

Et si nous associons en parallèle deux résistances de valeur égale, la résistance équivalente est égale à la moitié de cette valeur.

Un raisonnement analogue nous permettrait d'obtenir des résultats identiques pour les inductances et pour les self-inductions de bobinages associés en parallèle (mais non couplés par induction).

Nous trouverions de même que, dans le cas de condensateurs branchés en parallèle l'inverse de la capacitance équivalente est égale à la somme des inverses des capacitances composantes. Mais quant aux capacités, il serait imprudent de leur faire subir le même traitement mathématique. Déjà dans le cas des associations en série, nous avons vu que les capacités se distinguent par leur caractère bizarre. Et la cause de leur conduite particu-

lière réside dans le fait que la capacitance est inversement proportionnelle à la capacité.

Aussi, sans effort concluons-nous que, si ce sont les inverses des capacitances qu'il convient d'additionner, ce sont les valeurs mêmes des capacités que nous totaliserons pour calculer la capacité équivalente de plusieurs condensateurs en parallèle.

Peut-être toutes ces notions de résistance, self-induction, capacité d'une part, et de leurs impédances respectives d'autre part, associées tantôt en série, tantôt en parallèle, créeront-elles quelque confusion dans l'esprit du lecteur. Et il en sera bien excusable. Mais Curiosus veillera à tout remettre en bon ordre dès le début de la prochaine causerie dont le présent exposé a, d'ailleurs, préparé grandement la compréhension aisée.

## UNITÉS USUELLES



Dans le tableau ci-après nous avons réuni les unités des grandeurs les plus employées en radio-électricité. La première colonne désigne les grandeurs physiques, la seconde les symboles de ces grandeurs; dans la troisième, on trouve les noms des unités, et dans la quatrième, les symboles desdites unités.

GRANDEURS	Symboles	UNITÉS	Symboles
Longueur .....	l	mètre .....	m
Masse .....	m	gramme .....	g
Temps .....	t	seconde .....	s
Tension électrique .....	E	volt .....	V
Intensité de courant .....	I	ampère .....	A
Puissance .....	P	watt .....	W
Résistance .....	R	ohm .....	Ω
Self-induction .....	L	henry .....	H
Capacité .....	C	farad .....	F
Fréquence .....	f	période par seconde .....	p/s
		ou hertz .....	Hz

En employant les préfixes du système décimal donnés page 31, on peut, à partir des unités ci-dessus, former tous les multiples et sous-multiples nécessaires. On en trouvera des exemples page 68.

## ◆◆◆◆◆ CINQUIÈME CAUSERIE ◆◆◆◆◆

Curiosus rétablit quelque clarté dans l'esprit d'Ignotus en lui présentant un tableau qui résume les propriétés des résistances, self-inductions e (capacités et de leur impédances associées en série ou en parallèle. Ensuite, les deux amis abordent le problème de la résonance, phénomène fondamental de la radio. Curiosus insiste sur certains points qui faciliteront, par la suite, l'étude des circuits radio-électriques.

### Match : Self-Induction contre Capacité.

IG. — Je suis très heureux de vous revoir Curiosus. Notre dernière causerie a laissé dans ma tête un tel brouillard, que j'ose moins que jamais aborder la construction du poste de votre marraine.

CUR. — C'était à prévoir. Aussi, ai-je préparé à votre intention un petit tableau (fig. 15) qui résume les propriétés des résistances, condensateurs et self-inductions mises en série ou en parallèle ainsi que celles de leurs impédances. Car il faut bien distinguer self-inductions et capacités d'une part et, d'autre part, leurs impédances que sont les inductances et les capacités. Dans la dernière ligne du tableau, les impédances sont uniformément désignées par Z.

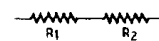
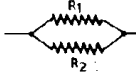
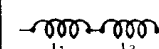
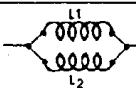
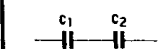
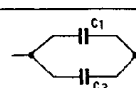
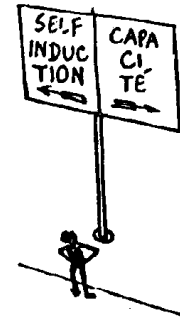
SÉRIE	PARALLELE
 $R = R_1 + R_2$	 $R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$
 $L = L_1 + L_2$	 $L = \frac{L_1 \times L_2}{L_1 + L_2}$
 $C = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$	 $C = C_1 + C_2$
IMPÉDANCES	
$Z = Z_1 + Z_2$	$Z = \frac{Z_1 \times Z_2}{Z_1 + Z_2}$

FIG. 15. — Tableau résumant les propriétés des résistances, self-inductions et capacités et de leurs impédances en série et en parallèle.

déphasé en retard sur la tension), la capacité possède une propriété opposée : le courant est le plus fort au moment où le condensateur est déchargé, et, par conséquent, la tension est nulle; et, au fur et à mesure que le condensateur se charge et que la tension s'accroît, le courant diminue.



IG. — Je vous remercie. Cela m'aidera sans doute à mettre un peu d'ordre dans mes idées, car ces insomnies commencent à me donner des inquiétudes.

CUR. — Mon Dieu ! serait-ce la Radio qui...

