

T H E O R I E



Eurelec-

COURS DE RADIO PAR CORRESPONDANCE

1- ETAGES AMPLIFICATEURS HF.

Dans cette leçon je vous parlerai de quelques circuits types d'amplification pour haute fréquence.

On a déjà discuté dans les leçons précédentes de la nécessité d'une amplification H.F.; il est nécessaire d'approfondir cette idée, de façon à ne laisser aucun doute.

La tension induite dans l'antenne est normalement, très faible et insuffisante pour produire un effet de détection normale; en outre, la tension que l'on obtiendrait de la détection ne serait pas suffisante pour piloter les tubes amplificateurs B.F.

Il est indispensable alors, d'amplifier la faible tension d'entrée pour obtenir une tension suffisante à la détection.

Si l'amplification que l'on peut obtenir d'un étage simple n'est

pas encore suffisante, on peut disposer plusieurs étages amplificateurs l'un à la suite de l'autre afin que la tension de sortie du premier étage soit transmise à l'entrée du deuxième étage.

La présence d'un troisième étage peut être nécessaire si l'on désire pousser la sensibilité du récepteur à sa limite, mais elle présente des difficultés notables dans sa réalisation.

Normalement les étages H.F. sont construits de manière à travailler sur une seule fréquence, celle qui correspond à l'onde radio reçue.

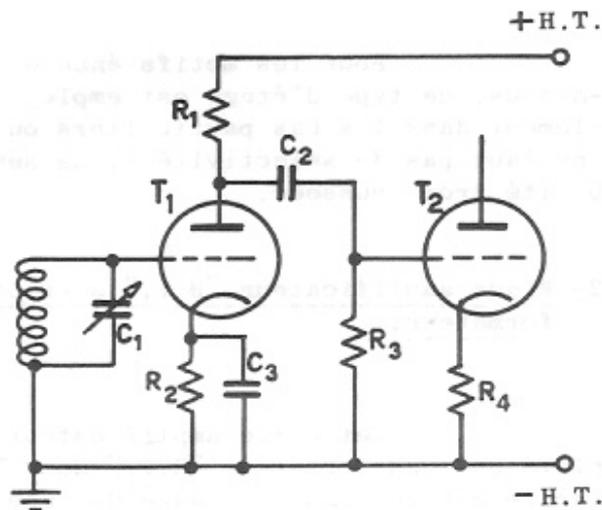
Les circuits d'entrée ou de sortie de ces étages doivent présenter des propriétés sélectives particulières; c'est dans ce but qu'elles sont formées de circuits résonnants disposés de plusieurs façons.

Examinons quelques uns de ces étages amplificateurs qui emploient la triode comme tube amplificateur.

1.1- Etage amplificateur H.F. à résistance.

Ce type d'étage amplificateur n'est pas particulièrement adapté à amplifier la H.F. parce qu'il amplifie une large bande de fréquence, chose peu conciliable dans les premiers étages des récepteurs.

A la Fig. 1- j'ai dessiné le schéma d'un étage de ce type avec son raccordement à l'étage suivant :



- Fig. 1 -

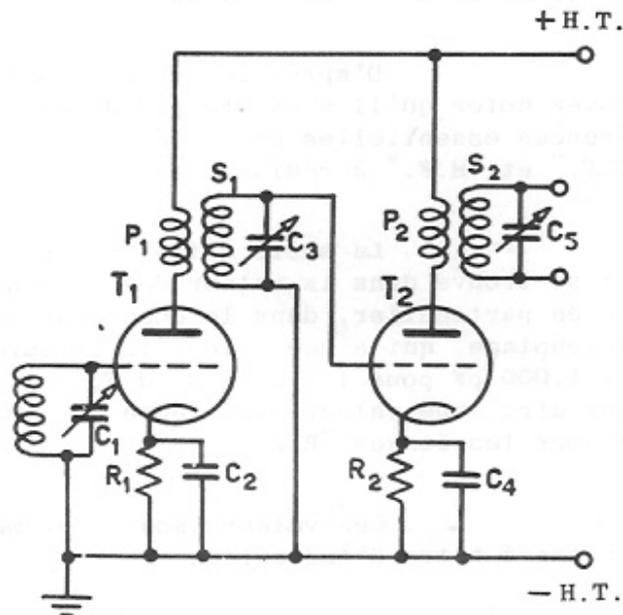
D'après le schéma, vous pouvez noter qu'il n'existe pas de différences essentielles entre les étages "B.F." et "H.F." à résistance.

