



THEORIE

Cours de radio par correspondance

RECEPTEUR POUR SIGNAUX MODULES EN FREQUENCE

GENERALITES

- 1- Amplification haute fréquence
- 2- Oscillateur local
- 3- Conversion à fréquence intermédiaire
- 4- Amplification moyenne fréquence
- 5- Limiteur
- 6- Discriminateur
- 7- Préamplification et amplification basse fréquence
- 8- Alimentation

GENERALITES

L'appareil radio valable pour la réception des ondes modulées en fréquence n'est pas très différent du récepteur pour les ondes modulées en amplitude.

En gros le principe est toujours celui du superhétérodyne avec des circuits caractéristiques légèrement modifiés et avec une commutation, pas toujours nécessaire, sur les autres circuits (Fig. 1-).

Comme vous le voyez, l'ensemble du superhétérodyne pour "F.M" comprend sept étages, plus l'alimentation.

Ces étages peuvent avoir un ou plusieurs tubes; mais rappelez-vous qu'au moins deux étages d'amplification à fréquence intermédiaire sont nécessaires.

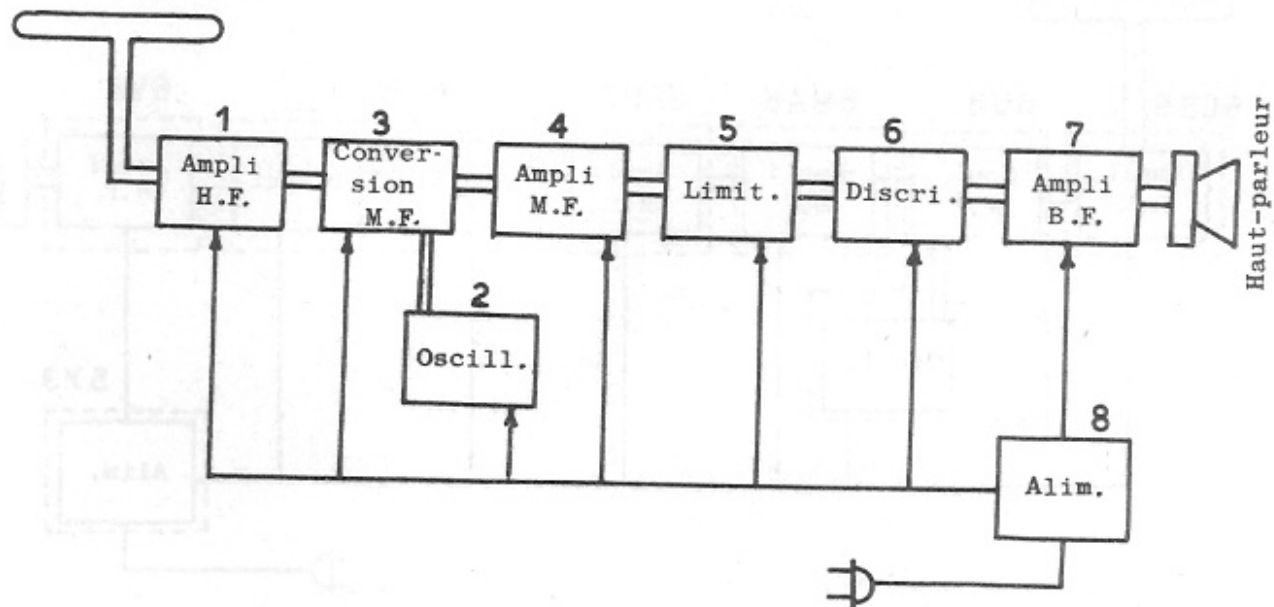
Les blocs diagramme de récepteurs à 7 ou 6 tubes sont représentés aux Fig. 2- et 3-; l'oeil magique n'y figure pas.

Le schéma de fonctionnement est identique pour les deux appareils; la différence réside seulement dans l'emploi ou non de tubes multiples.

