

LA MODULATION DE FREQUENCE
-----B. LES ANTENNES F.M. ET LEUR INSTALLATION1. Généralités sur les antennes

- A. L'antenne demi-onde
- B. La condition d'adaptation
- C. Les types d'antennes pour F.M.
 - 1. L'antenne F.M. incorporée dans le récepteur
 - 2. Réalisation pratique d'une antenne dipôle F.M. intérieure
 - 3. Les antennes extérieures F.M.
 - a) Qualités électriques et mécaniques
 - 1. Sensibilité
 - 2. Directivité
 - 3. Solidité
 - 4. Impédance de rayonnement
 - b) Quelques détails sur les antennes F.M. du commerce

2. L'installation des antennes

- A. Le mât
 - 1. Matériau
 - 2. Haubanage
 - 3. Fixation à la base
- B. Orientation de l'antenne
- C. Descente d'antenne
 - 1. Câble bifilaire 300 ohms
 - 2. Câble coaxial 75 ohms

3. Les différentes possibilités d'utilisation d'une antenne F.M.

- A. Réception F.M. uniquement
- B. Réception F.M. et A.M.
- C. Antenne anti-parasites
- D. Système d'antenne commune F.M.-O.C.-O.M.-O.L.

4. Mise à la terre des antennes - Protection contre la foudre.

B. LES ANTENNES F.M. ET LEUR INSTALLATION1. GENERALITES SUR LES ANTENNES.

Si, pour la réception des ondes moyennes, il n'y a pratiquement plus de problème "antenne" depuis l'avènement des cadres antiparasites et des Ferrocapturs (sauf quelques cas particulièrement défavorables), celui-ci demeure primordial pour la réception des ondes métriques des émetteurs F.M., comme d'ailleurs pour les émetteurs de télévision.

A. L'ANTENNE F.M. DEMI-ONDE.

On peut obtenir un rendement appréciable en utilisant des aériens soigneusement calculés de façon à ce qu'ils résonnent sur la longueur d'onde qu'ils sont destinés à recevoir. Dans ce cas, on parle d'antennes accordées, qui ont une longueur approximativement égale à la moitié de la longueur d'onde à recevoir (dipôle demi-onde). De telles antennes se comportent alors comme de véritables circuits accordés, possédant comme eux : impédance, coefficient de surtension, bande passante, etc.

Les émetteurs F.M. n'occupent pas un seul point dans l'échelle des fréquences ou des longueurs d'ondes, mais une certaine bande de fréquences appelée "bande F.M." qui, suivant le plan de Stockholm (juin 1952), est comprise entre 87,5 et 100 Mc/s. Le problème est donc d'établir un aérien, capable de recevoir tous les émetteurs se trouvant dans cette bande.

L'antenne la plus simple est le dipôle classique (fig. 1) dont on peut déterminer les dimensions exactes en calculant une "longueur d'onde moyenne".

Cette longueur d'onde, nous la déterminerons en faisant la moyenne arithmétique des longueurs d'onde extrêmes de la bande F.M.

87,7 Mc/s correspondant à : 3,4 m
100 Mc/s correspondant à : 3 m

Nous avons donc une longueur d'onde moyenne

$$\lambda = \frac{3,4 + 3}{2} = 3,2 \text{ m}$$

Le dipôle, dont la longueur est égale à $1/2 \lambda$, aura par conséquent une longueur de

$$l = \frac{3,2}{2} = 1,60 \text{ m}$$

Une telle antenne a une impédance de rayonnement ou "résistance interne" (suivant que l'on considère le cas de l'émission ou de la réception) d'environ 70 à 75 ohms.

En réalité, par suite de la capacité entre l'antenne et la terre, qui n'est jamais nulle, la longueur physique d'un dipôle demi-onde doit être inférieure à sa "longueur électrique", et c'est ainsi que le dipôle en question résonnera sur 3,2 m si sa longueur n'est que de l'ordre de 1,50 m au lieu de 1,60 m (valeur trouvée par le calcul), soit un raccourcissement d'environ 5 à 6% (ceci dépend du diamètre du tube ou du fil utilisé).

Cette antenne peut donner de bons résultats à la condition toutefois de n'être pas trop éloignée de l'émetteur. En général, elle pourra convenir dans l'agglomération où se trouve le poste émetteur.

La fig. 2 montre le diagramme de rayonnement du dipôle demi-onde.

B. LA CONDITION D'ADAPTATION.

Une antenne est assimilable à un générateur H.F. dont la fréquence est égale à la fréquence d'émission. La résistance interne de ce générateur particulier qu'est l'antenne, est appelée résistance de rayonnement de l'antenne, dont la valeur est de l'ordre de 73 ohms dans le cas d'un dipôle demi-onde.

Nous savons que tout générateur fournit le maximum de puissance à un circuit extérieur lorsque la résistance de ce circuit est égale à la résistance propre du générateur. Nous tirerons donc le maximum d'énergie d'une antenne de réception en la faisant débiter dans une résistance égale à sa résistance de rayonnement.

Normalement, le récepteur se trouve à une certaine distance de l'antenne et la liaison entre ces deux éléments doit se faire au moyen d'une ligne de transmission (descente) qui possède une impédance caractéristique déterminée (x). Pour un câble coaxial, cette impédance caractéristique est généralement voisine de 75 ohms. Pour du bifilaire, les impédances les plus courantes sont 150 à 300 ohms.

(x) L'impédance caractéristique d'une ligne de transmission est indépendante de sa longueur et dépend uniquement de ses dimensions géométriques transversales et de sa constitution, ces dernières déterminant le coefficient de self-induction L et la capacité C linéiques (par unité de longueur). On démontre que l'impédance caractéristique d'une ligne, dont les pertes ne sont pas trop importantes, est égale à $\sqrt{L/C}$.

Le cas le plus favorable au point de vue du transport d'énergie est celui où l'antenne, l'appareil et le câble ont la même impédance, donc :

$$R_a = R_c = R_o$$

On dit alors que les divers éléments sont parfaitement adaptés.

C. LES TYPES D'ANTENNES POUR F.M.

1. L'antenne F.M. incorporée dans le récepteur.

La plupart de nos modèles de récepteurs A.M./F.M. sont équipés de dipôles F.M. incorporés, réalisés au moyen de câble bifilaire.

L'antenne dipôle incorporée sert pour la réception des émetteurs régionaux F.M.

Le dipôle ayant un certain effet directif, un faible pivotement de l'appareil peut parfois produire une amélioration de la réception.

2. Réalisation pratique d'une antenne dipôle F.M. intérieure.

Pour la réception des émetteurs F.M. relativement éloignés, l'antenne incorporée dans le récepteur n'est généralement pas suffisamment efficace. On peut alors envisager le montage d'un dipôle de grenier. Cette antenne est du même genre que celle qui est incorporée dans le récepteur, mais elle présente l'avantage de pouvoir être placée en un endroit choisi, plus dégagé, permettant d'obtenir un signal plus élevé.

Les appareils A.M./F.M. sont pourvus d'une entrée spéciale dont l'impédance est de 300 ohms. Comme nous l'avons dit plus haut, la résistance de rayonnement d'un dipôle demi-onde est de l'ordre de 75 ohms. Une telle antenne, reliée à l'entrée du récepteur, donnerait lieu à un mauvais transfert d'énergie.

