

11

votre Carrière

REVUE de TECHNIQUE RADIO

magazine des futurs électroniciens



hebdomadaire pour la formation professionnelle - 10 - 16 mai 1965 - le numéro 1,60 F.

vosre Carrière

revue hebdomadaire

DIRECTION - ADMINISTRATION - ABONNEMENTS: Editions CHIRON - 40, rue de Seine
Tél. 633.18-93 - Paris (6^e) - C.C.P. 53-35.



La revue est en vente aux kiosques, chaque semaine: si le kiosque en est démuné, demandez l'envoi hebdomadaire directement à votre domicile.

Directrice: *Mme Etienne Chiron.*

Secrétaire de rédaction: *J. Lavergne*

ABONNEMENTS

Les abonnements peuvent être souscrits en cours d'année, à n'importe quelle date. Les numéros déjà parus au moment de la souscription seront envoyés en une seule expédition.

France - 1 an (52 numéros) = 70 F;
6 mois (26 numéros) = 38 F. - Etranger - 1 an = 90 F - Si vous possédez déjà des numéros, vous pouvez déduire la somme de 1,20 F par numéro.

Les anciens numéros peuvent être commandés séparément au prix unitaire (1,60 F).

Aucun envoi contre remboursement.

RENSEIGNEMENTS

Toute demande de renseignements doit être accompagnée d'une enveloppe timbrée à votre adresse.

PUBLICITE

PUBLEDITEC - 13, Rue C. Lecocq
Tél. 250.88-04 et 88-05 - Paris, 15^e.



Le Numéro précédent à été tiré à 30 238 exemplaires.

DISTRIBUTION

Nouvelle Messageries de la Presse Parisienne - 11, Rue Réamur - Paris.

COPYRIGHT

Dépôt légal éditeur 34 - 2^e trim. '65
Periodique N. 42.905 a la Commission Paritaire de la Presse.

Tous droits de reproduction, même partielle, réservés pour tous pays.

Sommaire

★ Courrier technique	Page 2
★ Chronique des métiers de la Radio	» 3
★ La capacité	» 5
★ Les condensateurs	» 14
★ Dictionnaire Anglais-Français d'Electronique	» 17
★ Symboles - Abréviations - Formules	» 27
★ Questions sur les 31 ^{ème} et 32 ^{ème} leçons	» 27
★ Réponses aux questions du numéro précédent	» 28
★ Caractéristiques électriques des principaux isolants	» 28
★ Code de couleurs des condensateurs	» 29
★ Code de couleurs des condensateurs au mica	» 30
★ Code de couleurs des condensateurs céramiques	» 31
★ Tolérances sur les valeurs des condensateurs	»
★ Signification des préfixes	» 31
★ Abaque pour le calcul de deux condensateurs en série	» 32
★ Informations	» 33
★ De la question du service « après vente » à l'universalité de l'écoute radio	» 34

Courrier technique

JEAN CLAUDE A. (Meurthe et Moselle) - J'ai 18 ans et je suis étudiant en électricité, en effet dans 2 mois je dois passer le CAP d'électro-mécanicien et je pense me perfectionner en électronique ou en radio. Dès sa parution, votre revue m'a intéressée et j'ai même réussi à intéresser mes camarades à ce cours de « technique radio ». J'ai vu dans le n. 4 qu'un lecteur vous ayant posé une questions vous lui avez répondu et c'est ce qui m'incite à mon tour à vous en poser une. Depuis 2 mois je me renseigne un peu partout parmi mes connaissances afin de connaître l'unité de « reluctance ». On m'a dit que c'était une unité C.G.S. ou M.K.S. mais qu'il en existait une autre et que seuls les ingénieurs ou techniciens la connaissent. C'est pourquoi je fais appel à vous. J'aimerais s'il vous plaît, que vous me donniez réponse à ma demande à domicile assez rapidement puisque j'en ai besoin. Je vous remercie d'avance et puis vous assurer que vous comptez en ma personne un fidèle lecteur qui vous félicite pour votre excellent ouvrage.

Nous vous remercions pour votre aimable appréciation sur notre revue.

L'unité de reluctance est assez mal définie. Certains proposent le « rel » (Voir Votre Carrière n° 5 - page 102) qui serait la reluctance d'un centimètre cube d'air, soit donc une section de 1 cm² sur 1 cm d'épaisseur.

L'Afnor, (Association française de Normalisation) consultée par nous, propose l'inverse d'une induction, donc ceci semble très logique, l'équation aux dimensions de la reluctance étant l'inverse d'une longueur, et celle de l'inductance étant une longueur.

Dans le système électromagnétique CGS, on trouve également le Gilbert par Maxwell, et dans le système P MKS le décigilbert par Weber.

A. METAU (Vosges) écrit: ici, dans l'est, il y a beaucoup d'émetteurs puissants. J'ai un très bon poste à transistors, avec « antenne ferrite incorporée » et je sais bien qu'en orientant mon poste j'évite certains brouillages. Quelle est la bonne règle d'emploi ?

Tout d'abord, rappelez-vous que le bobinage sur bâtonnet de ferrite se conduit comme un cadre de goniomètre placé sur un avion ou à bord d'un navire. C'est-à-dire que la position du cadre « à l'extinction » de l'émetteur sur lequel on est réglé, est beaucoup plus précise, plus nette, que la position de meilleure écoute de cet émetteur.

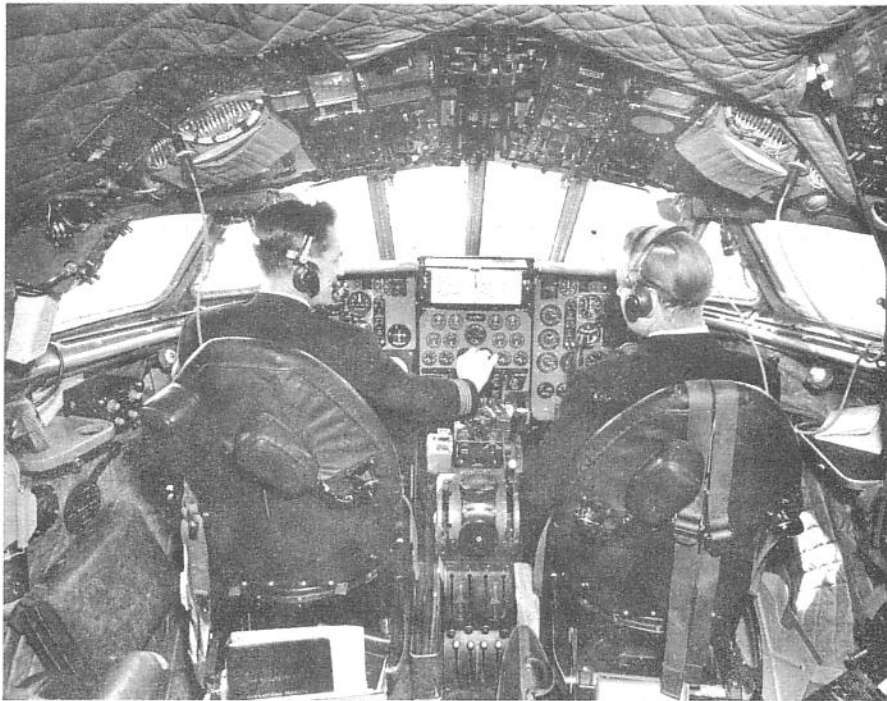
D'où il résulte deux méthodes:

a) si on est surtout désireux d'éliminer un « brouilleur », il faut d'abord régler le poste récepteur sur sa longueur d'onde, puis orienter l'appareil pour l'extinction la plus nette possible de ce brouilleur. Ensuite on recherchera les autres stations en faisant varier l'accord du récepteur, mais on n'en changera plus l'orientation.

b) si l'on désire surtout capter un émetteur déjà repéré, dans les meilleures conditions, on se règlera au mieux sur lui et avec niveau sonore à fond; puis on recherchera la position de l'appareil permettant de la faire disparaître (extinction) ou presque. L'extinction trouvée, on trace à la craie la ligne de position du récepteur, puis on soulève celui-ci et on le place exactement en croix par rapport à la précédente position. On se retrouve alors dans la position de réception maximum.

Il sera bon de corriger légèrement l'orientation si, par malheur, un brouilleur se trouve aussi dans cette direction.

La vie est faite de compromis, et l'écoute radio bien plus encore,



Equipement radio du "COMET,"

par J. STEPHANO

Le poste de pilotage du Comet IV B
en service actuellement. (Photo BEA).

Le 10 février 1953 la Compagnie U.A.T. mettait en service* les avions « Comet » construits par de Havilland. Le but de cette chronique n'est pas d'épiloguer sur le sort de ces avions de notre époque dans une rétrospective du transport aérien, mais de mettre en évidence les problèmes de radio soulevés par l'apparition du réacteur. En effet la vitesse de croisière étant passée presque instantanément des alentours de 450 km/h à près de 800 km/h, la question de la résistance aérodynamique — la traînée — se pose avec acuité. Il est donc obligatoire de la réduire au minimum, en carénant, en noyant les antennes, sans que cela nuise à leur rayonnement.

C'est donc sur le Comet que pour la première fois des solutions ingénieuses ont été trouvées et qui deviendront par la suite une pratique courante sur les Caravelles, DC. 8 et Boeing 707.

Dans les deux parties de cette chronique extraites de la revue « Contact » de l'Ecole Centrale d'Electronique, Messieurs Fallou et Stefano, anciens élèves, qui en tant que chefs Radio Exploitation et Matériel, ont participé à ces premiers vols nous les décrivent ainsi que l'installation de l'appareillage radio.

* Voir « votre Carrière » n° 10.

Le « Comet » est le premier avion commercial qui a été construit pour voler à une vitesse approchant 800 kilomètres/heure et à l'altitude de 12 000 mètres, il lui fallait donc un équipement radio adapté à ces nouvelles conditions de vol.

Pour réaliser et mettre au point cet équipement, les Techniciens de chez De Havilland et Marconi eurent à résoudre des problèmes difficiles, particulièrement pour remplacer les antennes classiques extérieures par des aériens « noyés » n'offrant aucune résistance à l'avancement et n'altérant pas la solidité de l'avion.

Il fallait en plus un matériel radio robuste et sûr permettant à la fois des liaisons rapides à courte, moyen-

ne, et longue distance, et l'utilisation rationnelle des meilleurs moyens de radio-navigation.

Autant de problèmes qui ont été résolus pour les « Comet » exploités par l'UNION AEROMARITIME DE TRANSPORT, grâce aux progrès réalisés dans le domaine de la radio et de l'électronique.

Dans le chef-d'oeuvre magnifique qu'est cet avion de 50 tonnes, ce qui étonne peut-être le plus les techniciens, c'est de constater que la ligne du « Comet » est restée absolument pure et, que rien, absolument rien, pas même une « antenne fouet », ne dépare cette ligne.

Mais où sont donc les antennes?... C'est la question qui nous est posée le plus fréquemment.

Celle qui sert pour HF est constituée par la dérive même de l'avion. Elle est isolée de la masse par un cadre en bois supercompressé qui la fixe solidairement à l'empennage, et elle peut être mise à la masse par un vérin électrique, commandé de la station radio.

L'antenne VHF, encore plus singulière, présente la forme d'un éventail, et est placée sous une protection en « fibre-glass » au sommet de la dérive. Son feeder traverse l'antenne HF et grâce à un système de filtre astucieusement disposé, il est possible d'utiliser la HF et la VHF simultanément, sans être gêné par les interférences de l'une sur l'autre.

L'aérien du localiser a été logé dans le saumon de l'empennage gauche, tandis que celui du V.O.R. est camouflé dans le saumon de l'empennage droit, toujours sous une protection en « fibre - glass ».

L'aérien du récepteur de Marker Beacon a la forme d'un U. Il est caché à l'implanture de l'aile gauche, sous une protection en « fibre-glass ».

Les cadres des 2 radio-compas sont en forme de brique à noyau de fer, complètement noyés sous une plaque isolante à la partie supérieure de l'avion et leurs antennes de lever de doute enroulées autour.

Il faut reconnaître que ces dernières antennes sont

assez peu sensibles par rapport aux cadres et qu'elles ont été avantageusement remplacées par une nouvelle antenne ultra-plate, en forme de planche à repasser, fixée sous l'avion, et couplée électroniquement aux deux radio-compas.

L'antenne du glide-path est un simple doublet situé dans le cockpit, derrière le pare-brise pilote, et les trois antennes du Rebecca sont des cavités résonnantes logées dans les gorges taillées dans le nez et recouvertes de fibre - glass.

Six petites galettes logées dans les portes du train avant forment une antenne de secours pour l'un des récepteurs HF/MF et enfin, le logement non pressurisé du nez est prévu pour y mettre le « scanner » d'un radar anti-collision.

Le fonctionnement de ces antennes noyées est encore peu connu et intéresserait sans doute un certain nombre de Camarades de l'E.C.T.S.F.E., mais une étude même sommaire de l'une d'elles sortirait du cadre de cette description rapide.

Quant à l'installation radio elle-même, elle est groupée en grande partie dans le cockpit, sur un panneau situé au-dessus de la table radio.

Chaque élément d'une hauteur et d'une profondeur standard est alimenté par une prise multiple, fixée sur le fond du support, et est facilement démontable.

L'ensemble de la station radio est constitué par deux émetteurs HF Marconi de 80 à 100 watts antenne, type AD. 107 - 2 à 18,5 MHz à 10 fréquences préréglées qui seront bientôt modifiés pour donner 20 fréquences préréglées. Ils sont associés à deux excellents récepteurs Marconi type AD 94 HF/MF couvrant les bandes de 2 à 18,5 MHz et 150 kHz à 510 kHz. Les lectures sont rendues très précises par l'utilisation d'un ruban gradué long d'une dizaine de mètres et un circuit oscillateur à quartz permettant de vérifier l'étalement tous les 250 kHz.

Les deux radio-compas Marconi du type AD 7092 B sont des superhétérodynes très sensibles et très sélectifs, utilisant des cadres spéciaux ultra-plats et des systèmes de transmission DESYN-AYSYN et MOTAY-SYN. Ils sont utilisables soit en position automatique, soit en position manuelle. Les deux émetteurs-récepteurs VHF - STR.12.D sont

fournis par Standard Telephones et Cables Limited. Ils sont d'une conception très moderne. Sous un volume et un poids réduits, ils permettent chacun d'émettre sur 70 fréquences avec une puissance de 15 watts antenne. Ils possèdent la particularité de pouvoir passer d'une fréquence à une autre instantanément, en affichant simplement la nouvelle fréquence sur deux boutons de commande. Plus de moteurs de changement de fréquences..., on utilise seulement 24 quartz dont 14 sont communs à l'émission et à la réception pour les fréquences en mégahertz entiers et 5 pour les décimales impaires de mégahertz du récepteur.

Par l'utilisation d'un certain nombre de circuits doubleurs et de filtres de fréquences, on arrive ainsi à produire 70 fréquences à l'émission et à la réception avec 24 quartz. A noter, qu'il est possible de produire 140 fréquences dans les mêmes conditions en ajoutant seulement 10 quartz de plus pour l'utilisation des décimales paires à l'émission et à la réception.

L'ILS SR 14 A/SR 15 A, également fourni par Standard Telephones et Cables Limited, est classique. Il se compose d'un récepteur localiser, d'un récepteur glide-path d'un Marker beacon.

Pour faire la sélection des écoutes, trois sont possibles simultanément d'une part, et pour permettre à tous les membres de l'équipage de communiquer entre eux, d'autre part, chacun d'eux dispose d'une boîte d'écoute et d'intercommunication assez compliquée, fabriquée par LTRA Electric Limited.

Pour compléter cette installation radio proprement dite, il existe quelques instruments spéciaux qui ne manquent pas d'intérêt.

D'abord le Rebecca AN/APN-2 qui est un radar mesureur de distance. Il fonctionne en conjugaison avec des « responder beacon » du type Eureka ou D.M.E. La lecture de distance se fait directement sur un écran cathodique gradué en milles marins.

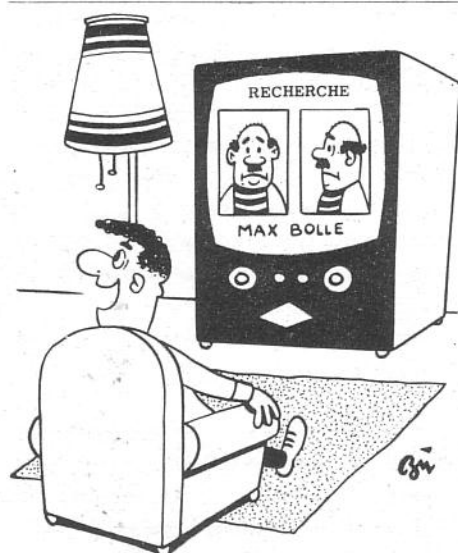
Ensuite le ZERO READER « Sperry » Z.L. 1 qui peut recevoir les signaux d'erreurs de six instruments à la fois (gerosyn, compas, altimètres, ILS, etc...). Le flight computer en fait un cocktail judicieusement dosé qui se traduit simplement par le déplacement de deux aiguilles perpendiculaires sur un petit cadran. Il suffit au pilote de maintenir les deux aiguilles au centre, pour suivre la meilleure ligne de vol, même au cours d'une procédure d'arrivée.

Pour aider le pilote à suivre la ligne de vol idéale, il dispose en plus d'un pilote automatique électronique Smith type SE. P1 qui actionne les commandes de vol par l'intermédiaire de servodynes hydrauliques.

Il existe encore un grand nombre d'appareils électroniques, tels que les jaugeurs de réservoirs de Kérosène et le contrôleur de température. Il serait trop long de les énumérer tous.

Enfin au total quelques 300 lampes radio sont en service à bord du « Comet ».

Tout ceci paraît tellement énorme quand on songe au P.P. 4 A à étincelles et à la boîte A à galène de nos débuts, qu'il paraît difficile de faire mieux dans ce domaine; j'ai pourtant la certitude que les développements de la radio et de l'électronique permettront bientôt des réalisations encore bien plus belles.



« Emma, viens vite, ton frère passe à la télévision! ».

LA CAPACITE

Après avoir examiné en détail, dans les leçons précédentes, deux éléments de base des circuits électro-
niques, qui sont, la résistance et l'inductance, nous
allons maintenant étudier un troisième élément, non
moins important: la capacité.

Nous savons déjà que l'inductance est du domaine
magnétique, du fait que le courant passant dans une
bobine crée tout autour d'elle un champ magnétique;
la capacité, elle, est exclusivement du domaine électri-
que: la tension appliquée aux bornes d'un condensa-
teur créant un champ électrique entre ses plaques.

Nous avons déjà employé des condensateurs — tant
fixes que variables — lors de la construction des ré-
cepteurs de radio très simples décrits dans une leçon
précédente; nous avons, alors, donné quelques indi-
cations sommaires sur leur aspect, leurs caractéristi-
ques et leur principe de fonctionnement.

Partant de ces éléments déjà connus, dont certains
seront répétés ici, nous allons développer complète-
ment ce sujet, en lui donnant toute l'importance qu'il
mérite.