Rappelez-vous que souvent, l'emploi d'un tube double est beaucoup

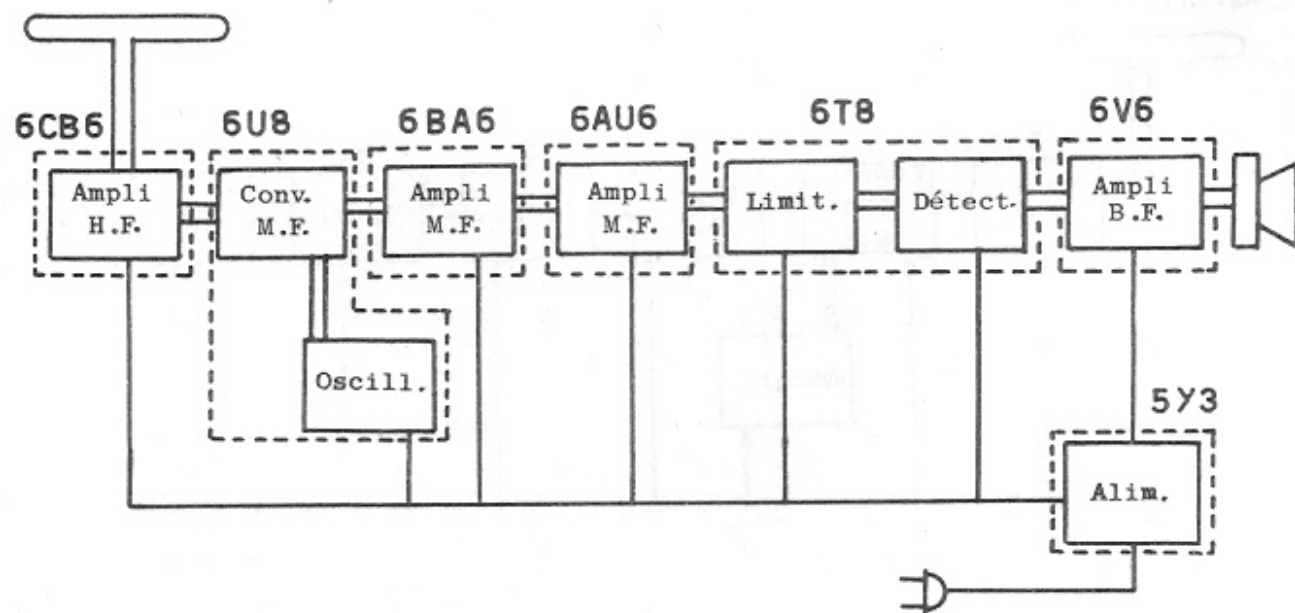
SCHEMA SYNOPTIQUE D'UN RECEPTEUR STANDARD A.M - F.M.

Antenne trombone



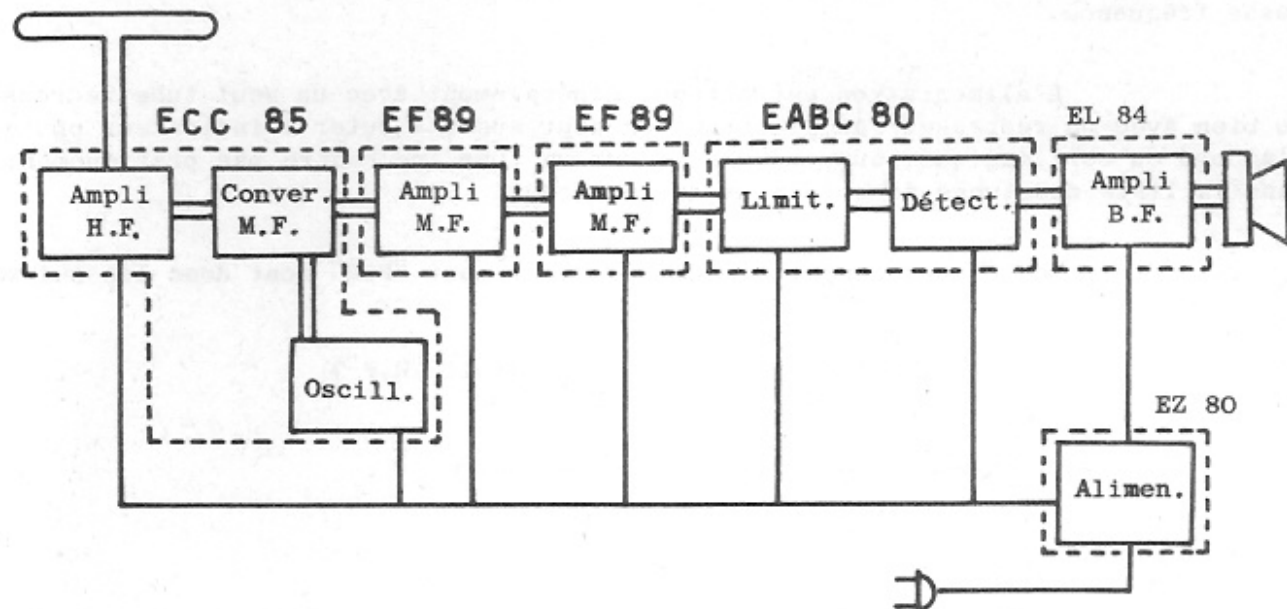
- Fig. 1 -

EXEMPLE D'UN RECEPTEUR F.M.A 7 TUBES SERIE AMERICAINE



- Fig. 2 -

EXEMPLE D'UN RECEPTEUR F.M A 6 TUBES EUROPEENS



- Fig. 3 -

plus rationnel que celui de deux tubes simples, par exemple, dans le groupe "H.F", formé d'un amplificateur "H.F", du convertisseur et de l'oscillateur. Le nombre de tubes pourra encore être augmenté selon les exigences de reproduction du son en basse fréquence.

