

# THEORIE



Eurelec-

COURS DE RADIO PAR CORRESPONDANCE

## 1- CARACTERISTIQUES DE LA TRIODE

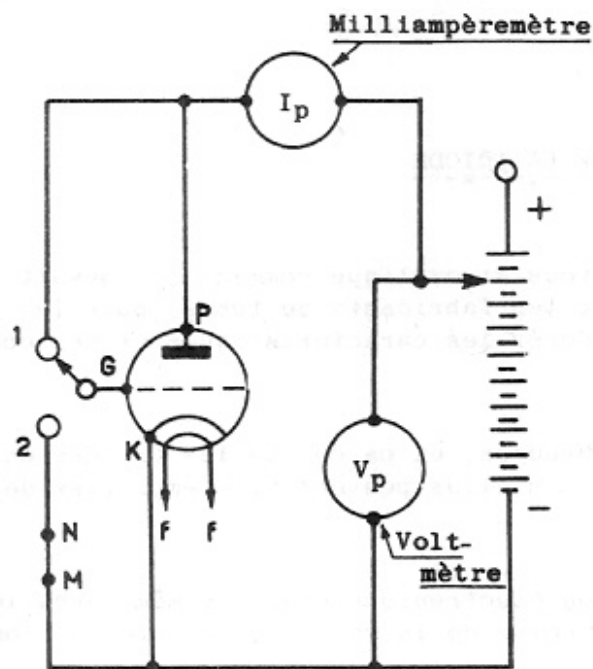
Dans la précédente leçon, je vous ai expliqué comment on pouvait utiliser les caractéristiques, que fournissent les fabricants de tubes, pour les valves. A présent, il est nécessaire de considérer les caractéristiques et les courbes qui se rapportent aux triodes.

Les données sont ici plus nombreuses, et parce que les triodes ont une électrode de plus que les valves, et parce qu'elles peuvent être employées de différentes façons.

Le fonctionnement de l'émission électronique étant le même dans les deux cas, je commence en supposant que, le principe de la valve est maintenant connu.

### 1. 1- Caractéristiques Plaque - Réseau " $I_p V_p$ " .

Si dans une triode, plaque et grille sont reliées, comme indiqué Fig.1, et si on met la plaque à une tension continue positive, le courant circulera



Pos.1-Grille réunie à la plaque

Pos.2-Grille à la masse.

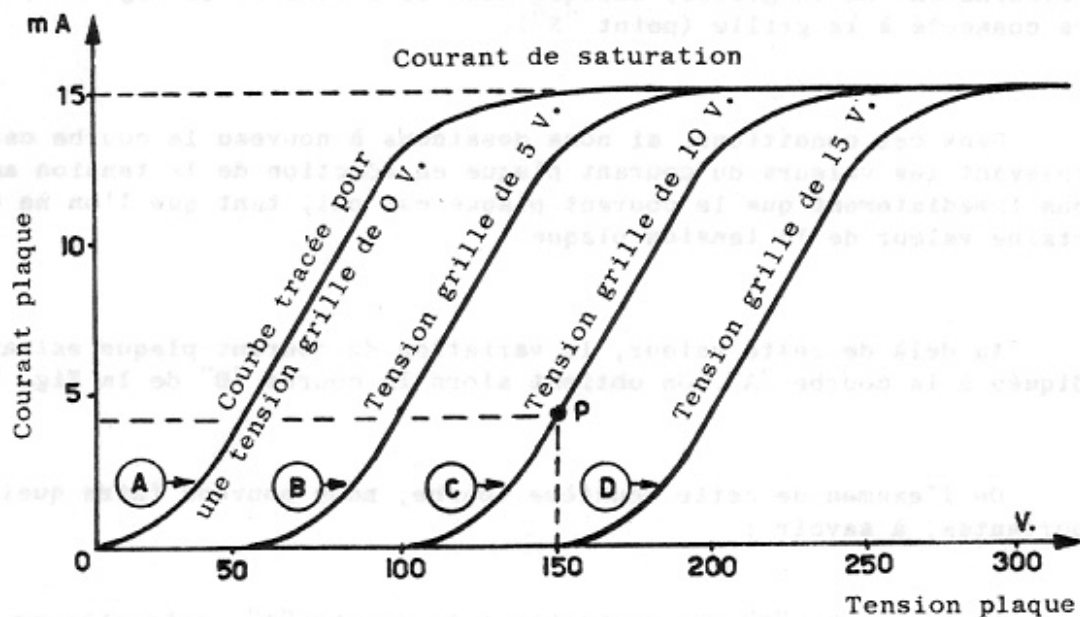
- Fig. 1 -

dans le tube, comme si c'était une simple diode et l'on pourra alors tracer la courbe caractéristique de la même façon que nous l'avons déjà indiquée.

Si, maintenant, nous déconnectons la grille, que nous la raccordions à la masse, de sorte qu'aucune tension ne lui soit appliquée, et que nous dessinions à nouveau la courbe caractéristique, celle-ci aura une forme peu différente de la première.

Cette courbe, désignée par "A" sur la Fig. 2-, représente alors L'AUGMENTATION DU COURANT PLAQUE DE LA TRIODE PAR RAPPORT A L'AUGMENTATION DE LA TENSION APPLIQUEE A LA PLAQUE, LA GRILLE étant maintenue à la masse, c'est-à-dire au POTENTIEL ZERO.

Le circuit est celui de la Fig. 1-, où le commutateur est en position 2.



CARACTERISTIQUES PLAQUE : Réseau  $I_p$   $V_p$ .



Introduisons maintenant une pile de 5 Volts, entre les deux points "N" et "M" du raccordement de la grille, indiqué dans le schéma de la Fig. 1- ; le pôle négatif sera connecté à la grille (point "N").

Dans ces conditions, si nous dessinons à nouveau la courbe caractéristique, en relevant les valeurs du courant plaque en fonction de la tension anodique, nous noterons immédiatement que le courant plaque est nul, tant que l'on ne dépasse pas une certaine valeur de la tension plaque.

Au delà de cette valeur, la variation du courant plaque est analogue à celle indiquée à la courbe "A". On obtient alors la courbe "B" de la Fig. 2-.

De l'examen de cette deuxième courbe, nous pouvons faire quelques remarques importantes, à savoir :

1- La courbe "B" est semblable à la courbe "A", mais elle se trouve déplacée par rapport à elle.

2- La valeur maximum, vers laquelle tend le courant plaque, est toujours la même. Elle dépend en effet du nombre d'électrons qui peuvent être émis par la cathode, comme on l'a déjà vu.

3- L'action de la grille, portée à un potentiel négatif, empêche le passage des électrons vers la plaque. Ce n'est que lorsque la plaque a une tension suffisamment élevée (dans notre cas 50 Volts), que la plaque réussit à vaincre l'action de la grille et à attirer les électrons. Au delà de cette valeur, le courant de la plaque augmente, avec la tension de plaque.

4- Lorsque la grille est négative par rapport à la cathode, comme c'est le cas, elle repousse les électrons émis par cette dernière ; ces électrons étant négatifs, et la grille étant pourvue d'un excédent d'électrons négatifs, vous comprenez le principe qui découle de la loi de répulsion et d'attraction des charges : le courant grille est nul.

Si, maintenant, nous relions à la grille une batterie qui fournit une tension négative DOUBLE (c'est-à-dire - 10 Volts), et que nous mesurons à nouveau le courant plaque du tube, tout en augmentant lentement la tension plaque, nous aurons la courbe "C" dessinée Fig. 2-. Cette courbe est semblable à la courbe "A", mais déplacée du DOUBLE par rapport à la courbe "B".

La méthode suivie jusqu'à maintenant nous permet d'obtenir autant de courbes que l'on veut : une pour chaque tension de grille : elles représentent l'augmentation du courant en fonction de l'augmentation de la tension plaque.

