



THEORIE

Cours de radio par correspondance

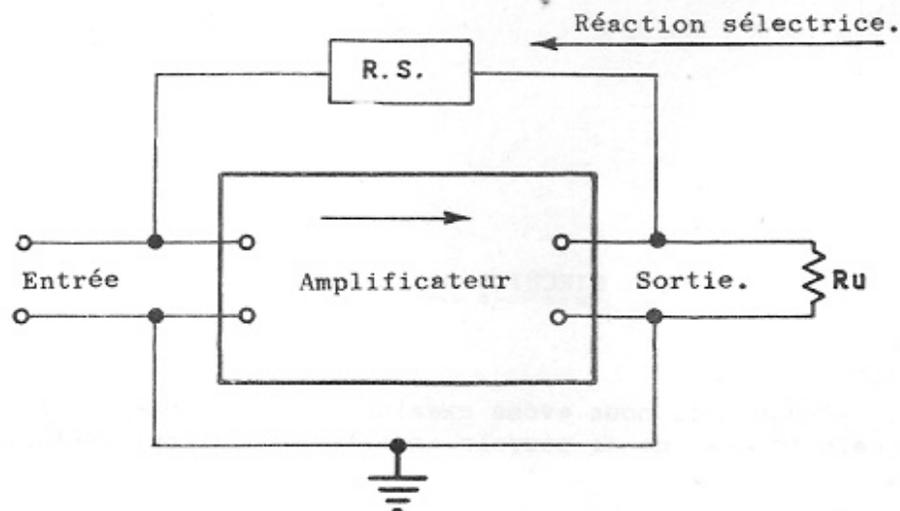
CIRCUITS OSCILLANTS.

Jusqu'ici, nous avons examiné essentiellement des circuits qui présentaient la caractéristique de pouvoir amplifier un signal quelconque de différentes manières.

L'élément fondamental dans ces circuits, le tube électronique, se prête facilement aux diverses exigences de l'amplification.

Nous allons maintenant étudier le cas de circuits générateurs de tensions alternatives de caractéristiques connues, et qui nous intéressent particulièrement.

Dans ces sortes de circuits, le tube électronique est le moyen indispensable pour obtenir un bon résultat.



- Fig. 1 -

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.

Observons la Fig. 1-, le dessin représente, de manière symbolique un amplificateur qui travaille en classe "A", avec son entrée et sa sortie, une résistance de charge en parallèle sur les bornes de sortie et un dispositif indiqué par "R.S" raccordé entre la sortie et l'entrée. Ce dispositif consiste en un circuit qui réinjecte à l'entrée la tension de sortie lorsque cette dernière a une fréquence déterminée.

Voyons ce qui arrive quand on applique un signal à l'entrée ; plusieurs cas peuvent se présenter :

a- LE SIGNAL D'ENTREE EST DE FREQUENCE DIFFERENTE A CELLE SUR LAQUELLE EST ACCORDE "R.S."

Dans ce cas, l'amplificateur travaille normalement, et sur " R_u " nous aurons une tension qui dépend de la tension d'entrée et de l'amplification obtenue dans l'étage.

b- LE SIGNAL D'ENTREE A UNE FREQUENCE EGALE A LA FREQUENCE D'ACCORD DE "R.S."

Dans ce cas, le signal de sortie, à travers "R.S", est dirigé vers l'entrée.

Si "R.S." est bien adapté, le signal de sortie se reportera, en tout, ou en partie, sur l'entrée et viendra augmenter le signal qui lui est appliqué.

C'est un phénomène dont vous connaissez déjà le principe : il s'agit de la REACTION, qui produit une augmentation du signal à l'entrée.

Le dispositif "R.S." permet en effet, d'obtenir une REACTION SELECTIVE, c'est-à-dire une réaction limitée à une fréquence déterminée.

Par cette réaction, le signal d'entrée augmente d'une façon cumulative, et le signal en sortie est plus élevé que celui qu'on pourrait obtenir avec une amplification sans réaction.

A travers le dispositif de réaction, ce signal de sortie se reporte partiellement à l'entrée, et l'on obtient une nette augmentation du signal à l'entrée de l'amplificateur.

Le cycle se répète, et l'on aura une augmentation continue de la tension d'entrée et de sortie jusqu'à arriver à complète saturation des tubes de l'amplificateur.

L'amplitude du premier signal qui engendre tout le phénomène n'a pas d'importance, parce que, même si elle est faible, ce signal est amplifié cumulativement, et la tension de réaction, amplifiée dans le même rapport que la tension de sortie, produit une augmentation du signal d'entrée et ainsi de suite jusqu'à saturation.

Nous pouvons donc employer un signal très faible car, pourvu que la réaction "R.S." soit suffisamment intense et bien réglée, nous obtiendrons des signaux de sortie d'amplitude confortable.

c- IL N'Y A AUCUN SIGNAL D'ENTREE.

Dans ce cas, le signal d'excitation faisant défaut, on ne doit pas avoir de signal de sortie.

Théoriquement ce résultat est exact ; pratiquement, il arrive que, dans chaque circuit et en particulier dans chaque tube électronique, il existe des perturbations dues à des bruits extérieurs, à des variations de tension d'alimentation ou à l'émission irrégulière de la cathode, et en fait, à l'entrée de l'amplificateur, on a toujours des tensions parasites, de l'ordre de quelques μ volts et de fréquence indéterminée.

Il suffit alors, qu'à un instant donné, cette tension parasite ait une fréquence égale à celle de la réaction, pour qu'immédiatement commence le cycle d'amplification successive, décrit au paragraphe "b".

Logiquement, il peut arriver que, pour la fréquence sur laquelle est accordée la réaction sélective, sans avoir appliqué aucun signal à l'entrée, nous trouvions à la sortie une tension de valeur élevée et de fréquence égale à celle du circuit "R.S".

