

Précisions sur le « CODE des COULEURS »

On sait que le marquage des résistances a toujours présenté certaines difficultés. Tous les procédés utilisant des chiffres imprimés se sont révélés défectueux, les chiffres ne tenant pas suffisamment et résistant mal à la température de fonctionnement de la résistance. Ce système est actuellement presque complètement abandonné au profit du « Code des Couleurs » élaboré par l'Union Technique de l'Électricité (U.T.E.), bien avant la guerre et d'emploi international. Ce code, bien connu, est simple et nous le rappelons pour mémoire : — à chaque chiffre de 0 à 9 est affectée une couleur particulière :

0 : noir	5 : vert
1 : brun	6 : bleu
2 : rouge	7 : violet
3 : orangé	8 : gris
4 : jaune	9 : blanc

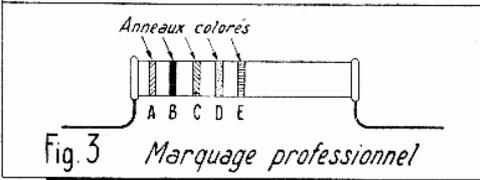
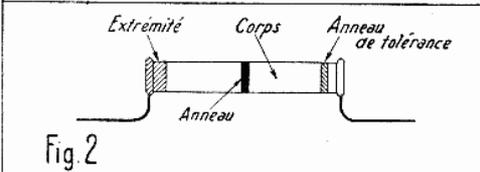
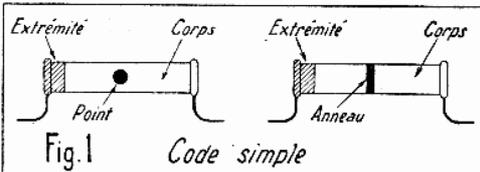
D'autre part, et pour exprimer tous les chiffres représentant la valeur d'une résistance, on distingue sur celle-ci :

La couleur du corps de la résistance qui exprime le premier chiffre de la résistance nominale exprimée toujours en ohms ;

La couleur de l'extrémité de la résistance qui exprime le second chiffre de la valeur nominale en ohms ;

La couleur du point (ou de l'anneau) qui représente le nombre de zéros suivant les deux premiers chiffres (l'absence de point ou d'anneau implique que celui-ci est de la même couleur que le corps de la résistance).

Exemple :
Corps orangé = 3.
Extrémité noire = 0.
Anneau ou point vert = 5 zéros,
soit une couleur de 3,0,00.000 ou 3 M Ω .



Couleur	1 ^{er} anneau (A) 1 ^{er} chiffre	2 ^e anneau (B) 2 ^e chiffre	3 ^e anneau (C) Nombre de zéros	4 ^e anneau (D) Tolérance
Argent.....	—	—	2 décimales	$\pm 10\%$
Or.....	—	—	1 décimale	$\pm 5\%$
Noir.....	rien	0	pas de zéro	
Brun.....	1	1	0	$\pm 1\%$
Rouge.....	2	2	00	$\pm 2\%$
Orangé.....	3	3	000	
Jaune.....	4	4	0.000	
Vert.....	5	5	00.000	
Bleu.....	6	6	000.000	
Violet.....	7	7	0.000.000	
Gris.....	8	8	00.000.000	
Blanc.....	9	9	000.000.000	
Sans couleur...	—	—	—	$\pm 20\%$

Autre exemple :
Corps rouge = 2.
Extrémité jaune = 4.
Pas de point = point rouge = 2 zéros.
Soit une valeur de : 2,4,00 ou 2.400 Ω .

Ce système de marquage, représenté en figure 1, rend de nombreux services et rares sont les hésitations de lecture à son sujet.

Mais l'amateur se trouve quelquefois bien embarrassé devant des résistances plus ou moins couvertes d'anneaux qu'il ne sait interpréter. C'est que diverses adaptations et améliorations ont été apportées au « Code des couleurs » dont le principe de base est resté toujours identique, c'est-à-dire que les couleurs indiquent toujours, et dans tous les cas, les chiffres donnés plus haut.

Une première amélioration a consisté à indiquer les « tolérances » dans les valeurs nominales.

C'est ainsi qu'une résistance marquée de trois couleurs, comme les exemples que nous avons indiqués plus haut, est d'une tolérance de $\pm 10\%$, c'est-à-dire que sa valeur peut varier de 10% autour du chiffre indiqué (par exemple de 90 à 110 Ω pour une résistance marquée : 100 Ω).

Par contre, une tolérance de $\pm 5\%$ est indiquée par un point ou un anneau argenté peint sur l'extrémité de la résistance (fig. 2).

Tout ce que nous venons de dire est valable pour le matériel d'amateur. Par contre, pour le matériel professionnel le

marquage est sensiblement plus complexe et est généralement effectué par anneaux colorés sur un corps de résistance d'une couleur quelconque et sans signification, seuls les anneaux devant être lus.

