

LES PREMIERS PRINCIPES DE LA T. S. F.⁽¹⁾

(Quatrième et dernière causerie)

Nous avons précédemment expliqué comment se fait la réception des ondes amorties telles qu'elles sont produites par les postes à étincelles : la membrane vibrante du téléphone récepteur s'infléchit à chaque train d'ondes qui passe et donne un son de hauteur correspondante au nombre de ces trains par seconde. Il n'en va pas de même pour les *ondes entretenues* dont les vibrations extrêmement rapides et d'amplitude constante ne peuvent agir sur la membrane téléphonique. Pour recevoir les signaux engendrés par les postes puissants à arc ou à générateur, il faut avoir recours, comme nous l'avons dit à la fin de notre précédente causerie, à l'emploi de l'*hétérodyn*e (du grec, force étrangère), application des plus ingénieuses du phénomène des *battements*, bien connu en acoustique.

En quoi consiste ce phénomène des battements ?

Supposons deux tuyaux d'orgue montés sur une même soufflerie et exécutant chacun 256 vibrations par seconde. Ces deux tuyaux produisent dans l'air des effets concordants, les ondes condensées de l'un coïncident avec les ondes condensées de l'autre, il en est de même des ondes dilatées, de sorte que les intensités des deux sons s'ajoutent et l'on a la sensation de l'unisson parfait. Abaissons maintenant le son de l'un des tuyaux, par exemple en approchant le doigt de sa bouche, et admettons que le nombre de ses vibrations soit réduit à 255 par seconde. Il est clair que, dans ces conditions, l'unisson ne pourra se maintenir ; au bout d'une demi-

(1) Voir *Le Canada Français*, février 1923, janvier et mars 1924.

seconde, le premier tuyau aura exécuté une demi-vibration de plus que l'autre, et leurs phases seront en opposition. L'un produit une onde condensée pendant que l'autre engendre une onde dilatée : il en résulte des effets inverses sur une même masse d'air, celle-ci cesse de vibrer et il y a un instant de silence. C'est ce que les physiciens appellent *l'interférence du son*, c'est-à-dire, fait en apparence paradoxal, la destruction d'un son par un autre son.

Ce moment de silence une fois passé, la coïncidence des deux ondes tend à se reproduire de plus en plus pendant la deuxième moitié de la seconde, et, à la fin de celle-ci, les ondes condensées et les ondes dilatées se superposant respectivement, l'intensité du son est doublée comme à l'origine de l'expérience.

Supposons maintenant que l'on abaisse encore le son du deuxième tuyau et qu'on lui fasse exécuter seulement 250 vibrations par seconde. En poursuivant le même raisonnement que tout à l'heure, on voit que l'interférence aura lieu six fois par seconde, il y aura six extinctions et six renforcements ; ce sont ces derniers, ces coups de force, séparés par des alternatives de silence et qui se suivent à intervalles égaux, qu'on appelle des *battements*, et l'on comprend que leur nombre est toujours égal à la *différence* des nombres de vibrations des deux sons qui agissent l'un sur l'autre. Si cette différence est faible, 10 à 20 battements par seconde, ils produisent sur l'oreille un effet désagréable, une dissonance, comme l'appellent les musiciens, tandis qu'ils sont peu perceptibles si leur nombre dépasse la centaine : on a alors les accords consonnants.

L'énergie électrique, dans l'émission radiotélégraphique, est transmise sous forme de vibrations ; elle est donc soumise aux lois de tous les mouvements vibratoires, et l'on doit pouvoir lui appliquer, comme pour le son, le phénomène des battements : c'est de là qu'est née *l'hétérodyne*.

S'il n'est pas possible, comme nous l'avons déjà dit, de faire agir directement les vibrations des ondes entretenues

sur la membrane téléphonique, à cause de leur nombre extrêmement élevé, il sera toujours facile de la rendre sensible à des battements que l'on peut limiter à volonté, et voici comment on procède :

Nous avons déjà dit et nous expliquerons plus loin qu'une lampe à trois électrodes, par un montage approprié, peut devenir une génératrice d'oscillations entretenues. Si celles-ci prennent naissance dans un circuit oscillant fermé, constitué par une self et un condensateur variable, on obtient alors un véritable petit poste émetteur d'ondes électriques, dont on est maître de faire varier le nombre de vibrations au moyen du condensateur et que l'on peut installer à proximité de la boîte réceptrice : c'est ce petit poste local que l'on appelle *hétérodyne* et c'est son action sur le poste récepteur principal qui produira les *battements* nécessaires à la réception des ondes entretenues.