La seule différence en effet se trouve dans la valeur des éléments et, en particulier, dans le condensateur de couplage, qui a une valeur inférieure aux 1.000 pF pour les étages "H.F." et au contraire, une valeur supérieure aux 10.000 pF pour les étages "B.F."

Ces valeurs sont seulement données à titre d'indication.

Dans le circuit de la Fig. 1-, la sélectivité est obtenue exclusivement avec le circuit oscillant placé sur la grille du premier tube et la sélectivité

du récepteur dépend alors des caractéristiques de ce circuit.



- Fig. 2 -

Pour les motifs énoncés ci-dessus, ce type d'étage est employé seulement dans les cas particuliers où il ne faut pas de sélectivité et de sensibilité trop poussées.

1.2- Etage amplificateur "H.F." à transformateur.

Cet étage amplificateur emploie un transformateur "H.F." dont le primaire est relié à la plaque du tube précédent.

En Fig. 2- on voit le schéma de la partie "H.F." d'un récepteur formé par deux étages du type que nous venons de décrire.

Pour obtenir la plus grande sensibilité du récepteur (la plus grande amplification) et la plus grande sélectivité, il faudrait accorder tous les circuits, qui existent dans cette partie du récepteur, sur la fréquence que l'on désire recevoir.

En pratique, l'on préfère accorder seulement le secondaire de chaque transformateur afin de mettre à la masse une partie des plaques des condensateurs variables.

Pour obtenir la réception, il faut faire en sorte que tous ces secondaires soient accordés sur la même fréquence: on y pourvoit en réunissant sur un même axe les trois ensembles de plaques mobiles de chaque condensateur variable.

1.2.1- Perturbations dans les circuits d'amplification.

L'amplification que l'on peut obtenir d'un circuit du type décrit, ne peut dépasser certaines limites qui dépendent elles-mêmes des caractéristiques des tubes, des dimensions, de la forme des transformateurs H.F. et des caractéristiques pratiques du montage que l'on exécute pour relier entre eux les différents éléments du circuit.

Lorsque l'amplification est trop poussée, des effets de réaction absolument indésirables et incontestables peuvent se manifester et sont capables de transformer le circuit amplificateur en un dispositif instable et pratiquement inutilisable.

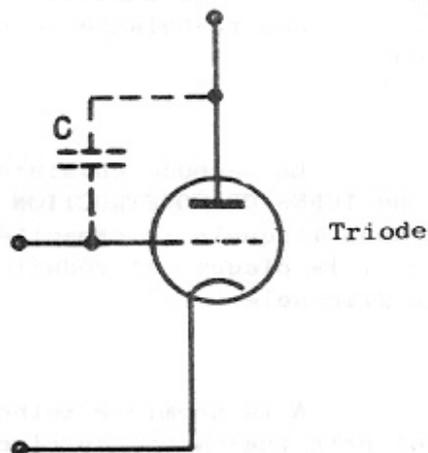
Examinons quelles sont les causes principales d'un fonctionnement instable.

Le premier motif doit se rechercher dans le fait que les triodes, employées dans les étages, ont un défaut inhérent à leur construction. Il s'agit de la capacité qui existe entre la grille et la plaque du tube.

Rappelons-nous en effet que, entre deux plaques métalliques se présentant face à face, il existe toujours une capacité électrique mesurable en Farad, en microfarad ou en picofarad.

La grille et la plaque du tube ne sont que deux armatures d'un même condensateur dont la valeur de la capacité peut s'évaluer à quelques picofarads.

Graphiquement, ce phénomène peut alors se représenter en dessinant un condensateur en parallèle aux deux électrodes du tube (voir Fig. 3-).



