

techniques nouvelles

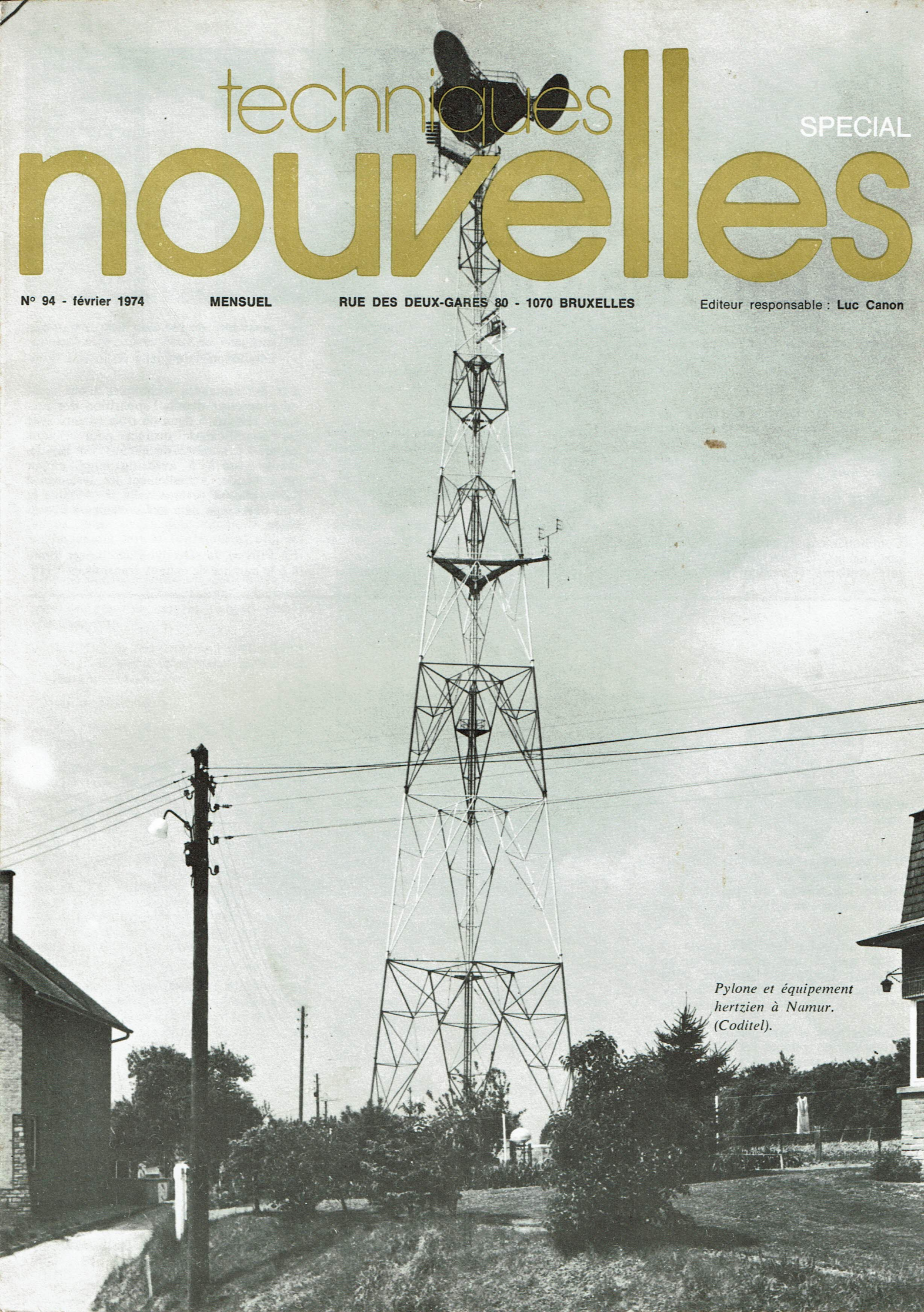
SPECIAL

N° 94 - février 1974

MENSUEL

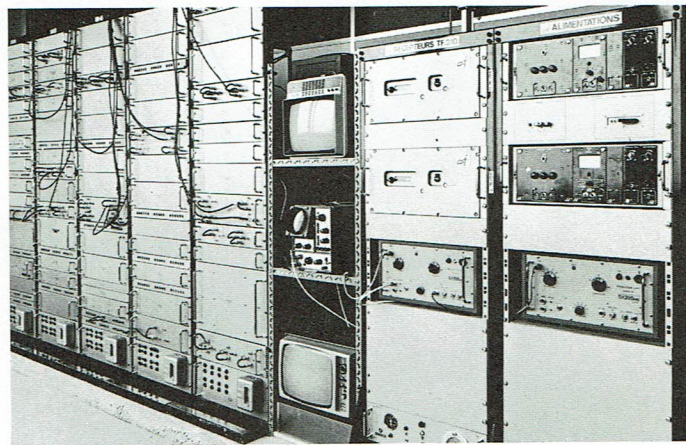
RUE DES DEUX-GARES 80 - 1070 BRUXELLES

Editeur responsable : Luc Canon



*Pylone et équipement
hertzien à Namur.
(Coditel).*

L'EVOLUTION DE LA TELEDISTRIBUTION



L'apparition de nombreux systèmes de « télédistribution » a influencé considérablement le marché de la télévision aussi bien en Belgique que dans les autres pays européens.

Pour saisir l'importance de cette évolution, nous nous proposons ici de faire le point sur le système généralement utilisé : le système CATV (Community Antenna Television).

QU'EST CE QUE LE SYSTEME CATV ?

Communément appelé télédistribution dans nos régions, le système CATV (Community Antenna Television) permet de des-

servir un grand nombre d'abonnés au moyen d'une seule antenne.

Cette antenne est située à l'endroit le plus favorable de la région et les signaux TV sont acheminés par câbles.

Les pertes dans les câbles sont compensées par des amplificateurs répartis en cascade sur la ligne.

