

Le seuil de fonctionnement des récepteurs étant d'environ  $0,2 \mu\text{V}$  (sur  $50 \text{ ohms}$ ) il faut, d'après ce qui précède, un champ minimum de l'ordre de  $20 \mu\text{V/m}$ .

### 3.6 Choix des fréquences

Bien qu'il n'existe pas de grande différence entre les bandes disponibles en ce qui concerne la propagation, le niveau perturbateur et la sensibilité des récepteurs, il est tout de même préférable dans l'ensemble d'adopter la bande des 4 m (voir 3. 2, 3. 3 et 3. 4) car

- elle permet de réaliser le meilleur compromis en ce qui concerne les caractéristiques de transmission et le niveau des perturbations,
- c'est la bande qui au point de vue du plan des fréquences et de la construction des appareils se prête le mieux à une combinaison avec l'appel auto,
- le facteur d'antenne est plus favorable dans la bande des 80 MHz que dans celles de 160 et 460 MHz.

### 3.7 Sécurité de l'appel

Il est pratiquement impossible de prévoir une installation assurant une sécurité d'appel de 100%. Un compromis est nécessaire. En admettant qu'en bordure de la zone de couverture la sécurité de l'appel doive atteindre au moins 95% au rez-de-chaussée à l'intérieur des bâtiments (la sécurité à l'intérieur de la zone est naturellement plus grande et dépend surtout de l'espace où se meuvent les divers abonnés) et en tenant compte de la distribution probable du champ ainsi que de la sensibilité des récepteurs (voir 3. 2 et 3. 5), on trouve que le champ moyen observé dans les rues en bordure de la zone de couverture doit atteindre environ  $2 \text{ mV/m}$  quand les constructions sont denses.

La sécurité de l'appel dépend non seulement du niveau du champ utile mais aussi du système de transmission. Dans le cas de l'appel auto, la sécurité d'appel est plus grande quand le véhicule circule, car la longueur des impulsions est telle qu'elle neutralise l'effet des courts évanouissements du champ dus aux réflexions. Une amélioration du même genre est réalisable pour l'appel de per-

### 3.8 Gestaltung des Sendernetzes

Aufgrund der minimal nötigen Strassenfeldstärke und der vorgesehenen Sendeleistung von 10 W kann die Reichweite eines Senders bestimmt werden. Sie beträgt in dicht überbauten Stadtzentren ungefähr 1,5 km. Da in den Aussenquartieren die Überbauung lockerer und demzufolge die Reichweite grösser ist, dürften selbst in unseren grössten Städten drei geeignet verteilte 10-W-Sender zur Bedienung ausreichen.

Die Modulation wird den Rufsendern über Laufzeitketten zugeführt. Diese sorgen dafür, dass die Modulationsphasen in den Überlappungsgebieten, wo zwei oder mehr Sender gleich stark empfangen werden können, im Maximum 90° voneinander abweichen.

### 3.9 Anschlusskapazität

Bei einem Einkanalssystem, bei dem die einzelnen Rufe nacheinander durchgegeben werden, ist die Länge eines Rufes für die maximal erreichbare Anschlusskapazität massgebend. Sie ist erreicht, wenn sich die Impulse über längere Zeit, zum Beispiel während einer Hauptverkehrsstunde, lückenlos folgen. Da die Ruflänge 8 s beträgt, können demnach in der Stunde höchstens 450 Rufe durchgegeben werden.

Aus statistischen Erhebungen im schweizerischen Autorufnetz wurde festgestellt, dass die Rufe über die Hauptverkehrsstunden ziemlich gleichmässig verteilt sind und dass die Belegungsdichte je Stunde und Teilnehmer unabhängig von der Zahl der angeschlossenen Abonnenten konstant ist. Für die Dimensionierung kann mit einer Belegungsdichte von ~10% gerechnet werden. Die höchstzulässige Anschlusskapazität beträgt dann ~5000 Teilnehmer. Für die Ausscheidung der entsprechenden Rufnummerzahl genügen 17 Ruffrequenzen, wenn je drei davon zur Kennzeichnung einer Rufnummer verwendet werden.

### Bibliographie

Wey E. Der mobile Ruf- und Sprechfunk. Blaue TR-Reihe, Nr. 107. Verlag Hallwag AG, Bern und Stuttgart.

Wey E. Das nationale Autorufnetz der Schweiz. Techn. Mitt. PTT, 1967, Nr. 5, S. 232...236.

sonnes, si l'on tient compte d'une vitesse de déplacement plus lente, soit 1 m/s environ. C'est ainsi qu'a été établi le diagramme d'appel représenté par la figure 2.

### 3.8 Structure du réseau des émetteurs

La zone de couverture d'un émetteur est déterminée par le champ minimum nécessaire dans les rues (voir 3.7) et par la puissance maximale de 10 W adoptée pour les émetteurs. Elle a un rayon d'environ 1,5 km dans le centre des villes, où la densité des constructions est élevée. Dans les quartiers périphériques, généralement moins denses, la portée des émetteurs est plus grande de sorte que trois émetteurs bien placés devraient suffire à desservir les villes suisses les plus étendues. Comme cela a été dit précédemment, la modulation des émetteurs est transmise à partir du central local par des lignes de téléphone ordinaires, terminées par des correcteurs de phase. Ces dispositifs doivent être ajustés de telle sorte que l'écart de phase entre les modulations des émetteurs ne dépasse pas 90% dans les régions où ils sont reçus simultanément avec une intensité à peu près égale.

### 3.9 Capacité de raccordement

Dans les systèmes à un seul canal et où les appels individuels conformes à la figure 2 sont transmis l'un après l'autre, c'est la longueur d'un appel qui détermine la capacité maximum de l'installation. Elle est atteinte quand les impulsions se suivent sans interruption pendant un temps appréciable, comme par exemple lors d'une heure de pointe. Au paragraphe 3.7 on a vu qu'un appel dure 8 secondes. En une heure on peut donc transmettre au plus 450 appels. On sait, d'autre part, d'après les observations statistiques faites dans le réseau suisse d'appel auto, que les appels sont assez régulièrement répartis pendant les heures de pointe et que la densité d'occupation par heure et par abonné est constante, indépendamment du nombre des abonnés du réseau. Le choix des dimensions du système peut se faire en prenant une densité d'occupation de 10% comme base de calcul. On arrive ainsi à une capacité d'environ 5000 abonnés au maximum. Dans ces conditions, il suffit de 17 fréquences acoustiques utilisées trois par trois pour représenter individuellement chacun des numéros d'appel et assurer leur sélection.