

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 101 (1975)
Heft: 18: 56e Comtoir Suisse, Lausanne, 13-28 septembre 1975

Artikel: Antennes urbaines
Autor: Mooser, Philippe / Sauer, Alain
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-72573>

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: 17.03.2025

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

Antennes urbaines

par PHILIPPE MOOSER et ALAIN SAUER, Lausanne

1. Partie antenne

La détermination de l'emplacement et le choix de l'antenne TV les mieux appropriés sont d'une importance essentielle, malheureusement souvent négligée. Le meilleur emplacement de l'antenne et le type d'antenne nécessaires sont déterminés sur la base de mesures sérieuses, systématiques et prolongées pour chaque émetteur de TV et radio OUC. Il faut aussi envisager dans ce cas l'angle d'incidence des signaux perturbateurs, tels que réflexions, perturbations par des canaux identiques ou voisins, par exemple.

Dans une installation d'antennes communes, la TV est retransmise en même temps que la radio. Dans ce cas, le mât d'antenne porte une ou plusieurs antennes pour OUC, chacune dans une direction propre ou pour un émetteur donné. Des antennes supplémentaires OUC s'imposent spécialement pour les transmissions stéréo, qui exigent des signaux non déformés et environ dix fois plus puissants.

Les antennes utilisées doivent avoir un facteur d'onde stationnaire de $S < 1,2$ pour que le signal reçu soit de puissance maximum et exempt de réflexions. Dans des conditions climatiques difficiles, on préférera aux antennes traditionnelles les antennes professionnelles, qui sont mécaniquement plus solides et dont le transformateur réglable permet d'obtenir un facteur $S = 1,05$.

Les propriétés électriques et données techniques d'une antenne sont, dans une grande mesure, indépendantes de la température, de la pression atmosphérique et de l'humidité, mais sont influencées très fortement par le givre, celui-ci provoquant un déplacement de la résonance des éléments de l'antenne vers les fréquences plus basses. En effet, la glace possède une constante diélectrique assez élevée, produisant des changements de la résistance de radiation, du gain, de la directivité et du rapport avant-arrière de l'antenne. Ces influences, temporaires mais indésirables pour un important réseau de distribution, peuvent être combattues par l'enveloppement du dipôle et, si possible, du directeur qui en est le plus rapproché, dans un boîtier en matière plastique.

Les différentes antennes sont montées sur un mât en anticorrosion (AlSiMg) fixé sur un pylône spécial en béton centrifugé (fig. 1). Ces pylônes sont équipés d'une nacelle et d'une échelle, ce qui facilite le service. Il arrive aussi qu'on ait recours à des constructions en bois permettant de répartir les antennes aussi bien horizontalement que verticalement (fig. 2).

Les signaux perturbés ou reçus faiblement doivent être traités le plus près possible des antennes. Pour ce faire, on place des préamplificateurs dans les boîtiers d'antenne ou dans une armoire étanche fixée au mât.

2. Station de tête

La station de tête permet de traiter les signaux de radio-diffusion et de télévision qui entrent à des niveaux très différents, de façon qu'ils puissent être transmis par un seul câble coaxial au réseau primaire (fig. 3).

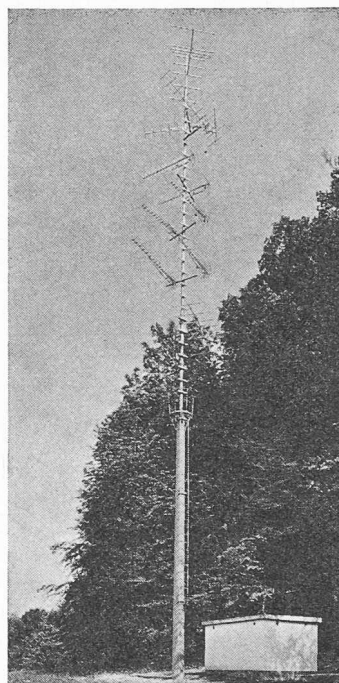


Fig. 1. — Pylône de dégagement avec nacelle, supportant un mât et des antennes pour la réception des OUC et TV.