Le circuit a donc engendré tout seul cette tension.

Pour obtenir une tension alternative de fréquence différente, il suffit de changer les caractéristiques de la réaction, la valeur de la fréquence dépendant essentiellement des éléments qui forment le circuit de réaction.

L'énergie nécessaire au fonctionnement de tout le circuit générateur, est obtenue à l'aide d'une batterie ou d'une alimentation plaque, comme pour

les amplificateurs normaux.

Une partie de l'énergie fournie est dissipée à l'intérieur du circuit générateur (à cause de la résistance des conducteurs, des pertes dans les diélectriques et dans les noyaux magnétiques, de la chaleur dissipée dans le tube) et est utilisée en partie dans la charge " R_u ".

Le circuit se comporte donc comme un convertisseur d'énergie.

Nous avons dit que l'amplificateur employé pour expliquer le fonctionnement du générateur de tensions alternatives fonctionnait en classe "A".

Mais on a vu qu'il est plus intéressant de le faire fonctionner en classe "C", parce qu'on obtient des rendements de conversion plus élevés.

En outre, en utilisant un système de POLARISATION AUTOMATIQUE, on obtient plus facilement l'ACCORD des oscillations.

Nous verrons cette question en examinant le fonctionnement du circuit oscillant.

Il reste encore à rappeler que, quand la puissance dissipée à l'intérieur du générateur, ou celle absorbée par la charge, est grande par rap-

port à celle engendrée par l'amplificateur, l'entretien des oscillations est impossible.

Il est donc nécessaire, pour maintenir les oscillations dans un circuit générateur, que puisse exister la condition pour laquelle la puissance de sortie de l'amplificateur est égale à la somme de la puissance perdue, et de la puissance utilisée dans la résistance de charge.

Après avoir examiné le principe de fonctionnement d'un circuit générateur, nous pourrons mieux comprendre les différents types de circuits oscillants fondamentaux.

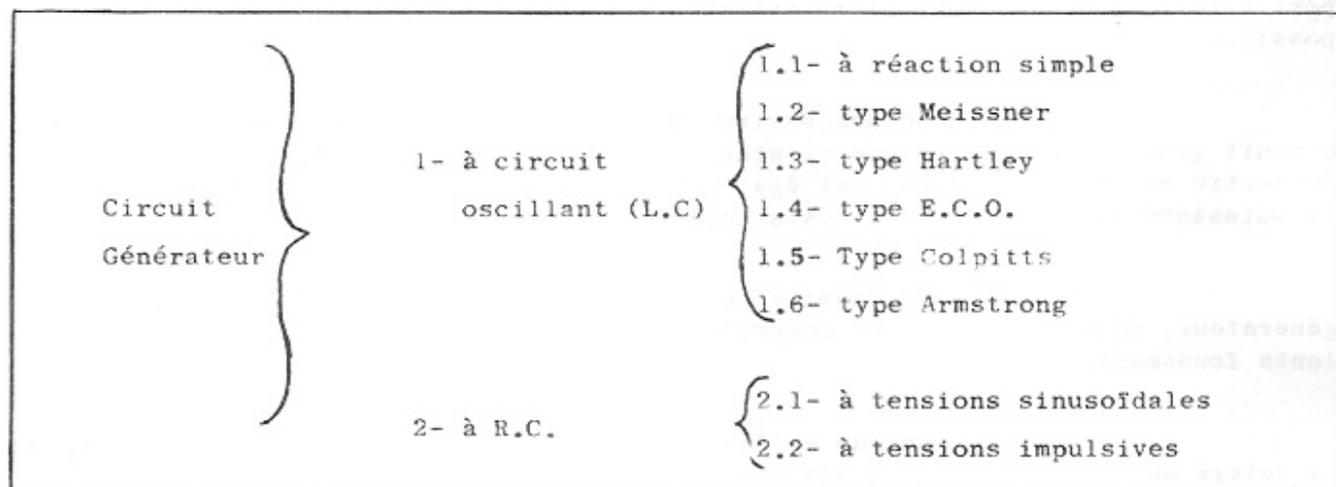
Le diagramme de la Fig. 2-, nous servira de guide dans l'exposé qui va suivre où seront examinées les diverses particularités de ces circuits.

1- GENERATEURS A CIRCUITS OSCILLANTS.

1.1- Oscillateurs à réaction simple.

La Fig. 3- représente un circuit générateur.

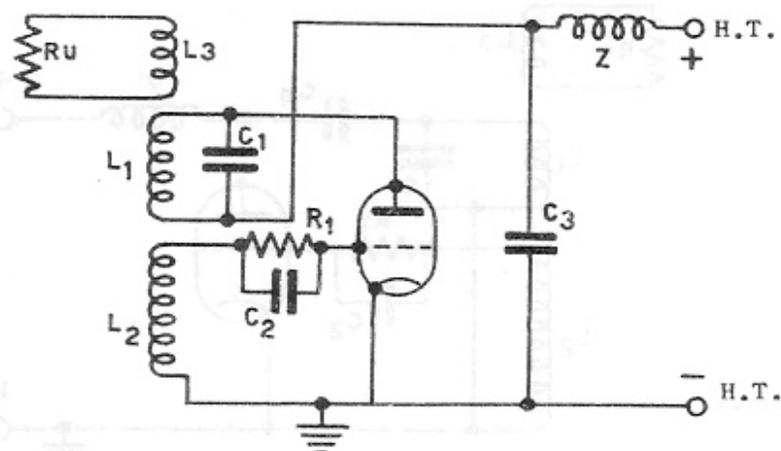
La réaction est obtenue par induction entre " L_1 " et " L_2 " et se



- Fig. 2 -

produit essentiellement sur la fréquence de résonance du circuit " L_1 " - " C_1 ".