Supposons que l'antenne d'un poste récepteur capte des ondes dont la fréquence de vibration soit de 100,000 périodes par seconde ; supposons, de plus, que l'on fasse produire à l'hétérodyne, en agissant sur le condensateur de son circuit, 99,500 vibrations par seconde. D'après ce que nous avons dit plus haut, ces deux systèmes d'ondes agissent l'un sur l'autre de la même manière que les ondes des tuyaux sonores dont nous avons déjà parlé ; nous obtiendrons 500 battements par seconde, et ceux-ci, détectés de la manière ordinaire, feront rendre au téléphone un son musical correspondant à ce nombre de vibrations, parce que la membrane s'infléchira à chaque renforcement des vibrations. En pratique, les sons voisins de 1000 vibrations par seconde sont les plus appropriés à la sensibilité de l'oreille et du téléphone.

Voici donc un procédé extrêmement original et ingénieux d'enregistrer les ondes entretenues : celles-ci n'agissent pas directement sur le téléphone mais seulement par suite de leur *interférence* avec les ondes créées par l'hétérodyne. On peut donc régler convenablement le nombre des battements pour permettre à la membrane téléphonique de se mouvoir dans

les limites de fréquence pour lesquelles elle est susceptible de vibrer et dans le champ, en même temps, de l'audibilité des sons perceptibles à l'oreille.

Les avantages de la réception par la méthode hétérodyne sont nombreux et importants. Cette méthode permet une meilleure syntonie, d'où résulte une sélection remarquable pour les courtes longueurs d'ondes ; elle produit aussi une grande amplification et augmente considérablement le rendement du détecteur. Elle se prête également à la réception des ondes amorties qui sont transformées en son *soufflé*, lorsque les longueurs de ces dernières sont voisines de celles engendrées par l'hétérodyne.

On pourrait objecter que l'installation de l'hétérodyne dans le voisinage du poste de réception constitue une complication qu'il serait bon d'éviter, d'autant plus qu'elle nécessite un deuxième réglage pour l'obtention du nombre voulu de battements.

Cet inconvénient est heureusement supprimé depuis que l'on a reconnu que la lampe détectrice peut elle-même jouer le rôle d'hétérodyne et devenir par là-même *autohétérodyne*, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à un poste séparé. En effet, si l'on intercale dans le circuit plaque une bobine de self couplée d'une façon appropriée avec le circuit grille (qui est le circuit secondaire de l'appareil de réception), on constate que la lampe, outre son rôle de détectrice, engendre des oscillations entretenues dont la période diffère peu de celle du circuit grille dans lequel elles prennent naissance ; il y aura donc *interférence*, par conséquent aussi il se produira des *battements* que la lampe va détecter et qui seront rendus audibles dans le téléphone sous forme d'un son musical. Non seulement on obtient une simplification de montage et de manœuvre, mais encore une amplification maximum, supérieure à celle qui est produite par une hétérodyne séparée, pour les ondes entretenues aussi bien que pour les ondes amorties.

On a souvent qualifié de *merveilleuse* la lampe à trois électrodes ; l'expression n'est certes pas exagérée et, par ce fonctionnement en détecteur-amplificateur-autohétérodyne, elle apparaît pratiquement douée de propriétés extraordinaires que l'imagination la plus vive n'aurait pas oser rêver au début de son usage en T. S. F. Il est possible qu'elle nous livre encore des secrets qui étonneront les techniciens ; les développements prodigieux des dernières années justifient en quelque sorte toutes les espérances et toutes les prévisions.

*
* *

LA TÉLÉPHONIE SANS FIL

Jusqu'à présent, nous n'avons considéré que la télégraphie sans fil, c'est-à-dire la transmission de signaux particuliers au moyen des ondes hertziennes. Ce nouveau mode de communication, sans nuire à la télégraphie ordinaire, a rendu et rend encore des services inappréciables à l'humanité. Outre l'établissement de services réguliers de dépêches commerciales et diplomatiques, entre postes éloignés et même au-dessus des mers, elle a permis de réaliser ce qui était impossible à la télégraphie ordinaire, par exemple : communications entre les navires et avec les postes côtiers, d'où appels et secours en cas de naufrage ; communications entre postes militaires et avec les ballons dirigeables et les aéroplanes ; communications, en temps de guerre, entre les métropoles et leurs colonies, au cas où les câbles seraient coupés, ainsi qu'avec leurs flottes au milieu des océans.

Ajoutons que l'envoi des signaux horaires par les grandes stations peut dispenser les marins de l'emploi des chronomètres pour *faire le point* et mesurer les longitudes ; les navires, de leur côté, peuvent transmettre aux stations météorologiques des renseignements précieux pour l'étude de la marche des tempêtes, en vue de la prévision du temps.

Voilà certes un bilan de tout premier ordre.

Toutefois, la télégraphie sans fil ne transmet les dépêches que par signaux de l'alphabet Morse; la réception au son de ces bruits longs et brefs qui se succèdent souvent avec une grande rapidité exige une longue habitude que peu d'amateurs peuvent acquérir, et suppose l'emploi, dans les stations et sur les navires, de télégraphistes professionnels. Les choses seraient grandement simplifiées et l'utilisation des ondes hertziennes comme moyen populaire de communication se généraliserait considérablement si l'on pouvait transmettre la parole, que tout le monde peut comprendre, en un mot, si l'on pouvait faire de la *téléphonie sans fil*.