IG. — Parfaitement ! J'ai passé toute une nuit à réfléchir à ce qui peut résulter de la connexion en série d'un condensateur et d'une bobine. Et je n'ai rien pu trouver, hélas !

CUR. — Cela n'a rien d'étonnant, car je ne vous ai pas encore dévoilé une chose d'importance primordiale. C'est que, si la self-induction et la capacité opposent toutes les deux une résistance au passage du courant alternatif, ces deux résistances agissent en quelque sorte dans des sens différents. Alors que la self-induction, avec son inertie, retarde l'apparition du courant lorsque la tension est appliquée (on dit que le courant est

IG. — C'est vrai, pardi ! Quand la membrane est gonflée tout s'arrête, et c'est au moment où elle est dégonflée qu'il circule le plus d'électrons.

CUR. — Les électriciens emploient un langage plus distingué que le vôtre et disent que dans une capacité le courant est *déphasé* en avance sur la tension.

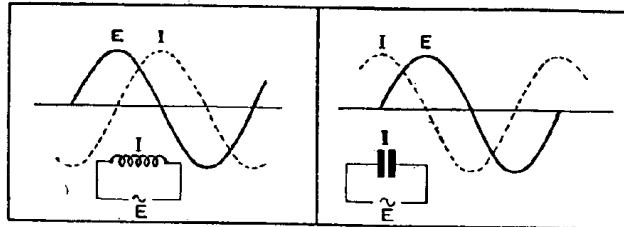


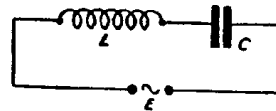
FIG. 16. — Déphasage du courant I par rapport à la tension E produite par une self-induction.

FIG. 17. — Déphasage produit par une capacité. Le courant I est en avance sur la tension E.

IG. — Soit ! Mais que se passe-t-il lorsqu'une tension alternative est appliquée à une capacité et à une self-induction mises en série ?... Je voudrais tout de même pouvoir dormir cette nuit !

CUR. — Eh bien ! dans ce cas tout dépend de la relation entre les impédances de la self-induction et de la capacité. Si l'inductance est plus grande que la capacité, c'est elle qui prévaut, et *vice versa*, car la capacité doit être déduite de l'inductance puisqu'elle agit d'une façon diamétralement opposée.

FIG. 18. — Self-induction L et capacité C en série. Pour la fréquence de résonance, l'impédance et le déphasage de cet ensemble sont nuls.



IG. — Bon. S'il en est ainsi, je vous poserai une de ces « colles »... Supposez que j'aie un condensateur et une bobine en série et que je leur applique une tension de fréquence de plus en plus grande. Que se passera-t-il ?

CUR. — Mais vous le savez fort bien.

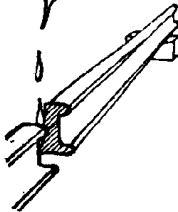
IG. — En effet. Avec l'augmentation de la fréquence, l'inductance augmentera alors que la capacité diminuera. Il arrivera donc forcément un moment où, pour une certaine fréquence, l'inductance et la capacité deviendront égales. Et puisque l'une doit être déduite de l'autre, notre circuit aura une impédance nulle ? ! !

CUR. — Pas mal, pas mal du tout ce raisonnement !... Vous oubliez toutefois que la simple résistance ohmique qui, elle, ne dépend pas de la fréquence, restera quand même dans le circuit ; mais il est vrai que, pour une certaine fréquence, l'inductance et la capacité s'annuleront et que, à ce moment, il n'y aura plus de déphasage entre la tension et le courant.

**La goutte qui brise le rail.**

IG. — Donc à ce moment l'impédance du circuit sera au minimum et l'intensité du courant, par conséquent, atteindra le maximum ?

CUR. — Bien entendu. Et nous dirons que notre courant est en *résonance*.



IG. — N'est-ce pas l'histoire des gouttes d'eau qui brisent l'acier ?

CUR. — Qu'est-ce encore que cette invention ?

IG. — J'ai lu quelque part que l'on peut briser un rail en acier en le faisant reposer sur ses deux extrémités et en laissant tomber des gouttes d'eau sur son point milieu. Pour une certaine cadence de chute des gouttes, la vibration du rail devient tellement violente qu'il se brise.

CUR. — En effet, c'est un cas de résonance mécanique. De même qu'un circuit composé d'une self-induction et d'un condensateur possède une fréquence propre dite de résonance pour laquelle sa résistance devient très faible, et les oscillations du courant deviennent le plus fortes, — une barre métallique qui possède une certaine masse (équivalent de la self-induction) et une certaine élasticité (équivalent de la capacité) a, elle aussi, une fréquence de résonance pour laquelle ses vibrations deviennent le plus fortes. La première goutte produit une très faible vibration, mais la deuxième tombe au *bon moment* pour la renforcer et ainsi de suite.

IG. — Oui, je comprends maintenant. Si les gouttes tombaient un peu plus ou un peu moins vite, elles n'aideraient nullement la vibration de la barre et, peut-être, même l'empêcheraient. Mais, pour la fréquence de résonance, leurs effets s'additionnent, et la barre finit par se briser lorsque les vibrations deviennent trop fortes.

**Perpetuum mobile ?...**

CUR. — Revenons maintenant, si vous le voulez bien, à l'électricité. Supposez que vous ayez un condensateur chargé et que vous branchiez à ses bornes une bobine de self-induction. Que se passera-t-il ?