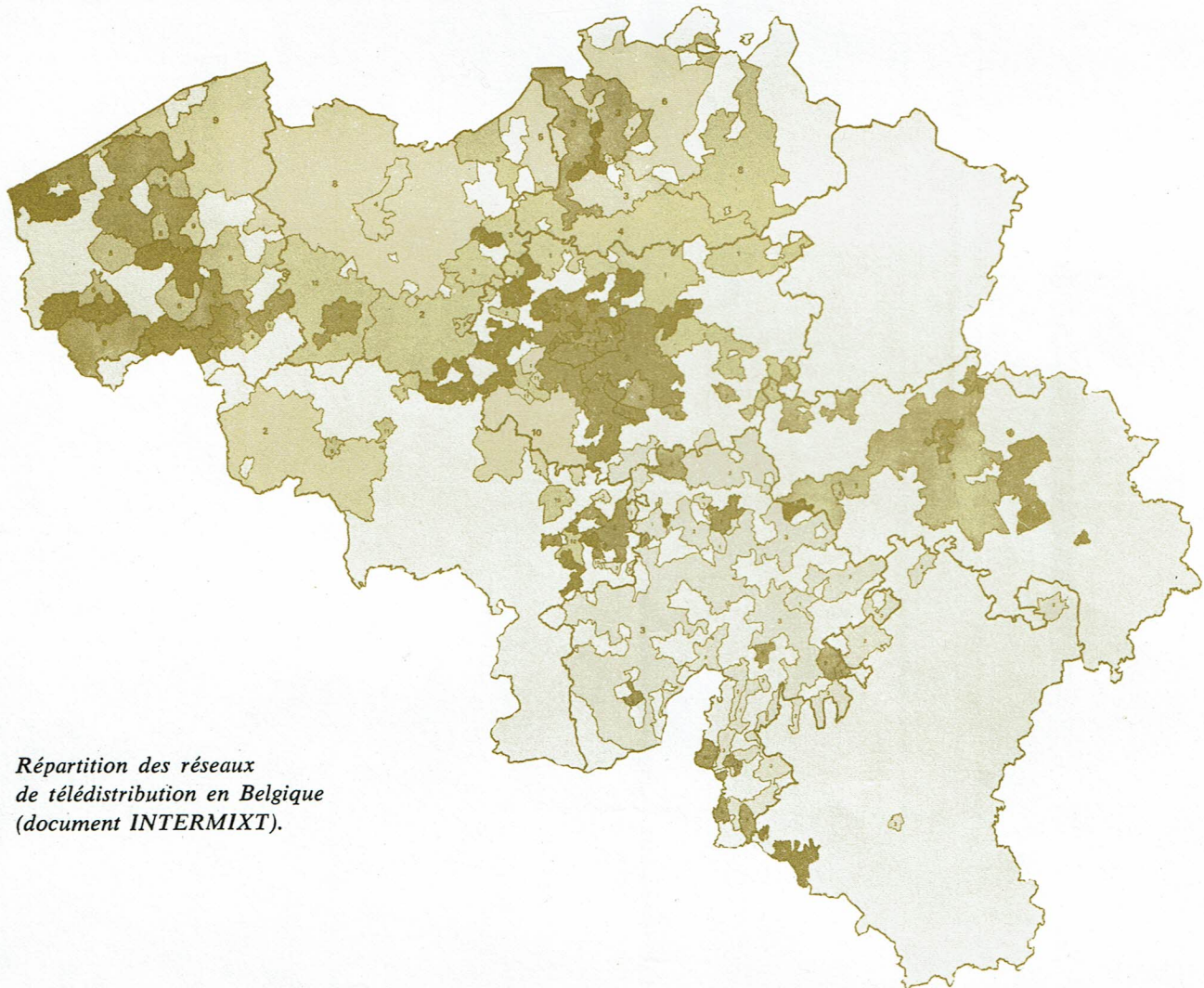
Les avantages de la télédistribution sont bien connus :

- meilleure qualité de l'image, indépendamment de la situation géographique de l'abonné.
- plus grande variété de programmes.

- possibilité de création de programmes locaux.
- adjonction de signaux radio FM.

Les performances techniques n'ont cessé de progresser depuis l'apparition des premiers réseaux à deux ou trois canaux avec un amplificateur distinct pour chaque canal. Le nombre de canaux est rapidement passé à 5 avec un amplificateur large bande. Actuellement les systèmes à 12 canaux se révèlent déjà insuffisants et l'on développe déjà des systèmes à 27 canaux.

En Europe, la sélectivité des tuners limite à 6 le nombre de canaux transmis en VHF,



*Répartition des réseaux
de télédistribution en Belgique
(document INTERMIXT).*

Vue des équipements de tête de réseaux installés à la tour Madou. (Photo Coditel).

c'est pourquoi les équipements actuels doivent être prévus pour les canaux UHF pour faire face à la demande accrue.

COMMENT FONCTIONNE CE SYSTEME ?

La figure 1 illustre schématiquement le fonctionnement d'un tel système. Nous avons conservé les dénominations anglo-saxonnes qui restent couramment utilisées dans ce domaine.

Une ou plusieurs antennes captent les différents signaux TV qui sont acheminés vers un contrôle central (« head end ») qui comporte

- les circuits convertisseurs (pour transposer le signal d'un canal défini sur un autre canal.
- les amplificateurs
- les circuits de contrôle et de monitoring.

Le signal est ensuite transmis par câble coaxial vers les abonnés. La ligne n'est évidemment pas idéale et elle est sujette à des atténuations en fonction de la fréquence et de la température. C'est pourquoi il faut prévoir des amplificateurs spéciaux pour compenser ces variations tout au long de la ligne mère (« trunk line »). Les amplificateurs de la ligne mère (« trunk amplifier ») sont placés à des distances qui varient suivant l'atténuation de la ligne et le gain des amplificateurs (l'atténuation étant compensée évidemment par le gain).

Chacun de ces amplificateurs comporte un circuit de contrôle (« tilt control ») qui ajuste le gain pour compenser les atténuations du câble en fonction de la fréquence. Des contrôles manuels et automatiques (« pilotes ») sont prévus pour limiter la somme des gains fournis par chaque amplificateur.