Une telle résistance est représentée en figure 3 où l'on voit cinq anneaux colorés A, B, C, D et E qui doivent être lus en partant de A, c'est-à-dire de l'extrémité de la résistance.

Dans ce code :

Le premier anneau (A) indique le premier chiffre de la valeur nominale.

Le second anneau (B) indique le deuxième chiffre de la valeur nominale.

Le troisième anneau (C) indique le nombre de zéros derrière les deux premiers chiffres.

Le quatrième anneau (D) indique la tolérance sur la valeur nominale. Sont considérées les tolérances de 1%, 2%, 5%, 10%, 20%. L'absence de l'anneau D indique $\pm 20\%$ de tolérance.

Le cinquième anneau (E) ou bien n'existe pas et indique une résistance ordinaire, ou bien est de couleur saumon et indique une résistance spéciale à haute stabilité.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, la signification des couleurs du code simple a été conservée, mais ont été ajoutées les couleurs « argent », « or » et « saumon » (cette dernière réservée au cinquième anneau).

On obtient donc la répartition suivante :

Exemple :
1^{er} anneau : orangé = 3.
2^e — : bleu = 6.
3^e — : rouge = 00.
4^e — : or = $\pm 5\%$.
5^e — : sans couleur = ordinaire.

Nous avons donc là une résistance de 3.600 Ω à $\pm 5\%$ de tolérance et de stabilité ordinaire.

On voit que ce « Code », examiné en 1950 par la « Commission Electrotechnique Internationale (C.E.I.), et pour un peu complexe qu'il soit, n'en permet pas moins une inscription très complète des caractéristiques de la résistance et avec un peu d'habitude se lit très vite.

Notons, pour terminer, que certaines résistances encore marquées en chiffres adoptent les signes suivants :

K = kilohms — par exemple : 60 K = 60.000 Ω .

T (sur les résistances allemandes) = kilohms — donc 60 T = 60.000 Ω .

M = mégohms — exemple : 3 M ou 3 M Ω = 3.000.000 Ω .

Lorsqu'il n'y a pas de lettres ou seulement le signe Ω , la valeur est donnée en ohms.

Tout chiffre suivi du signe % indique la tolérance dans la valeur nominale.

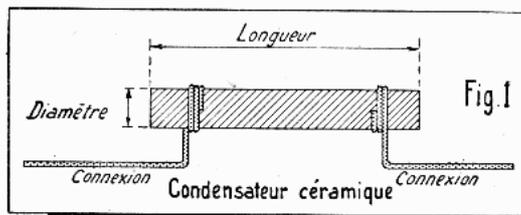
Certaines résistances sont également marquées en « Code de couleurs » et en chiffres, auquel cas les deux indications coïncident obligatoirement.

LE MARQUAGE DES CONDENSATEURS « CERAMIQUE »

L'emploi des condensateurs « céramique » tend à se généraliser, eu égard aux qualités de ces accessoires. Ils possèdent en effet une résistance d'isolement élevée et de très faibles pertes diélectriques, leur stabilité est grande et ils sont de dimensions très réduites.

Il en existe une gamme très étendue et la série « Transco », type 5539, existe depuis 0,8 pF jusqu'à 1.500 pF avec toutes les valeurs intermédiaires.

Les condensateurs « céramiques » sont constitués d'un petit tube de céramique, recouvert intérieurement et extérieurement d'une couche d'argent. La couche interne se prolonge à l'extérieur sur une extrémité, ce qui permet un excellent contact avec le fil de connexion. Les deux connexions sont extrêmement robustes et, étant donné le faible poids du condensateur, permettent de le fixer directement sur les fils de câblage,



La température de fonctionnement maximum est de 75° C.

La résistance d'isolement est toujours supérieure à 50.000 MΩ.

Marquage.

Le marquage se fait uniquement par lettres et par chiffres, à l'exclusion de tout code coloré comme pour les résistances, et de la façon suivante :