IG. — Je le sais fort bien. Déjà lors de notre dernière causerie nous avons étudié la décharge du condensateur à travers une résistance. Or, une bobine c'est encore une résistance. Par conséquent, le condensateur se déchargera à travers la self-induction... et c'est tout !

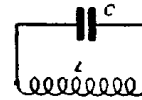


FIG. 19. — Circuit oscillant.

CUR. — Le voilà le danger des syllogismes bâtis à la légère !!! Vous oubliez, mon cher, une chose : c'est que la self-induction est une résistance un peu spéciale, assimilable à l'inertie. Autant les électrons ont de peine à s'y mettre en mouvement, autant il leur est ensuite difficile de s'arrêter. Donc au moment où le condensateur sera déchargé, le courant des électrons continuera à passer dans le même sens et...

IG. — ... le condensateur se rechargera, mais en changeant de polarité. Mais quand il sera ainsi rechargé ?...

CUR. — Il se déchargera de nouveau et ainsi de suite.

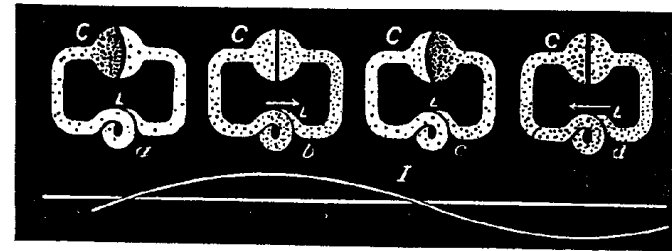
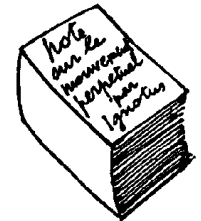
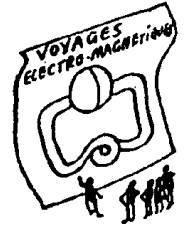


FIG. 20. — Mouvement des électrons dans le circuit oscillant durant une période. En a et c, le courant est nul, mais la tension sur le condensateur C est maximum. En b et d, au contraire, le courant est maximum, mais la tension sur C est nulle.



IG. — Donc ça ne s'arrêtera jamais ? Il suffit de charger le condensateur une seule fois pour que, ensuite, en se déchargeant dans une self-induction, il se recharge et décharge éternellement ?... C'est donc le mouvement perpétuel !...

CUR. — Ne vous emballez pas ! Notre circuit a une résistance ohmique. Le courant subira donc un certain affaiblissement pour vaincre cette résistance à chacun de ses passages. Les oscillations deviendront donc de plus en plus faibles pour s'arrêter finalement.

IG. — C'est en somme l'histoire du pendule auquel il suffit de donner un choc initial pour qu'il commence à osciller, jusqu'à ce que toute l'énergie soit perdue à cause de la résistance de l'air.

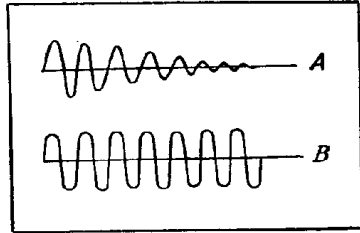


FIG. 21. — Oscillation amortie en A et oscillation entretenue en B.



CUR. — C'est l'exemple le plus classique que vous trouverez dans tous les traités de radio-électricité ; vous devinez peut-être aisément quelle sera la fréquence des oscillations qui s'établissent dans notre circuit ?

IG. — Je pense que les électrons sont suffisamment intelligents et paresseux pour suivre la loi du moindre effort. Pour cela, ils n'ont qu'à osciller à la fréquence de la résonance du circuit, fréquence pour laquelle l'impédance a la valeur la plus faible.

CUR. — C'est ce qu'ils font précisément... Ainsi, dans un circuit composé d'une self-induction et d'une capacité, appelé *circuit oscillant*, la décharge du condensateur se produit en *oscillations amorties* (courant alternatif d'amplitude décroissante) à la *fréquence propre ou fréquence de résonance* du circuit.

IG. — Y a-t-il moyen de maintenir indéfiniment ces oscillations ?

### Le grand circuit et le petit circuit.

CUR. — Certes. On peut obtenir des oscillations d'amplitude constante (*oscillations entretenues*) en compensant, à chaque oscillation, la perte de l'énergie par l'apport d'une petite dose d'énergie venant de l'extérieur.

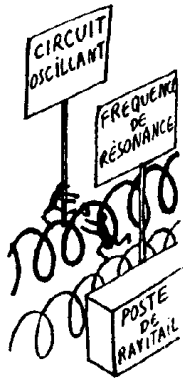
IG. — Je vois cela. C'est comme pour le pendule d'une horloge auquel le ressort communique une légère impulsion à chaque oscillation.

CUR. — Exactement. Il suffit pour cela de mettre le circuit oscillant en communication avec un autre circuit parcouru par un courant alternatif de la fréquence de résonance. On peut le faire soit en les couplant par induction (fig. 22 a), soit en intercalant directement le circuit oscillant dans l'autre circuit (fig. 22 b).

IG. — Je pense que, dans les deux cas, seul un courant de la fréquence de résonance pourra produire un fort courant dans le circuit oscillant.