Le problème s'est posé dès le début, et l'on a fait de nombreuses tentatives, même avec les ondes amorties, bien que ces dernières soient à peu près impropres à un pareil usage, puisqu'elles se composent de trains d'ondes séparés par de longs intervalles pendant lesquels toute transmission est impossible.

L'étude approfondie de la question a fait voir, et c'est le savant français Blondel qui l'a démontré le premier, que la téléphonie sans fil n'est possible qu'au moyen d'ondes *entretenues* et de *très haute fréquence*.

On s'est d'abord adressé aux postes transmetteurs à arc et aux alternateurs à haute fréquence, avec lesquels on a obtenu de bonnes communications à longue distance; mais c'est la lampe à trois électrodes, merveilleuse une fois de plus, employée comme source d'ondes entretenues, qui a permis de résoudre le problème d'une façon définitive et complète, avec un succès et une rapidité sans précédents dans l'histoire des sciences.

La téléphonie sans fil se compose de deux postes, le poste *transmetteur* où l'on produit des ondes électriques entretenues modifiées par les modulations de la voix ou les sons musicaux, et le poste récepteur où ces ondes sont détectées, amplifiées et rendues audibles dans un téléphone. Comme dans la téléphonie ordinaire, on parle devant un *microphone* et l'on écoute avec un *téléphone*. Bien que ces deux appareils

soient très répandus et utilisés par un grand nombre de personnes, il ne sera pas inutile, croyons-nous, de rappeler brièvement les principes sur lesquels repose leur fonctionnement.

Les récepteurs téléphoniques employés en radiotéléphonie se composent essentiellement d'un aimant en forme d'anneau ouvert dont les deux extrémités très rapprochées, — les pôles de l'aimant, — sont recouvertes de bobines à fil très long et très fin, par suite à grande résistance ; très près de ces pôles est disposée une membrane vibrante en fer fixée par son pourtour. Chaque fois qu'un courant électrique est lancé dans les bobines polaires du téléphone, l'aimantation des noyaux est subitement modifiée, et la membrane de fer, plus ou moins attirée, entre immédiatement en vibrations. Il en résulte alors, — fait capital à retenir, — que tout téléphone parcouru par un courant fait entendre un bruit, un crépitement caractéristique, et s'il s'agit de courants rythmés, d'une suite d'impulsions électriques qui se suivent à intervalles périodiques, comme celles qui seraient produites par les modulations de la voix humaine ou par les sons musicaux, la membrane téléphonique obéira exactement à toutes ces impulsions, se mettra en vibrations avec la même fréquence, et les sons seront reproduits avec une fidélité parfaite.

Dans le téléphone primitif tel qu'inventé par Graham Bell, les deux appareils transmetteur et récepteur étaient exactement les mêmes et les vibrations du premier, sous l'influence de la parole, produisaient les courants électriques rythmés qui circulaient ensuite dans la ligne jusqu'au téléphone récepteur. Les sons perçus étaient très faibles et la portée des communications très restreinte. Les grands progrès réalisés de nos jours sont dus à l'invention du *microphone* de Hughes qui constitue, avec une bobine d'induction et une pile, tout le système transmetteur.

Le microphone n'est rien autre chose qu'une résistance variable intercalée dans un circuit électrique. Dans les

modèles que l'on emploie couramment dans la pratique, cette résistance est constituée par des granules de charbon dont les contacts peuvent varier facilement sous l'influence des vibrations d'une membrane sur laquelle ils s'appuient légèrement. Ces grains de charbon font partie du circuit d'une pile dans lequel on place également le primaire gros et court d'un petit transformateur ; le secondaire de celui-ci, à fil long et fin, communique avec le fil de ligne et un téléphone ordinaire au poste de réception. Si l'on parle devant la membrane du microphone, les vibrations de celle-ci se communiquent aux grains de charbon, les contacts sont modifiés suivant le nombre, l'intensité et le timbre des vibrations, et il en résulte des variations correspondantes de résistance, donc aussi des variations dans l'intensité du courant qui traverse le microphone et le primaire du transformateur. Des courants induits se développent alors dans le secondaire, circulent dans la ligne et vont faire vibrer le téléphone récepteur de la même manière, avec la même fréquence et les mêmes particularités vibratoires de la membrane du microphone.

Cela posé, voyons très brièvement comment on peut transmettre la parole et les sons musicaux d'un poste d'émission à un poste de réception de téléphonie sans fil.

Nous avons dit plus haut qu'il était nécessaire d'employer des ondes entretenues de très haute fréquence, et qu'on les produisait avec la lampe à trois électrodes. Comment celle-ci peut-elle devenir la source de ces ondes, et quel dispositif faut-il adopter pour arriver à ce résultat ?

La figure 1 nous donne l'un des montages permettant de réaliser l'entretien d'oscillations continues dans une antenne.