L'alimentation est obtenue généralement avec un seul tube redresseur ou bien avec un redresseur au silicium; on peut aussi ajouter l'indicateur optique d'accord ou oeil magique, qui, même s'il est un tube, ne rentre pas pratiquement dans la liste des tubes fonctionnels du récepteur.

Les étages essentiels du récepteur pour "F.M" sont donc les suivants:

- Amplification haute fréquence (ampli "H.F")
- Oscillateur local
- Conversion à fréquence intermédiaire
- Amplificateur moyenne fréquence
- Limiteur
- Discriminateur
- Préamplificateur et amplificateur de basse fréquence
- Alimentation.

Je vais maintenant vous décrire brièvement la fonction de chacun de ces étages: leur composition et leurs caractéristiques vous seront exposées par la suite.

1- AMPLIFICATION A HAUTE FREQUENCE

L'amplification à haute fréquence, peu employée dans les récepteurs pour "A.M", est pratiquement indispensable dans les récepteurs "F.M" pour obtenir les qualités suivantes:

- A- Sensibilité augmentée
- B- Rapport signal - bruit amélioré
- C- Puissance demandée à l'oscillateur local, limitée.

Naturellement, les circuits d'entrée et de sortie de l'étage d'amplification doivent être accordés: on satisfait à cette condition soit avec un condensateur variable de faible capacité (5 à 15 pF) à trois cages (la troisième est employée pour l'oscillateur local) soit avec une self à perméabilité variable.

Cette dernière, vu le faible rapport de la variation de fréquence que l'on doit obtenir, environ 1,12 fois, est la plus utilisée.

Le tube peut être une triode ou bien une pentode, capable de fonctionner en "H.F".

Pour limiter la puissance dissipée dans l'oscillateur local, on emploie le circuit triode avec "grille à la masse" (grounded grid) (Fig. 4-) et entrée sur la cathode: le tube fonctionne en même temps comme séparateur, ce qui évite que le signal de l'oscillateur local, appliqué sur la plaque de la triode, ne puisse revenir sur le circuit d'entrée et être rayonné dans l'espace par l'antenne.

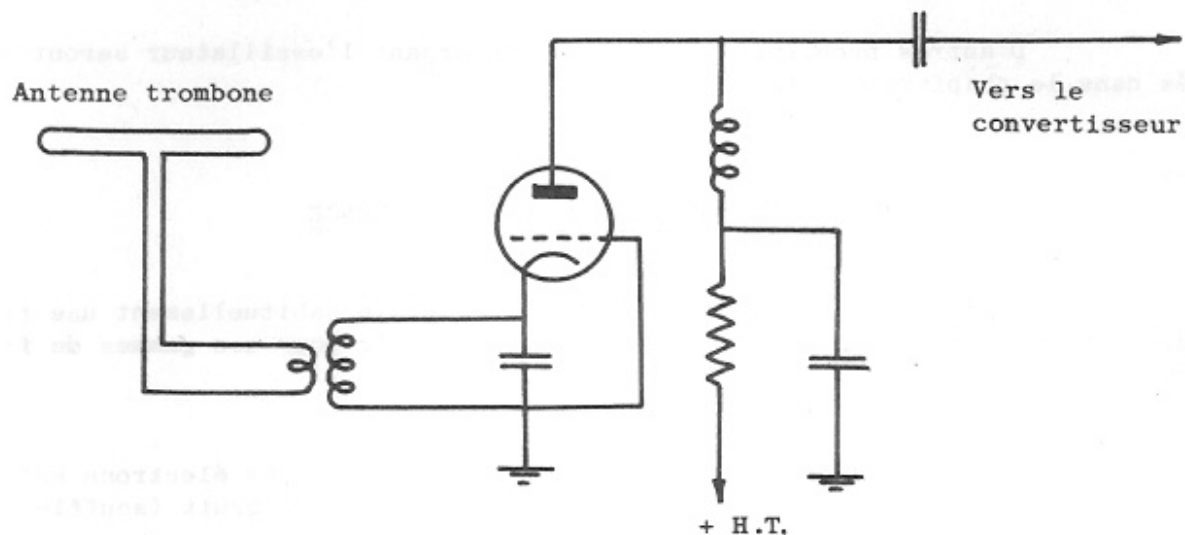
2- OSCILLATEUR LOCAL

L'oscillateur local a pour rôle de produire le signal "H.F" à l'aide duquel, on obtient la conversion du signal "H.F" d'entrée.