CUR. — Et vous ne vous trompez pas. Mais ce qui est très important, — et je vous prie d'y faire attention ! — c'est que, dans le cas où le circuit oscillant est inséré dans un autre circuit (fig. 22 b), il constitue, pour ce deuxième circuit, une impédance très élevée pour le courant de résonance.

IG. — Ça, alors... je ne vous comprends plus ! Ne m'avez-vous pas dit, il y a a peu



d'instant, que pour le courant de résonance l'impédance du circuit a la valeur la plus faible ?...

CUR. — Quelle salade !... Rendez-vous compte que nous avons ici deux circuits bien distincts. L'un, que je dessine en gros trait, est notre circuit oscillant. L'autre, c'est le circuit parcouru par le courant de la fréquence de résonance...

IG. — Mais d'où vient-il ?

CUR. — Vous le verrez plus tard, de l'antenne ou d'un circuit anodique. N'importe pour le moment... A l'intérieur même du circuit oscillant circule un courant intense, puisque l'impédance du circuit est très faible. Voyez maintenant le grand circuit en trait fin. Là, les choses changent d'aspect. Ce circuit ne peut, à chaque

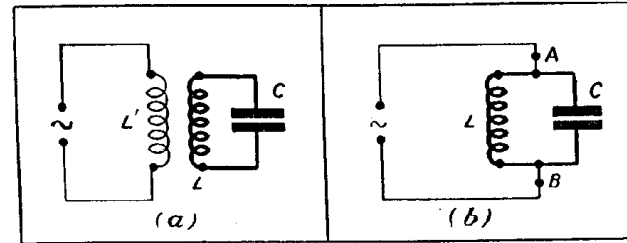
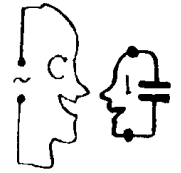


FIG. 22. — Le circuit oscillant LC reçoit l'énergie soit par induction (en a), soit directement (en b).



période, transmettre au circuit oscillant que la faible quantité d'énergie que celui-ci aura perdue pendant ce court instant. Il ne peut donc y circuler qu'un courant très faible. Nous en déduisons que notre circuit oscillant joue, *par rapport au grand circuit*, le rôle d'une impédance élevée.

IG. — C'est bougrement compliqué ; cependant je crois avoir compris.

CUR. — Et retenez encore une conclusion très importante : puisque le circuit oscillant constitue une forte impédance pour le courant de résonance du grand circuit, ce courant produit, d'après la loi d'Ohm, une forte tension alternative aux bornes A et B du petit circuit.

IG. — Et qu'aurons-nous si, au lieu de la fréquence de résonance, nous avons un courant d'une fréquence différente ?

CUR. — Dans ce cas, les *oscillations forcées* qui prendront naissance dans le circuit oscillant seront beaucoup plus faibles. En revanche, il présentera une impédance beaucoup plus faible pour le courant du grand circuit de la figure b. C'est ainsi que si, dans le grand circuit, il passe simultanément plusieurs courants de fréquences différentes, seul le courant de la fréquence de résonance créera dans le circuit oscillant un courant fort et, à ses bornes, une tension considérable. Vous pourrez donc, parmi plusieurs courants, en *sélectionner* en quelque sorte un : celui de la fréquence de résonance.

IG. — Je voudrais vous demander de quoi dépend la fréquence de résonance, ainsi que...

CUR. — Je crois que, pour aujourd'hui, vous avez atteint la saturation et qu'il vaut mieux remettre cela à la prochaine fois. Nous pourrions alors en terminer avec toutes ces notions préliminaires du domaine de l'électricité générale et aborder la technique de la Radio proprement dite.



## Commentaires à la 5<sup>me</sup> Causerie

### RÉSONANCE ÉLECTRIQUE.

Devançant les explications de Curiosus, nous avons, dans nos commentaires, exposé la notion du déphasage et montré que, en passant dans une self-induction, le courant est en retard sur la tension, alors qu'il est en avance lorsqu'il passe dans une capacité. De même, nous appuyant sur le fait que la self-induction et la capacité possèdent des propriétés opposées, nous avons dit que, associées en série, inductance et capacitance se neutralisent plus ou moins.

Examinons de plus près l'impédance d'un tel ensemble (fig. 18) où, aux bornes d'une source de tension alternative, sont branchés un bobinage et un condensateur en série. Admettons, en outre, que nous pouvons à volonté modifier la fréquence de la tension alternative.

Si, pour une fréquence donnée, l'inductance est inférieure à la capacitance, c'est donc l'effet de la capacité qui va dominer : le courant sera en avance sur la tension, et l'impédance de l'ensemble sera égale à la capacitance, moins l'inductance (en négligeant la résistance ohmique).

Maintenant, augmentons progressivement la fréquence. Que se produira-t-il ? L'augmentation de la fréquence aura pour effet d'augmenter la valeur de l'inductance et de diminuer celle de la capacitance. Il viendra donc un moment où, pour une certaine fréquence, l'inductance sera égale à la capacitance. Ces deux valeurs égales, se retranchant l'une de l'autre, feront que l'impédance de l'ensemble sera nulle. Le déphasage, lui aussi, sera nul, c'est-à-dire le courant sera en phase avec la tension. Et, du fait que l'impédance du circuit est nulle, l'intensité du courant deviendra, en théorie du moins, infiniment élevée. En réalité, le circuit possède toujours une certaine résistance ohmique, en sorte que son impédance ne peut pas devenir nulle et que le courant sera, par conséquent, limité.

