

RAPPORT 778-2

SYSTÈME DE COMMUNICATION SANS FIL POUR LES MALENTENDANTS

(Question 49/8)

(1978-1982-1990)

1. Introduction

Les dispositifs d'amplification ne suffisent souvent pas à remédier aux difficultés des malentendants. Des difficultés telles que la distorsion de l'audition résiduelle, la perte de la directivité, l'action perturbatrice du bruit ambiant et la réverbération de la pièce ont conduit à utiliser des systèmes dans lesquels c'est la personne qui parle qui porte un microphone, plutôt que l'auditeur.

2. Systèmes de transmission

On a recouru à des moyens différents pour transmettre les signaux vocaux du microphone à l'appareil acoustique de l'auditeur. Les moyens de transmission employés sont les suivants: rayonnements infrarouges, champs d'induction magnétique produits à l'intérieur de circuits en boucle, émissions radioélectriques en ondes métriques et champs d'induction extérieurs d'une antenne d'émission.

L'emploi du rayonnement infrarouge présente un intérêt particulier car il évite l'occupation de bandes radioélectriques attribuées.

Le système radioélectrique à champ d'induction est d'un intérêt spécial car son application présente les avantages ci-après:

- utilisation efficace du spectre radioélectrique;
- facilité d'intégration, avec le dispositif de correction auditive, en un seul appareil;
- simulation de conditions normales d'audition;
- possibilités d'utilisation satisfaisante à l'école, à la maison, en milieu industriel ou à l'extérieur.

On utilise en revanche, les systèmes à ondes métriques pour tirer parti des avantages ci-après:

- vastes zones de couverture;
- insensibilité relative aux bruits naturels et artificiels.

3. Principes des systèmes**3.1 Système radioélectrique à champ d'induction**

Le système de correction auditive à champ d'induction entre personnes en mouvement exploite l'effet de capture en modulation de fréquence de manière à permettre le fonctionnement dans la même voie avec sélection par proximité. Ce mode de sélection ressemble de très près à celui qui est utilisé dans la conversation ordinaire.

Lorsqu'un récepteur d'un tel appareil à champ d'induction fonctionne à proximité de deux émetteurs dans la même voie utilisant des transmissions MF à excursion moyenne, la modification rapide du champ, jointe à l'effet de captation MF, assure un passage rapide de la réception de l'émetteur le plus éloigné à la réception de l'émetteur le plus proche sans qu'il en résulte un brouillage important. Par exemple, pour une excursion de fréquence de 12 kHz et une désaccentuation de 75 μ s dans le récepteur, comme il est indiqué pour le système australien dans l'Annexe I, on constate que pour un rapport de champ de 8/1, le brouillage maximal de l'émetteur le plus éloigné est de 34 dB (non pondéré). Dans la région où le champ d'induction est inversement proportionnel au cube de la distance, il suffit que l'émetteur brouilleur se trouve à une distance deux fois supérieure à celle de l'émetteur utile pour donner ce résultat. La Fig. 1 illustre graphiquement la diminution du champ.

