



**THEORIE**

**Cours de radio par correspondance**

ou

RECEPTEUR POUR SIGNAUX MODULES EN FREQUENCE

CIRCUITS DETECTEURS

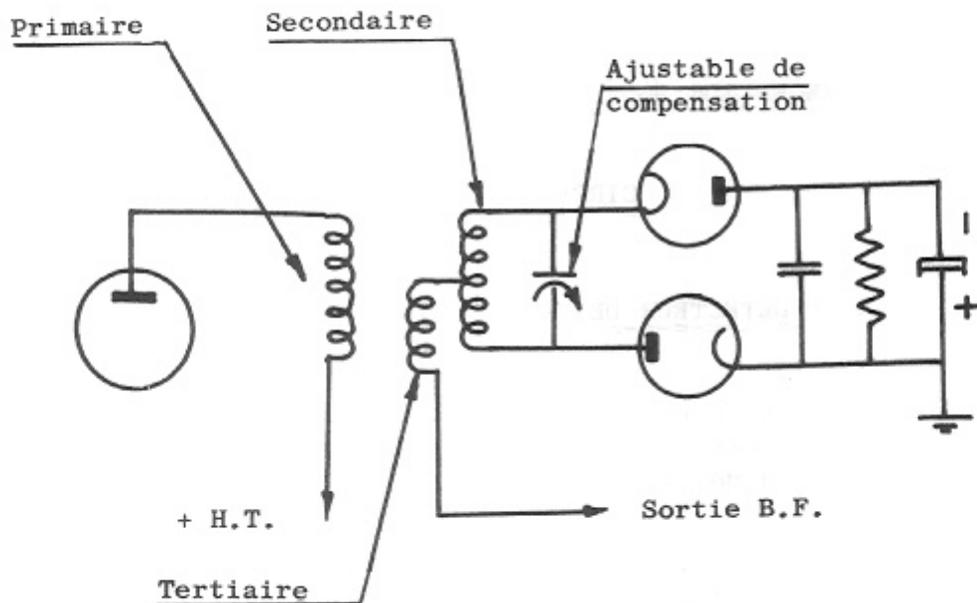
1- CIRCUIT DETECTEUR DE RAPPORT DISSYMETRIQUE OU ASYMETRIQUE

La détection du rapport asymétrique n'est qu'une variante du circuit symétrique décrit lors de la précédente leçon. Son principal avantage est d'avoir une des cathodes de ses diodes connectée à la masse.

La masse, au lieu d'être raccordée au point milieu de "R<sub>1</sub>"- "R<sub>2</sub>" (Fig. 6- de la précédente leçon), est branchée à une extrémité du circuit de détection (Fig. 1-).

Ce procédé, permet d'utiliser un tube multiple 9 broches, dont la

## DISCRIMINATEUR A DETECTION DE RAPPORT ASYMETRIQUE



- Fig. 1 -

nécessité de construction impose une cathode commune à plusieurs circuits "EABC 80".

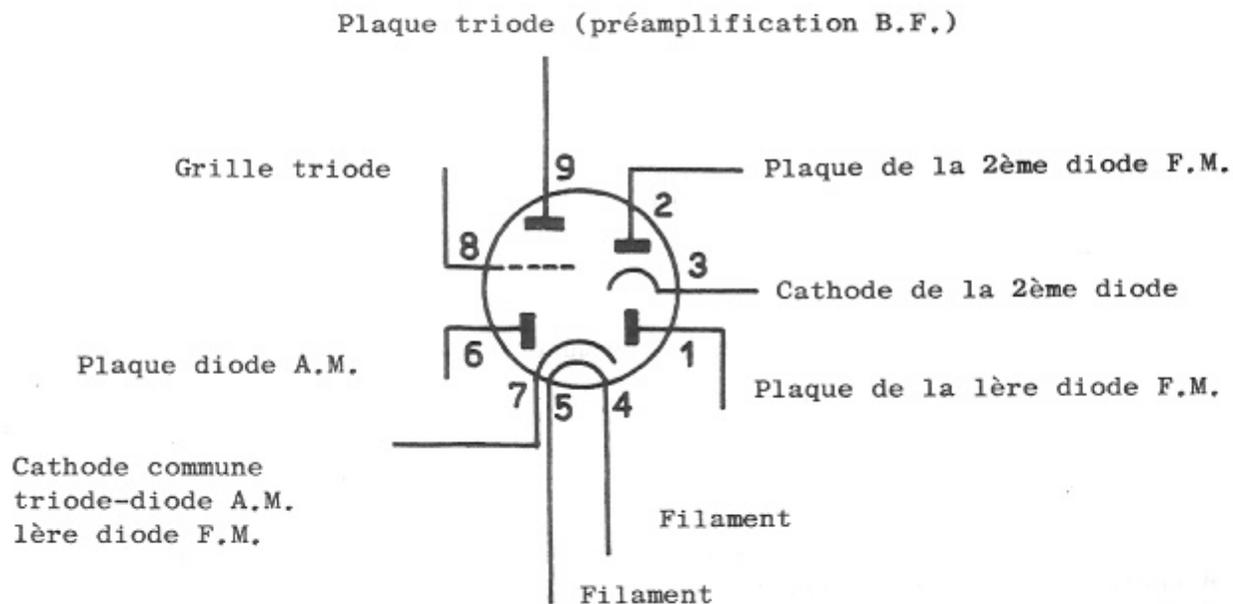
La structure d'un tel tube est la suivante (Fig. 2-):