Si nous continuons à augmenter la fréquence c'est l'inductance qui deviendra supérieure à la capacitance, le courant sera en retard sur la tension, et l'impédance croîtra de nouveau.

Nous voyons donc qu'il y a une seule fréquence pour laquelle l'impédance devient, sinon nulle, du moins la plus faible, et le courant maximum. C'est la fréquence de RÉSONANCE. On dit aussi que, pour cette fréquence, le courant est en résonance avec le circuit.

### DÉCHARGE OSCILLANTE.

On peut observer le même phénomène de résonance en connectant un bobinage aux armatures d'un condensateur chargé (fig. 19). Alors que, dans une résistance ohmique, le courant se DÉCHARGE, s'affaiblit et s'annule au terme d'un temps très court, ici nous observerons une « décharge oscillante ». La self-induction, on s'en souvient, s'oppose à la diminution d'un courant en le prolongeant en quelque sorte par un courant de self-induction allant dans le même sens. Ce courant recharge le condensateur en inversant les polarités des armatures. Le condensateur se décharge de nouveau (le courant allant alors dans le sens contraire), se recharge encore sous l'effet de la self-induction et ainsi de suite. Un courant alternatif circule dans notre circuit sans aucun apport extérieur d'énergie ; et il n'y aurait aucune raison pour que ce mouvement s'arrête... si notre circuit n'avait pas une résistance ohmique où se dissipe peu à peu l'énergie initiale qui était contenue dans la charge du condensateur.

Du fait de cette perte progressive d'énergie, chaque oscillation suivante est plus faible que la précédente et, finalement, toute l'énergie étant dissipée, l'oscillation s'arrête. Telle est l'allure des OSCILLATIONS AMORTIES (fig. 21 A) jadis utilisées en radiotélégraphie, où chaque décharge oscillante était provoquée par le jaillissement d'une étincelle. A cette méthode primitive des ondes amorties est, plus tard, venu se substituer l'emploi des ONDES ENTRETENUES (fig. 21 B). Le courant qui les engendre est encore un courant alternatif prenant naissance dans un CIRCUIT OSCILLANT, comme on appelle le circuit composé d'un condensateur branché aux bornes d'un bobinage. Pour éviter l'affaiblissement progressif des oscillations, tel qu'il a lieu dans les oscillations amorties, il suffit de compenser les pertes d'énergie en apportant de l'extérieur au circuit oscillant des doses d'énergie nécessaires et suffisantes pour maintenir constante leur amplitude.

Il faut que cet apport, ce « réapprovisionnement » s'effectue à la même cadence que les oscillations propres du circuit qui, bien entendu, ont lieu à sa fréquence de résonance (pour laquelle l'impédance est la plus faible). Si les impulsions extérieures sont injectées dans le circuit oscillant à une fréquence différente de sa fréquence de résonance, loin de les maintenir constantes, elles vont contrarier les oscillations

et, en fin de compte, nous n'obtiendrons dans le circuit qu'un courant bien faible (OSCILLATIONS FORCÉES).

### IMPÉDANCE D'UN CIRCUIT OSCILLANT.

La source de tension alternative ayant pour fonction le réapprovisionnement en énergie du circuit oscillant, peut communiquer avec celui-ci soit par induction (fig. 22 a), soit directement (fig. 22 b). Si le circuit oscillant dissipe peu d'énergie (résistance ohmique et autres causes de pertes étant réduites), on dit qu'il est peu AMORTI. Dans ce cas, l'énergie qu'il empruntera à la source de tension alternative sera, elle aussi, faible (puisque'elle est égale à l'énergie perdue qu'elle doit compenser). Ainsi, moins le circuit oscillant est amorti, moins il emprunte d'énergie au circuit extérieur qui l'alimente. Et nous sommes en présence d'une situation quasi paradoxale. Alors qu'à l'intérieur du circuit oscillant le courant alternatif atteint une grande intensité (d'autant plus grande qu'il est moins amorti), dans le circuit extérieur (en trait fin dans la fig. 22 b) le courant est faible (et d'autant plus faible que le circuit oscillant est moins amorti). Ou bien — et ceci est un autre aspect du même phénomène, — l'impédance du circuit oscillant est très faible pour le courant qui circule dedans ; mais au courant du circuit extérieur, il oppose une impédance élevée. Tout cela, évidemment, pour la fréquence de résonance.

Si Curiosus voulait mieux faire comprendre les choses à Ignotus, il irait chercher une comparaison opportune... à la cuisine, en assimilant le circuit oscillant à une casserole pleine d'eau

amenée à ébullition. Si la casserole perd peu de chaleur dans l'air environnant, la température d'ébullition peut être maintenue avec une flamme très faible (cas d'un circuit à faibles pertes où les oscillations sont entretenues par un faible apport d'énergie). Mais, si la casserole perd beaucoup de chaleur, par exemple du fait que sa surface de réfrigération est étendue, il faudra une flamme intense pour maintenir l'ébullition. C'est le cas du circuit oscillant fortement amorti.