CHARGE D'UN CONDENSATEUR

Le circuit série de la figure 1 bis comprend un con-
densateur dont le diélectrique est l'air, un galvano-
mètre, un inverseur et une source de courant continu.

Les surfaces conductrices « A » et « B », sont les ar-
matures du condensateur. Quand l'inverseur est dans
la position 1, elles sont toutes deux au même potentiel
et contiennent un nombre égal de charges positives et
négatives. Plaçons maintenant le contacteur dans la
position 2; les électrons se trouvant sur l'armature
« A » sont attirés par le pôle positif de la pile et,
en conséquence, cette électrode se charge positivement,
c'est-à-dire qu'elle perd ses électrons. Le pôle né-
gatif de la pile fournit à l'armature « B » un certain
nombre d'électrons, la chargeant d'électricité négative,
c'est-à-dire avec un excès d'électrons. Ces électrons
ne peuvent passer à travers le condensateur étant
donné que les armatures sont séparées par un bon iso-
lant, l'air. C'est ainsi que, chaque fois qu'un conden-
sateur est relié à une source de tension, il se charge
immédiatement. La charge positive sur une des élec-
trodes induit toujours une charge négative sur l'au-
tre; ces charges, bien que de signes contraires, ont
toujours la même valeur.

Le diélectrique — qui est un bon isolant — ne per-
met pas le passage du courant continu. Toutefois, lors-

que l'inverseur passe de la position 1 à la position 2,
l'aiguille du galvanomètre accuse une brève déviation
vers la droite, dénotant, ainsi, un passage instantané
d'électrons de l'électrode « A » vers l'électrode « B ».
On dit que le condensateur s'est « chargé » pendant ce
court laps de temps.

Pendant le passage de ce courant, une différence de
potentiel prend naissance aux bornes du condensateur,
elle est égale à la tension de la pile. Une fois que
cette tension est atteinte, le passage du courant cesse
et le condensateur se trouve être complètement char-
gé. Le condensateur se charge donc sous une tension
égale, mais de polarité opposée, à celle de la pile.

Les charges opposées de chacune des électrodes s'at-
tirent réciproquement, mais ne peuvent venir en con-
tact en raison de la présence du diélectrique. Les char-
ges produisent dans celui-ci un champ électrique, re-
présenté sur la figure par des lignes en pointillés. Ce
champ représente l'énergie électrique emmagasinée dans
le diélectrique même.

Enfin, si nous plaçons l'inverseur dans la position 3,
la source d'énergie est débranchée du circuit, mais le
condensateur reste chargé, les électrons n'ayant au-
cune voie pour s'échapper.

DECHARGE D'UN CONDENSATEUR

Supposons maintenant que nous replaçons l'inver-
seur sur la position 1. Au moment de la fermeture du
circuit, on a un passage instantané de courant qui pro-
voque la déviation de l'aiguille du galvanomètre vers
la gauche. Ce courant passe dans le sens inverse du
courant de charge, on dit que le condensateur s'est
« déchargé ».

Les électrons en excès sur l'électrode « B » se dé-
placent vers l'électrode « A », jusqu'à ce que l'équilibre
soit à nouveau réalisé, c'est-à-dire jusqu'à ce que les
deux armatures soient redevenues neutres. Le courant
cesse, alors, de passer et la différence de potentiel aux
bornes du condensateur est nulle.

LE CHAMP ELECTRIQUE

Voyons, maintenant, d'une manière plus approfon-
die, ce qui se passe dans le diélectrique pendant la
charge et la décharge d'un condensateur. Nous sa-
vons qu'une matière isolante ne contient que peu d'é-
lectrons libres; toutefois, les électrons des atomes d'un
isolant peuvent être déplacés ou obligés de prendre

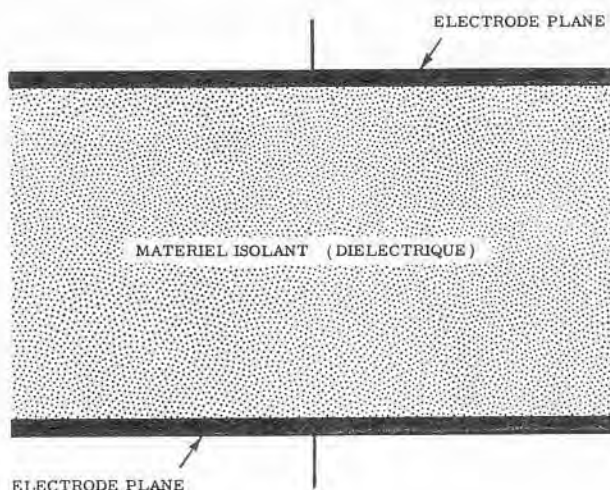


Fig. 1 - La figure illustre dans sa version la plus élémentaire, la structure d'un condensateur à électrodes planes, de laquelle dérive tous les divers types que nous examinerons en détail dans la prochaine leçon. Il est constitué de deux ou plusieurs blindages métalliques séparés par un matériau isolant dit diélectrique dont les propriétés sont décrites dans le texte.

une nouvelle position sur leur orbite lorsqu'on applique une tension électrique à l'isolant. Nous reportant à nouveau à la figure 1, nous noterons que les électrons de l'électrode « B » exercent, lorsque le condensateur est chargé, une force de répulsion sur les électrons des atomes du diélectrique. De même, l'électrode « A », chargée positivement, exerce une attraction sur ces mêmes électrons. Sous l'action de ces forces combinées, les électrons du diélectrique, quoique ne pouvant abandonner les orbites des atomes auxquels ils appartiennent, prendront une nouvelle position. Ces déplacements d'électrons produisent un faible et bref courant dans le diélectrique. Etant donné que ce courant est produit par le déplacement des électrons sur les orbites des atomes du diélectrique, on l'appelle **courant de déplacement**.

Lorsque la tension ayant servi à la charge du condensateur est supprimée, le condensateur reste chargé et les électrons déplacés dans le diélectrique restent sur leurs nouvelles positions, en état de tension. Lors de la décharge, ils reviennent à leurs positions primitives, ce qui donne lieu à un déplacement en sens inverse.

C'est parce que les électrons du diélectrique peuvent osciller d'avant en arrière, que les condensateurs permettent le passage du courant alternatif. Mais, comme ces électrons ne peuvent se déplacer constamment dans une même direction, les condensateurs ne permettent pas le passage du courant continu.

CONSTANTE DIELECTRIQUE

Si, à la place de l'air, nous employons le mica, comme diélectrique, le passage du courant dans le circuit extérieur est plus important, le champ électrique, plus intense et l'énergie emmagasinée, plus grande. Ceci provient du fait que le mica et les autres isolants sont meilleurs conducteurs que l'air pour les lignes de force électrique.

Si nous chargeons sous la même tension, deux condensateurs ayant des armatures de dimensions égales, mais des diélectriques différents, nous trouverons que

le nombre des lignes de force est différent pour chacun d'eux. Le rapport entre les lignes de force produites dans un isolant et le nombre de celles produites dans l'air s'appelle **constante diélectrique** ou *pouvoir inducteur spécifique* de cet isolant. Par exemple, si la constante de l'air est égale à 1, celle du mica est de 6 (en moyenne) et celle de l'huile de 2 environ. Le pouvoir inducteur spécifique est représenté par la lettre *K* dans les équations relatives aux condensateurs.

La capacité d'un condensateur peut relativement être comparée au volume d'un récipient. La quantité de liquide qu'il est possible d'introduire dans un récipient est fonction de ses dimensions; mais dans un condensateur, la quantité de charges électriques qui peut être emmagasinée ne dépend pas seulement des dimensions de ses armatures, elle dépend aussi pour une large part de la constante ou pouvoir inducteur spécifique du diélectrique. C'est ainsi que la capacité d'un condensateur à armatures planes, employant le mica comme diélectrique, est plus de six fois supérieure à celle d'un condensateur de dimensions identiques dont le diélectrique est l'air.

APPLICATION DES CONDENSATEURS AUX CIRCUITS

Pendant la charge ou la décharge d'un condensateur, le passage du courant est instantané. Quand un condensateur se charge, la tension à ses bornes augmente progressivement, tout comme dans une chambre à air, la pression augmente au fur et à mesure qu'on la gonfle.

Quand une tension continue est appliquée aux bornes d'un condensateur, le courant passe tant que la tension augmente (de sa valeur initiale à celle de la source d'énergie). Ce n'est que pendant la durée de cette augmentation de tension que le galvanomètre indique le passage d'un courant dans le circuit. Quand on applique une tension alternative à ce même condensateur, le courant passe d'une manière continue entre les deux électrodes, puisque, comme nous le savons, une tension alternative varie continuellement d'amplitude. C'est ainsi qu'un condensateur permet le

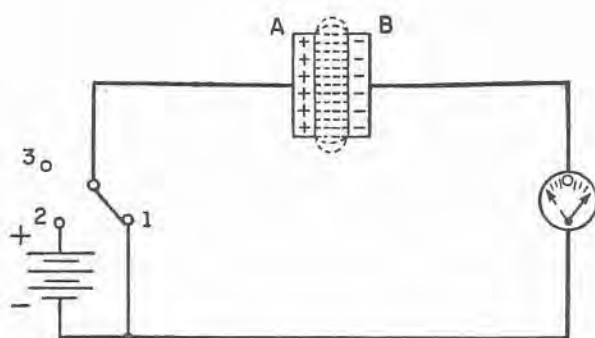


Fig 1 bis - Circuit de démonstration de la charge d'un condensateur. Avec le contacteur dans la position « 1 » les armatures « A » et « B » sont toutes deux au même potentiel (elles sont neutres). En plaçant le contacteur sur la position « 2 », la charge se produit; sous l'effet du courant de la pile, les électrons vont de « A » au pôle positif de la pile, tandis que celle-ci fournit des électrons à « B ». Le galvanomètre, en cet instant, indique le brusque passage d'un courant, ce qui dénote que le condensateur se charge. En plaçant le contacteur sur la position « 3 », le circuit est ouvert et le condensateur reste chargé.

passage d'un courant dans le circuit quand la tension varie à ses bornes.

Etant donné qu'un condensateur laisse passer le courant alternatif et arrête le courant continu, on peut en conclure que son action est inverse de celle d'une inductance, qui laisse passer le courant continu et oppose une forte résistance au passage du courant alternatif.

Les condensateurs sont employés pour divers usages. Dans certains circuits, par exemple, il faut empêcher le courant alternatif de passer dans certains éléments; dans ce cas, on branche un condensateur de « découplage » (en anglais « by pass ») en parallèle sur ces éléments; le courant alternatif passera plus facilement par le condensateur que dans l'élément du circuit à protéger. Nous avons déjà rencontré un cas de ce genre lors de la description des récepteurs à cristal. Le lecteur se rappellera qu'un condensateur de découplage (de fuite) pour la Haute Fréquence est placé, après le détecteur, aux bornes du casque; il a pour objet d'éviter que la H.F. ne passe dans les écouteurs, ce qui aurait pour effet de nuire à la stabilité et à la qualité de la réception.

Le courant continu, par contre, passe normalement dans un circuit « découplé », car le condensateur mis en parallèle n'affecte en rien le passage de ce type de courant qui ne peut le traverser.

Dans d'autres circuits, il est nécessaire, par contre, d'empêcher le passage du courant continu dans un élément déterminé. Dans ce second cas, un condensateur mis en série avec cet élément bloque le courant continu, tout en permettant le passage du courant alternatif.

UTILISATION DES CONDENSATEURS

On utilise les condensateurs pour remplir deux fonctions différentes. La première consiste à les employer pour emmagasiner de l'énergie. Quand un condensateur est chargé, nous avons dit qu'une électrode accumule un excès d'électrons, tandis que l'autre en perd, puisque les électrons ne peuvent traverser le diélectrique. Mettant à profit cette possibilité de stockage

d'énergie, on peut 1) charger un condensateur au moyen d'une pile ou de toute autre source de courant continu, 2) maintenir cette charge pendant le temps désiré, ou bien 3) contrôler le temps de charge et de décharge.

La seconde fonction des condensateurs consiste en leur utilisation comme éléments de couplage. Dans ce cas, on met à profit la propriété qu'ils ont de laisser passer le courant alternatif, tout en bloquant le courant continu. Il convient de remarquer que, lorsque nous disons que le courant alternatif traverse le condensateur, il ne s'agit pas, à proprement parler, d'un véritable courant électronique circulant à travers le diélectrique. On a, en réalité, un courant d'électrons qui se déplacent en avant et en arrière de l'armature et, par suite, le courant traversant le condensateur est un courant de déplacement. L'amplitude de celui-ci est égale à celle du courant d'électrons; toutefois, on dit couramment que le courant alternatif passe à travers un condensateur.

L'opposition que présente un condensateur au passage du courant est inversement proportionnelle à la fréquence, c'est-à-dire que la résistance opposée diminue quand la fréquence augmente. Dans un circuit convenablement étudié, un condensateur de couplage (ou condensateur de liaison) doit permettre le passage du courant alternatif (dans les limites des fréquences de fonctionnement du circuit) sans atténuation appréciable. Dans ce cas, une chute de tension minimum se produit à ses bornes et presque toute la tension alternative utile, dite **tension du signal**, se retrouve aux bornes de la charge d'utilisation.

Les points les plus importants à retenir, en ce qui concerne les condensateurs employés comme dispositifs de couplage ou de liaison, sont les suivants:

- 1) Le signal (courant alternatif) traverse le condensateur à la vitesse de la lumière et avec une perte d'amplitude négligeable.
- 2) Les deux armatures du condensateur suivent les variations du signal quasi instantanément.
- 3) La chute de tension aux bornes du condensa-

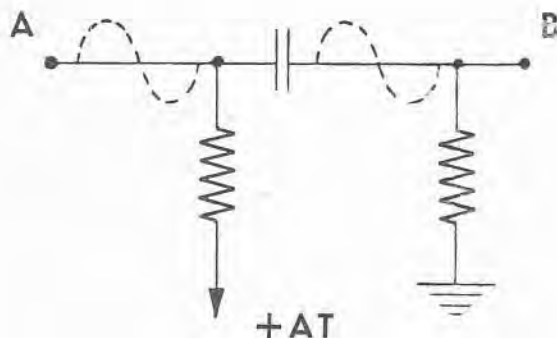


Fig. 2 - Parmi les multiples emplois des condensateurs figure la « liaison » ou le « couplage » entre deux circuits. On utilise, ici, le fait qu'un condensateur permet le passage du courant alternatif, tout en empêchant celui du courant continu. Dans ce schéma, on trouve en « A » un courant continu (en provenance du point « +AT ») et, simultanément, un courant alternatif est bloqué. Ce type de circuit est fréquemment employé en électronique.

teur est négligeable.

- 4) Pendant la durée du cycle du courant alternatif, la charge et la décharge du condensateur ne sont pas appréciables.

La figure 2 illustre un circuit de liaison entre les deux points A et B. Le signal présent en A passe à travers le condensateur sans subir de changement de phase ou de variation d'amplitude. Le condensateur se comporte comme un véritable conducteur pour le signal. Il faut, en outre, signaler que le condensateur, dans le circuit de la figure 2, joue un autre rôle: il empêche le courant continu (+AT) alimentant le point A, de passer vers le point B qui est au potentiel de la masse.

UNITE DE CAPACITE

La propriété que possède un condensateur de permettre le passage d'un courant quand la tension appliquée à ses bornes varie, est fonction de sa capacité.

La capacité d'un condensateur se mesure en farad, du nom du physicien anglais, Michel Faraday.

Un condensateur a une capacité de 1 farad quand une variation de 1 volt par seconde produit un courant de 1 ampère à travers le condensateur.

Le farad est une unité bien trop grande pour les usages pratiques et les condensateurs employés dans les circuits électroniques se mesurent en microfarads ou en picofarads (micro-microfarads). *Un microfarad est égal à la millionième partie d'un farad (10^{-6} farad) et un picofarad (micro-microfarad) à la millionième partie d'un microfarad (10^{-12} farad).*

La capacité d'un condensateur se mesure en farads, et dépend de trois facteurs: la surface des armatures, la distance entre ces armatures et la nature du diélectrique.

Les raisons en sont les suivantes:

- 1) La différence de potentiel entre les armatures d'un condensateur provoque la formation de lignes de flux électrique à l'intérieur du diélectrique. Ces lignes sont illustrées par les traits verticaux placés entre les électrodes du condensateur de la figure 3-A. Il apparaît évident que, si la surface des armatures

est augmentée, le nombre de lignes augmente en même temps et provoque le passage d'un courant plus important.

- 2) Si l'on rapproche les armatures, diminuant ainsi l'épaisseur du diélectrique, la distance que doivent parcourir les lignes de force devient moins grande et le courant passe sous une plus grande intensité. Pour cette raison, le condensateur illustré sur la figure 3-B, à l'extrême droite, a une capacité plus importante que celui de gauche.
- 3) Si dans un condensateur donné on remplace le diélectrique « air » par du mica, la capacité devient six fois plus grande, par le fait que la constante diélectrique, ou pouvoir inducteur spécifique, K , du mica est six fois plus forte que celle de l'air.

La capacité d'un condensateur à armatures parallèles est donnée par la formule:

$$C = \frac{K A}{d} \times 0,0885$$

dans laquelle C est la capacité en picofarads (pF) ou micro-microfarads ($\mu\mu F$); K , la constante diélectrique, ou pouvoir inducteur spécifique, de l'isolant placé entre les armatures, A la surface d'une armature en cm^2 et d la distance, en cm, qui sépare les armatures c'est-à-dire l'épaisseur du diélectrique, le coefficient 0,0885 dépendant des unités.

On déduit de cette équation que la capacité d'un condensateur à armatures parallèles est: 1) directement proportionnelle à la surface des armatures opposées; 2) inversement proportionnelle à leur distance (c'est-à-dire à l'épaisseur du diélectrique) et 3) directement proportionnelle à la constante diélectrique K .

La capacité d'un condensateur peut être définie également en fonction de la quantité d'énergie qu'il peut emmagasiner lorsqu'on applique une différence de potentiel donnée à ses bornes. C'est ainsi que: **un condensateur ayant une capacité de 1 farad peut emmagasiner une charge de 1 coulomb quand la différence de potentiel est de 1 volt.**

En exprimant cette définition sous forme d'équa-

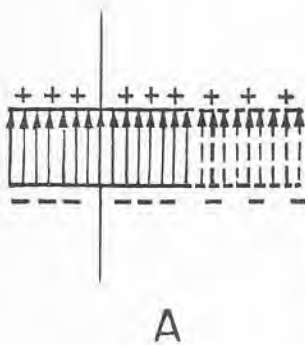


Fig. 3 A - La différence de potentiel existant entre les deux armatures produit des lignes de force — figurées par des flèches — à l'intérieur du diélectrique. Si l'on augmente la surface (partie en pointillé) le nombre des lignes de force augmente également.