On peut tourner la difficulté en utilisant une antenne du type "dipôle replié" ou "folded". En opérant ainsi, on obtient une antenne dont l'impédance est égale à quatre fois celle du dipôle demi-onde simple, soit environ :

$$4 \times 75 = 300 \text{ ohms.}$$

Voici comment on peut réaliser soi-même une antenne intérieure peu coûteuse, basée sur ce principe, et réalisée entièrement avec du câble bifilaire d'impédance caractéristique 300 ohms (type K 25/300). On opérera de la façon suivante :

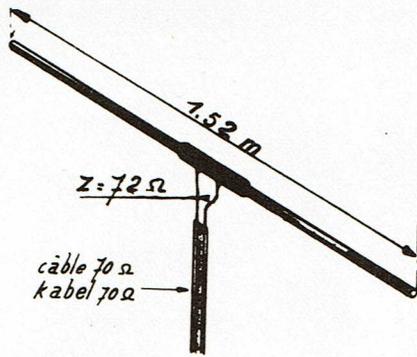


Fig. 1

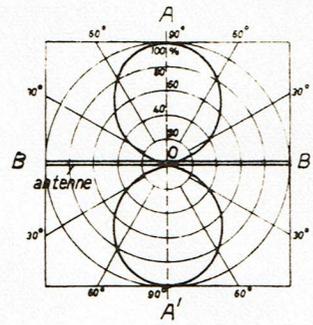


Fig. 2

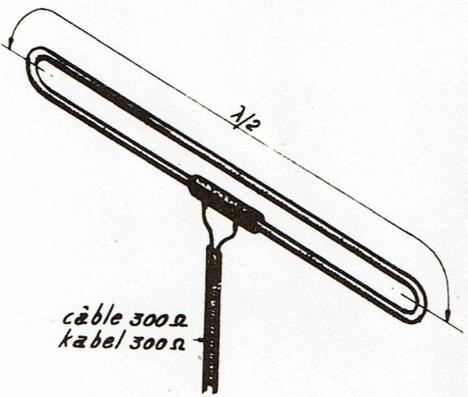


Fig. 3

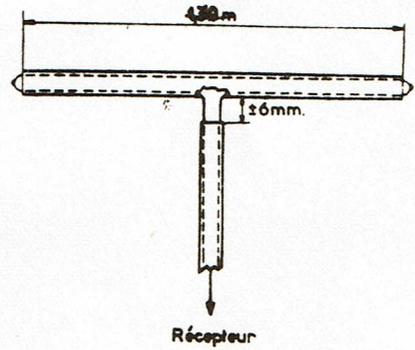


Fig. 4

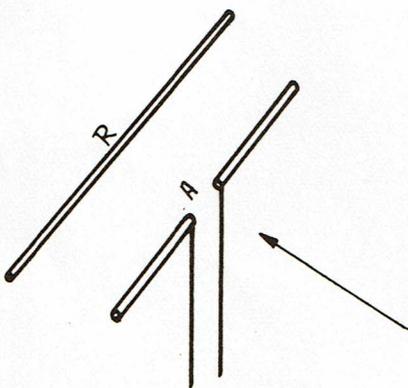


Fig. 5

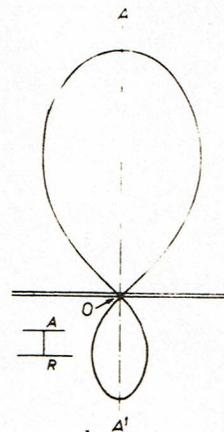


Fig. 6

- 1°) Couper une longueur de ruban d'environ 130 cm (soit la demi-longueur d'onde $(\lambda / 2)$ multipliée par le coefficient de vitesse (x) du câble qui est de 0,82).
- 2°) Après les avoir dénudées, court-circuiter les extrémités du ruban bifilaire.
- 3°) Couper l'un des deux brins à la moitié de la longueur.
- 4°) Souder les deux extrémités d'un câble de descente 300 ohms, au milieu du brin coupé (voir fig. 4).

Vous aurez ainsi réalisé un dipôle replié (ou trombone) simple dont l'impédance au centre est très voisine de 300 ohms. Il suffira ensuite de couper le ruban de descente à la longueur désirée et de fixer deux fiches bananes aux extrémités libres, ou, mieux, une prise spéciale type A3.392.73.0.

Il est à noter que, l'impédance caractéristique du ruban étant de 300 ohms, la longueur du feeder n'est pas critique à condition toutefois de rester dans des limites raisonnables pour ne pas produire un affaiblissement trop élevé.

Cette antenne intérieure (fig. 4), de réalisation très facile, pourra souvent rendre de grands services. Cependant, il ne faut pas se leurrer : ce n'est pas une antenne miracle, et il ne conviendra de l'utiliser que lorsque les conditions de réception s'avéreront favorables.

3. Les antennes extérieures F.M.

a) Qualités électriques et mécaniques.

Si l'on veut capter les émetteurs F.M. éloignés, une bonne antenne dipôle extérieure, spécialement conçue et montée aussi dégagée que possible, est nécessaire. On trouve sur le marché des antennes spéciales F.M. qui donnent de très bons résultats.

Nous passerons rapidement en revue les qualités que doit avoir une bonne antenne F.M.

- (x) La vitesse de propagation du courant H.F. le long d'une ligne de transmission varie avec la nature du diélectrique qui sépare ces deux conducteurs. La vitesse de propagation diminue en raison inverse de la racine carrée de la constante diélectrique ϵ de l'isolant. L'expression $1/\sqrt{\epsilon}$ représente le facteur de raccourcissement ou encore le coefficient de vitesse du câble.

1°) Elle doit être sensible, en d'autres mots, elle doit utiliser au maximum le champ rayonné par l'émetteur. Or, en général, plus on augmente, par une construction appropriée, le gain d'une antenne, plus sa bande passante diminue et plus elle devient directive. Ceci amène les constructeurs à établir plusieurs catégories d'antennes :

- antennes à réception locale, à faible sensibilité, mais très peu directives et dont la bande passante est très étendue,
- antennes pour réception à moyenne distance : dipôle + réflecteur,
- antennes pour réception à grande distance : dipôle + réflecteur + directeur ; éventuellement utilisation de deux nappes superposées.

2°) Elle ne peut pas être trop directive, afin de permettre la réception d'émetteurs différents, là où les conditions de réception sont favorables, à moins d'utiliser un système rotatif (manuel ou à moteur).

3°) Elle doit être solide et légère : Les éléments actifs de l'antenne (dipôles, réflecteur, directeur) seront de préférence constitués par un alliage d'aluminium de grande résistance, afin d'éviter que, sous l'effet du vent, des changements brusques de température, etc., l'antenne ne se déforme, entraînant une modification de ses caractéristiques et une baisse de rendement. Par contre, les supports peuvent être en acier galvanisé ou en aluminium coulé, assurant à l'ensemble une robustesse suffisante.

4°) Impédance d'antenne : Les constructeurs d'antennes mettent sur le marché des antennes F.M. dont l'impédance au centre est de l'ordre de 75 ohms ou de l'ordre de 300 ohms. Suivant le type de ligne à utiliser, il sera nécessaire de prévoir un système de transformateur d'impédance. Beaucoup de constructeurs d'antennes fournissent également ce matériel (x).