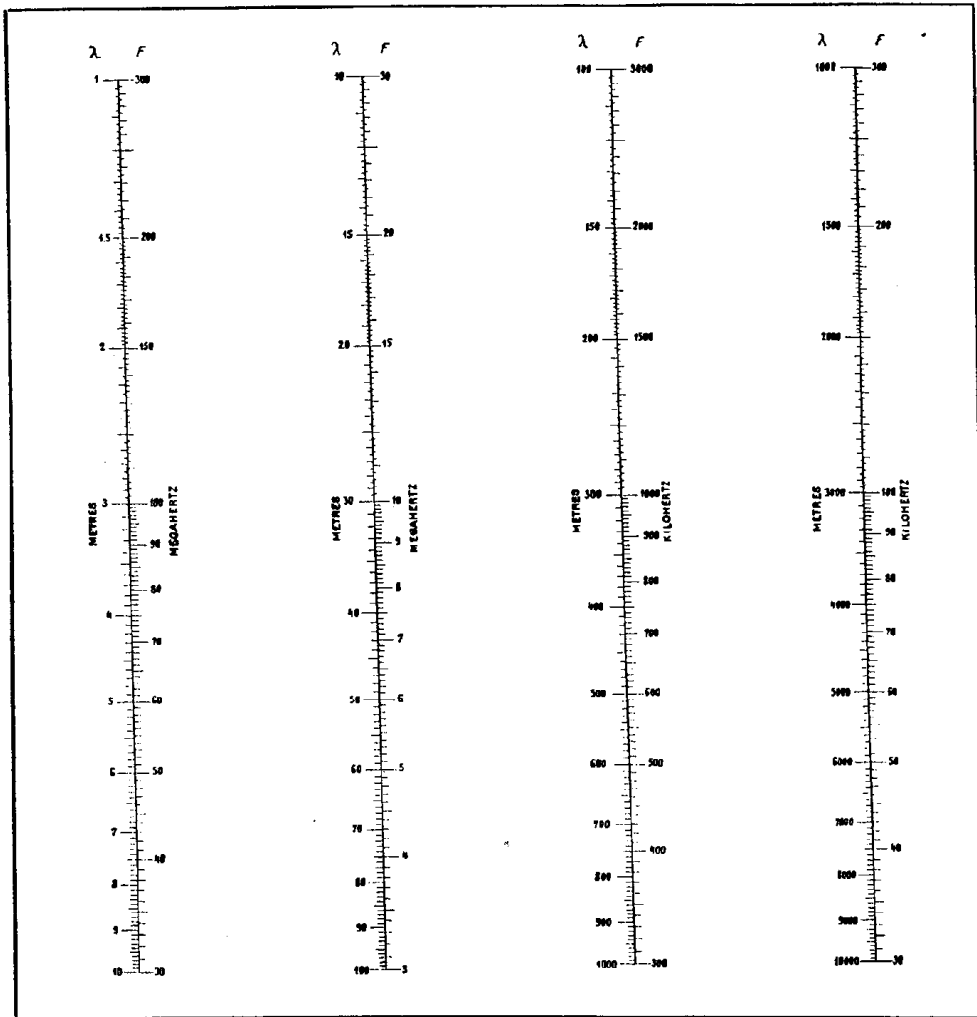
### RÉSONANCE EN SÉRIE ET EN PARALLÈLE.

Résumons maintenant les notions que nous avons acquises sur la résonance. Dans le cas de la figure 18, nous sommes en présence d'un condensateur et d'un bobinage branchés en série avec la source de tension. Pour la fréquence de résonance, ce circuit offre le minimum d'impédance, et l'intensité du courant atteint le maximum.

Dans le cas de la figure 22 b, le condensateur et le bobinage sont branchés en parallèle avec la source de tension alternative. Le circuit oscillant oppose alors à la source l'impédance maximum et laisse passer un courant d'intensité très faible ; mais ce faible courant suffit pour entretenir à l'intérieur du circuit un courant de grande intensité.

On comprend, en examinant ce dernier cas, que les tensions de fréquences autres que la fréquence de résonance ne jouiront plus des mêmes propriétés. Les OSCILLATIONS FORCÉES qu'elles engendreront dans le circuit oscillant seront faibles, et faible sera également l'impédance que leur opposera le circuit oscillant.

# CORRESPONDANCE ENTRE FRÉQUENCES ET LONGUEURS D'ONDE



Pour trouver une longueur d'onde correspondant à une fréquence (ou inversement), on détermine le point correspondant sur l'échelle de fréquences, et ce même point permet de lire la longueur d'onde sur l'échelle en regard.

EXEMPLES :  
 20 000 kilohertz correspond à..... 15 mètres  
 1 200 kilohertz correspond à..... 250 mètres  
 400 kilohertz correspond à..... 750 mètres

## SIXIÈME CAUSERIE

Les cinq premières causeries ont permis à Ignotus (et à vous, ami lecteur) d'assimiler les notions indispensables de l'électricité générale. Et, maintenant, entraîné par Curiosus, Ignotus se lance dans l'étude de la radio. S'appuyant sur les enseignements de la précédente causerie, ils examinent ici le problème de la sélectivité et de l'accord des circuits oscillants...

### Ignotus et les mathématiques.

CUR. — La dernière fois, en nous quittant, vous m'avez demandé de quels facteurs dépend la fréquence de résonance d'un circuit oscillant.

