

THEORIE



Eurelec-

COURS DE RADIO PAR CORRESPONDANCE

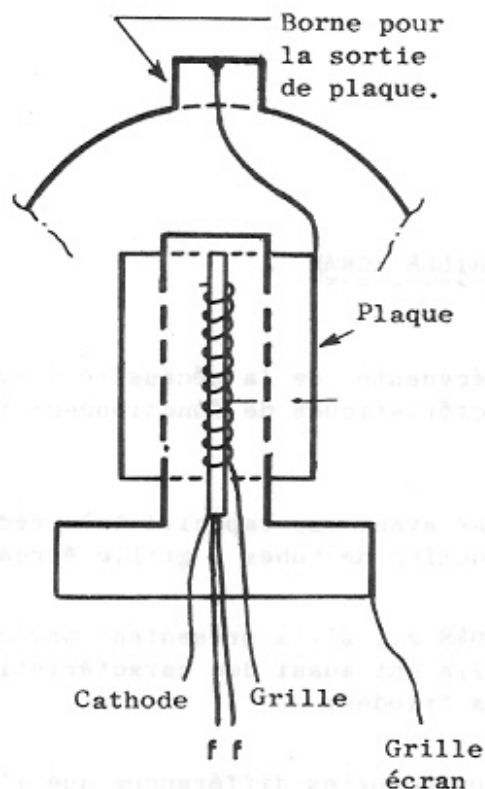
1- TETRODE A GRILLE ECRAN

On a parlé, dans la leçon précédente, de la nécessité d'avoir à sa disposition des tubes présentant des caractéristiques de fonctionnement meilleures que celles de la triode.

La nécessité d'avoir des tubes ayant une capacité très réduite entre grille et plaque, a entraîné la construction de tubes à grille écran.

Ces tubes sont appelés TETRODES et, s'ils présentent une capacité réduite entre plaque et grille de contrôle, ils ont aussi des caractéristiques de fonctionnement très différentes de celles des triodes.

Je vous résume ci-après les principales différences que l'on remarque entre une triode et une tetrode..



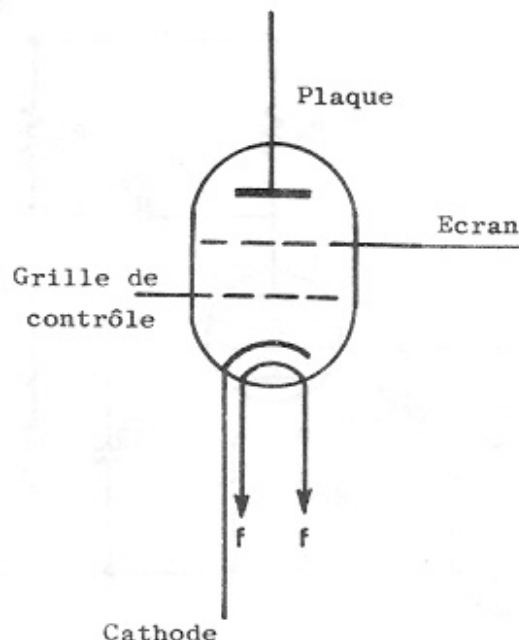
- Fig. I -

- a) La tétrode présente une capacité minimum entre la plaque et la grille de contrôle.

Cette caractéristique fait préférer la tétrode dans tous les circuits où l'on désire obtenir un bon découplage entre le circuit de grille de contrôle et le circuit de plaque.

- b) La tétrode permet d'obtenir des amplifications plus élevées, dans les étages amplificateurs de tension, grâce à son coefficient d'amplification particulièrement élevé.

- c) La tétrode a une résistance interne plus élevée que celle d'une triode, ce qui, dans certains cas peut présenter un avantage. Pour comprendre clairement le fonctionnement d'une tétrode observez le dessin de la Fig. 1-, qui représente la vue en coupe d'une tétrode.