Un contrôle automatique de gain compense également les effets de la température, du vieillissement des composants, etc...

Aux points de distribution de la ligne mère, des amplificateurs en pont compensent les pertes de signal dans les lignes de distributions aux abonnés ou dans les autres amplificateurs.

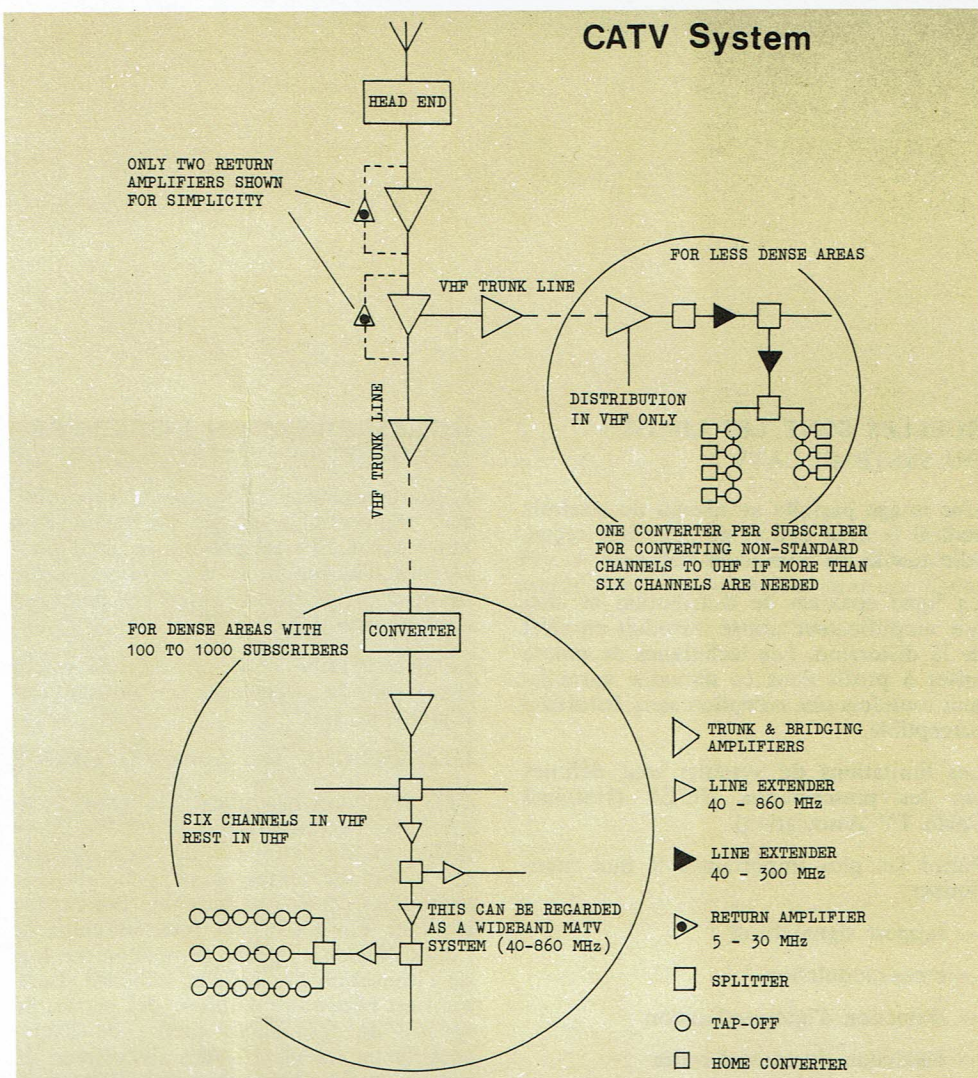


Fig. 1. Schéma-bloc d'un système de télédistribution CATV.

En dehors du réseau mère, des amplificateurs « line extender » compensent les pertes introduites par les abonnés (« tap losses »), des amplificateurs identiques sont également utilisés dans le cas de lignes de distribution plus courtes qu'un réseau mère. Ces amplificateurs travaillent avec un niveau de sortie plus faible que celui des amplificateurs mères et le nombre d'amplificateurs en cascade est plus faible car leurs tolérances sont moins sévères.

Des circuits séparateurs passifs répartissent le signal par groupe d'abonnés et toutes les pertes de puissance dans chaque nouvelle ligne sont compensées par un amplificateur du type line extender.

Dans les régions à forte densité d'abonnés

(100 à 1000), deux systèmes sont possibles si le nombre de canaux requis est supérieur à 6.

1. Le signal complet est transmis en VHF jusqu'à l'abonné qui possède alors un convertisseur transposant les canaux interbandes (VHF) en canaux UHF (voir fig. 2).
2. Le signal VHF est acheminé jusqu'à un convertisseur central pour 100 à 1000 abonnés, le signal transposé VHF-UHF est distribué ensuite à chaque abonné.

Lorsqu'une liaison dans le sens abonné - contrôle central est requise, on utilise dans les deux cas des amplificateurs de retour dans la bande de 5 à 30 MHz placés en parallèle sur chaque amplificateur.

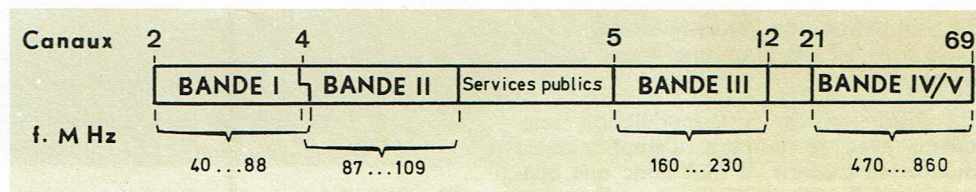


Fig. 2. Répartition des canaux et des fréquences.

QUELLES SONT LES LIMITES DU SYSTEME CATV ?

Une image parfaite au niveau du contrôle central (« head end ») ne peut être reçue, telle quelle au niveau de l'abonné.