(x) La théorie et la description des différents systèmes transformateurs d'impédance sortant du cadre du présent article, nous renvoyons nos lecteurs à la 6e Partie du Cours C de Télévision (édité par Philips-Division Laboratoires et Service) où cette question est traitée en détail.

b) Quelques détails sur les antennes F.M. du commerce.

- Dipôle replié (trombone) fig. 3) :
Impédance voisine de 300 ohms.
Diagramme de rayonnement (fig. 2) en forme de 8 (antenne bidirectionnelle).
- Dipôle simple avec réflecteur (fig. 5) :
Impédance : 60 ohms.
Directivité unidirectionnelle (fig. 6).
Gain moyen (2 à 3 dB).
- Trombone + réflecteur (fig. 7) :
Impédance voisine de 250 ohms.
Mêmes caractéristiques de directivité et de gain que ci-dessus.
- Trombone + réflecteur + directeur (fig. 8) :
Impédance de l'ordre de 240 ohms.
Directivité unidirectionnelle très accentuée (fig. 9).
Gain important (4 à 5 dB).
- Dipôle en croix (fig. 10a) :
Antenne omnidirectionnelle (diagramme de rayonnement circulaire - fig. 10b).
Faible gain.
Convient tout particulièrement pour la réception de plusieurs émetteurs de grande puissance.
- Dipôle replié en V et dipôle cadre circulaire (fig. 11) :
Diagramme de rayonnement bidirectionnel.
Mêmes caractéristiques que ci-dessus.
- Antennes à plusieurs nappes (fig. 12) :
Gain élevé et directivité prononcée.
Convient pour les réceptions F.M. à grandes distances.
- Certaines antennes de télévision donnent de très bons résultats dans la bande F.M., et permettent souvent d'obtenir une bonne réception d'émetteurs F.M. éloignés. En utilisant une telle antenne pour la réception des émetteurs F.M. belges (et étrangers), l'installation d'une antenne séparée pour la télévision deviendrait superflue le jour où l'utilisateur de l'appareil de radio envisagerait l'acquisition d'un récepteur de télévision, à condition toutefois que les conditions locales soient favorables à une réception TV.

2. L'INSTALLATION DES ANTENNES.

La modulation de fréquence, avons-nous dit, permet l'élimination des parasites. Cela appelle quelques réserves. En ef-

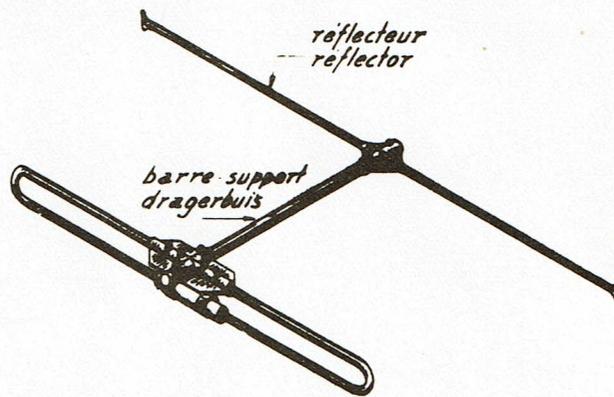


Fig. 7

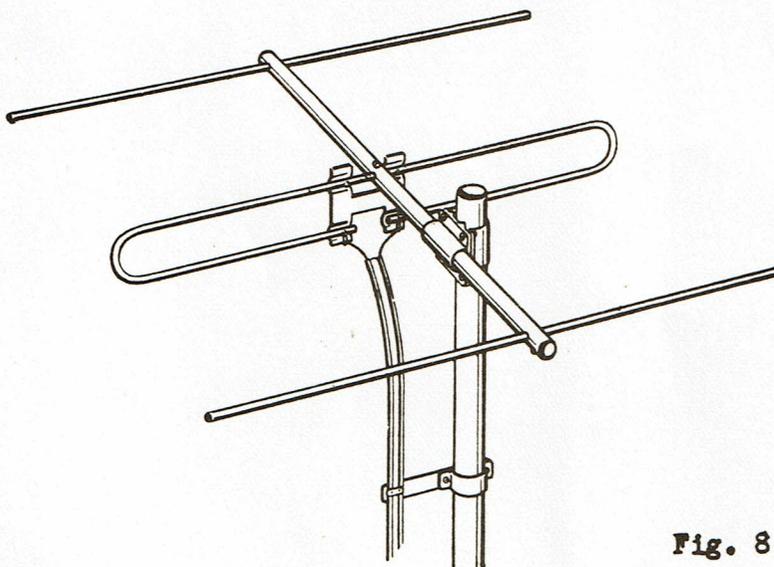


Fig. 8

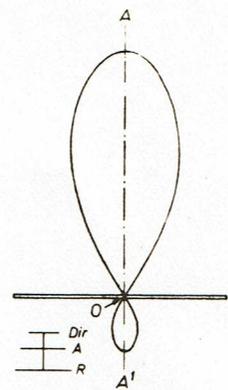


Fig. 9

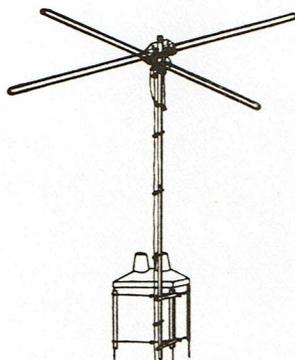


Fig. 10a

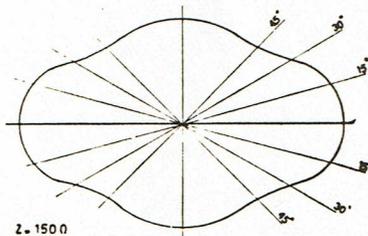


Fig. 10b

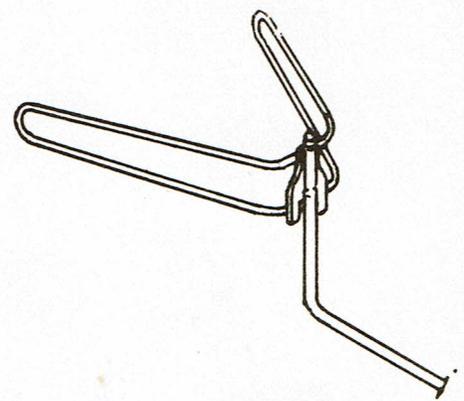


Fig. 11

fet, les parasites d'une part modifient l'amplitude de l'onde porteuse, et d'autre part modulent celle-ci en fréquence. Cette dernière modulation n'a qu'une importance relative très faible, vu le "swing" élevé de la modulation de l'émetteur (x) : le premier phénomène est au contraire beaucoup plus gênant.

Or, les récepteurs F.M. ne possèdent pas tous un dispositif éliminateur de variations d'amplitude et d'ailleurs un tel dispositif, quand il existe, n'est réellement efficace que si le signal utile est relativement fort. Il en résulte qu'on devra éviter toute perte de signal si l'on veut jouir pleinement des avantages de ce mode de transmission.

En général, lors de l'installation d'une antenne F.M., il y a lieu de prêter attention aux points suivants :

- Hauteur de l'antenne : C'est le facteur le plus important pour l'obtention d'une bonne réception. Au plus haut sera l'antenne, au plus favorable sera en général le rapport signal/parasites et meilleure sera la réception, surtout à grande distance.
- Emplacement de l'antenne : Il convient également d'éloigner l'antenne des sources de parasites, qui, aux fréquences élevées utilisées en F.M., proviennent principalement de l'allumage des véhicules automobiles. On choisira un emplacement à distance aussi grande que possible des routes très fréquentées, des lignes de tramways, etc.
- Rigidité de l'ensemble : L'ensemble de l'antenne sera rigide et ne pourra balancer sous l'influence du vent.
- Voisinage de masses métalliques : En général, il faudra éloigner l'antenne le plus possible de toutes constructions métalliques, gouttières, poteaux téléphoniques, etc.