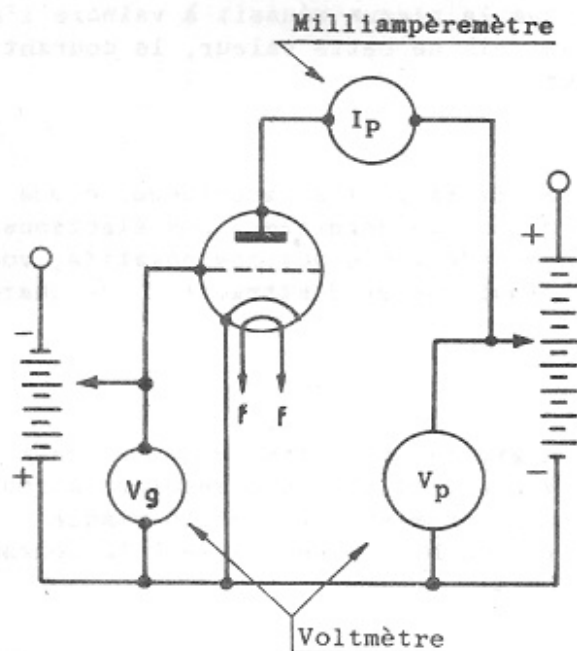
La Fig. 3- représente le circuit complet, nécessaire pour obtenir des tensions variables tant sur la grille que sur la plaque.

Si maintenant, vous désirez connaître, par exemple, la valeur du courant plaque lorsque la tension de la grille est de -10 Volts, la tension de la plaque étant de 150 Volts.

Vous devez chercher son point sur la courbe tracée, lorsque la grille était de -10 Volts (courbe C).

En se reportant à 150 Volts valeur lue sur l'échelle du bas (échelle des abscisses), vous trouverez un point "P" qui est le point cherché.

Sur l'échelle des milliam-pères, vous pourrez lire la valeur du courant plaque (4,5 mA).



- Fig. 3 -

Si vous deviez chercher la valeur du courant pour une tension de grille de -7,5 Volts, vous pourriez tracer à la main une courbe semblable à la précédente, située exactement au milieu des deux courbes B et C, respectivement valables pour -5 Volts et -10 Volts.

Ces courbes s'appellent courbes de CARACTERISTIQUES PLAQUE (RESEAU  $I_p V_p$ ) du tube examiné.

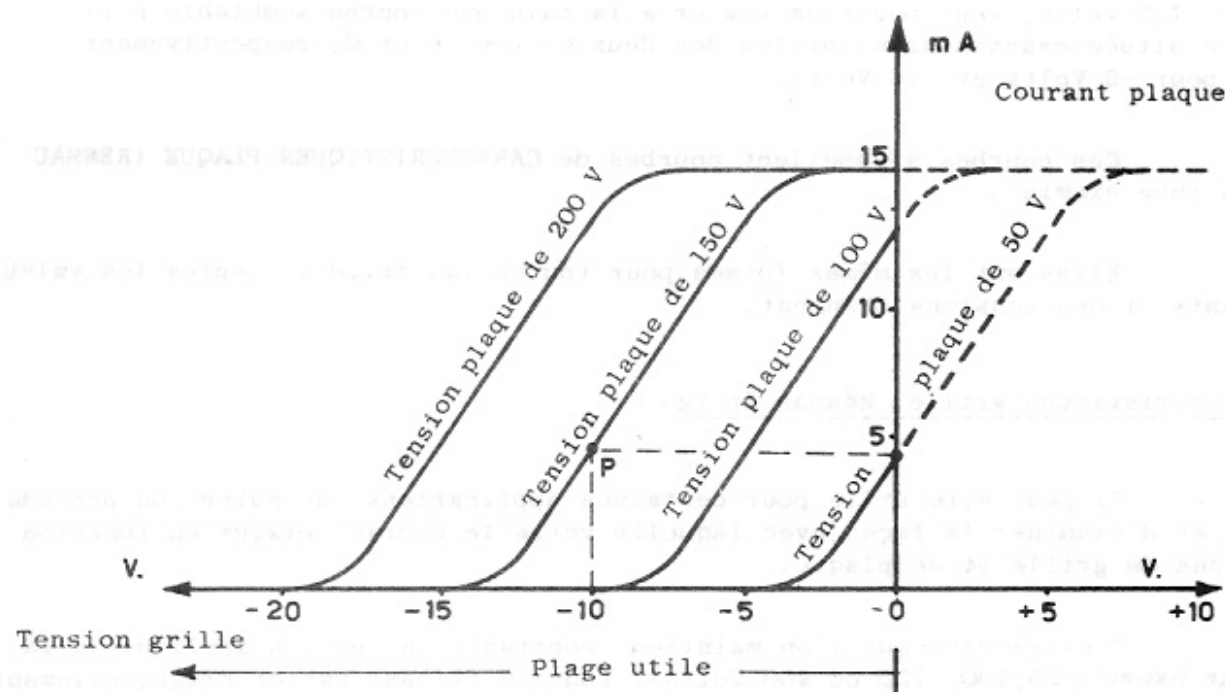
Elles ont les mêmes formes pour toutes les triodes: seules les valeurs des courants et des tensions changent.

#### 1.2- Caractéristiques grille. Réseau $I_p V_g$ .

Il peut être utile pour certaines applications, de suivre un procédé différent et d'examiner la façon avec laquelle varie le courant plaque en fonction des tensions de grille et de plaque.

C'est-à-dire que l'on maintient constante la tension appliquée à la plaque (par exemple 50, 100, 150 ou 200 Volts), tout en faisant varier progressivement la tension de grille, de zéro vers des valeurs négatives, jusqu'à bloquer complètement le courant plaque.

Les courbes prennent alors l'aspect indiqué Fig. 4- chaque courbe



CARACTERISTIQUES GRILLE : Réseau  $I_p$   $V_p$

représente LA VARIATION DU COURANT PLAQUE EN FONCTION DE LA TENSION GRILLE, LA TENSION PLAQUE RESTANT CONSTANTE.

De même sur ces courbes, il est possible de lire le point "P" comme nous l'avons déjà fait sur les autres.

La valeur du potentiel de grille qui détermine l'annulation du courant plaque est dit: TENSION D'INTERDICTION DE GRILLE (cut-off: terme anglo-saxon).

Les courbes tracées dans ce deuxième système s'appellent CARACTERISTIQUES GRILLE, ou caractéristiques mutuelles.

Les courbes, tant pour les caractéristiques plaque que grille, ont été tracées avec régularité : la réalité est moins précise, car un tube n'est jamais parfait.

Ordinairement, on n'arrive pas jusqu'au courant de saturation et les courbes sont alors interrompues, avant la valeur maximum du courant.

Il reste encore à noter que le courant de saturation n'est pas parfaitement constant en fonction de la tension plaque: il augmente encore légèrement, soit parce que la saturation n'est pas définie, soit parce que l'augmentation de la tension plaque favorise l'émission électronique de la cathode. Ceci est également valable pour la diode.

Je ne voudrais pas que toutes ces notions, apprises sur les courbes caractéristiques des triodes, vous fassent oublier le concept fondamental.

Ce qui importe avant tout, c'est de CONNAITRE LA VALEUR DU COURANT PLAQUE CORRESPONDANT A CHAQUE VALEUR DES TENSIONS DE GRILLE ET DE PLAQUE.

Dans une précédente leçon, je vous ai donné une comparaison hydraulique pour expliquer le fonctionnement de la triode. En effet, le tube a été comparé à un robinet et la comparaison rend suffisamment bien, l'idée du rôle joué par le tube dans le circuit électrique.