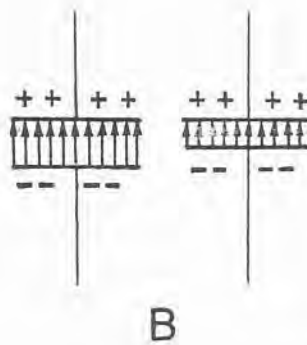


Fig. 3 B - De deux condensateurs ayant la même surface d'armatures, c'est celui qui a le plus petit écartement (entre les armatures), c'est-à-dire le diélectrique le plus mince, qui laisse passer le plus de flux — sa capacité est donc plus forte.

tion, on a :

$$Q = CE$$

dans laquelle Q est la quantité d'électricité emmagasinée en coulombs; C est la capacité du condensateur en farads et E la différence de potentiel en volts.

On en déduit qu'à tension égale, un petit condensateur ne peut emmagasiner qu'une charge inférieure à celle pouvant être reçue par un condensateur de plus grande capacité.

En électronique, il est pratiquement impossible de se trouver en présence d'une capacité d'une valeur de 1 farad, car cette capacité est énorme. Comme nous l'avons dit plus haut, les capacités sont de l'ordre du microfarad ou du picofarad.

TENSION DE SERVICE DES CONDENSATEURS

Pour décider du choix d'un condensateur destiné à remplir une fonction déterminée dans un circuit, il est nécessaire de considérer. 1) La valeur de la capacité requise pour le fonctionnement de ce circuit et 2) la tension à laquelle le condensateur sera soumis. Si cette tension est trop élevée, le diélectrique ne pourra la supporter et il se percera ou se carbonisera. Le condensateur sera, alors, en court-circuit et laissera passer le courant continu, ce qui peut avoir de graves conséquences pour les autres éléments du circuit. C'est pourquoi chaque type de condensateur est prévu pour fonctionner sous une tension qu'il ne faut pas dépasser.

La **tension de service** d'un condensateur (T.S.) est la tension maximum qui peut être appliquée d'une manière continue à ses bornes sans risquer de l'endommager. Elle dépend: 1) de la nature du diélectrique et, 2) de l'épaisseur de celui-ci.

Comme nous le savons, la capacité d'un condensateur diminue quand augmente l'épaisseur du diélectrique; en conséquence, un condensateur pour haute tension — dont le diélectrique est forcément plus épais — devra avoir des armatures d'une plus grande surface que celles qui sont nécessaires à un condensateur de même capacité, prévu pour fonctionner sous des tensions plus faibles — dont le diélectrique sera plus mince.

La tension maximum dépend également, dans une certaine mesure, de la fréquence de travail, car les

pertes dans le diélectrique, et l'échauffement qu'elles provoquent, augmentent avec la fréquence de la tension appliquée aux bornes du condensateur.

Un condensateur prévu pour fonctionner sous une différence de potentiel de 500 V, en courant continu, ne peut fonctionner, avec la même sécurité, en courant alternatif de même valeur efficace. En effet — nous l'avons vu dans une leçon précédente — une tension alternative varie de 0 à sa tension maximum, cela deux fois par cycle; c'est cette tension de crête qu'il faut prendre en considération. Dans le cas mentionné ci-dessus, étant donné qu'un courant alternatif dont la tension efficace est de 500 V a une tension de crête de 707 V, ($500 \times \sqrt{2}$) il est évident qu'un condensateur prévu pour fonctionner sur ce courant alternatif devra avoir une tension de service minimum de 750 V. La valeur de la tension de pointe que peut atteindre un courant continu pulsé est incertaine; on choisira donc, dans ce cas, un condensateur ayant la même marge de sécurité que celle prévue pour le courant alternatif, c'est-à-dire que sa tension de service devra être de 50% plus élevée que la tension efficace. D'une manière générale il faut s'assurer que la tension de service d'un condensateur soit toujours plus grande que la plus forte tension présente dans le circuit dont il fait partie.

CONDENSATEURS EN SERIE

Quand plusieurs condensateurs sont branchés en série, la capacité totale de l'ensemble est égale à celle qu'aurait un condensateur unique ayant la même surface que le plus petit d'entre eux, mais avec un diélectrique de plus forte épaisseur. Nous savons que, si nous maintenons constante la surface des armatures, la capacité sera d'autant plus faible que le diélectrique sera plus épais. C'est ainsi que, dans le cas de condensateurs en série, la capacité totale est inférieure à celle du condensateur ayant la plus petite capacité.

La **figure 4-A** montre deux condensateurs branchés en série. Chacun d'eux a un diélectrique d'épaisseur X . L'effet obtenu est le même que celui qui se produirait si nous éliminions les deux armatures internes (celles qui sont reliées ensemble) et que nous substituions,

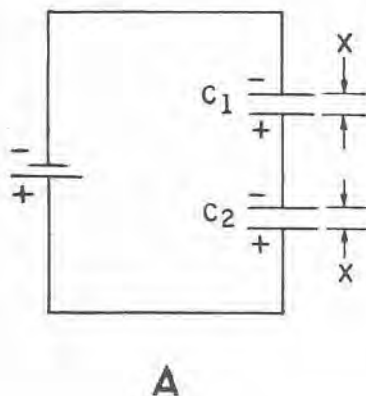
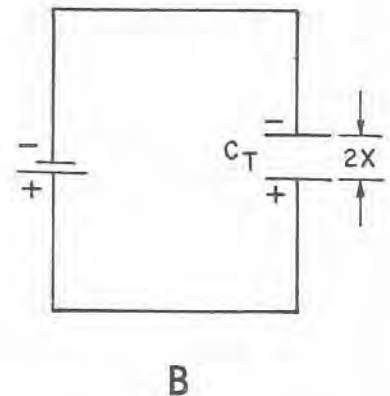


Fig. 4 - En reliant en série deux condensateurs, C_1 et C_2 , ayant chacun un diélectrique de même épaisseur, X , (figure A), on obtient le même effet qu'en utilisant un condensateur unique, C_T , (figure B) ayant un diélectrique d'épaisseur double, ($2X$); c'est-à-dire une capacité plus faible. Par contre, la tension de service de l'ensemble sera plus élevée.



ainsi, aux deux condensateurs, C_1 et C_2 , un condensateur unique C_T ayant la même surface et un diélectrique $2X$, égal à la somme des épaisseurs des deux diélectriques, comme la montre la figure 4-B.

La capacité totale d'un ensemble de condensateurs mis en série est donnée par la formule suivante:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

Etant donné que l'épaisseur du diélectrique augmente quand les condensateurs sont en série, la tension de service de l'ensemble augmente également. Théoriquement, la tension de service de l'ensemble devrait correspondre à la somme des tensions de service de chacun des éléments, mais il convient de se rappeler que la tension aux bornes des condensateurs varie en fonction inverse de leur capacité.

Considérons un condensateur de 0,1 microfarad en série avec un autre de 0,2 microfarad, sous une tension alternative de 300 V. Le premier aura à ses bornes une tension de 200 V, c'est une supposition, tandis que l'autre n'aura qu'une tension de 100 V. Toutefois la tension continue, éventuellement présente, se divise en proportion directe de la résistance ohmique des deux diélectriques, résistance qui n'est pas la même.

En effet, d'une manière générale, les qualités d'isolement d'un condensateur diffèrent sensiblement d'un échantillon à un autre, même si les deux capacités sont d'égales valeurs; il est alors évident, que la tension continue aux bornes de chacun d'eux ne sera pas la même. L'exemple suivant nous permet d'illustrer ce fait: supposons que deux condensateurs de 0,1 μF - 500 V, soient branchés en série et qu'une tension continue de 1 000 volts soit appliquée aux bornes de l'ensemble. Si la résistance au courant continu de l'un est de 45 mégohms et celle de l'autre de 15 mégohms, la tension aux bornes du premier sera trois fois plus grande que celle aux bornes de l'autre. C'est ainsi que ces deux condensateurs ayant la même tension de service de 500 volts ne peuvent être branchés en série sans précautions spéciales, lorsque la différence de potentiel auquel est soumis l'ensemble est de 1 000 volts.

En effet, le premier aurait une tension de 750 volts entre ses armatures, tandis que le second n'aurait que 250 volts. Cela signifie que le condensateur présentant la plus grande résistance serait rapidement détérioré et, qu'ensuite, la tension de 1 000 volts se trouverait toute entière aux bornes du second qui ne tarderait pas à claquer également. On peut éviter un tel inconvénient en branchant, en parallèle sur chaque condensateur, une résistance de valeur relativement basse, par rapport à celle des condensateurs, soit 1 mégohm, par exemple.

Quand les condensateurs sont utilisés pour bloquer une tension continue, leur résistance devient un facteur important. C'est ainsi que, par exemple, la pratique enseigne que pour un condensateur de liaison la résistance offerte par le condensateur au passage du courant continu, doit être supérieure à 50 mégohms; si elle est inférieure, le condensateur doit être remplacé.

CONDENSATEURS EN PARALLELE

Le branchement de condensateurs en parallèle équivaut, pratiquement, à augmenter la surface des armatures (figure 5). Puisque l'augmentation de la surface entraîne une augmentation de la capacité, la capacité totale d'un ensemble de condensateurs montés en parallèle est égale à la somme des capacités individuelles. C'est ainsi que l'on a:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_{\dots}$$

On notera en passant que, tandis que les condensateurs en série se comportent, en ce qui concerne la valeur résultante, comme les résistances en parallèle, les condensateurs en parallèle se comportent, réciproquement, comme les résistances en série.

La tension de service d'un groupement de condensateurs en parallèle est égale à celle du condensateur ayant la plus faible tension de service.

LES CONDENSATEURS DANS LES CIRCUITS A COURANT CONTINU

Nous avons déjà vu les effets d'un champ magnétique sur un circuit inductif. Quand un courant continu

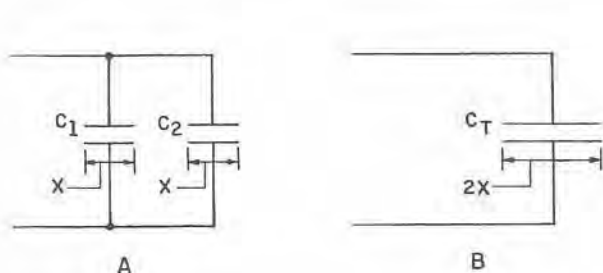


Fig. 5 - En reliant en parallèle deux condensateurs, C_1 et C_2 , ayant tous deux la même surface d'armatures, X , (figure A), on obtient le même effet qu'en employant un condensateur unique, C_T , ayant une surface égale au double de la surface de chaque condensateur ($2X$); la capacité totale sera donc plus grande. La tension de service sera égale à celle du condensateur ayant la tension la moins élevée.

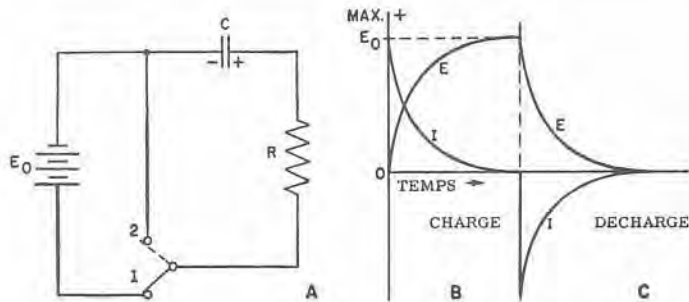


Fig. 6 - En plaçant l'inverseur dans la position « 1 », le condensateur se charge à la tension de la pile. Le courant de charge, maximum à l'instant de la fermeture du circuit, diminue graduellement (figure B) au fur et à mesure qu'une tension, de signe opposé à celle de la pile, prend naissance aux bornes du condensateur. La charge cesse quand ces deux tensions sont égales.

est appliqué brusquement à une bobine, le champ magnétique qui se développe fait que le courant est en retard sur la tension. Nous savons aussi qu'il se produit, dans le bobinage, un potentiel opposé, proportionnel aux variations du courant, qui atteint sa valeur maximum quand ces variations sont très rapides. Nous savons également que, quand le champ magnétique cesse brusquement, le courant décroît d'une manière exponentielle et atteint progressivement la valeur zéro, car la f.e.m. induite tend à le maintenir pendant un certain temps. C'est à cause de ce phénomène, qu'une inductance s'oppose aux variations du courant qui la parcourt.

Le condensateur produit, quand à lui, un effet contraire à celui d'une inductance. C'est ainsi, qu'il ne permet le passage du courant que lorsque la tension présente à ses bornes a une amplitude variable. Quand un condensateur est relié à une pile, le courant qui se manifeste au moment même du branchement a l'intensité maximum, parce qu'il n'y a, dans le condensateur, aucune charge électrique pouvant s'opposer au potentiel de la source.

Considérons, maintenant, le circuit-série de la figure 6-A. Quand l'inverseur est dans la position 2, le condensateur n'est pas chargé et la tension à ses bornes est égale à zéro. Quand on passe sur la position 1, le condensateur commence à se charger. Au premier instant il oppose une réactance tellement faible qu'elle équivaut pratiquement à un court-circuit; la seule opposition rencontrée par le courant étant celle de la résistance R , le courant atteint immédiatement la valeur $I = E/R$. A mesure que le condensateur se charge, une tension opposée à celle de la batterie se développe à ses bornes. Cette tension s'oppose donc au passage du courant et celui-ci, en conséquence, diminue graduellement au fur et à mesure que la tension augmente. Quand, enfin, la tension opposée atteint la même valeur que celle de la pile, le courant cesse de passer (figure 6-B). Il convient donc de noter que, pendant la charge d'un condensateur, le courant passant dans le circuit a une intensité maximum au début, puis retombe graduellement à zéro.

Plaçons, maintenant, l'inverseur dans la position 2; le condensateur, qui était chargé à une tension égale à celle de la pile, se décharge et le courant passe en direction opposée à travers la résistance. Le courant de décharge a une intensité maximum au moment même où l'inverseur ferme le circuit et cette intensité maximum est égale à celle que nous avons constatée au début de la charge. Ce courant de décharge passe en direction opposée à celui de la charge et son intensité diminue graduellement jusqu'à la fin de la décharge, comme le montre les courbes représentant la tension et l'intensité (figure 6-C).

L'allure de la courbe de décharge est identique à celle de la courbe de charge, ce sont des courbes exponentielles.

Comme le montre la figure 6, quand une source de tension continue est appliquée brusquement à un circuit capacitif, la tension aux bornes du condensateur n'atteint pas immédiatement sa valeur maximum: elle le fait graduellement. Le temps nécessaire pour que le potentiel du condensateur atteigne celui de la source, est fonction de la résistance du circuit et de la capacité du condensateur. La résistance en série du circuit de la figure 6, limite la valeur de l'intensité maximum pouvant passer dans le circuit. C'est pourquoi la résistance du circuit est un facteur important conditionnant le temps de charge et de décharge du condensateur lui-même.

Rappelons-nous que le produit de la résistance (en ohms) par la capacité (en farads) est la constante de temps du circuit: elle s'exprime en secondes et, comme nous le savons, elle représente le temps nécessaire pour que la tension aux bornes du condensateur atteigne les 63.2% de la tension appliquée au circuit.

LES CONDENSATEURS DANS LES CIRCUITS A COURANT ALTERNATIF

Ainsi que nous l'avons expliqué plus haut, un condensateur placé en série dans un circuit parcouru par du courant continu empêche le passage de celui-ci, à l'exception du courant instantané se produisant au mo-

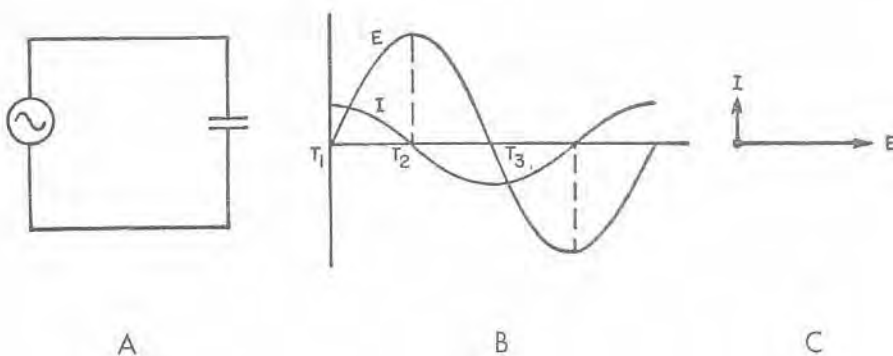


Fig. 7 - Une source de courant alternatif (figure A) fournit la tension « E » (figure B), à un condensateur. A l'instant « T₁ » la tension est nulle (et le courant a son intensité maximum), et « T₂ » la tension « E » atteint son maximum (et le courant est nul). Le même phénomène se répète pour l'alternance négative. Il en résulte que le courant est en avance de 90° sur la tension, comme le montre la représentation vectorielle de la figure C.

ment où l'interrupteur est fermé. Au contraire, dans un circuit parcouru par du courant alternatif, étant donné que le courant et la tension varient continuellement d'amplitude et s'inversent périodiquement, le courant passe constamment dans le circuit.

La figure 7 représente une source de courant alternatif en série avec un condensateur. L'allure sinusoïdale du courant fourni par l'alternateur est visible sur la section B de la figure. A l'instant T₁, la tension E est égale à zéro, tandis que le courant I atteint sa valeur maximum.

A l'instant T₂, par contre, E est maximum (mais tend à redescendre à zéro), tandis que le courant I, à travers le condensateur, est nul. A l'instant T₃, E est à nouveau égal à zéro (mais tend vers son maximum en direction négative), tandis que l'intensité I atteint son maximum, dans le sens négatif. Il faut donc noter que l'intensité I du courant passant dans le circuit est en avance de 90° par rapport à la tension E. La figure 7-C en donne la représentation vectorielle.

Dans un circuit capacitif, le courant est en avance de 90° sur la tension. Ceci est exactement l'opposé du phénomène se produisant dans un circuit inductif dans lequel, nous l'avons vu, la tension est en avance de 90° sur le courant.

Un bon moyen pour se rappeler les relations de phase entre le courant et la tension, dans les deux cas, consiste à retenir les mots « ELI » et « ICE ». Dans le « ELI », la lettre « L » représente l'inductance; la lettre « E » placée au début signifie que la tension précède le courant I à travers une inductance. Dans le mot « ICE », la lettre « C » représente la capacité; le « I » placé au début signifie que le courant précède la tension « E » à travers un condensateur.

REACTANCE CAPACITIVE

Bien que permettant le passage du courant alternatif, un condensateur lui présente une certaine opposition. L'opposition due à la capacité, dans un circuit, s'appelle la **réactance capacitive**. L'unité de mesure de la réactance capacitive est l'ohm et son symbole est X. Comme nous l'avons vu, le courant passant dans un

circuit capacitif dépend de la valeur de la capacité, de la tension appliquée et de la fréquence de cette tension. C'est ainsi que l'on a: $I = 2\pi FCE$

dans laquelle I est l'intensité du courant en ampères, F la fréquence en hertz (cycles ou périodes par seconde), C, est la capacité en farads et E la tension en volts.

Sachant que: $\omega = 2\pi F$

On a: $I = \omega CE$

Le rapport entre la tension aux bornes d'un condensateur et l'intensité du courant qui le traverse constitue l'opposition qu'il offre au courant, c'est-à-dire la réactance capacitive, X_C, en ohms. On a donc:

$$X_C = \frac{E}{I} = \frac{E}{\omega CE} = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi FC}$$

Notons que X_C est inversement proportionnel à la fréquence et à la capacité; c'est ainsi que, lorsque la fréquence ou la capacité augmentent, la réactance devient plus faible et l'intensité du courant qui passe dans le circuit devient plus grande.