La ligne coaxiale de distribution et chaque amplificateur utilisé introduit en effet de la distorsion. Les techniques de pointe mises à profit dans ce domaine garantissent toutefois une réception sans distorsion perceptible.

Les limitations du système sont définies par les prescriptions NCTA (National Cable TV Association).

Parmi les plus importantes il faut mentionner

- rapport signal/bruit
- cross-modulation
- distorsion d'intermodulation
- distorsion du second ordre

UN RAPPORT SIGNAL/BRUIT SUPERIEUR A 45 dB

Un faible rapport signal/bruit se traduit par une image trouble et neigeuse. Comme chaque amplificateur introduit du bruit, ce bruit est à son tour amplifié par chaque amplificateur en aval de la ligne.

En aucun point de la ligne CATV ce rapport ne peut être inférieur à 45 dB, ce qui implique un rapport signal/bruit considérablement plus élevé pour chaque amplificateur.

CROSS-MODULATION INFERIEUR A 57 dB

Le phénomène de cross-modulation se traduit par des lignes verticales ou des bandes défilant au travers de l'image.

Il est provoqué par l'interaction des signaux de synchronisation du canal sélectionné avec ceux d'autres canaux. Dans le cas le plus défavorable, l'image entière d'un canal peut apparaître et défiler sur l'écran.

La limitation de cross-modulation est fixée à -57 dB pour une bonne qualité d'image.

La distorsion de cross-modulation augmente avec le nombre d'amplificateurs montés en cascade, il faut donc que chaque amplificateur présente une distorsion nettement inférieure à -57 dB.

INTERMODULATION INFERIEURE A -60 dB

L'intermodulation provoque la superposition d'une faible image provenant d'un autre canal. Elle est provoquée par l'interférence d'harmoniques du troisième ordre de deux ou plusieurs fréquences porteuses dans le canal sélectionné.

La norme DIN 4504 prévoit une valeur maximale de -60 dB en utilisant les signaux de test.

DISTORSIONS DU SECOND ORDRE

Ces distorsions produisent des lignes verticales sur l'écran lorsque la somme ou la différence du battement de deux fréquences porteuses tombe dans la bande passante d'un canal TV. Le choix des canaux attribués par les offices internationaux de radiodiffusion empêche ce phénomène lors de l'utilisation des canaux standard. Lorsqu'il est nécessaire d'utiliser des parties du spectre de fréquences situées de l'autre côté de la bande III, des distorsions du second ordre peuvent tomber dans la bande. Il est indispensable dans ce cas de choisir des amplificateurs avec une très faible distorsion de second ordre. Cette distorsion peut être considérablement réduite par des systèmes push-pull, en contrepartie la valeur du courant d'alimentation augmente.

LE GAIN LARGE-BANDE

Le gain large bande des amplificateurs utilisés dans les systèmes CATV est limité aux hautes fréquences par les capacités de contre-réaction des transistors employés. Ces capacités doivent être aussi faible que possible. Dans le cas d'un transistor qui dissipe 3,5 W, une valeur de capacité de 1,2 pF peut être considérée comme faible (voir figure 3).

LA MISE EN CASCADE DES AMPLIFICATEURS

La mise en cascade des amplificateurs n'est pas illimitée car le bruit croît en fonction de leur nombre, nous en avons déjà parlé précédemment. Pour maintenir un rapport signal/bruit suffisant, le niveau minimum requis par amplificateur croît comme leur nombre.

D'autre part, le niveau maximum est limité par les contraintes de cross-modulation,

Pour un gain d'amplification donné il faut rechercher un compromis entre le rapport signal/bruit et les paramètres de cross-modulation et d'intermodulation. La figure 4 donne le nombre maximum d'amplificateurs que l'on peut monter en cascade en fonction du niveau de sortie de chaque amplificateur et les limitations de distorsion.

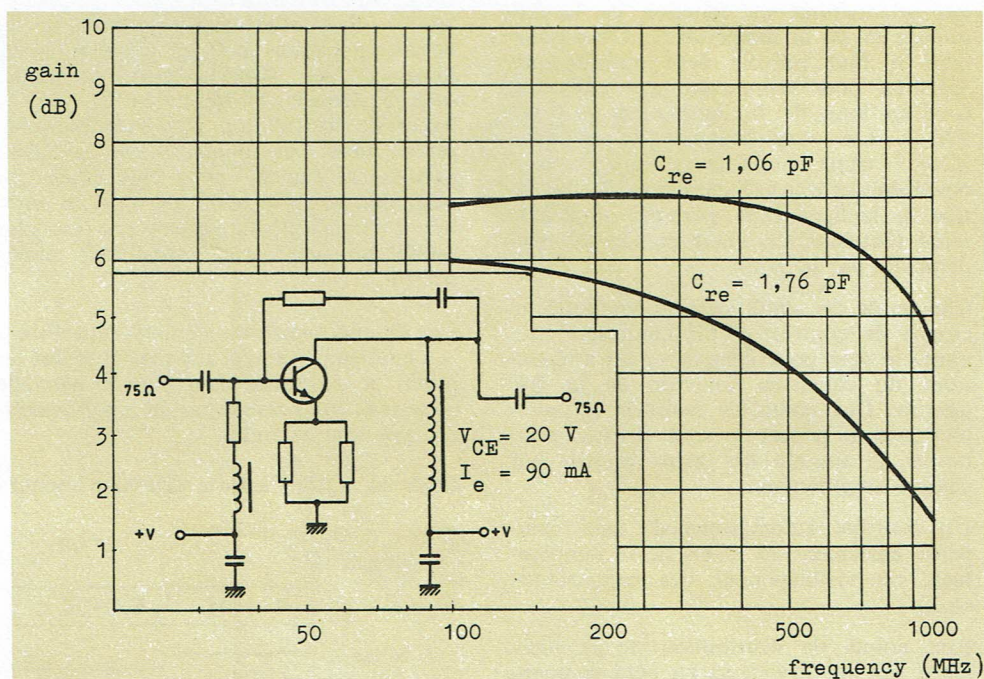


Fig. 3. Effet de la capacité de contre-réaction d'un transistor sur le gain large bande.