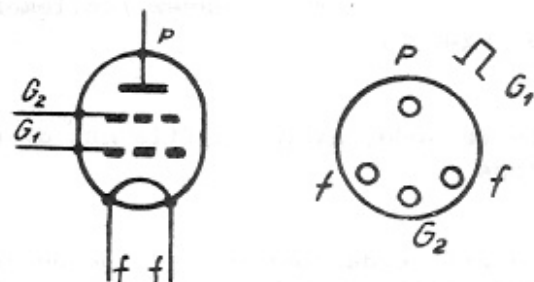


-Fig. 2-

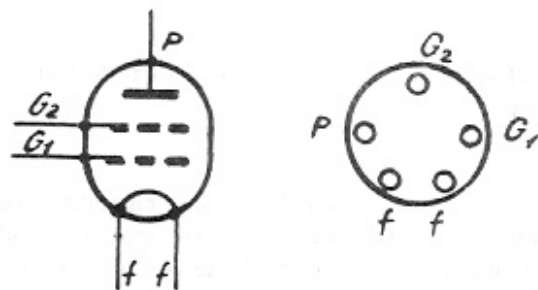
Vous pouvez facilement distinguer :

- La cathode, avec son filament de chauffage
- La grille de contrôle, disposée immédiatement autour de la cathode comme pour les triodes ordinaires
- L'écran qui forme une espèce de cloche blindée autour des premières électrodes
- Enfin à l'extérieur de cet écran, la plaque.

La Fig. 2- représente le symbole caractéristique d'une tétrode, et la Fig. 3-, le raccordement des électrodes au support qui peut être du type européen ou du type américain.

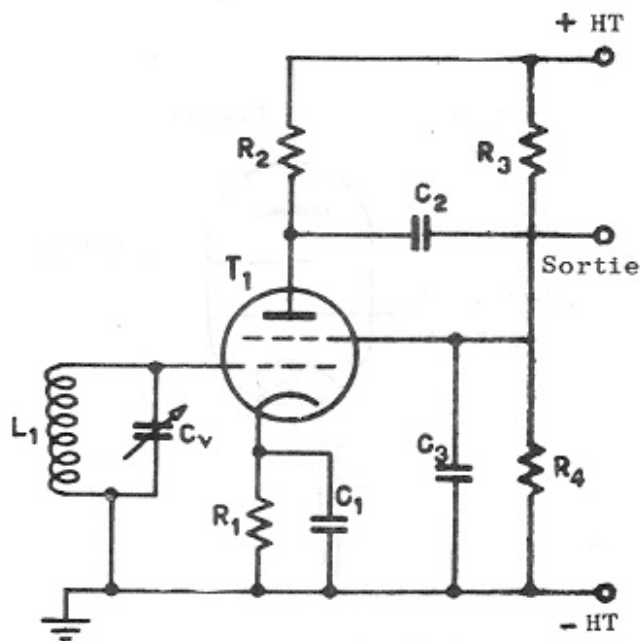


Tétrode Européenne



Tétrode Américaine

-Fig. 3-



-Fig. 4-

La Fig. 4- représente le schéma complet d'un étage formé par une tétrode avec des éléments nécessaires à son fonctionnement.

La différence essentielle, que l'on note dans ce schéma, par rapport à celui d'une triode, consiste en la présence d'un diviseur de tension, grâce auquel l'écran a une tension positive, ce qui lui donne une polarisation convenable par rapport aux autres électrodes.

Les électrons qui sortent de la cathode, rencontrent d'abord la grille de contrôle qui a un potentiel légèrement négatif.

Le nombre d'électrons, qui réussissent à passer à travers cette grille pour se diriger vers la plaque, dépend de la valeur du potentiel appliqué à la grille.

Pour cette partie du tube, il n'y a pas de différence avec une triode ordinaire.

L'effet produit par l'écran sur les électrons qui passent à travers la grille de contrôle, consiste en une attraction intense parce que la tension d'écran est positive.

Les électrons accélèrent donc leur mouvement, traversent l'espace entre la grille de contrôle et l'écran et atteignent enfin celui-ci.

Une partie de ces électrons, grâce à la vitesse acquise, passe à travers l'écran et arrive sur la plaque.

Une faible partie des électrons reste sur l'écran et crée un courant écran.

Le courant qui nous intéresse principalement est toujours le courant plaque, parce que c'est sur cette électrode qu'est placée la charge d'utilisation.

Le courant formé par les électrons qui partent de la cathode, est la somme du courant plaque et du courant écran.

Le courant utile est seulement le courant plaque; il est donc préférable de réduire au minimum le courant écran, ce que l'on obtient grâce à un type de construction particulier.

Il est indispensable, pour le fonctionnement régulier du tube, que la tension appliquée à l'écran soit parfaitement constante.

Pour obtenir ce résultat, outre le diviseur de tension, on place un condensateur en parallèle entre l'écran et la cathode.

Ce condensateur a ordinairement la fonction de volant et s'oppose aux variations de tension.