L'avantage de l'emploi de la triode réside dans la possibilité de contrôler des puissances importantes en ne disposant sur la grille que de très faibles puissances. Cela a déjà été mis en évidence et je manquerai pas de vous le faire remarquer lorsque l'occasion s'en représentera.

Revenons à notre exemple hydraulique :

Dans celui-ci la grille correspond au robinet: la tension plaque représente la différence de niveau de l'eau, et le courant plaque correspond au débit de l'eau.



Si l'on observe la variation du débit de l'eau, en maintenant le robinet sur une position donnée, et en faisant varier le niveau, on obtient des courbes qui ressemblent aux caractéristiques de plaque, réseau  $I_p V_p$ .

Lorsqu'on fait varier la position du robinet en tenant constant le niveau, on obtient des courbes équivalentes aux caractéristiques mutuelles ou caractéristiques de grille. En fermant complètement le robinet, on a l'interdiction du débit d'eau.

### 1.3- Coefficients caractéristiques de la triode.

L'emploi des courbes caractéristiques, est le moyen le plus complet pour représenter le fonctionnement d'une triode; d'après ces courbes, on peut choisir le meilleur point de fonctionnement et calculer les valeurs des courants et des tensions mises en jeu dans le circuit amplificateur.

De ces courbes, enfin, ou à partir des tubes avec des circuits de mesure, on peut extraire des données d'information dites: COEFFICIENTS CARACTERISTIQUES DES TUBES.

Ces coefficients permettent d'avoir, sous forme numérique, une vue

suffisamment complète des possibilités du tube. En employant ces coefficients, on peut calculer d'une façon approximative les éléments du circuit dans lequel est placé le tube.

En nous rappelant l'exemple de la leçon précédente (la route en pente et la mesure de sa pente), nous pouvons dire que, si la route s'élevait de façon régulière (par exemple de 5%), nous aurions pu très simplement, dire que cette route, avait une PENTE MOYENNE de 5%; ainsi pour connaître la hauteur d'un point quelconque on fait les calculs en introduisant, dans les formules, ce coefficient caractéristique.

De la même façon, pour les tubes électroniques, au lieu de fournir le dessin complet des courbes plaque et grille, on indique seulement les coefficients de ces courbes.

Voyons maintenant quels sont ces coefficients :

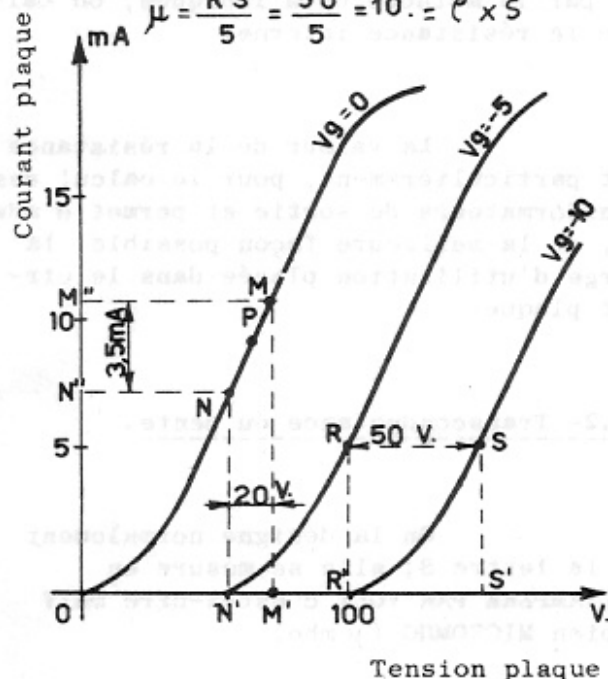
1.3.1- RESISTANCE ANODIQUE DIFFERENTIELLE OU RESISTANCE INTERNE (symbole =  $r_p$ ) que l'on prononce "rô".

1.3.2- TRANSCONDUCTANCE OU PENTE (symbole =  $S$ ).

1.3.3- COEFFICIENT D'AMPLIFICATION (symbole =  $\mu$  ou  $K$ ;  $\mu$  se prononce "mu").

$$\rho = \frac{N'M'}{N''M''} = \frac{20}{3,5} \times 1000 = 5700 \Omega.$$

$$\mu = \frac{R'S'}{R'R} = \frac{50}{5} = 10. = \rho \times S$$



Pour préciser leur signification, examinons-les séparément.

### 1.3.1- Résistance interne.

On l'indique d'habitude par  $\rho$  ou par  $R_i$ ; on la mesure comme toutes les résistances, en ohms.

Nous avons déjà vu, en parlant de la diode, comment on calculait la résistance différentielle anodique.

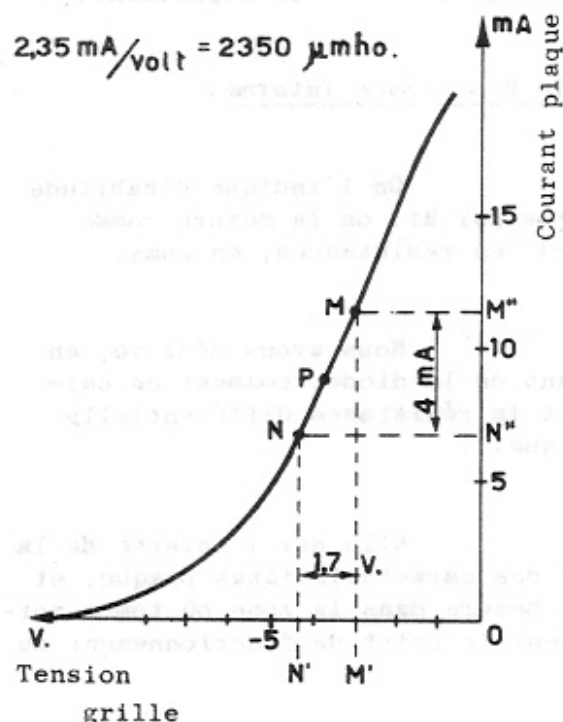
Elle est l'inverse de la pente des caractéristiques plaque, et on la mesure dans la zone où tombe normalement le point de fonctionnement du tube.

A la Fig. 5- on voit de quelle façon on la calcule.

- Fig. 5 -

$$S = \frac{M''N''}{N'M'} = \frac{4}{1,7} = 2,35 \text{ mA/volt.}$$

$$2,35 \text{ mA/volt} = 2350 \text{ } \mu\text{mho.}$$



Autour du point "P", on choisit une portion de caractéristique N M et, par la méthode déjà indiquée, on calcule la résistance interne.

La valeur de la résistance sert particulièrement, pour le calcul des transformateurs de sortie et permet d'adapter, de la meilleure façon possible, la charge d'utilisation placée dans le circuit plaque.

### 1.3.2- Transconductance ou pente.

On la désigne normalement par la lettre S; elle se mesure en MILLIAMPERE PAR VOLT c'est-à-dire mA/V ou bien MICROMHO ( $\mu\text{mho}$ ).

La signification de la conductance a été précisée dans la leçon

précédente au sujet de la diode. Ici, au lieu de mesurer la pente des courbes plaque, on mesure la pente des courbes grille.

Voyez Fig. 6- la façon d'opérer pour le calcul de la pente de ces courbes.

Connaître la transconductance, c'est savoir de combien varie le courant plaque pour chaque Volt de variation de la tension grille.

Si, par exemple, une triode a une pente ou transconductance de 2 mA/Volts, cela signifie qu'à une variation D'UN VOLT de la tension grille, correspond une variation de courant plaque de DEUX MILLIAMPERES.

De même, si la tension grille varie de 3 Volts, le courant plaque varie de  $3 \times 2 = 6$  milliampères.

En exprimant la transconductance en micromho (millionièmes de mho) on doit multiplier par mille le nombre des milliampères par Volt, parce que  $1 \mu\text{mho} = 1 \mu\text{A/Volt} = 1 \text{ microampère/Volt}$ .