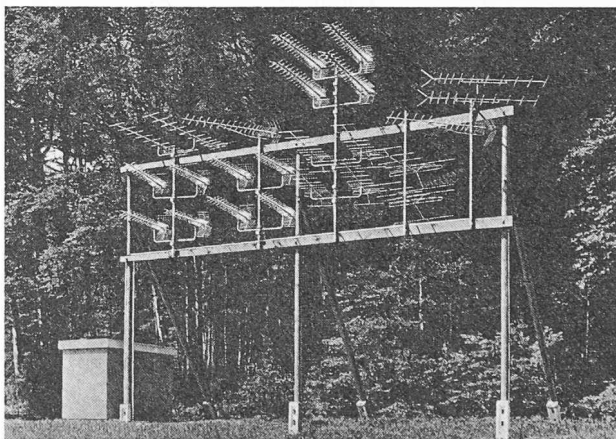


Fig. 2. — Montage sur cadre permettant de se protéger des perturbations venant de l'arrière.

Huit programmes TV et radio FM.

Elle comprend les éléments suivants :

a) Coupleurs : ils servent à l'interconnexion des différentes antennes. Ils doivent avoir un facteur d'adaptation $S < 1,2$.

b) Filtres : les signaux des canaux voisins ou à forte incidence doivent être ramenés à un taux acceptable. Si l'on désire de forts amortissements de blocage dans une faible largeur de bande, il faut combiner des circuits filtres avec des circuits bouchons type « quart d'onde ».

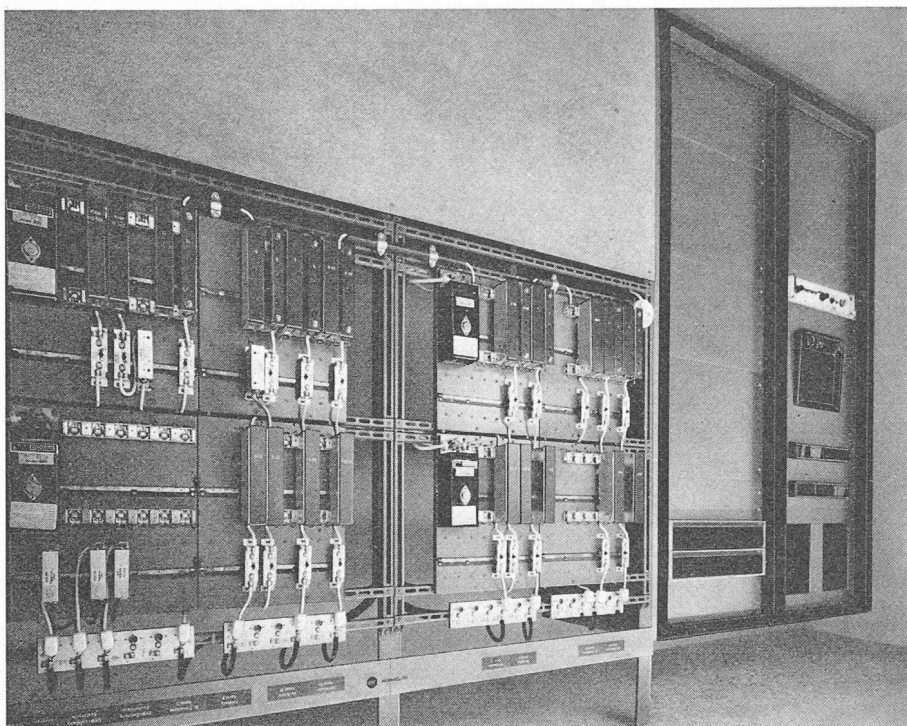


Fig. 3. — Station de tête équipée de tous les éléments nécessaires au conditionnement des signaux.

c) Amplificateur : les émetteurs OUC sont dans la plupart des cas amplifiés dans un amplificateur à large bande, alors que les signaux TV sont traités séparément pour chaque programme, en vue de la régulation et de l'absorption d'ondes indésirables. L'expérience et les mesures statistiques ont montré que les tensions de réception varient avec les conditions climatiques ; ces amplificateurs sont donc équipés d'une régulation automatique. La régulation est prise à la sortie de l'amplificateur sur la porteuse image dans la norme CCIR et sur la porteuse son dans la norme française. Cette régulation garantit une tension de sortie de ± 1 dB pour un signal d'entrée de ± 10 dB.

