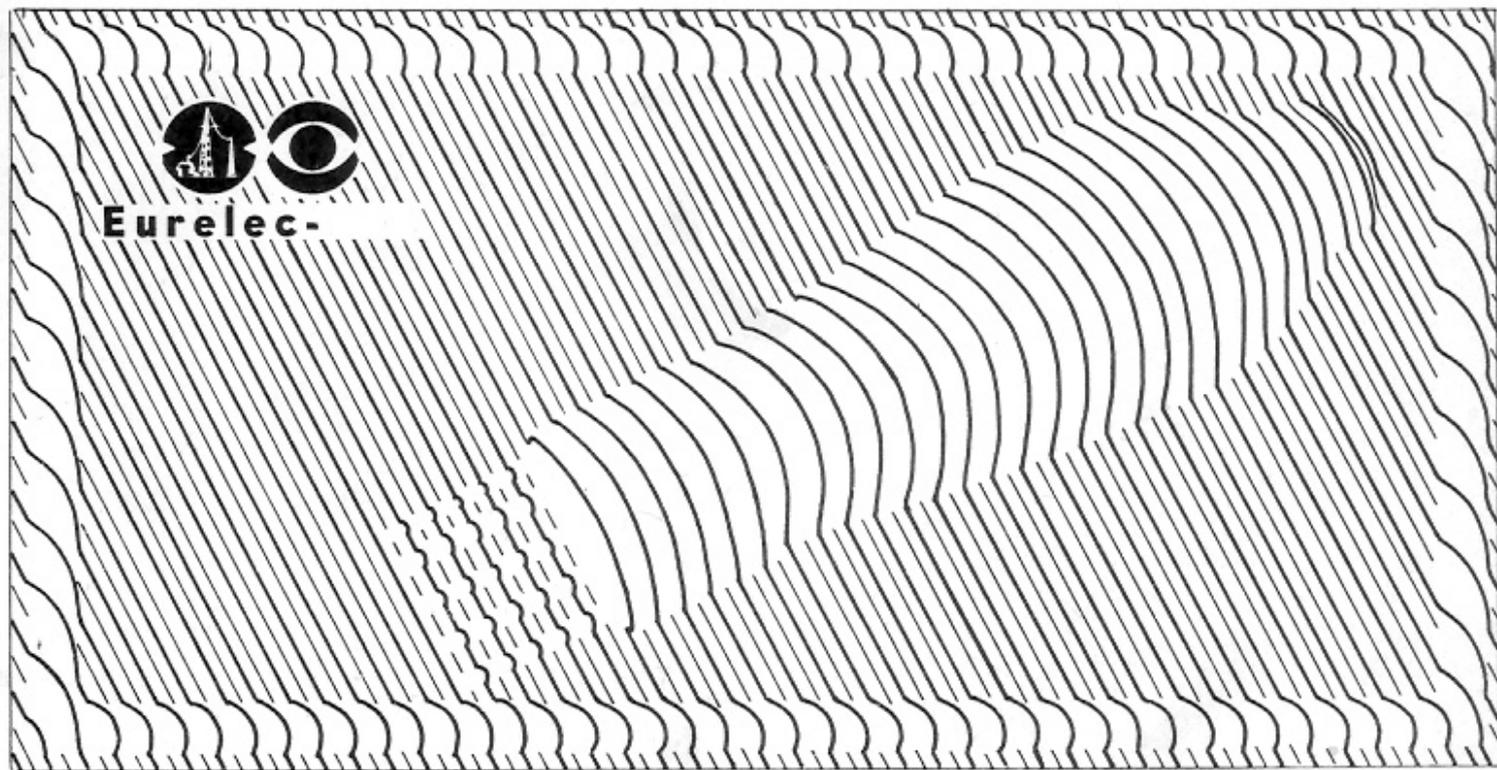


THEORIE



COURS DE RADIO PAR CORRESPONDANCE

1- TRANSFORMATEURS HAUTE FREQUENCE -

Dans les leçons précédentes nous avons étudié les caractéristiques de certains éléments des circuits radio électriques.

Ensemble nous en verrons d'autres, plus tard, et nous pourrons alors faire l'étude proprement dite d'un circuit radio complet.

Maintenant je voudrais vous parler des TRANSFORMATEURS HAUTE FREQUENCE, car ils ont une importance capitale dans la réalisation de tous les récepteurs : en effet, ils sont utilisés dans tous les circuits parcourus par un courant alternatif de fréquence radio.

Je commence, pour que vous compreniez plus facilement, à vous présenter ici une classification des transformateurs haute fréquence basée sur leur emploi dans les divers circuits.

La classification est la suivante :

- 1.1- Transformateur haute-fréquence pour circuit d'entrée des récepteurs.
- 1.2- Transformateur haute-fréquence pour couplage entre deux étages.
- 1.3- Transformateur haute-fréquence pour générateur d'oscillations.

Généralement, les transformateurs de haute fréquence sont appelés BOBINES DE HAUTE FREQUENCE. On ne devrait se servir de cette détermination que pour les inducteurs formés par un seul enroulement sans prise intermédiaire.

Considérons maintenant, séparément, les types de transformateurs haute fréquence classés ci-dessus, en nous rappelant que les mots "Haute fréquence" seront ensuite habituellement symbolisés par les lettres "H.F."

1.1- Transformateurs "H.F." pour circuits d'entrée.

Dans le récepteur de type élémentaire, étudié précédemment, l'antenne était directement reliée au circuit d'accord et au circuit de détection. Cette méthode de liaison, dans sa simplicité même, présente plusieurs inconvénients.