Dans l'exemple précédent, 2 mA/Volts, deviendront 2.000  $\mu$  mho

(2.000 $\mu$ A/Volt). En faisant varier la tension grille de 3 Volts, le courant plaque variera de :

$$\frac{3 \times 2.000}{1.000} = 6 \text{ mA}$$

Le tube est toujours le même, le résultat reste le même: ce qui change, ce sont les manières d'arriver au résultat.

Les Allemands, habituellement, indiquent la PENTE en mA/Volt, les Américains indiquent la TRANSCONDUCTANCE en  $\mu$  mho.

En France, la PENTE s'exprime presque exclusivement en mA/V, mais il est bon de connaître ce qu'est la TRANSCONDUCTANCE qui s'exprime en  $\mu$  mho.

Ce coefficient est très important pour définir la qualité et l'emploi auquel peut être destiné un tube.

### 1.3.3- Coefficient d'amplification.

On l'indique par la lettre grecque  $\mu$  ( que l'on prononce "mu"); on le définit comme le rapport entre la VARIATION DE LA TENSION PLAQUE et la variation de la TENSION GRILLE qui lui a donné naissance.

Un simple chiffre définit le coefficient d'amplification, il exprime le rapport entre les deux tensions indiquées plus haut.

Ce coefficient indique de combien de fois une petite tension appliquée à la grille se retrouve amplifiée, sur l'anode du tube, en supposant que la résistance d'utilisation ait une valeur infinie et que la courbe caractéristique de grille soit prise dans sa partie droite.

Ce coefficient représente la pente d'un type déterminé de courbe; il s'agit de la courbe tracée en maintenant le COURANT PLAQUE CONSTANT, en faisant varier la TENSION GRILLE et en enregistrant les valeurs de la TENSION PLAQUE correspondantes.

Mais ces courbes ne sont pas habituellement employées et l'on préfère calculer la valeur du coefficient d'amplification sur les caractéristiques plaque (réseau  $I_p V_p$ ).

Fig. 5- est indiquée la méthode du calcul.

Si une triode a un coefficient d'amplification de 10 et si l'on applique à sa grille une variation de tension de 2 Volts, on obtient sur la plaque une variation de tension de  $2 \times 10 = 20$  Volts ( en supposant que la résistance de charge ait une valeur très élevée ou infinie).

## 2- FONCTIONNEMENT DE LA TRIODE

### 2.1- Caractéristiques dynamiques.

Pour comprendre de quelle façon on utilise la triode et apprendre à utiliser les courbes caractéristiques du tube, il est nécessaire de donner un exemple numérique.

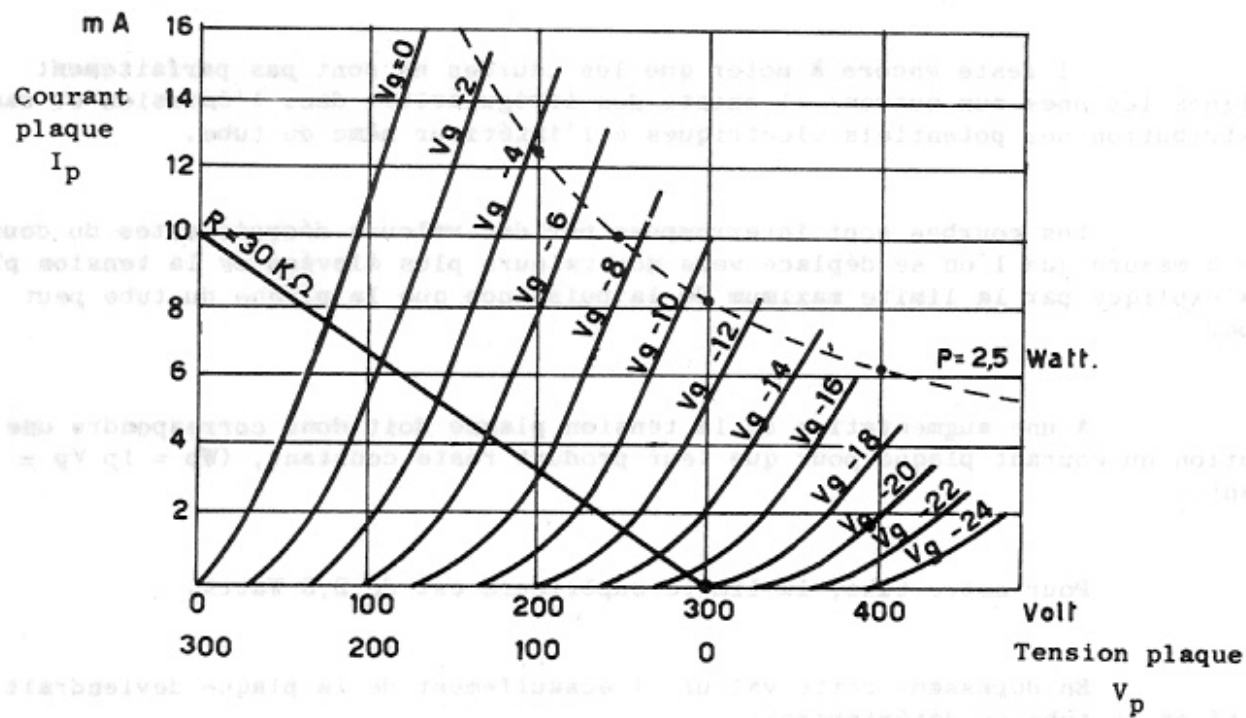
Pour cela nous examinerons la triode de la série américaine, du type "6 J 5". Nous examinerons les courbes de ce tube, puis, nous déterminerons les conditions de fonctionnement, en supposant que nous ayons à l'insérer dans un circuit amplificateur B.F.

Fig. 7- sont dessinées les courbes caractéristiques plaque (réseau  $I_p V_p$ ) du tube "6 J 5". chacune de ces courbes a été tracée en supposant constant le potentiel de grille et en faisant varier la tension plaque.

Les valeurs de la tension grille sont indiquées sur chaque courbe; on doit noter que les courbes n'ont pas été tracées jusqu'à la saturation, car, le fonctionnement normal a lieu dans la première partie de la courbe.

Par ailleurs, on observe que les valeurs des tensions de grille sont toutes négatives; cela est dû au fait que la zone de fonctionnement normal du tube est celle où l'on a des tensions de grille négatives.



CARACTERISTIQUES PLAQUE DU TUBE 6J5 (Réseau  $I_p$   $V_p$ )

Ce n'est que dans des cas particuliers que la grille de contrôle peut prendre des potentiels positifs.

Il reste encore à noter que les courbes ne sont pas parfaitement identiques les unes aux autres: il existe des irrégularités dans l'émission et dans la distribution des potentiels électriques à l'intérieur même du tube.

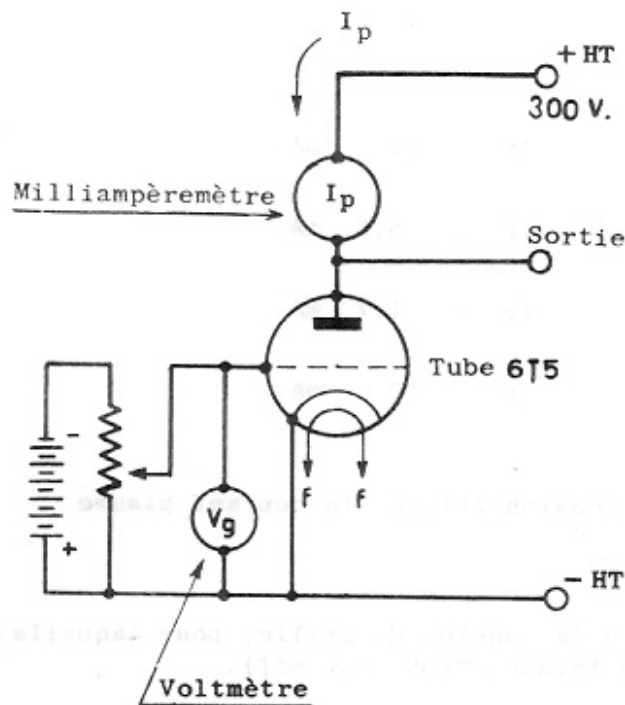
Les courbes sont interrompues par des valeurs décroissantes du courant plaque à mesure que l'on se déplace vers des valeurs plus élevées de la tension plaque. Ceci s'explique par la limite maximum de la puissance que la plaque du tube peut dissiper.