Valeur nominale picofarads	Valeur Code	Longueur en mm	Diamètre en mm	Tolérance				
				± 20 %	± 10 %	± 5 %	± 2 %	± 1 %
0,8	E8	17	2,9	P	—	—	—	—
1	1E	17		P	—	—	—	—
1,2	1E2	17		P	—	—	—	—
1,5	1E5	17		P	—	—	—	—
1,8	1E8	17		P	—	—	—	—
2,2	2E2	17		P	—	—	—	—
2,7	2E7	17		P	—	—	—	—
3,3	3E3	17		P	—	—	—	—
3,9	3E9	17		P	—	—	—	—
4,7	4E7	17		P	—	—	—	—
5,6	5E6	17		P	—	—	—	—
6,8	6E8	17		P	—	—	—	—
8,2	8E2	17		P	—	—	—	—
10	10E	17		P	—	A	—	—
12	12E	17		—	A	—	—	—
15	15E	17		P	—	A	—	—
18	18E	17		—	A	—	B	—
22	22E	17	P	—	A	B	B	
27	27E	17	—	A	—	B	—	
33	33E	17	P	—	A	B	—	
39	39E	17	—	A	—	B	—	
47	47E	17	P	—	A	B	C	
56	56E	17	—	A	—	B	C	
68	68E	17	P	—	A	B	C	
82	82E	17	—	A	—	B	C	
100	100E	17	P	—	A	B	C	
120	120E	17	—	A	—	B	C	
150	150E	18	P	—	A	B	C	
180	180E	20	—	A	—	B	C	
220	220E	22	P	—	A	B	C	
270	270E	25	—	A	—	B	C	
330	330E	29	P	—	A	B	C	
380	380E	32	—	A	—	B	C	
470	470E	37	P	—	A	B	C	
560	560E	42	—	A	—	B	C	
680	680E	49	P	—	A	B	C	
820	820E	57	—	A	—	B	C	
1.000	1K	68	P	—	A	B	C	
1.500	1K5	74	P	—	—	—	—	

donnant ainsi la possibilité de faire des circuits très courts.

Notre figure 1 donne l'aspect et les dimensions (se reporter au tableau ci-dessus) d'un condensateur céramique.

Caractéristiques des condensateurs céramique.

Les valeurs de capacité s'échelonnent depuis 0,8 pF (micromicrofarad) jusqu'à 1.500 pF.

Les tolérances sur la valeur nominale indiquée peuvent être de ± 1 %, ± 2 %, ± 5 %, ± 10 % ou ± 20 %, suivant l'indication de tolérance portée sur l'accessoire.

Les tensions de service sont de 530 V pour les capacités de 0,8 à 47 pF et de 350 V pour les capacités de 56 à 1.500 pF. Les tensions d'essais étant respectivement de 1.500 V et 1.050 V.

1° Le numéro du type (ici 5539, puisque c'est cette série que nous examinons).

2° Une lettre indiquant la tolérance autour de la valeur nominale. La répartition des lettres est la suivante :

$$\begin{array}{l} \pm 1 \% = D \quad | \quad \pm 2 \% = C \quad | \quad \pm 5 \% = B \\ \pm 10 \% = A \quad | \quad \pm 20 \% = P \end{array}$$

3° Un ensemble de lettres et chiffres correspondant au code ci-après et indiquant la valeur nominale en picofarads (micromicrofarads). Ce groupe de lettres et chiffres est séparé de la lettre indiquant la tolérance par une barre de fraction.

Exemple : 5539 C/3E9 est une capacité du type 5539, de tolérance ± 2 % et de valeur nominale 3,9 pF.

5539 P/100E est une capacité du type 5539, de tolérance ± 20 % et de valeur nominale 100 pF.

NOTES SUR LA CONSTRUCTION DES CONDENSATEURS « CÉRAMIQUE »

La construction des condensateurs « céramique » suit un processus constant quel que soit le modèle.

La céramique est façonnée sous la forme convenable et cuite à haute température. Les armatures sont apportées par peintures cuites elles aussi à haute température ; elles sont, après cuisson, inséparables du matériau céramique. La pose des connexions est la dernière opération fondamentale de la construction. Elle se fait par soudure, et cette soudure introduit par son point de fusion la principale restriction technologique d'emploi aux températures élevées. La soudure est préférée au sertissage, car elle est considérée comme plus sûre vis-à-vis de la stabilité de la capacité et du danger de crachements.

Les constructeurs sont, évidemment, largement maîtres de la température de fusion. Ils sont toutefois arrêtés dans l'emploi des alliages peu fusibles, par des considérations de prix de revient (vitesse d'exécution) et de qualité (difficulté d'exécution, etc.), si bien que des températures de ramollissement proches de 200° C, sont, en général, adoptées, ce qui limite les températures d'emploi à 150 ou 180° C, selon les constructeurs.

Cette limite de température est, en général, très largement acceptable, d'une part, parce qu'il serait difficile de la dépasser dans un montage sans risquer des inconvénients graves sur les pièces voisines (fonctionnements anormaux ou détérioration), d'autre part, parce que nous avons vu qu'une limite pratique de 105 à 120° C était imposée par la croissance des pertes des condensateurs à haute surtension.

Lors du montage des condensateurs dans les postes, il est recommandé aux utilisateurs de prendre des précautions suffisantes pour que la zone de soudure armature-connexion ne soit pas portée à une température supérieure à 160-180° C.