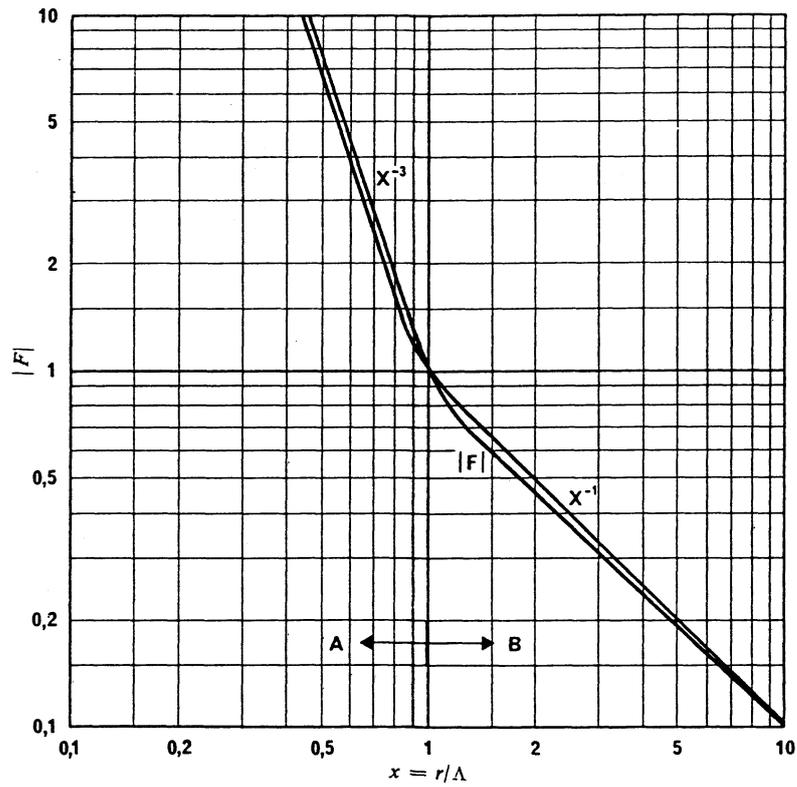


FIGURE 1 — *Champ en espace libre à proximité d'un petit dipôle*

Le champ $|F|$ dans le plan équatorial est proportionnel à $|1/r^3 + j/\Lambda r^2 - 1/\Lambda r^2|$
 Λ est la longueur d'onde en radian = $\lambda/2\pi \approx 48$ mètres divisée par la fréquence en MHz

A: induction

B: rayonnement

Le champ d'induction magnétique est moins perturbé par les objets conducteurs tels que le corps humain et il est compatible avec l'utilisation d'antennes compactes à tige de ferrite. Les valeurs mesurées de la diminution du champ d'induction magnétique sont représentées à la Fig. 2.

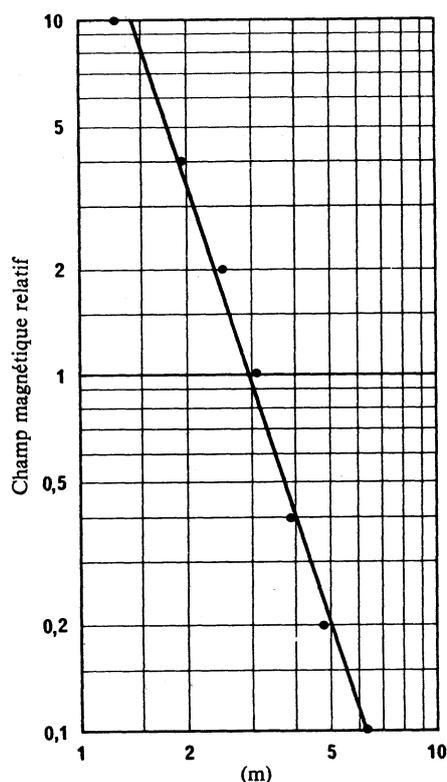


FIGURE 2 — Mesure de la diminution du champ d'induction magnétique

Les points représentent des valeurs mesurées du champ; la ligne droite représente exactement la diminution inversement proportionnelle au cube de la distance. Les mesures ont été faites en laboratoire à proximité de grands objets métalliques. On a utilisé une fréquence de 3,6 MHz.

La conception d'un appareil de correction auditive sans fil à champ d'induction est fondée sur les quatre principes suivants:

- pour la fréquence porteuse, la limite supérieure est de 4 MHz environ; aux fréquences supérieures, le champ d'induction à diminution rapide est inférieur à 12 m, ce qui est insuffisant;
- la limite inférieure de l'excursion de fréquence maximale est fixée à 12 kHz, étant donné qu'avec des excursions inférieures, le niveau des brouillages provenant d'émissions voisines dans la même voie devient excessif;
- la limite inférieure de la fréquence porteuse est de 3 MHz. La surtension (Q) du bobinage réglable des antennes à tige de ferrite est de l'ordre de 200. A des fréquences porteuses inférieures, la largeur de bande des circuits d'antenne accordés ne peut donner l'excursion de fréquence requise;
- la fréquence porteuse moyenne de tous les émetteurs doit être stabilisée à moins de 20 Hz de leur fréquence de voie nominale pour éviter la production de battements soutenus perceptibles dans les récepteurs qui fonctionnent à proximité de plusieurs émetteurs dans la même voie. Etant donné que l'on choisit une fréquence porteuse inférieure à 4 MHz, le niveau de stabilisation requis peut être obtenu par référence à des oscillateurs à quartz fonctionnant à la température ambiante.