A une augmentation de la tension plaque doit donc correspondre une diminution du courant plaque pour que leur produit reste constant, ( $W_p = I_p V_p = \text{constante}$ ).

Pour notre tube, la limite supérieure est de 2,5 Watts.

En dépassant cette valeur, l'échauffement de la plaque deviendrait excessif et le tube se détériorerait.

Ceci peut arriver lorsque la grille de la triode prend des potentiels



- Fig. 8 -

positifs et se conduit comme une plaque.

Observons le schéma :

Fig. 8-.

Nous pouvons noter que le tube est alimenté avec une tension plaque constante et une tension de grille variable.

Si l'on fait varier la tension de grille, de zéro à 6 Volts négatifs, le courant plaque du tube varie comme l'indiquent les caractéristiques de la Fig. 7-.

La tension plaque est de 100 Volts; considérons donc sur le diagramme de la Fig. 7-, la verticale qui passe par le point correspondant à la tension plaque 100 Volts.

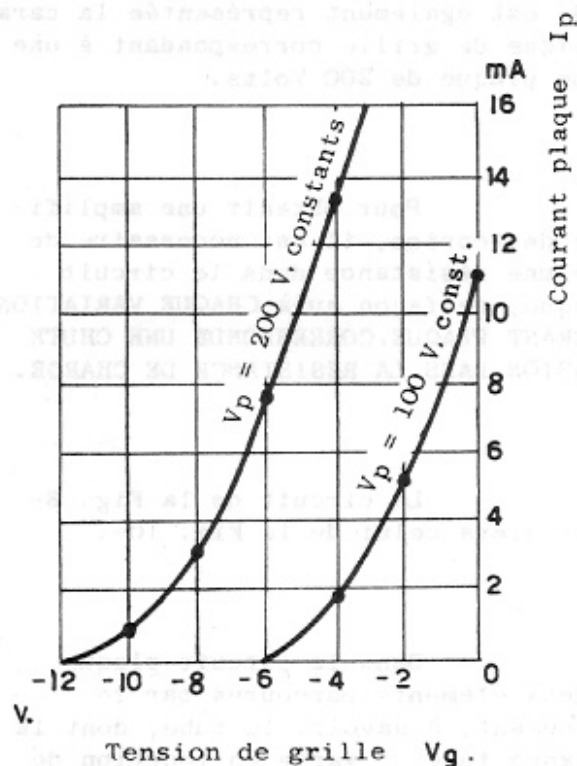
Nous aurons ainsi :

|      |                        |                         |
|------|------------------------|-------------------------|
| Pour | $V_g = 0 \text{ V.}$   | $I_p = 11 \text{ mA.}$  |
| Pour | $V_g = - 2 \text{ V.}$ | $I_p = 5,5 \text{ mA.}$ |
| Pour | $V_g = - 4 \text{ V.}$ | $I_p = 1,7 \text{ mA.}$ |
| Pour | $V_g = - 6 \text{ V.}$ | $I_p = 0 \text{ mA.}$   |

Avec cette dernière valeur de la tension grille, le courant plaque s'annule complètement.

Nous rappelons que cette valeur de la tension de grille, pour laquelle le courant plaque s'annule, est dite POTENTIEL D'INTERDICTION (cut off).

Dans l'exemple que nous avons vu, la variation du courant plaque obtenue, ne produit aucun effet, si ce n'est celui de faire bouger l'aiguille de l'instrument indicateur (milliampère mètre) placé dans le circuit plaque.



- Fig. 9 -

En d'autres termes nous avons obtenu une variation du courant, mais pas d'amplification de tension.

Les valeurs numériques du tableau ci-dessus représentent une caractéristique de grille, et, en l'espèce, la caractéristique de grille pour une tension plaque constante égale à 100 Volts.

Cette caractéristique peut être tracée comme le montre la Fig. 9-.

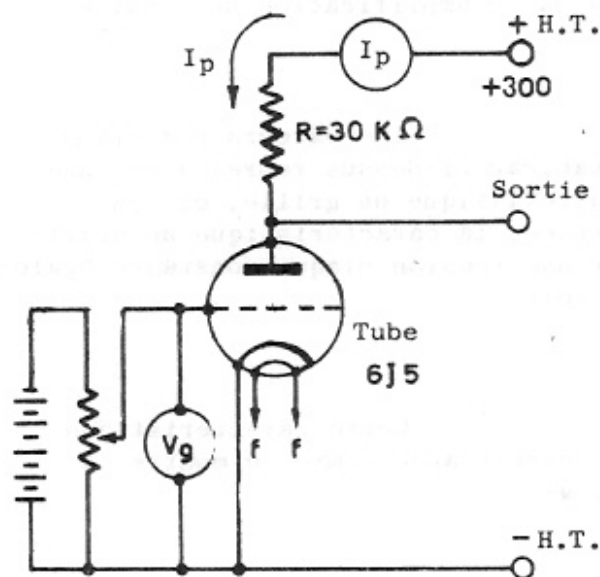
En représentant de cette façon la tension de grille et le courant plaque, on a l'avantage de pouvoir mieux suivre les variations du courant plaque en fonction de la tension de grille.

Sur le graphique de la Fig. 9- est également représentée la caractéristique de grille correspondant à une tension plaque de 200 Volts.

Pour obtenir une amplification de tension, il est nécessaire de mettre une résistance dans le circuit de plaque, de façon qu'à CHAQUE VARIATION DU COURANT PLAQUE, CORRESPONDE UNE CHUTE DE TENSION DANS LA RESISTANCE DE CHARGE.

Le circuit de la Fig. 8- devient alors celui de la Fig. 10-.

Dans le circuit plaque, on a deux éléments parcourus par le même courant, à savoir: le tube, dont la résistance interne varie en fonction de la tension sur la grille de commande, et la résistance de charge dont la valeur est constante.

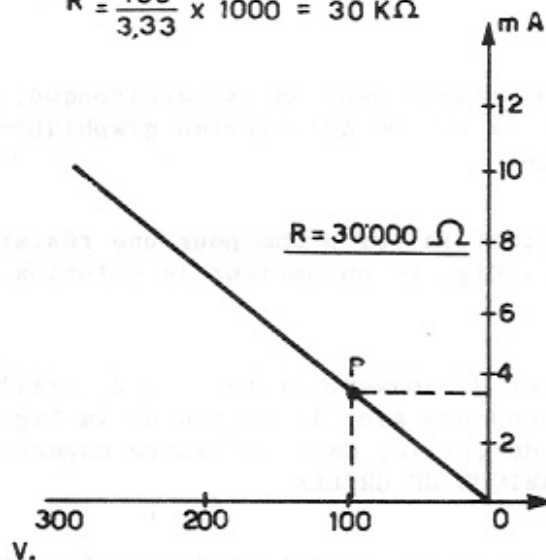


- Fig. 10 -

Exemple : point P.

$V = 100$  volt.  $I = 3,33$  mA.

$$R = \frac{100}{3,33} \times 1000 = 30 \text{ K}\Omega$$



- Fig. 11 -

Le courant total du circuit plaque sera à chaque instant, égal à la tension plaque divisée par la résistance totale du circuit.