La gamme "F.M" étant comprise entre 88 et 100 MHz et la "M.F" étant fixée à 6,75 MHz, l'oscillateur local devra couvrir la gamme 94,75 - 106,75 MHz.

Dans ce circuit, comme dans tous les circuits "H.F", les connexions à la masse, les inductances réparties, les capacités résiduelles et les caractéristiques de fonctionnement des tubes ont une importance capitale pour pouvoir travailler aux fréquences imposées.

ETAGE AMPLIFICATEUR H.F AVEC GRILLE A LA MASSE



- Fig. 4 -

Normalement, le tube oscillateur est une triode, avec circuits à haute stabilité, éventuellement compensés et rendus sélectifs par une capacité ou une self à perméabilité variable (Fig. 5-).

D'autres problèmes importants concernant l'oscillateur seront expliqués dans le chapitre qui les concerne.

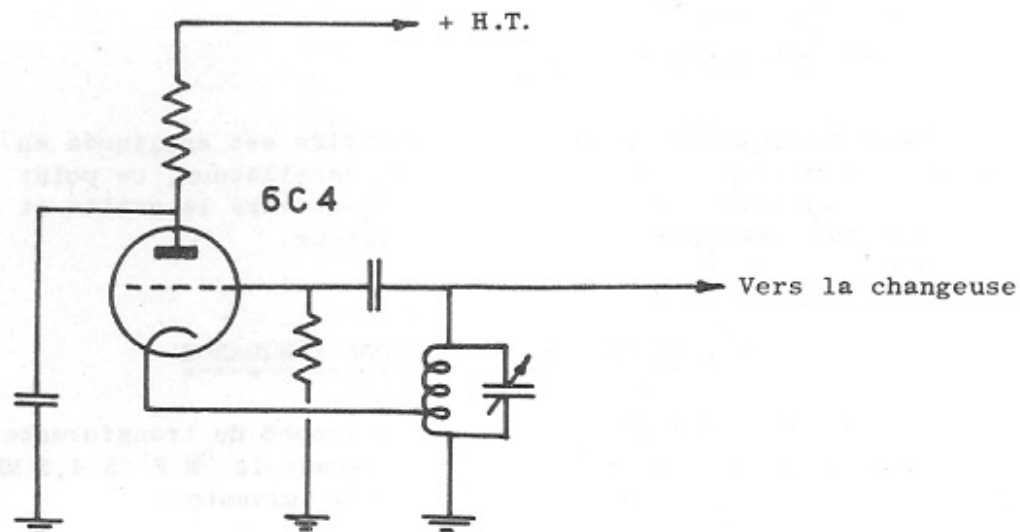
3- CONVERSION A LA MOYENNE FREQUENCE

Pour la conversion à la "M.F", on emploie habituellement une triode, puisque le mélange des signaux est très facile à obtenir pour ces gammes de fréquences.

En outre, dans la triode le temps de passage des électrons est notablement réduit: ceci est prépondérant puisqu'il est source de bruit (souffle) pour les fréquences en jeu.

Parmi les tubes particulièrement aptes à cet étage il y a des doubles triodes à pente élevée, par exemple: "6F8", "6J6", "ECC85", dans lesquels un premier élément joue le rôle de convertisseur et le deuxième d'oscillateur (Fig. 6-).

OSCILLATEUR LOCAL A TUBE SEPARÉ



- Fig. 5 -

La Fig. 7- représente un circuit qui comprend :