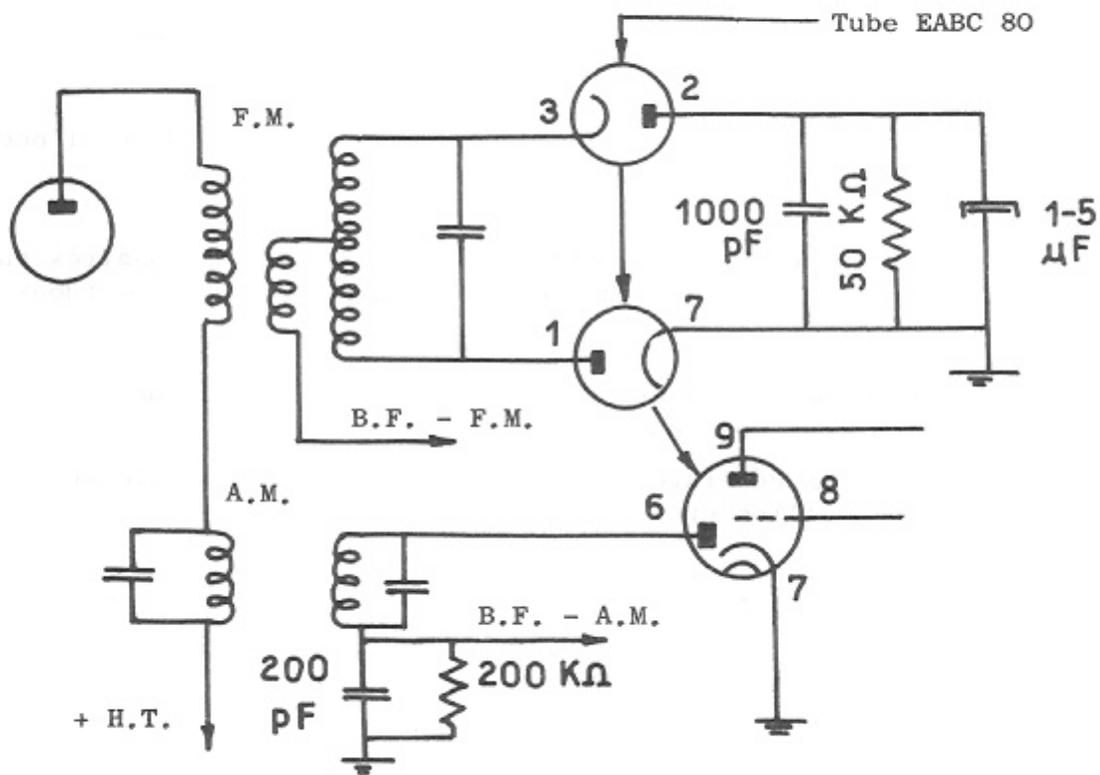
- Broche N° 1 - plaque 1ère diode détectrice "F.M."
- Broche N° 2 - plaque 2ème diode détectrice "F.M."
- Broche N° 3 - cathode 2ème diode détectrice "F.M."
- Broche N° 4 - filament
- Broche N° 5 - filament
- Broche N° 6 - plaque diode détectrice "A.M."
- Broche N° 7 - cathode commune triode, diode "A.M.", 1ère diode "F.M."
- Broche N° 8 - grille triode
- Broche N° 9 - plaque triode.

Tous les récepteurs utilisent ce type de tube multiple, avec le circuit détecteur de rapport asymétrique, (Récepteurs "A.M." - "F.M." fabriqués actuellement par l'industrie Française et Européenne).

Le schéma classique de ce circuit est représenté Fig. 3-, où l'on a

## TUBE "EABC 80"





- Fig. 3 -

repéré tous les éléments.

## 2- MISE AU POINT D'UN CIRCUIT DETECTEUR DE RAPPORT

Il s'agit d'un circuit très employé, que vous aurez l'occasion de mettre au point ou de dépanner.

Je vais donc vous expliquer les opérations nécessaires au réglage du circuit de "M.F." et de détection. Celles-ci peuvent être effectuées de deux façons:

- Avec un générateur de signaux de 6,75 MHz et un voltmètre pour tensions continues.
- Avec un générateur de signaux de 6,75 MHz modulé en fréquence et un oscilloscope.

Le premier cas est le plus courant et est aussi, le plus commode.

On fait les mesures dans l'ordre suivant:

- Appliquez le signal à 6,75 MHz sur la grille de contrôle du premier tube amplificateur "M.F."
- Raccorder le voltmètre mis sur l'échelle 50 Volts c.c., en parallèle sur le circuit de détection ( $V_1$  Fig. 4-).

- Régler les noyaux (sauf le secondaire de détection) des "M.F." pour l'indication la plus grande du voltmètre.
- Répéter plusieurs fois le réglage.
- Déplacez alors le voltmètre pour le raccorder entre une prise médiane du circuit de détection et le tertiaire du même transformateur ( $V_2$  Fig. 4-).