- Fig. 3 -

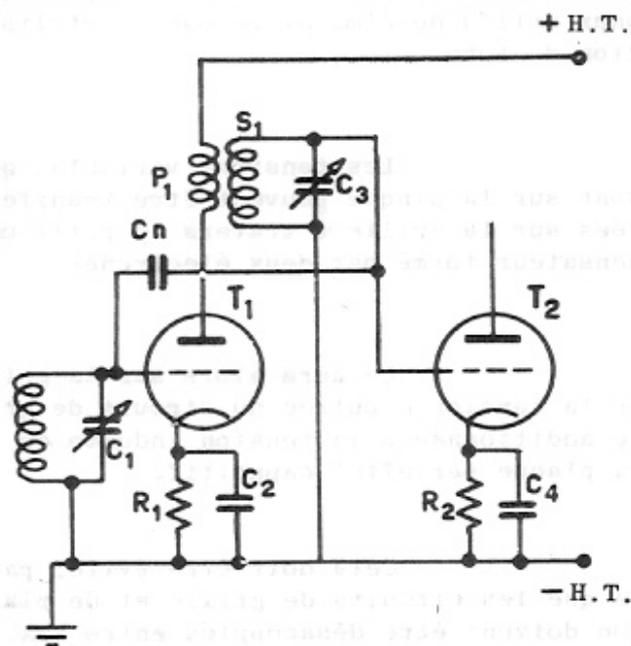
La présence de cette capacité dans le tube est l'un des principaux motifs de limitation dans l'utilisation du tube.

Les tensions variables qui sont sur la plaque peuvent être transférées sur la grille à travers le petit condensateur formé par deux électrodes.

On aura alors sur la grille la tension d'entrée du circuit de grille additionnée à la tension induite de la plaque par effet capacitif.

Cela doit être évité, parce que les circuits de grille et de plaque doivent être désacouplés entre eux.

Pour éliminer cet effet indésirable, on peut recourir à deux méthodes différentes.



C_n = Condensateur de neutralisation

- Fig. 4 -

La première est dite méthode de NEUTRALISATION et elle consiste à provoquer un effet de REACTION dans un sens tel, qu'il contre-balance celui qui existe déjà.

La seconde consiste dans l'emploi de TUBES DE CONSTRUCTION PARTICULIERE, dans lesquels la capacité entre la grille et la plaque est réduite à des valeurs négligeables.

A la première méthode se rattachent principalement les circuits NEUTRODYNES, très employés il y a quelques années, lorsque la construction des tubes n'avait pas encore atteint la perfection actuelle.

J'ai dessiné à la Fig. 4- le schéma d'un tel circuit.

Il est formé de deux étages à transformateur.

A travers le condensateur C_n , on applique sur la grille du premier étage, une petite partie de la tension amplifiée en la prélevant aux bornes du secondaire.

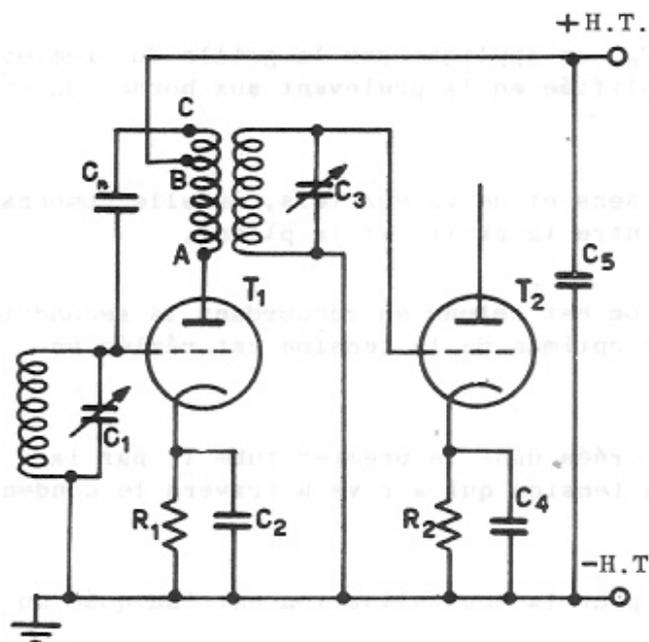
Cette tension doit être de sens et de valeur tels, qu'elle compense l'effet produit par la capacité existant entre la grille et la plaque.

Le sens correct de la tension est obtenu en raccordant le secondaire S_1 à la grille et à la masse, et la valeur optimum de la tension est réglée en ajustant la capacité C_n .