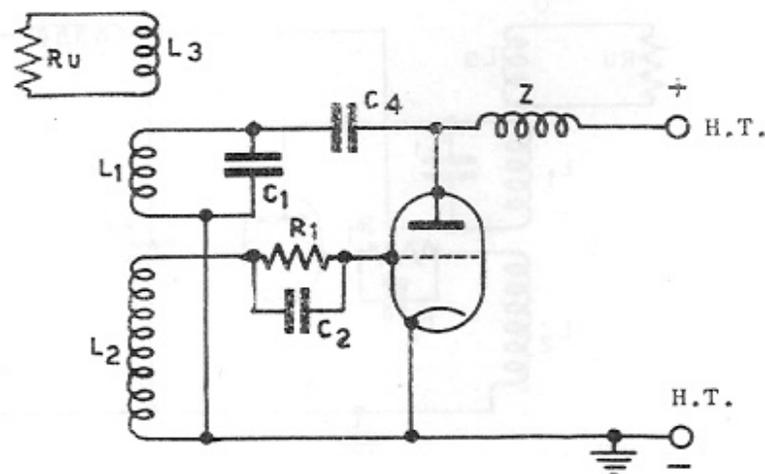
Pour cette fréquence, on obtient en effet l'amplification maximum de l'étage, donc une tension maximum aux bornes de " L_1 " et, à travers le couplage inductif, une tension maximum reportée à la grille du tube.



- Fig. 3 -

Le circuit oscillant " L_1 C_1 ", dans ce cas, oscille sur la fréquence fondamentale et, à travers " L_3 ", on peut obtenir aux bornes de " R_u ", une tension sinusoïdale.

Le condensateur " C_3 " a pour but d'écouler vers la masse les composantes alternatives (" C_3 " se comporte comme un court-circuit), et l'impédance " Z "



- Fig. 4 -

a pour but d'empêcher que ces composantes ne puissent passer à travers le circuit d'alimentation.

Le courant continu d'alimentation, avant d'arriver au tube, passe à travers le circuit oscillant qui forme la charge anodique du tube.

Dans ce cas, on dit que l'ALIMENTATION EST EN SERIE AVEC LE CIRCUIT OSCILLANT.

Dans le cas de la Fig. 4-, au contraire, nous dirons que l'ALIMENTATION EST PARALLELE AU CIRCUIT OSCILLANT. En effet, l'on remarque qu'une self d'impédance "Z" amène le courant continu de la "H.T." sur la plaque du tube, alors que le condensateur "C₄" arrête le courant continu vers le circuit oscillant.

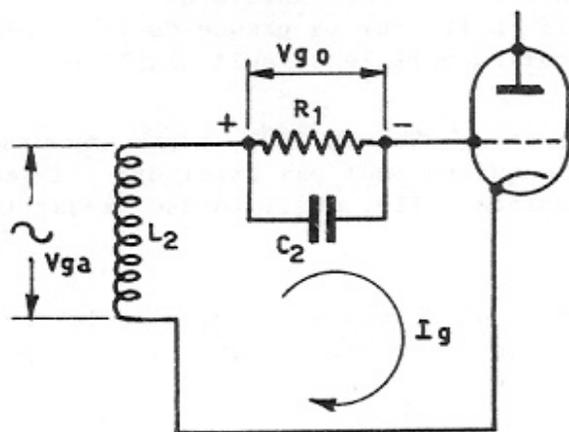
La self "Z", nommée self d'arrêt ou SELF DE CHOC, a une impédance telle qu'elle arrête la composante alternative qui ne peut pas atteindre l'alimentation ; le condensateur "C₄" a lui, une impédance telle, qu'il laisse passer la composante alternative vers le circuit "L₁ C₁".

Dans un circuit d'alimentation, la résistance interne de la source est très faible, et l'on considère le point de masse comme commun avec le point + H.T.

Pour ce qui est du courant alternatif, le condensateur de sortie de filtrage court-circuite les composantes alternatives et est souvent complété par un condensateur de 0,1 μ F. pour les tensions H.F. : nous pouvons donc considérer le point + H.T. commun avec la masse.

Observez bien le schéma de la Fig.4- et vous verrez pourquoi l'on dit que l'alimentation est parallèle au circuit oscillant.

Voyons le but de la résistance "R₁" et du condensateur "C₂".



V_{ga} = Tension alternative appliquée sur la grille par l'effet de réaction.

V_{go} = Tension de polarisation grille par rapport à la cathode.

- Fig. 5 -

Dans le fonctionnement d'un oscillateur du type que nous sommes en train d'examiner, on a deux exigences opposées.

La première est d'avoir au début du fonctionnement, une tension de polarisation presque nulle, de manière à avoir une transconductance "S". (ou pente) de valeur élevée, donc une forte amplification et un accrochage facile des oscillations.

La seconde est d'avoir une tension de polarisation élevée pendant le fonctionnement normal, pour faire travailler l'étage en classe "C", de façon à obtenir ainsi, un rendement élevé, et des courants de grilles peu élevés.

Ces deux exigences sont pleinement satisfaites, si l'on obtient la polarisation avec une résistance mise en série sur la grille du tube.

Quand la tension "Vga" (voir Fig. 5-) est presque nulle, car on est au début du fonctionnement, le courant de grille est également nul et l'on ne recueille aucune chute de tension sur "R₁".

La grille se trouvera donc au même potentiel que la cathode, comme on le désirait ($V_{go} = 0$, $S = \text{max.}$).

Quand, par suite des augmentations successives dues à la réaction, la tension "Vga" prend des valeurs élevées, on obtiendra un fort courant à travers la grille qui se comportera comme la plaque d'une diode.