RESISTANCE ET CONDENSATEUR EN SERIE

L'opposition totale au courant dans un circuit en série, comportant une résistance et un condensateur, est formée par la combinaison de la résistance R et de la réactance capacitive X_C et constitue l'**impédance**, qui se mesure également en ohms.

Considérons une résistance R et un condensateur C reliés en série avec un alternateur (source de courant alternatif) comme représenté sur la figure 8-A. Dans un circuit-série, l'intensité du courant est la même en tous les points, de même que sa phase; toutefois, les chutes de tension aux bornes des deux éléments ne sont pas égales et, en outre, elles sont déphasées de 90°.

La tension E est en phase avec le courant I à travers la résistance R, tandis que la tension E, aux bornes de C, est en retard de 90° par rapport à I. Ces tensions sont représentées sur la figure par des vecteurs polaires; l'intensité I, constituant le vecteur horizontal de référence.

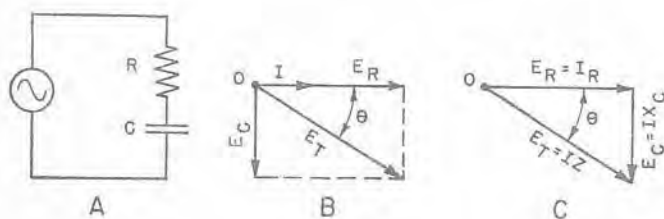


Fig. 8 - Condensateur et résistance en série. Représentations vectorielles indiquant le comportement des tensions et des courants.

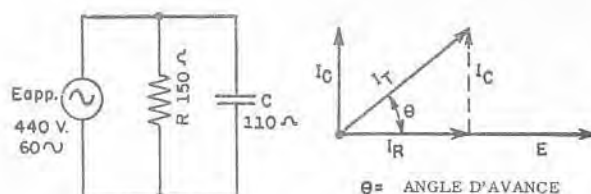
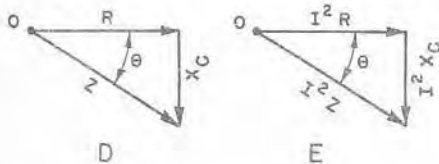


Fig. 9 - Condensateur et résistance en parallèle. Le courant « I_R » est en phase avec la tension « E », son vecteur est donc sur l'axe horizontal. Le courant « I_C », par contre est en avance de 90° . En résolvant par la méthode du triangle rectangle, on trouve le courant total « I_T », ainsi que la valeur de l'impédance « Z_T ».

Du moment que les tensions sont déphasées, il faut en effectuer la somme vectorielle pour obtenir la résultante. Comme on peut le voir sur le dessin (figure 8-C), la tension totale, ou tension résultante, E_T , est l'hypoténuse d'un triangle rectangle dont E_R et E_C forment les côtés. On a donc :

$$E_t = \sqrt{E_R^2 + E_C^2}$$

L'impédance d'un circuit en série de ce type peut se calculer en fonction de la tension résultante E_T et du courant de ligne I , ce qui donne :

$$Z = \frac{E_T}{I}$$

Représentons, maintenant, les tensions aux bornes des deux composants (R et C) en fonction de l'intensité du courant I et, respectivement, de la résistance R et de la réactance capacitive X_C . La chute de tension aux bornes de la résistance sera égale à $I \cdot R$ et celle aux bornes du condensateur sera égale à $I X_C$; la tension totale (ou tension résultante de la combinaison) sera égale à $I Z$ (figure 8-C).

Du moment que l'intensité du courant, I , se trouve dans tous les facteurs en présence, on peut l'éliminer et il est possible d'établir une équation, permettant de calculer la valeur de l'impédance en fonction des seules valeurs R et X_C . Le calcul est le suivant :

$$I Z = \sqrt{(I R)^2 + (I X_C)^2}$$

$$I Z = \sqrt{I^2 (R^2 + X_C^2)}$$

d'où :

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

Cette dernière équation donne l'impédance du circuit en fonction de la résistance et de la réactance capacitive et, chose très importante, Z , R et X_C sont toutes exprimées en ohms.

RESISTANCE ET CONDENSATEUR EN PARALLELE

Dans tous les circuits en parallèle, la tension aux bornes de tous les composants a la même valeur et la même phase; c'est ainsi que, dans la représentation

vectorielle, la tension sera prise comme vecteur de référence.

La figure 9 représente un circuit constitué par un condensateur et une résistance placés en parallèle sur un générateur de courant alternatif.

Le courant passant dans la résistance est en phase avec la tension; elle est représentée sur l'axe du vecteur E (0°). Le courant passant dans le condensateur est, au contraire, en avance de 90° sur la tension et est représenté par un vecteur placé à 90° , dans le sens inverse de celui de la marche des aiguilles d'une montre, par rapport à l'axe de référence. L'intensité totale I_T est l'hypoténuse du triangle rectangle dont les côtés sont I_R et I_C . On a donc :

$$I_T = \sqrt{I_R^2 + I_C^2}$$

L'impédance de la combinaison en parallèle de R et C est donnée par :

$$Z = \frac{E}{I_R}$$

CAPACITE ET INDUCTANCE REPARTIES

Dans les circuits électroniques, outre l'inductance et la capacité propre des bobines et des condensateurs, on trouve ce que l'on appelle une *capacité* et une *inductance réparties* (ou distribuées) dues aux connexions, aux contacteurs, aux divers supports et autres composants. Cette capacité répartie et cette inductance répartie ont une valeur notable aux fréquences utilisées en radio.

Lorsque la fréquence du signal augmente, la réactance capacitive diminue et offre une moins grande résistance au passage du courant. C'est ainsi que, dans le domaine de la Haute Fréquence, on peut constater la présence de forts courants en des points où les courants à Basse Fréquence sont négligeables.

La réactance inductive augmente avec la fréquence. Un simple bout de fil, dont la réactance inductive est négligeable lorsque la fréquence est basse, peut avoir une résistance tellement grande, aux fréquences élevées, que le fonctionnement du circuit devienne impossible.

Leçon n° 32

LES CONDENSATEURS

Le condensateur type, celui à armatures parallèles, dont nous nous sommes occupés dans la leçon précédente, a été profondément modifié, au cours des années, pour aboutir à des réalisations industrielles variées couvrant les différents besoins de la technique.

Les condensateurs se divisent en deux classes principales, les condensateurs **fixes** et les condensateurs **variables**.

Les premiers sont employés dans les cas où une capacité de valeur constante est nécessaire au fonctionnement du circuit (découplage, liaison, filtrage...), tandis que les seconds sont nécessaires là où il faut pouvoir accorder rapidement des circuits, sur des fréquences déterminées, à l'intérieur d'une gamme étendue.

Les condensateurs fixes sont généralement classés suivant la nature de leur diélectrique (air, papier, mica, céramique....) tandis que les condensateurs variables, dont le diélectrique est presque toujours l'air, se distinguent suivant l'usage auquel ils sont destinés.

Les premiers comprennent donc les modèles isolés au papier, à l'huile, au mica, au plastique, les types céramiques, électrolytiques ou chimiques. Les seconds se subdivisent en condensateurs d'accord, compensateurs, ajustables ou condensateurs de neutrodynage.

Comme nous le verrons plus loin, il a été établi, pour certains types de condensateurs fixes, un code des couleurs — tout comme pour les résistances — permettant de reconnaître facilement la valeur de la capacité, la tolérance, la tension de service, etc...

LES CONDENSATEURS AU PAPIER

Le condensateur ayant du papier paraffiné comme diélectrique est très largement utilisé dans le domaine de la téléphonie, car il permet d'obtenir, sous un faible encombrement, des valeurs de capacité élevée; il trouve, également, de nombreuses applications en Radio et en électronique pour les capacités comprises entre 0,000 1 μ F et 1 μ F.

Le papier paraffiné a un pouvoir inducteur spécifique (ou constante diélectrique) de l'ordre de 3,5 et la tension de perforation varie entre 1 200 et 1 800 volts pour une épaisseur de 0,24 mm. Dans ce type de condensateur, les armatures sont formées par de longs rubans métalliques séparées par une bande de papier paraffiné, bobinés pour former un rouleau compact de forme cylindrique ou aplatie. Naturellement, il convient d'utiliser plusieurs couches isolantes afin d'éviter que les éventuelles imperfections du papier ne favo-

risent la perforation. Les types ainsi réalisés sont normalement employés dans les cas où la tension de service ne dépasse pas 1 000 volts. Il convient de noter qu'en raison du mode de construction (électrodes enroulées en spirale), chaque armature est active sur ses deux faces, chaque face de l'une étant en regard avec une des faces de l'autre; la surface active est donc égale au double de la surface d'une armature.

La **figure 1** montre la constitution interne d'un condensateur à papier du type plat et la **figure 2** représente un condensateur au papier cylindrique. Pour éviter que les électrodes ne se comportent comme une inductance (elles sont en effet enroulées comme un bobinage), les fils de la sortie — permettant de relier chaque armature au reste du circuit ne sont pas soudés seulement à une extrémité de l'électrode correspondante mais à chaque spire de celle-ci. A cet effet, on laisse déborder légèrement les armatures, de chaque côté, et les fils de sortie sont soudés en ces points. La soudure simultanée de toutes les spires d'une même électrode, entre elles, constitue pour les spires un court-circuit total, qui annule l'effet inductif souvent préjudiciable au bon fonctionnement des circuits. Un condensateur construit suivant ce principe est dit « *non-inductif* », ou « *non-selfique* ».

L'enroulement ainsi réalisé est ensuite enfermé dans un boîtier en matière isolante, ou en métal recouvert de matière isolante à l'intérieur, le tout étant imprégné et scellé à la cire ou au brai, pour éviter la pénétration de la poussière et de l'humidité.

D'une manière générale, les seuls condensateurs ayant une polarité déterminée sont les condensateurs électrolytiques ou chimiques (dont le diélectrique est liquide ou gélatineux); avec ce type de condensateurs il faut respecter la polarité indiquée et, il est bien évident qu'ils ne peuvent, en conséquence, être utilisés qu'en courant continu. Tous les autres types peuvent être branchés en dérivation (en parallèle) sur une source de courant alternatif, ou de courant continu pulsé, sans qu'il y ait lieu de tenir compte d'une quelconque polarité. Toutefois, les condensateurs fixes normalement employés dans les circuits parcourus par des courants alternatifs de fréquences relativement élevées, portent une marque indiquant l'armature extérieure; cette marque, placée à une extrémité du corps du condensateur consiste, généralement, en un anneau de couleur noire. Il indique que cette extrémité doit être reliée à la masse, ou en un point de potentiel H.F.

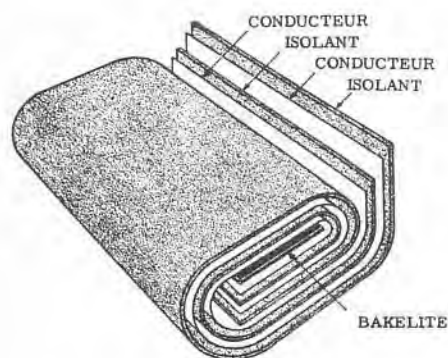


Fig. 1 - Eléments constitutifs d'un condensateur au papier de forme plate.

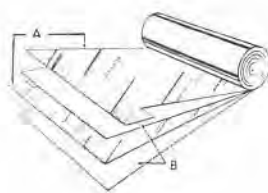


Fig. 2 - Condensateur cylindrique au papier. La lettre « A » désigne les feuilles métalliques formant les armatures et la lettre « B » les feuilles de papier servant de diélectrique.

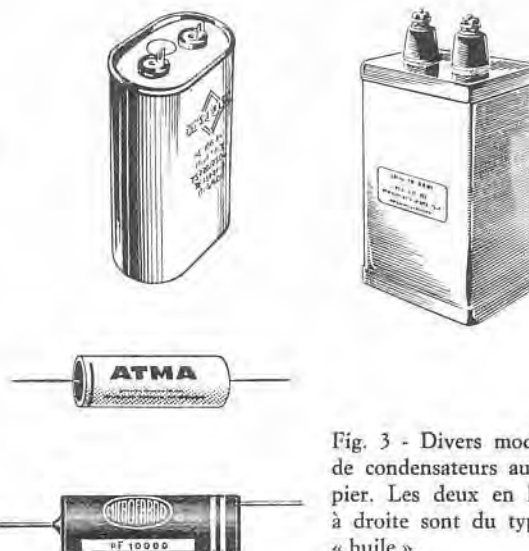


Fig. 3 - Divers modèles de condensateurs au papier. Les deux en haut à droite sont du type à « huile ».

nul, de manière à ce que l'armature externe forme blindage pour l'ensemble du condensateur. Dans le cas contraire, c'est-à-dire si l'armature interne était reliée à la masse, l'autre armature (enroulée vers d'extérieur) serait portée au potentiel de la tension alternative appliquée au condensateur et pourrait, ainsi, influencer, par rayonnement, les autres éléments du circuit placés à proximité.

Naturellement cette précaution est inutile si le condensateur est enfermé dans un boîtier métallique formant blindage, relié à la masse.

La figure 3 montre divers types de condensateurs au papier sur lesquels on peut noter les diverses solutions adoptées en ce qui concerne les divers types de présentation, de bornes et le repérage de l'armature extérieure.

CONDENSATEURS A L'HUILE

Les condensateurs destinés à fonctionner sous des tensions élevées (plus de 1 000 volts), comme ceux utilisés dans les émetteurs, sont souvent immergés dans de l'huile. On notera, en consultant le tableau relatif aux caractéristiques diélectriques des diverses substances, que la tension de perforation (ou rigidité électrique) de l'huile est notablement inférieure à celle du papier; toutefois si celui-ci est imprégné d'huile il acquiert une caractéristique diélectrique bien meilleure et il peut être, alors, employé à la construction de condensateurs fonctionnant sous des tensions très élevées. Quand de tels condensateurs doivent supporter de forts courants, il convient de les placer loin de toute source de chaleur, en un endroit de l'appareil où la température, en cours de fonctionnement, reste peu élevée.

Il est également intéressant de noter que les condensateurs au papier dont la tension de service est élevée sont immergés dans l'huile pour éviter toute infiltration d'humidité, pour prévenir les oxydations et les courts-circuits et sont appelés pour cela condensateurs à l'huile, bien que celle-ci ne constitue pas le diélectrique, mais un simple moyen de protection. En effet, l'huile contribue à maintenir la constance de la

capacité et la résistance aux perforations qui pourraient, sans cela dégrader sous les effets de l'eau salée ou des climats tropicaux.

En pratique, les condensateurs à l'huile se distinguent des condensateurs ordinaires au papier par le fait qu'ils sont enfermés dans un boîtier métallique étanche, avec sorties isolées sur stéatite ou perles de verre; la figure 3, à droite, montre l'apparence extérieure d'un tel condensateur.

Les gros condensateurs pour émetteurs puissants, dans lesquels le diélectrique est parfois le verre, sont également immergés dans de l'huile pour éviter les effluves entre les électrodes ou entre les bornes de sortie, qui pourraient se produire en raison de la tension de service très élevée.

CONDENSATEURS AU MICA

Les condensateurs au mica sont généralement de capacité assez faible, comprise entre 5 pF (picofarads) et 50 000 pF (soit entre 0,000 005 μ F et 0,05 μ F) et sont réservés aux circuits parcourus par la Haute Fréquence.

Etant donné que la constante diélectrique du mica est 5 à 6 fois supérieure à celle de l'air et que la tension de perforation (ou rigidité électrique) est très grande (2 000 V. environ une épaisseur de 0,02 mm), ce matériau, bien que très cher, est employé aussi pour la construction de condensateurs pour S.F. et haute tension (jusqu'à 7 500 volts). Leurs dimensions sont très réduites par rapport à celles des condensateurs au papier de même capacité et de même tension de service. La figure 4 montre la vue en coupe d'un condensateur au mica de type classique, à forte capacité; les détails de construction sont parfaitement visibles. On y voit des couches alternées de mica et de minces feuilles métalliques comprimées et enfermées dans un boîtier ou enveloppe, en bakélite ou en matière plastique permettant d'obtenir un ensemble solide et parfaitement rigide.

Certains types de condensateurs au mica, de modèle économique, dont la capacité est inférieure à 2 000 pF, sont constitués par trois feuilles de mica, dont les deux

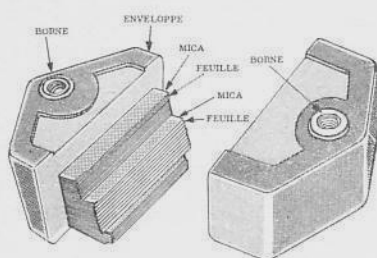


Fig. 4 - Condensateur au mica de capacité élevée, vu en coupe pour illustrer sa structure interne. On peut y voir la disposition des feuilles métalliques formant les armatures et des feuilles de mica.

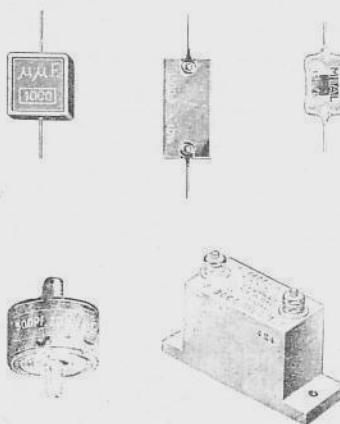


Fig. 5 - Divers modèles de condensateurs au mica pour récepteurs et émetteurs radio.

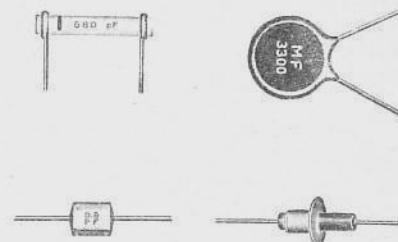


Fig. 6 - Types divers de condensateurs à diélectrique céramique pour récepteurs. Il existe également des modèles, à tension de service élevée, pour circuits à forts courants. Les condensateurs céramiques sont recommandés dans les circuits à haute fréquence à cause des faibles pertes qui les caractérisent dans ces applications de circuits.

placées à l'extérieur servent d'enveloppe de protection, tandis que celle interne, revêtue d'une couche métallique sur ses deux faces, constitue le condensateur proprement dit. Ces dépôts métalliques (argent, cuivre, aluminium) ne couvrent pas l'entière surface du mica; sur chacune des faces une des extrémités opposées est laissée libre pour permettre la fixation d'un rivet sur lequel est serti un fil de sortie. Ces deux rivets — chacun d'eux étant en contact avec une seule feuille externe; lesquelles, une fois le montage terminé, sont enrobées de vernis ou de cire qui protège l'ensemble. Les indications concernant la capacité et la tension de service sont portées en chiffres ou suivant un code de couleurs.

La figure 5 montre un certain nombre de condensateurs au mica de types différents. On remarquera les formes particulières à chacun d'eux ainsi que les divers modes de connexions: fils à souder, cosses ou bornes.