De cette façon, la tension créée dans le premier tube T, par la plaque sur la grille, est compensée par la tension qui arrive à travers le condensateur C_n .

Une autre méthode employée pour la neutralisation est indiquée au schéma de la Fig. 5-.

Le primaire du transformateur de couplage entre les deux étages possède quelques spires en plus de la normale.

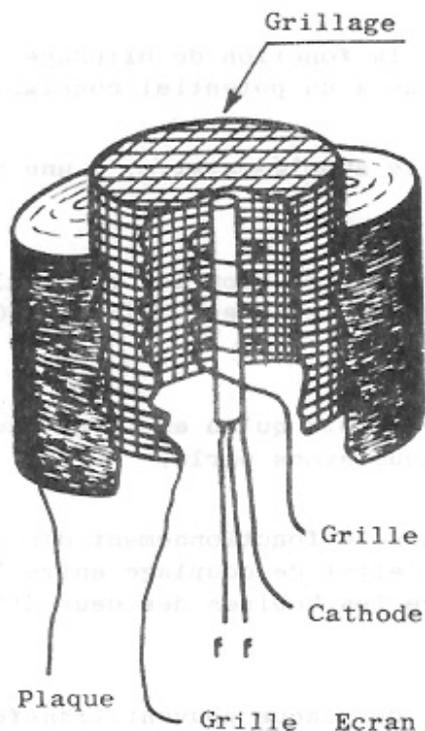


- Fig. 5 -

En observant ce schéma on peut voir que de "A" à "B", il y a un nombre normal de spires, cependant que de "B" à "C", il existe des spires supplémentaires.

Par effet du couplage qui existe entre la première partie du primaire et la seconde partie, on obtient aux extrémités de "BC", une tension variable dont le sens est contraire à celui de la tension variable qui existe sur la plaque.

En réinjectant cette tension sur la grille, à travers le condensateur "C_n" de neutralisation, on se rappellera que le point "B" peut se considérer comme étant à la masse parce que, (pour les tensions variables uniquement) le condensateur "C₅" est assimilable à un court-circuit.



- Fig. 6 -

Aujourd'hui les circuits de neutralisation que l'on vient de décrire ont une valeur didactique ; en pratique, on préfère employer les tubes spéciaux dont nous avons parlé.

Le principe du fonctionnement de ces tubes est le suivant : s'il existe un effet capacitif entre deux électrodes, on peut rendre nulle leur action réciproque en interposant entre les deux un blindage métallique. C'est le principe habituel de la cage métallique de Faraday qui, ici, est de nouveau appliqué.

La Fig. 6- représente la triode dans laquelle on a introduit un grillage métallique qui joue le rôle de blindage. Les électrons qui partent de la cathode peuvent toujours rejoindre la plaque parce qu'ils passent à travers les mailles de la grille qui sépare la plaque de la grille.

Pour que cette grille puisse opérer la fonction de blindage, elle doit être maintenue au potentiel de masse ou tout au moins à un potentiel constant.

On devra alors raccorder cette grille supplémentaire, à une batterie ayant un potentiel adéquat.

Nous verrons par la suite avec plus de précision les particularités, tant constructives que fonctionnelles, de ce type de tube appelé TETRODE A GRILLE ECRAN, ou plus simplement A ECRAN.

Pour le moment, il est suffisant de savoir qu'en employant ce genre de tube, on peut éviter l'effet de réaction dont nous avons parlé.

Une seconde cause d'instabilité, dans le fonctionnement des amplificateurs que nous sommes en train d'examiner, est l'effet de couplage entre les différents éléments du circuit et en particulier entre les bobines des deux différents transformateurs H.F.

Les éléments insérés sur le circuit de plaque peuvent transférer de l'énergie dans les éléments du circuit de grille, tant par effet capacitif, que par effet inductif.

L'élimination de ces couplages indésirables consiste dans la disposition, entre les différents éléments, des blindages électrostatiques et magnétiques.

Pour effectuer les blindages, on emploie de l'aluminium, du fer, ou des alliages ayant une perméabilité élevée.

Ces blindages doivent être disposés autour des éléments du circuit qui irradient le plus facilement de l'énergie, ou encore autour des points qui la recueillent le plus facilement.