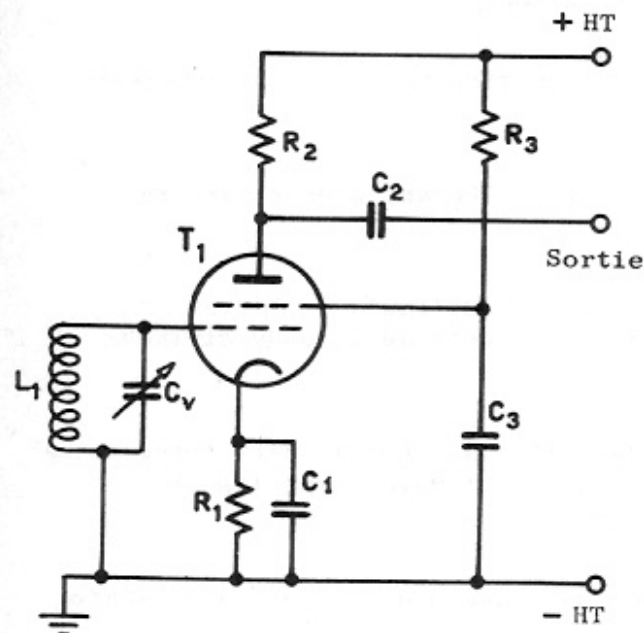
Plus grande est la tension appliquée à l'écran, plus élevée sera l'amplification de l'étage.

Habituellement, la valeur de la tension appliquée à l'écran est comprise entre 100 et 250 volts. L'écran peut être alimenté au lieu du diviseur de tension, grâce à une simple résistance chutrice.

Dans ce cas, la tension appliquée à l'écran sera la différence entre la tension de la batterie d'alimentation et la chute de tension produite par le courant de grille qui passe à travers la résistance.

La Fig. 5- représente le schéma d'un étage dans lequel on alimente la tétrode par une résistance chutrice R_3 .

Après avoir décrit le fonctionnement de la tétrode, il est nécessaire de parler des différents types de tétrodes disponibles sur le marché.



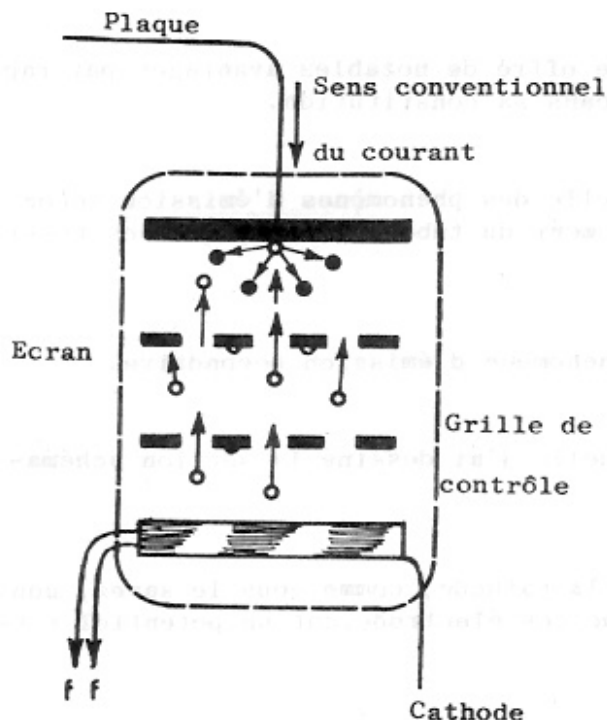
-Fig. 5-

Pour ces tubes, comme pour les triodes, on distingue deux types fondamentaux, à savoir :

- Les tubes amplificateurs de tension
- Les tubes amplificateurs de puissance.

Les premiers servent à obtenir de fortes amplifications de tensions avec de petites puissances mises en jeu, alors que les seconds servent à obtenir de grandes puissances de sortie.

Je vous fais remarquer que ces étages diffèrent des étages montés avec des triodes, uniquement par la présence du circuit d'alimentation de l'écran et par les tensions de polarisation appliquées à la grille de contrôle.



2- PENTODE

L'introduction de l'écran permet d'obtenir, dans les récepteurs à amplification directe, de fortes amplifications du signal "H.F." sans avoir à recourir aux circuits spéciaux de neutralisation. (neutrodyne).

L'avantage qui en résulte est une grande simplicité de construction et une stabilité élevée de fonctionnement.