On y parvient aisément par l'emploi de fers à souder de petites puissances de chauffage, judicieusement manipulés. Si l'on doit effectuer plusieurs montages et démontages successifs d'un même condensateur, il faut s'efforcer de ne pas exercer une action mécanique trop violente de séparation de la connexion du corps du condensateur au moment où la zone de soudure interne est portée à haute température par le contact du fer à souder.

Ces précautions sont d'une application très facile même avec une main-d'œuvre non qualifiée. La phase de transition qui correspond au remplacement des condensateurs au mica par de la céramique est seule dangereuse. Les condensateurs au mica sont, en effet, en général, du type à connexions serties et sont assez robustes à chaud aux efforts mécaniques. D'autre part, leur masse est plus élevée et leur échauffement beaucoup moins rapide.

En pratique, et dans le domaine qui nous intéresse, les condensateurs céramique sont tout particulièrement utilisés en télévision et dans les récepteurs à ondes ultra-courtes (récepteurs à modulation de fréquence...). Ils peuvent être classés en trois catégories.

Nous allons donner, à titre d'exemple, toutes les caractéristiques de ces condensateurs (pour une fabrication donnée) dans les trois catégories envisagées (condensateurs céramique de fabrication L.C.C. Paris).

I. — Condensateurs de circuit à haute surtension.

Ces condensateurs utilisent un diélectrique à faibles pertes et dont le pouvoir

inducteur spécifique ne varie que très faiblement en fonction de la température.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES :

Tension d'essai.....	1.500 Vcc (10 sec.)
Tension de service maximum.....	500 V
Résistance d'isolement.....	1.000 MΩ
tg δ (à 1 MHz, 20° C).....	20.10 ⁻⁴
Coefficient de température.....	(- 350 ± 400). 10 ⁻⁶
Tolérances sur la capacité.....	± 20 % ± 10 % ± 5 %
Gamme de capacités.....	1,5 à 180 pF

CAPACITÉS STANDARDS ET ENCOMBREMENT :

(Fig. 1)

Capacité en pF	L en mm
1,5.....	12
4,7.....	12
10.....	12
22.....	12
47.....	12
100.....	12
180.....	18

Marquage par bandes suivant le code de couleur international, le premier chiffre significatif étant repéré par une bande large.

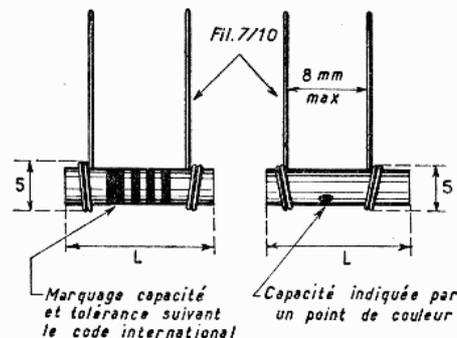


FIG. 1

FIG. 2

Couleur	Noir	Brun	Rouge	Orange	Jaune	Vert	Bleu	Violet	Gris	Blanc
Chiffre significatif .	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Multiplicateur.....	1	10	100							
Tolérance.....						5 %				10 %

Pour la tolérance = 20 % la bande est supprimée.

2. — Condensateurs de découplage.

Grâce à l'emploi d'un diélectrique à grand pouvoir inducteur spécifique, ces condensateurs présentent une capacité élevée sous un très faible encombrement, les rendant particulièrement aptes au découplage HF.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES :

Tension d'essai.....	1.000 Vcc (10 sec.)
Tension de service maximum.....	350 Vcc
Résistance d'isolement.....	$\geq 1.000 M\Omega$
tg δ (à 1 MHz, 20° C).....	$\leq 400 \cdot 10^{-4}$
Coefficient de température.....	Entre + 10° C et + 70° C la capacité reste comprise entre - 20 % et + 100 % de sa valeur nominale.
Tolérance sur la capacité.....	+ 40 % - 20 %
Gamme de capacités.....	470 à 2.200 pF

CAPACITÉS STANDARDS ET ENCOMBREMENT :

(Fig. 2)

Marquage de la capacité par un point de couleur :	Capacité en pF	L en mm
470.....	470.....	12
Capacité en pF	Couleur	1.000.....
470.....	Rouge	1.500.....
1.000.....	Noir	2.200.....
1.500.....	Jaune	15
2.200.....	Bleu	

3. Condensateurs ajustables.

(Fig. 3)

Ce sont des condensateurs tubulaires dont l'armature extérieure est prolongée par une douille élastique en laiton écroui. Cette douille, manœuvrée avec une pince isolante, peut glisser et tourner le long de la surface du tube et prolongeant ainsi l'armature extérieure, fait varier la capacité du condensateur.