Par conséquent, on obtient aux bornes de "R₁" une chute de tension toujours de même signe, que le condensateur "C₂" aura le rôle de maintenir constante.

La grille se trouvera donc à un potentiel négatif par rapport à la cathode.

Plus la tension "Vga" sera élevée, plus grande sera la polarisation "Vgo".

Par ce système, nommé POLARISATION AUTOMATIQUE, on obtient une régulation adaptée au fonctionnement du circuit.

Ce mode de polarisation est semblable, par sa structure et son point d'application, au système de détection employé dans les récepteurs à réaction mais il ne faut pas les confondre car les buts sont différents.

La constante de temps du groupe " $R_1 C_2$ " doit être telle, que la tension de polarisation soit constante dans l'intervalle de deux signaux.

Une variante des circuits des Fig. 3- et 4- est obtenue en enlevant le condensateur de liaison " C_1 " et en formant un circuit oscillant, avec un condensateur en parallèle à " L_2 ".

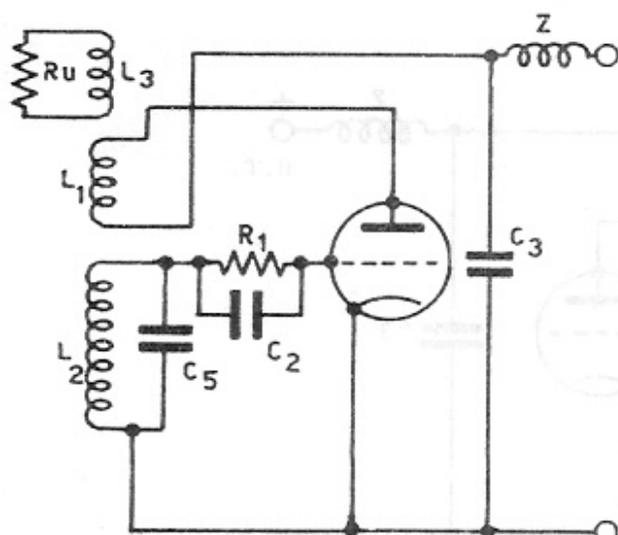
Le circuit doit résonner sur la même fréquence que le circuit " $L_1 C_1$ ".

Le fonctionnement sera aussi régulier (Fig. 6-).

En observant ce dernier circuit, vous pouvez noter que les récepteurs à réaction construits dans les leçons pratiques, peuvent facilement engendrer des oscillations propres si le couplage entre les bobines est trop poussé, ou si le courant alternatif qui circule dans " L_1 " est trop intense.

Le circuit de la Fig. 6- est alimenté en série.

1.2- Oscillateur type Meissner.

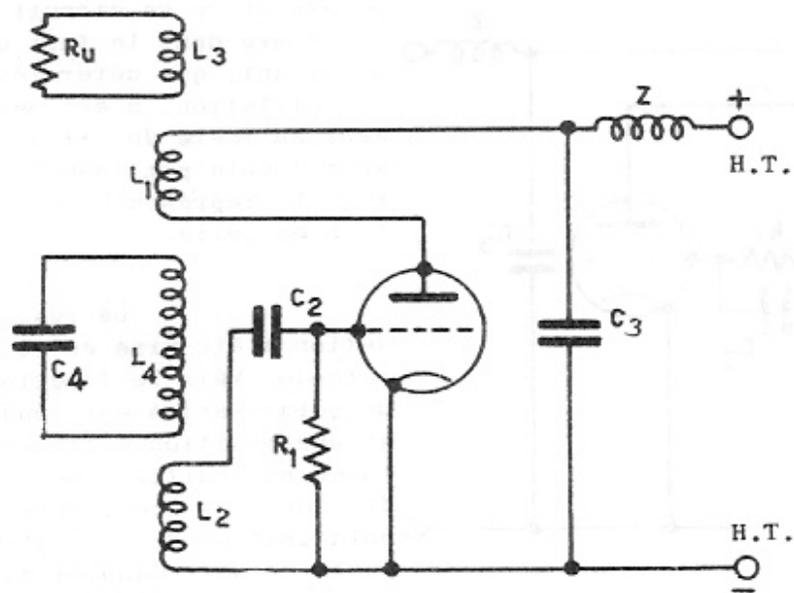


- Fig. 6 -

La seule différence qui existe entre ce circuit et le précédent, se trouve dans le fait que le circuit oscillant, qui détermine la fréquence de l'oscillation, n'est pas relié directement au reste du circuit, mais est seulement couplé par induction mutuelle. La Fig. 7- représente ce circuit d'alimentation en série.

La résistance de polarisation a été mise entre la grille et la cathode. Mais le fonctionnement du mode de polarisation est toujours semblable et une position différente de la résistance ne modifie rien, car ce qu'on a dit dans les précédentes leçons sur la polarisation des récepteurs à réaction, reste valable dans ce cas.

La bobine "L3", qui sert à alimenter le circuit d'utilisation, doit être dans la réalisation pratique, placée



- Fig. 7 -

de manière à n'avoir pas d'influence sur le circuit "L₄ C₄" et éviter ainsi glissements de fréquences et irrégularités dans le fonctionnement.

1.3- Oscillateur Type Hartley.