L'antenne A et la terre T sont reliées aux extrémités d'une bobine B₁ appelée *bobine de plaque*, laquelle fait partie d'un premier circuit, le circuit plaque-filament, comprenant une batterie d'accumulateurs à haut voltage Acc et un manipulateur M. Un deuxième circuit, appelé circuit grille-fila-

ment, contient une deuxième bobine B_2 , la bobine de grille, couplée par induction à la bobine B_1 .

Allumons la lampe et fermons le manipulateur M : immédiatement, grâce aux électrons lancés à travers la lampe, le courant qui s'établit dans le circuit plaque-filament engendre dans la bobine B_1 une force électromotrice de self-induction qui fait osciller l'antenne ; c'est un mouvement

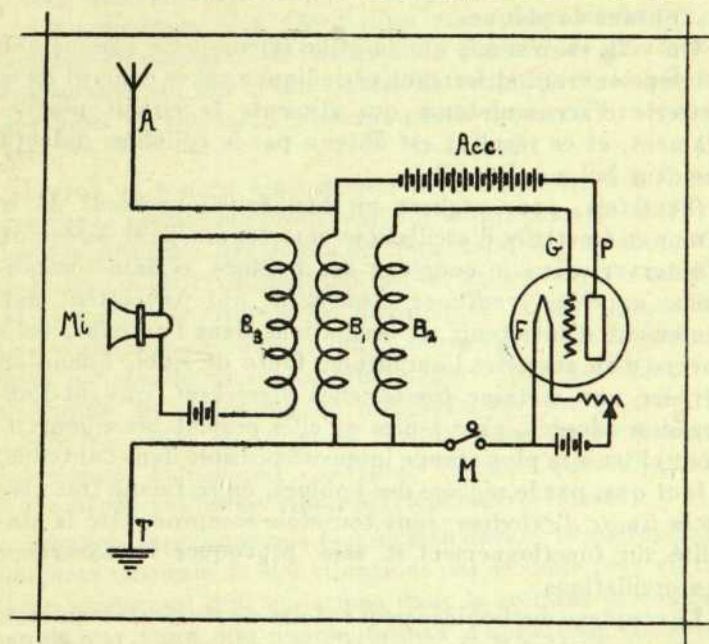


Fig. 1.

d'électricité, une sorte d'impulsion comparable à un choc imprimé à un pendule. Mais, en même temps, la bobine B_1 développe dans la bobine de grille B_2 un courant inverse d'induction qui, par l'abaissement du potentiel de la grille, arrête momentanément le courant de plaque ; cet arrêt est lui-même la cause d'un nouveau courant d'induction con-

traire au premier et qui provoque un nouveau courant de plaque, lequel agit comme le premier, et ainsi de suite. Il en résulte une série d'oscillations qui font vibrer l'antenne. La perturbation initiale ne s'amortit donc pas et elle est entretenue par les effets d'induction qui agissent sur la lampe; l'on obtient de la sorte une source d'ondes non amorties qui rayonnent dans l'espace et dont l'énergie est empruntée au courant de plaque.

On voit, en résumé, que la grille se comporte comme une soupape ouvrant et fermant périodiquement le courant de la batterie d'accumulateurs qui alimente le circuit plaque-filament, et ce résultat est obtenu par le couplage inductif des deux bobines B_1 et B_2 .

Toutefois, pour réaliser un bon fonctionnement de la lampe en émettrice d'oscillations entretenues, il est nécessaire d'observer, dans le couplage des bobines, certaines conditions, appelées *conditions d'entretien*, qui permettent non seulement d'entretenir les oscillations dans l'antenne, mais encore d'en accroître l'amplitude, faute de quoi, quand on dépasse une certaine *limite*, elles *décrochent*, suivant l'expression adoptée, c'est-à-dire qu'elles cessent brusquement. Pour obtenir la plus grande intensité possible dans l'antenne, il faut que, par le réglage des bobines, on se tienne très près de la *limite d'entretien*, sans toutefois compromettre la stabilité du fonctionnement et sans provoquer le *décrochage* des oscillations.

Le couplage des bobines peut se faire de plusieurs manières, soit par induction électromagnétique, comme dans la figure 1, soit par capacité entre la grille et la plaque au moyen d'un condensateur, soit par les deux à la fois. Dans les postes de faible puissance, le voltage du circuit plaque-filament est ordinairement de 300 à 500 volts, tandis qu'il atteint plusieurs milliers dans les stations puissantes.

Pour augmenter l'énergie oscillatoire d'un poste d'émission, on emploie plusieurs lampes à vide montées en paral-

lèles, c'est-à-dire que l'on relie respectivement entre eux les filaments, les grilles et les plaques des différentes lampes.

Nous sommes donc en mesure de produire à volonté des ondes entretenues à haute fréquence, et ce sont ces ondes qui permettent de transmettre la voix parlée et les sons musicaux, c'est-à-dire de réaliser la *téléphonie sans fil*.

On y arrive, comme on le voit dans la figure 1, par l'addition au montage déjà décrit d'un microphone ordinaire à granules de charbon M_1 ; celui-ci est placé dans un circuit comprenant une pile et une bobine B_3 couplée avec la bobine de plaque B_1 qui fait également partie du circuit antenne-terre.