IG. — En effet ; mais, depuis, j'ai réfléchi à la question et crois avoir trouvé la vérité. Tout d'abord, un circuit oscillant ne se compose que d'un condensateur et d'un bobinage. Donc, forcément, sa fréquence propre ne peut dépendre que de la capacité et de la self-induction.

CUR. — Il ne faut pas être Sherlock-Holmes pour en arriver là...

IG. — Certes. Mais je suis allé plus loin... En ce qui concerne la capacité, plus elle est grande, plus longue sera chaque charge et chaque décharge. De même, plus la self-induction est grande, plus elle s'oppose à toute variation du courant et, par conséquent, ralentit les oscillations. En résumé, la période des oscillations propres du circuit augmente avec l'augmentation de la capacité et de la self-induction.

CUR. — Et, par conséquent, la fréquence diminue en même temps. Je vous fais mes compliments, Ignotus ; votre raisonnement est juste. Seulement, il convient d'ajouter que la fréquence (et la période) ne varie pas aussi vite que la capacité ou la self-induction. Si vous aimiez un peu les mathématiques, je vous aurais même dit que la période est proportionnelle à la racine carrée de la capacité et de la self-induction (1).

IG. — Oh, vous savez que les mathématiques ne m'aiment pas et que ce sentiment est partagé. Je vous avouerai même, au risque de vous paraître ingrat, que je ne vois pas très bien l'utilité, pour la Radio, de toutes ces questions de circuits oscillants.

### Les anneaux de fumée.

CUR. — Je vous avais déjà expliqué, au cours de notre deuxième causerie, que lorsque dans un fil vertical, appelé antenne, circule un courant de haute fréquence...

IG. — ... des ondes électromagnétiques s'en détachent et se propagent comme des anneaux de fumée qui s'élargissent à la vitesse folle de 300 000 kilomètres par seconde.

CUR. — C'est parfait, la mémoire ne baisse pas encore... Maintenant, que se passe-t-il lorsque, sur leur trajet, ces anneaux rencontrent un autre fil vertical ?

IG. — Je crois pouvoir appliquer ici le principe de la réversibilité des phénomènes et affirmer que les anneaux produiront, dans le fil rencontré, des courants de haute fréquence.

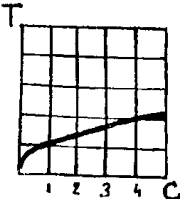
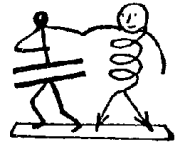
CUR. — Parfait ! Et, pour appeler les choses par leur nom, nous dirons que les ondes produisent dans l'antenne de réception un courant analogue à celui qui circule dans l'antenne d'émission. Il sera, certes, beaucoup plus faible, car, en s'éloignant de l'émetteur, les ondes s'affaiblissent.

IG. — Comme les anneaux de fumée quand ils s'élargissent.

(1) En connaissant la self-induction L et la capacité C, on détermine aisément la période T d'après formule de Thomson :

$$T = 2\pi \sqrt{L \times C}$$

où  $\pi = 3,14$ . Mais Ignotus ne veut pas de formules.



## Ignotus craint l'électrocution.



CUR. — Maintenant pensez donc à une chose grave. Il y a, à chaque instant, de par le monde, plusieurs centaines d'émetteurs de Radio qui sont en fonctionnement.

IG. — Vous ne voulez tout de même pas prétendre qu'ils produisent tous des courants dans n'importe quel bout de fil vertical ?...

CUR. — Mais si !... Soyez persuadé que vous-même, qui êtes pourtant un conducteur bien imparfait, êtes parcouru en ce moment par des dizaines de courants de haute fréquence.

IG. — C'est très ennuyeux ça ! Vous auriez mieux fait de ne pas me le dire !... Mais je ne ressens rien.

CUR. — Naturellement, car ces courants sont très faibles. En outre, alors que les courants continus ou alternatifs, mais de basse fréquence, se propagent à travers toute la section du conducteur, les courants de haute fréquence ne se propagent qu'à la surface du conducteur. On appelle cela *effet pelliculaire*.

IG. — Ça me rassure un peu... mais il y a un autre point qui me paraît inquiétant. Puisque l'antenne de réception reçoit les courants de toutes les stations de Radio en fonctionnement, nous entendrons un mélange affreux de musique classique et légère, de conférences, nouvelles de presse, recettes culinaires, etc... Je ne vois pas du tout ce que peut donner la réception simultanée de Berlin, Moscou et Vatican.

## La sélectivité.

CUR. — Vous savez fort bien qu'il n'en est pas ainsi. Les récepteurs de Radio sont *sélectifs*, c'est-à-dire ont le pouvoir de choisir, parmi la multitude des courants qui circulent dans l'antenne, celui qui correspond à l'émetteur désiré.

IG. — De quelle manière ?

CUR. — A l'aide d'un ou plusieurs circuits oscillants. Par exemple, l'antenne sera couplée par induction (fig. 23) avec un circuit oscillant. Nous retombons exactement dans le cas que nous avons examiné à la fin de notre dernière causerie. De tous les courants circulant dans l'antenne, seul celui qui aura la fréquence de résonance du circuit oscillant L-C induira des courants qui créeront une certaine tension alternative entre les points A et B.