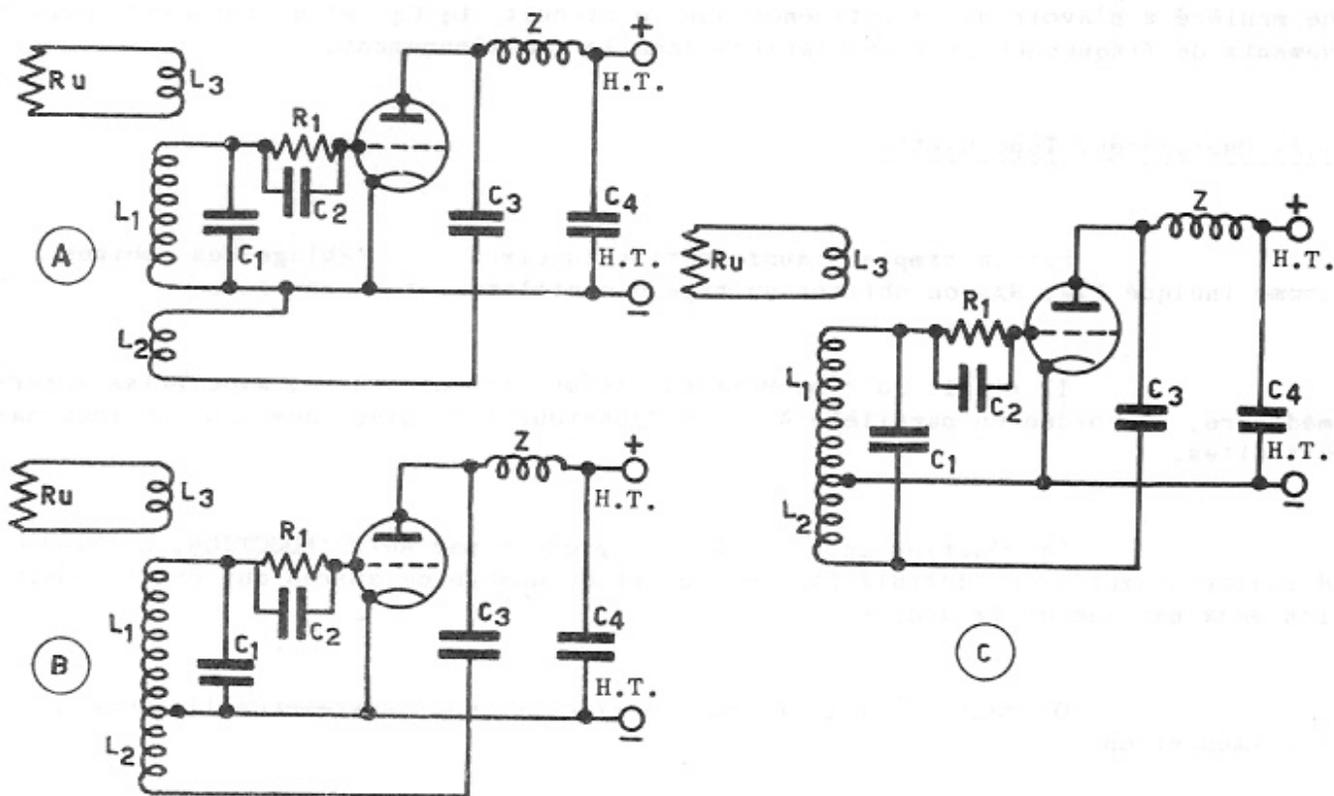
Par la simple transformation du circuit et câblage des bobines comme indiqué Fig. 8A- on obtient un type d'oscillateur très courant.

Il s'agit du type Hartley, formé par une bobine, avec prise intermédiaire, raccordée en parallèle à un condensateur à la place des deux bobines habituelles.

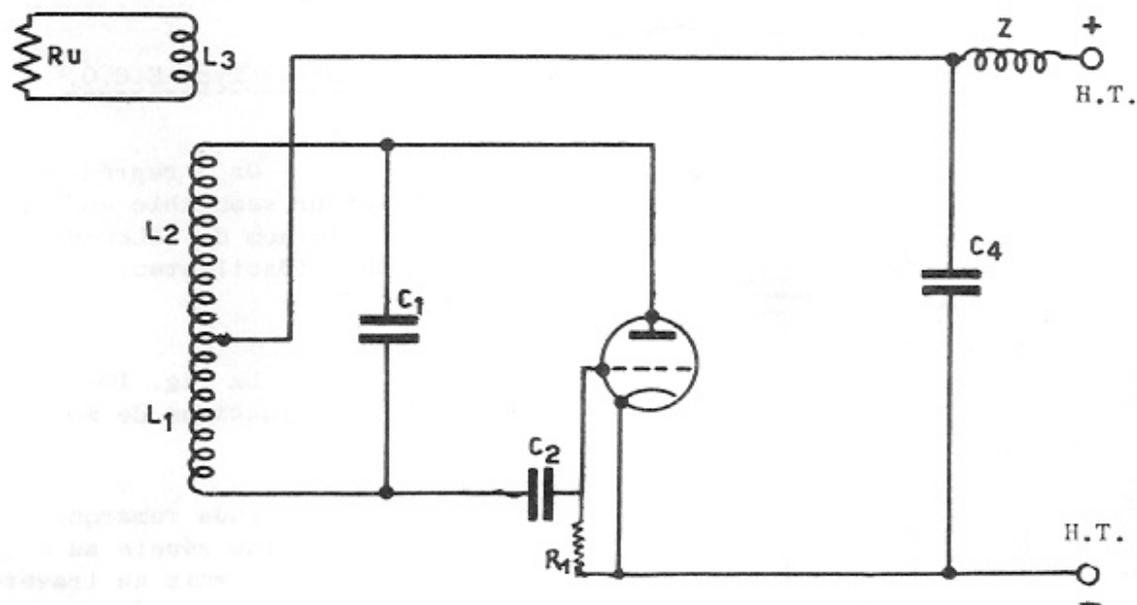
La réaction dans ce cas, se produit par AUTO-INDUCTION, au lieu d'induction mutuelle, définie par le rapport du nombre de spires qui existe entre les deux parties de la bobine.