Entre autres :

- impédance de l'antenne, non adaptée au circuit rémanent,
- amortissement du circuit résonnant par la charge qui est placée en parallèle sur ce circuit,
- adaptation irrégulière de l'impédance de l'écouteur téléphonique au circuit rémanent.

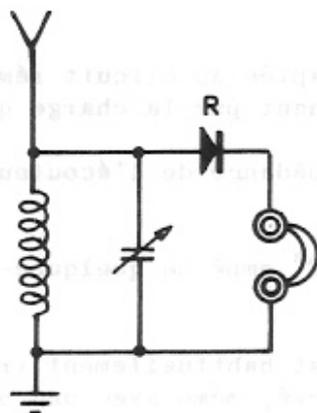
L'emploi d'un transformateur "H.F" empêche quelques-uns de ces inconvénients.

L'impédance même d'une antenne est habituellement très basse et, dans l'antenne, circule donc un courant très élevé, même avec une basse tension.

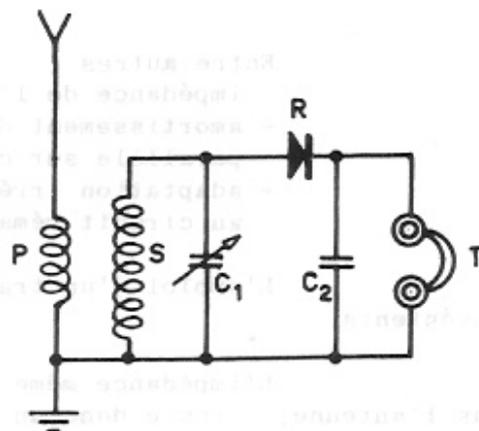
Le détecteur et l'écouteur téléphonique, insérés entre l'antenne et la terre, ont, au contraire, une impédance plutôt élevée et ne permettent donc pas un fonctionnement régulier car ils limitent par leur présence le courant maximum de l'antenne.

Pour que le détecteur et l'écouteur téléphonique fonctionnent bien, il faudrait disposer d'une tension élevée et d'un courant faible.

Le moyen le plus simple pour élever la tension est celui déjà connu d'utiliser un transformateur qui ait un rapport de spires convenable entre le primaire et le secondaire.



A.



B.

Le dessin Fig. 1 A- représente le récepteur élémentaire simple que nous connaissons déjà.

La Fig. 1 B- représente, au contraire, le même circuit mais il y a été ajouté un transformateur convenable.

Le courant de l'antenne passe à travers le primaire du transformateur. Sur ce primaire se forme une chute de tension et, ainsi, aux bornes du secondaire constitué d'un plus grand nombre de spires, l'on obtient une tension plus élevée.

Cette tension est appliquée au détecteur et à l'écouteur téléphonique.

Le rendement du récepteur dans ces conditions est considérablement augmenté.

Pour obtenir l'accord du récepteur, on peut utiliser le même secondaire du transformateur avec un condensateur en parallèle formant ainsi un circuit résonnant.

On obtient seulement le maximum de tension aux bornes du secondaire lorsque la fréquence du courant dans le primaire est égale à celle de résonance du circuit, formée par le secondaire et le condensateur.

La Fig. 1 B- montre le plan complet d'un récepteur muni d'un circuit résonnant pour l'accord. Dans ce dessin, il faut aussi remarquer qu'une extrémité du secondaire est connectée à la masse, ce qui peut se faire facilement car aucun autre point du circuit n'est ramené à la masse.

Dans cette figure, l'on doit encore remarquer le condensateur placé, parallèlement à l'écouteur téléphonique.

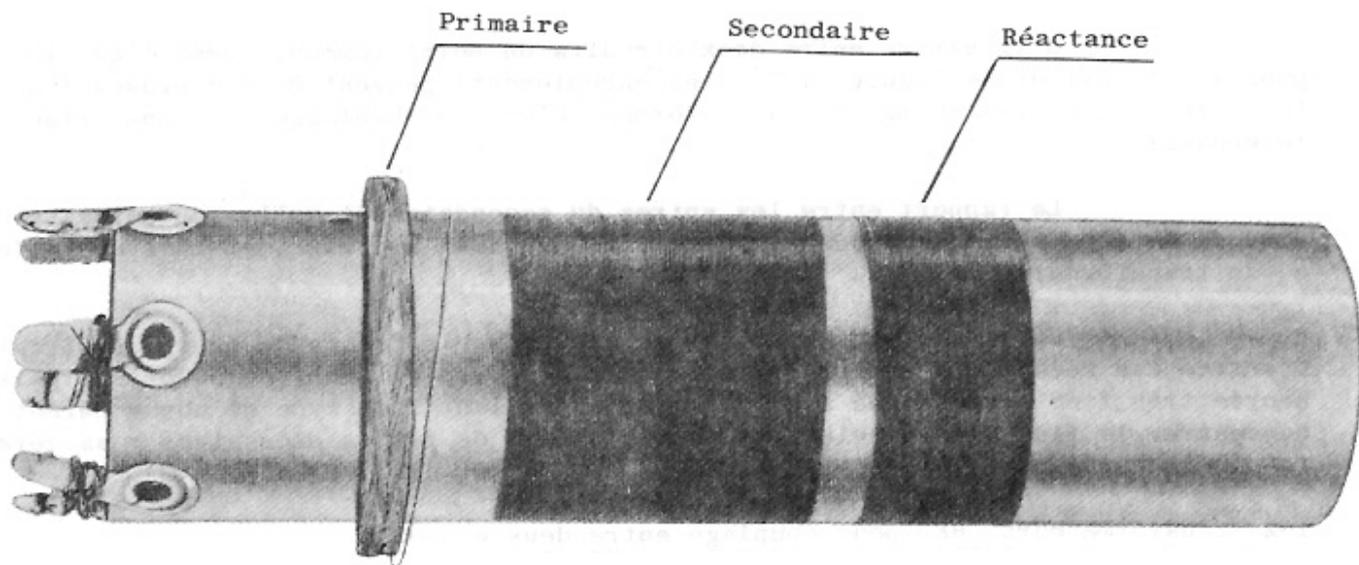
Le but du condensateur est de filtrer les composants éventuels haute fréquence, présentés dans le courant redressé venant du détecteur "R".