Lorsqu'un son est émis devant le microphone, les vibrations de la membrane produisent sur les granules de charbon des déplacements des points de contacts, d'où variations de résistance qui se traduisent par des variations dans l'intensité du courant qui traverse le microphone et la bobine B_3 . Ces variations de courant, en nombre égal aux vibrations de la membrane microphonique, agissent par induction sur la bobine B_1 et produisent des *variations d'amplitude* de même fréquence et de même rythme dans les oscillations entretenues émises par l'antenne. Ce sont ces variations d'amplitude qui feront vibrer le téléphone récepteur.

En effet, supposons que l'on émette devant le microphone une note musicale de 300 vibrations par seconde ; ces vibrations produiront 300 variations dans le courant microphonique, par suite 300 augmentations d'amplitude dans les ondes entretenues lancées dans l'espace. Au poste récepteur, la membrane téléphonique, après détection, subira 300 fléchissements par seconde, par conséquent reproduira le son musical en question. Non seulement les sons purs seront transportés de cette façon par les ondes électriques du poste d'émission, mais il en sera de même des vibrations bien plus compliquées de la voix humaine, avec ses harmoniques et son timbre particulier.

Notons que, dans les postes d'émission de grande puissance, pour utiliser les microphones ordinaires qui donnent le meilleur rendement, on fait plutôt modifier par ces derniers la tension de la grille, dans le circuit de laquelle on les place.

Les grands postes américains ont adopté maintenant avec succès l'ingénieuse disposition par laquelle les variations de potentiel de toutes les grilles des lampes émettrices montées en parallèles sont sous le contrôle d'un tube à vide spécial, appelé tube *modulateur* ; ce tube, le seul influencé par le microphone, se comporte ensuite comme un *chef d'orchestre* dont les commandements sont toujours parfaitement obéis par les autres lampes.

On voit que, à la station réceptrice, il ne sera pas nécessaire d'employer le montage hétérodyne. Les postes ordinaires destinés à la réception des ondes amorties conviennent également bien pour la téléphonie sans fil, parce que les variations d'amplitude causées par les vibrations des sons musicaux ou par les modulations de la voix se comportent comme des trains d'ondes dus à des vibrations amorties irrégulières.

En pratique, comment sont installés les postes récepteurs de téléphonie sans fil, ou, comme on dit maintenant, les postes de *radio* ?

Les montages employés sont extrêmement nombreux et il serait impossible de tous les passer en revue ; nous n'avons même pas l'intention de décrire les plus employés, ni les principes variés sur lesquels ils reposent. Pour rester dans les limites des *premiers principes* que nous nous sommes imposées, nous nous arrêterons, à titre d'exemples, à deux circuits, encore très en faveur chez un grand nombre d'amateurs, du type à *réaction* ou *régénératif* : le montage en *Tesla* et le circuit simple ou montage en *Oudin*.

Nous avons déjà dit dans une précédente causerie que, pour entendre des stations employant des longueurs d'ondes différentes et en même temps pour accroître la portée des communications, il fallait accorder la station réceptrice sur une longueur d'onde déterminée, c'est-à-dire produire

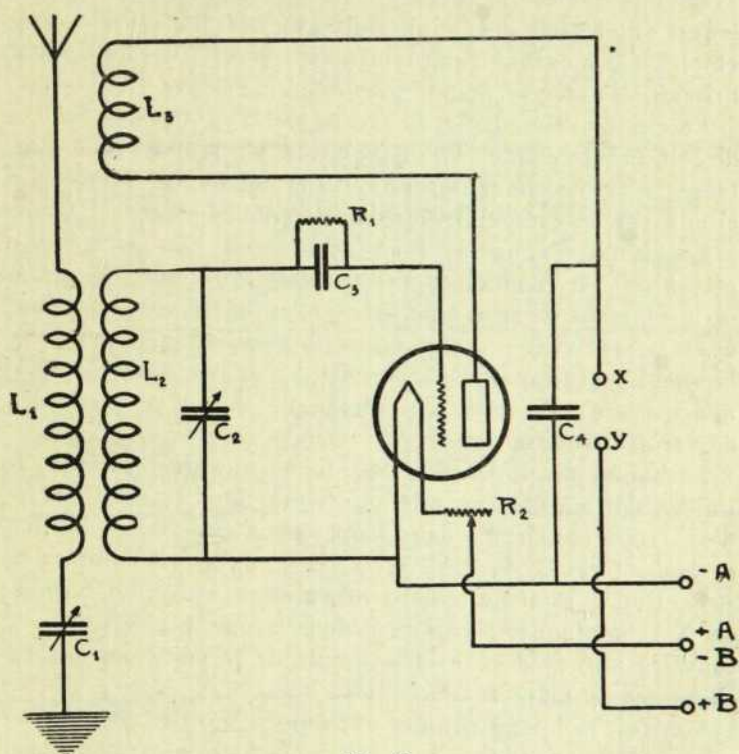


Fig. 2.

la *synthonsisation* basée sur les phénomènes de résonance électrique ; nous avons dit également d'une manière tout à fait générale, que ce résultat était obtenu en faisant varier la self-induction et la capacité des circuits dont se compose

le récepteur, au moyen de bobines d'induction et de condensateurs.