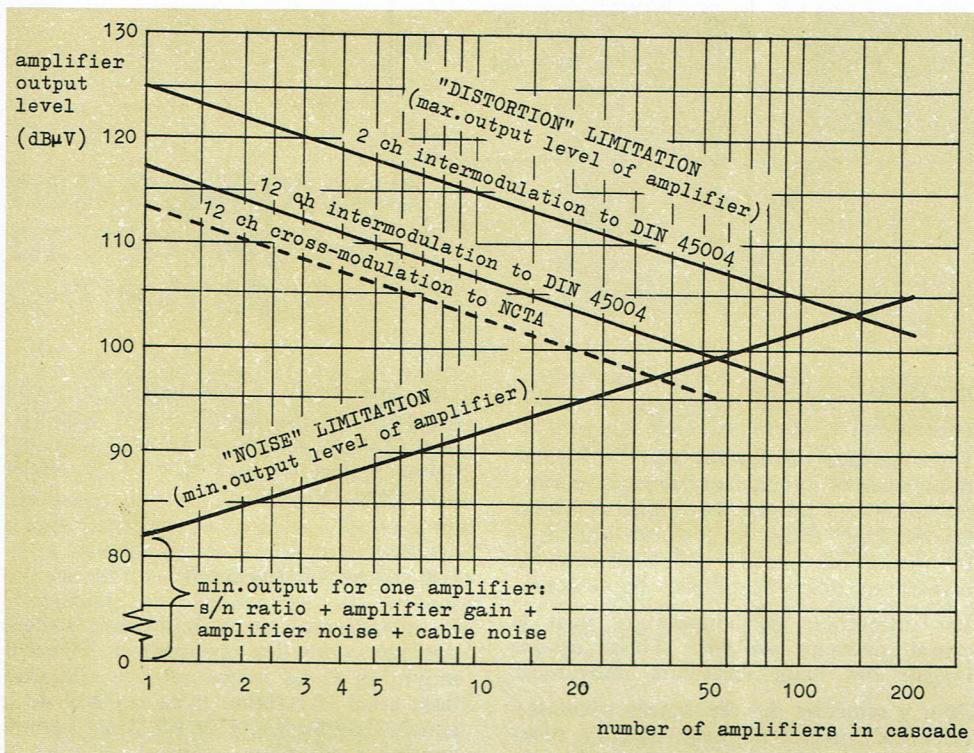


Fig. 4. Nombre maximal d'amplificateurs que l'on peut insérer dans une ligne.

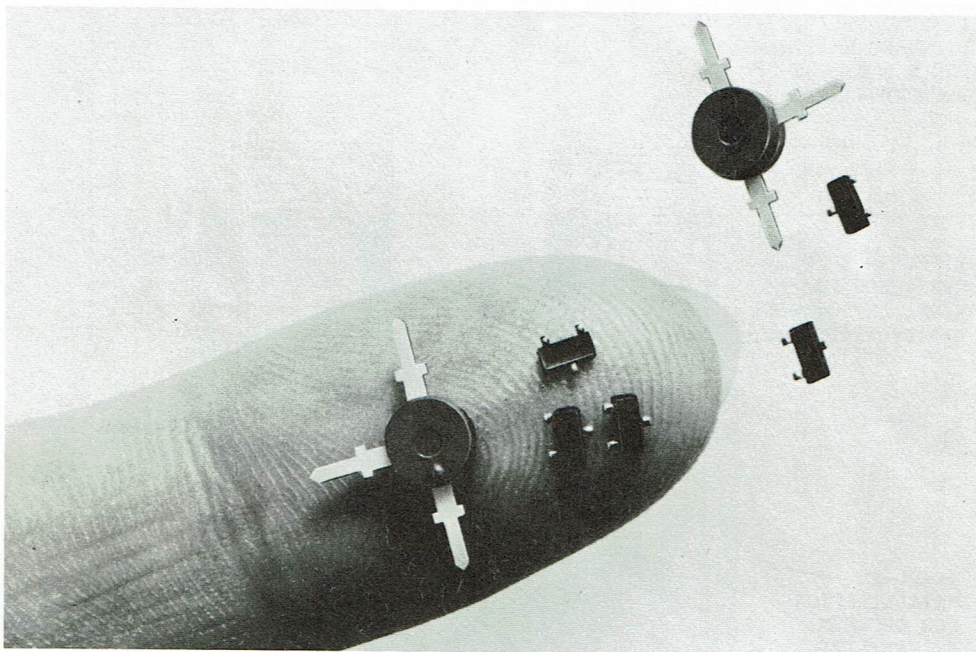
QUE PROPOSE MBLE DANS CE DOMAINE ?

Les premiers transistors destinés à la distribution de signaux d'antenne (système MATV - « Master Antenna Television ») ont fait leur apparition il y a huit ans déjà.


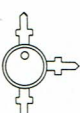


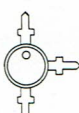

Il s'agissait des types BFY 90-BFW 30 et BFW 16 A.

Les développements de la télédistribution CATV ont démarré avec l'apparition d'un nouveau type de transistor mieux adapté à une dissipation plus élevée: le type BFR 64 avec un cristal du type BFW 16 A dans un boîtier du type « CAPSTAN ».

Les exigences du marché actuel ont provoqué le développement d'un type particulièrement intéressant. Ce transistor dénommé BFR 94 combine les avantages de faible valeurs d'intermodulation, de cross-modulation et de distorsion, de second ordre avec une excellente largeur de bande et de bonnes performances de bruit.



Quelques boîtiers de transistors utilisés en CATV - les plus petits renferment des circuits hybrides.

Courant typique	Transistors de la 1 ^{re} génération $f_t = 1,5 \text{ GHz à } 2 \text{ GHz}$	Transistors de la seconde génération $f_t = 3 \text{ GHz à } 5 \text{ GHz}$
14 mA	BFY 90 	BFR 90 
30 mA	BFY 89	BFR 91
50 mA	BFW 30	BFR 96
75 mA		
80 mA	BFW 16A/17A 	BFR 63/64 
90 mA		BFR 95
200 mA		BFR 94
	BFW 92 	
	BFW 93	
	BFR 65 	

POURQUOI CHOISIR LES TRANSISTORS MBE ?