d) Convertisseur : les programmes de TV captés en UHF sont convertis en VHF pour la transmission dans les réseaux primaires et secondaires. En effet, à l'heure actuelle, une transmission directe en UHF ne peut être envisagée à cause de la trop forte atténuation des câbles. Compte tenu de la sélectivité des téléviseurs, on ne peut utiliser dans la bande VHF qu'au maximum six programmes, soit par exemple C 2, C 4, C 6, C 8, C 10 et C 12 pour autant qu'aucun émetteur puissant ne vienne influencer les récepteurs, ce qui nécessiterait sa conversion et rendrait inutilisable son canal de base. Il est donc rationnel, afin d'augmenter le nombre de canaux utiles, d'utiliser les bandes intermédiaires (104 à 174 MHz) ainsi que le spectre de fréquence au-delà de C 12 (230 à 300 MHz). On peut avec ce système transmettre, entre la bande OUC et C 5, quatre programmes de TV supplémentaires et, entre 230 à 300 MHz, cinq programmes. La stabilité des fréquences des convertisseurs HF est assurée par un oscillateur piloté par un quartz. Les harmoniques qui se créent par la fréquence quartz doivent se trouver hors des fréquences transmises ; c'est un point spécialement important quand il s'agit du choix du convertisseur. Les convertisseurs sont également équipés d'une régulation automatique identique à celle des amplificateurs.

e) Générateur pilote : ce générateur délivre dans le réseau deux fréquences très stables qui servent à la régu-

lation automatique des amplificateurs primaires et éventuellement secondaires.

Ces éléments, tous transistorisés, peuvent être alimentés à distance avec de la basse tension par retour sur le câble coaxial. Si l'on veut assurer que la tension nominale des différents éléments soit respectée, il est nécessaire d'intercaler un régulateur automatique.

2.1 Station de tête professionnelle

Cette station correspond à la conception d'un réémetteur TV du type utilisé par les PTT.

Comme on peut le constater sur la figure 4, l'armoire est équipée de « racks 19 » comprenant les éléments nécessaires au traitement des signaux. Cette conception permet de remplir toutes les exigences grâce à la possibilité de combiner différents équipements techniques nécessaires à la répartition des signaux, soit :

- le filtrage,
- l'amplification,
- la conversion,
- la régulation du niveau,
- le transcodage,
- la régulation pilote,
- le couplage,
- l'alimentation,
- les appareils de mesure.

Contrairement au principe adopté dans les stations traditionnelles, le traitement des signaux reçus se fait d'après le principe de la double conversion, c'est-à-dire que le signal haute fréquence d'entrée est converti en moyenne fréquence pour le traitement (filtrage, conversion de normes). A la sortie de l'étage moyenne fréquence, le signal ainsi travaillé est remodulé sur le canal haute fréquence désiré. Ceci est non seulement appliqué en télévision, mais aussi en radio pour la modulation de fréquence. De ce fait, une station de tête remplit une des conditions essentielles pour la mise en service des canaux adjacents dans les réseaux de télédistribution.

Pour l'obtention d'une constante élevée de fréquences, on utilise des quartz oscillateurs de haute qualité qui sont maintenus à une température constante par un thermostat.

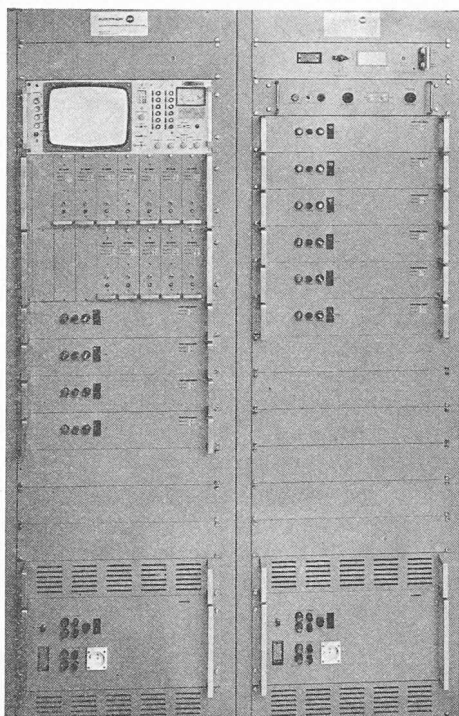


Fig. 4. — Station de tête professionnelle Fuba équipée de 10 programmes TV et 12 OUC, ainsi que des instruments de contrôle.

La très grande sensibilité d'entrée s'obtient par des éléments semi-conducteurs à faible souffle.