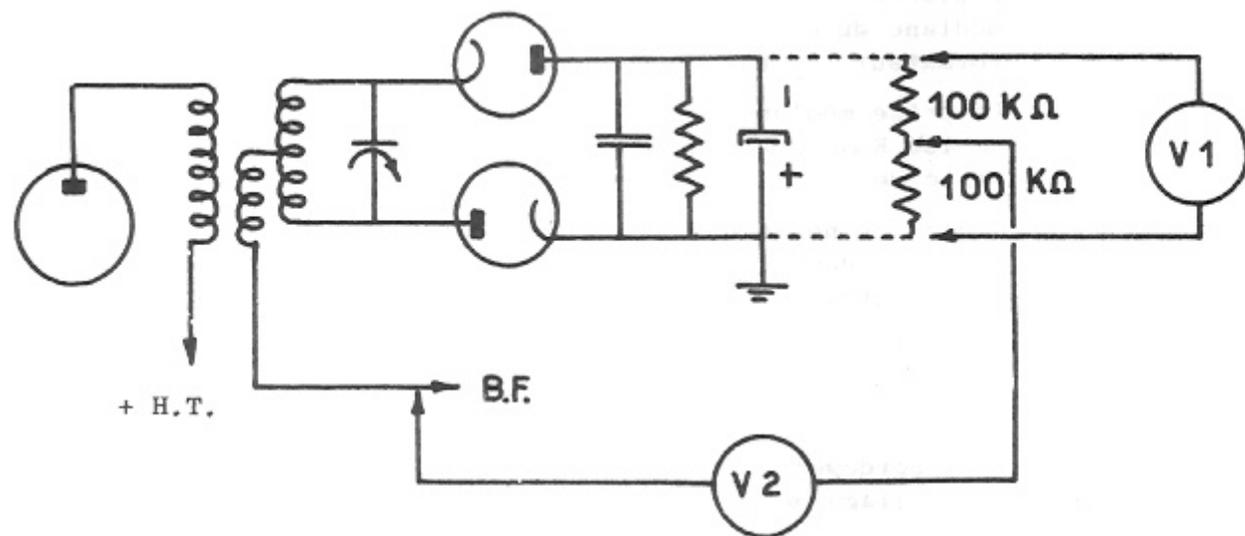
La prise médiane s'obtient en montant en série deux résistances de  $100\text{ K}\Omega$ , qui sont ensuite placées en parallèle à la résistance de charge du discriminateur.

- Régler le noyau du secondaire jusqu'à avoir une tension nulle. En tournant dans un sens la tension devient positive, et dans le sens contraire elle devient négative.
- Contrôler, en changeant le polarité du voltmètre, que la tension entre les deux points est réellement nulle.

Les raccordements du voltmètre sont illustrés à la Fig. 4- la position 1 correspond au réglage de la "M.F." et la position 2 à la mise au point du discriminateur.

Naturellement, après la mise au point, on devra dessouder les deux résistances de  $100\text{ K}\Omega$  employées pour chercher le centre du circuit détecteur.

En résumé, d'une manière générale la mise au point de la "M.F." et



- Fig. 4 -

du détecteur de rapport se fait comme suit:

- On règle les circuits "M.F." à 6,75 MHz pour la tension de sortie la plus élevée, mesurable sur le circuit détecteur, ou bien (si le générateur est modulé) sur la basse fréquence (haut-parleur).
- On règle ensuite le secondaire du détecteur pour la tension nulle (zéro) entre le point de prélèvement de la "B.F." et le centre symétrique du circuit détecteur.

NOTA: Si le récepteur à dépanner possède une "M.F." à 10,7 MHz, les réglages devront évidemment se faire avec cette fréquence.

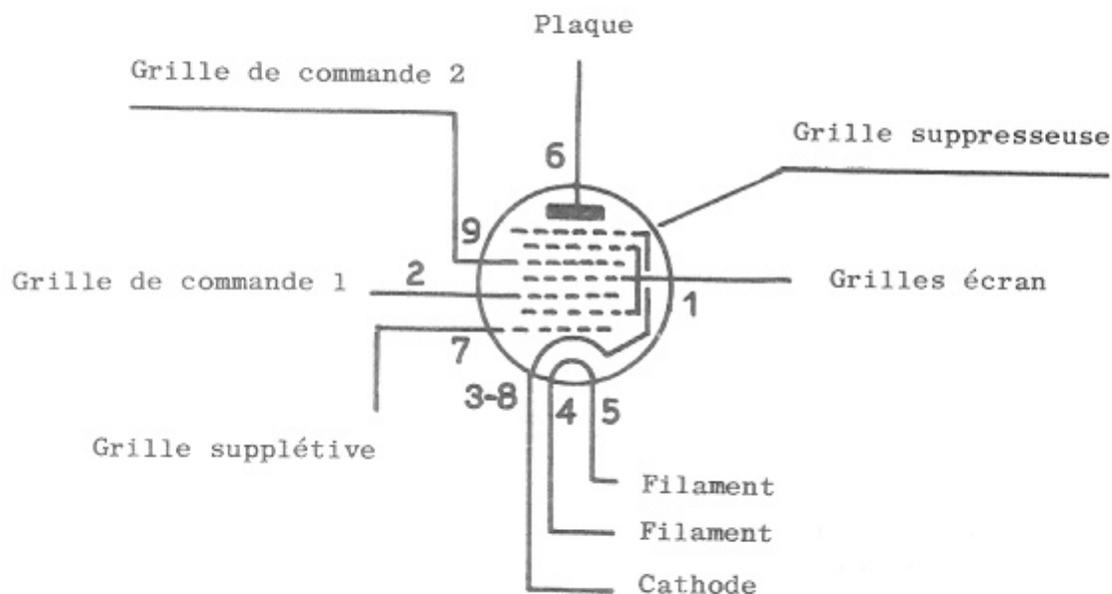
### 3- CIRCUIT DETECTEUR DE PHASE NONODE "EQ 80"

La particularité de ce circuit révélateur est d'utiliser un tube spécial à 7 grilles plus cathode, filament et plaque (Fig. 5-).

Entre les deux grilles de contrôle, sont placées trois grilles écran à tension relativement basse, une grille supplétive, à côté de la cathode et une grille de suppression à côté de la plaque.

Les caractéristiques de construction sont telles que l'on observe les conditions de fonctionnement suivant.

## TUBE NONODE "EQ 80"



- Fig. 5 -

Il y a passage de courant ou non, en fonction du potentiel des deux grilles de contrôle; les deux grilles étant polarisées au cut off.