- Un étage amplificateur "H.F."
- Un étage oscillateur
- Un étage convertisseur

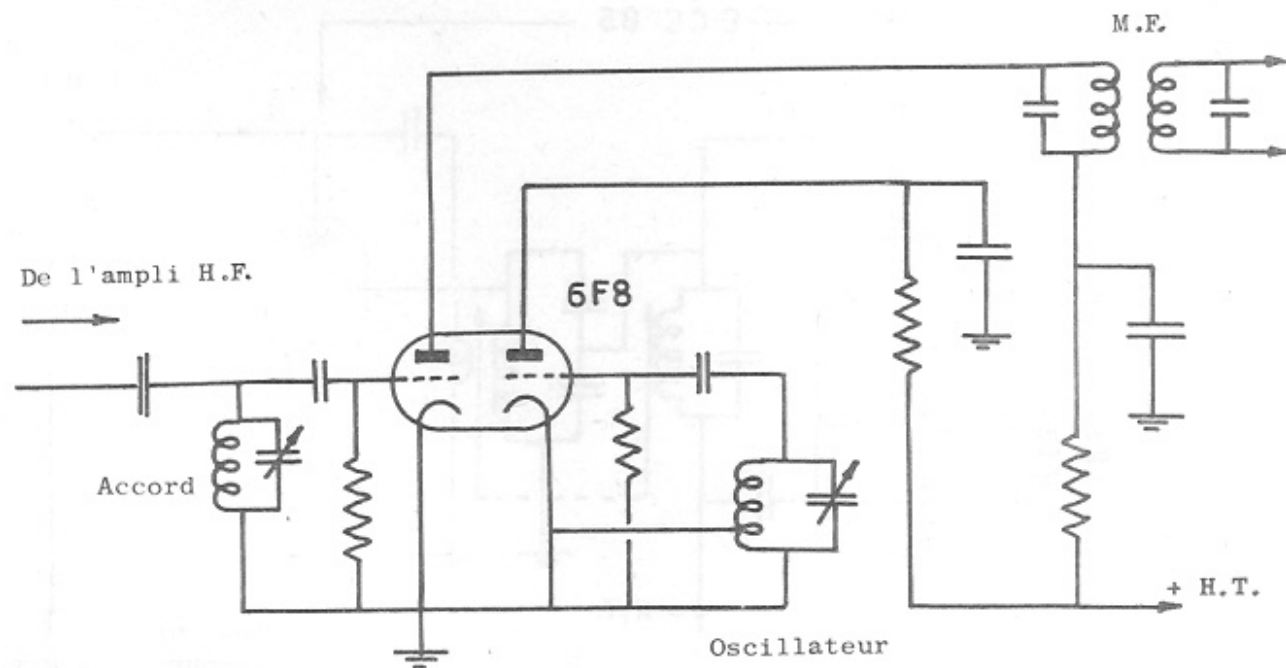
Vous remarquerez que la "H.F" amplifiée est appliquée au centre des deux condensateurs série qui accordent le circuit oscillateur, ce point est neutre pour les fréquences qui y arrivent et qui se divisent vers la grille et vers la masse sans troubler le fonctionnement de l'oscillateur.

4- AMPLIFICATION A MOYENNE FREQUENCE

La détermination de la fréquence d'accord du transformateur "M.F" à 6,75 MHz a été faite après avoir expérimenté auparavant la "M.F" à 4,5 MHz, 8,3 MHz et à 10,7 MHz. Pour ce choix on a examiné les points suivants :

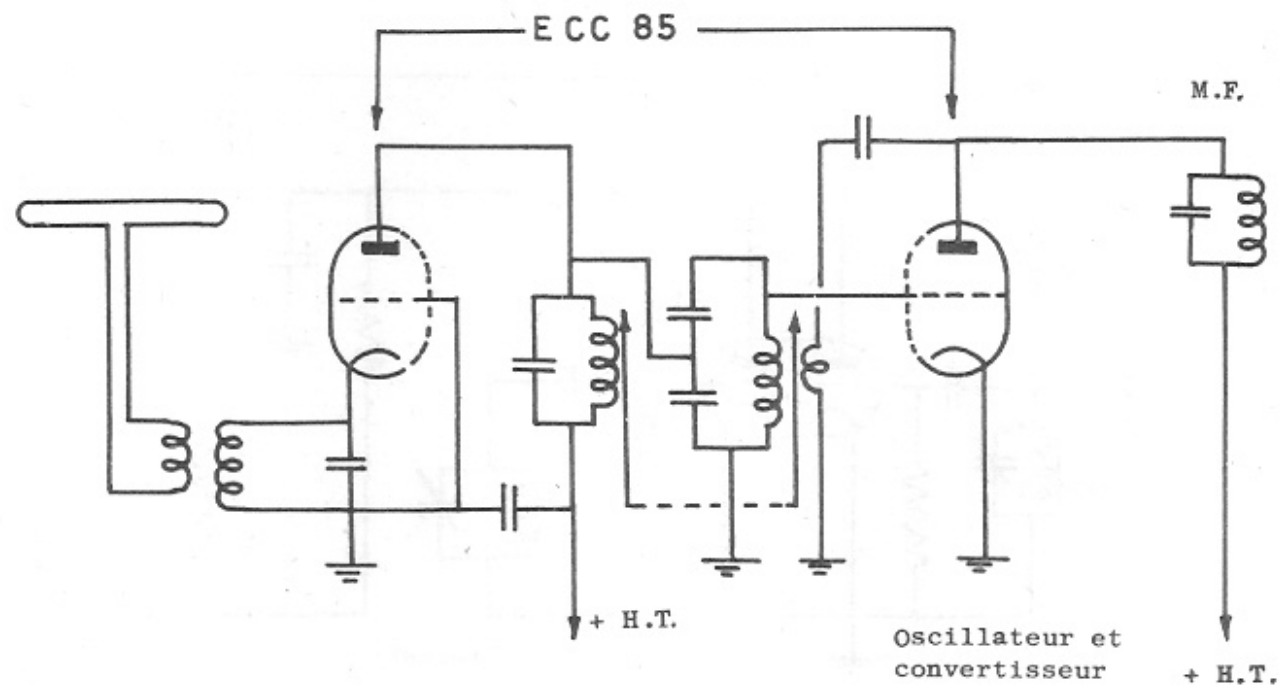
- Largeur de la bande passante
- Amplification
- Suppression de la fréquence image
- Rapport entre la fréquence d'arrivée et la moyenne fréquence.