-Fig. 6-

Mais la tétrode, même si elle offre de notables avantages par rapport à la triode, présente encore un défaut dans sa constitution.

En effet il se manifeste en elle des phénomènes d'émission secondaire dans certaines conditions de fonctionnement du tube, de sorte que ses possibilités d'emploi restent réduites.

Voyons en quoi consiste ce phénomène d'émission secondaire.

Examinez la Fig. 6- dans laquelle j'ai dessiné la section schématique d'une tétrode.

Les électrons qui partent de la cathode, comme vous le savez, sont attirés par l'écran et par la plaque, parce que ces électrodes ont un potentiel nettement positif.

Sous l'effet de cette attraction très intense, les électrons acquièrent des vitesses remarquables et ainsi frappent violemment la surface de la plaque métallique qui forme l'anode.

Le choc brutal provoque l'éjection, à partir du métal, d'autres électrons qui appartiennent à ce métal lui-même. Les électrons qui frappent la surface n'arrivent pas tous à détacher d'autres électrons: seuls les plus rapides peuvent produire cet effet.

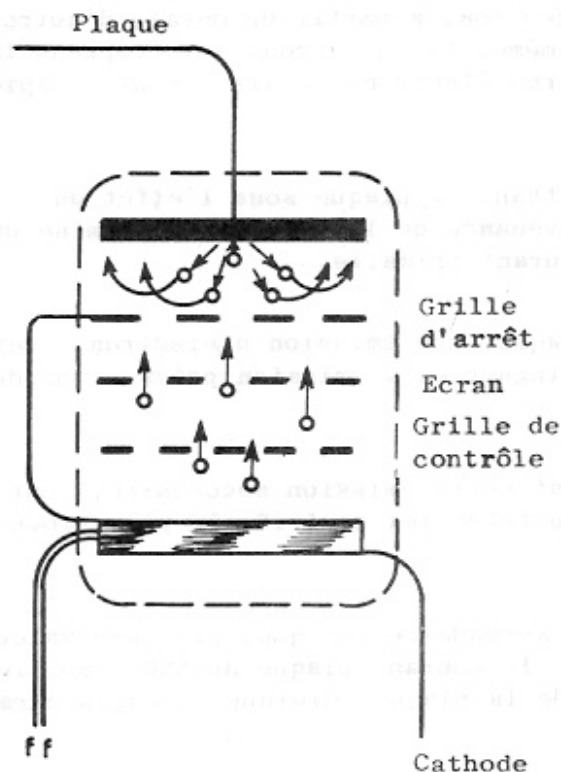
L'ensemble des électrons quittant la plaque sous l'effet du bombardement des électrons primaires, en provenance de la cathode, détermine un courant électronique de sens contraire au courant primaire.

On a ainsi à partir de la plaque, une émission d'électrons; cette émission est appelée secondaire pour la distinguer de l'émission primaire produite par le chauffage de la cathode.

Les électrons, qui constituent cette émission secondaire, sont recueillis par l'écran qui est l'électrode au potentiel positif, le plus proche de la plaque.

La conséquence de l'émission secondaire est que, pour une valeur déterminée de la tension appliquée à l'écran, le courant plaque du tube, au lieu d'augmenter progressivement avec la tension de la plaque, diminue de façon caractéristique.

En augmentant encore davantage la tension plaque, le courant plaque



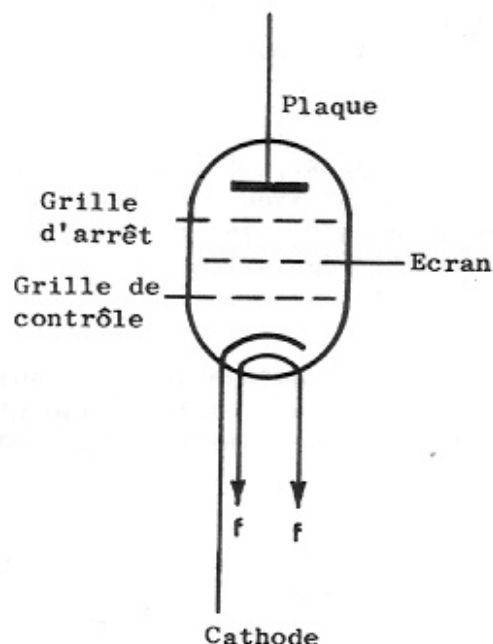
-Fig. 7-

reprend sa valeur normale car la tension plaque atteint une valeur telle que, même les électrons produits par l'émission secondaire, sont absorbés par la plaque.