Pour cette raison, il n'y aura déblocage du tube et passage de courant, que si les tensions sur les grilles de commande sont toutes deux positives.

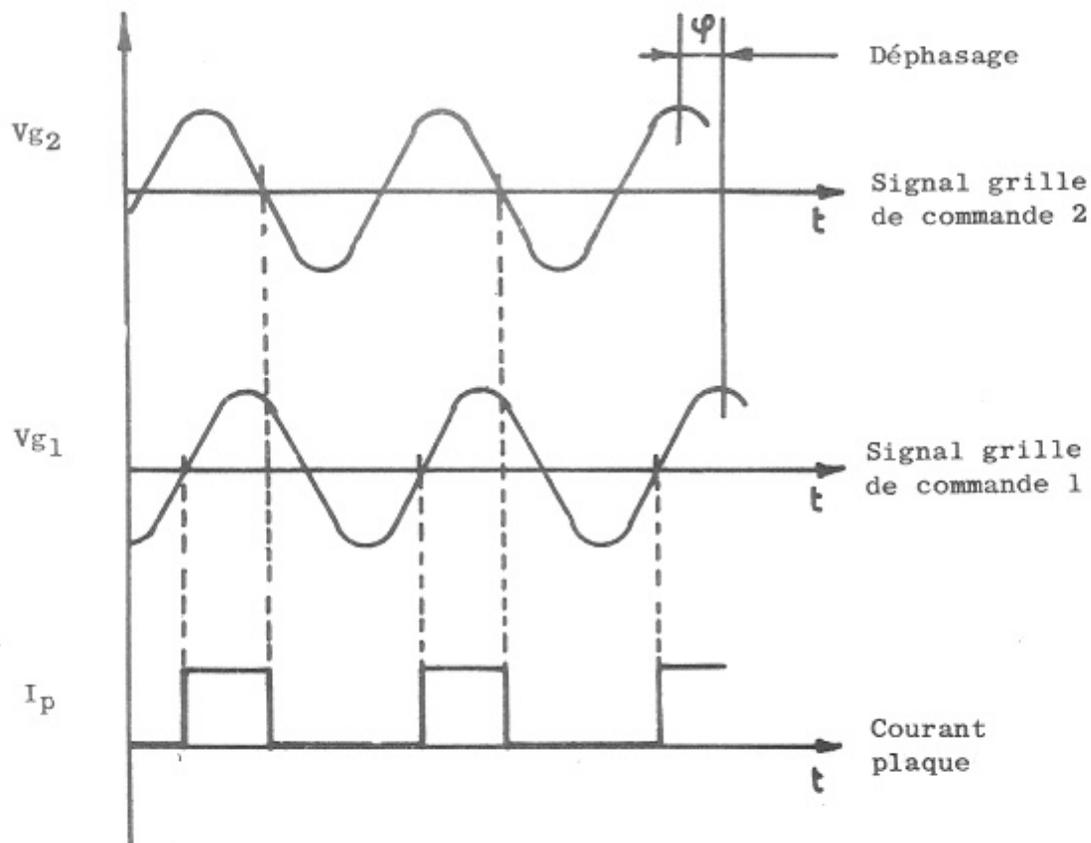
Ainsi, lorsque les deux signaux sont déphasés d'un certain angle  $\varphi$ , le courant ne circulera que durant la période de temps pendant laquelle les deux grilles sont positives.

A la Fig. 6-, vous avez une démonstration graphique de ce fonctionnement: "Vg 1" est le signal sur la grille de contrôle 1 et "Vg 2", le signal de même fréquence, déphasé de  $\varphi$ , sur la grille de contrôle 2;  $I_p$  est le courant recueilli sur la plaque pendant le temps où les deux grilles sont positives.

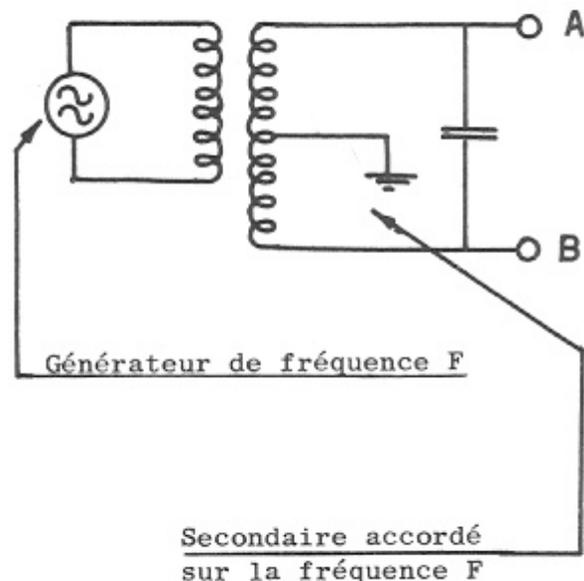
Comme vous pouvez l'observer, le courant plaque est pratiquement indépendant de l'amplitude résultante et de la forme des signaux, et ne dure que le temps pendant lequel les grilles de contrôle sont positives.

Il s'agit maintenant d'appliquer sur ces grilles un signal de phase convenable.

Cela est possible en se servant de la propriété suivant laquelle,



- Fig. 6 -



la tension induite dans le secondaire d'un transformateur accordé, a une phase dépendant de la fréquence appliquée à son primaire.

En nous rapportant au circuit de la Fig. 7-, je vous rappelle que, si la fréquence du signal appliqué sur le primaire coïncide avec la fréquence de résonance du secondaire, on obtient entre "A" et la masse, et entre "B" et la masse, une tension déphasée de  $1/4$  de période, en plus ou en moins, par rapport au signal primaire.