On peut distinguer pour ce circuit, deux systèmes de liaisons à l'alimentation .

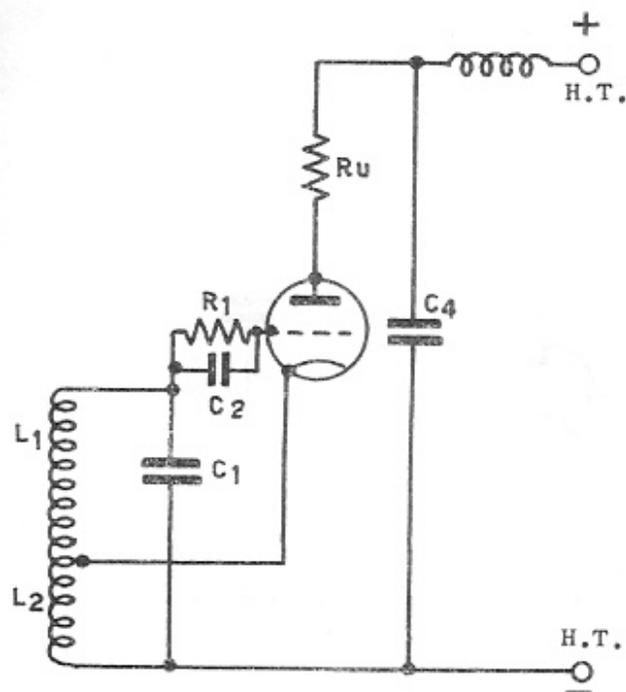
Le circuit de la Fig. 8 B- est du type Hartley alimenté en paral-



- Fig. 8 -



- Fig. 9 -



- Fig. 10 -

lèle, et celui de la Fig. 9- du type Hartley alimenté en série.

1.4- Oscillateur Type E.C.O.

On a représenté Fig. 8 C, un oscillateur semblable au type Hartley connu sous le nom de "ELECTRON COUPLED OSCILLATOR" (Oscillateur à couplage électronique).

La Fig. 10- représente le type le plus classique de montage "E.C.O."

Vous remarquerez que la cathode n'est plus réunie au moins "H.T." de façon directe, mais au travers de "L₂".

Le principe de fonctionnement reste le même que celui de la Fig. 8-C.

La charge n'a donc plus aucune influence sur le circuit oscillant pilote :

On obtient donc une stabilité améliorée dans le fonctionnement.

1.5- Oscillateur Type Colpitts.

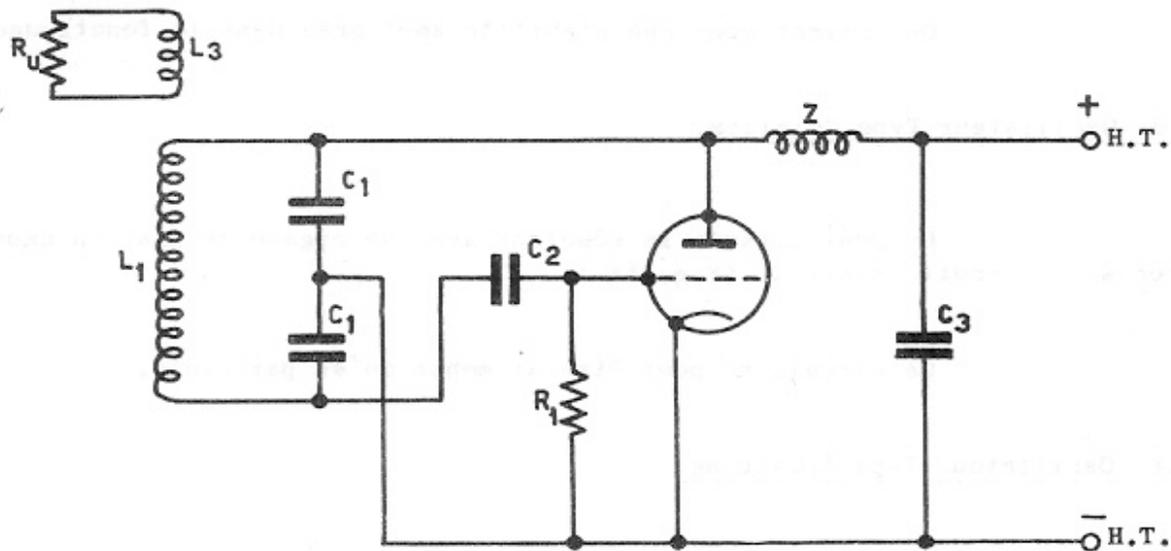
On peut obtenir la réaction avec un organe de liaison capacitif et l'on a le circuit Colpitts. (Fig. 11-)

Ce circuit ne peut être alimenté qu'en parallèle.

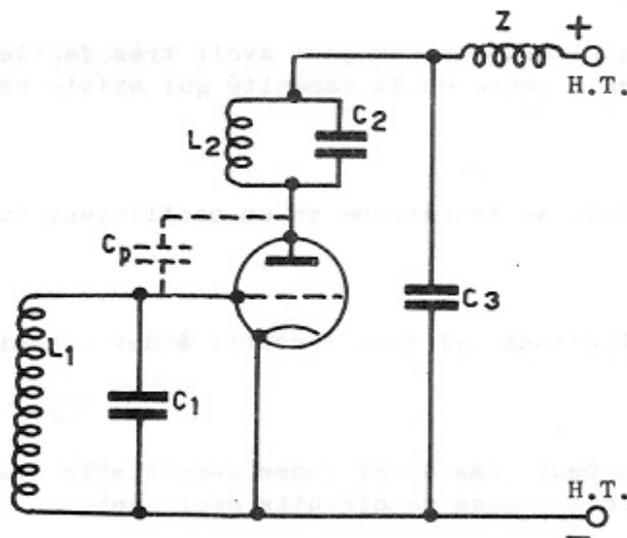
1.6- Oscillateur Type Armstrong.