Maintenant que nous connaissons comment on utilise le transformateur "H. F." nous pouvons examiner sa constitution.

Avant tout, il faut noter qu'à l'intérieur du bobinage, il n'y a pas de noyau de fer car les fréquences en jeu sont très élevées : en effet, avec des tôles de type normal, les pertes par courant parasite seraient énormes et le rendement total pratiquement nul.

Le transformateur "H. F." est un transformateur à air, c'est-à-dire sans aucun noyau et le couplage entre primaire et secondaire s'opère sous l'effet du champ électromagnétique qui existe autour du primaire quand celui-ci est parcouru par le courant.

Logiquement une partie de l'énergie n'est pas recueillie par le secondaire, contrairement à ce qui arrive dans les transformateurs normaux d'alimentation, dans lesquels tout le flux créé par le primaire peut être considéré comme dépendant du secondaire.



-Fig. 2-

La forme habituelle de ces transformateurs "H.F." est celle indiquée à la Fig. 2-.

Un tube en matériau isolant sert de support aux enroulements primaires et secondaires qui peuvent être disposés soit à côté l'un de l'autre, soit superposés.

S'il existe entre deux circuits un point commun, comme c'est le cas pour le circuit de la figure "1 B", les enroulements peuvent être disposés l'un à la suite de l'autre, de manière à ne former qu'un seul bobinage avec une prise intermédiaire.

Le rapport entre les spires du secondaire et celles du primaire dépend de la caractéristique des circuits liés aux deux bobinages et même de la forme du transformateur.

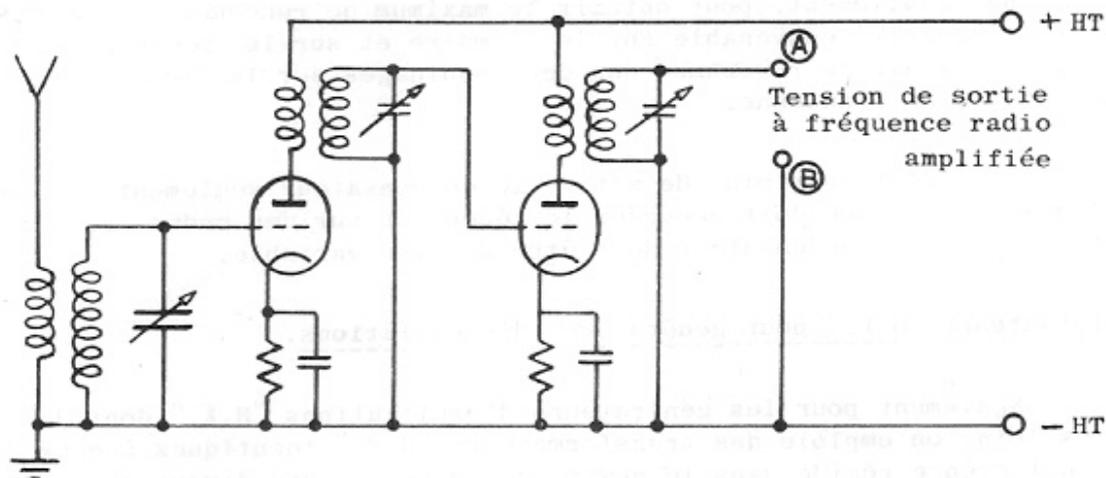
Certains types de transformateurs haute fréquence pour les circuits d'entrée des récepteurs radio, peuvent avoir un noyau formé d'une poudre métallique broyée très fine et mélangée avec un matériau isolant ; ce type de noyau permet de concentrer le flux des enroulements sans produire de pertes excessives ; sa version la plus moderne est la FERRITE.

1-2 Transformateurs "HF" pour couplage entre deux étages.

La figure 3 représente un circuit de récepteur qui a deux étages d'amplification haute fréquence.

La tension de sortie du premier étage est recueillie par un transformateur "H.F" et renvoyée sur le deuxième étage qui amplifie ensuite la tension d'entrée.

Entre le premier et le deuxième étage, on doit employer un transformateur adapté pour être parcouru par le courant plaque du premier tube.



-Fig. 3-

Le secondaire doit présenter un nombre suffisamment élevé pour obtenir une augmentation sensible de la tension à la sortie du premier tube.

Au total, donc, outre l'amplification obtenue par les deux tubes, on a un gain plus grand grâce au transformateur de couplage entre les deux tubes.

Habituellement, pour obtenir le maximum de rendement, l'on met deux condensateurs de capacité convenable sur le primaire et sur le secondaire des transformateurs, pour obtenir la résonance des deux bobinages sur la fréquence de l'onde radio à l'entrée de l'antenne.

Il suffit, parfois, de mettre le condensateur seulement sur le bobinage du secondaire. Si l'on doit accorder le récepteur sur des ondes radio de fréquences différentes, ce condensateur doit être du type variable.