A. LE MAT.

L'importance du mât dépend évidemment des conditions locales (dégagement), de la distance entre le récepteur et l'émetteur, et aussi du nombre d'éléments de l'antenne.

Dans un rayon d'une trentaine de kilomètres autour de l'émetteur (ou plus, dans des conditions favorables d'altitude et de dégagement), un mât de 3 à 4 m est généralement suffisant. Dans ce cas, sa réalisation n'offre guère de difficultés et une antenne F.M. du type "dipôle replié" donnera gé-

(x) Voir partie A : La modulation de fréquence - Revue des Stations Radio-Techniques 2/55.

néralement satisfaction.

A moyenne et grande distance, le mât sera plus élevé et l'antenne aura un encombrement plus grand (antenne à 2 ou 3 éléments, et parfois plusieurs nappes).

1. Matériau.

On utilisera de préférence des mâts métalliques :

- tubes en alliage d'aluminium (diamètre minimum 35 mm),
- tubes de Nimy,
- tubes à gaz en fer galvanisé de 3/4 de pouce de \varnothing intérieur.

On peut encore utiliser des mâts en bambou ou en sapin.

Avant l'installation, il faudra prendre quelques précautions pour protéger le mât contre les intempéries.

Les mâts en bois de bambou se fendillent après 2 ou 3 ans de séjour dans les intempéries si l'on ne prend pas la précaution de les fretter à l'aide de fil de cuivre (proscrire le laiton) et de les vernir convenablement avec du vernis à plancher.

Les mâts en bois de sapin doivent subir un traitement pour les protéger contre la moisissure et le développement d'organismes vivants qui peuvent entraîner la pourriture du bois : créosotage dans la masse ou traitement à l'aide d'un enduit de carbolineum.

Les mâts métalliques doivent être protégés contre la corrosion.

Quand on a affaire à des mâts en alliage d'aluminium "dural", il n'y aura généralement pas lieu de prendre des précautions spéciales, cet alliage résistant bien à la corrosion. Toutefois, si l'on désire le maximum de protection (par exemple au voisinage d'usines de produits chimiques), on peut prévoir une couche primaire de peinture au chromate de zinc (ne formant pas couple électrique avec le métal) et une couche de finition d'émail glycérophtalique.

Les tubes en alliage "anti-corrodal" sont totalement inaltérables ; il n'y a donc pas de précautions spéciales à prendre.

Les tubes en fer galvanisé recevront, après dégraissage, une couche de peinture dite "primer" au chromate de zinc et on appliquera ensuite une couche de finition de bonne qualité.

Remarque : Dans le cas d'utilisation d'un tube comme mât d'antenne, ne pas omettre d'en boucher l'extrémité supérieure par un bouchon (liège ou caoutchouc).

2. Haubanage.

Celui-ci n'est pas toujours nécessaire, du moins avec des mâts métalliques ou des sapins de hauteur réduits (inférieure à 3 à 4 m), mais souvent utile lorsqu'il s'agit d'antennes à plusieurs éléments : le haubanage confère à l'ensemble plus de rigidité et de robustesse.

Dans le cas d'un mât de 5 à 6 m, quatre haubans, appliqués environ aux $\frac{2}{3}$ de la hauteur suffisent. On utilisera, soit du fil d'acier inoxydable (x) de 2 mm ou de 2,5 mm, soit du fil de bronze phosphoreux de 20/10 mm. Dans ce dernier cas, il est à noter que le fil de bronze ne doit pas être travaillé à la pince, mais bien à la main, la moindre griffe pouvant devenir un point de cassure en période de gel. En pliant le fil, on respectera le rayon de courbure le plus grand possible.

On peut encore utiliser du câble d'acier galvanisé toronné, ou du câble d'acier avec couche de protection au chlorure de polyvinyle.

La tension des haubans sera réglée au moyen de tendeurs de clôture ou de tendeurs à vis.

Une bonne précaution consiste à ponter les tendeurs par un bout de câble d'acier ou de fil de bronze pour éviter la chute de l'antenne en cas de déféctuosité du tendeur.

(Ceci s'applique surtout aux antennes à plusieurs éléments - un dipôle unique (simple ou replié) pourra souvent être monté sans haubanage).

3. Fixation à la base.

1°) La base du mât se fixe plus commodément à une cheminée, à condition que celle-ci soit en bon état.

Il existe à cet effet du matériel de fixation standard, comme la fig. 13 en montre un exemple. Ce matériel comprend généralement deux équerres avec tendeurs et pièces d'angle, pour fixation du mât en deux points. Il y a lieu d'utiliser du câble d'acier toronné de 6 mm de diamètre, la longueur dépendant évidemment de la cheminée. La fig. 14 indique le mode de montage, qui est très simple. En ce qui concerne les tendeurs, noter qu'il faut placer, pour chaque tendeur, un écrou de part et d'autre de l'équerre, pour éviter un desserrage sous l'effet des vibrations dues au vent. Chaque

(x) Fil d'acier dit "austénitique" : alliage complexe (chromo-
nickel) traité à froid, recuit et