CONDENSATEURS CERAMIQUES

L'emploi toujours plus grand de fréquences élevées, particulièrement dans le domaine de la télévision ou des communications sur Ondes Courtes, a conduit au développement des condensateurs céramiques. Ils sont presque toujours employés pour de faibles capacités, entre 0,5 et 2 200 pF (soit 0,000 000 5 μ F et 0,0022 μ F). Ils sont généralement constitués par un petit disque ou par un tube de céramique argentée formant, à la fois, le diélectrique et le support. Les connexions terminales sont fixées aux deux extrémités du cylindre, ou sur les deux surfaces du disque, lesquelles sont recouvertes d'un vernis à l'argent. Dans le type tabulaire, le vernis métallique est déposé sur les deux surfaces (interne et externe) de telle sorte que les deux couches métalliques forment les armatures, tandis que la céramique est le diélectrique.

En raison de leurs dimensions réduites, de leur formes et de leur marquage au moyen d'un code de couleurs, on confond, parfois, ces condensateurs avec les résistances auxquelles ils ressemblent étrangement. La

figure 6 représente certains modèles de condensateurs céramiques employés en réception.

Certains types de condensateurs céramiques peuvent supporter des puissances élevées ou de fortes tensions; leur dimensions sont, évidemment, plus importantes et leurs formes sont quelque peu différentes de celles illustrées plus haut. On en fait un usage extensif dans les émetteurs et autres appareils électroniques.

CONDENSATEURS ELECTROLYTIQUES OU CHIMIQUES

Au cours de notre étude sur les piles sèches, nous avons vu qu'un de leurs inconvénients consistait dans la polarisation de l'électrode positive; sur celle-ci, en effet, se forme un bouillonnement d'hydrogène lequel agissant comme un isolant, interrompt le passage du courant à travers la solution électrolytique. Puisque cette pellicule gazeuse forme un isolant entre deux conducteurs, une pile complètement polarisée peut être considérée comme un condensateur. C'est un phénomène analogue qui est la base du principe de fonctionnement des condensateurs électrolytiques ou des condensateurs chimiques. Si l'on immerge deux électrodes d'aluminium dans une solution électrolytique convenable, dans du borax (tétraborate de soude) par exemple, et qu'on les branche à une source de courant continu, on constate qu'une mince pellicule d'oxyde se dépose sur l'électrode positive et, qu'après quelques minutes, une couche isolante s'est formée qui empêche le passage du courant: c'est ainsi que se fabrique un **condensateur électrolytique**. La figure 7 montre la vue, en coupe, d'un condensateur électrolytique classique dont l'enveloppe forme le pôle négatif, tandis que l'électrode positive est placée au centre. Sur celle-ci se forme une couche isolante (d'oxyde) et la solution, bonne conductrice de l'électricité, placée en contact direct se comporte comme une électrode négative. On peut en déduire que la dénomination de condensateur électrolytique est impropre, puisque l'électrolyte sert d'électrode, et non de diélectrique, et que l'enveloppe d'aluminium sert uniquement de récipient et de conducteur pour le pôle négatif. Si l'on inverse le sens

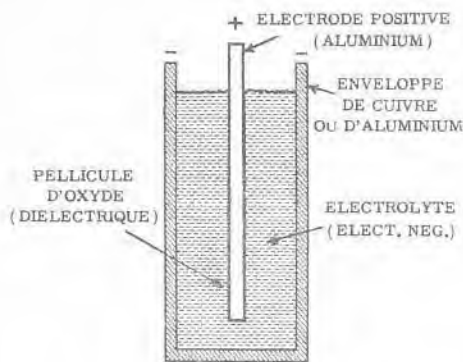


Fig. 7 - La figure montre les éléments essentiels d'un condensateur électrolytique: électrodes, électrolyte et pellicule d'oxyde constituant le diélectrique.

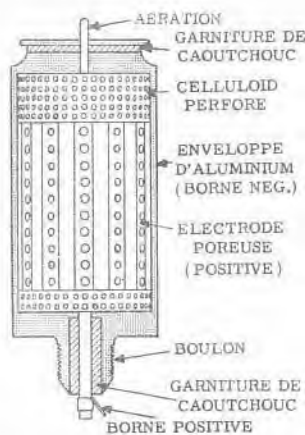


Fig. 8 A - Condensateur à électrolyte liquide, vu en coupe. Ce type est actuellement abandonné en raison des inconvénients qu'il présente.

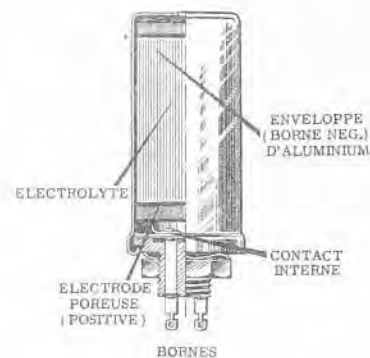


Fig. 8 B - Condensateur chimique de construction récente. L'électrolyte n'est pas liquide, il est à l'état pâteux donc, qu'on ne peut pas renverser.

de passage du courant continu venant de la source, le courant passera jusqu'à ce qu'une pellicule isolante se soit formée, à son tour, sur l'autre électrode. Les condensateurs électrolytiques — en raison du phénomène ayant présidé à leur formation — sont donc polarisés; ils sont particulièrement efficaces dans tous les circuits à courant continu, pulsé, c'est-à-dire contenant une composante alternative. Les condensateurs électrolytiques destinés à être utilisés en courant alternatif doivent être formés de telle sorte que leurs deux électrodes soient recouvertes d'une couche d'oxyde: on obtient ainsi un isolement dans les deux sens.

La pellicule d'oxyde qui se forme sur l'électrode positive d'un condensateur électrolytique a, généralement, une épaisseur inférieure à 25 millièmes de millimètre et peut supporter, sans se perforer une tension de l'ordre de 500 volts. Puisque la capacité est fonction de la distance entre les armatures — et de leurs surfaces — il est facile de conclure que, grâce à l'extraordinaire minceur de la pellicule diélectrique, on peut obtenir des valeurs de capacité beaucoup plus fortes que celles d'autres types de mêmes dimensions. En outre, la tension de perforation (ou tension de claquage) de couche d'oxyde étant plus élevée que la tension normalement employée pour l'alimentation des appareils de radio, ces condensateurs sont très largement utilisés dans les circuits où la tension est relativement peu élevée (moins de 500 V), comme, par exemple, dans les filtres placés à la sortie des redresseurs, là où la présence d'une forte capacité est nécessaire pour débarrasser le courant continu de toute composante alternative.

En complément de ce que nous venons de dire, ajoutons que la tension de perforation d'un condensateur électrolytique est fonction continue appliquée aux électrodes, lors de la formation, pour produire la couche isolante d'oxyde. Si cette tension est faible, la couche est très mince et la capacité très forte. C'est ainsi, par exemple, qu'on peut obtenir des condensateurs électrolytiques ayant une capacité de 2 000 μ F, sous une tension de service de 20 volts. Si, par contre, on les forme sous une tension plus élevée, la couche

d'oxyde sera plus épaisse, la capacité moins grande (à surfaces égales) et la tension de service plus forte. La tension de perforation (tension de claquage) peut être portée, toutefois, à 600 volts en utilisant des électrodes et un électrolyte d'une grande pureté chimique. Les progrès intervenus dans la fabrication de ces éléments ont permis, ces dernières années, la vulgarisation de ces types autrefois trop coûteux.

Le principal avantage des condensateurs électrolytiques résidant dans la possibilité d'obtenir une forte capacité sous un encombrement réduit, on a cherché par tous les moyens à augmenter la surface de l'électrode positive, celle négative étant constituée par l'électrolyte lui-même. L'électrode positive est formée d'un rouleau de feuilles d'aluminium très minces dont la superficie peut être plissée, gaufrée ou corrodée pour augmenter la surface. Ces électrodes positives sont ainsi préfabriquées car chaque irrégularité de la surface permet un contact plus étendu avec la solution électrolytique qui la baigne en tous les points. Une feuille de cellulose perforée, ou d'une substance isolante du même genre, est intercalée entre les électrodes pour éviter qu'elles n'entrent en contact direct, ce qui aurait pour effet de provoquer un court-circuit.

La figure 8-A montre la coupe d'un condensateur électrolytique d'un type ancien, à liquide, tandis que la figure 8-B représente un condensateur chimique moderne, à électrolyte solide pâteux, dont on pourra remarquer l'anode poreuse et l'enveloppe tubulaire hermétiquement fermée.

Les condensateurs à électrolyte liquide présentaient certains inconvénients d'ordre pratique: en effet, la solution liquide nécessitait la présence d'un trou, à la partie supérieure de l'enveloppe, pour permettre le dégagement des gaz produits pendant le fonctionnement. En raison de la présence de cette ouverture, le condensateur devait être obligatoirement monté en position verticale et il fallait prendre certaines précautions pour éviter que le liquide ne coule dans l'appareil. C'est cette raison qui a conduit au développement de condensateurs électrolytiques secs, dits condensateurs chimiques, qui ont trouvé un plus large champ d'application.

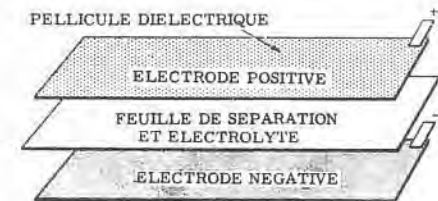


Fig. 9 A - Dans les condensateurs chimiques secs, l'électrolyte est maintenu par une gaze placée entre les deux électrodes; le diélectrique est toujours constitué par la mince pellicule d'oxyde formée sur l'électrode positive.

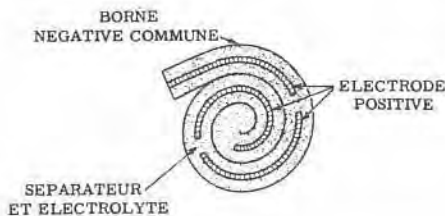


Fig. 9 B - Certains condensateurs chimiques sont plusieurs sections, l'électrolyte et le pôle négatif étant communs. Les électrodes positives aboutissent à des cosses séparées.

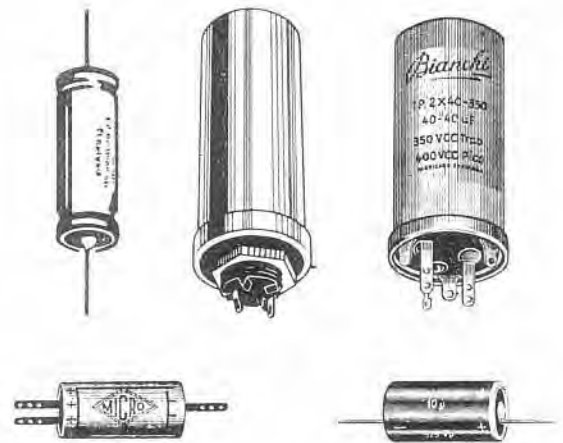


Fig. 10 - Quelques types de condensateurs chimiques des plus courants.

Dans ce type, l'électrode positive est constituée également, d'une mince feuille d'aluminium séparée du boîtier, formant le pôle négatif, par un électrolyte gélatineux, ou pâteux, maintenu par de la gaze, du papier ou tout autre matière poreuse. L'électrode positive est formée au moyen d'un procédé électro-chimique qui la recouvre d'une très mince pellicule d'oxyde. Cet oxyde, constituant le diélectrique, confère à l'électrode un aspect poreux contrastant avec le boîtier qui demeure lisse et brillant.

Tout comme dans le condensateur à électrolyte liquide, l'électrode négative est constituée par l'électrolyte lui-même. La figure 9-A montre la principe de la construction: on peut voir que l'électrode positive, qui comporte plusieurs couches, est divisée en plusieurs sections pourvues de languettes de raccordement, tandis que l'enveloppe et l'électrolyte sont communs à l'ensemble, comme l'indique la figure 9-B. Le tout est enroulé et enfermé dans un boîtier en métal ou en matière imperméable, comme des condensateurs au papier, décrits au début de cette leçon. L'ensemble est hermétiquement fermé et, l'électrolyte ne pouvant s'échapper, le condensateur peut être monté dans n'importe quelle position, permettant, ainsi, des réalisations compactes. Les récents progrès accomplis dans la fabrication des électrodes positives, ont permis la construction de condensateurs chimiques de forte capacité et d'un encombrement réduit. La figure 10 illustre divers modèles du commerce.

Les condensateurs électrolytiques — qu'ils soient secs ou liquides — présentent l'inconvénient de provoquer des pertes de puissance plus importantes que les condensateurs au papier. En théorie, un condensateur devrait opposer une résistance infinie au courant continu, mais, étant donné qu'il n'existe pas de diélectrique parfaitement isolant, la résistance est très grande, mais nullement négligeable. Elle entraîne donc une perte constante de puissance, provoquée par le passage du courant continu à travers le condensateur.

Un bon condensateur électrolytique, ou chimique, a une résistance en courant continu rarement supérieure à 1 Mégohm, tandis qu'un bon condensateur au papier a une résistance minimum de 200 Mégohms.

Une telle résistance (1 Mégohm) entraîne une perte de courant et, par suite, une dissipation de puissance à travers le condensateur. Malgré cela, vu leurs avantages les condensateurs chimiques sont couramment employés dans les circuits d'alimentation où cette faible perte de puissance peut être facilement négligée.

Dans les circuits de filtrage des alimentations de petite puissance, là où les condensateurs ont pour fonction de niveler le courant redressé en restituant, dans les intervalles, leur courant de charge, les types les plus employés sont ceux ayant une capacité de 8 ou de 16 microfarads, pour une tension de service de 450 volts. D'autres valeurs typiques sont: 16 et 32 μF , sous 350 volts; 50 ou 50+50, sous 200 volts. Ce dernier condensateur, double, est couramment utilisé pour le filtrage des alimentations de récepteurs dits « tous courants » qui fonctionnent sous une tension égale à celle du secteur.

D'autres types ayant une tension de service moins élevée, sont également très employés comme par exemple: 10, 25, 50 ou 100 μF , sous 30 volts ou, encore, 500, 1 000 et 2 000 μF sous 10 ou 12 volts.

Tous les condensateurs chimiques, qu'ils soient en cartouche (sous tube de carton paraffiné) ou sous boîtier métallique, avec fixation par vis et écrou, portent les indications concernant la capacité, la tension de service et la polarité des cosses ou des fils. Ces indications sont, soit imprimées sur le boîtier, soit données au moyen de repères colorés; c'est ainsi qu'un condensateur électrolytique multiple, de fabrication américaine, peut porter les indications suivantes:

20 μF = 450 V c.c.		fil ou cosse rouge
20 μF = 450 V c.c.		» » jaune
20 μF = 300 V c.c.		» » bleu
50 μF = 25 V c.c.		» » marron
Négatif commun		» » noir

Les types tabulaires ont généralement un négatif commun constitué par le boîtier métallique qui se fixe directement sur le châssis par un canon central fileté. Mais comme dans certains appareils le châssis n'est

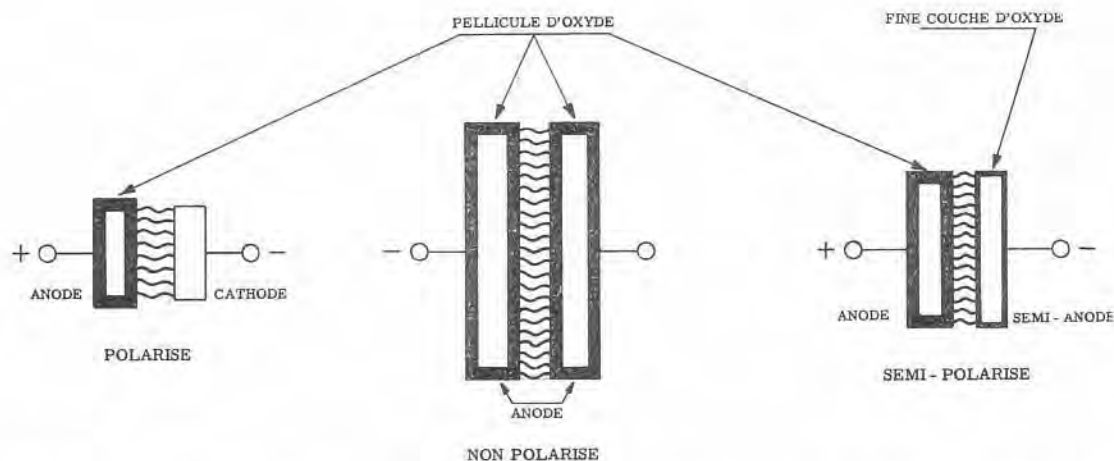


Fig. 10 bis - Comparaison entre trois types de condensateurs électrolytiques où sont mises en évidence les dimensions différentes de l'élément ayant une même capacité et leur nature diverse par rapport à la formation du diélectrique.

pas à la masse (ou au « moins » général), on trouve, également, des modèles de conducteurs chimiques dont le boîtier est isolé et peut se fixer sur le châssis, sans précautions spéciales, le pôle négatif étant relié à un fil ou à une cosse.

Lorsque les sorties se font par fils souples isolés, le repérage est conforme à celui indiqué plus haut (fil noir = négatif, fil rouge = positif), tandis que lorsque les sorties se font au moyen de fils rigides nus ou de cosses, les indications sont imprimées sur le boîtier en signes conventionnels. Nous donnons, ci-dessous les symboles employés par certaines marques américaines de condensateurs chimiques :

$$8 \mu F = 450 V. = \Delta$$

$$8 \mu F = 450 V. = \Omega$$

$$25 \mu F = 25 V. = \square$$

Négatif commun = aucun signe.

CONDENSATEURS AU TANTALE

Les condensateurs au tantale sont semblables à ceux que nous venons de décrire, mais le diélectrique est constitué par une mince couche d'oxyde de tantale, dont le pouvoir isolant est beaucoup plus grand, sous une plus faible épaisseur (figure 11).

L'emploi du tantale, au lieu d'aluminium, a permis la construction de condensateurs à basse tension et de très grande capacité qui malgré leurs dimensions réduites, sont largement utilisés dans les petits récepteurs à piles et autres appareils portatifs. Cette nouvelle technique a conduit à la réalisation de micro-condensateurs qui, pour une tension de service de 12 volts, ne mesurent que 12 mm de long et 4 de diamètre, pour une capacité de 5 μF , et 18 mm de long et 10 de diamètre, pour une capacité de 50 microfarads.

Les principaux avantages des condensateurs au tantale sont les suivantes :

- Ils sont beaucoup plus petits, à capacité et tension de services égales, que les condensateurs avec anode en aluminium.
- Ils durent plus longtemps.

c) Ils peuvent fonctionner à une température ambiante comprise entre -80° et $+85^{\circ}C$.

d) Ils ont un très faible courant de fuite.

Ses condensateurs sont enfermés dans une enveloppe métallique recouverte d'une gaine plastique transparente, à travers laquelle il est possible de lire les indications imprimées sur le métal.

Aucune réaction chimique ne se produit entre le boîtier et l'électrolyte, ce qui évite la formation d'oxyde sur la face interne; bien au contraire, celle-ci agit comme un catalyseur pour la transformation de l'hydrogène dégagé pendant le fonctionnement.