L'existence de ce phénomène rend la tétrode peu utilisable dans une certaine zone de travail, et ce tube a été surpassé par un autre type plus perfectionné qui, tout en conservant les avantages de la tétrode, n'en a pas les défauts.

Ce tube est la PENTODE, c'est-à-dire le tube à cinq électrodes.

La différence de construction entre la pentode et la tétrode réside essentiellement dans la présence d'une grille supplémentaire disposée entre l'écran et la plaque.



-Fig. 8-

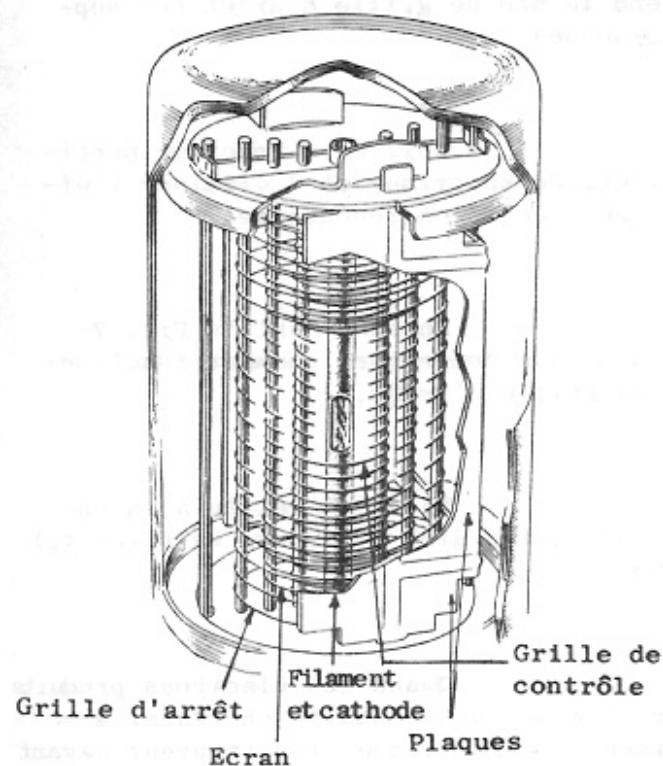
Cette troisième grille prend le nom de grille d'arrêt (ou supresseuse).

Elle a la fonction particulière de supprimer et d'éliminer l'effet de l'émission secondaire.

En examinant la Fig. 7- vous pouvez comprendre comment fonctionne la grille d'arrêt.

Elle est reliée à la cathode, c'est-à-dire se trouve au potentiel zéro.

Quand les électrons produits par l'émission secondaire cherchent à se détacher de la plaque, ils trouvent devant eux la grille d'arrêt qui est à potentiel très bas et repousse les électrons.



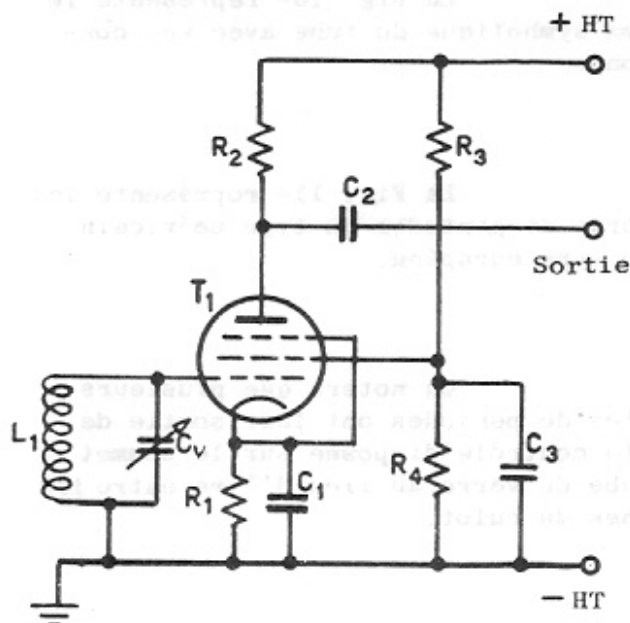
-Fig. 9-

La plaque étant positive, les électrons qui se sont détachés sont à nouveau recueillis par la plaque.

Ainsi, la plaque augmente progressivement, avec l'augmentation de la tension plaque, sans qu'il apparaisse des zones d'irrégularité.