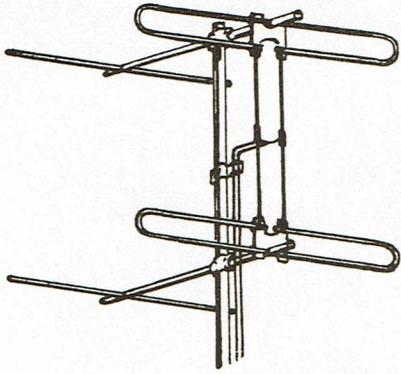


Fig. 12

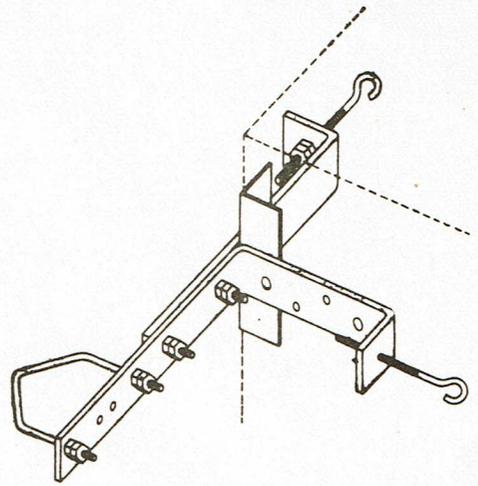


Fig. 13

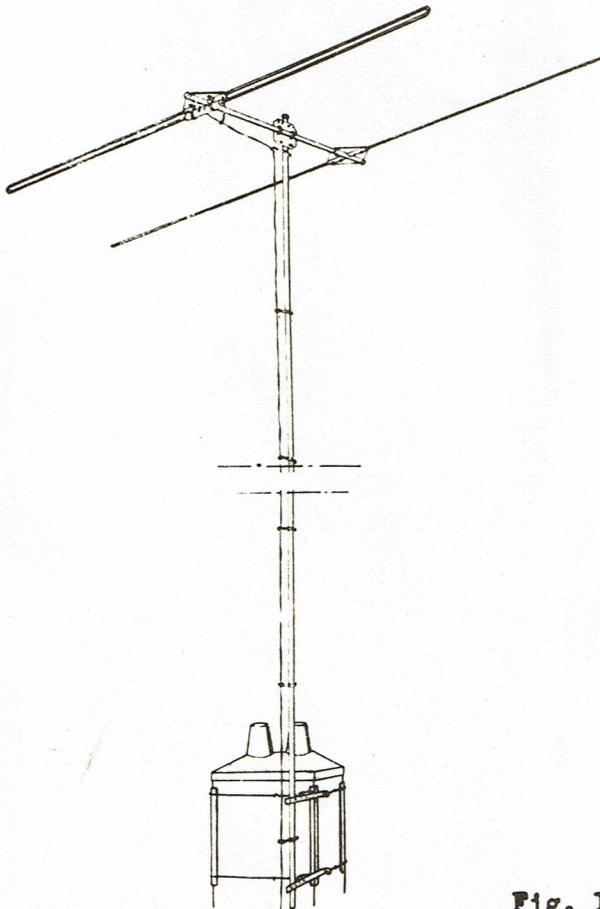


Fig. 14

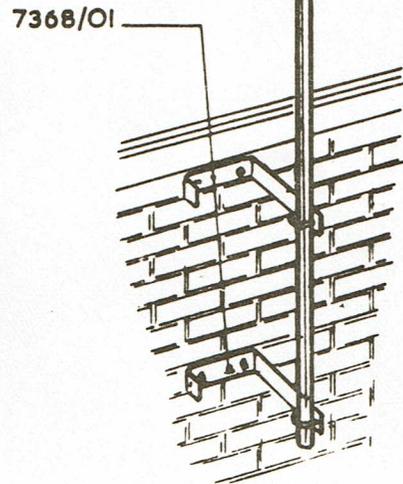


Fig. 15

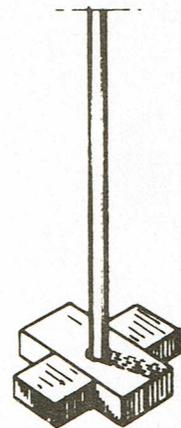


Fig. 16

terminaison de câble sera maintenue au moyen de deux serre-câbles et on fixera le bout libre contre le câble lui-même au moyen d'un frettage en fil de cuivre étamé fin.

2°) On peut également fixer la base à un mur, par exemple à un pignon, au moyen de deux équerres (voir fig. 15). Pour l'attache de ces équerres au mur, il faut proscrire les pointes et crochets habituels, et se servir de boulons à expansion, du genre Rawlplug, dont le boulon a un diamètre de $3/8$ pouces. Au moyen d'une mèche cylindrique Rawlplug ou Philiplug à pointe "Widia" d'un diamètre de 15 mm, on fore dans la brique (et non entre les briques) un trou de 50 mm de profondeur environ, dans lequel on introduit la gaine du boulon à expansion ; lors du serrage de l'écrou, cette gaine s'élargit et assure alors un ancrage parfait.

3°) Enfin, la fixation sur toit plat est tout aussi aisée, mais rend essentiel le haubanage. Il suffit d'introduire le pied du mât dans une encoche pratiquée dans une base reposant sur le toit (voir fig. 16), la solidité de l'ensemble restant assurée par les haubans.

B. ORIENTATION DE L'ANTENNE.

L'effet directif de l'antenne - qui est plus prononcé pour une antenne à 2 ou 3 éléments que pour le dipôle simple ou replié - s'emploie pour la réception d'une station éloignée: la réception est maximum quand l'élément dipôle est perpendiculaire à la direction de l'émetteur. On montera donc l'antenne de telle façon que l'axe longitudinal du dipôle soit perpendiculaire à la ligne imaginaire reliant l'antenne de réception à l'antenne d'émission du poste le plus éloigné. La réception des émetteurs occupant une autre position est alors moins bonne mais restera néanmoins suffisante dans la plupart des cas.

C. LA DESCENTE D'ANTENNE - MONTAGE DU CÂBLE.

1. Câble bifilaire 300 ohms.

La plupart des antennes F.M. ont une impédance au centre, comprise entre 240 et 300 ohms. Nos récepteurs ayant une impédance d'entrée d'environ 300 ohms sur la gamme F.M., on peut utiliser, comme descante d'antenne, un câble bifilaire (fig. 17) de 240 à 300 ohms d'impédance caractéristique.

Comme ce câble présente une grande surface, pour un faible poids, il est très sensible à l'action du vent. L'expérience montre qu'il est nécessaire de fixer la descante au moyen d'un certain nombre d'isolateurs de support, sans quoi elle finit inmanquablement par se détacher.

L'intervalle entre isolateurs-support le long d'un mât métallique sera de l'ordre de 50 cm ; le long des murs, la descente sera supportée au moins tous les 1 ou 2 mètres. On peut utiliser :

- pour le mât : des isolateurs Philips AT 6006 (fig. 19) dont on a enlevé la pointe, en conjugaison avec des colliers type AT 6008 (fig. 21).
- pour les murs extérieurs : on emploiera les isolateurs Philips, type AT 6007 (voir fig. 20).
- pour les murs intérieurs : les isolateurs AT 6006 peuvent convenir.

Ces isolateurs se présentent sous la forme d'une pince en matière isolante, munie d'un clou ou d'une pointe filetée, et d'une vis de serrage ; ces divers éléments sont fournis non assemblés.

Entre deux isolateurs, il est conseillé de tourner le ruban bifilaire 1 à 2 fois sur lui-même.

Le twin doit être tenu à l'écart des murs et des surfaces ou objets métalliques au moyen d'isolateurs spéciaux.

L'expérience a montré que les connexions extérieures aux bornes d'antenne s'oxydaient vite si elles n'étaient pas protégées par un enduit adéquat. C'est pourquoi, lors du montage d'une antenne, avant la mise en place définitive, il est indispensable de protéger tous les contacts extérieurs (soudures, connexions à vis, etc.) par du "Bostic" n° de code B 11051), ou autre matière équivalente.

2. Câble coaxial 75 ohms (fig. 13).

Dans certains cas, on préférera utiliser du câble coaxial comme descente d'antenne. La facilité de placement du coaxial est un de ses atouts majeurs : aucune précaution d'isolement n'est à prendre et on peut le fixer directement contre n'importe quelle surface, et même dans des tubes métalliques encastrés dans les murs. Il faut veiller cependant, dans le cas d'un câble à espacement d'air, à obturer, au moyen de Bostic, l'extrémité située à l'air libre, pour éviter que l'eau ou l'humidité ne s'y introduisent. Disons cependant que les pertes du câble coaxial sont plus grandes que celles du ruban bifilaire, ce dernier étant d'autre part moins coûteux.