2.2 Transcodage et convertisseur de normes

La coexistence en Europe de signaux TV de normes différentes rend nécessaire le transcodage des signaux sur une norme unique dans la station de réception si l'on désire pouvoir proposer aux téléspectateurs des téléviseurs mono-standards moins coûteux.

- a) Transcodeur : il permet la transposition des émissions françaises couleurs du type SECAM en émissions couleurs du type PAL, système adopté par la Suisse pour ses programmes.
- b) Convertisseur de normes : il permet de ramener à 625 lignes les émissions de la première chaîne française diffusée en 819 lignes. Cette norme étant appelée à disparaître, la solution la plus économique généralement utilisée comprend un groupe optique, c'est-à-dire un moniteur à hautes performances et une caméra de prises de vues.

Remarques : ces deux équipements de type professionnel peuvent également être utilisés avec une station de tête traditionnelle.

3. Réseau primaire

Le réseau primaire comprend la ligne partant de la station de tête aux grands axes de la ville. Elle est essentiellement composée de câbles coaxiaux et amplificateurs. La première condition pour la transmission de signaux à hautes fréquences sur de longues distances est le choix du câble coaxial.

3.1 Câble coaxial

Les critères régissant le choix d'un câble sont :

a) Les critères mécaniques

Un câble TV doit être tiré dans des tuyaux, déroulé dans des fouilles ouvertes, suspendu entre poteaux. Il doit

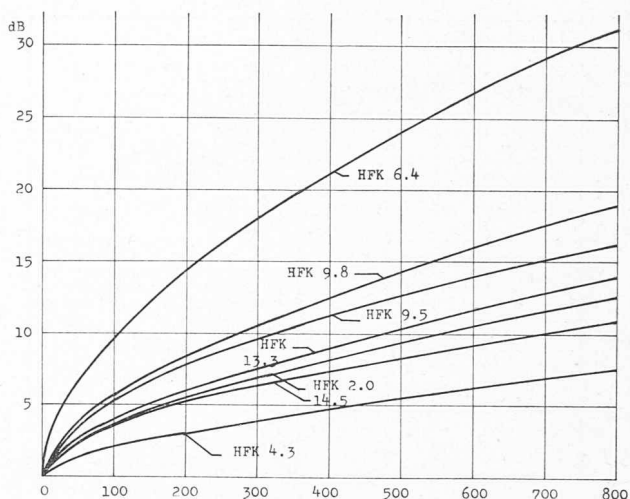


Fig. 5. — Diagramme d'affaiblissement des principaux types de câble utilisés.

résister à toutes ces sollicitations sans rien perdre de ses qualités. Son enveloppe extérieure, étanche à l'eau, résistante à toute corrosion, supportera aussi bien le froid que le chaud sans fissuration.

Si un câble coaxial doit passer par des tubes existants, une protection supplémentaire de l'armature est conseillée ; s'il doit être posé directement dans le sol, une armature en acier avec manteau PE est absolument indispensable.

b) Les critères électriques

Les paramètres essentiels régissant les propriétés de transmission des câbles sont les suivants :

- a) La régularité de l'impédance en ligne.
- b) L'affaiblissement linéique (fig. 5).
- c) L'affaiblissement provoqué par des défauts répétitifs ou taux d'ondes stationnaires.
- d) Le facteur d'écran.
- e) Le coefficient de température.

a) *La régularité de l'impédance en ligne* : des variations brusques d'impédances provoquent des réflexions causant une dégradation des images ou même des phénomènes d'écho. Pour provoquer une réflexion perceptible sur un câble de 2 cm de diamètre, il suffit d'une variation de plus ou moins 0,02 mm du diamètre du conducteur central ou d'une variation de plus ou moins 0,1 mm du diamètre du conducteur extérieur. Le même effet peut provenir d'une variation de 1 % de la permittivité.

b) *L'affaiblissement linéique* : il dépend de la nature, des dimensions des conducteurs, de l'isolant choisi et de la fréquence.

Pour le conducteur central, on utilise généralement du cuivre, mais pour le conducteur extérieur, de l'aluminium, qui n'entraîne qu'une très faible augmentation de l'atténuation. L'aluminium est souvent préféré au cuivre pour des raisons économiques. Le choix du diélectrique est très important. Il doit avoir une permittivité et un angle de perte aussi faible que possible. On exige fréquemment aussi l'étanchéité longitudinale de câble de façon à éviter, en cas d'accident, la pénétration d'eau sur une grande longueur.

