

EXPLOITATION DE LA BANDE VI (12 GHz)

ACTUELLEMENT, et dans tous les pays du monde, on utilise les bandes de fréquences I, III, IV et V (soit de 40 à 110 MHz, 160 à 230 MHz et 470 à 890 MHz). Tout semble aller pour le mieux, et pourtant, dans les laboratoires, notamment en Allemagne, on étudie depuis un certain temps les possibilités d'utilisation de la bande VI (qui va de 11,7 à 12,7 GHz). Pour quelles raisons s'occupe-t-on de ces problèmes qui, sur le plan technologique par exemple, sont hérissés de difficultés de tous ordres ? La réponse tient en quelques mots : l'encombrement de ce fameux éther qui, en dépit de son inexistence physique, présente bien des obstacles au développement des télécommunications, de la télévision en particulier. Et pour éviter l'encombrement, on n'a encore rien trouvé de mieux que d'accroître le domaine d'utilisation, donc d'augmenter les fréquences.

Dans un premier temps, il n'est d'ailleurs pas sûr que la télévision sur 12 GHz ait des applications « grand public ». On peut penser qu'elle sera exploitée pour des systèmes de distributions de renseignements pour abonnés (par exemple entre les banques et les offices de change), pour la télévision scolaire, pour la transmission entre points fixes en complément ou remplacement des câbles hertziens actuels (par exemple entre les terrains de sports et la station d'émission). L'exploitation de la bande VI aura certainement des répercussions sur le développement de l'audio-visuel, soit pour l'enseignement, soit pour l'informatique (la télévision étant utilisée comme moyen de liaison entre périphériques de visualisation). Enfin, on peut penser à l'extension de pro-

grammes régionaux couvrant, par exemple, une agglomération importante.

En fait, le développement de la télévision sur 12 GHz s'insère dans le cadre du développement des télécommunications qui sera certainement un des traits marquants des prochaines années.

LA PROPAGATION EN BANDE VI

Les conditions de réception sur 12 GHz sont caractérisées par une propagation des ondes pratiquement rectilignes, des effets d'ombre très marqués dus aux différents obstacles, et l'influence des agents atmosphériques (pluie, neige, etc.). La longueur d'onde étant très petite ($\lambda = 2,5$ cm), il en résulte que le moindre

obstacle en bande VI sont justement celles dont la résistance au vent est la plus grande. Nous y reviendrons un peu plus loin.

A propos des réflexions et des échos parasites, il est bon de préciser que leur peu d'effet sur la réception est dû non seulement à la grande directivité de l'antenne, mais également au mode de polarisation employé et à la grande atténuation des lobes secondaires (plus de 25 dB).

Le mode de polarisation auquel on fera pratiquement toujours appel est le mode vertical ; en effet les réflexions sur le sol sont, dans ce cas, bien moins prononcées qu'en polarisation horizontale ce qui, intuitivement, se comprend bien et que l'expérience prouve abondamment.

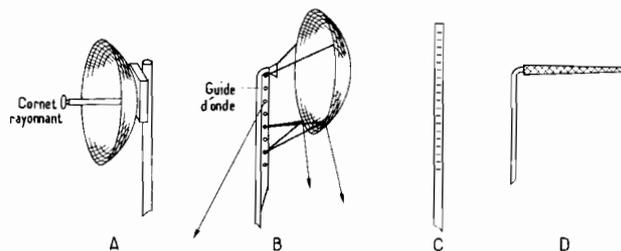


Fig. 2. — Quelques exemples d'antennes directives utilisables en bande VI. Les réflecteurs paraboliques bénéficient de meilleures performances que les tiges rayonnantes mais présentent une plus grande résistance au vent.

obstacle — un arbre, un pan de mur, voire une statue ou un monument — perturbe la propagation et rend difficile les prévisions de réception dans une région donnée. De plus, l'onde ne pouvant traverser les murs ou les toits, la réception avec une antenne intérieure est impossible.

En revanche, étant donné qu'il est facile d'obtenir des diagrammes de directivité très étroits (quelques degrés à mi-puissance), la suppression des échos ou des interférences est simple, sauf cas particulier et exceptionnel. Mais, du fait même de cette grande directivité, il sera nécessaire d'orienter l'antenne avec une grande précision, et de la maintenir très rigide de façon qu'elle ne risque pas de bouger, à cause du vent par exemple.