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES :

Tension d'essai.....	1.500 Vcc (10 sec.)
Tension de service maximum.....	500 V
Résistance d'isolement.....	$\geq 10.000 M\Omega$
tg (à 1 MHz 20° C).....	$\geq 20 \cdot 10^{-4}$
Coefficient de température.....	(- 350 \pm 400). 10-

CAPACITÉS :

Capacité résiduelle en pF	Variation de capacité en pF	L en mm	Couleur d'identification
0,5	3	12	blanc
1	10	12	rouge
8	4	18	jaune
42	16	15	bleu

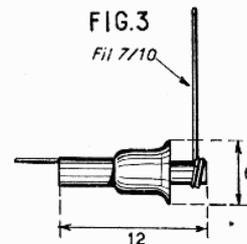
MONTAGE :

1° Sur une cosse : on engage dans la cosse le brin libre de la connexion extérieure et l'on soude.

2° Sur un châssis plan : sectionner le brin libre de la connexion extérieure au ras des boucles. Etamer abondamment la surface du châssis. Placer la base du condensateur sur la soudure fondue, et l'y maintenir jusqu'à solidification

MANŒUVRE :

Le condensateur étant branché dans le circuit, on cherche à établir l'accord par manœuvre de la douille au moyen d'une pince en plexiglas. L'accord étant obtenu, aucun blocage de la douille au moyen de cire ou de vernis n'est nécessaire.



Ce qu'il faut savoir :

DES CONDENSATEURS VARIABLES

Les circuits oscillants, qui sont à la base de l'accord des récepteurs sur une station de longueur d'onde déterminée, sont constitués d'un bobinage et d'un condensateur en parallèle, c'est-à-dire assemblés de la façon indiquée par la figure 1.

On sait que l'énergie captée par l'antenne subit un renforcement lorsque sa fréquence est égale à la fréquence du circuit oscillant et qu'il y a résonance. Il importe donc

de pouvoir faire varier la fréquence du circuit oscillant pour séparer et recevoir toutes les stations les unes après les autres. On peut agir soit sur l'inductance de la bobine, soit sur la capacité du condensateur. A l'exception des postes auto-radio, les récepteurs actuels ont tous leurs circuits d'accord avec condensateurs variables, car, avec ces derniers, il est plus facile de couvrir une gamme étendue de fréquences.

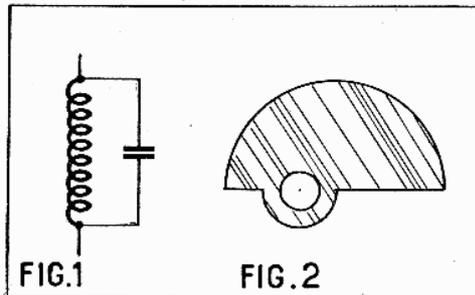
Constitution de condensateurs variables.

Les condensateurs variables sont donc parmi les organes importants des récepteurs. Ils ont leurs armatures constituées de groupes de plaques métalliques fixes et de plaques métalliques mobiles s'intercalant les unes dans les autres sans se toucher, la couche d'air entre plaques formant le diélectrique. Les plaques mobiles sont fixées sur un axe commandé par un bouton, ce qui permet de les faire tourner par rapport aux autres. De cette façon on peut les introduire plus ou moins entre les lames fixes et faire varier la capacité. Lorsque les lames sont complètement engagées, la capacité est maximum. Cependant, à l'apport, cette dernière ne peut descendre à zéro : le condensateur avec les lames dégagées a toujours une certaine capacité, appelée capacité résiduelle, qui doit être aussi réduite que possible pour ne pas diminuer la gamme des fréquences couvertes, ce qui est indispensable pour les gammes ondes courtes.

On peut s'étonner du volume important des condensateurs variables en fonction de leur capacité par rapport aux autres condensateurs. Ceci provient du fait que l'air est le diélectrique et que la constante diélectrique des isolants utilisés dans les autres condensateurs est beaucoup plus élevée. Par exemple, elle est de 6 pour le mica, alors qu'elle n'est que de 1,5 pour l'air. C'est ainsi également qu'un condensateur à air de 500 pF immergé dans de l'huile isolante voit sa capacité passer à 2.500 pF, la constante diélectrique de l'huile étant environ cinq fois plus grande que celle de l'air.

Cette augmentation de volume est compensée par deux avantages : l'air employé comme diélectrique permet de construire des condensateurs pratiquement sans perte et, pour des condensateurs variables, la fabrication est beaucoup plus simple qu'avec un autre diélectrique.