Cette exigence exclut l'emploi d'isolants semi-aérés, tels que spirales de polyéthylène, ou tubes supportés par des rayons, solutions qui permettraient d'abaisser la permittivité. Le polyéthylène cellulaire est un isolant des plus utilisés actuellement.

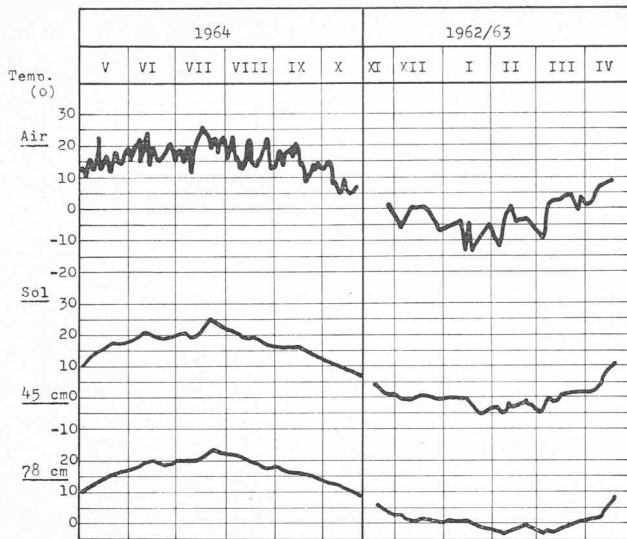


Fig. 6. — Température de l'air et du sol, mesurée dans un profil de rue.

c) *Taux d'ondes stationnaires* : un câble peut présenter d'infimes irrégularités susceptibles de perturber la transmission. Chaque irrégularité provoque en effet une réflexion d'énergie s'additionnant en phase et en amplitude pour causer une véritable désadaptation. La perte d'énergie non transmise se traduit par une augmentation d'affaiblissement de la fréquence incriminée.

d) *Facteur d'écran* : pour qu'aucune influence étrangère ne perturbe les signaux transmis et pour qu'aucune perte par radiation ne se produise, les conducteurs extérieurs des câbles sont constitués de tresses simples, de tresses doubles ou de rubans métalliques.

e) *Coefficient de température* : le coefficient de température d'un bon câble coaxial est d'environ 0,2 %/°C et devrait être constant avec une large variation de température ; la figure 6 montre des mesures de température du sol à différentes profondeurs ; elles ont été effectuées par l'EPFZ en hiver 1962/63 et en été 1964. Les courbes démontrent que les lentes variations saisonnières diminuent en fonction de la profondeur. A une profondeur de 78 cm (profondeur de pose des câbles dans les grosses installations) la température varie entre plus 24° et moins 3°C, ce qui correspond à une variation de 13°C à la température moyenne. Ces différences de températures créent de grandes variations de niveaux, même dans les cas où le câble est posé dans le sol. Ces variations ne peuvent être tolérées car elles causeraient en été une augmentation du souffle et en hiver de l'intermodulation. Elles seront donc compensées au niveau des amplificateurs de ligne.

3.2 Amplificateur primaire

Il a en principe les tâches suivantes :

- Compensation de la chute de tension sur la partie précédente du câble, ceci en un renforcement aussi linéaire que possible dans toute la gamme des fréquences à transmettre.
- Correction de la pente en fonction de l'atténuation du câble qui est dépendant de la fréquence.
- Stabilisation de la tension d'alimentation fournie à distance pour alimenter les amplificateurs.
- Régulation de la tension de sortie pour corriger l'atténuation des lignes en fonction du vieillissement et des variations de température.
- Régulation de la pente d'amplification pour compenser la non-linéarité des fluctuations provoquées par les variations de température.