Autre problème : l'antenne doit présenter le minimum de résistance au vent — et être légère bien sûr — d'une part pour que les supports puissent remplir leurs conditions de travail correctement sans devenir de véritables « monstres » mécaniques, d'autre part pour rester bien orientée et ne pas se transformer en girouette à la moindre brise. Ces problèmes sont déjà connus en U.H.F. (même en V.H.F.), mais ils prennent ici une importance toute particulière. Et malheureusement les meilleures an-

Autre avantage de la bande IV par rapport aux autres bandes de fréquences inférieures : elle est relativement peu affectée par le bruit atmosphérique et cosmique. Cet avantage étant malheureusement atténué par le fait que la propagation est perturbée par les conditions atmosphériques. Cela oblige de prévoir une « réserve » de puissance lors du projet d'installation afin que la réception soit de qualité constante dans n'importe quel cas.

Enfin, on notera que diverses recherches ont permis aux Allemands d'établir que, lorsqu'on utilise une antenne omnidirectionnelle à l'émission, la zone de réception s'accroît de façon beaucoup plus rapide quand on surélève les antennes de réception. C'est ainsi que, dans certains cas, le fait de hisser l'antenne de réception un mètre plus haut correspond à une élévation de l'antenne d'émission de 30 à 50 m.

LES ANTENNES 12 GHz

A l'émission les antennes seront du type indiqué en figure 1. Ici elle est omnidirectionnelle mais on pourra aussi utiliser des antennes directives, notamment pour établir des relais.

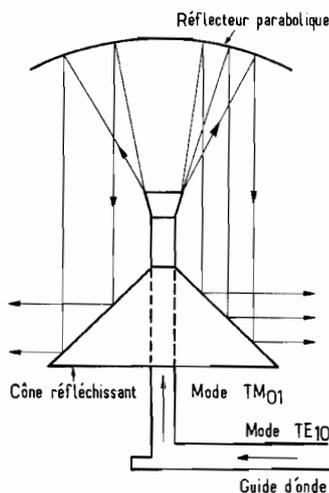


Fig. 1. — Exemple d'antenne omnidirectionnelle utilisable en bande VI. Les ondes transmises par le guide sont réfléchies par le « miroir » parabolique et un cône.

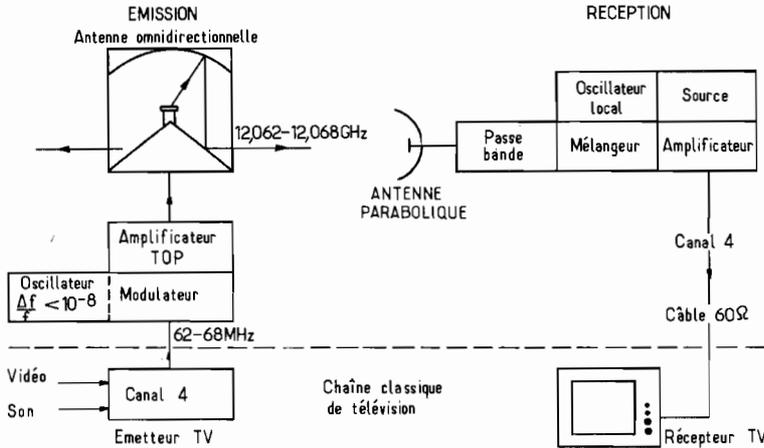


Fig. 3. — Synoptique d'une liaison TV en bande VI. Il suffit d'ajouter des convertisseurs de fréquences aux classiques circuits TV de façon à transposer les canaux des bandes VHF ou UHF en canaux de la bande SHF.

Le guide d'ondes débouche sur un réflecteur parabolique qui renvoie les ondes sur un cône. A son tour celui-ci les propage radialement, de façon homogène.

Pour la réception, plusieurs types d'antennes peuvent être employées et la figure 2 en montre quelques exemples.