Des raccordements entre les différents éléments qui font partie du circuit doivent être soigneusement blindés, et l'on doit employer des conducteurs formés par un fil isolé recouvert d'une gaine blindée.

On peut avoir une autre cause d'instabilité, dans l'alimentation commune à tous les étages du récepteur.

Le courant plaque qui traverse un étage, arrive du pôle positif d'une batterie, ou d'un redresseur qui fournit du courant à tous les autres étages.

Si le courant plaque d'un étage est variable, on a une absorption de puissance d'alimentation variable, et ainsi une chute de tension interne, elle aussi variable.

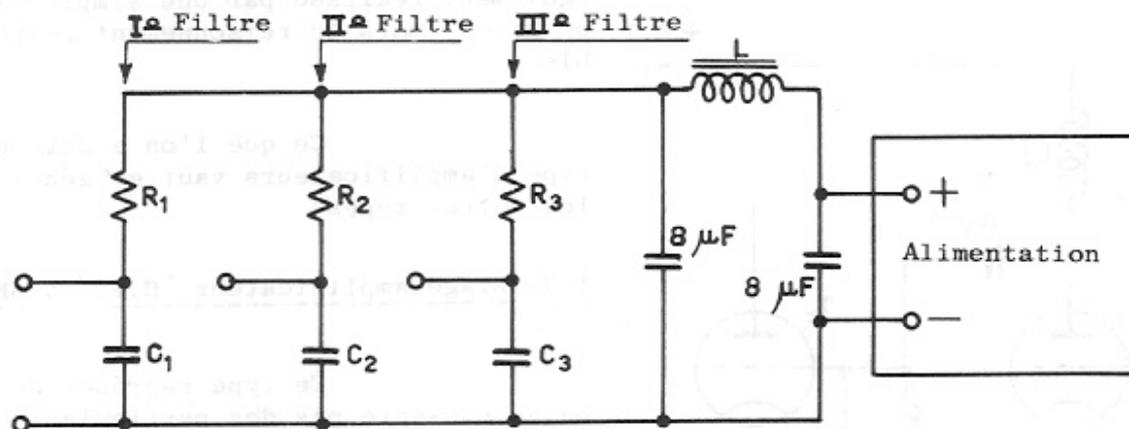
Dans ces conditions, la tension fournie par l'alimentation n'est plus aussi constante qu'on le désire, mais présente des variations proportionnelles à celles du courant absorbé.

Aux extrémités des divers étages il y aura une tension plaque variable et, par là même, une perturbation qui se superposera au signal envoyé à l'entrée des étages.

Normalement, le condensateur du filtre qui sert à rendre constante la tension de sortie de l'alimentation est suffisant pour empêcher que se manifestent ces perturbations entre les différents étages du récepteur.

Le condensateur s'oppose, en effet, soit aux variations de tension dues au redresseur, soit aux variations de tension dues au circuit.

Mais quelquefois, un simple condensateur n'est pas suffisant pour garantir un découplage efficace entre les étages ; on doit alors employer un ensemble de cellules de filtrage constituées, dans les cas les plus simples, par une résistance et un condensateur.

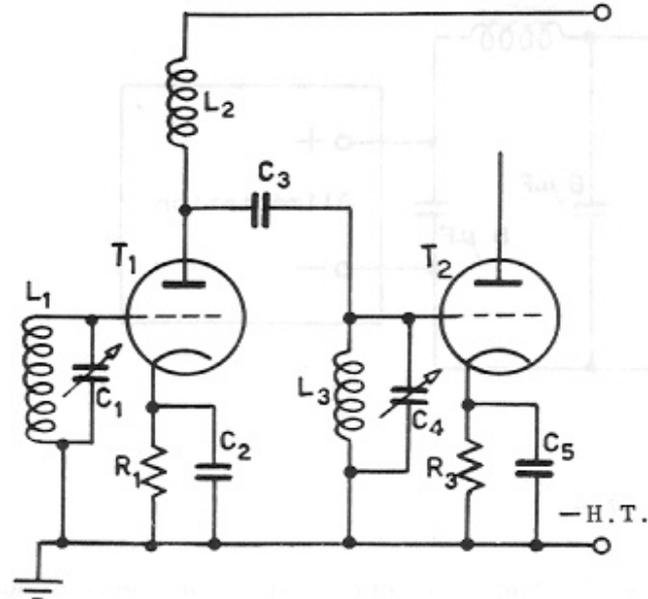


- Fig. 7 -

Chaque cellule alimente un seul étage du récepteur ou un seul groupe d'étages particulièrement sensibles.