Examinons les différents points de plus près :

- Des considérations économiques détermineraient des amplificateurs d'environ 24 à 28 dB. Il est important qu'à l'intérieur de la bande amplifiée on arrive à une linéarité aussi grande que possible, étant donné que celle-ci a une influence directe sur la cascabilité maximale des amplificateurs. Des variations de 0,5 dB sont admissibles pour de grosses installations.
- L'atténuation des câbles est plus importante aux fréquences les plus élevées (fig. 5). Si l'on ne corrigeait pas cet état de chose, une surmodulation des fréquences les plus basses apparaîtrait déjà après peu d'amplificateurs. Il faut donc poser avant chaque amplificateur de bande un correcteur qui réajuste les caractéristiques de passages contraires aux pertes du câble. Ce domaine de correction devrait être d'environ 18 dB à 40 MHz.
- L'amplificateur devrait être muni d'un régulateur de tension pour que la tension d'alimentation puisse être abaissée et stabilisée sur la tension nominale. On peut donc alimenter à distance plusieurs amplificateurs. Il faudrait également une protection automatique contre les courts-circuits pour éviter les dégâts inutiles.
- Ces deux points sont réglés par deux circuits identiques. La sortie de l'amplificateur est amenée à un
- récepteur pilote sélectif. Ce récepteur pilote produit une tension dépendante du signal reçu, cette composante continue est alors comparée avec une tension de référence préréglée. La différence sera amplifiée et commandera le renforcement de l'amplificateur de réglage au point de vue tension de sortie. Cette dernière reste constante à plus ou moins 0,5 dB pour une variation de température de 80°C.

L'affaiblissement du câble et les éléments passifs se trouvant sur le réseau doivent être pris en considération ; l'affaiblissement avant l'amplificateur devrait toujours correspondre à la valeur de son amplification.

La cascabilité indique le nombre d'amplificateurs d'un certain modèle que l'on peut utiliser, compte tenu des écarts nécessaires du bruit et de l'intermodulation à l'intérieur de l'installation de télédistribution, cette cascabilité est en général donnée par le fabricant sous forme d'un graphique « en ciseau » qui permet facilement de déterminer la portée maximale d'une installation qui ne peut être changée que par la qualité du câble.

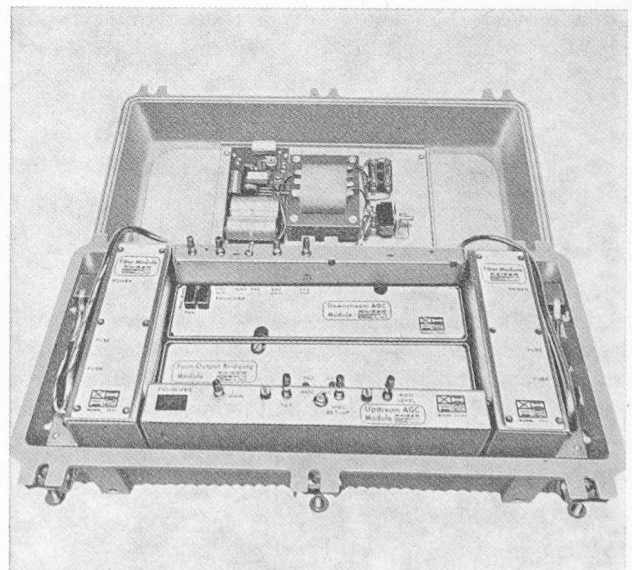


Fig. 7. — Amplificateur professionnel Théta-Com de ligne primaire et secondaire équipé de la voie de retour, étanche.

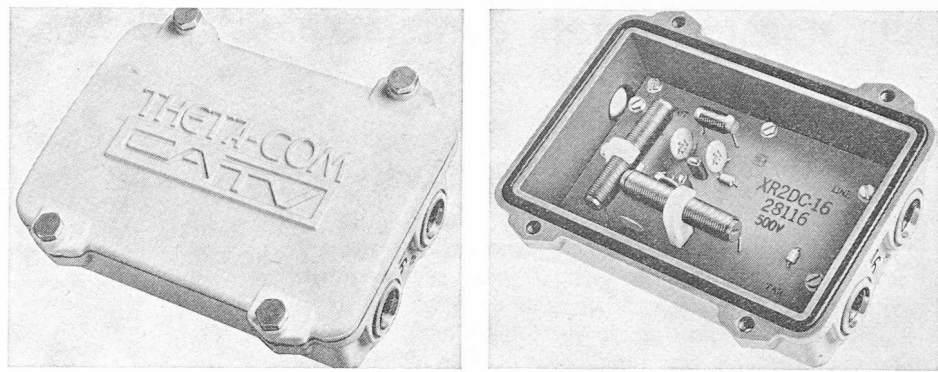


Fig. 8. — Dérivation professionnelle étanche.