Lorsqu'on se sert d'une descente 75 ohms, avec une antenne d'impédance au centre 300 ohms, il y a lieu tout d'abord d'adapter le câble à l'antenne au moyen d'un transformateur d'impédances, constitué par exemple par un bout de ligne quart d'onde d'impédance caractéristique $Z_0 = \sqrt{300 \times 75} =$



Fig. 17

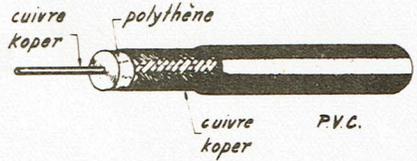
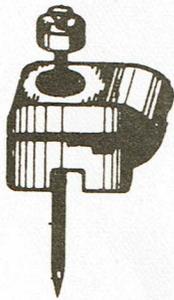
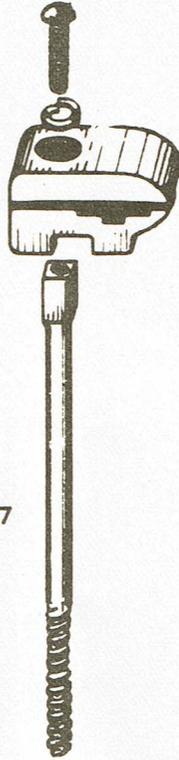


Fig. 18



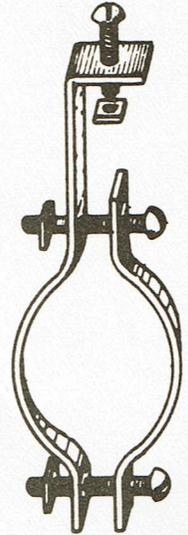
AT 6006

Fig. 19



AT 6007

Fig. 20



AT 6008

Fig. 21

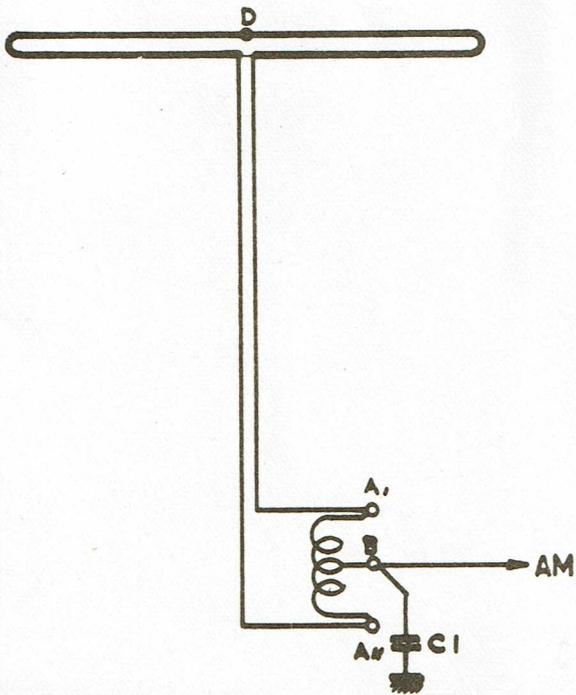


Fig. 22a

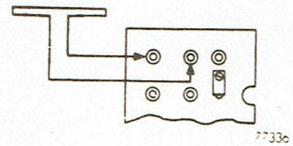


Fig. 22b

150 ohms, ou encore, un transformateur spécial, fourni par le constructeur d'antennes (Bazooka, Balun, etc.) (x).

Une adaptation s'impose également à l'entrée du récepteur (300 ohms). Dans certains cas, ceci peut être réalisé en connectant la gaine de blindage du coaxial avec la douille "terre" du récepteur, et en connectant l'âme du coaxial avec une des deux douilles "antenne F.M."

En effet, considérons le circuit d'entrée d'un récepteur A.M./F.M. (fig. 23).

En faisant le raccordement comme nous venons de l'indiquer, le câble coaxial ne se trouve branché que sur la moitié du bobinage d'antenne de la partie F.M. La résistance d'adaptation pour les deux enroulements (S6 + S7) étant 300 ohms, celle qui correspond à S6 seul sera évidemment :

$$R' = \frac{R}{n^2} = \frac{300}{2^2} = 75 \text{ ohms}$$

La condition d'adaptation est donc réalisée de cette façon. Remarquons qu'il y a lieu de mettre la barrette sur la plaque d'antenne, dans la position inférieure. Ceci n'est à conseiller que si les connexions peuvent être maintenues très courtes.

Nous tenons à faire remarquer que l'utilisation d'une descente en câble coaxial n'est supérieure au point de vue parasites que dans le cas où la transformation "symétrique-dissymétrique" est assurée à l'aide d'un "balun" du côté antenne, ainsi que du côté récepteur.

Remarque : Aucune des précautions à prendre, indiquées ci-avant, ne sont superflues. C'est l'expérience qui a prouvé que le nombre de points d'attache préconisé pour le "twin" était nécessaire. Tout le monde sait que l'installation d'une antenne, sur un mât parfois élevé, est chose malaisée, et nul ne tient à devoir recommencer un tel travail après quelques mois, parce qu'une connexion tout en haut du mât s'est oxydée, ou que le câble s'est rompu.

Il est bon d'insister également sur la qualité du haubanage tant sont nombreux les accidents dus à un haubanage défectueux. Surtout, lorsque la superstructure est assez importante, le fil d'acier inoxydable est préférable au câble d'acier galvanisé, qui finit toujours par s'oxyder. Dans le cas du fil de bronze, les tendeurs à visser sont préférables aux tendeurs de clôture ; avec ceux-ci, en effet, la

(x) Voir Partie 6 du Cours C de Télévision édité par la S.A. Philips - Division Laboratoires et Service.

faible valeur du diamètre du tambour où s'enroule le fil peut provoquer une rupture de celui-ci.

Pour le mât lui-même, on choisira un mât bien étudié (certains mâts vendus dans le commerce sont d'une solidité nettement insuffisante) et on le protégera soigneusement contre la corrosion. Toutes les pièces galvanisées, cadmiées, etc. nécessitent une protection supplémentaire en leur appliquant une couche de peinture neutre ne formant pas couple électrique avec le métal.

3. LES DIFFERENTES POSSIBILITES D'UTILISATION D'UNE ANTENNE F.M.

A. RECEPTION F.M. UNIQUEMENT.

Lorsqu'on utilise l'antenne uniquement en modulation de fréquence, il faut raccorder les extrémités du câble de descente bifilaire aux deux bornes "antenne" () (fig. 22b) symétriques du récepteur F.M., sans plus (du moins si l'entrée est de 300 ohms - sinon il faut adapter les impédances comme il sera indiqué plus loin).

L'effet directif de l'aérien (qui peut être plus ou moins prononcé suivant le nombre d'éléments et leur disposition géométrique) s'emploie pour la réception d'une station éloignée : le signal capté par l'antenne est maximum quand l'antenne est perpendiculaire à la direction de l'émetteur ; ou bien encore, quand il existe à proximité une source gênante de parasites : on tourne alors l'antenne jusqu'à ce que ces parasites soient atténués au maximum.

B. RECEPTION F.M. ET A.M.

Dans les endroits avec niveau de parasites réduit, l'antenne extérieure F.M. trouve un emploi intéressant à la fois en F.M. et en A.M. En effet, si on déconnecte de la masse le point médian de l'enroulement d'antenne du récepteur F.M. (fig. 22a) et qu'on le raccorde à la borne antenne du récepteur A.M., l'inductance de cet enroulement sera tout à fait négligeable aux fréquences utilisées en A.M., et le câble de descente bifilaire fonctionnera en antenne verticale.

La hauteur étant généralement grande et l'isolement soigné, on obtiendra souvent un bon rendement, à condition que le niveau de parasites ne soit pas trop élevé. Il est évident que ce système donnera toujours de bien meilleurs résultats qu'une antenne de fortune, telle que le bout de fil qu'on emploie comme "antenne intérieure".