3.2 Système à ondes métriques

Les systèmes de transmission à ondes métriques peuvent assurer des communications sur de plus grandes distances que le système radioélectrique à champ d'induction, étant donné que la transmission s'effectue par l'intermédiaire d'un champ de rayonnement qui décroît moins rapidement avec la distance que le champ d'induction. En conséquence, avec les systèmes de transmission à ondes métriques, il faut attribuer un canal différent aux émissions réalisées dans des locaux différents, par exemple une école et ses bâtiments environnants. L'utilisation des méthodes d'assignation des fréquences actuellement disponibles permet de satisfaire à cette exigence, qui n'est pas très importante pour le fonctionnement du système.

La réception à ondes métriques est généralement moins sujette aux brouillages dus aux bruits naturels et artificiels que la réception aux fréquences inférieures. Ainsi, les systèmes à ondes métriques peuvent se révéler utiles dans certains cas pour éviter les problèmes de brouillage locaux qui risquent de nuire au fonctionnement du système radioélectrique à champ d'induction.

Les systèmes de radiocommunications conçus uniquement pour les communications à courte distance peuvent produire des champs élevés à leurs distances de travail requises, sans qu'il en résulte des niveaux de puissance significatifs. En tirant parti des possibilités offertes par le partage du spectre, on peut en obtenir une meilleure utilisation et faire en sorte qu'un grand nombre de canaux soient mis à disposition, afin de répondre aux besoins d'écoles importantes pour enfants malentendants.

Les caractéristiques des systèmes pour correction auditive à ondes métriques, utilisés aux Etats-Unis d'Amérique, sont également indiquées dans l'Annexe I [CCIR, 1978-82].

ANNEXE I

CARACTÉRISTIQUES DES SYSTÈMES

1. Système radioélectrique à champ d'induction utilisé en Australie

En se fondant sur les principes de conception des systèmes exposés dans le présent Rapport un système de correction auditive à champ d'induction a été mis au point et est maintenant couramment utilisé en Australie.

L'évaluation du système a montré que celui-ci présentait de nombreux avantages, à savoir:

- une discrimination de la parole très supérieure par rapport au bruit ambiant;
- l'élimination virtuelle des problèmes de brouillage dans le même canal dû aux systèmes adjacents résultant de l'effet de capture en modulation de fréquence;
- une meilleure souplesse pour l'utilisation dans l'enseignement. Par exemple, avec une disposition appropriée des élèves, une seule fréquence peut être utilisée dans des classes en aménagement paysager à plusieurs enseignants;
- le nombre de canaux nécessaires dans des endroits où il y a de nombreux groupes d'utilisateurs est réduit à quatre. Des émetteurs et des récepteurs à quatre canaux ont été mis au point à cette fin qui, également:
 - simplifient les modifications de fréquence;
 - permettent aux élèves d'utiliser des dispositifs dans différentes salles de classe en sélectionnant la fréquence appropriée.
 - surmontent les difficultés associées avec des groupes mixtes d'élèves dotés de dispositifs fonctionnant à différentes fréquences.

On a constaté certains brouillages à la réception à la fréquence de 3 175 kHz (la fréquence des dispositifs monocanal) dus aux émetteurs à haute puissance (10 kW) fonctionnant à 3 184 kHz et à des distances inférieures à 30 km. Ce problème a été résolu en utilisant des dispositifs à quatre canaux fonctionnant sur d'autres fréquences et, dans un cas, en modifiant la fréquence de l'émetteur de puissance.

On a également constaté des brouillages à la réception de signaux à 3 175 kHz dus à la septième harmonique de la fréquence intermédiaire ($7 \times 455 \text{ kHz} = 3 185 \text{ kHz}$). Ce signal parasite est produit dans le récepteur et altère la qualité du rapport signal reçu/bruit en s'ajoutant au niveau de bruit du récepteur. Le problème a été surmonté en modifiant l'implantation des composants sur la plaque de circuit imprimé pour réduire au minimum l'interaction entre la fréquence radioélectrique et les signaux audiofréquence.