Les lames des condensateurs variables sont généralement en duralumin de 0,5 mm d'épaisseur. La forme de ces lames est sensiblement semi-circulaire avec perçage décalé, comme l'indique la figure 2, pour le passage de l'axe. Du découpage de cette lame dépend la caractéristique de variation du condensateur. Avec des lames analogues à celle de la figure 2, en raison du décalage de l'axe, la variation de capacité n'est pas linéaire, mais ceci est voulu car une variation linéaire de capacité n'est pas souhaitable pour un condensateur de récepteur. Celle-ci provoquerait une difficulté pour la réception des stations du bas de la gamme qui se trouveraient comprimées sur un faible déplacement du condensateur. Il faut donc rechercher une variation moins rapide de la capacité au début de la rotation. C'est pour modifier leur courbe de variation que certains condensateurs ont des encoches dans leurs lames.

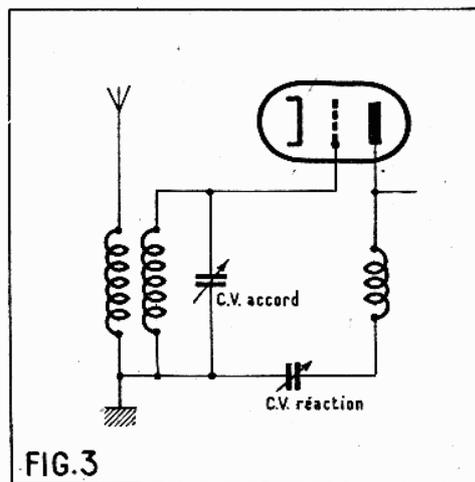


Qualité des condensateurs variables.

Il importe que la capacité d'un condensateur variable ne subisse avec le temps aucune modification de ses caractéristiques. Les armatures doivent donc être entièrement rigides et l'écartement entre elles rigoureusement stables. D'autre part, il convient d'adopter des isolants de haute qualité à faibles pertes comme supports des plaques fixes.

Le rotor — c'est-à-dire l'ensemble des lames mobiles — doit être, malgré son mouvement de rotation, réuni à la masse par un très bon contact. Il est obtenu par l'intermédiaire d'une lame élastique en bronze, en chrysolal ou en laiton s'appuyant sur l'axe et sur la flasque. Ce sont sur ces lames que doivent aboutir l'extrémité des bobinages du circuit d'accord si l'on veut éviter les accrochages. C'est pour cette raison que nous trouvons des condensateurs variables dont l'extrémité de la lame est en forme de cosse permettant la soudure d'une connexion.

Le montage du rotor doit être réalisé de telle façon que, même après plus de mille rotations, les caractéristiques du condensateur restent inchangées. D'autre part, il importe que le contact n'introduise qu'une résistance négligeable.



Il est bien évident, étant donné leurs fonctions, que l'étalonnage des condensateurs variables doit être précis. On doit exiger que leur capacité ne dépasse pas la tolérance de + 0,3 %.

Ces condensateurs ne doivent entraîner aucun effet de microphonie. Effet qui se traduit par un bruit de fond qui se superpose aux sons reproduits par le haut-parleur et qui est provoqué par une trop grande élasticité des lames.

Il faut aussi qu'aucune vibration mécanique ne soit transmise aux châssis sur lesquels sont fixés les condensateurs : ils doivent donc l'être par l'intermédiaire de rondelles en caoutchouc formant amortisseurs.

Caractéristiques des condensateurs variables.

Les condensateurs variables se caractérisent par trois valeurs de capacité :

- La capacité maximum.
- La capacité résiduelle.
- La capacité utile qui représente la différence entre les deux premières valeurs.

Comme nous l'avons vu, pour que la capacité utile soit grande et en conséquence la gamme d'ondes aussi étendue que possible, il faut que la capacité résiduelle soit faible, de l'ordre d'une dizaine de pF, pour un condensateur de 500 pF. Les normes françaises pour les condensateurs sont : 490 pF pour la capacité totale et 18 pF pour la capacité résiduelle.

Emploi des condensateurs variables.

Dans les récepteurs à amplification directe (détectrice à réaction) un seul condensateur variable peut suffire si le dosage de la réaction est fait par une résistance variable. Dans le cas d'emploi d'un condensateur de réaction, pour éviter le dérèglement lorsque l'on retire la main du bouton de commande, il faut réunir le circuit de réaction au circuit d'accord par le condensateur, au lieu d'effectuer la liaison par la bobine, car dans ces conditions les rotors des deux condensateurs d'accord et de réaction se trouvent tous les deux reliés à la masse (voir fig. 3).

Mais, à part les petits récepteurs, deux ou trois condensateurs variables sont nécessaires pour les circuits d'entrée. C'est pourquoi nous trouvons des condensateurs à deux ou trois cases ou sections montées sur le même axe et commandées par un seul bouton (cette commande unique étant possible à condition d'effectuer l'alignement des circuits). Cependant il ne faudrait pas croire qu'il suffit de relier cet axe commun à la masse en un seul point, on pourrait ainsi provoquer des couplages indésirables, chaque section devant avoir un point à la masse.