Les réflecteurs paraboliques sont, du point de vue des caractéristiques électriques, les meilleurs. Malheureusement, ils présentent une importante résistance au vent que l'on cherche à diminuer en utilisant un treillis métallique pour la partie réfléchissante. Les mailles de ce treillis doivent être inférieures au quart de la longueur d'onde, soit de l'ordre du demi millimètre. Par ailleurs, le gain est d'autant plus grand que le diamètre du réflecteur est lui-même plus grand.

D'autres antennes ont été expérimentées, comme celles de la figure 2c et 2d qui, du point

de vue mécanique, sont nettement préférables aux précédentes.

Le tableau suivant donne quelques indications intéressantes à ce propos. On voit que les réflecteurs paraboliques ont des caractéristiques de gain et d'ouverture sensiblement égales. La tige rayonnante ou l'antenne à fentes (Fig. 2d) ont un gain relativement faible et une ouverture large, les deux notions étant liées d'ailleurs.

LES CONVERTISSEURS D'EMISSION ET DE RECEPTION

Un principe a été admis dès que l'on a songé à utiliser la bande VI : les émetteurs, et surtout les récepteurs actuels, seront utilisables sans transformation. C'est un peu le

	Diamètre du réflecteur	Largeur faisceau uni-puissance	Gain
Réflecteurs paraboliques avec cornet rayonnant (Fig. 2a)	D = 60 cm	2,5°	35 dB
	D = 40 cm	4,5°	31 dB
Réflecteurs paraboliques (Fig. 2b)	D = 60 cm	2,5°	33 dB
	D = 40 cm	4,5°	29 dB
Tige rayonnante (Fig. 2c)	Longueur de la tige 12,5 cm	28°	15 dB

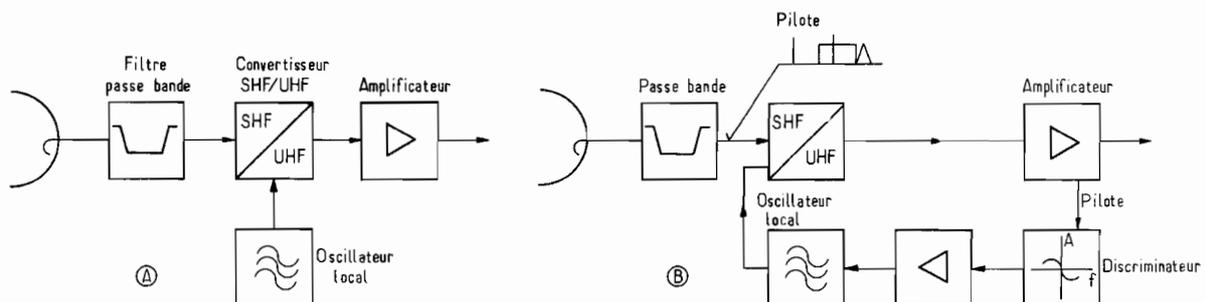
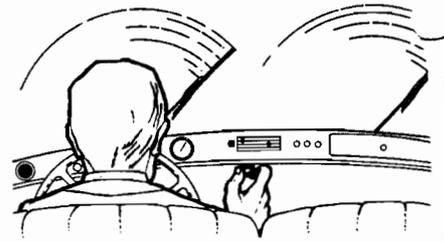


Fig. 4. — Synoptiques de convertisseurs pour la réception. En a, on utilise un oscillateur local simplement piloté par un quartz très stable; en b, on emploie la porteuse résiduelle pour piloter l'oscillateur.

dotez vos essuie-glaces d'une infinité de vitesses



POSE FACILE, RAPIDE PAR VOUS-MÊME

SWEEP CONTROL

APPAREIL RÉVOLUTIONNAIRE **73 F.** AU PRIX RÉVOLUTIONNAIRE T.T.C.

Sweep-Control, programmeur électronique, vous libère des fastidieuses manœuvres d'essuie-glaces. Agissant pour vous en fonction de l'intensité de la pluie, son réglage permet des va-et-vient de balais allant de 3 à 45 secondes avec TOUTES les cadences intermédiaires. Avec lui, fini ce bruit crispant d'essuie-glaces balayant un pare-brise sec. Adaptable sur tous véhicules, y compris ceux équipés d'essuie-glaces à 2 vitesses.