La Fig. 7- représente un bloc d'alimentation à la sortie duquel on a disposé des cellules de filtrage.

L'alimentation peut être également réalisée par une simple batterie + H.T. de piles, mais le raisonnement reste valable.



- Fig. 8 -

Ce que l'on a dit pour ce type d'amplificateurs vaut en général pour les autres types.

1.3- Etage amplificateur "H.F." à SELF.

Ce type représenté, Fig. 8- ne présente pas des particularités telles qu'elles le fassent préférer aux deux types d'amplificateurs que nous venons de décrire.

La SELF de charge, placée sur la plaque du tube, peut être accordée sur la fréquence de l'onde radio, au moyen d'un condensateur en parallèle, de telle façon qu'elle présente l'impédance maximum et que l'on obtienne ainsi la plus grande amplification.

Ce que l'on a dit sur l'instabilité qui peut se manifester dans les étages d'amplification, reste valable pour ce type de branchement.

2- PERTES DANS LES CIRCUITS "H.F."

Si un circuit "H.F.", bien que calculé et réalisé avec soin, ne fournit pas les résultats désirés, il peut se faire que les pertes d'énergie en soient la cause.

Les supports de bobines, les supports de lampes, les isolants des condensateurs variables et des condensateurs fixes, sont tous des éléments dans lesquels il peut y avoir des dissipations notables d'énergie aux fréquences élevées.

C'est pour cette raison qu'on emploie de préférence dans ces circuits, des isolants de très bonne qualité, comme la porcelaine ou la stéatite.

Les pertes sont dues au fait que tous les conducteurs dans lesquels passent des courants H.F. sont le siège de champs électro-magnétiques; par effet d'induction, tous les matériaux placés à proximité des conducteurs, sont parcourus par des courants parasites à Haute Fréquence.

Il est nécessaire d'employer des matériaux de bonne qualité pour réduire ces pertes au minimum. Rappelons nous qu'on peut avoir 2 types de pertes: PERTES DIELECTRIQUES et PERTES MAGNETIQUES.

Les pertes diélectriques sont celles qui apparaissent dans les matières isolantes ; les pertes magnétiques sont celles qui apparaissent dans les matériaux présentant des propriétés magnétiques.

L'énergie dissipée en perte dépend du type de matériau employé, mais également de la valeur de la fréquence en jeu.

REPONSES AUX EXERCICES DE REVISION SUR LA 10ème LECON THEORIQUE

- 1- C'est un dispositif capable de recueillir les ondes radio.
- 2- C'est un type d'antenne, sensible à l'action du champ magnétique créé par les ondes radio.
- 3- Aux armatures d'un condensateur.
- 4- Les antennes intérieures et les antennes extérieures.
- 5- En antennes monofilaires et en antennes multifilaires.
- 6- C'est le conducteur qui relie l'antenne au récepteur.
- 7- C'est le conducteur qui relie la terre au récepteur.
- 8- Un conducteur formé par plusieurs fils tressés et enroulés sur eux-mêmes.
- 9- C'est une antenne constituée par une tige métallique verticale, isolée et placée verticalement.

EXERCICES DE REVISION SUR LA 11ème LECON THEORIQUE

- 1- Un étage "H.F." à résistance et capacité est-il sélectif ?
- 2- Quelle différence y a-t-il entre un étage à résistance et capacité pour la "H.F." et un étage pour la "B.F." ?
- 3- Quel est l'effet produit par la capacité qui existe entre la plaque et la grille de contrôle d'une triode ?
- 4- Comment peut-on compenser l'effet de la capacité interne grille-plaque d'une triode ?
- 5- Quelles sont les caractéristiques d'un étage neutrodyne ?
- 6- Qu'est-ce qu'une tétrode à écran ?
- 7- Quel est le but des cellules de filtrage supplémentaire disposées dans les récepteurs ?
- 8- Quels sont les types de pertes que l'on peut avoir dans les éléments placés très près de conducteurs parcourus par la "H.F.".