Dans les superhétérodynes les condensateurs variables s'allient aux blocs d'accord et d'oscillateur pour former les circuits d'accord et d'oscillateur local du changement de fréquence. Ils ont trois cases si le récepteur comporte un étage amplificateur haute fréquence. Néanmoins, dans les anciens récepteurs avec bloc d'entrée « présélecteur » on trouve malgré tout des condensateurs à trois cases sans que le récepteur ait un étage haute fréquence, il s'agit de deux circuits d'accord à la suite l'un de l'autre.

Les condensateurs variables actuels provoquent peu de pannes dans les récepteurs. L'inconvénient le plus souvent constaté est le dépôt de poussières et de limailles sur les lames. Elles peuvent provoquer des crachements et même faire varier la capacité du condensateur, ce qui entraîne le dérèglement de l'alignement ; mais ces poussières peuvent s'enlever facilement en passant une petite plaque de carton entre les lames ou en dirigeant vers le condensateur un fort jet d'air comprimé.

CARACTÉRISTIQUES DES LAMPES RÉSISTANTES

pour alimentation des appareils tous courants

Beaucoup de lecteurs nous demandent des renseignements techniques (caractéristiques et brochages) sur les tubes résistants utilisés pour l'alimentation des récepteurs

tous courants. Nous pensons être utile à tous en publiant ci-dessous le tableau complet de ces tubes avec leurs caractéristiques d'utilisation et leurs brochages.

SÉRIES EUROPÉENNES (0,2 ampère)

Type culot ordinaire	Type culot octal	Lampes			Lampes cadran (en série)	Caractéristiques des lampes cadran	Culot ordinaire	Culot octal
		30 V	24 V	13 V				
F210N	R10N	1	1	4	2 à 3	6 V 0,1 A	E	G
E210N	R20N	1	1	3	2 à 3	6 V 0,1 A	E	G
F210		1	1	4	1	110 V 0,036 A	B	
E210		1	1	3	1	110 V 0,036 A	B	
30RN3	R30N	1	1	5	2 à 3	6 V 0,1 A	E	G
35RN3	R35N	1	1	4	2 à 3	6 V 0,1 A	E	G
40RN3	R40N	1	1	3	2 à 3	6 V 0,1 A	E	G
		30 V	24 V	6 V				
		1	1	2	2 à 3	6 V 0,1 A		G
		1	1	3	2 à 3	6 V 0,1 A		G
		1	1	4	2 à 3	6 V 0,1 A		G
		30 V	44 V	6 V				
		1	1	2	2 à 3	6 V 0,1 A		G
		1	1	3	2 à 3	6 V 0,1 A		G
		1	1	4	2 à 3	6 V 0,1 A		G

SÉRIES AMÉRICAINES (0,3 ampère)

Type culot ordinaire	Type culot octal	Lampes		Lampes cadran (en série)	Caractéristiques des lampes cadran	Culot ordinaire	Culot octal
		25 V	6,3 V				
D304	50A4	2	1 à 2	1	4 V 0,1 A	A	F
D305A	45A12	2	2	2	6 V 0,1 A	A	F
E304	40A4	2	3	1	4 V 0,1 A	A	F
E312		2	3	2 + 1	4 V 0,1 A	D	
E312B		2	3	2 + 1	4 V 0,1 A	C	
F318	40A18	2	3	3	6 V 0,3 A	A	F
E310N	A40N	2	3 à 4	2 à 3	6 V 0,1 A	E	G
F304A		2	3 à 4	1	110 V 0,1 A	A	
F305	40A12	2	3	2	6 V 0,1 A	A	F
F304	35A4	2	4	1	4 V 0,1 A	A	F
F313	35A12	2	4	2	6 V 0,3 A	A	F
F312		2	4	2 + 1	4 V 0,1 A	D	
F312B		2	4	2 + 1	4 V 0,1 A	C	
F310N	A35N	2	5	2 à 3	6 V 0,1 A	E	G
G310N	A15N	3	3 à 4	2 à 3	6 V 0,1 A	E	G
C23	OC23					4 broches	

née, dissipant une chaleur assez importante, elle arrive assez rapidement à s'oxyder et à se couper.

La firme *Radio-Celsior*, en France, a donc étudié toute une série de lampes composées essentiellement d'un culot (type américain ou octal), d'une ampoule vide d'air et, dans cette ampoule, d'une chaîne de résistances métalliques correspondant aux divers besoins de l'alimentation tous courants, notamment : des prises pour secteurs 240-220-130 et 110 V, ainsi que des prises spéciales pour l'allumage de 1 à 3 lampes cadran.