Ils peuvent, en outre, résister aux chocs violents sans subir aucun dommage et, en raison de leurs dimensions réduites, il est inutile de prévoir un support pour leur fixation; ils sont directement soudés, par leurs fils rigides de sortie, aux autres éléments du montage, tout comme une simple résistance.

Malgré leurs avantages, les condensateurs au tantale ne sont employés que dans certaines catégories d'appareils — ceux exigeant des composants de dimensions réduites — car leur prix est beaucoup plus élevé que celui des classiques condensateurs chimiques à électrodes d'aluminium.

CONDENSATEURS AU PAPIER METALLISE

Le papier employé comme diélectrique dans les condensateurs, bien que choisi avec beaucoup de soin, présente toujours des points faibles. C'est ainsi qu'on ne peut éviter que des parcelles conductrices, poussières ou autres, incorporées à la pâte, subsistent et forment un passage facile pour le courant, c'est-à-dire un véritable court-circuit entre les armatures. Pour éviter ce grave inconvénient, on est contraint à employer un double couche de papier; il est évident qu'en procédant ainsi; on limite les risques, car il est extrêmement rare que deux impuretés coïncident. Toutefois ce mode de construction conduit à des pièces de dimensions plus importantes et de coût plus élevé.

Une nouvelle technique, de développement récent, a permis la construction de condensateurs à une seule couche de papier. Pour cela, on utilise un procédé de

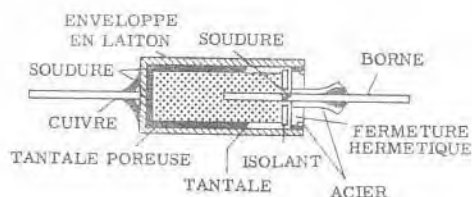


Fig. 11 - Coupe d'un condensateur au Tantale (le diélectrique est l'oxyde de Tantale). Ces condensateurs sont les plus petits réalisés à ce jour, pour une capacité donnée. Le dessin représente la coupe, grandeur nature, d'un condensateur ayant une capacité de 50 μ F, pour tension de service de 12 volts.

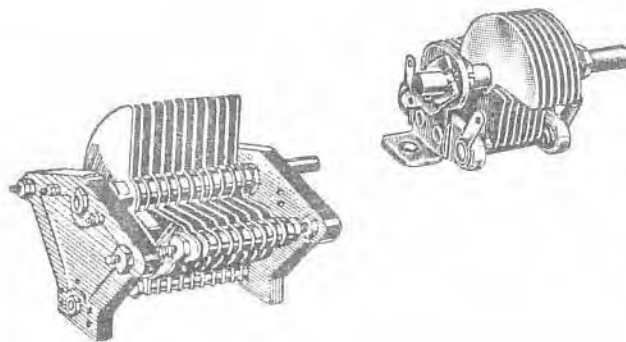


Fig. 12 - Condensateurs variables pour émetteurs. On notera, en particulier, le grand écartement entre les lames et l'isolement céramique entre les deux armatures pour l'application de tensions élevées.

métallisation et condensation sous vide poussé, on dépose une couche très fine (un dixième de micron) d'aluminium pur, qui formera l'armature du condensateur. Ce procédé de fabrication, entre autres avantages, confère une propriété fort précieuse, l'autocicatrisation. Cela signifie que si, par accident, un amorçage d'arc se produit entre les armatures, en un point faible du diélectrique, la couche métallique est tellement mince qu'elle se volatilise immédiatement (en quelques micro-secondes) autour du point, sans endommager le papier. C'est ainsi que les condensateurs de ce type continuent à fonctionner normalement même après un claquage momentané et l'alumine formée au moment où l'étincelle s'est produite, renforce les qualités isolantes du diélectrique en ce point.

Nous ajouterons, à ce propos, que le phénomène d'autocicatrisation est exploité au cours de la fabrication de ces condensateurs, pour éviter que, par la suite, dans les conditions normales de fonctionnement, des étincelles internes ne se produisent.

Dans certains modèles de condensateurs au papier métallisé — pour réaliser un encombrement encore plus faible, — le dépôt de la couche métallique se fait suivant un dessin en forme de « croix grecque », dont la longueur varie progressivement avec le diamètre : l'enroulement est, alors, constitué par un unique ruban diélectrique.

Il est à peine nécessaire de préciser que les effets de l'auto-cicatrisation, sur la valeur de la capacité, sont tellement négligeables, qu'on ne peut déceler la moindre variation sur des appareils de mesure courants.

Ces condensateurs sont enfermés dans des enveloppes d'aluminium ou de plastique, suivant les usages auxquels ils sont destinés. Ils peuvent fonctionner à des températures comprises entre -100° et $+400^{\circ}\text{C}$.

CONDENSATEURS VARIABLES

Les condensateurs à armatures parallèles peuvent avoir une capacité variable, réglable au moyen d'un système mécanique approprié. Puisque la capacité dépend aussi bien de la surface des armatures que de la distance qui les sépare, on peut faire varier soit l'une, soit

l'autre. Dans les condensateurs variables on agit généralement, sur la surface effective, c'est-à-dire que l'on modifie, plus ou moins, la position d'une armature par rapport à l'autre pour augmenter ou diminuer les surfaces en regard, sans changer la distance les séparant. Par contre pour certains condensateurs ajustables, compensateurs ou condensateurs de neutrodynage, dont la valeur est généralement faible, on fait varier la capacité en agissant sur l'écartement des armatures.

Nous savons déjà qu'un condensateur variable est formé de deux séries de plaques, l'une fixe: le **stator** et l'autre mobile: le **rotor**. En générale, le rotor compte une lame de moins que le stator, et ces lames sont montées sur un axe pouvant être manoeuvré à l'aide d'un bouton ou d'un cadran d' multiplicateur.

Les plaques sont généralement en aluminium, pour éviter toute oxydation, et chaque groupe, rotor ou stator, forme un ensemble rigide dont l'espacement est maintenu constant au moyen d'entretoises. L'axe du rotor est solidaire du support métallique qui peut être fixé sur le châssis ou sur le panneau avant de l'appareil, tandis, que le stator est fixé à ce même support par l'intermédiaire d'une barrette isolante (bakélite, céramique, stéatite...). Pour obtenir une rotation douce et régulière, l'axe du rotor est monté sur roulements à billes et des ressorts de contact spéciaux sont prévus pour assurer la liaison avec la partie mobile.

L'épaisseur des lames n'ayant aucune influence sur la capacité, elles pourront être aussi minces que la rigidité et la robustesse mécanique le permettront. Le diélectrique étant généralement constitué par l'air, certaines précautions doivent être prises pour éviter que le rotor ne vienne en contact avec le stator durant sa rotation.

La distance entre les armatures dépend de l'emploi auquel le condensateur est destiné. Tandis que ceux employés dans les récepteurs — où les tensions sont toujours assez faibles — ont un faible écartement entre les lames, ceux destinés aux émetteurs — où les tensions sont plus élevées ont un espacement beaucoup plus grand, pour éviter la formation d'un arc qui entraînerait la rupture de l'isolement entre rotor et stator.

Le plus grand des deux condensateurs de la figure

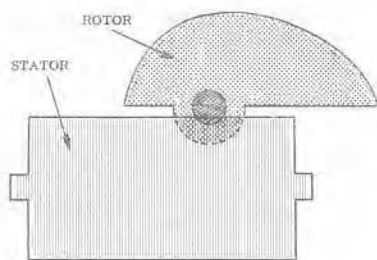


Fig. 13 - Pour obtenir une courbe déterminée de la variation de capacité d'un condensateur variable, les lames du rotor sont excentrées par rapport à l'axe de rotation.

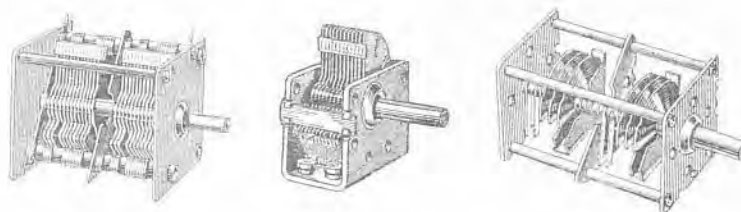
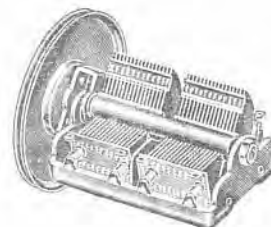


Fig. 14 - Condensateurs variables pour récepteurs. Dans certains cas, la rotation des lames mobiles est commandée par un système de poulies et de câbles reliés à l'aiguille d'un cadran étalonné en fréquences et en noms de stations (démultiplicateur).



12, est précisément un modèle avec un grand écartement entre les lames, pour émetteurs. On comprend facilement que si l'on augmente la distance entre les lames, pour éviter les amorçages d'arcs, il faut également leur donner des dimensions plus grandes que celles des condensateurs de même capacité prévues pour les récepteurs: c'est pourquoi, en général, on augmente à la fois la surface et le nombre des lames.

Le rotor (lames mobiles) d'un condensateur variable est très souvent décentré (figure 13), dans le but de produire une variation non-linéaire de capacité avec l'angle de rotation. La variation totale de capacité se faisant pour une rotation de 180° , elle est d'abord très faible au début de la course — partant du point où les lames mobiles sont complètement sorties (figure 13) — puis, la capacité s'accroît au fur et à mesure que les lames mobiles pénètrent dans le stator.

Une telle courbe de variation de capacité est rendue nécessaire pour la raison suivante: quand on utilise un condensateur variable, dans un récepteur de radio, pour réaliser l'accord sur les divers émetteurs, on le munit d'un cadran démultiplicateur conçu de telle sorte qu'une rotation de 180° du rotor correspond au déplacement d'une aiguille d'un bout à l'autre d'une échelle étalonnée. Cette échelle couvre une gamme entière de fréquences, la gamme des petites ondes, par exemple (P.O. = 200 à 600 mètres).

Un déplacement de quelques millimètres de l'aiguille au début de sa course — correspondant à une rotation de quelques degrés du rotor à partir du point où les lames sont complètement sorties — doit produire une variation très faible de la capacité (quelques picofarads). Vers l'autre extrémité, au contraire, vers 600 mètres, un déplacement de l'aiguille de quelques millimètres — correspondant toujours à une rotation de quelques degrés — doit produire une variation importante de la capacité.

En découpant judicieusement les lames du condensateur et en décentrant l'axe, il est possible de réaliser une échelle sur laquelle les fréquences sont régulièrement réparties (une échelle linéaire en fréquence). Dans la leçon consacrée aux circuits d'accord, nous examinerons

plus en détail ces points particuliers.

Certains condensateurs variables comportent plusieurs sections (ou cases); ils présentent la particularité d'avoir un rotor unique, formé par une série de lames reliées toutes ensemble et portées par le même axe, tandis que le stator est divisé en deux sections (ou plus) isolées les unes des autres. Les sections du stator étant identiques entre elles (c'est-à-dire que la variation de capacité est la même pour toutes les positions du rotor), elles peuvent être reliées en parallèle et constituent, ainsi, un condensateur variable unique, de capacité deux fois plus forte, ou bien être utilisées séparément pour accorder deux circuits distincts. On trouve également des condensateurs variables multiples, ayant des sections de capacités différentes qui sont employés pour certains usages spéciaux que nous étudierons plus tard. La figure 14 illustre plusieurs modèles différents de condensateurs variables. Les condensateurs variables pour les fréquences, relativement basses, des gammes de radiodiffusion (Grandes et Petites Ondes), ont généralement une capacité maximum comprise entre 250 et 500 pF (0,00025 et 0,0005 μ F).

Pour les gammes des Ondes Courtes (fréquences plus élevées,) on emploie des condensateurs variables dont la capacité maximum est comprise entre 25 et 150 pF (0,000025 et 0,00015 μ F). Enfin, dans le domaine des très hautes fréquences (UHF), on peut trouver des condensateurs variables de très faible valeur, dont la capacité maximum est de l'ordre de 5 pF (0,000005 μ F).

Les caractéristiques les plus importantes d'un condensateur variable sont:

- a) Sa capacité maximum, c'est-à-dire celle que présente le condensateur lorsque toutes les lames mobiles sont engagées à fond dans les lames fixes, quand il est fermé.
- b) Sa capacité résiduelle, ou capacité minimum, c'est-à-dire celle qu'il présente quand les lames du rotor sont complètement sorties, condensateur ouvert; cette capacité est toujours supérieure à zéro.
- c) La courbe de variation de la capacité en fonction de l'angle de rotation du rotor. Cette courbe est généralement présentée sous forme de diagramme dont l'un des

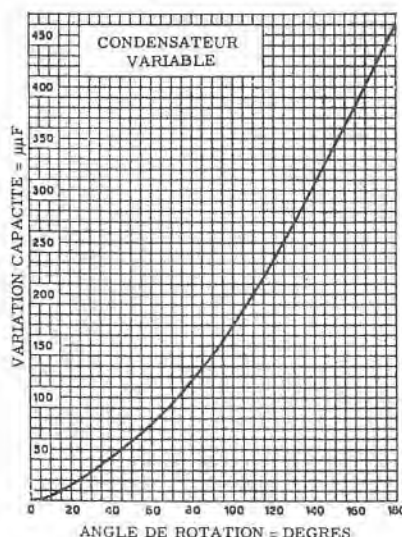


Fig. 15 - Courbe caractéristique de la variations de la capacité, en fonction de l'angle de rotation du rotor, d'un condensateur pour récepteurs de Radiodiffusion.

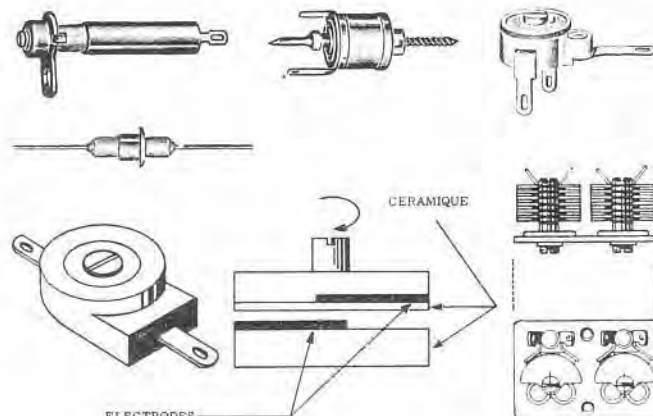


Fig. 16 - Petits condensateurs variables, connus comme compensateurs: ils peuvent être à diélectrique de céramique ou à air. La variation est semi-fixe.

axes porte les degrés de rotation du rotor (en général de 0 à 180°) et l'autre, les valeurs de capacités correspondantes. La figure 15 donne un exemple de la courbe de variation d'un condensateur variable d'usage courant dans les récepteurs de radio.

Les condensateurs ajustables sont, comme leur nom l'indique, des condensateurs dont la capacité peut être réglée (ajustée) à la valeur désirée; ils servent à compenser les petites différences que l'on rencontre, inévitablement, lors de la mise au point des circuits accordés. Ils sont conçus de telle manière qu'il est possible d'ajuster une fois pour toutes leur capacité à la valeur requise, puis de les laisser dans cette position, de laquelle ils ne doivent plus bouger; ils se comportent alors comme des condensateurs fixes d'une valeur bien déterminée. Ces ajustables sont parfois à diélectrique de mica et se composent, dans ce cas, de deux lamelles métalliques, l'une fixe, l'autre mobile, séparées par une feuille de mica; la lamelle mobile peut être plus ou moins rapprochée de la partie fixe, au moyen d'une vis de réglage.

Les condensateurs ajustables ont des emplois extrêmement variés et nous nous contenterons ici, d'en citer deux principaux: le « trimmer » et le « padding ». Il convient de remarquer, tout d'abord, qu'aucune différence fonctionnelle n'existe entre ces deux catégories, seule la valeur de la capacité est différente. Le « trimmer » est un condensateur ajustable de faible capacité que l'on met, en général, en parallèle sur un condensateur variable pour régler la capacité minimum d'un circuit et corriger, ainsi, les petites différences pouvant exister entre divers circuits devant être commandés simultanément. Le « padding » est un condensateur ajustable de capacité plus grande, généralement placé en série avec un condensateur variable pour diminuer la valeur de la capacité maximum.

Les « trimmers » ont des valeurs comprises entre 0,5 et 10 pF, parfois entre 10 et 50 pF, tandis que les « paddings » ont entre 50 et 100 pF, parfois 500 ou 1 000 pF.

Les meilleurs condensateurs ajustables sont ceux dont le diélectrique est l'air. Ils se présentent sous la forme de petits condensateurs variables, montés sur un

support en céramique, dont une extrémité de l'axe est fendue pour permettre le réglage au moyen d'un tournevis. D'autres types sont entièrement en céramique et sont constitués par deux disques, dont une des faces est partiellement métallisée, assemblés au moyen d'une vis ou d'un rivet; de telle sorte que l'un d'eux peut tourner par rapport à l'autre.

D'autres, encore, comportent un tube de céramique, argenté intérieurement (constituant une des armatures), et d'un curseur extérieur, coulissant sur le tube, formant le rotor. Le déplacement du curseur le long du tube détermine la variation de la capacité.

La figure 16 illustre les types les plus courants de condensateurs ajustables.

En conclusion de cette étude sur les condensateurs, nous résumerons brièvement les défauts caractéristiques de ces organes. Les connaissant, on pourra plus aisément déterminer, le cas échéant, s'il convient de leur imputer le mauvais fonctionnement d'un circuit.

Les condensateurs ont tous des pertes, plus ou moins grandes suivant les types. On distingue les pertes résistives, les pertes par fuites, par absorption diélectrique et d'hystérésis. En ce qui concerne la première, nous dirons que l'on doit comprendre les pertes dues à la résistance des conducteurs internes et à celle des armatures elles-mêmes; cette perte est égale au produit de la résistance par le carré de l'intensité du courant. Elle constitue une part infime de la perte totale d'un condensateur.

Les pertes provoquées par les fuites ont déjà été mises en évidence au chapitre concernant les condensateurs électrolytiques. L'absorption diélectrique produit des pertes du fait que le diélectrique ne restitue pas toute la charge qu'il absorbe. L'hystérésis, enfin, est semblable à celle déjà rencontrée à propos des inductances (hystérésis du noyau): absorption d'énergie (pertes) pour inverser le champ de l'armature.

Nous rappellerons, en dernier lieu, qu'une caractéristique importante des condensateurs est leur tension maximum de service, indiquée par le constructeur, ainsi que la tension de pointe qui est la surtension momentanée que peut supporter le condensateur.