1.3- Transformateurs "H.F." pour générateurs d'oscillations.

Egalement pour les générateurs d'oscillations "H.F." dont je vous parlerai plus loin, on emploie des transformateurs "H.F." identiques à ceux déjà décrits. La différence réside dans le nombre de spires, leurs dimensions et le rapport entre le secondaire et le primaire.

2- CIRCUITS RESONNANTS

J'ai déjà fait allusion, en parlant des récepteurs, à un type de circuit particulier dit RESONNANT. Je désire, maintenant, en donner les caractéristiques les plus remarquables. En observant le Fig. 4-, nous pouvons voir un générateur de tension à fréquence variable lié à un ensemble formé par un condensateur et un inducteur placés en série.

Ce circuit simple est un circuit résonnant.

La tension fournie par le générateur a une fréquence variable, il est donc possible de maintenir constante la tension de sortie du générateur en faisant varier seulement la fréquence.

Si la fréquence est très basse, le circuit résonnant présente une capacité très grande, ce qui équivaut à dire qu'aux basses fréquences l'impédance du circuit est due en grande partie à une réactance capacitive.

Si la fréquence, au contraire, est très élevée, le circuit présente une impédance du type inductif ce qui équivaut à dire que le maximum de l'impédance du circuit est celle due à l'inducteur, car, aux fréquences élevées la réactance capacitive est négligeable.

Rappelons que l'on donne couramment le nom de SELF à un inducteur (un seul enroulement à une ou plusieurs prises).

Le courant qui circule dans le circuit peut se calculer en divisant la valeur de la tension constante, fournie par le générateur, par la valeur de l'impédance totale du circuit. Il existe une valeur particulière intermédiaire de la fréquence pour laquelle la réactance capacitive et la réactance inductive ont la même valeur.

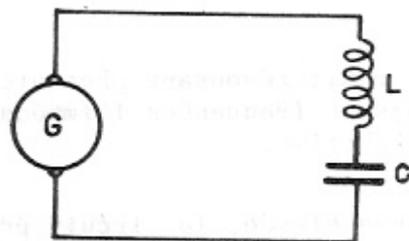


Fig. 4

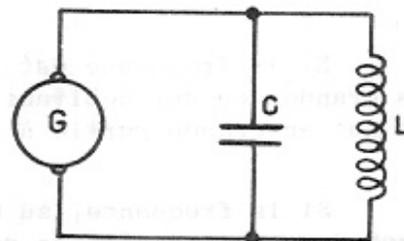
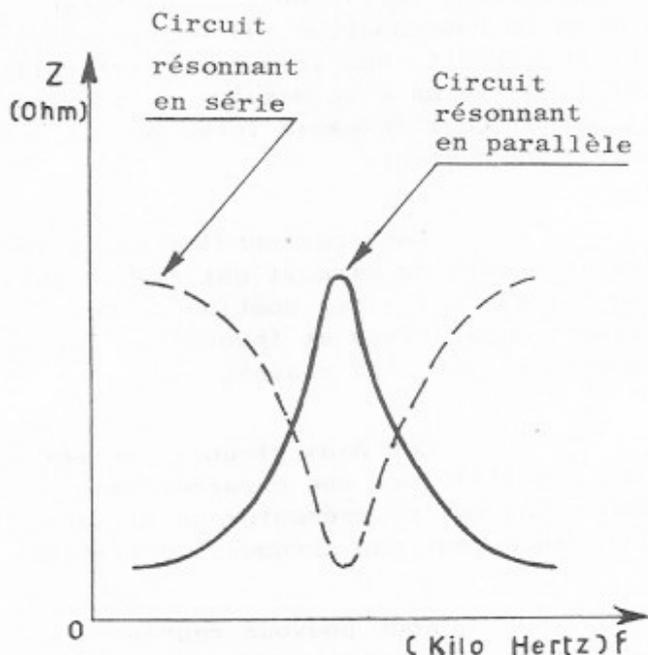


Fig. 5

Dans ces conditions le courant dans le circuit est maximum car les deux réactances sont égales et les phases exactement opposées.

L'impédance totale est alors minimum.



-Fig. 6-

Dans ces conditions, on dit que le circuit est à la RESONANCE.

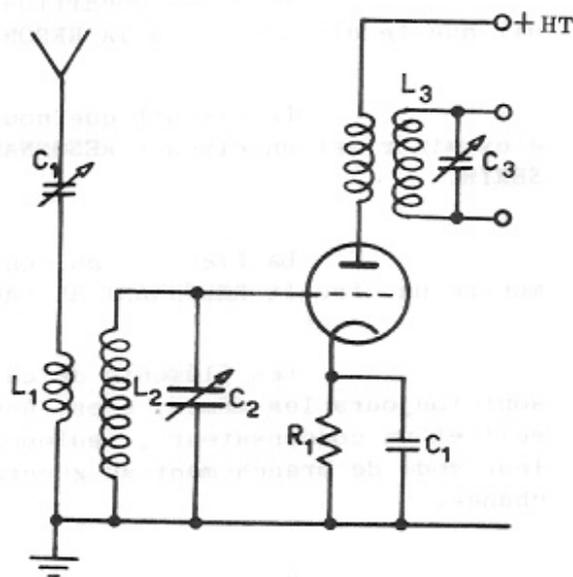
Le circuit que nous venons d'examiner est un circuit RESONNANT EN SERIE.

La Fig. 5-, au contraire montre un circuit RESONNANT EN PARALLELE.

Les éléments de ce circuit sont toujours les mêmes, c'est-à-dire une self et un condensateur ; seulement, ici leur mode de branchement au générateur change.