Voyons comment les choses sont pratiquement disposées dans les deux montages que nous avons choisis comme exemples.

La figure 2 est le schéma d'un montage en Tesla, dans lequel on emploie des bobines dites en *nids d'abeilles* (honey comb). Ce montage comprend deux circuits inductifs, l'un primaire, l'autre secondaire, avec bobine de réaction.

Le circuit primaire est constitué par l'antenne, la bobine de self L_1 et le condensateur variable C_1 , le tout relié à la terre ; c'est ce condensateur qui permet de synthoniser le circuit sur les différentes longueurs d'ondes reçues.

Le circuit secondaire comprend la self L_2 , sur laquelle est shunté le condensateur variable C_2 , puis la grille et le filament de la lampe. Au moyen de ce condensateur, et en faisant varier la distance et la position angulaire de la bobine L_1 par rapport à L_2 , on met les deux circuits en résonance jusqu'à ce qu'on ait obtenu sur la grille le maximum de variation de tension.

La bobine de réaction L_3 , de distance et de position variables par rapport à la bobine secondaire L_2 , fait partie d'un troisième circuit dans lequel peut circuler le courant de la batterie B de $22\frac{1}{2}$ volts, dont on voit les bornes en +B et en -B, et qui comprend en outre le téléphone placé en XY, la plaque et le filament de la lampe. En +A et -A sont les bornes d'un accumulateur de 6 volts destiné au chauffage du filament.

Une fois la lampe allumée et le poste accordé, les oscillations induites dans la bobine L_2 par les ondes que l'antenne a captées agissent sur la grille, mais ne donneraient lieu à aucun son dans le téléphone, à cause de la trop grande fréquence de ces vibrations, si elles n'étaient modifiées par le microphone du poste émetteur, comme nous l'avons expliqué plus haut. Mais les variations d'amplitude dues aux modulations de la voix ou aux sons musicaux, et de fréquence

audible, donneront naissance, pour chacune de leurs alternances positives, à un nombre égal de courants de la plaque au filament, lesquels, en circulant dans le téléphone en XY produiront un nombre égal de vibrations, par conséquent un son identique à celui qui a été émis devant le microphone de la station transmettrice.

Quel est maintenant le rôle de la bobine de réaction L_3 et en quoi consiste la régénération ?

Suivant une explication très plausible que l'on peut adopter, la lampe se comporte comme un condensateur dont la plaque et le filament seraient les armatures ; la décharge de ce condensateur produit des oscillations dans tout le circuit, et en particulier dans la bobine L_3 , lesquelles oscillations, en agissant par induction sur la bobine L_2 du circuit secondaire, provoquent dans la grille de plus fortes variations de tension, par suite des courants plus intenses de la plaque au filament ; il en résulte une nouvelle décharge du condensateur et de nouvelles oscillations amplifiées dans la bobine de réaction, lesquelles réagissent sur la bobine L_2 et ainsi de suite. La régénération consiste précisément dans cet effet *cumulatif* que l'on obtient par cette disposition.

On sait qu'une forte self, par exemple une bobine enroulée sur un noyau de fer, arrête les oscillations électriques et les courants alternatifs, tandis qu'un condensateur les laisse passer facilement ; l'inverse a lieu pour les courants continus. C'est pour cela que l'on place le condensateur fixe C_4 en dérivation sur le téléphone placé en XY ; la grande impédance des enroulements de ce dernier ne permettrait pas aux oscillations du circuit de réaction de s'établir, si celles-ci ne pouvaient se frayer un chemin par le condensateur en question. Par contre, le téléphone ne s'oppose pas au passage des courants, tous de même sens, qui originent de la batterie B et circulent entre la plaque et le filament.

Enfin, il nous faut expliquer pourquoi on place dans le circuit de la grille le condensateur fixe C_3 shunté sur la résistance R_1 .

Si l'on se reporte à la théorie des *électrons* par laquelle nous avons expliqué le fonctionnement de la lampe à trois électrodes, on n'a pas oublié que la grille, pendant le court instant qu'elle est positive, attire les électrons émis par le filament incandescent et ajoute son action à celle de la plaque pour former ces ponts conducteurs qui livrent passage au courant de la batterie B. Mais cet effet ne peut se produire que si l'on empêche les électrons de s'écouler par la bobine L_2 , au lieu de traverser les mailles de la grille et continuer leur chemin jusqu'à la plaque ; c'est le condensateur de grille qui est chargé de ce soin et c'est lui qui, en fermant la route aux électrons, les retient dans la lampe et prévient de la sorte la perte d'énergie qui serait la conséquence de leur dispersion.