IG. — Donc les différents postes d'émission, si j'ai bien compris, doivent se distinguer par leurs fréquences différentes les unes des autres.

CUR. — En effet. La fréquence est, pour l'émetteur, la même chose que le numéro d'appel pour le téléphone.

IG. — Mais puisque le circuit oscillant ne peut avoir qu'une seule fréquence de résonance, comment pouvons-nous, à volonté, entendre différentes émissions ?

CUR. — Tout simplement en l'*accordant* sur différentes fréquences. Pour changer la fréquence de résonance, il suffit de modifier soit la self-induction, soit la capacité du circuit. Ne voyez-vous pas que, dans la figure, le condensateur C est barré d'une flèche ? Dans les schémas, la flèche indique habituellement que la valeur de l'organe est variable. En l'occurrence, nous utilisons un condensateur à capacité variable ou, comme on dit brièvement, un « condensateur variable ».

IG. — Donc, en résumé, il y a dans l'antenne plusieurs courants de fréquences différentes. En modifiant la capacité du condensateur variable, vous en péchez chaque fois un seul dans le circuit oscillant. Nous avons alors entre les points A et B une tension alternative et... qu'en faisons-nous ?

CUR. — Cette tension est généralement faible. Il faut donc l'amplifier avant de lui faire subir d'autres traitements. Pour l'amplification, on se sert des lampes radio dont la prochaine fois, nous percerons les mystères.

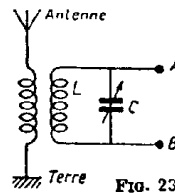


FIG. 23.

## Commentaires à la 6<sup>me</sup> Causerie

### FORMULE DE THOMSON.

$$T = 6,28 \sqrt{LC}$$

La période propre ou la période de résonance d'un circuit augmente avec l'augmentation de la self-induction ou de la capacité. Cela est parfaitement logique, car tout ce que nous avons appris au sujet de ces deux grandeurs montre que leur accroissement ne peut que ralentir les oscillations.

Bien mieux, le peu de formules que nous avons établies dans nos résumés nous permettront de déduire la formule de la résonance sans nous livrer à des acrobaties périlleuses.

La résonance a lieu, nous l'avons vu, lorsque l'inductance devient égale à la capacitance pour une certaine fréquence. Essayons de déterminer cette fréquence en établissant l'égalité énoncée.

L'inductance, cela a déjà été dit, est égale à

$6,28 f L$  où  $f$  est la fréquence et  $L$  la self-induction (en henrys).

De même, la capacitance est égale à  $\frac{1}{6,28 f C}$  où  $C$  est la capacité (en farads).

Notre égalité sera donc exprimée comme suit :

$$6,28 f L = \frac{1}{6,28 f C}$$

Nous avons ce que l'on appelle une équation. Il ne sera guère difficile de déterminer à quoi est égal  $f$ , la fréquence que nous cherchons. A cet effet, multiplions les deux membres (valeurs égales réunies par le signe =) par  $f$  et divisons-les par  $6,28 L$ . Nous obtenons :

$$f^2 = \frac{1}{6,28^2 L C}$$

Et pour terminer extrayons la racine carrée des deux membres :

$$f = \frac{1}{6,28 \sqrt{LC}}$$

Comme la période  $T$  est l'inverse de la fréquence  $f$ , nous pouvons également écrire :

Et voilà la FORMULE DE THOMSON établie avec toute la rigueur mathématique... ou presque. Car nous avons négligé la résistance ohmique qui, cependant, intervient, surtout si elle est de valeur relativement importante. Mais dans les circuits employés en radio, on s'efforce à réduire la résistance ohmique au minimum. Aussi, la formule que nous avons établie y demeure-t-elle parfaitement valable.

Elle nous montre, entre autre, que si nous augmentons la capacité (ou la self-induction), 4 ou 9 ou 16 ou 25 fois, la période n'augmentera respectivement que 2 ou 3 ou 4 ou 5 fois (et la fréquence diminuera autant de fois).

### SÉLECTIVITÉ.

Le phénomène de la résonance offre, en radio, la précieuse possibilité de SÉLECTIONNER, parmi les nombreuses émissions faites sur des fréquences différentes, celle que nous désirons recevoir. C'est grâce à leur SÉLECTIVITÉ que les récepteurs ne reproduisent pas simultanément toutes les émissions dont les ondes parcourent l'espace et engendrent des courants de HAUTE FRÉQUENCE dans l'antenne de réception.

Des circuits oscillants en nombre plus ou moins élevé (un récepteur de modèle courant en comporte cinq), disposés aux points appropriés des circuits électriques d'un récepteur, permettent de ne laisser passer que la fréquence caractéristique d'un émetteur à l'exclusion de toutes les autres.

C'est ainsi qu'un circuit oscillant placé dans l'antenne laissera aisément passer vers la terre tous les courants de fréquences diverses, sauf celui de sa fréquence de résonance. En opposant à celui-ci une impédance élevée, le circuit oscillant verra donc se former à ses bornes une tension alternative qui sera transmise à la suite des circuits d'utilisation du récepteur.

De même, si le circuit oscillant est, comme dans la figure 23, couplé à l'antenne par induction, seuls les courants de la fréquence de