Supposons maintenant que le générateur puisse fournir un courant constant à fréquence variable.

A basse fréquence, le circuit se comportera comme une inductance, car la plus grande partie du courant fourni par le générateur passe à travers la self.



$L_1 C_1$ = résonnants en série.

$L_2 C_2, L_3 C_3$ = résonnants en parallèle.

-Fig. 7-

Aux fréquences élevées, le circuit se comporte comme une capacité car la plus grande partie du courant passe à travers le condensateur. Il existe aussi pour ce circuit, une fréquence particulière pour laquelle on a un maximum de tension aux bornes de l'ensemble formé par la self et le condensateur.

Dans ces conditions, l'impédance totale du circuit est maximum et elle est due à l'effet combiné de deux réactances capacitatives et inductives, et le circuit est dit à la résonance.

Ces deux circuits en série ou en parallèle ont une caractéristique commune qui est de présenter un minimum d'impédance pour une fréquence déterminée.

Nous pouvons représenter ce phénomène par un diagramme qui porte en abscisse les valeurs de la fréquence et en ordonnée les valeurs de l'impédance.

On obtient pour les deux circuits mentionnés ci-dessus les deux courbes de la Fig. 6-.

Les graphiques ainsi obtenus s'appellent courbes de résonance. Nous avons déjà parlé de l'utilité de ces circuits en décrivant les récepteurs accordés.

L'emploi du circuit résonnant série ou du circuit résonnant parallèle est lié à la caractéristique des étages qui composent les récepteurs.

La Fig. 7- représente le dessin d'un étage dans lequel on peut employer aussi bien des circuits résonnants séries ou des circuits résonnants parallèles.

Leur présence dans le récepteur permet d'obtenir un effet sélectif sur les ondes radio à l'entrée, effet d'autant plus remarquable que le nombre de circuits est plus grand et que ces circuits sont de qualité meilleure.

Quand la fréquence de l'onde à l'entrée est identique à la fréquence de résonance des divers circuits, l'on obtient l'amplification maximum des étages et le maximum de rendement de l'antenne.

Ceci est valable, si tous les circuits résonnants sont réglés de façon à entrer en résonance sur une fréquence unique.

3- RECEPTIONS A AMPLIFICATION DIRECTE

Après avoir examiné certains éléments qui servent à composer un circuit électrique, voyons de quelle façon on peut composer un récepteur complet.

Supposons que nous devons construire un récepteur qui ait plusieurs étages d'amplification et une puissance de sortie suffisante pour faire vibrer des écouteurs téléphoniques.

Avant tout, nous devons faire attention à ce que le récepteur ait une sensibilité suffisante, c'est-à-dire qu'il puisse recevoir un grand nombre de postes émetteurs.

En même temps nous devons prendre garde à la SELECTIVITE du récepteur c'est-à-dire à la possibilité de sélectionner les divers postes.

En dernier lieu, nous devons faire attention à ce que le signal détecté, ou signal de basse fréquence, ait une amplitude suffisante pour faire fonctionner régulièrement un petit nombre d'écouteurs téléphoniques.

Pour obtenir une sensibilité élevée, nous devons faire attention tout d'abord à l'antenne et au circuit qui lui est connecté. Le récepteur doit avoir un condensateur variable pour accorder l'antenne le mieux possible, ou bien un transformateur

d'antenne avec le secondaire convenablement accordé sur la fréquence du récepteur grâce au condensateur variable. Nous pouvons observer sur la Fig. 8- cette première partie du récepteur.

La tension qui se trouve au secondaire du transformateur d'antenne a une valeur très faible (de l'ordre de quelques milli-volts) ; elle doit donc être amplifiée jusqu'à atteindre la valeur de quelques volts.

Le premier étage d'amplification sera donc un étage qui servira à amplifier la tension de fréquence radio provenant de l'antenne.

Pour obtenir une amplification totale suffisante, nous ajouterons à la sortie de ce premier étage un deuxième étage qui amplifiera de nouveau la tension de sortie du premier étage.

Pour la liaison de ces deux étages, c'est-à-dire de leur couplage, nous utiliserons un transformateur haute fréquence, qui assurera la séparation du courant variable, du courant continu existant dans le circuit anodique du premier étage.

Il faut remarquer que le secondaire du transformateur porte, en parallèle, un condensateur variable commandé par le même axe que celui situé dans le circuit d'entrée du premier étage.

La tension de sortie du deuxième étage, par l'intermédiaire d'un transformateur haute fréquence est envoyée au circuit de détection formé par une diode redresseuse.