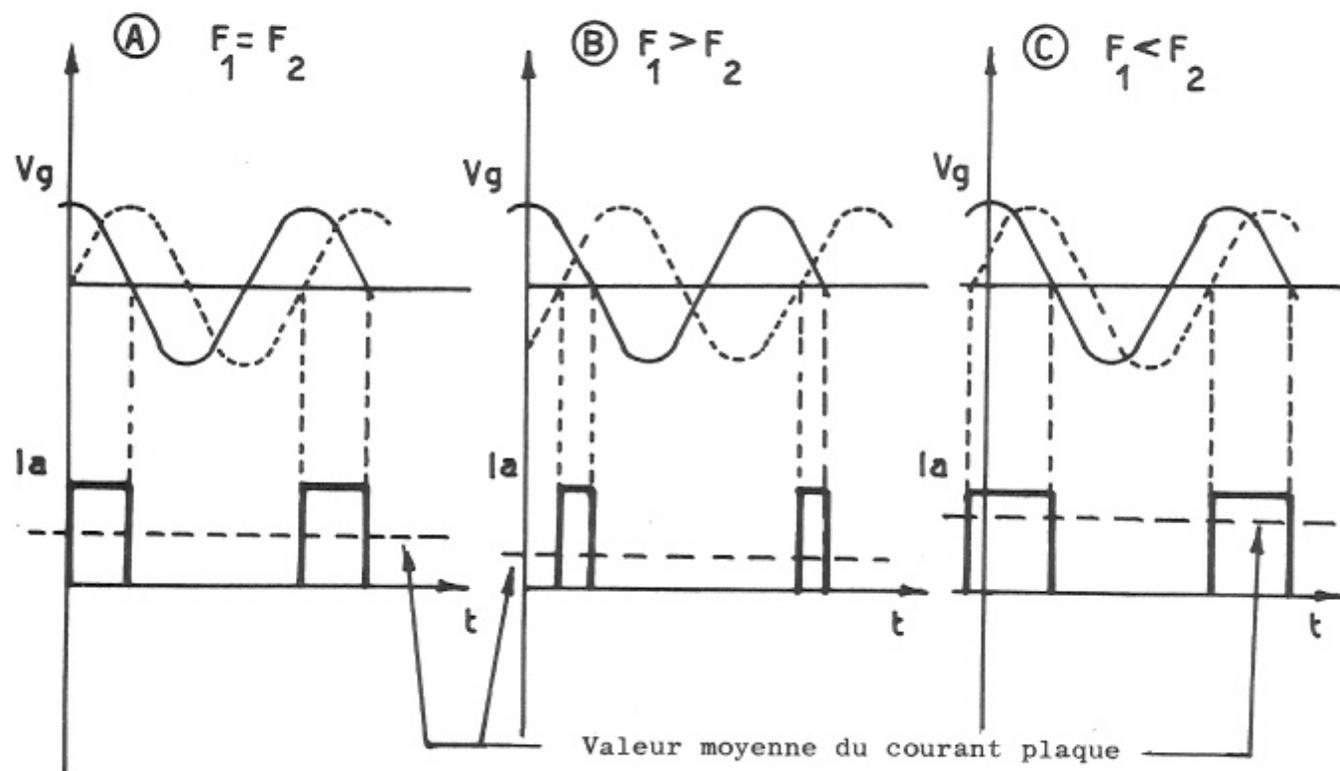
Si la fréquence du signal appliqué sur le primaire varie dans les limites relativement étroites autour de la valeur centrale (6,75 MHz), la phase de la tension induite sur le secondaire varie également linéairement.

En appliquant sur les deux grilles de contrôle le signal primaire et le signal déphasé secondaire, le courant anodique du tube nonode circulera par impulsions dont la largeur sera proportionnelle au déphasage.

La valeur moyenne du courant plaque, obtenue en filtrant les impulsions avec un filtre passe-bas, est alors directement proportionnelle au glissement de fréquence du signal appliqué.

La Fig. 8- montre le fonctionnement de la nonode dans trois cas:

- A- Le signal appliqué a la même fréquence de résonance que le circuit secondaire:
- le déphasage de la tension secondaire est de  $90^\circ$ , et le courant plaque circule pendant  $1/4$  de période.
- B- Le signal appliqué a une fréquence supérieure à la fréquence du secondaire:
- le déphasage de la tension est de  $120^\circ$ , et le courant plaque circule pour  $1/6$  de période.
- C- Le signal appliqué a une fréquence inférieure à la fréquence de résonance du secondaire:
- le déphasage de la tension du secondaire est de  $60^\circ$  et le courant plaque circule pendant  $1/3$  de la période environ.



- Fig. 8 -

Vous pouvez en déduire que la valeur moyenne du courant plaque varie avec la phase des tensions appliquées sur les grilles de contrôle, phase que l'on fait dépendre linéairement du glissement de fréquence par rapport à la valeur de la résonance.