D'un autre côté, les électrons tendent à s'accumuler sur la grille, et une charge négative trop grande sur celle-ci paralyserait le fonctionnement de la lampe ; on évite ce défaut en permettant aux électrons de se décharger lentement à travers la résistance R_1 de plusieurs millions d'ohms, shuntée sur le condensateur C_3 : c'est la résistance de grille ou le *grid leak*, indispensable dans toutes les boîtes de réception.

Nous avons déjà mentionné les bobines en *nids d'abeilles* (honey comb), très employées dans plusieurs montages ; elles sont ainsi nommées parce que l'enchevêtrement des spires qui caractérise l'enroulement du fil leur donne l'apparence d'un rayon de miel. Le but de cet enroulement particulier est de conserver le maximum de self-induction tout en faisant disparaître presque complètement la capacité très grande que présenterait une bobine à long fil et à couches superposées ; on comprend, en effet, que, dans un même enroulement, deux fils isolés, immédiatement l'un au-dessus de l'autre, constituent un véritable condensateur dont il faut détruire l'effet.

On arrive au même résultat au moyen de bobines plates dites en *fond de panier* (*spider web*, toile d'araignée), présen-

tant l'avantage de pouvoir être séparées en plusieurs parties, ce qui favorise des accords faciles sur des longueurs d'ondes très différentes.

La figure 3 représente un *circuit simple*, ou *montage en Oudin*, deuxième exemple que nous avons choisi. Dans ce

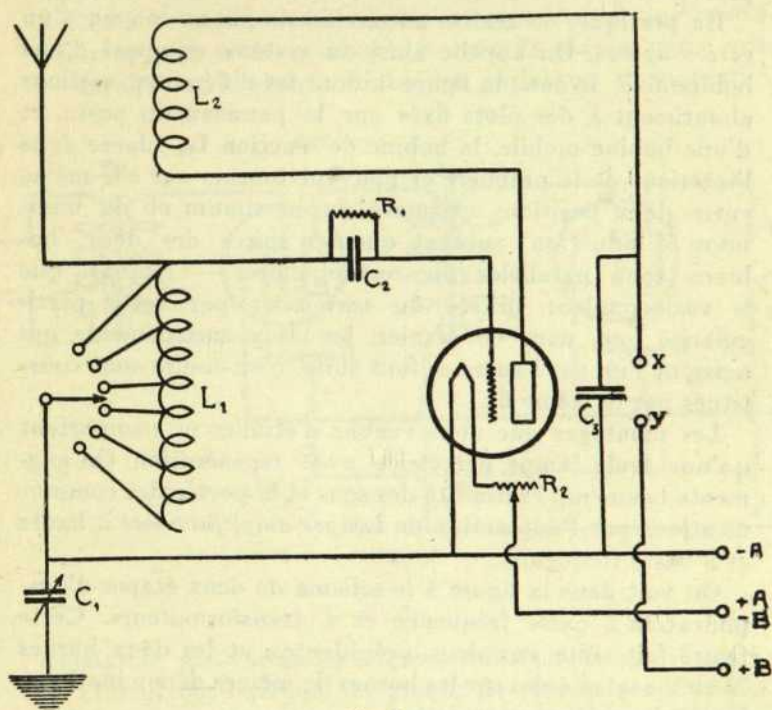


Fig. 3.

ystème, on a supprimé le condensateur du circuit de grille et il n'y a qu'une seule bobine L_1 fractionnée en plusieurs sections ; la partie effective, déterminée par la position de la manette que l'on voit sur la figure, est intercalée à la fois dans le circuit primaire ou antenne-terre, et dans le circuit secondaire ou circuit de grille. En manœuvrant cette manette d'une manière appropriée et en agissant sur le condensateur va-

riable C_1 , on accorde le primaire sur la longueur d'onde du poste que l'on veut entendre, et les deux circuits primaire et secondaire se trouvent alors synthonisés. La bobine L_2 ou bobine de réaction fonctionne comme dans l'exemple précédent.

En pratique, on réalise un circuit simple au moyen d'un *variocoupleur*. On appelle ainsi un système composé d'une bobine fixe, L_1 dans la figure 3, dont les différentes sections aboutissent à des plots fixés sur le panneau du poste, et d'une bobine mobile, la bobine de réaction L_2 , placée dans l'intérieur de la première et pouvant tourner sur elle-même entre deux positions extrêmes du maximum et du minimum d'induction, suivant que les spires des deux bobines sont parallèles ou rectangulaires.— Notons que le variocoupleur diffère du *variomètre* par cette particularité que, dans ce dernier, les deux enroulements qui agissent l'un sur l'autre se font suite, c'est-à-dire sont constitués par le même fil.

Les montages que nous venons d'étudier ne comportent qu'une seule lampe détectrice avec régénération. On augmente beaucoup l'intensité des sons et la portée des communications par l'adjonction de *lampes amplificatrices* à haute et à basse fréquence.