Ce type d'oscillateur utilise, pour obtenir l'effet de réaction, la capacité qui existe à l'intérieur du tube entre la plaque et la grille.

Par conséquent, en dessinant le circuit, l'élément qui détermine la réaction ne se voit pas ; mais on peut indiquer de manière conventionnelle la



- Fig. 11 -



- Fig. 12 -

capacité grille-plaque, de façon à mettre en évidence le chemin que parcourt la tension de réaction. (Fig. 12-)

Les tensions alternatives H.T. de plaque, à travers la capacité "C_p", agiront sur la grille déterminant, dans des conditions particulières, l'entretien des oscillations.

Pour obtenir un fonctionnement régulier, il est convenable que le circuit oscillant "L₁ C₁", soit accordé sur une fréquence légèrement inférieure à celle sur laquelle est accordé le circuit "L₂ C₂".

Cet oscillateur, par son principe même de fonctionnement, ne peut être utilisé qu'avec des triodes, parce que les tétrodes et les pentodes présentent, en général, des capacités grille-plaque trop faibles.

Si l'on désire utiliser également un de ces tubes, on peut mettre une petite capacité intermédiaire à l'intérieur du tube, ou bien, faire fonctionner la grille écran comme plaque et utiliser la plaque pour alimenter la charge.

Dans les amplificateurs classiques, on peut avoir très facilement l'accrochage d'oscillations indésirables à cause de la capacité qui existe entre la grille et la plaque.

L'amplificateur, en effet, se transforme en un oscillateur du type Armstrong.

Pour éliminer ces oscillations, il faut recourir à des circuits neutrodynes avec tubes à écrans.

Avec ce dernier type on peut considérer comme complète la liste des plus importants générateurs d'oscillations à base de circuits oscillants.

CHOIX DES OSCILLATEURS.

Dans la construction d'un oscillateur, les motifs qui peuvent con-

duire à employer un circuit plutôt qu'un autre sont nombreux.

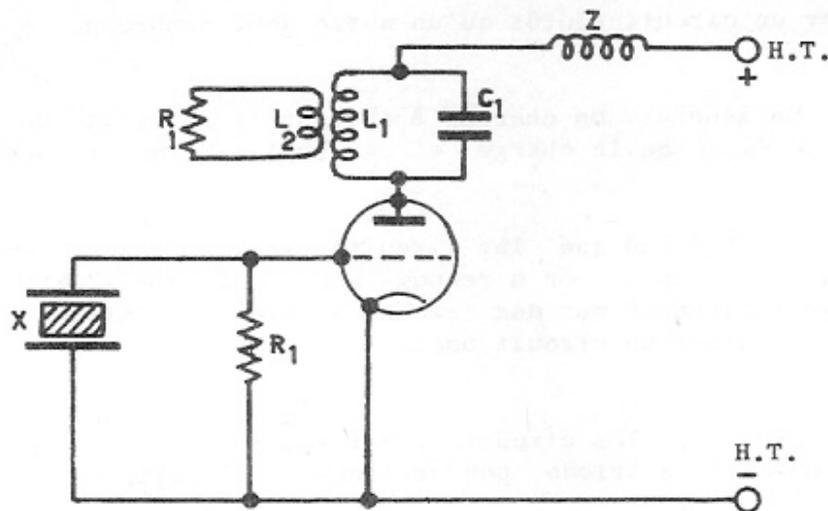
En général, on cherche à obtenir la stabilité de la fréquence engendrée, l'indépendance de la charge, et la simplicité de la construction.

Etant donné que les circuits oscillants n'offrent pas une stabilité suffisante en fréquence, on a recours aux cristaux PIEZOELECTRIQUES, qui peuvent osciller mécaniquement sur des fréquences bien déterminées et se comportent de manière équivalente à un circuit oscillant (Fig. 13-).

Dans tous les circuits représentés au cours de cette leçon, le tube employé était toujours la triode, pour raisons de simplicité.

Il est possible, et même dans certains cas intéressants, d'employer d'autres types de tubes, ou même plusieurs tubes reliés en push-pull.

Pour obtenir des générateurs d'oscillations qui puissent osciller sur une gamme de fréquence, on devra disposer de capacités, ou d'inductances variables, qui permettront de faire varier la fréquence propre du circuit oscillant pilote, entre des limites définies.



- Fig. 13 -

APPLICATION DES GENERATEURS D'OSCILLATIONS.

Chaque station émettrice est formée, de manière générale, par un générateur d'oscillations, qui fournit la tension alternative à fréquence élevée, laquelle, envoyée à l'antenne, engendre l'onde porteuse.

A l'aide d'un circuit, nommé MODULATEUR, on module, c'est-à-dire que l'on fait varier de manière voulue, l'amplitude de cette onde porteuse.

La Fig. 14- représente le schéma synoptique de l'émetteur avec les amplificateurs "H.F." et "B.F."