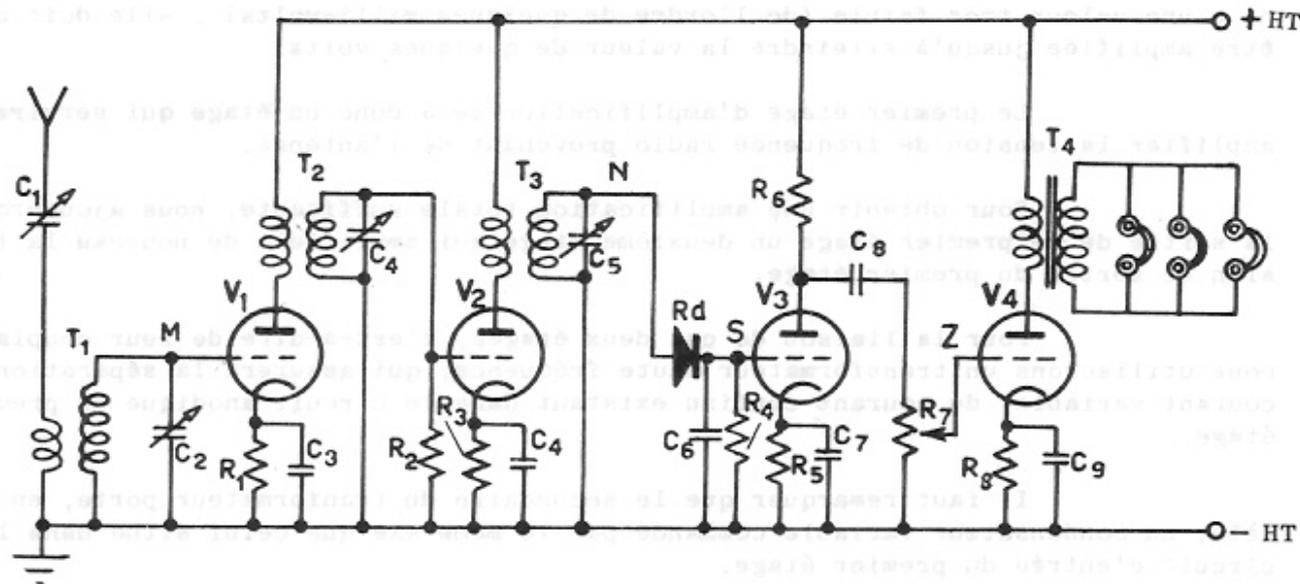


Schéma didactique d'un récepteur à amplification directe.

Aux extrémités de la résistance " R_4 ", on obtient la tension détectée, c'est-à-dire la tension basse fréquence qui modulait l'onde radio.

L'étage qui suit le détecteur est un étage basse fréquence qui doit amplifier de façon uniforme toutes les fréquences qui composent la gamme sonore.

Cette particularité est la différence principale entre les étages de haute fréquence qui doivent amplifier une seule fréquence bien déterminée, et les étages de basse fréquence, qui, au contraire, doivent amplifier uniformément toutes les basses fréquences.

On peut dire que les étages haute fréquence de ce récepteur sont des étages sélectifs et que la sélectivité du récepteur dépend exclusivement d'eux.

Le premier étage basse fréquence sert à amplifier fortement la tension de sortie du détecteur, il est prévu de manière à exploiter au maximum l'effet d'amplification de la triode qui fait partie de l'étage. On a soin, en outre, d'employer un type de tube qui ait une puissance amplificatrice considérable.

Ce premier étage est suivi d'un second, dit étage de puissance.

La différence essentielle entre ces deux étages, qui travaillent néanmoins sur la même gamme de fréquence, est dans la puissance de sortie qui peut être fournie.

L'étage qui suit immédiatement le détecteur ne peut donner une grande puissance, il sert donc seulement à amplifier la tension, comme nous l'avons déjà dit.

Le dernier étage, au contraire, est un amplificateur de puissance c'est-à-dire qu'il reçoit à l'entrée une tension élevée et absorbe une puissance minime ; tandis que son circuit plaque est parcouru par un courant d'une intensité élevée et peut donc fournir une forte puissance à une charge extérieure.

Un moyen simple de distinguer ces deux types d'étages consiste dans l'observation de la charge placée dans le circuit plaque.

L'étage amplificateur de tension a, habituellement, une résistance de charge en série avec le tube, tandis que l'étage de puissance utilise un transformateur pour séparer les composantes alternatives du signal de la composante continue.

Dans le dessin du récepteur, cette différence est bien visible.

On ne doit pas exclure la possibilité qu'un étage amplificateur de tension ait un transformateur au lieu d'une résistance de charge.

Dans ce cas, cependant, le transformateur est d'un type particulier et le secondaire a un nombre élevé de spires.

La Fig. 9- représente cet étage qui est suivi par l'étage habituel de puissance.

Reportons-nous à notre récepteur de la Fig. 8-.

Nous pouvons observer qu'à la sortie de l'étage de puissance, plusieurs écouteurs téléphoniques sont raccordés : ils constituent la charge de l'étage et le dernier élément de la chaîne constituant le récepteur.

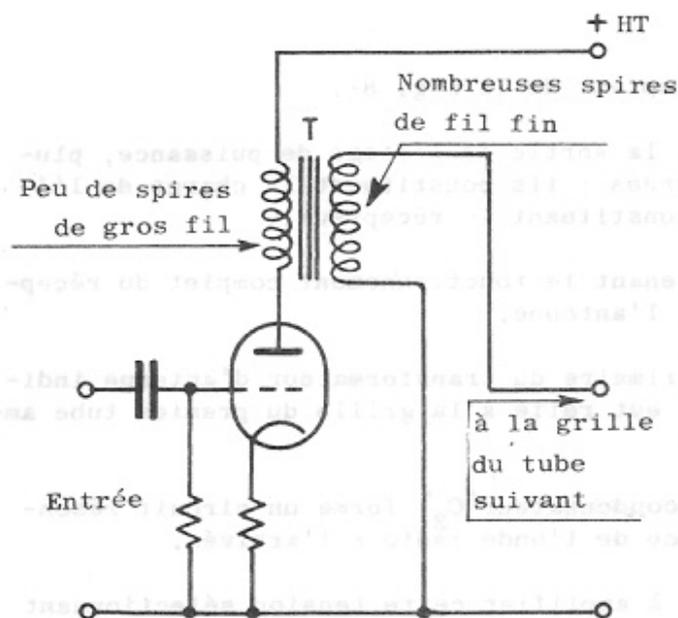
Nous pouvons résumer maintenant le fonctionnement complet du récepteur en suivant l'onde radio qui arrive à l'antenne.