CHANGEUSE OU CONVERTISSEUSE A DOUBLE TRIODE



- Fig. 6 -

AMPLIFICATEUR SEPARATEUR AVEC GRILLE A LA MASSE



- Fig. 7 -

Comme vous le voyez l'amplification à moyenne fréquence implique des exigences importantes, résolues par une solution de compromis entre les impératifs et à l'aide d'un critère d'adaptation réciproque.

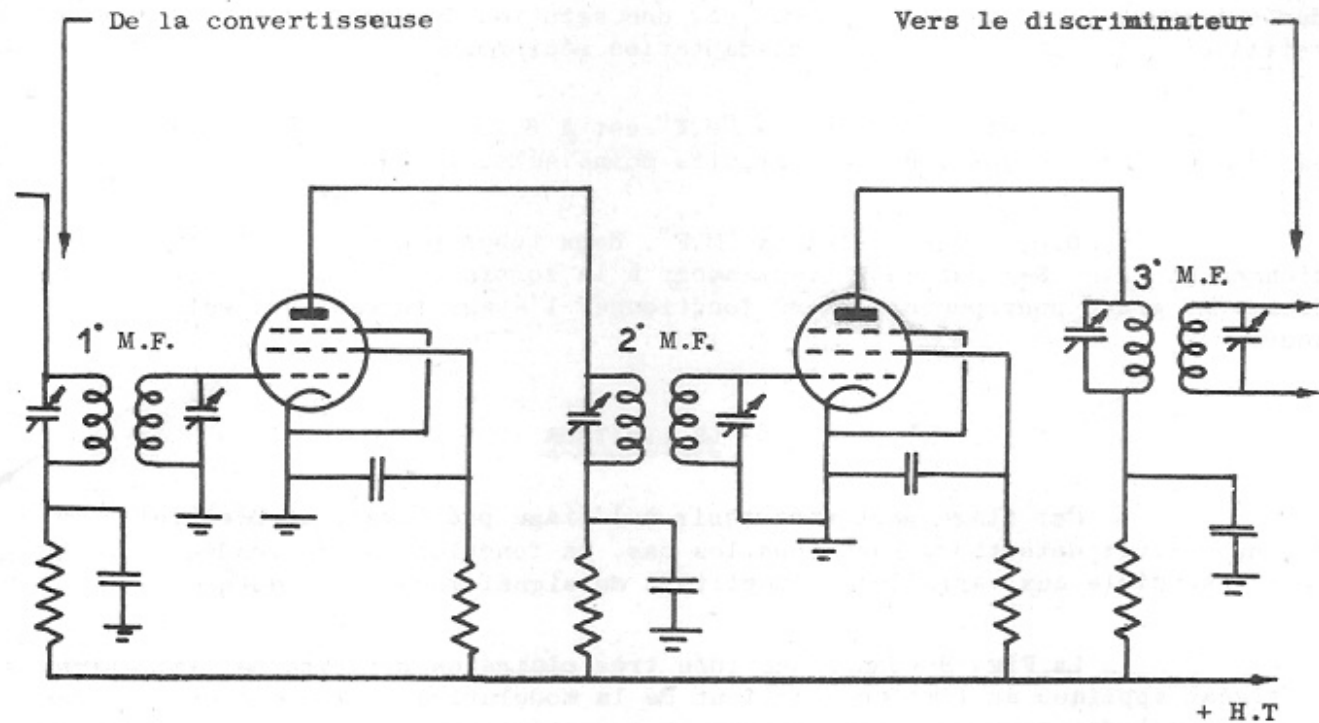
Rappelez-vous que la "M.F" est à 6,75 MHz et que la bande passante est de 200 KHz, ce qui rend les circuits moins sélectifs qu'en "A.M".

Dans l'amplification "M.F", deux tubes pentodes sont mis en fonctionnement (Fig. 8-) puisqu'il faut avoir à la sortie de l'étage un signal suffisamment grand pour pouvoir faire fonctionner l'étage suivant qui est le limiteur.