SYMBOLES - ABREVIATIONS

A	= Surface (aire) d'une électrode.
C	= Capacité (en pF, μF , ou F)
C_T	= Capacité totale
d	= Distance (entre deux armatures)
F	= Farad
I_C	= Intensité du courant alternatif à travers une capacité
K	= Constante diélectrique
pF	= Picofarad (millionième de microfarad)
RC	= Circuit à résistance-capacité
X_C	= Réactance capacitive
μF	= Microfarad (millionième de farad)

FORMULES

$$C = 0,0885 \frac{K A}{d}$$

Condensateurs en parallèle:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

Deux condensateurs en série:

$$C_T = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

Condensateurs en série:

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

$$X_C = \frac{1}{2 \pi f C}$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

Dans un circuit RC en série:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

Dans un circuit RC en parallèle:

$$Z = \frac{E}{\sqrt{I_R^2 + I_C^2}}$$

SYMBOLES SCHEMATIQUES

	= Générateur de courant alternatif
	= Condensateur électrolytique
	= Condensateur électrolytique
	= Condensateur électrolytique

QUESTIONS sur les LEÇONS N°s 31 et 32

N. 1 — Sous quelle forme l'énergie est-elle emmagasinée dans un condensateur ?

N. 2 — Qu'est-ce que le pouvoir inducteur spécifique K , ou constante diélectrique ?

N. 3 — Comment nomme-t-on le courant passant à travers un condensateur, courant provoqué par le déplacement des électrons sur leurs orbites ?

N. 4 — Quels sont les trois facteurs qui déterminent la valeur de la capacité d'un condensateur ?

N. 5 — Que se passe-t-il si l'on rapproche les électrodes d'un condensateur ?

N. 6 — Si l'on branche deux condensateurs en parallèle, la capacité totale devient-elle plus grande, ou plus petite ?

N. 7 — Dans un circuit à courant continu, quelle est la résistance, ou impédance, offerte par un condensateur à l'instant où la tension est appliquée ?

N. 8 — Si dans un circuit capacitif la fréquence du courant alternatif augmente, sa tension restant constante, comment varie l'intensité du courant ?

N. 9 — Aux bornes d'une source de courant continu dont la tension est de 20 volts se trouvent en série un condensateur de 8 μF et une résistance de 5 mégohms. Quelle est la tension aux bornes du condensateur au bout d'un temps égal à $2RC$, après la fermeture du circuit, et en combien de secondes cette tension est-elle atteinte ?

N. 10 — Que signifient les mots « ELI » et « ICE » ?

N. 11 — Quelle est la réactance capacitive d'un condensateur de 2 μF placé dans un circuit parcouru par un courant dont la fréquence est de 1 000 Hz ?

N. 12 — Quelle est la capacité d'un condensateur si la tension à ses bornes augmente de 0 à 50 volts, sous une charge égale à 1 coulomb ?

N. 13 — Quelle est en μF , la valeur d'une capacité de 0,00002 farad ?

N. 14 — Quelle est en pF la valeur d'une capacité de 0,02 μF ?

N. 15 — Pour quelle raison un condensateur de forte capacité peut-il être inductif ?

N. 16 — Quelle est la capacité, en pF, d'un condensateur à armatures parallèles ayant une surface de 46,87 cm², dont le diélectrique est du mica (constante diélectrique $K = 6$) et dont la distance entre les électrodes est égale à 0,25 mm ?

N. 17 — Quelle est la capacité totale de deux condensateurs en série dont les capacités respectives sont égales à 100 et 200 pF ?

N. 18 — De combien la tension de service d'un condensateur doit-elle être plus élevée que la tension réellement appliquée ?

N. 19 — De quels facteurs dépend la tension de service d'un condensateur ?

N. 20 — Quelle est la caractéristique d'un condensateur électrolytique permettant d'obtenir des capacités de hautes valeurs ?

N. 21 — A quoi sert un condensateur ajustable ?

N. 22 — Pour quelle raison les condensateurs variables ont-ils, presque toujours, leur axe de rotation excentré ?

REPONSES aux QUESTIONS de la p. 235

N. 1 —

L'intensité varie seulement quand le courant passe. Un courant d'intensité constante produit une seule impulsion initiale, quand on ferme le circuit, et une autre impulsion, de polarité contraire, quand on l'ouvre.

N. 2 —

La f.e.m. induite s'oppose toujours aux variations de courant et en limite l'intensité.

N. 3 —

De l'inductance de la bobine (coefficient de self-induction) et du rapport des variations de courant.

N. 4 —

La self-induction varie proportionnellement au carré du nombre des tours.

N. 5 —

L'inductance mutuelle s'élève à 62,58 henrys. C'est ainsi, qu'en appliquant la formule $M = k \sqrt{L_1 L_2}$, on a :

$$M = 0.7 \sqrt{40 \times 200} = 62,58$$

N. 6 —

Le courant est en retard sur la tension de 90°.

N. 7 —

La réactance inductive a une valeur de 3,768 ohms.

N. 8 —

L'impédance est d'environ 69,5 ohms. C'est ainsi qu'en appliquant la formule: $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$, on a :

$$Z = \sqrt{35^2 + 60^2} = 69,5$$

N. 9 —

Parce que l'énergie emmagasinée est restituée lorsque le courant diminue, c'est-à-dire, s'agissant d'un courant alternatif, au moment où la tension devient nulle.

N. 10 —

IX_L s'élève à 294,9 volts

N. 11 —

Respectivement à 50 mH et à 50 000 μ H.

N. 12 —

Une résistance ohmique pure. A un courant variable, s'oppose, outre la résistance, également la réactance inductive.

N. 13 —

7,1 millihenrys (mH).

N. 14 —

Le coefficient k est égal à 0,3.

N. 15 —

L'induction mutuelle $M = k \sqrt{L_1 L_2}$.

N. 16 —

La self-induction totale s'élève à 30 henrys (H).

N. 17 —

La self-induction totale s'élève, dans ce cas, à 5 henrys (H).

**TABEAU 43 - CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES
DES PRINCIPAUX ISOLANTS**

MATERIAU	Constante diélectrique	Rigidité électrique kV/cm	Angle de perte δ
Acajou	2,4	—	—
Acétate de cellulose	6,0	—	—
Air liquide	1,5	40 ÷ 90	—
Air sec	1,0	24	—
Ambre	2,9	—	—
Ardoise	6,6 ÷ 7,4	3,5 ÷ 5,5	—
Bakélite	5,6	100 ÷ 120	3 ÷ 8 × 10 ⁻³
Balsa	1,4	—	—
Bois paraffiné	2,5 ÷ 7,7	8 ÷ 30	—
Bois sec	5,0	—	—
Calan	6,5	350 ÷ 450	3,6 ÷ 4,7
Calite	6,4	350 ÷ 450	13 ÷ 15
Calite spéciale	6,5	350 ÷ 450	5 ÷ 6
Caséine	6,2	160 ÷ 280	—
Celluloïd	2 ÷ 4	420	4 × 10 ⁻³
Chloracet. de Polyvin.	3,2	—	—
Chlorure de Polyvin.	3,2	—	—
Cire ordinaire	1,9	110	—
Colophane	2,5 ÷ 2,8	110	—
Codensa	80	—	6 × 10 ⁻⁴
Ebonite	2 ÷ 3,5	300 ÷ 1100	7 × 10 ⁻³
Fibre	1,4 ÷ 2,0	20 ÷ 22	5,4 × 10 ⁻²
Fréquenta (stéatite)	5,5 ÷ 6,5	250 ÷ 450	2 ÷ 5 × 10 ⁻⁴
Fréquenta D	5,6	—	2 ÷ 3
Fréquentite	5,9	480	6 ÷ 10
Galalithe	—	23 ÷ 28	—
Gomme dure	2,0	—	—
Gomme souple	2,1 ÷ 2,3	150 ÷ 500	—
Gomme vulcanisée	2,7 ÷ 2,9	200 ÷ 300	7 × 10 ⁻³
Gomme laque	2,6 ÷ 3,7	—	—
Huile de lin cuite	3 ÷ 3,5	80 ÷ 190	3 × 10 ⁻⁴
Huile d'olive	3,1 ÷ 3,2	75 ÷ 170	—
Huile de paraffine	3,0 ÷ 3,16	160 ÷ 215	2 × 10 ⁻⁴
Huile de térébenthine	2,1 ÷ 2,3	110 ÷ 160	—
Huile de transformateurs	2 ÷ 2,5	115 ÷ 170	1,5 × 10 ⁻⁴
Isolantite	6,0	—	—
Kerafar (R-S)	70 ÷ 88	100	5 ÷ 15 × 10 ⁻⁴
Kerafar (T-U)	45 ÷ 55	150 ÷ 200	5 ÷ 10 × 10 ⁻⁴
Linoléum	—	100 ÷ 200	—
Marbre	6 ÷ 8,3	10 ÷ 14	—
Mica commun	2,5	—	—
Mica transparent (Inde)	4 ÷ 8	600 ÷ 2000	18 × 10 ⁻⁴
Micanite	4,5 ÷ 5,0	300 ÷ 400	—
Nylon	3,4 ÷ 22,4	200 ÷ 350	—
Papier	2,0	180 ÷ 220	4 ÷ 7 × 10 ⁻³
Papier bakéliné	5,0	100 ÷ 200	—
Papier imprégné	2,8 ÷ 6,5	400 ÷ 2400	2 ÷ 4 × 10 ⁻³
Papier de Manille sec.	1,2 ÷ 1,9	22 ÷ 25	—
Papier paraffiné	2,5 ÷ 4,0	400 ÷ 500	—
Paraffine	2 ÷ 2,5	140 ÷ 450	9 × 10 ⁻⁴
Pertinax	5,6	—	—
Pétrole	2 ÷ 2,3	—	—
Polyéthylène	2,25	200 ÷ 300	—
Polystyrène	2,4 ÷ 2,9	500 ÷ 2500	—
Polythène	2,4	1000	—
Porcelaine	4,4 ÷ 6,8	100 ÷ 120	1,2 × 10 ⁻³
Presspahn	4,3 ÷ 6,3	70 ÷ 130	3 × 10 ⁻²
Quartz fondu	4,6	1800	1 × 10 ⁻⁴
Soufre	2,4 ÷ 4,2	33	6 × 10 ⁻⁵
Stéatite (voir fréquenta)	—	—	—
Tempa N	12,5	—	1,3 × 10 ⁻²
Tempa S	14	—	1 × 10 ⁻⁴
Toile isolante	1,8 ÷ 3,2	250 ÷ 500	—
Ultra Calan	7	—	1 ÷ 1,8 × 10 ⁻⁴
Urée	6,6	—	—
Vaseline	2,17	90 ÷ 130	—
Verre de photographie	7,5	350 ÷ 2000	—
Verre commun	6,2	300 ÷ 1500	0,3 ÷ 8 × 10 ⁻⁴
Verre Pyrex	4,9	1050	4 × 10 ⁻⁴

Le tableau 43, ci-contre, donne les caractéristiques électriques des principaux isolants. Nous avons déjà parlé de la *constante diélectrique* ou *pouvoir inducteur spécifique*, dans ce même fascicule (page 242), et nous savons que l'unité de référence est celle de l'air sec.

La *rigidité électrique*, exprimée en kilovolts par centimètre, est la valeur maximum de la tension que l'on peut appliquer à un isolant déterminé, ayant une épaisseur d'un centimètre, sans entraîner sa destruction. Si l'on applique une tension plus élevée, une étincelle jaillit à travers l'isolant et celui-ci se trouve être localement détruit (perçé). Comme on peut le voir en consultant le tableau, il n'est pas possible de donner une valeur précise pour la rigidité électrique en raison des différences de qualité pouvant être présentées par divers échantillons d'un même isolant. Il a été,

toutefois, possible d'établir, expérimentalement, les valeurs limites entre lesquelles la tolérance est satisfaisante.

L'*angle de perte* — désigné par le symbole « δ » (lettre grecque « delta ») — est un coefficient chiffrant la qualité d'un isolant employé comme diélectrique dans un condensateur. En effet un diélectrique absorbe de l'énergie; cette dissipation d'énergie se produit quand le courant traverse le condensateur et le résultat est équivalent à la même capacité mise en série avec une résistance ohmique. Dans ce cas, le déphasage sera inférieur à 90° et cette différence est l'angle de perte δ . Pour un bon condensateur l'angle de perte ne doit pas dépasser 0,01 à 1 000 Hz et 0,1 à 1 MHz. Les valeurs indiquées dans le tableau sont des valeurs moyennes mesurées en Haute Fréquence.

CODES DE COULEURS DES CONDENSATEURS

Tout comme pour les résistances (voir leçon n° 6), des codes de couleurs ont été établis (principalement aux USA) pour *marquer* et indiquer, aussi simplement que possible, les différentes caractéristiques de ces composants: le type, la capacité, la tolérance et la tension de service.

Il existe deux codes principaux, très voisins l'un de l'autre: le code « JAN » (Joint Army-Navy), pour les condensateurs utilisés dans les appareils électroniques militaires, et le code « RTMA » (Radio & Television Manufacturer Association) adopté pour les condensateurs utilisés dans les appareils électroniques civils.

Nous pensons qu'il est utile de connaître aussi le premier de ces codes, car l'amateur a très souvent l'occasion d'employer du matériel en provenance des surplus militaires.

Le code « JAN »

La figure 1 montre la disposition des points colorés sur les condensateurs au mica. Tout d'abord, pour une interprétation correcte du code, le condensateur doit

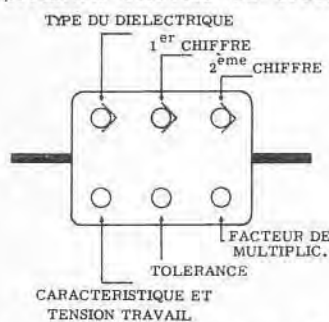


Figure 1

être regardé de telle sorte que les points marqués d'un signe « V » horizontal soient en haut, la pointe du « V » étant dirigée vers la droite.

Dans ce cas, la première couleur en haut, à gauche, indique la nature du diélectrique; noir pour « mica », argent pour « papier ». Pour les condensateurs céramiques, cette désignation est superflue car la nature du diélectrique est clairement indiquée par la forme même du condensateur (disque ou tubulaire). Les autres points, lus de gauche à droite dans la rangée supérieure, puis en continuant de droite à gauche dans la rangée inférieure, fournissent les autres indications, ainsi que le montre la figure 1.

La figure 2 montre la disposition des bandes de couleurs sur les condensateurs céramiques: la lecture doit se faire de gauche à droite, lorsque l'observateur tient le condensateur de telle sorte que la bande la plus large soit à sa gauche.

Dans chacun des cas, les couleurs donnent le premier et le deuxième significatif, le facteur de multiplication, la tolérance sur la valeur marquée et la tension de service, suivant le tableau 44 pour les condensateurs au mica et le tableau 45 pour les condensateurs céramiques.

Il existe un deuxième code « JAN » dans lequel les caractéristiques générales sont indiquées au moyen de chiffres ou de lettres, tandis que la capacité reste marquée suivant le code de couleurs: dans ce cas, la première indication peut être:

CN = Condensateur au papier

CM = Condensateur au mica

CC = Condensateur céramique

Les caractéristiques du condensateur sont, ensuite, représentées par deux chiffres (placés immédiatement après les lettres indiquant la nature du diélectrique) se rapportant aux dimensions mécaniques, suivis — pour les condensateurs au mica — d'une lettre donnant le coefficient de température, et — pour les condensateurs céramiques — de deux lettres indiquant le coefficient de température et la tolérance.

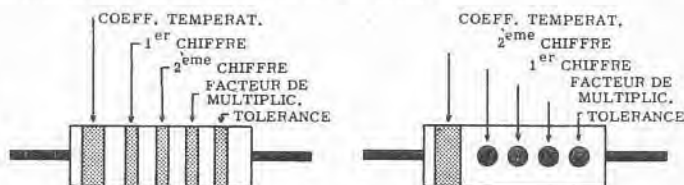


Figure 2

Sur les condensateurs au mica, la tolérance sur la valeur marquée est indiquée comme suit:

G = $\pm 2\%$

K = $\pm 10\%$

J = $\pm 5\%$

M = $\pm 20\%$

Par contre, sur les condensateurs céramiques cette tolérance est indiquée suivant le code reproduit dans le tableau 46. Dans ce cas, si la capacité est inférieure

à 10 pF, la tolérance est exprimée en pF en plus ou en moins; tandis que si la capacité est supérieure à 10 pF, la tolérance est exprimée en pourcentage.

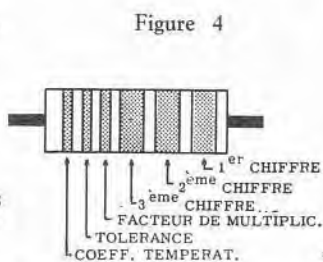
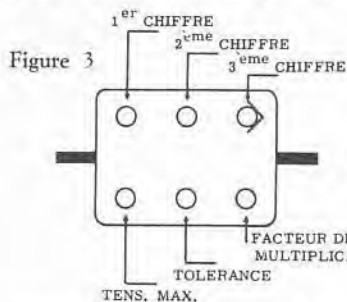
Par exemple, un condensateur de 15 pF portant la lettre G, aura une capacité de $15 \text{ pF} \pm 0,3 \text{ pF}$ (soit $\pm 2\%$); tandis qu'un condensateur de 8 pF portant la même lettre aura une capacité de $8 \text{ pF} \pm 2 \text{ pF}$ (c'est-à-dire comprise entre 6 et 10 pF).

Comme nous l'avons dit plus haut, l'interprétation du code des couleurs pour les condensateurs au mica ou au papier se fait conformément au tableau 44, dans lequel les lettres de la colonne «Caractéristiques» ont les significations suivantes:

- A = Condensateur au mica ordinaire
- B = Comme A, mais avec enrobage à faibles pertes.
- C = Condensateur au mica métallisé ($\pm 100 \text{ pF}$ par million de pF par $^{\circ}\text{C}$)
- D = Condensateur au mica métallisé (± 0 à 100 pF par million de pF par $^{\circ}\text{C}$)
- E = Condensateur au mica métallisé (± 0 à 50 pF par million de pF par $^{\circ}\text{C}$)
- F = Condensateur au mica métallisé (± 0 à -50 pF million de pF par $^{\circ}\text{C}$)

Le code «RTMA»

La figure 3 montre la disposition et l'ordre des marques colorées, ainsi que leurs significations, pour les



condensateurs au mica et la figure 4, donne les mêmes indications pour les condensateurs céramiques.

Comme on peut le voir, il existe certaines différences entre ce code et le code «JAN», dans la disposition et l'ordre de lecture; toutefois, les couleurs conservent la même signification. Ainsi que le lecteur

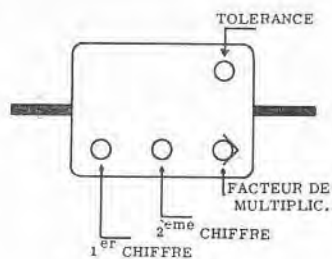


Figure 5

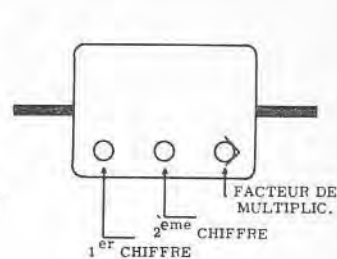


Figure 6

pourra observer, les valeurs numériques correspondant aux couleurs sont les mêmes que celles déjà rencontrées pour le marquage des résistances.

Dans le code «RTMA» il peut se produire que le nombre des points colorés soit inférieur à 6. Les figures 5, 6 et 7 représentent ces marquages particuliers.