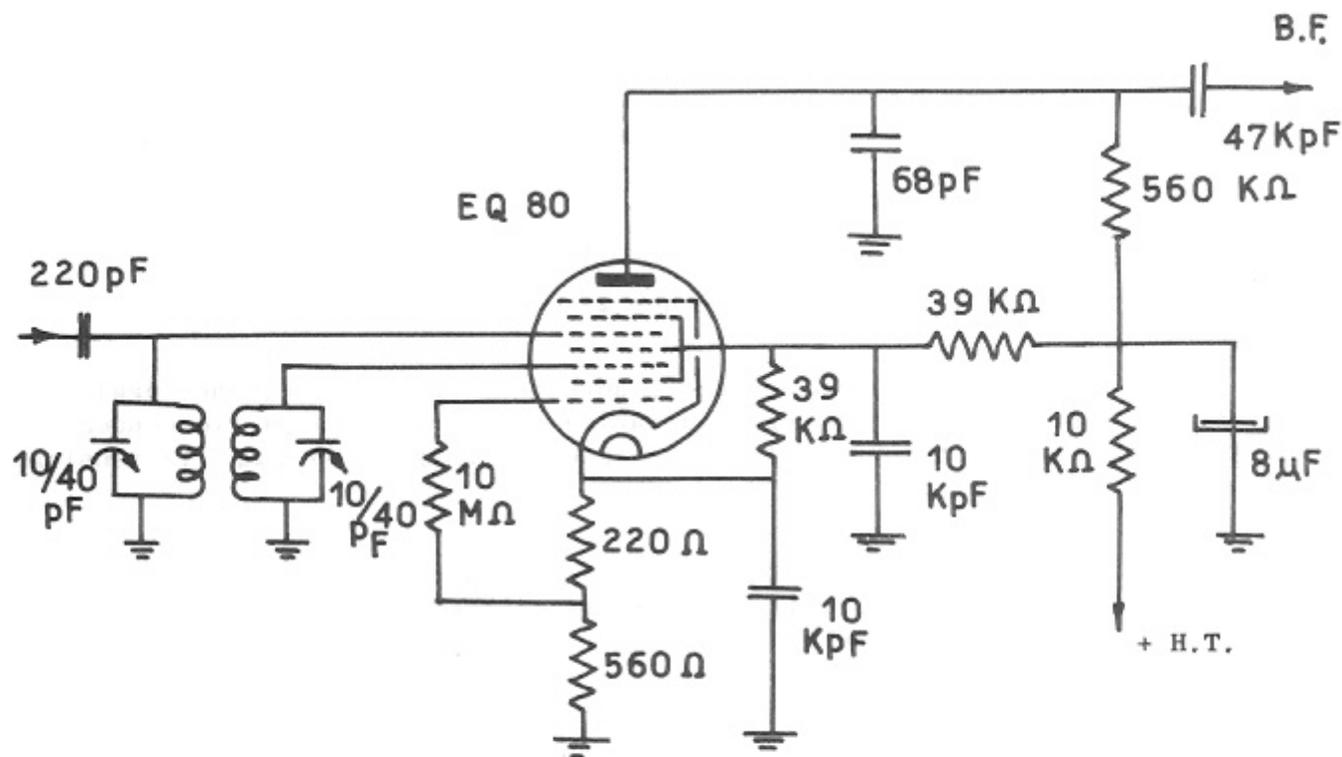
En d'autres termes, lorsque le signal "M.F." à 6,75 MHz se déplace en fréquence, par effet de la modulation, il détermine une variation de phase du signal secondaire, qui à son tour provoque une variation de durée du courant plaque.

Pour obtenir que le courant plaque soit indépendant de l'amplitude du signal appliqué, ou bien que le détecteur soit insensible à la "A.M.", il faut que les amplitudes des signaux appliqués sur les grilles de commande augmentent la valeur "Vg", du double de la tension de polarisation des grilles (effet d'écrêtage par saturation).

La Fig. 9- représente le schéma conseillé pour l'emploi du tube "EQ 80".

Au primaire du transformateur "M.F." est appliquée la tension du dernier amplificateur "M.F.". Le secondaire est couplé inductivement près de sa valeur critique.

## SCHEMA DU DISCRIMINATEUR "F.M." PAR TUBE "EQ 80"



- Fig. 9 -

Du primaire on attaque directement la grille de commande 2, et du secondaire, la grille de commande 1, qui reçoit une tension déphasée proportionnelle à la fréquence de la "M.F."

Les conditions de fonctionnement sont alors les suivantes:

- Cathode polarisée à + 4,5 Volts.
- Grille N° 1 polarisée à - 3 Volts.
- Grille écran polarisée à + 20 Volts.

Les impulsions du courant plaque, qui ont une fréquence égale à celles de la "M.F." (mais d'une durée variable) sont intégrées par le condensateur de 68 pF et donnent aux bornes de la résistance de charge (560 K  $\Omega$ ) la tension détectée de "B.F."

Le circuit présente deux avantages importants: simplicité de mise au point (il est allégé comme s'il s'agissait d'un transformateur "M.F." commun) et tension de sortie élevée, ce qui rend inutile l'emploi d'une préamplification "B.F." pour piloter l'étage final.

Par contre, comme je vous ai déjà dit, on observe en pratique que la propriété du tube à laisser passer ou non le courant plaque, n'est pas si nette, comme on l'a supposée au début, et qu'il faut une tension d'entrée d'une amplitude au moins égale à 5 Volts pour assurer un fonctionnement régulier, même comme limiteur d'amplitude.