L'avantage qui en résulte est tel qu'aujourd'hui, on n'utilise plus de tétrodes, mais uniquement des pentodes.

- La Fig. 8- représente le schéma symbolique d'une pentode.
- La Fig. 9- le dessin d'une coupe de ce tube.



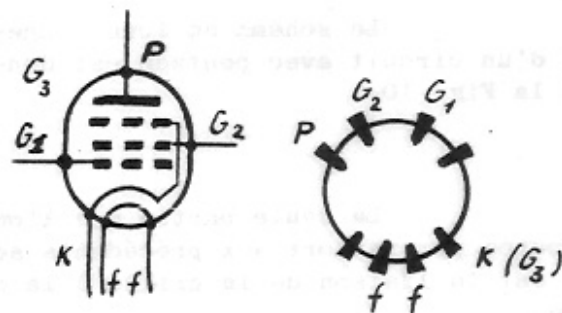
-Fig. 10-

Le schéma de fonctionnement d'un circuit avec pentode est donné à la Fig. 10-.

La seule partie que l'on a ajoutée par rapport aux précédents schémas, est la liaison de la grille à la cathode.

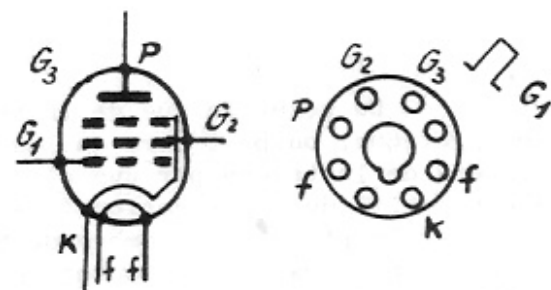
Parfois, cette liaison existe déjà à l'intérieur du tube.

Du point de vue de la réalisation pratique, on peut dire que ce tube diffère de la triode par une plus grande complexité de construction intérieure et par le plus grand nombre de broches au culot pour raccorder toutes les électrodes au circuit.



Pentode Européenne

La Fig. 10- représente le schéma symbolique du tube avec ses connexions.



Pentode Américaine

La Fig. 11- représente les supports de pentodes du type américain, et du type européen.

On notera que plusieurs modèles de pentodes ont leur sortie de grille contrôle disposée sur le sommet du tube de verre, au lieu d'être entre les broches du culot.

Ceci est voulu, pour réduire au minimum la capacité entre la grille de contrôle et les autres électrodes.

Les pentodes modernes sont construites d'une autre manière, et la grille sort sur une broche disposée dans le culot: ainsi sont les tubes du type miniature que vous utiliserez dans les leçons pratiques de ce cours.

Sur le fonctionnement d'une pentode, il est encore nécessaire de noter que l'amplification obtenue avec ce tube est plus élevée que celle obtenue avec un type de triode de constitution à peu près identique.

Aussi dit-on que la pentode a un coefficient d'amplification très élevé.

Ceci est un avantage, car avec une seule pentode, on obtient la même amplification qu'avec deux triodes, réalisant ainsi une économie substantielle.

Les pentodes sont divisées en deux grandes catégories: les pentodes amplificatrices de tension et les pentodes amplificatrices de puissance.

- A la première catégorie appartiennent, par exemple, les pentodes du type EF9, 6J7, 6SJ7, EF50.

- A la deuxième appartiennent les pentodes suivantes: 6F6, 6K6, EL3, EL6.

2.1- Pentodes à amplification variable.

Il existe une catégorie spéciale de pentodes de construction particulière, qui présentent un réel intérêt.

Ce sont les pentodes dites à AMPLIFICATION VARIABLE ou mieux à PENTE VARIABLE. Le tube "E F 89", que vous recevrez pour vos montages, répond à cette caractéristique.

Pour comprendre la nécessité qu'il y a eu à développer ces tubes, il est nécessaire de parler d'un problème important lié à la réception des signaux radio.

L'onde qui arrive au récepteur n'a pas toujours la même intensité parce qu'en passant dans les hautes sphères de l'atmosphère elle subit des réflexions et des atténuations.

En écoutant une station émettrice, on note que l'intensité de la réception augmente et diminue de façon irrégulière ; on donne à ce phénomène le nom d'évanescence ou de FADING.

Pour éliminer cet inconvénient il faudrait modifier l'amplification, de manière à compenser les variations du signal que l'on reçoit.

Quand le signal diminue, l'amplification devrait être augmentée et ainsi, maintiendrait constante l'intensité du son à la sortie du récepteur.