La fiabilité des semi-conducteurs dans les systèmes CATV est d'une importance capitale.

Parmi les facteurs qui influencent cette fiabilité il faut mentionner

- la conception du transistor qui doit tendre à réduire à un minimum les contractions thermiques et les densités de courant.
- la stabilité métallurgique de la jonction.
- l'encapsulage qui doit assurer l'hermétisme, l'insensibilité aux parasites et la possibilité de fortes dissipations.

POUR MINIMISER LES COUPS DE CHALEUR

Une surface collecteur-base suffisante pour dissiper la chaleur dégagée permet de réduire la fatigue thermique des transistors. Pour éviter les « points chauds », la surface de jonction collecteur-base est divisée en zones parallèles ou « îlots ».

Les différences de température dans le cristal peuvent provenir d'une attaque inégale des vingt émetteurs individuels.

Pour y remédier des résistances « ballast » diffusées améliorent nettement la résistance du semi-conducteur aux effets du « second breakdown » et assurent une meilleure distribution du courant.

Une fine structure interdigitale augmente la périphérie de l'émetteur par rapport à la surface de la base et garantit ainsi une valeur élevée de la fréquence de transition. (voir figure 5).

UN TRAITEMENT OR

La métallisation or est le meilleur remède possible contre les phénomènes d'électromigration et de microruptures, elle améliore aussi la stabilité métallurgique de la couche interfaciale. L'or est utilisé comme couche conductrice primaire assurant le passage de la majeure partie du courant.

Le titane garantit l'adhésion de la couche et le platine forme une barrière évitant la diffusion de l'or dans le silicium.

La métallisation or est une technologie délicate et beaucoup plus complexe que les systèmes conventionnels, néanmoins cette métallisation Ti-Pe-Au améliore fortement la fiabilité à long terme.

Actuellement cette technologie de pointe est appliquée pour la production massive des semi-conducteurs d'émission. Le type BFR 94 représente ce qu'il y a de mieux dans ce domaine.

BIEN A L'ABRI

Le boîtier d'un transistor est un élément aussi important que les performances techniques, il peut être à l'origine d'une destruction complète du semi-conducteur.

Il doit protéger le cristal des contraintes de l'environnement, aussi bien les contraintes mécaniques que les parasites, et doit offrir une faible résistance thermique.

Le boîtier plastique SOT-48 adapté pour le type BFR 94 répond parfaitement à toutes ces exigences.

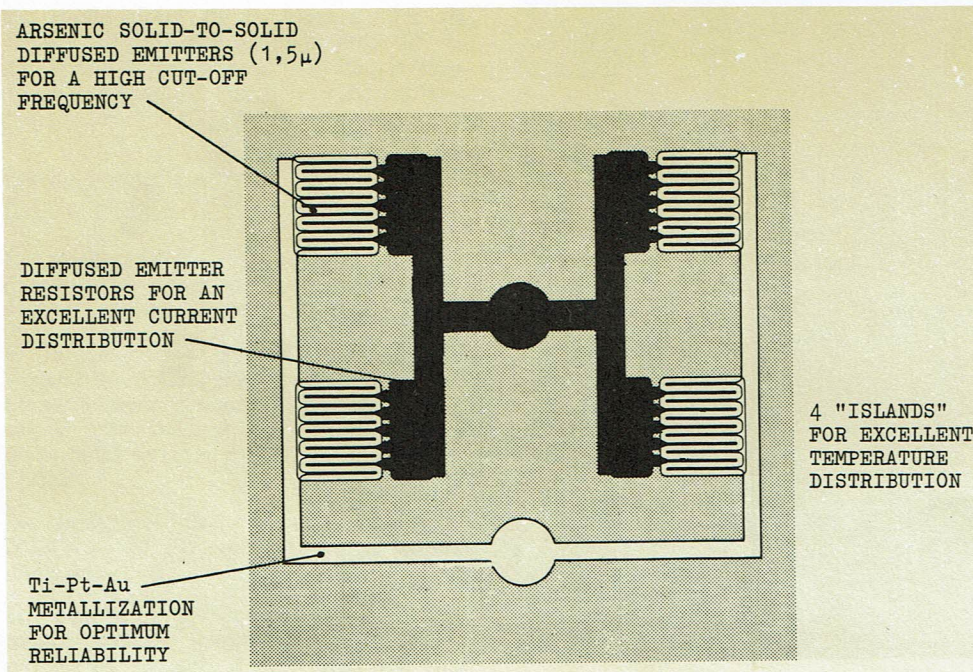


Fig. 5. Structure actuelle des transistors de la seconde génération.

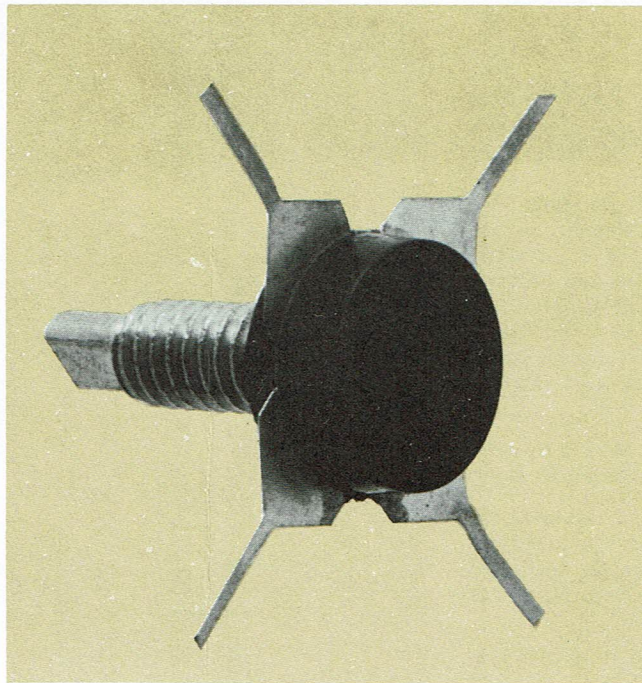
DES CONDITIONS DE TRAVAIL OPTIMALES

Il est courant de faire travailler un transistor à des valeurs de courant collecteur et de tension d'entrée telles que l'on réduise à un minimum les distorsions de cross-modulation. Ces valeurs dépendent évidemment du type de circuit utilisé. Une faible variation du courant collecteur due à un changement de température provoque cependant une augmentation rapide de la distorsion, ce phénomène est souvent appelé dérive thermique.