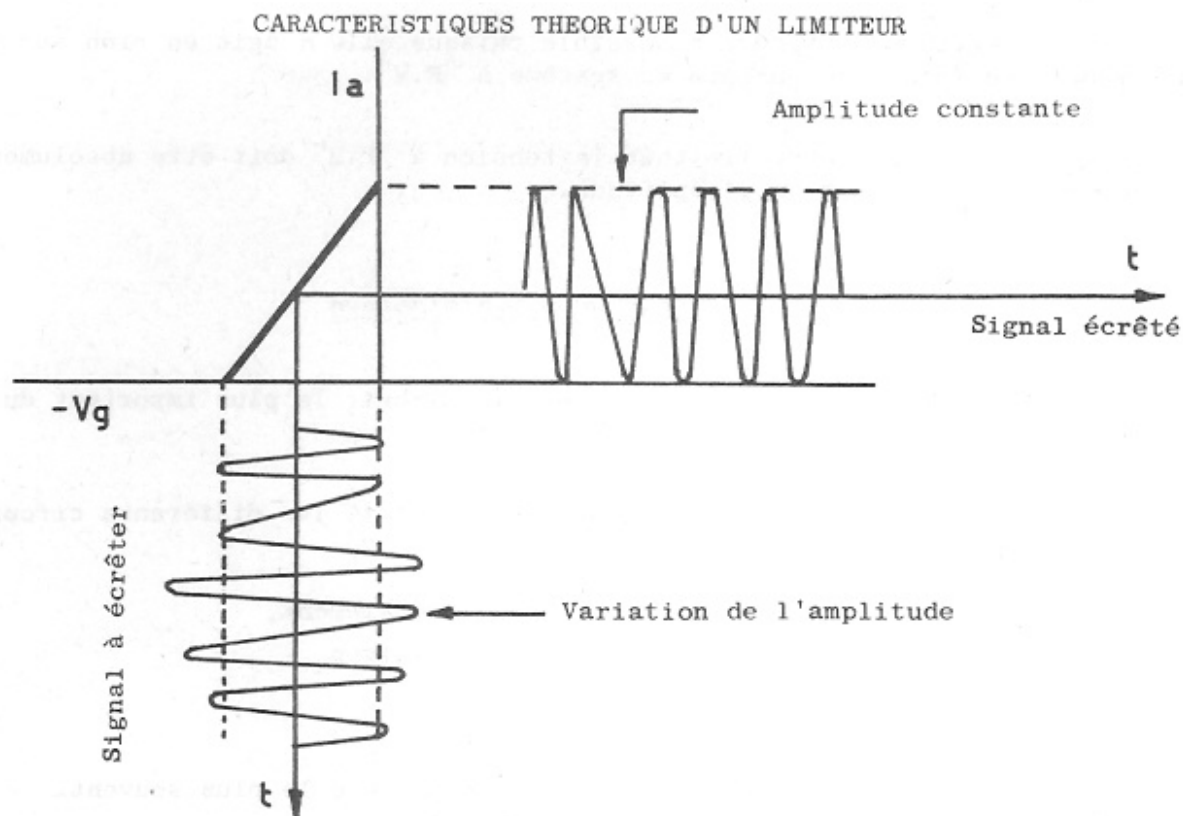
5- LE LIMITEUR

Cet étage peut appartenir à l'étage précédent, ou bien faire partie du circuit détecteur. Dans tous les cas, sa fonction est de rendre le récepteur insensible aux variations d'amplitude du signal moyenne fréquence.

La Fig. 9- donne une idée très claire du principe de limitation: le signal appliqué au limiteur contient de la modulation d'amplitude due - (par exemple) - à des décharges impulsives; la caractéristique du limiteur est telle que la modulation d'amplitude parasite soit éliminée.



- Fig. 8 -



- Fig. 9 -

Cette opération est possible puisque elle n'agit en rien sur le signal modulé en fréquence, propre au système à "F.M".

A la sortie du limiteur la tension à "F.M" doit être absolument indépendante de la modulation d'amplitude.

6- DETECTEUR OU DISCRIMINATEUR

Le circuit discriminateur est le circuit le plus important du récepteur à "F.M".

Vous trouverez ensuite décrits en détail les différents circuits détecteurs, parmi lesquels:

- Détecteur à circuits accordés latéralement,
- Détecteur à déphasage ou DISCRIMINATEUR
- Détecteur à rapport.

Les deux derniers sont ceux qu'on emploie le plus souvent.

La Fig. 10- montre le schéma d'un circuit détecteur classique à rapport.

A ce propos je vous fais remarquer que le 3ème transformateur "M.F" est également DISCRIMINATEUR parce qu'il relie directement, le tube du discriminateur-détecteur et la triode pour la préamplification de la "B.F".

Le détecteur fonctionne très simplement même comme limiteur.

7- AMPLIFICATION A BASSE FREQUENCE

Comme dans les récepteurs pour "A.M", après le détecteur viennent l'étage ou les étages "B.F".