On pourrait croire que cette utilisation nécessite une commutation supplémentaire A.M./F.M. Il n'en est rien. Considérons en effet la fig. 22a : au lieu d'être mis directement à la terre, le point médian de l'enroulement d'entrée F.M. est raccordé à la masse à travers le condensateur C de 39 pF environ, le point B étant connecté à la borne antenne du récepteur A.M. A 100 Mc/s (bande F.M.), la capacitance de C est de l'ordre de 40 ohms, donc très faible ; on peut ainsi considérer que le point médian est à la masse en F.M., tandis que l'inductance de l'enroulement d'entrée A.M. est très élevée, donc pratiquement sans action.

Par contre, en G.O. (1500 kc/s), et ceci à titre d'exemple, la capacitance de C est de l'ordre de 2700 ohms, tandis que l'inductance de l'enroulement d'entrée A.M. est faible.

Ce montage réalise donc un compromis heureux et aura un rendement très convenable sur toutes les gammes ; et il est appliqué sur tous nos récepteurs A.M./F.M.

On peut encore utiliser un des haubans de l'antenne F.M., comme antenne A.M., à condition de prévoir des isolateurs dans le hauban en question. Dans ce cas, il est évidemment nécessaire de prévoir une descente séparée pour l'A.M. On réalisera alors les connexions au récepteur suivant les indications du mode d'emploi de l'appareil.

C. ANTENNE ANTI-PARASITES.

Nous avons dit plus haut qu'on ne pouvait utiliser l'antenne F.M. en A.M. que dans les endroits peu perturbés, la descente, utilisée comme collecteur d'ondes, pouvant capter une quantité importante de signaux parasites.

Certains constructeurs fournissent des antennes combinées A.M./F.M. spécialement conçues, ou bien encore, des antennes-flèches pour la A.M., à monter séparément. Dans ce dernier cas, la connexion de l'antenne au récepteur de radio peut se faire de la façon suivante :

On utilise comme câble de descente du bifilaire 300 ohms blindé.

La réception F.M. se fait normalement les deux fils actifs du twin étant raccordés aux bornes d'antenne F.M. du récepteur. La gaine de blindage est raccordée à la masse et assure la protection contre les parasites.

En A.M., les deux fils du twin sont mis en parallèle, étant donné que le bobinage d'entrée F.M. du récepteur constitue pratiquement un court-circuit du côté récepteur, et que le dipôle replié court-circuite le bifilaire à l'extrémité su-

périeure. La gaine du twin constitue le blindage pour le conducteur double constitué par les deux brins du bifilaire, et le signal A.M. qui est capté par la flèche montée sur le dipôle est ainsi transporté à l'entrée du récepteur de la façon que nous avons indiquée au paragraphe 3B.

Remarquons cependant que l'utilisation du twin blindé n'est à conseiller que si le champ créé par l'émetteur F.M. à l'endroit de réception est relativement intense, le bifilaire blindé présentant des pertes H.F. nettement plus grandes que le twin ordinaire, ou même le coaxial.

La méthode que nous venons d'indiquer n'est applicable qu'à la condition que l'antenne soit isolée du mât d'antenne.

Notons aussi que, lors de l'utilisation du système que nous venons de décrire, une certaine atténuation aura lieu lors de la réception des émetteurs dans la gamme ondes courtes.

De toute façon, on veillera à ne pas dépasser 15 à 20 m de longueur de descente afin d'éviter une atténuation excessive du signal par suite des pertes dans le twin blindé, qui sont relativement élevées (5 à 8 dB par 30 m à 100 Mc/s).

Une autre solution, basée sur le même principe que celui que nous venons d'indiquer, consiste à utiliser comme antenne A.M. un fil horizontal d'environ 8 à 10 m de longueur, fixé au centre du dipôle replié (voir fig. 25), et tendu perpendiculairement au dipôle. Les mêmes remarques que ci-dessus s'appliquent.

Pour terminer, nous décrirons le principe de fonctionnement d'

D. UN SYSTEME D'ANTENNE DE RADIO POUR F.M. ET A.M. (O.C., O.M. ET O.L.) - voir schéma de la fig. 26.

Le signal F.M. capté par l'antenne A (antenne symétrique 300 ohms) passe dans le transformateur T1 d'antenne où s'opère la transformation d'impédance 300 ohms-75 ohms, en même temps que la transformation symétrique-dissymétrique.

Le bloc transformateur d'antenne T4 (A.M.) comporte encore un parafoudre à peigne.

A la borne de sortie du bloc antenne, le signal est prélevé à l'aide d'un câble coaxial d'impédance caractéristique, qui transporte le signal F.M. jusqu'à la boîte de prise de signal, qui est installée à proximité du récepteur de radio.

Le signal F.M. s'obtient au secondaire du transformateur T3 qui transforme l'impédance d'entrée 75 ohms en 300 ohms, et qui rétablit en même temps la symétrie (bornes de sortie F.M.). L'enroulement S constitue une bobine d'arrêt et empêche le signal F.M. de passer dans le circuit A.M.