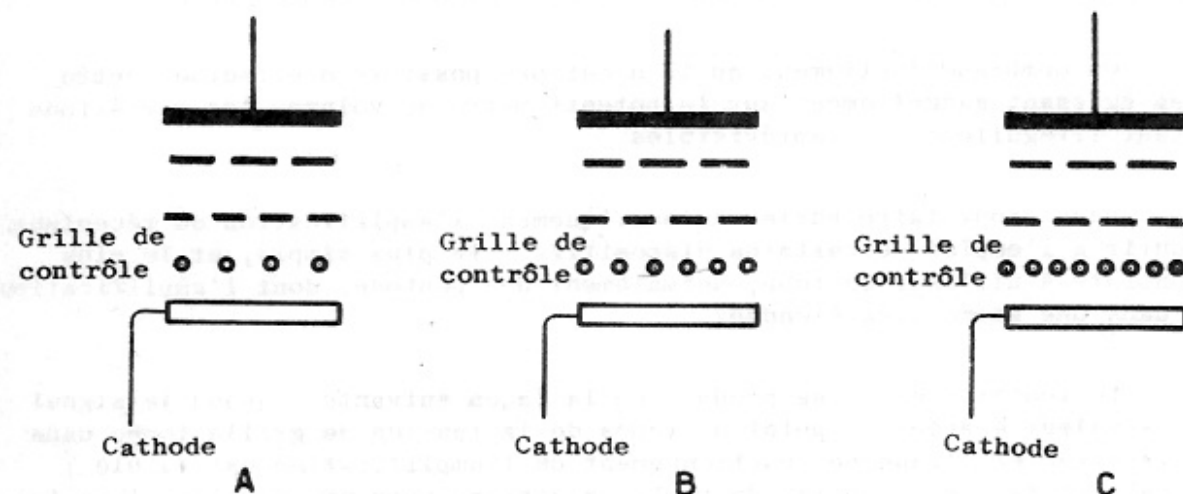
On comprend facilement qu'il n'est pas possible d'effectuer cette régulation en agissant manuellement sur le potentiomètre de volume, les variations du signal étant irrégulières et imprévisibles.

Aussi pour faire varier automatiquement l'amplification du récepteur, faut-il recourir à l'emploi de certains dispositifs ; le plus simple, et le plus efficace, consiste à utiliser un tube, normalement une pentode, dont l'amplification peut varier dans une gamme très étendue.

Le fonctionnement se produit de la façon suivante : quand le signal d'entrée a une valeur élevée, le point de repos de la tension de grille tombe dans une zone de la caractéristique de fonctionnement où l'amplification est faible ; quand le signal est faible, le point de repos se déplace vers une zone où l'amplification est plus grande.

La variation du potentiel de repos dépend de l'intensité du signal de sortie du récepteur.

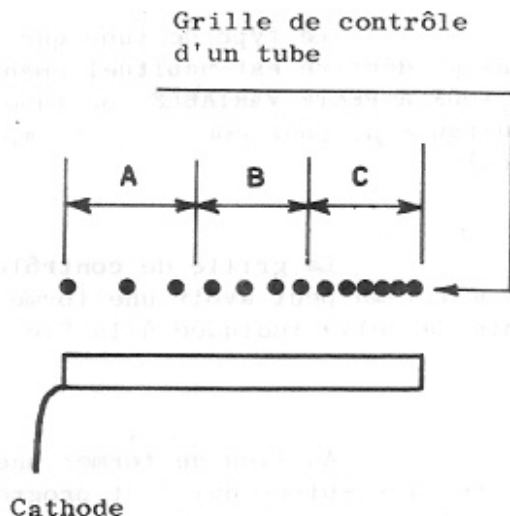
Pour comprendre comment varie l'amplification dans le tube, on observera la Fig. 12-.



-Fig. 12-

En "A", "B", "C", on voit les sections de trois tubes de fabrication différente ; plus les spires de la grille sont nombreuses, plus importante est l'amplification obtenue.

Si l'on met en parallèle ces trois tubes on obtient le schéma indiqué Fig. 13-.