La résistance totale est la somme de:

- la résistance interne du tube ( $r$ )
- et de la résistance de charge.

Si le tube travaillait en condition STATIQUES, c'est-à-dire avec des tensions continues et constantes, il serait facile de calculer quelles sont les tensions que l'on doit appliquer, sur la grille et la plaque, pour obtenir un courant déterminé dans la résistance de charge.

En réalité on applique au tube des tensions ALTERNATIVES superposées aux tensions statiques.

Le courant plaque variera alors, soit en fonction de la tension de grille, soit en fonction de celle de plaque.

Pour obtenir la valeur du courant plaque dans un cas quelconque, il faut composer les caractéristiques du tube avec la courbe qui exprime graphiquement la valeur de la résistance utilisée comme charge.

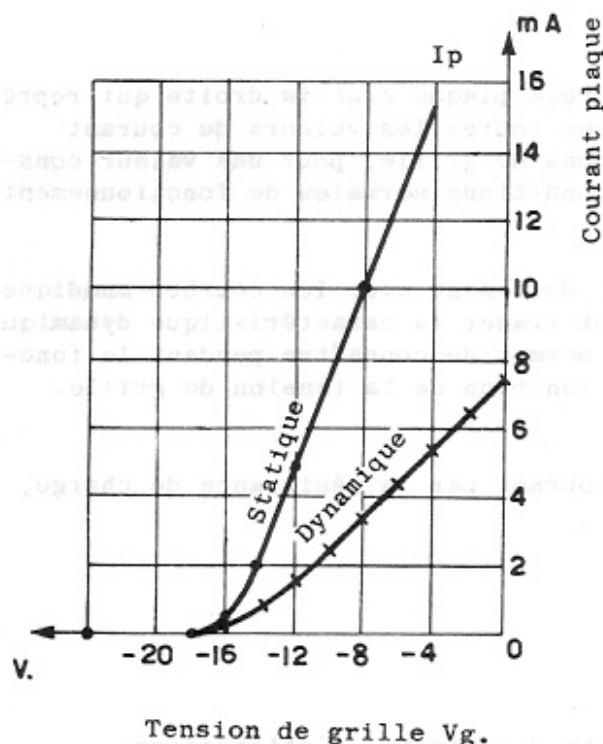
La Fig. 11- représente graphiquement la loi d'Ohm pour une résistance de 30.000 ohms. En reportant cette droite sur la Fig. 7- on obtient la solution graphique du problème.

Si, maintenant, nous faisons varier de nouveau la tension de grille et mesurons les variations du courant plaque (toujours avec le schéma de la Fig. 11-) nous n'obtenons plus la caractéristique simple de grille, mais une autre caractéristique que l'on appellera LA CARACTERISTIQUE DYNAMIQUE DE GRILLE.

Cette courbe représente comment varie le courant plaque en fonction de la tension de grille, LORSQU'IL Y A UNE RESISTANCE DE CHARGE EN SERIE DANS LE CIRCUIT DE PLAQUE.

Fig. 12-, sont dessinées: la caractéristique simple de grille et la





- Fig. 12 -

caractéristique dynamique pour une tension d'alimentation de 300 Volts.

On notera que l'échelle du courant de la Fig. 12- est différente de celle de la Fig. 9-.

Je vais vous résumer ce que je vous ai exposé jusqu'à présent pour mieux fixer vos idées.

Les points les plus importants que l'on doit mettre en relief sont:

1- Les caractéristiques plaque (réseau  $I_p$   $V_p$ ) permettent de connaître la valeur du courant plaque pour une valeur quelconque de la tension de grille et de plaque. Les caractéristiques de grille ont le même but: elles représentent mieux la relation qui existe entre le courant plaque et la tension de grille.

2- L'effet de la résistance de charge peut être représenté graphiquement par une droite plus ou moins inclinée.

3- En combinant ensemble les courbes plaque avec la droite qui représente la résistance de charge, on peut déterminer toutes les valeurs du courant plaque, qui correspondent aux différentes tensions de grille, pour une valeur constante et connue de la haute tension, dans les conditions normales de fonctionnement.

4- A l'intersection de la droite de charge avec les courbes anodiques, on obtient tous les points avec lesquels on peut tracer la caractéristique dynamique de grille. Cette dernière courbe est celle qui permet de connaître pendant le fonctionnement, comment varie le courant plaque, en fonction de la tension de grille.

Si l'on multiplie la valeur du courant par la résistance de charge, on obtient la tension de sortie.

## 2.2- Conditions limites de fonctionnement.

Pour chaque type de tube il existe des limites d'utilisation.

Elles dépendent essentiellement des facteurs suivants :

- 1- La puissance maximum que l'on peut dissiper sur les électrodes,
- 2- La tension maximum que l'on peut appliquer aux électrodes,
- 3- La linéarité des courbes caractéristiques.

Voyons l'influence séparée de ces éléments dans la réalisation d'un circuit d'amplification.

#### 2.2.1- PUISSANCE MAXIMUM.

Sur chaque électrode, le courant qui circule produit un échauffement.

Dans le cas de la triode, nous avons passage de courant dans la cathode et dans la plaque, seulement parce qu'en général, dans la grille (négative), il ne circule pas de courant.

La cathode travaille toujours à une température élevée : elle est donc réalisée de façon à fonctionner correctement à cette température. La plaque, au contraire, doit travailler sans s'échauffer : c'est pour cette raison que l'on

ne doit pas dépasser une certaine valeur de la puissance dissipée, au delà de laquelle le fonctionnement devient irrégulier et la plaque se détériore.

Cette valeur dépend des dimensions, de la forme, de la constitution de la plaque, et varie d'un tube à l'autre.

Pour exprimer graphiquement la valeur de la puissance limite pouvant se dissiper sur la plaque, on peut tracer une courbe directement sur les caractéristiques de plaque.

Cette courbe, qui a la forme d'une hyperbole, représente la façon dont varient la tension et la courant plaque pour une puissance constante.

Fig. 7- la courbe représente la puissance limite de 2,5 Watts.

A gauche, et au-dessous de la courbe, on trouve la zone de fonctionnement normal; à droite, la zone où la puissance dissipée sur la plaque est supérieure à la limite maximum autorisée.

Je vous rappelle encore que la somme des puissances dissipées dans tout le circuit plaque, plus la puissance fournie à l'extérieur du circuit, doit être égale à la puissance délivrée par la source d'alimentation.

Le tube agit comme un convertisseur d'énergie; il convertit l'énergie

de la batterie H.T., fournie sous forme de courant continu, en énergie sous forme de courant alternatif à la sortie du circuit amplificateur; une partie de l'énergie est perdue en chaleur dans les différentes parties du circuit; le rendement de cette transformation d'énergie est le plus souvent faible.

Habituellement dans les circuits amplificateurs, ce rendement varie de 30 % environ à 70% pour des types particuliers.

La valeur de ce rendement est obtenue en faisant le rapport entre la puissance obtenue à la sortie de l'étage d'amplification et la puissance distribuée par la source haute tension (tension plaque).