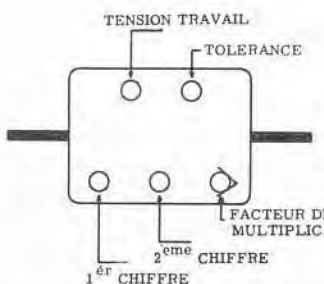
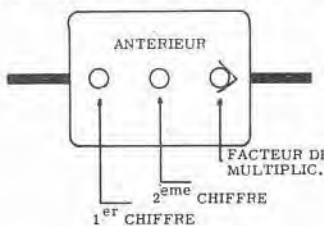


Figure 7

Quand les six points colorés sont tous présents, celui placé à gauche, dans la rangée inférieure, indique la tension de service, suivant la code ci-dessous:

Noir = 500 volts
Brun = 100 volts
Rouge = 200 volts
Orange . . . = 300 volts
Jaune = 400 volts
Vert = 500 volts

Bleu = 600 volts
Violet . . . = 700 volts
Gris = 800 volts
Blanc = 900 volts
Or = 1 000 volts
Argent . . . = 2 000 volts

Enfin, il faut ajouter que, selon ce code, la nature

du diélectrique est parfois indiquée par la couleur de l'enveloppe extérieure; noire pour le diélectrique papier, brun pour le diélectrique mica et rouge pour le type métallisé.

TABLEAU 44 -

CODE DE COULEURS DES CONDENSATEURS AU MICA

Exemple: Un condensateur au mica aux couleurs suivantes: (dans l'ordre) vert, rouge, rouge, or, a une capacité de 5 200 pF (soit 0,0052 μF) et une tolérance de 5% sur cette valeur.

Couleur	CAPACITE		TOLERANCE	CARACTERISTIQUE
	1er et 2eme chiffres significatifs	Facteur de multiplication		
Noir	0	1	20% (M)	A
Marron	1	10	1%	B
Rouge	2	100	2% (G)	C
Orange	3	1.000	3%	D
Jaune	4	10.000	4%	E
Vert	5	100.000	5%	F
Bleu	6	1.000.000	6%	G
Violet	7	10.000.000	7%	—
Gris	8	100.000.000	8%	—
Blanc	9	1.000.000.000	9%	—
Or	—	0,1	5% (J)	—
Argent	—	0,01	10% (K)	—

TABLEAU 45 - CODE DES COULEURS DES CONDENSATEURS CERAMIQUES

Couleur	1 ^{er} et 2 ^{ème} chiffres significatifs	Facteur de multiplication	Tolérance		Coefficient de temp. par million/°C
			Plus de 10 pF	Moins de 10 pF	
Noir	0	1	± 20 %	± 2,0 pF	0
Marron	1	10	± 1 %	± 0,1 pF	— 33
Rouge	2	100	± 2 %	—	— 75
Orange	3	1.000	± 2,5 %	—	—150
Jaune	4	10.000	—	—	—220
Vert	5	100.000	± 5 %	± 0,5 pF	—330
Bleu	6	1.000.000	—	—	—470
Violet	7	10.000.000	—	—	—750
Gris	8	0,01	—	± 0,25 pF	+ 30
Blanc	9	0,1	± 10 %	± 1,0 pF	emploi général

Exemple: Un condensateur céramique marqué aux couleurs suivantes (dans l'ordre): brun, vert, noir, rouge, brun, a une capacité de 15 pF, une tolérance de 2% et un coefficient de température tel que, pour une variation de température de 1°C, sa capacité diminue de 30/1 000 000 de pF, soit une variation de — 0,00045 pF.

TABLEAU 46 - TOLERANCES SUR LES VALEURS DES CONDENSATEURS CERAMIQUES

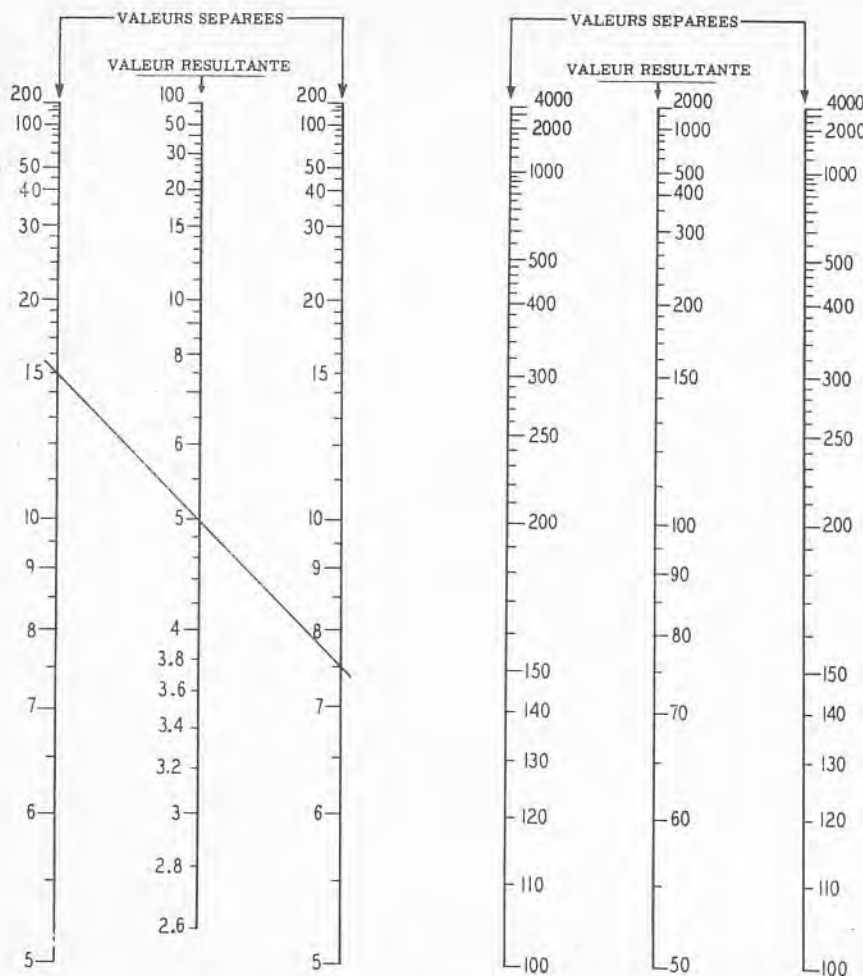
Symbole	Pourcentage ±	pF ±
C	—	0,25
D	—	0,50
F	1	1,00
G	2	2,00
J	5	—
K	10	—
M	20	—

TABLEAU 47 - SIGNIFICATION DES PREFIXES

Le tableau 47, reproduit ci-dessous, donne la liste des préfixes adoptés en électronique et en radiotechnique et le facteur de multiplication qu'ils représentent. Par exemple, étant donné que le préfixe « milli » correspond à 10^3 , dans la colonne « Unité », cela signifie que l'unité doit être multiplié par 1 000 ($10^3 = 1 000$) pour obtenir sa valeur exprimée en millièmes: ainsi 1 volt = 1 000 millivolts. De même une quantité exprimée en millièmes doit être divisée par 1 000 pour obtenir la valeur en « Unité »: ainsi, 1 mV (1 millivolt) est égal à 1 volt : $1 000 = 0,001$ volt.

Supposons, maintenant, qu'un condensateur soit indiqué comme ayant une capacité de 0,002 μ F; si nous voulons transformer cette valeur en picofarads (pF), nous cherchons le préfixe « Pico » dans la première colonne à gauche et nous suivons la ligne jusqu'à la colonne « micro » (en haut du tableau), qui nous donne le facteur de multiplication (10^6 , soit 1 000 000, nous devons multiplier la valeur en μ F par ce nombre, pour obtenir le nombre de pF correspondant : $0,002 \times 1 000 000 = 2 000$ pF.

Pour obtenir le nombre inconnu de	multiplier le nombre connu de												
	Tera par	Giga par	Mega par	Kilo par	Hecto par	Dizaine par	Unité par	Dixième par	Centième par	Millième par	Micro par	Nano par	Pico par
Tera T	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	10^{-12}	10^{-13}	10^{-14}	10^{-15}	10^{-18}	10^{-21}	10^{-24}
Giga G	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}	10^{-21}
Mega M	10^6	10^3	1	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}
Kilo k	10^9	10^6	10^3	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}
Hecto h	10^{10}	10^7	10^4	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-8}	10^{-11}	10^{-14}
Dizaine D	10^{11}	10^8	10^5	10^2	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-7}	10^{-10}	10^{-13}
Unité —	10^{12}	10^9	10^6	10^3	10^2	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}
Dixième D	10^{13}	10^{10}	10^7	10^4	10^3	10^2	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-5}	10^{-8}	10^{-11}
Centième c	10^{14}	10^{11}	10^8	10^5	10^4	10^3	10^2	10	1	10^{-1}	10^{-4}	10^{-7}	10^{-10}
Millième m	10^{15}	10^{12}	10^9	10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10	1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}
Nano n	10^{18}	10^{15}	10^{12}	10^9	10^8	10^7	10^6	10^5	10^4	10^3	1	10^{-3}	10^{-6}
(Milli-micro) (m μ)	10^{21}	10^{18}	10^{15}	10^{12}	10^{11}	10^{10}	10^9	10^8	10^7	10^6	10^3	1	10^{-3}
Pico p	10^{24}	10^{21}	10^{18}	10^{15}	10^{14}	10^{13}	10^{12}	10^{11}	10^{10}	10^9	10^6	10^3	1
(Micro-micro) ($\mu\mu$)													



**TABIEAU 48 - ABAQUE POUR
LE CALCUL DE DEUX CONDEN-
SATEURS EN SERIE**

Dans l'exemple donné sur le graphique de gauche, la mise en série d'une capacité de 15 pF, avec une autre capacité de 7,5 pF, donne une capacité résultante de 5 pF. Cet abaque est également réversible: il permet, connaissant à l'avance la valeur de la capacité résultante désirée, de trouver quelles sont les combinaisons de deux capacités mises en série, pouvant permettre d'obtenir cette valeur. Il suffit, pour cela, en faisant pivoter une règle autour du point représentant la capacité désirée, de lire sur les échelles extérieures les différentes combinaisons possibles, dont le nombre est infini. On pourra, ainsi, choisir parmi les condensateurs en sa possession, ceux qui conviendront le mieux au but recherché.

A la page 141 nous avons publié un abaque permettant de calculer la valeur résultante de deux résistances en parallèle; celui que nous donnons, ci-dessous, est identique et peut être employé pour calculer, aussi bien la résultante de deux résistances en parallèle, que la valeur de la capacité de deux condensateurs en série. Le lecteur aura noté, en effet que la formule est la même et qu'une fois les valeurs de résistance ou de capacité exprimées par un nombre, la résolution arithmétique de l'équation est la même.

Il s'agit donc là d'une seconde version du même abaque et le lecteur pourra utiliser indifféremment l'un ou l'autre pour ses calculs, choisissant celui dont l'application lui paraît la plus pratique.

Comme on peut le voir, cet abaque est composé de deux groupes de trois échelles verticales, chacun de ces groupes étant établi pour des valeurs différentes. Celui de gauche convient au calcul de deux valeurs comprises entre 5 et 200 unités et celui de droite, aux valeurs comprises entre 100 et 4 000 unités.

Son mode d'emploi est très simple: connaissant les capacités de deux condensateurs C_1 et C_2 , à mettre en série, on cherche le nombre correspondant à ces valeurs, l'un sur une échelle extérieure, l'autre sur la deuxième. En réunissant les points ainsi trouvés par une droite, on détermine un troisième point, à l'intersection de la droite et de l'échelle centrale, qui donne la valeur résultante. Rappelons que, ainsi que nous l'avons expliqué précédemment, on peut facilement étendre les échelles en multipliant, ou en divisant tous les nombres par un multiple de 10.

De même, si disposant d'une capacité connue (15 pF, par exemple), nous désirons placer en série avec elle une autre capacité pour obtenir une valeur résultante donnée (5 pF), il nous suffira de joindre par une droite les points représentant la capacité connue (15 pF) sur l'échelle de gauche, et la valeur désirée (5 pF), sur l'échelle centrale, pour trouver la valeur nécessaire devant être mise en série (échelle de droite).

Cet abaque (dont les deux parties couvrent la gamme comprise entre 5 et 4 000), peut permettre de calculer n'importe quelle valeur inférieure ou supérieure à celle comprise entre ces limites, en multipliant, ou en divisant tous les chiffres par 10, ou par un multiple ou sous-multiple de 10. C'est ainsi que si, dans l'exemple précédent, $C_1 = 15 \times 1\,000 = 15\,000$ pF, et $C_2 = 7,5 \times 1\,000 = 7\,500$ pF, la valeur résultante sera égale à $5 \times 1\,000 = 5\,000$ pF.

Comme nous l'avons dit, cet abaque, de même que celui publié précédemment, permet de calculer aussi bien les résistances en parallèle que les capacités en série et, en outre, il peut servir à calculer la valeur résultante de deux bobines en parallèle, à la condition qu'il n'y ait aucun couplage entre elles.

Dans tous les cas, pour obtenir des résultats corrects, il faut que l'unité de mesure soit la même pour les trois échelles. En d'autres termes il faut que les nombres portés sur les échelles correspondent tous trois à des ohms, kilohms ou mégohms, ou bien à des pF, μ F ou F, ou bien, encore, à des μ H, mH ou H; cela indifféremment, pourvu que l'unité choisie soit la même pour les trois échelles.

Notre REVUE DE TECHNIQUE RADIO 52 leçons et exposés théoriques
 vous apportera 52 leçons de technique appliquée
 chaque année: 52 leçons de réalisations pratiques, de schémas et de références
 52 exercices de révision, avec réponses aux questions posées
 Un Dictionnaire Anglais-Français d'Electronique, etc...

soit un total de plus de 1 872 pages de texte, figures ou tableaux, dans lesquelles seront traités, entre autres sujets:

Les transistors, les organes les plus récents, les plus révolutionnaires parmi les réalisations de l'Electronique. L'emploi des transistors s'étend rapidement: de très nombreux récepteurs et amplificateurs du commerce en sont dotés et leur nombre est, indubitablement, destiné à aller croissant car, de plus en plus, les transistors remplaceront les lampes thermo-ioniques. Il est, en conséquence, nécessaire que le radiotechnicien les connaisse, sache les utiliser, se rende compte pourquoi et comment ils diffèrent d'une lampe, soit tenu au courant des divers types et de leurs caractéristiques. Nous décrirons de nombreux montages de récepteurs, d'émetteurs et de dispositifs électroniques à réaliser avec des transistors.

Une autre technique en pleine évolution est celle dite: **Haute Fidélité**. Les exigences, en ce qui concerne la fidélité de la reproduction sonore, sont devenues nettement plus grandes. Le matériel employé dans la partie Basse Fréquence des nombreux récepteurs, dans les amplificateurs ou reproducteurs de toutes sortes, est allé constamment en se perfectionnant: il en est résulté de nouvelles techniques, de nouveaux circuits ou procédés qu'il faut connaître. Nous citerons, en particulier, **l'enregistrement magnétique** qui a vu le développement rapide des magnétophones, auquel fait pendant, dans la bataille entre le ruban et le disque, le microsillon. Récemment, tous deux ont encore affiné leur technique avec la **production stéréophonique**.

Ces derniers temps, ont fait apparition des récepteurs et amplificateurs construits selon la technique des **circuits imprimés**. Ce sont des plaquettes en matière isolante sur lesquelles les connexions nécessaires à la liaison entre les divers éléments sont imprimées, sous la forme de conducteurs obtenus suivant certains procédés de la technique de l'imprimerie. Il est évident que ces circuits — adoptés parfois seulement pour une partie de l'appareil — permettent une réduction importante du prix de revient si le matériel est construit en grande série. On conçoit donc que le technicien doive, d'ores et déjà, savoir quels sont les points délicats et comment il doit se comporter au regard de ces nouvelles méthodes de construction. Notre Revue, le moment venu, étudiera ce procédé et illustrera ses moindres détails.

Une des activités les plus attrayantes dans le domaine de la Radio est celle de l'**Emission d'Amateur**. Tout le monde peut obtenir une autorisation d'émission en passant un examen facile sur les sujets et les matières exposées en détail dans notre Revue, mais nous ne nous limiterons pas simplement à la préparation à cet examen: nous donnerons des descriptions d'émetteurs, de récepteurs faciles à construire; nous ferons connaître les règlements qui régissent cette activité, les caractéristiques du matériel spécial, les préfixes, abréviations, etc... Rappelons que le Trafic c'est-à-dire les communications à distance entre les Amateurs du monde entier, est la forme la plus suggestive et la plus passionnante de l'activité dans le domaine de la Radio; c'est une activité qui conduit, le plus souvent, à la formation des techniciens les plus capables, comme le démontre amplement l'expérience. C'est, de ce fait, un passe-temps de la plus haute valeur instructive qui, dans le même temps, favorise les liens d'amitié entre les Amateurs de tous les continents.

Une forme particulière de cette activité est la **télécommande des modèles réduits**. Cette branche compte également de nombreux passionnés, et le sujet ne sera pas négligé, ni pour celui qui pratique déjà cette technique, ni pour celui qui désire s'y initier.

Les instruments et **appareils de mesure** sont, c'est évident, d'une importance capitale. Sans eux, on peut dire que toute activité et toute notion sont vaines et incomplètes dans notre domaine: l'ingénieur et l'amateur, le dépanneur et l'installateur et même le commerçant averti ont tous besoin d'effectuer des contrôles d'efficacité, des mesures de rendement, des vérifications, des recherches de pannes, des étalonnages, mises au point, etc... toutes opérations qui se font au moyen d'appareils de mesure. Il existe naturellement, pour chaque opération, des instruments particuliers et nous en donnerons les détails de construction, la technique à employer, ainsi que leur utilisation dans des cas généraux ou particuliers. Nous traiterons, ainsi, des méthodes de **mise au point** et de la **recherche des pannes**.

C'est un fait connu que les laboratoires de recherches appliquées les plus avancés et les plus fameux du monde sont ceux des Etats-Unis. De ce pays arrivent les découvertes les plus sensationnelles dans le domaine de la radio, de même que les applications, les schémas qui font suite à ces découvertes lorsqu'elles passent dans le domaine de l'exploitation et du développement industriel. Et, bien qu'il soit de la plus grande utilité, pour un technicien, de connaître la langue anglaise et de pouvoir suivre le progrès directement dans les revues américaines, celui qui ne connaît pas cette langue pourra tout de même interpréter suffisamment les schémas et les indications importantes s'il a la possibilité de consulter un **dictionnaire technique Anglais-Français**. C'est ainsi que nous publierons, dans chaque fascicule, quatre pages de vocabulaire et termes techniques avec leurs traductions, et nous sommes certains que cela se révélera utile même à ceux qui connaissent la langue.

IMPRIME PAR G.T.C. - MILAN - DEPOT LEGAL EDEITEUR N. 34 - 2^{ème} TRIM. 1965



Les anciens Numéros sont vendus au même prix de couverture: 1 F. 60



Les anciens Numéros sont vendus au même prix de couverture: 1 F. 60



DEMANDEZ LES NUMEROS QUI VOUS MANQUENT AUX EDITIONS CHIRON, 40, RUE DE SEINE - PARIS 6^e

IMPORTANT : si les prochains numéros vous intéressent, avisez dès à présent votre fournisseur.