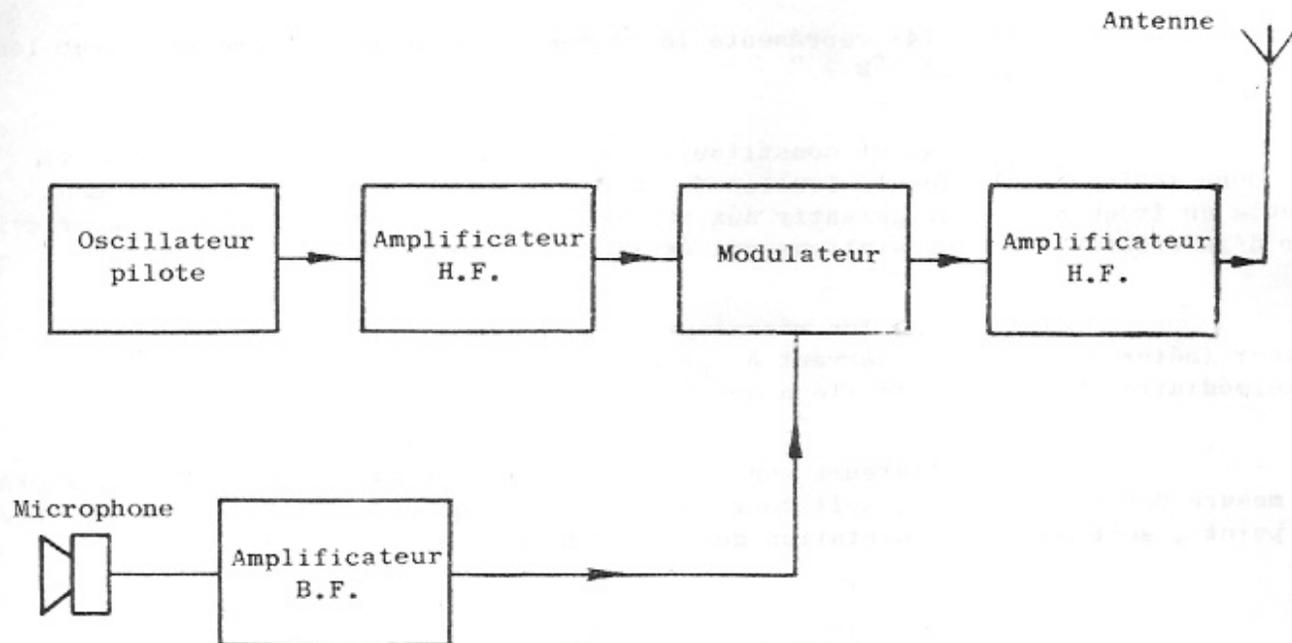
L'oscillateur constitue l'étage initial de toute la chaîne : il est donc indispensable que la tension de "H.F." qu'il fournit, soit parfaitement stable en fréquence, pour garantir aux auditeurs, une réception facile et pour éviter d'interférer avec les stations qui émettent sur des fréquences voisines.

Ainsi, dans les récepteurs superhétérodynes, existe-t-il un oscillateur (hétérodyne) "H.F." servant à convertir l'onde incidente en une fréquence intermédiaire (M.F.) plus facile à amplifier.

Les oscillateurs sont largement employés dans tous les instruments de mesure des techniciens ; soit pour fournir des fréquences étalons lors des mises au point , soit pour l'alimentation des ponts de mesure.

2- OSCILLATEURS R.C.

Sous cette dénomination on doit grouper tous les générateurs d'oscil-



- Fig. 14 -

lations qui, au lieu d'employer les circuits oscillants habituels pour déterminer la fréquence de la tension engendrée, emploient des circuits à résistance et capacité, dont la constante de temps détermine la fréquence.

Ces circuits connaissent un développement de plus en plus grand, mais ne sont pas encore entrés dans l'usage commun en ce qui concerne les récepteurs.

Ces oscillateurs peuvent être divisés en deux catégories :

2.1- Oscillateurs à tensions sinusoïdales.

2.2- Oscillateurs à tensions impulsives.

Le premier type accomplit un travail analogue aux oscillateurs étudiés précédemment et trouve son emploi dans les instruments de mesure.

Le deuxième type engendre des tensions de forme rectangulaire ou triangulaire, ou même, de formes différentes utilisées en télévision, dans les calculateurs électroniques, dans les circuits de radars et, même, dans les instruments de mesure.

Ces oscillateurs ne présentant pas d'intérêt pour votre Cours, je me contente de vous donner ces quelques indications que je compléterai lorsque je vous parlerai de télévision.

REPONSES AUX EXERCICES DE REVISION SUR LA 28ème LECON THEORIQUE.

- 1- Cela signifie que l'influence entre les deux circuits couplés est faible.
- 2- C'est un coefficient qui indique l'influence réciproque de deux circuits voisins.
- 3- La bobine A ($K = 0,4$).
- 4- C'est le couplage entre deux circuits oscillants pour lequel on obtient la valeur maximum absolue du courant dans le circuit secondaire.
- 5- Quand le couplage est supérieur au couplage critique.
- 6- Non.
- 7- C'est la fréquence principale de l'onde émise par une station.
- 8- C'est la bande de fréquences occupée par l'onde transmise par une station.
- 9- C'est un ensemble de fréquences déterminées.
- 10- C'est un système de circuits oscillants couplés, dont le but est de filtrer une bande de fréquences déterminée.

EXERCICE DE REVISION SUR LA 29ème LECON THEORIQUE.

- 1- Quel est le but de la réaction dans un circuit générateur ?
- 2- Quand a-t-on une réaction sélective ?
- 3- Pourquoi un circuit est-il dit oscillateur ?
- 4- Qu'est-ce que la polarisation automatique d'un circuit oscillateur ?
- 5- Quand a-t-on un circuit oscillateur à tensions sinusoïdales du type Meissner ?
- 6- Quand est-il du type Hartley ?
- 7- Quels avantages présente un circuit E.C.O. par rapport aux autres circuits oscillants ?
- 8- Quelle est la caractéristique de l'oscillateur Armstrong ?
- 9- Une pentode peut-elle fonctionner dans un circuit Armstrong ?
- 10- Existe-t-il des oscillateurs à tensions sinusoïdales sans circuits oscillants ?