La tension qui arrive au primaire du transformateur d'antenne indiqué par T_1 , se transmet au secondaire qui est relié à la grille du premier tube amplificateur de tension à fréquence radio.

Ce secondaire, branché au condensateur C_2 , forme un circuit résonnant qui peut être accordé sur la fréquence de l'onde radio à l'arrivée.

Le premier étage sert donc à amplifier cette tension sélectionnant ensuite l'onde à l'arrivée avec le second circuit résonnant placé dans le circuit de grille du second tube.

Entre le premier et le second tube, en effet, il y a le transformateur T_2 qui transmet l'onde radio amplifiée.



-Fig. 9-

A la sortie du second tube est placé un troisième transformateur haute fréquence "T3" qui alimente le circuit détecteur, formé par le cristal détecteur et le condensateur "C6" qui sert à éliminer les traces de fréquence radio existant dans le signal détecté.

Après l'étage détecteur, il n'y a plus de fréquence radio, mais seulement un signal de basse fréquence, qui sera amplifié par un premier étage amplificateur de tension, puis par un deuxième étage amplificateur de puissance qui alimente les écouteurs téléphoniques.

La Fig. 10- représente les formes d'ondes obtenues aux divers points du récepteur.

Les lettres marquées sous chaque dessin servent de références au schéma. Il reste encore à éclaircir le but de la résistance placée dans la cathode de certaines lampes et des condensateurs placés en parallèle avec cette résistance.

Dans les dessins précédents d'étages amplificateurs, la polarisation de la grille du tube était obtenue par l'intermédiaire d'une batterie de piles branchée avec le pôle négatif sur la grille et le pôle positif à la cathode.

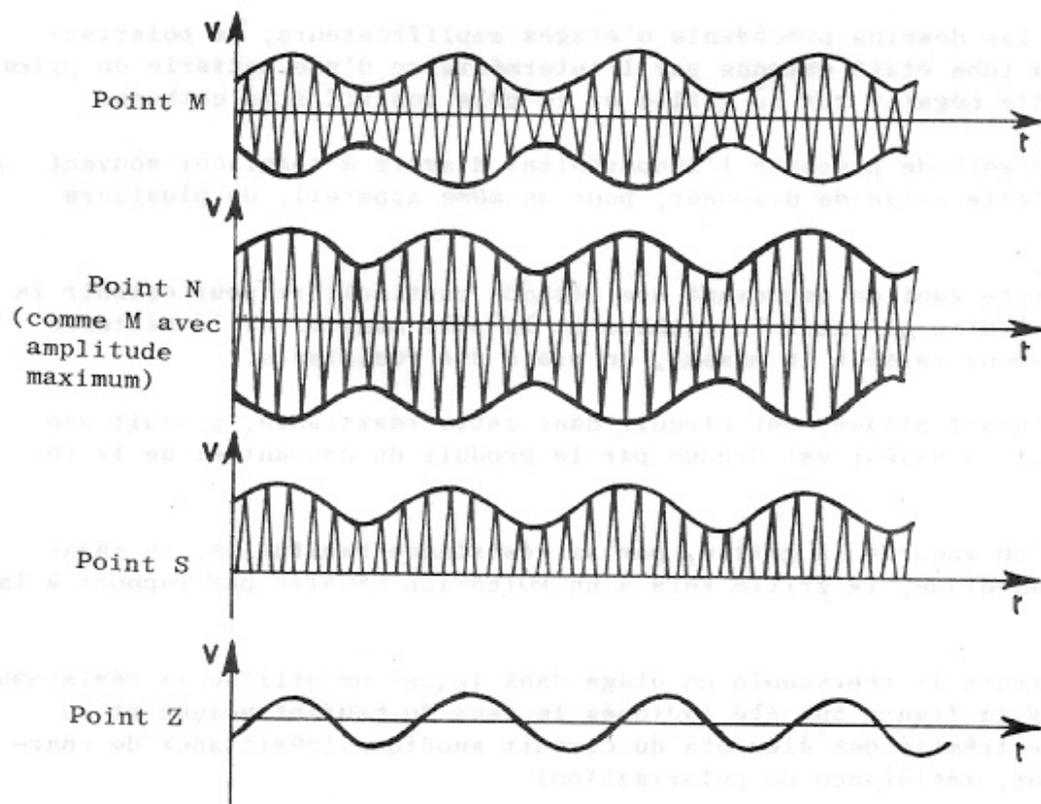
Cette méthode présente l'inconvénient d'avoir à remplacer souvent les piles, outre qu'elle exige de disposer, pour un même appareil, de plusieurs sources de tension.

On évite ceci en employant une méthode particulière pour obtenir la polarisation : c'est-à-dire qu'entre la cathode et le pôle négatif de la batterie anodique (habituellement relié à la masse), on place une résistance.

Le courant plaque, qui circule dans cette résistance, produit une chute de tension dont la valeur est donnée par le produit du courant et de la résistance.

Si l'on accorde la grille, par sa résistance habituelle, au négatif de la batterie anodique, la grille sera à un POTENTIEL NEGATIF par rapport à la cathode.

Le figure 11 représente un étage dans lequel on utilise la résistance de polarisation. Sur la figure ont été indiqués le sens du courant plaque et la polarité, à chaque extrémité des éléments du circuit anodique (résistance de charge, tube électronique, résistance de polarisation).