La figure 7 montre un type d'amplificateur qui sera spécialement important dans l'avenir. En Amérique, ce système est connu sous le nom de « two way system ». Ce modèle présenté transmet des fréquences de 40 à 300 MHz, ce qui permet de passer jusqu'à 28 canaux. Il est de plus prévu une bande de fréquence de 5 à 30 MHz utilisée pour la voie de retour. Il est donc possible de transmettre trois programmes de plusieurs endroits différents. Ces signaux inverses revenant à la station de tête sont convertis dans des fréquences de plus de 40 MHz et peuvent être ainsi captés par chaque abonné. Les deux amplificateurs (voie directe et voie de retour) sont munis d'unités de réglage (atténuation et pente) dépendants des fréquences pilotes ; l'alimentation à distance est possible.

3.3 Dérivation

Pour pouvoir amener les signaux dans les lignes primaires et secondaires, il faut des boîtes de dérivation qui répondent à de hautes exigences. Une dérivation aussi parfaite soit-elle crée par son découplage un point de réflexion. La figure 8 montre un distributeur professionnel de haute qualité, lequel grâce à sa construction et à l'utilisation des fiches HF possède un facteur de réflexion de $S = 1,1$.

4. Réseau secondaire

Le réseau secondaire englobe tout l'équipement nécessaire à l'alimentation des amplificateurs de distribution (amplificateurs tertiaires). Le câble est en général de dimension plus réduite et les amplificateurs sont de conception semblable à ceux du réseau primaire. Les boîtes de dérivation doivent être de type professionnel afin d'éviter la formation de « fantômes » dus à une mauvaise adaptation des lignes.

5. Réseau tertiaire

Le réseau tertiaire correspond à une distribution traditionnelle effectuée pour les antennes collectives d'immeubles et comprend des équipements de type courant.

5.1 Amplificateur tertiaire

Les stations tertiaires comprennent des amplificateurs large bande qui permettent la diffusion jusqu'à six programmes TV. Lorsque le réseau transmet un nombre plus élevé de programmes, il est usuel de reconvertir les signaux diffusés sur les canaux intermédiaires (canaux S) dans les bandes UHF que les téléviseurs peuvent normalement recevoir. Cette solution permet la réception de neuf programmes supplémentaires (fig. 9).

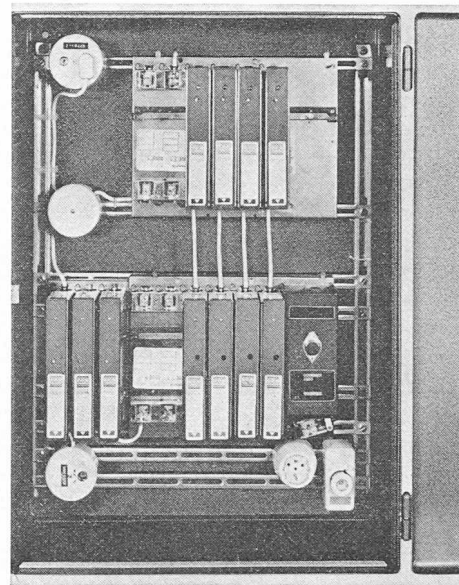


Fig. 9. — Amplificateur tertiaire (d'immeubles) avec reversion des programmes S en UHF.

Une autre solution consiste à avoir un amplificateur tertiaire du type large bande et que les bandes intermédiaires soient transposées sur les fréquences UHF individuellement à l'aide d'un convertisseur d'abonné. Compte tenu de la perméabilité du réseau tertiaire, cette technique peut présenter certaines difficultés, car les bandes intermédiaires ne sont pas réservées à l'usage propre de la télévision.

5.2 Distribution

Le réseau à partir de l'amplificateur tertiaire est exécuté avec des dérivations normales dans les combles ou les caves des immeubles, ce qui permet aux propriétaires d'exécuter la distribution dans les appartements.

Si la conversion des canaux intermédiaires se fait au niveau des amplificateurs, il s'ensuit naturellement que le réseau de distribution doit être construit au point de vue matériel, connexions et atténuations pour passer les UHF.

Lorsqu'on alimente un immeuble dont la distribution est existante, il y a lieu de veiller à ce que celle-ci soit compatible avec le réseau et permette de fournir à toutes les prises le signal minimum ou maximum prescrit par les PTT.

Adresse des auteurs :
Philippe Mooser et Alain Sauer
Autophon SA
51, chemin de la Vallombreuse, 1001 Lausanne