Les paramètres sont les suivants:

Milieu de transmission:	Champ d'induction magnétique d'un doublet
Modulation:	MF
Excursion de fréquence:	+ 12,5 kHz
Fréquences porteuses:	3 175, 3 225, 3 275, 3 325 kHz
Tolérance en fréquence:	+ 20 Hz
Gamme d'audiofréquences:	100 Hz - 5 kHz
Préaccentuation audio:	6 dB/octave
Antenne d'émission:	Tige en ferrite, 150 127 mm x 10 mm, dirigée verticalement
Puissance de l'étage final de l'émetteur:	60 mW
Champ produit à une distance de 3 m:	11 mV/m (mesuré à une fréquence de 3 175 kHz)
Puissance rayonnée par l'émetteur:	38 nW (calculée d'après les valeurs ci-dessus)
Rayonnement non essentiel de l'émetteur:	Indétectable, mais estimé à 0,1 pW
Dimensions de l'émetteur:	145 mm x 53 mm x 18,5 mm
Antenne de réception:	Tige de ferrite, 57 mm x 10 mm, dirigée verticalement
Type de récepteur:	Superhétérodyne à un seul changement de fréquence
Dimensions du récepteur:	80 mm x 53 mm x 18,5 mm, (dispositif à quatre canaux); 70 mm x 53 mm x 18,5 mm (dispositif monocanal)
Fréquence intermédiaire:	455 kHz
Portée du système:	12 m (selon les conditions ambiantes)

La fréquence porteuse inférieure, qui est déterminée de telle sorte que la transmission se fasse par le champ d'induction, présente d'autres avantages. Elle permet de maintenir la consommation d'énergie du récepteur à un faible niveau et assure un bon facteur de rejection sans recours au superhétérodyne avec changement sur double fréquence.

L'utilisation d'une antenne à tige de ferrite incorporée est particulièrement commode dans un émetteur destiné à être remis facilement à une autre personne.

2. Systèmes radioélectriques à ondes métriques utilisés aux Etats-Unis d'Amérique

Depuis de nombreuses années, des systèmes de ce type utilisent en partage, avec de bons résultats, les bandes 72 à 76 MHz et 88 à 108 MHz avec les services radioélectriques auxquels ces bandes de fréquences sont attribuées en vertu du Règlement des radiocommunications.

2.1 72 à 76 MHz

Largeur des voies:	50 kHz pour un dispositif à bande étroite 200 kHz pour un dispositif à large bande
Tolérance de fréquence:	± 0,005% (émetteur)
Stabilité de fréquence:	± 0,005% (récepteur)
Champ produit à 30 m:	maximum 8000 $\mu\text{V}/\text{m}$
Puissance rayonnée par l'émetteur:	1170 μW (calculée d'après les données ci-dessus)
Exigences de modulation pour MF:	± 20 kHz maximum (bande étroite) ± 75 kHz maximum (large bande)
Emissions hors bande:	à 25 kHz, ou plus, de la fréquence porteuse, 150 $\mu\text{V}/\text{m}$ au maximum à 30 m pour le système à bande étroite; à 150 kHz, ou plus, de la fréquence porteuse, 150 $\mu\text{V}/\text{m}$ au maximum à 30 m pour le système à large bande
Sélectivité du récepteur:	minimum 40 dB, voie adjacente
Affaiblissement sur fréquence conjuguée dans le récepteur:	minimum 40 dB

2.2 88 à 108 MHz

Largeur des voies:	200 kHz
Champ produit à 15 m:	maximum 50 $\mu\text{V}/\text{m}$
Puissance rayonnée par l'émetteur:	0,011 μV (calculée d'après les données ci-dessus)
Emissions hors bande:	100 kHz, ou plus, par rapport à la fréquence porteuse; 40 $\mu\text{V}/\text{m}$ au maximum à 3 m
Normes pour le récepteur:	Normes habituelles pour les récepteurs fonctionnant dans cette bande.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Documents du CCIR
[1978-82]: 8/88 (Etats-Unis d'Amérique).

BIBLIOGRAPHIE

BURGESS, V., CHRISTEN, R., DONALD, G. et LOWE, A. [février-mars 1979] Radio frequency hearing aids. The need for complementary and compatible channel allocation. *The Volta Rev.*, Vol. 81, 2, 91-99.