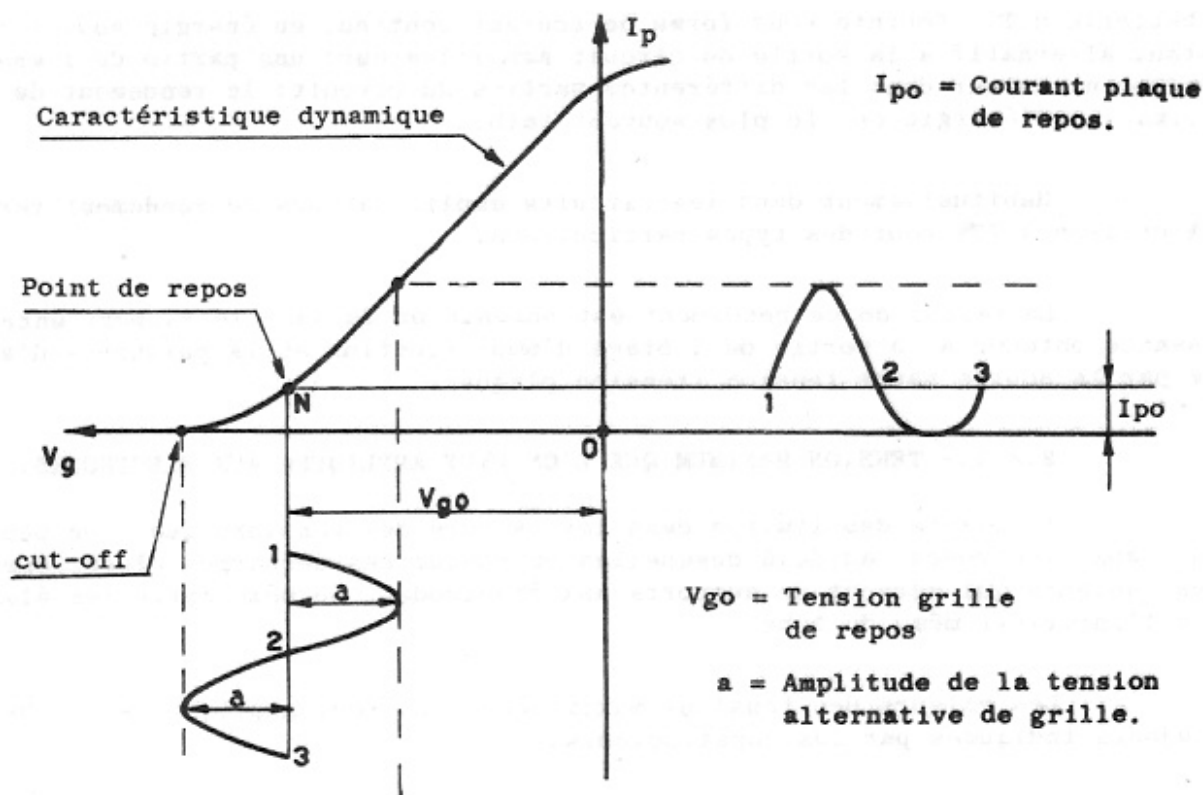
#### 2.2.2.- TENSION MAXIMUM QUE L'ON PEUT APPLIQUER AUX ELECTRODES.

Il existe des limites dans les valeurs des tensions que l'on peut appliquer aux électrodes, au delà desquelles on risque des décharges électriques dans les isolants qui servent de supports aux électrodes, ou même entre les électrodes à l'intérieur même du tube.

Les valeurs des tensions maxima que l'on peut appliquer aux tubes sont toujours indiquées par les constructeurs.

#### 2.2.3.- LINEARITE DES COURBES CARACTERISTIQUES.

Pour obtenir une reproduction fidèle des signaux que l'on applique,



- Fig. 13 -

il est nécessaire de choisir la partie des courbes, où celles-ci sont droites et uniformes.

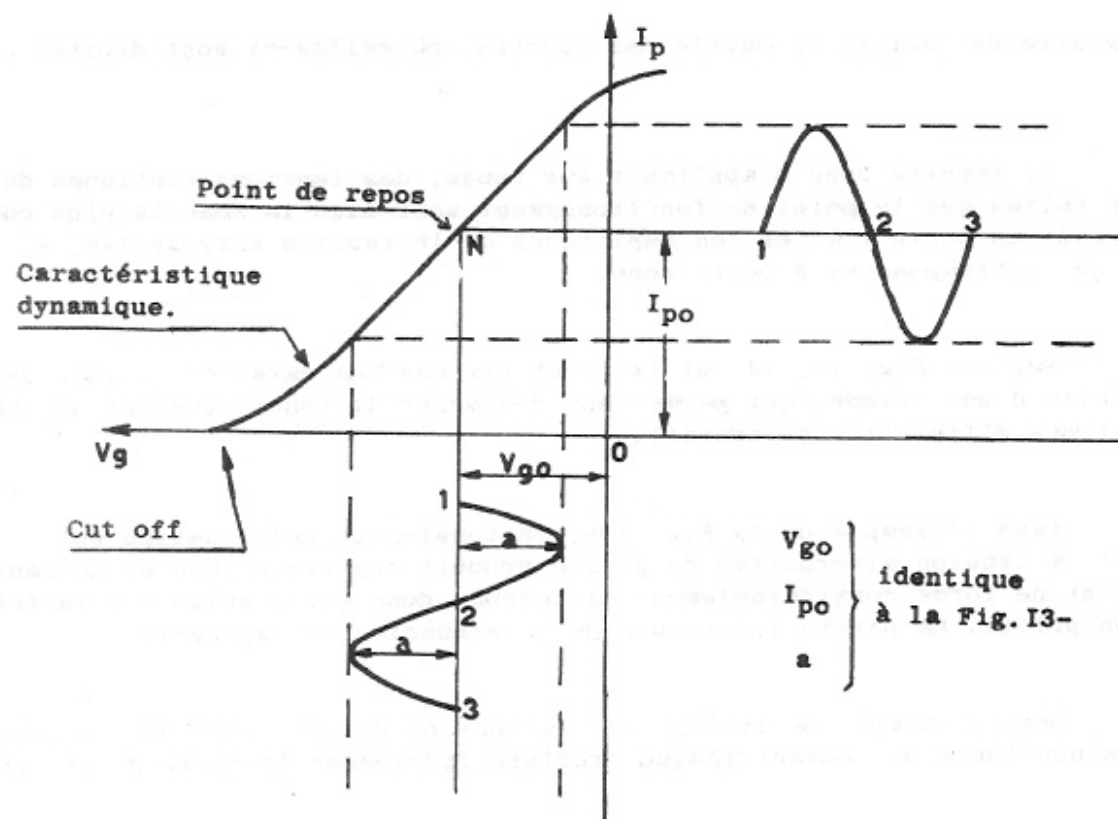
Il importe donc d'appliquer aux tubes, des tensions continues de polarisation telles que le point de fonctionnement soit dans la zone la plus convenable. Il faut en outre limiter les amplitudes de la tension alternative, à des valeurs qui correspondent à cette zone.

Sur les Fig. 13, 14, et 15- sont tracées les caractéristiques dynamiques de grille d'une triode, qui permettent d'étudier le fonctionnement du tube dans 3 conditions différentes de travail.

Dans l'exemple de la Fig. 13-, la tension de polarisation est excessive, et la tension alternative de grille produit des variations de courant plaque qui sont de forme considérablement distordue, donc peu semblable à la forme de la tension pilote. La partie inférieure de la sinusoïde est aplatie.