A la commande, préciser Marque, Type et Année du véhicule. Fourniture du Sweep Control en KIT au prix de 47 F + Frais d'envoi.

DOCUMENTATION SUR DEMANDE

C'EST UNE PRODUCTION

GAREN

59 bis, rue D. Papin - 78-Houilles - Tél. 968.70.03

principe de la compatibilité en télévision couleur. Un convertisseur de fréquences est donc associé dans chaque cas à l'antenne. Il sert en même temps de préamplificateur pour la réception.

Le schéma de principe d'une liaison sur 12 GHz s'établit comme indiqué en figure 3.

L'émission, les signaux TV sont pris sur l'émetteur de conception classique (travaillant, par exemple, sur le canal 4) mais avant l'étage de puissance. Un modulateur, associé à un oscillateur, fournit les signaux à un étage amplificateur, constitué, soit par un klystron à cavité multiple, soit par un tube à onde progressive.

L'émission est effectuée avec bande latérale réduite pour l'image et suppression de la porteuse. La stabilité en fréquence de l'oscillateur doit être meilleure que ± 100 Hz par mois.

Les spécifications du convertisseur de fréquence à la réception sont pour le moins sévères. En effet, la stabilité en fréquence de l'oscillateur local doit être meilleure que ± 75 kHz par an et les radiations parasites inférieures à 10^{-8} W afin de ne pas perturber les récepteurs voisins.

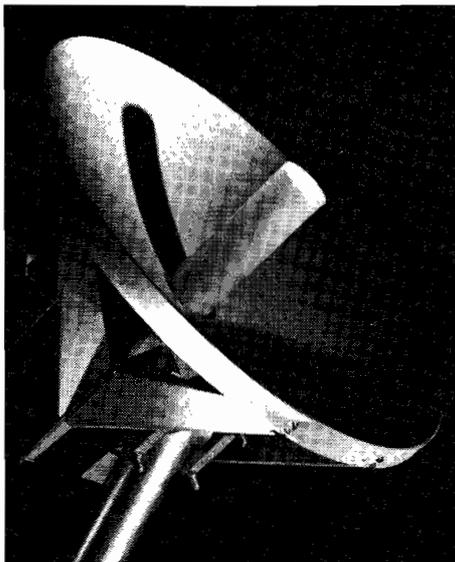
Deux types de convertisseurs peuvent être imaginés et sont représentés en figure 4 dans leur configuration de principe. En a, l'oscillateur est simplement piloté par un quartz, éventuellement thermostaté. En b, l'oscillateur local est commandé par la porteuse résiduelle qui sert alors de référence.

Le convertisseur est composé d'un filtre passe-bande, d'un mélangeur associé à un oscillateur et d'un amplificateur à faible bruit.

Le filtre passe-bande a plusieurs fonctions : il évite que l'oscillateur local rayonne à travers l'antenne, se transformant ainsi en un

ré-émetteur; d'autre part, il élimine les émissions en dehors de la bande choisie en même temps qu'il réduit les bruits de réjection.

Tous les circuits de réception doivent être caractérisés par un très faible facteur de bruit, ce qui conduit à utiliser des composants inhabituels en matière de réception TV. C'est ainsi que l'on utilisera de préférence des diodes Schottky pour le mélangeur, voire des préamplificateurs paramétriques si la question de prix n'intervient pas de façon cruciale.



Exemple d'antenne parabolique mise au point par Wisi-France. Le réflecteur a un diamètre de 60 cm ce qui assure à l'antenne un gain de 34 dB sur une largeur de bande de 400 MHz et un angle d'ouverture de $\pm 1,5^\circ$.

Actuellement, les techniques d'émission et de réception sont assez avancées, mais les études sont poursuivies pour chercher à optimiser les performances tout en aboutissant à des prix de fabrication et par suite de vente, raisonnables. Cependant, il existe, d'ores et déjà, des équipements 12 GHz comme celui que présentait Wisi-France au dernier Salon des Composants et que l'on peut voir sur notre photographie.