Toutes les sources possibles de distorsion de cross-modulation doivent être réduites à un point tel que seule la non-linéarité base-émetteur subsiste. On peut encore améliorer la situation par l'utilisation d'un courant émetteur élevé.

Le transistor BFR 94 a été développé spécialement dans cet esprit. La figure 6 illustre cela et montre que les courbes de cross-modulation n'ont pas de « points de compensation ».

Les niveaux de cross-modulation sont aussi bas en canal 13 qu'en canal 2.



◀ Boîtier SOT-48 du transistor BFR 94.

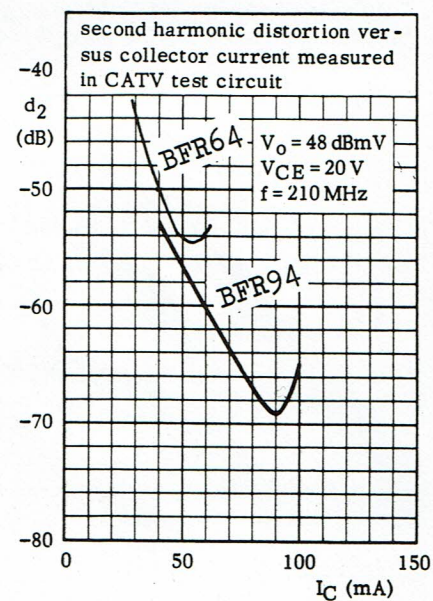
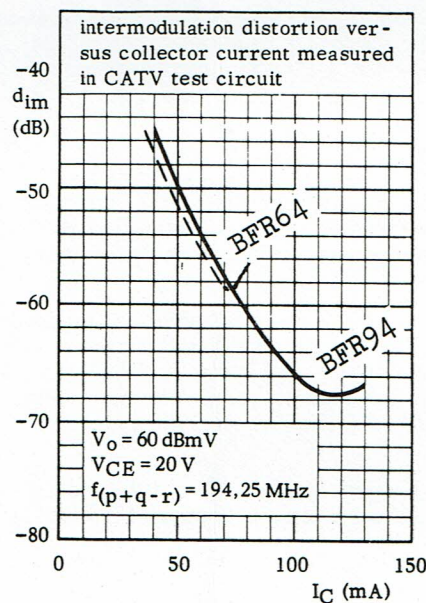
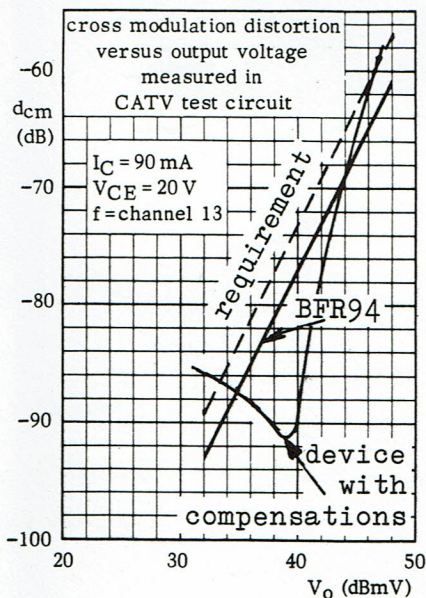


Fig. 6. Distorsions en fonction du courant collecteur pour les transistors BFR 64 et BFR 94.

LES TRANSISTORS MBLE ET LEUR UTILISATION DANS LES RESEAUX

La transmission en VHF le long des lignes-mères est adopté comme norme standard en Europe, seule la France fait exception. De nombreux systèmes utilisent toutefois une distribution VHF/UHF car le nombre de canaux standard en bande VHF est limité à 6, sauf le cas de zones moins denses où chaque abonné possède son propre convertisseur.

Pour le marché Européen, MBLÉ propose un transistor driver à large bande BFR 94.

Le transistor couvre le spectre complet, de 40 MHz à 860MHz et offre un gain typique de 8 dB et un signal de sortie de 600 mV à 5000 MHz pour $I_c = 60$ mA et $V_{CE} = 8$ V.

Le boîtier est du type T-pack SOT 37/4. Les réseaux à normes différentes en VHF et UHF et à modulation d'amplitude pour le son requièrent des amplificateurs à très large bande.

Dans ce cas on utilise les transistors BFR 96 et BFR 94. Lorsque des signaux UHF sont transmis le long des câbles, la faible capacité de nos transistors est un atout pour la linéarité du gain en large bande.

Pour les amplificateurs de distribution UHF/VHF jusqu'à 860 MHz, les types BFR 90 / BFR 91 / (BFR 94) sont recommandés.

La figure 7 résume les utilisations possibles des transistors MBLÉ pour les amplificateurs mères.