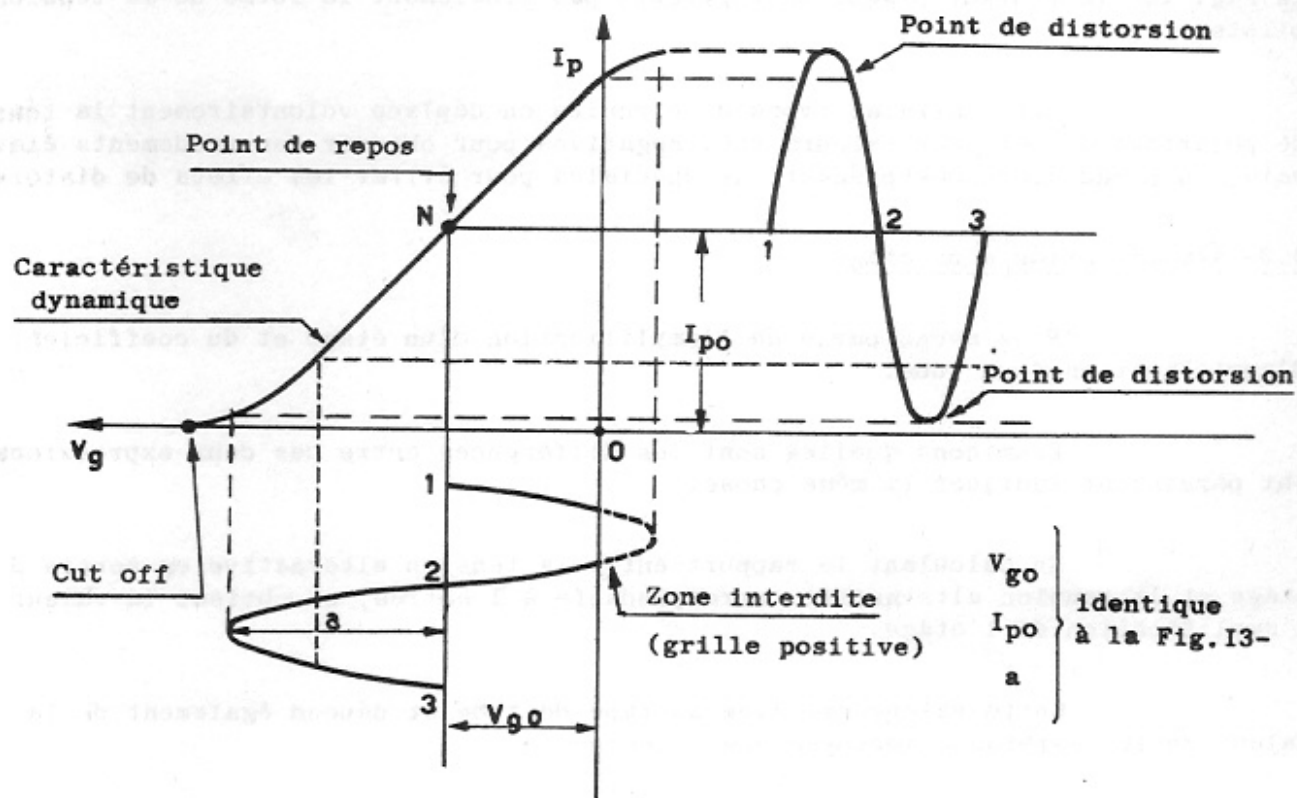
Dans l'exemple de la Fig. 14- la tension de polarisation est correcte et la forme sinusoïdale du courant plaque, reflète fidèlement la forme de la tension pilote.

Il existe encore une possibilité de distorsion lorsque la tension appliquée à la grille présente une amplitude excessive: dans ce cas, comme l'indique



- Fig. 14 -





- Fig. 15 -

la Fig. 15- le courant plaque ne reproduit pas fidèlement la forme de la tension pilote.

Pour certains types de circuits on déplace volontairement la tension de polarisation vers des valeurs très négatives pour obtenir des rendements élevés; mais, on prend alors des précautions spéciales pour éviter les effets de distorsion.

### 2.3- Amplification d'un étage.

Nous avons parlé de l'amplification d'un étage et du coefficient d'amplification d'un tube.

Examinons quelles sont les différences entre ces deux expressions qui paraissent indiquer la même chose.

En calculant le rapport entre la tension alternative en sortie d'un étage et la tension alternative correspondante à l'entrée, on obtient la valeur de l'amplification de l'étage.

Cette valeur est liée au type de tube et dépend également de la valeur de la résistance employée comme charge.

Si la résistance a une valeur nulle (résistance en court-circuit), l'amplification est nulle; si la résistance a une valeur infinie, l'amplification

de l'étage pourrait, théoriquement, être égale au coefficient d'amplification du tube ( $\mu$ ).

Mais, en pratique, on ne réussit pas à augmenter la valeur de la résistance de charge sans, en même temps, être obligé de déplacer les conditions de repos.

A un certain moment, il n'est plus possible d'augmenter la valeur de l'amplification, car l'on est contraint de travailler à l'intérieur de la zone de bon fonctionnement pour éviter des distorsions, et de limiter l'amplitude des tensions de travail.

Ainsi pour chaque étage, on choisit une solution de compromis qui puisse remplir, toutes ces conditions de la meilleure façon possible.

Les constructeurs, de leur côté, cherchent à développer des tubes dont la caractéristiques répondent à un certain besoin d'emploi; par exemple, ils construisent des tubes à coefficient d'amplification élevé pour obtenir des étages amplificateurs de tension, ou des tubes qui aient une pente très élevée, ou encore une résistance interne très petite.

#### 2.4- Interprétation des documentations techniques de tubes.

Les fabricants des tubes fournissent généralement dans des

documentations spécialisées, les courbes caractéristiques pour chaque type de tube; ils indiquent en outre, les valeurs des tensions et des courants pour des conditions optima de fonctionnement.

Ajoutons aussi, qu'ils indiquent toujours les valeurs limites de puissance et de tension, qui ne doivent pas être dépassées dans le circuit sous peine de détériorer le tube.

Pour quelques types de tubes, ils fournissent des tableaux dans lesquels sont indiquées les valeurs optima des résistances et capacités nécessaires à la réalisation de circuits de bonne qualité.

Pour étudier le catalogue des tubes récepteurs que je vous ai envoyé il vous suffira de vous reporter aux indications données au cours de cette leçon.

Dans les différentes colonnes sont indiqués: le type de tube, le type de support, les dimensions, les caractéristiques de cathode, quelques conditions optima de fonctionnement ainsi que les coefficients caractéristiques.

=====

REPONSES SUR LA 18ème LECON THEORIQUE

- 1- Tungstène, tungstène thorié, oxyde de strontium et de baryum .
- 2- C'est le courant qui se manifeste sur la plaque, même lorsque la tension appliquée à la plaque est nulle. Il est dû aux électrons qui sortent de la cathode avec une vitesse élevée.
- 3- C'est la plus grande valeur que peut atteindre le courant plaque d'une valve et qui correspond au passage de tous les électrons, émis par la cathode, vers la plaque.
- 4- La représentation de la courbe caractéristique.
- 5- C'est la courbe qui indique comment varie la tension continue fournie par l'alimentation lorsque augmente le courant utile absorbé par la charge insérée dans l'alimentation elle-même.
- 6- Le courant de plaque augmente parce qu'augmente l'émission cathodique.
- 7- Ce sont des valves qui sont remplies en général de vapeur de mercure.
- 8- C'est la valeur de la tension appliquée à la plaque, pour laquelle, le gaz devient fortement conducteur et luminescent.
- 9- Parce que la valve à gaz, lorsqu'elle est ionisée, a une faible résistance interne et, qu'alors, le courant qui la traverse serait trop fort.
- 10- Une valve à gaz.

=====

EXERCICES DE REVISION SUR LA 19ème LECON THEORIQUE

- 1- Une triode a une tension de plaque constante. Dans un premier cas, sa polarisation est de -10 Volts et, elle a un signal de grille de +1 Volt. Dans un deuxième cas, sa polarisation est de -8 Volts et, elle a un signal de grille de -2 Volts. Dans lequel de ces deux cas le courant anodique sera-t-il le plus grand?
- 2- Combien de types de courbes caractéristiques emploie-t-on communément pour la triode ?
- 3- Quels sont les coefficients caractéristiques d'une triode ?
- 4- Qu'appelle-t-on tension d'interdiction ou: "cut off" ?
- 5- Que signifie l'amplification d'un étage ?
- 6- Quels sont les facteurs qui limitent l'emploi d'une triode ?
- 7- Qu'appelle-t-on caractéristique mutuelle dynamique ?

=====