L'antenne parabolique est équipée du convertisseur de fréquences qui, par l'intermédiaire d'un modulateur à diodes, transpose les canaux reçus en bande VI dans les bandes IV et V. La fréquence de l'oscillateur est de 11,3 GHz. Elle est élaborée par des circuits multiplicateurs à partir d'un oscillateur à quartz très stable, ayant une précision de fréquence de $5 \cdot 10^{-6}$ pendant un an. Le bruit propre à l'ensemble est de 12 dB.

Les signaux de sortie sont amplifiés par un amplificateur large bande ayant un gain de 20 dB. La tension d'alimentation est transmise à l'ensemble de réception par l'intermédiaire du câble coaxial de descente.

L'ensemble décrit permet la transmission de 12 canaux de télévision. L'emplacement des canaux convertis, ainsi que les intervalles qui les séparent, sont déterminés d'avance par la modulation en bande VI. En modifiant la fréquence du quartz, on peut faire glisser de ± 40 MHz la bande de fréquences converties. Cela correspond à une bande de fréquences couvrant cinq canaux dans le haut ou dans le bas du spectre. De cette manière, il est possible de disposer les canaux convertis de la bande VI dans les intervalles laissés libres entre les canaux UHF déjà occupés.

R.C.

CONSTRUIRE UN ORGUE DE HAUTE QUALITÉ à la portée de l'amateur

Montez vous-même un orgue de grande qualité, progressivement, au moyen de nos ensembles. Toutes nos réalisations sont complémentaires, et peuvent s'ajouter à tout moment. Haute qualité musicale, due aux procédés brevetés ARMEL.

Demandez dès aujourd'hui la nouvelle brochure illustrée : **CONSTRUIRE UN ORGUE KITORGAN**

Une documentation unique sur l'orgue et la construction des orgues électroniques.

EXTRAIT DU SOMMAIRE

- Qu'est-ce qu'un orgue ? Claviers, pédalier, jeux, rangs, reprises, accouplements, combinaisons, expression, effets...
- Ce qui fait la qualité d'un orgue.
- La construction d'un orgue à la portée de l'amateur.
- Comment fonctionne un orgue ARMEL KITORGAN. Générateurs à transistors et à circuits intégrés.
- Comment sont obtenus les divers jeux.
- La réalisation peut être progressive.
- Exemples de réalisations progressives : Grand orgue à deux claviers et pédalier; Petit instrument à un seul clavier.
- Description des ensembles KITORGAN : Claviers, générateurs à transistors et à circuits intégrés, circuits de timbres, de vibrato, de percussion, préamplificateurs mélangeurs à circuit de silence, réverbération à haute fidélité, batterie d'anches, pédaliers, amplificateurs de puissance, haut-parleurs, consoles classiques et petites ébénisteries.
- Conditions générales de vente. CREDIT ARMEL.

NOMBREUX SCHEMAS ET ILLUSTRATIONS

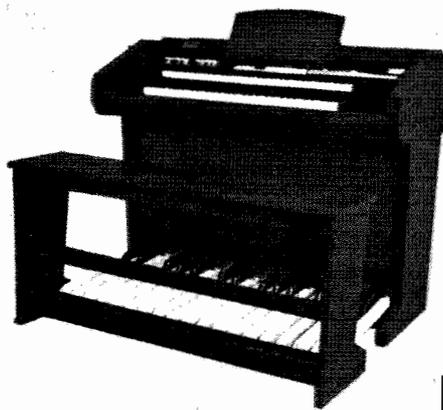
La brochure : 5 F franco, remboursables à la première commande.
Démonstration des orgues KITORGAN exclusivement à notre studio :
56, rue de Paris, 95 - HERBLAY
sur rendez-vous : téléphone : 978-19-78

S.A. ARMEL

BP 14

95-HERBLAY

construire un orgue KITORGAN



Marque déposée

BON POUR UNE BROCHURE à adresser à S.A. ARMEL :

Veuillez m'envoyer votre nouvelle brochure « CONSTRUIRE UN ORGUE ». Ci-joint un mandat — chèque postal — chèque bancaire (*) de 5 F qui me seront remboursés à ma première commande.

(*) Rayer les mentions inutiles.

NOM :

Profession :

Adresse :

Signature :

H.P. spécial 71