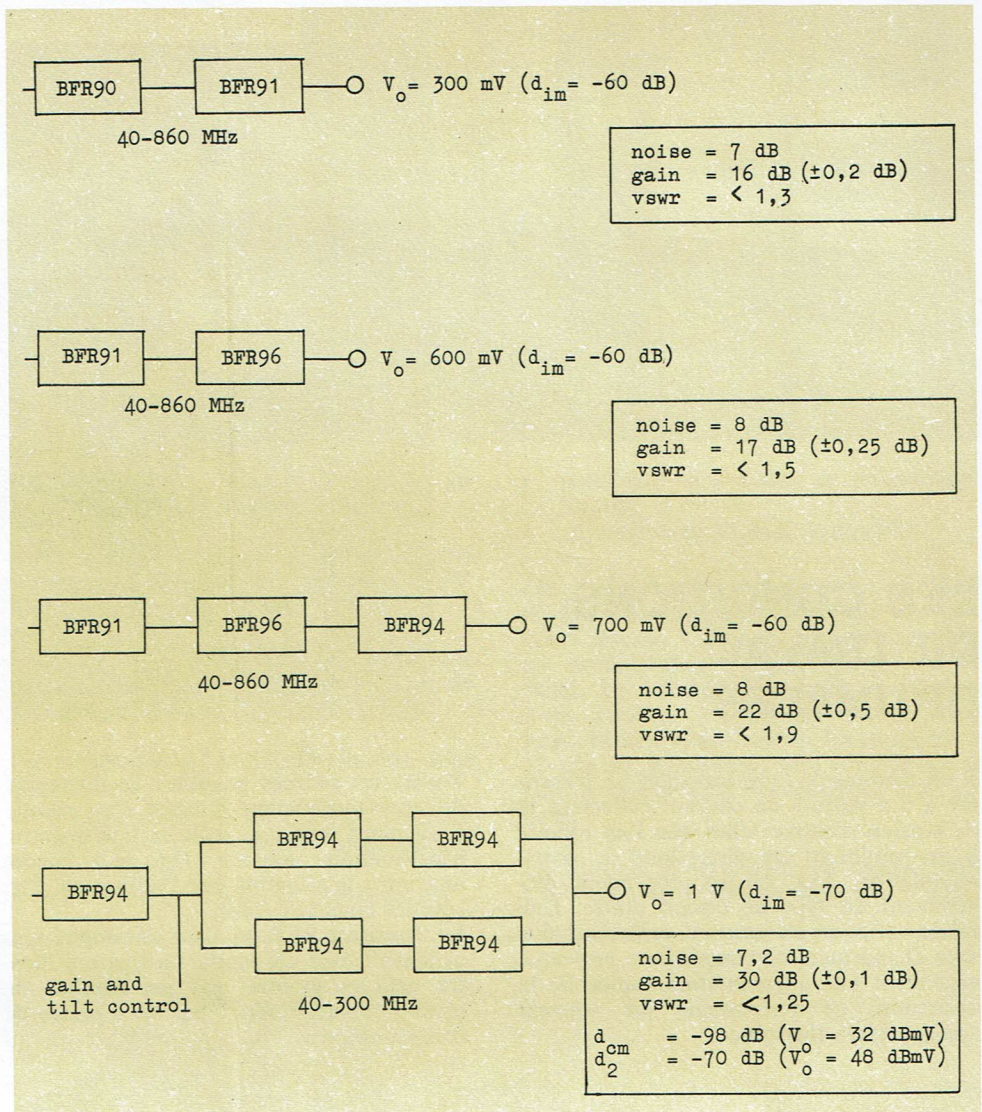


Fig. 7. Utilisations possibles des transistors mble dans les amplificateurs-mères.

LES CIRCUITS HYBRIDES DANS LA TELEDISTRIBUTION

Pour les amplificateurs de contrôle, MBLÉ a développé une famille d'amplificateurs hybrides à large bande : OM 180 - OM 185 et OM 190.

Le circuit OM 182 a été développé pour la combinaison des 3 bandes.

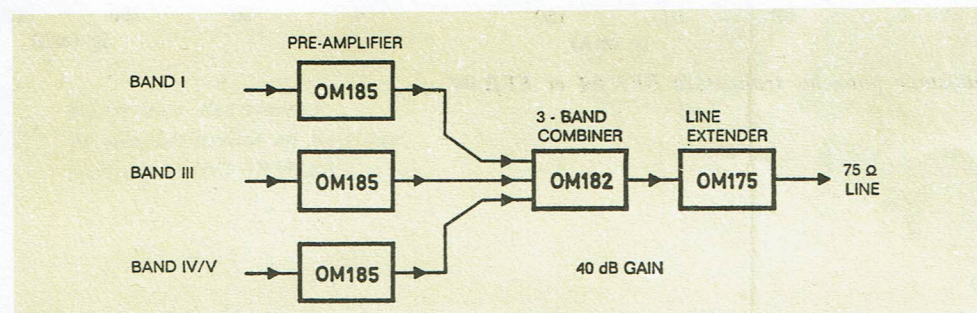
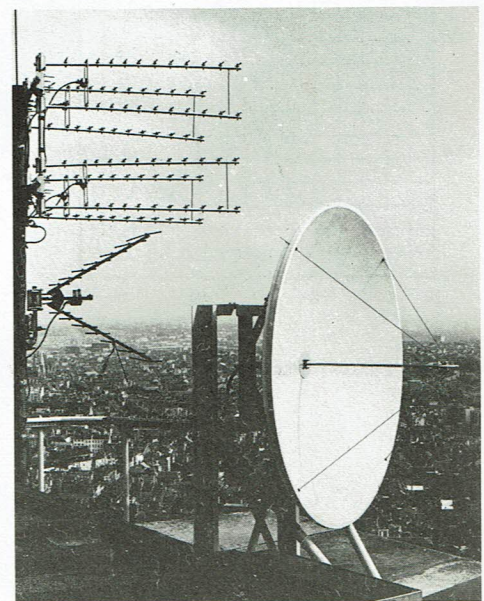


Fig. 8. Utilisation des circuits hybrides mble.

Cette nouvelle gamme est une approche modulaire pour la construction d'amplificateurs miniatures dans les équipements de contrôle.

Ces circuits sont adaptés aux applications de distribution VHF/UHF à large bande, dans le cas des systèmes CATV en VHF ils permettent de réaliser un centre de contrôle (head-end) particulièrement compact.

La figure 8 donne le schéma-bloc d'utilisation des circuits hybrides MBLÉ.



Vue partielle du site d'antennes de la Tour Madou avec dans le fond une partie de l'agglomération bruxelloise.

(Photo Coditel).