Ces étages peuvent comprendre:

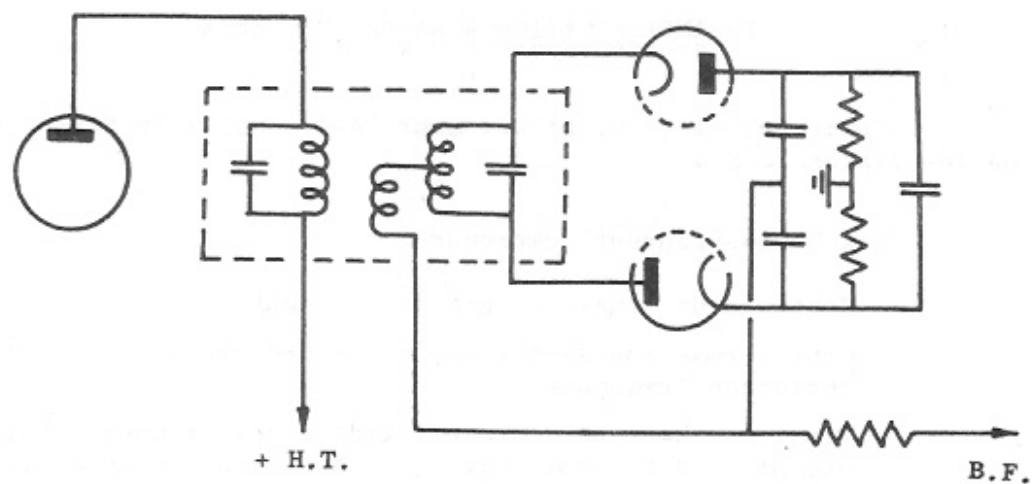
- Contrôle de tonalité, graves et aigus
- Contre-réaction sélective, c'est-à-dire qui n'agit que sur certaines fréquences.
- Plusieurs haut-parleurs affectés à des fréquences distinctes; exemple: "H.P" sons graves et "H.P" sons aigus etc...

Toutes ces améliorations sont réservées à des appareils de classe d'un prix élevé; un bon résultat est déjà obtenu avec l'amplificateur classique à triode plus tétrode à faisceau dirigé, un transformateur de sortie bien adapté et

SCHEMA D'UN DISCRIMINATEUR DE RAPPORT

AMPLI M.F 10,7 MHz

Discriminateur



- Fig. 10 -

un haut-parleur approprié.

8- ALIMENTATION

Il n'y a rien de bien particulier dans ce circuit; la seule différence intéressante est le courant consommé, qui passe (pour un récepteur normal) de 70 à 100 mA et le nombre différent des tubes à alimenter.

On note une certaine tendance, en particulier dans les récepteurs allemands, à monter des redresseurs à oxyde, ce qui permet une légère économie sur le transformateur d'alimentation et une réduction d'encombrement.

Dans la prochaine leçon, je commencerai l'explication détaillée des différents circuits énoncés dans cette leçon.

=====

REPONSES AUX EXERCICES DE REVISION SUR LA 35ème LECON THEORIQUE "F.M."
OU SUR LA 1ère LECON THEORIQUE "F.M/C".

- 1- La différence consiste dans le principe de modulation; en "A.M", la fréquence reste constante et l'amplitude varie en fonction du signal de modulation; en "F.M" l'amplitude est rigoureusement constante et, par contre, la fréquence varie avec une déviation en plus ou en moins autour de la valeur de base.
- 2- Parce qu'en "F.M", on emploie les ondes métriques (à peu près 3m. de longueur d'onde) qui ne se propagent qu'en ligne droite. Cette valeur a été choisie pour avoir un rapport très petit entre la fréquence porteuse et le glissement que l'on fait subir à cette fréquence.
- 3- Réception plus claire, sans parasites ni interférences. Réception complète de toute la gamme des fréquences acoustiques.
- 4- La modulation de l'"A.M" à 100 % correspond à un glissement de fréquence de + 75 KHz en "F.M".
- 5- La gamme utilisée dans les transmissions "F.M" est comprise entre 88 et 100 MHz.
- 6- La valeur de la "M.F" sur les récepteurs "F.M" est de 6,75 MHz et quelquefois de 10,7 MHz.

=====

EXERCICES DE REVISION SUR LA 36ème LECON THEORIQUE "F.M."

OU SUR LA 2ème LECON THEORIQUE "F.M/C"

- 1- Quels sont les étages caractéristiques des récepteurs "F.M" ?
- 2- Quelle est la valeur employée habituellement pour l'accord de la "M.F" dans les récepteurs "F.M" ?
- 3- Quelle est la fonction du limiteur ?
- 4- Quelle est la gamme pour "F.M" employée dans les stations de la "R.T.F" ?
- 5- Pourquoi préfère-t-on la triode aux autres tubes dans le circuit convertisseur "M.F".
- 6- Quels sont les types de détecteurs les plus employés ?

=====