ANT. FM

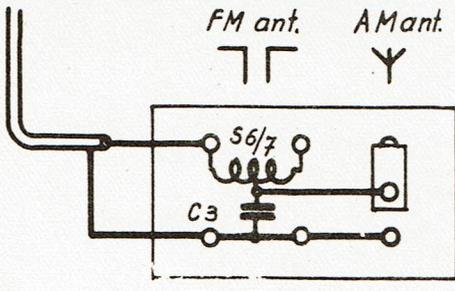


Fig. 23

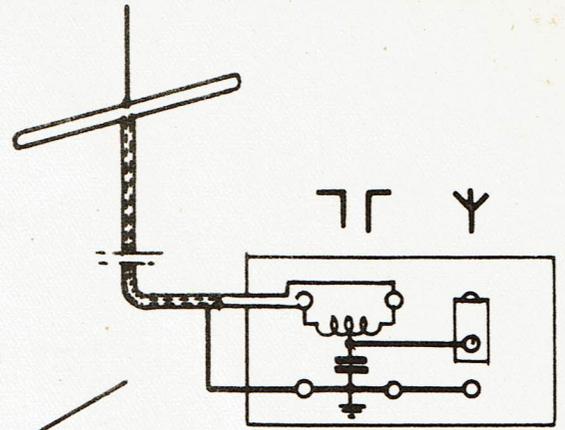


Fig. 24

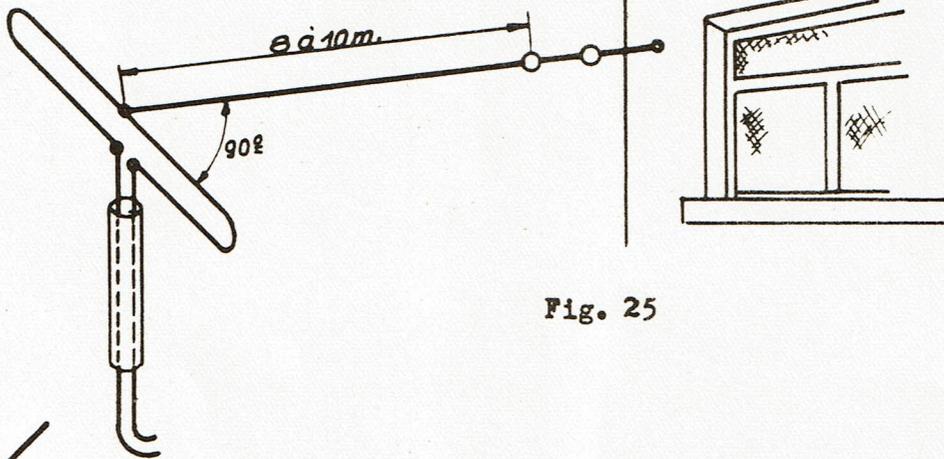


Fig. 25

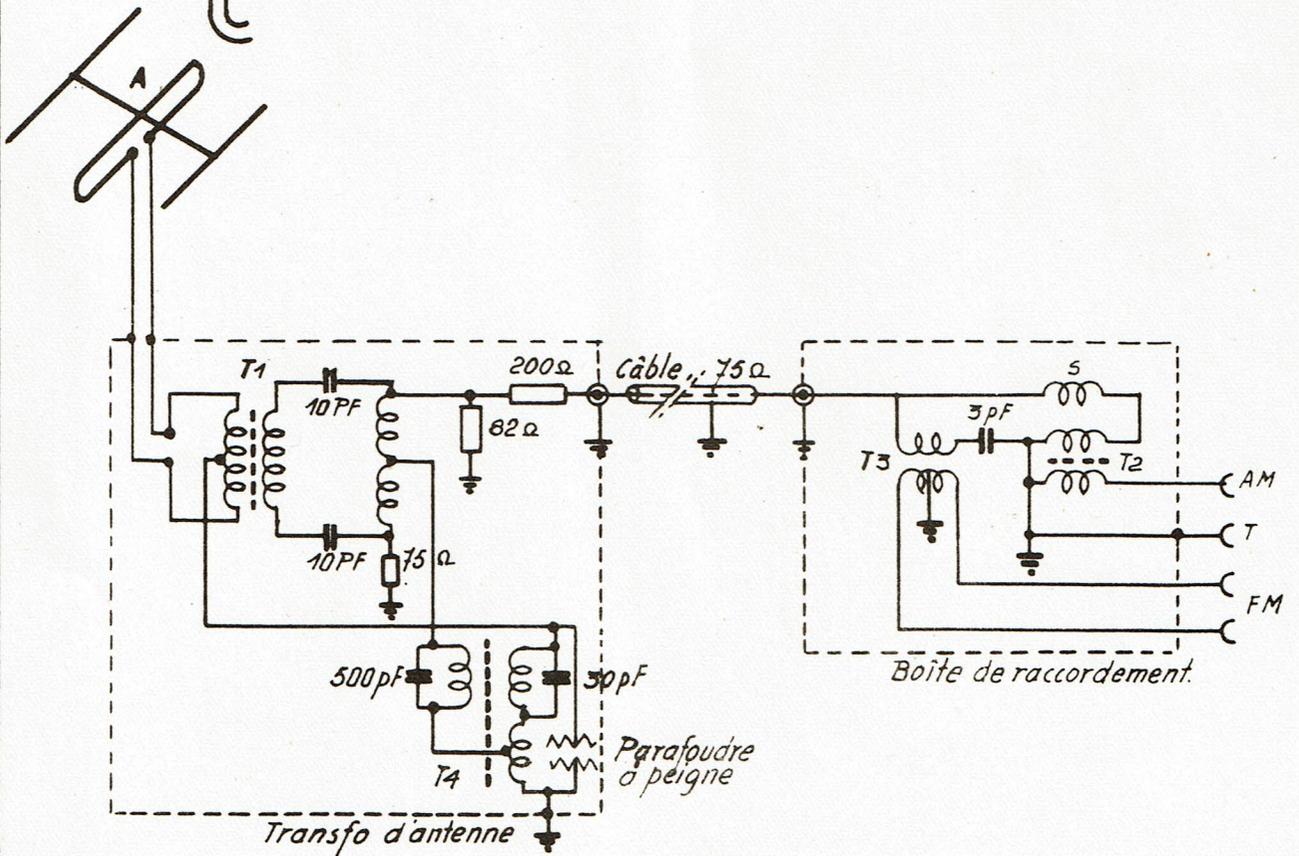


Fig. 26

Le signal A.M. passe de la prise médiane sur le primaire de T1 à travers le circuit T4 et est ensuite transmis à la sortie du bloc antenne où il est prélevé par le câble coaxial 75 ohms. Le signal A.M., arrivant à la borne d'entrée de la boîte de raccordement, passe dans le transformateur T2 et est prélevé au secondaire de ce dernier. Le condensateur de 3 pF bloque le signal A.M. et empêche ce dernier de passer dans le circuit F.M.

La réalisation d'un tel système d'antenne commune A.M./F.M. est très délicate et la description que nous venons de donner n'a d'autre but que d'en expliquer le fonctionnement. Il ne peut être question de réaliser soi-même une telle installation dont la mise au point est très critique. Certains constructeurs d'antennes, qui se sont spécialisés dans ce genre de matériel, peuvent fournir l'équipement nécessaire.

4. MISE A LA TERRE DES ANTENNES - PROTECTION CONTRE LA Foudre.

1. Si le mât est métallique, on reliera sa base à la terre au moyen d'un fil de cuivre étamé mou de 7 mm² de section (3 mm de ϕ), fixé à l'extérieur du bâtiment. On évitera les coudes et les angles trop aigus en plaçant le fil. Il se terminera de préférence par une véritable prise de terre, réalisée en fichant dans le sol un tube de cuivre épais terminé par une pointe en fer. Le fil de descente sera soudé à ce tube. On pourra aussi enterrer des plaques de fer galvanisé.

Il est à noter que ces dispositifs ne constituent des prises de terre efficaces qu'en sol humide. Lorsque le sol est rocailleux et sec, il vaudra mieux se servir des conduites d'eau.

On choisira un point situé entre le compteur et les tuyaux d'amenée venant de la rue. (On a vu des cas où, cette précaution n'ayant pas été respectée, le mécanisme d'indication du compteur avait été détruit par la chute de la foudre).

2. Si le mât est en bois, il faudra faire monter le fil de cuivre jusqu'aux boulons de serrage de la plaque de fixation d'antenne.

Remarques :

1. Certaines antennes ont leur élément dipôle isolé par rapport aux barres-support, donc par rapport au mât. Dans ce cas, pour assurer une protection complète contre la foudre, on devra utiliser les petits parafoudres très simples que l'on trouve dans le commerce et qui sont munis de griffes

traversant l'isolant du ruban bifilaire, ou les parafoudres traditionnels avec sûretés à gaz.

2. Le fil de terre sert bien entendu, dans les cas extrêmes, à acheminer la foudre vers la terre la plus proche. Mais sa fonction essentielle est de décharger continuellement l'atmosphère qui environne l'antenne, par temps orageux en conduisant les charges statiques à la terre. S'il n'y avait pas de fil de terre, l'antenne pourrait acquérir, par rapport au sol, des potentiels considérables qui finiraient par provoquer des arcs dans le récepteur, vers l'alimentation-secteur.

On voit donc que le but d'un parafoudre ou d'une antenne mise à la terre n'est pas d'attirer la foudre, mais de décharger lentement l'atmosphère, ce qui diminue les risques de voir l'installation foudroyée par un éclair.