On voit dans la figure 4 le schéma de deux étapes d'amplification à basse fréquence et à transformateurs. Cette figure fait suite aux deux précédentes, et les deux bornes X et Y sont placées sur les bornes de mêmes dénominations, le téléphone étant supprimé.

Le circuit plaque-filament du détecteur se trouve alors fermé par l'enroulement primaire d'un premier transformateur à noyau de fer Tr , dont le secondaire fait partie du circuit grille-filament d'une première lampe amplificatrice ; le circuit plaque-filament de cette lampe, qui comprend le primaire d'un deuxième transformateur Tr , est alimenté par une batterie de 90 volts et plus, dont on voit les bornes en $+B$ et $-B$. Le secondaire de ce transformateur est relié

à la grille d'une deuxième lampe amplificatrice et le téléphone, connecté aux bornes en T, est intercalé dans le circuit plaque-filament monté sur la même batterie B.

Pour comprendre comment, par ce montage, on réalise une amplification croissante d'étape en étape, il suffit de rappeler, comme nous l'avons déjà expliqué, qu'à toute variation de potentiel de la grille correspondent des variations beaucoup plus intenses dans le courant de plaque, parce que ce dernier est soumis à toutes les variations du potentiel

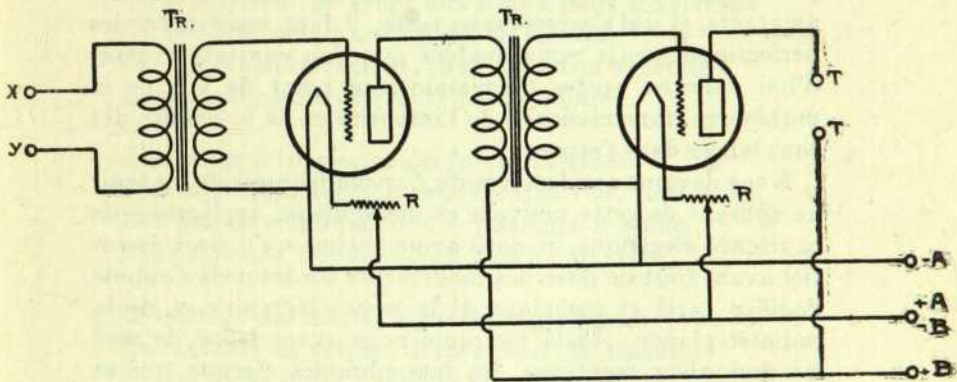


Fig. 4.

de la grille ; ces variations augmentant d'une lampe à l'autre, on obtient des courants de plaque de plus en plus forts et il y a alors amplification considérable. Tous les postes d'amateurs sont munis d'amplificateurs de ce genre, jamais, croyons-nous, plus de trois, et l'on y ajoute aussi, dans les postes plus importants, plusieurs étapes d'amplification avant la détection, c'est-à-dire à haute fréquence ou radiofréquence, comme on dit quelquefois.

* * *

Le 3 novembre dernier 1924, la station radiotéléphonique de Pittsburgh (KDKA) signalait le fait qu'elle fut la première à inaugurer, il y a quatre ans, le 3 novembre 1920, la série des concerts réguliers au moyen de la téléphonie sans fil. Depuis cette date, quel chemin parcouru, quels progrès réalisés, et surtout quels développements opérés dans le monde du *radio* ! Les États-Unis, le pays des *records*, viennent en premier lieu parmi les autres nations, et l'on peut dire que le continent américain est littéralement couvert d'un réseau de stations, depuis les grandes villes jusqu'aux plus humbles villages. Outre le nombre phénoménal des amateurs, et qui s'accroît sans cesse, il faut aussi noter les perfectionnements remarquables que l'on constate aujourd'hui dans les postes d'émissions, au point de vue de la portée des transmissions, de l'intensité et de la qualité des sons lancés dans l'espace.

Nous devons aux lecteurs du *Canada français* de les tenir au courant de cette nouvelle et merveilleuse application de la science électrique, et nous avons estimé qu'il était essentiel avant tout de poser les fondements sur lesquels s'appuie l'édifice varié et complexe de la radiotélégraphie et de la radiotéléphonie. Voilà pourquoi nous avons laissé de côté les nombreux montages, les innombrables circuits qui se partagent la faveur du public, pour n'insister que sur les *premiers principes*, point de départ de toute étude ultérieure. Il sera facile, croyons-nous, à ceux qui veulent aller plus loin et pénétrer dans les secrets des postes les plus perfectionnés, qui désirent se rendre compte de tous les phénomènes électriques mis en œuvre dans ce mystérieux système de communication à distance, de puiser les renseignements voulus dans les traités spéciaux, et les articles de revues, très nombreux déjà, publiés jusqu'à ce jour.

Nous serons récompensés de nos efforts si notre humble travail, que nous avons voulu présenter aussi élémentaire que possible, contribue à rendre faciles et attrayantes les études plus complètes qu'ils pourraient entreprendre.

Henri SIMARD, ptre.