#### 4- CIRCUIT DETECTEUR DE PHASE AVEC TUBE "6 B N 6 "

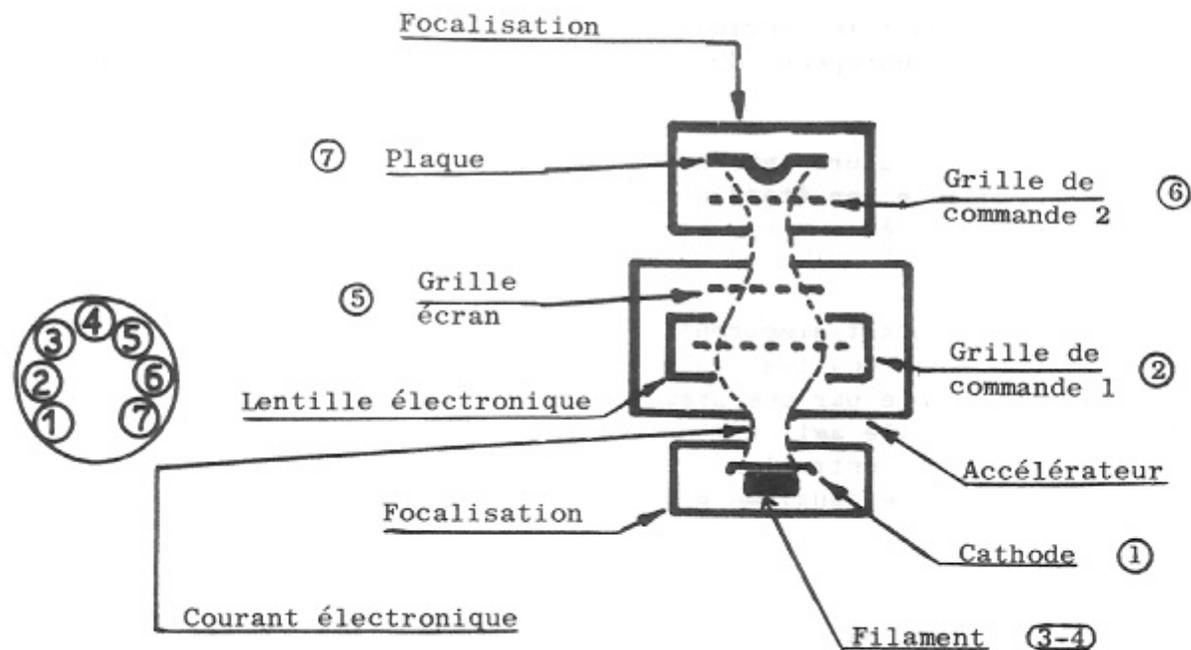
L'industrie américaine a construit un tube, le "6 B N 6" qui, s'il est analogue au tube européen "EQ 80", en diffère légèrement par l'emploi.

La structure interne de ce nouveau tube utilise les principes de l'optique électronique, en étendant l'application des lentilles électroniques, déjà employées avec succès sur la tétrode à faisceau dirigé du type "6 V 6" (Fig. 10-

Le courant électronique émis de la cathode, est concentré par une première électrode de focalisation, puis élargi par une lentille; pendant la dilatation, il est contrôlé par une première grille de commande, dont l'efficacité est très forte parce qu'elle agit sur un courant électronique très peu concentré, il subit une deuxième concentration par une autre électrode de focalisation; il est soumis à l'action d'une deuxième grille de commande, puis est recueilli finalement par la plaque.

La complexité de cette superposition d'électrodes de focalisation et de grilles de commande est justifiée par le fait que l'on peut intercepter complètement le faisceau électronique avec une faible tension négative sur une des deux grilles de commande.

## TUBE DETECTEUR "F.M." "6BN 6"



- Fig. 10 -

En outre, grâce à cette disposition, on obtient que :

- Le tube se sature avec une tension positive réduite appliquée sur une des deux grilles de commande.
- On peut utiliser l'oscillateur d'un circuit résonnant connecté à la deuxième grille de commande.

Cette dernière caractéristique rend le tube "6 B N 6" nettement différent de la "EQ 80".

Le principe de détection, est identique : les signaux appliqués sur les deux grilles de commande sont déphasés entre eux de  $90^\circ$ , si le circuit oscillant connecté à la deuxième grille de commande est accordé exactement sur la "M.F (6,75 MHz); dans le cas contraire la phase des deux signaux varie linéairement, avec la variation de la fréquence, autour de la valeur centrale.

A cette variation correspond la variation du courant plaque et par conséquent celle de la tension plaque.