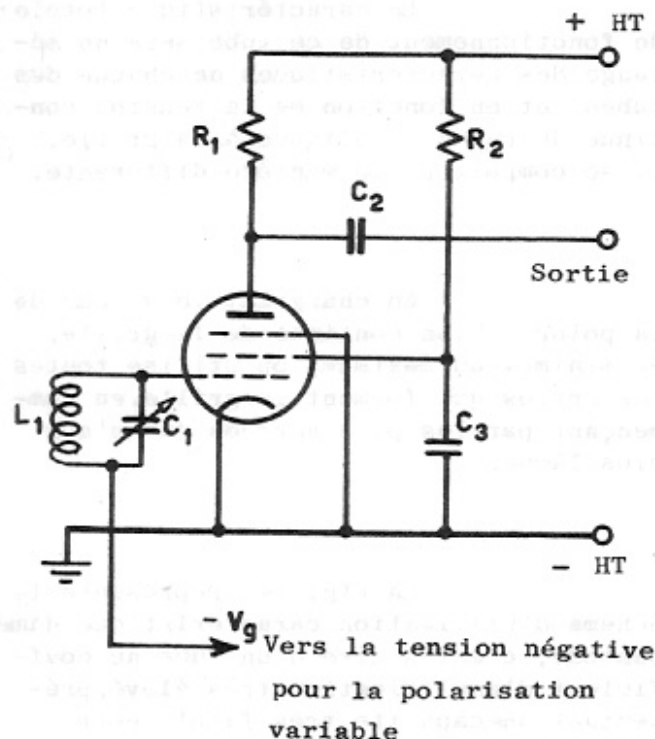


-Fig. 13-

La caractéristique totale de fonctionnement de ce tube sera un mélange des caractéristiques de chacun des tubes, et en fonction de la tension continue de repos, appliquée à la grille, il se comportera de manière différente.

En changeant la valeur de la polarisation continue de la grille, du minimum au maximum, on utilise toutes les spires qui forment la grille, en commençant par les plus serrées jusqu'aux plus lâches.

La Fig. 14- représente le schéma d'utilisation caractéristique d'une pentode, c'est-à-dire d'un tube au coefficient d'amplification très élevé, présentant une capacité très faible entre grille de contrôle et plaque.



-Fig. 14-

La tension de polarisation arrive d'un point du circuit où la tension est proportionnelle à l'amplitude du signal d'entrée.

Le type de tube que nous venons de décrire est habituellement appelé TUBE A PENTE VARIABLE, ou tube multi-mu ($\mu = \mu$, pour coefficient amplification).

La grille de contrôle des tubes multi-mu peut avoir une forme différente de celle indiquée à la Fig. 13-.

Au lieu de former une hélice avec les spires qui sont progressivement plus rapprochées les unes des autres, on peut avoir une hélice dans laquelle les spires se placent à des distances variables de la cathode.

Mais le fonctionnement a lieu toujours de la même façon, car dans la zone où les spires sont proches de la cathode, l'amplification est très élevée, tandis que dans la zone où les spires sont éloignées, l'amplification diminue.

Les tubes multi-mu du commerce sont des pentodes et sont utilisés exclusivement dans les circuits à haute fréquence, car si on les employait en basse fréquence, le son serait déformé (distordu) de façon importante.

REPONSES AUX EXERCICES SUR LA 11ème LECON THEORIQUE

- 1- Non
- 2- La seule différence se trouve dans les valeurs des éléments constitutifs.
- 3- Un retour d'énergie du circuit de plaque vers celui de la grille de contrôle.
- 4- Par des circuits spéciaux (neutrodyne), ou bien en employant des tubes particuliers.
- 5- C'est un circuit dans lequel un condensateur permet de renvoyer sur la grille de contrôle une tension alternative de valeur et de sens tels, qu'elle compense la tension alternative due à la capacité interne du tube.
- 6- C'est un tube dans lequel a été introduite une grille écran placée entre la plaque et la grille de contrôle.
- 7- Découpler les différents étages d'un récepteur.
- 8- Les pertes magnétiques et les pertes diélectriques.

EXERCICES DE REVISION SUR LA 12ème LECON THEORIQUE
=====

- 1- Qu'est-ce qu'une tétrode ?
- 2- Quel est le but de la grille-écran ?
- 3- Qu'appelle-t-on émission secondaire d'une tétrode ?
- 4- Comment peut-on alimenter la grille-écran ?
- 5- Qu'est-ce qu'une pentode ?
- 6- Quel est le potentiel que doit avoir la grille d'arrêt ?
- 7- Qu'est-ce que la pentode à pente variable ?
- 8- A quoi sert la pentode à pente variable ?
- 9- Quelle est la forme de la grille d'une pentode à pente variable ?

=====