-Fig. 10-

Dans ce plan simple, l'on voit que la cathode est positive par rapport au point "A" de la figure. Ainsi, puisque la grille est reliée au point "A" par l'intermédiaire de la résistance " R_g ", elle se trouvera à un potentiel négatif par rapport à la cathode.

Rappelons que, dans la résistance " R_g " reliée à la grille, il ne circule aucun courant : donc, à ses extrémités, le potentiel est le même car il n'y a pas de chute de tension.

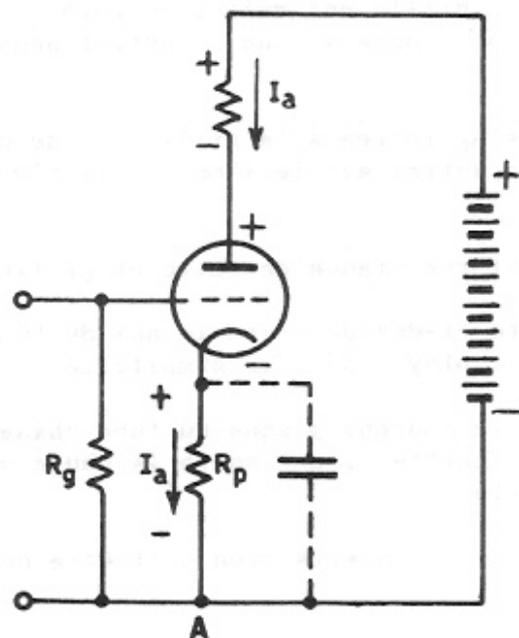
La résistance " R_g " est appelée aussi résistance de fuite de grille.

La méthode de polarisation décrite ci-dessus prend le nom de POLARISATION AUTOMATIQUE de grille et est largement employée pour sa simplicité.

Cependant, notons maintenant que le courant plaque du tube change avec la variation de la tension à l'entrée de la grille et, par suite, la chute de tension sur la résistance de polarisation " R_p " varie.

Ceci doit être absolument évité, car la polarisation doit être constante pour centrer le fonctionnement du tube.

Le moyen le plus simple pour maintenir constante une chute de tension aux extrémités de la résistance de polarisation est de mettre, en parallèle à cette résistance, un condensateur de capacité proportionnelle.



-Fig. 11-

Quand la chute de tension augmente, le condensateur se charge et cette énergie est restituée lorsque la chute de tension tend à diminuer.

On a ainsi, un effet de volant, le condensateur constituant une réserve d'énergie qui compense les variations.

Un autre moyen, pour analyser ce phénomène, est de considérer le courant plaque comme formé d'une composante continue et d'une composante variable. La composante continue traverse la résistance tandis que la composante variable traverse le condensateur.

Aux extrémités de la résistance on a donc une chute de tension constante.

Que l'on examine le phénomène sous n'importe quel angle, le résultat est toujours le même. Le condensateur empêche que des variations de tension aux extrémités de la résistance ne se manifestent.

Tout ce qui a été dit, n'est valable, naturellement, que dans certaines limites qui dépendent de la valeur de la capacité, de la fréquence et de l'amplitude des variations que peut admettre la tension de polarisation.

Ce qui a été expliqué justifie la présence des résistances dans les cathodes du récepteur de la figure 8.

Je termine cette leçon en rappelant que le récepteur du type ci-dessus est le plus simple que l'on puisse imaginer car la tension d'entrée subit une seule amplification.

Ceci est la raison pour laquelle on l'appelle RECEPTEUR A AMPLIFICATION DIRECTE.

Pour obtenir de meilleurs résultats dans la réception, on peut, naturellement, recourir à d'autres types de récepteurs.

Ils feront l'objet des prochaines leçons et nous indiqueront les avantages qu'ils présentent par rapport à ce premier type fondamental.

- EXERCICES DE REVISION SUR LA 7ème THEORIQUE

- 1)- Qu'est-ce qu'un transformateur de Haute Fréquence ?
- 2)- Quelle est l'utilité du transformateur de haute fréquence pour l'antenne ?
- 3)- Quelle est l'utilité d'un transformateur de haute fréquence situé entre deux lampes ?
- 4)- Quelle est l'utilité du condensateur placé en parallèle avec l'écouteur téléphonique ?
- 5)- Qu'est-ce qu'un circuit résonnant ?
- 6)- Quelle est la différence entre un circuit résonnant en série et un circuit résonnant en parallèle ?
- 7)- Quelle est la différence entre un étage amplificateur de tension et un amplificateur de puissance ?
- 8)- Quelle est l'utilité de la résistance de polarisation ?
- 9)- Pourquoi doit-on mettre un condensateur en parallèle avec la résistance de polarisation ?

- REPONSES AUX EXERCICES SUR LA 6ème THEORIQUE -

- 1)- La triode est un tube électronique ayant trois électrodes : la cathode, l'anode, et la grille.
- 2)- La grille de la triode produit un effet de régulation du flux électronique.
- 3)- La valeur minimum ou tout simplement nulle.
- 4)- La valeur maximum.
- 5)- A le but de centrer les conditions de fonctionnement de la triode, pour qu'elle puisse fonctionner avec les tensions de grille variables, aussi bien dans le sens positif que dans le sens négatif.
- 6)- A pour but de transformer les variations de courant plaque en variations de tension utilisables de plusieurs façons.
- 7)- C'est un circuit qui permet d'obtenir une amplification ; il peut être formé par la triode avec les batteries d'alimentation, les résistances et les condensateurs.
- 8)- A pour but de séparer les composantes alternatives de la tension continue.
- 9)- On augmente la sensibilité et la puissance.
- 10)- C'est le rapport entre la tension de sortie et la tension d'entrée.