Une autre différence, entre la "EQ 80" et la "6 BN 6", c'est que

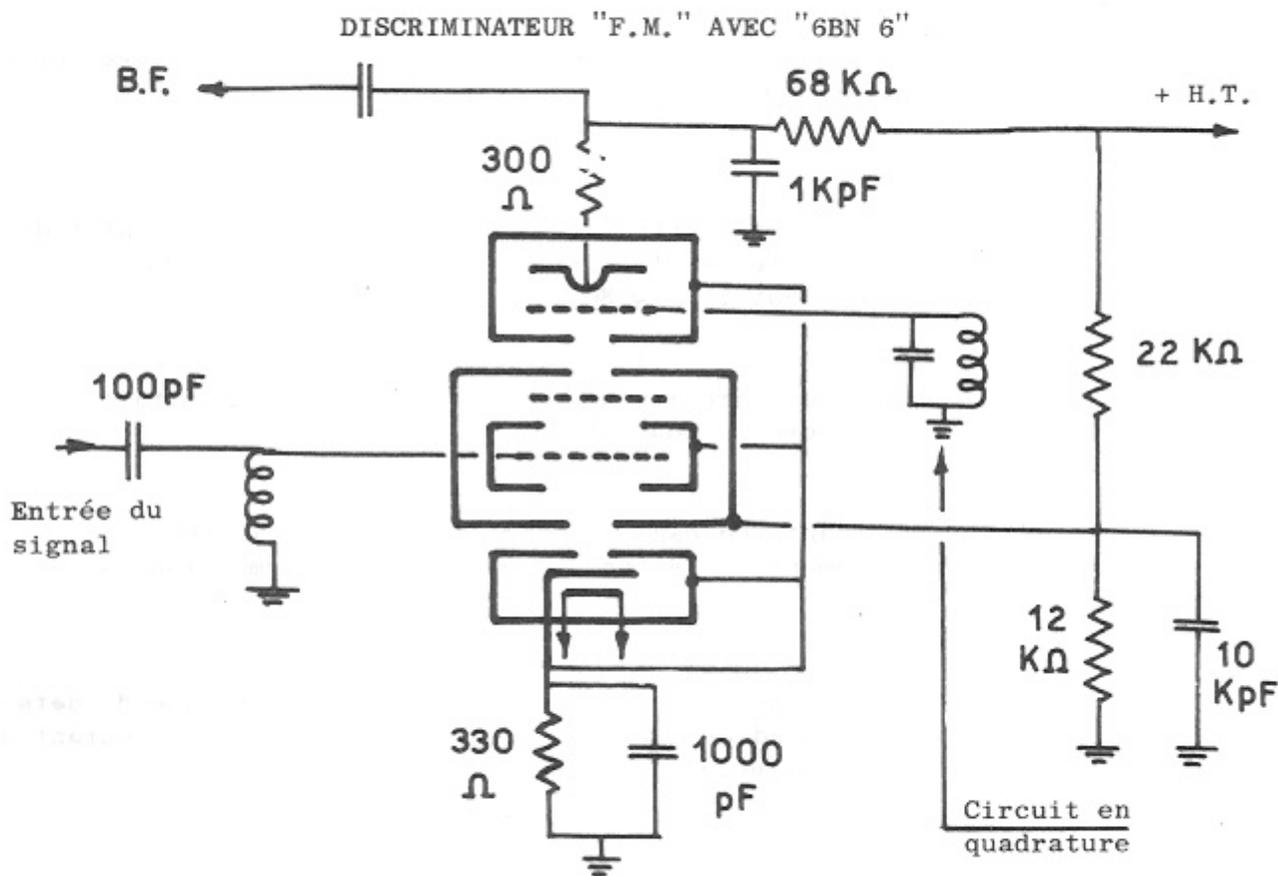
pour la "EQ 80" la tension secondaire déphasée était prise sur le secondaire accordé du transformateur "M.F.", tandis qu'avec la "6 B N 6" la tension est au contraire, recueillie sur le circuit oscillant raccordé à la grille de commande N° 2, qui maintient les oscillations à cause de l'impédance négative de la deuxième électrode de contrôle.

Cette impédance négative est obtenue par la disposition particulière des électrodes.

La Fig. 11- représente le schéma classique d'emploi du tube "6 B N 6": le signal d'entrée "M.F." est envoyé sur la grille de contrôle N° 1 ; sur l'autre grille de contrôle est raccordé le circuit résonnant pour avoir la tension déphasée de 90° (ou bien en quadrature) pour le signal non modulé.

Les caractéristiques de fonctionnement sont :

- Grille de contrôle N° 1 : polarisée à - 1,5 volt
- Grille de contrôle N° 2 : polarisée à - 1,5 volt
- électrode accélératrice : polarisée à + 60 volts



Sur le circuit plaque est inséré le condensateur intégrateur de 1.000 pF et la résistance de 300  $\Omega$  qui ont pour but de rendre plus linéaire le rapport entre la tension plaque et le glissement de fréquence.

Ce circuit est très efficace, même comme limiteur d'amplitude; il requiert une régulation parfaite des tensions caractéristiques de fonctionnement. En qualité de détection, il vaut la "EQ 80".

Avec ce dernier circuit, je vous ai donné une illustration quasi complète des principaux détecteurs pour "F.M."

Notez cependant que dans votre pratique de radio-technicien vous trouverez presque exclusivement, le détecteur à rapport dissymétrique avec le tube "E A B C 80".

Vous aurez rarement à vous occuper d'autres types que du détecteur "E A B C 80" : il importe cependant que vous soyez techniquement au courant des autres possibilités, et des principes de fonctionnement.

La question sera encore examinée dans la leçon réservée au réglage et à l'alignement des récepteurs "F.M."

REPONSES AUX EXERCICES DE REVISION SUR LA 41ème LECON THEORIQUE "F.M."  
OU SUR LA 7ème LECON THEORIQUE "F.M./C".

- 1- Le principe de fonctionnement du détecteur de Foster-Seely consiste dans le fait qu'aux bornes d'un enroulement accordé et couplé inductivement il se manifeste des tensions déphasées entre elles d' $1/4$  de période.
- 2- Le détecteur de Foster-Seely est sensible aux variations d'amplitude parce que la tension détectée provient de la différence entre deux tensions qui sont toutes les deux sensibles à la "A.M."
- 3- La transformation de la modulation de "F.M." en "A.M." est due aux variations de phase du signal induit sur le secondaire.
- 4- Le détecteur de rapport est insensible aux variations d'amplitude parce que la tension détectée est proportionnelle au rapport entre les deux tensions toutes deux sensibles à la "A.M."
- 5- La stabilité de la tension sur la charge du détecteur est obtenue par l'insertion d'un condensateur électrolytique.
- 6- L'enroulement tertiaire remplace le couplage capacitif, qui transférait la tension "H.F." sur le secondaire.

EXERCICES DE REVISION SUR LA 42ème LECON THEORIQUE "F.M."  
OU SUR LA 8ème LECON THEORIQUE "F.M./C".

- 1- Quels sont les avantages du circuit détecteur de rapport asymétrique ?
- 2- Quelle est la structure du tube "EQ 80" et quelles sont ses caractéristiques principales ?
- 3- Comment obtient-on la tension déphasée qui sert au contrôle du courant électronique de la "EQ 80" ?
- 4- Pourquoi le courant plaque de la "EQ 80" dépend-il des variations de fréquence du signal appliquées au détecteur ?
- 5- Quelle est la structure de la "6 B N 6" et quelles sont ses caractéristiques principales ?
- 6- Quel est le principe de fonctionnement du tube "6 B N 6" ?

-----