Ces lampes sont pratiquement inusables, la résistance travaillant sous vide; elles conduisent à un montage propre et rationnel, à des valeurs de résistances parfaitement adaptées aux lampes réceptrices utilisées; enfin, elles permettent l'utilisation de lampes cadrans sans survolage de ces dernières lors de l'allumage.

Deux séries existent, l'une pour les lampes américaines consommant 0,3 A et la seconde pour les lampes européennes consommant 0,2 A. Nous donnons dans les deux tableaux ci-contre les caractéristiques de toutes les régulatrices « Radio-Celsior ».

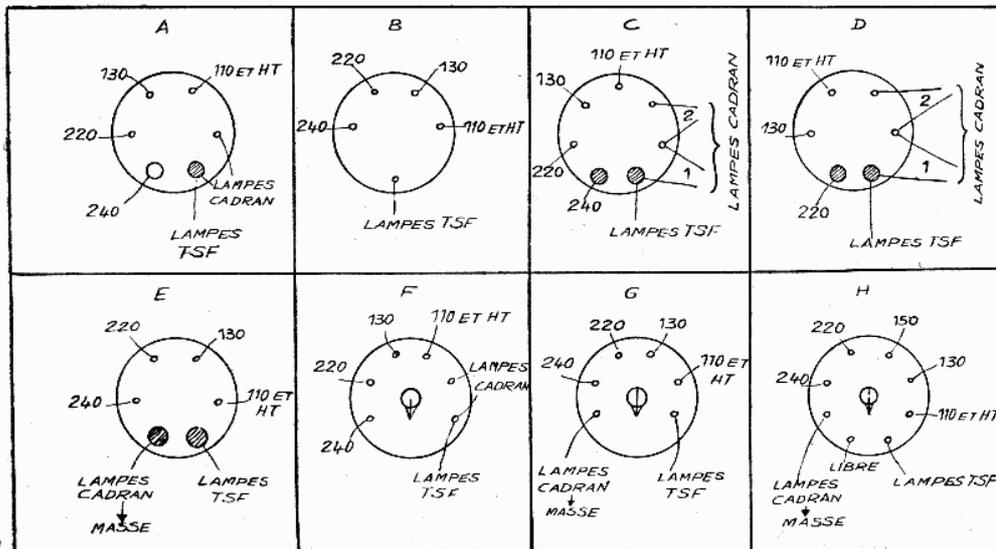
A noter que :

Les types de lampes comportant la lettre N n'ont aucune surtension sur les lampes cadrans. Pour les autres types, il y a lieu de veiller à l'isolement de la douille de lampe cadran par rapport à la masse du châssis.

Que sont ces lampes ?

Leur fabrication a été entreprise pour répondre à un besoin précis : abaisser la tension du secteur à une valeur convenable pour l'alimentation en série des filaments de lampes d'un récepteur tous courants. On sait que ce rôle est habituellement rempli par une résistance chutrice bobinée, ou bien par un « cordon chauffant » conte-

nant une résistance bobinée sur fil d'amiante. Il est inutile d'insister sur les inconvénients du cordon chauffant, qui est en fait prévu, par construction, pour se détruire le plus rapidement possible par dessiccation complète des isolants outrageusement chauffés, par court-circuit, voire par incendie pur et simple. Quant à la résistance bobi-



POUR MESURER LES CONDENSATEURS

Calcul du schéma.

Partons du schéma de la figure 4 et supposons que le milliampèremètre fournit une déviation totale pour $0,3 \mu\text{A}$ et une chute de tension de $1,5 \text{ V}$ à ses bornes. Faisons traverser l'ensemble par un courant de $0,2 \mu\text{A}$ que nous avons la possibilité de faire varier entre $0,05 \mu\text{A}$ et $0,4 \mu\text{A}$.

Pour $0,4 \mu\text{A}$, nous avons une résistance de $1,5 \times 0,0004 = 3,750 \Omega$. C'est la valeur de la résistance fixe a . Pour $0,05 \mu\text{A}$, nous avons de même $1,5 \times 0,00005 = 30,000 \Omega$. Cette valeur représente l'ensemble des deux résistances a et b (fig. 4), mais nous pouvons la prendre comme valeur de la résistance variable b .

Pour le calcul des capacités entrant dans le schéma ainsi fait, nous devons nous fixer

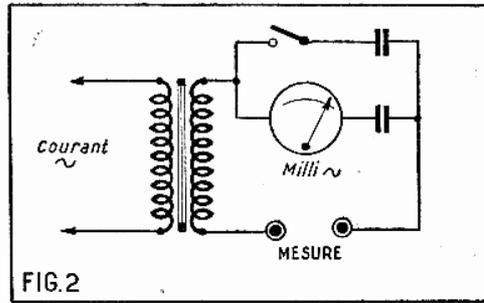
Il est souvent très simple de mesurer une capacité, encore faut-il pour cela utiliser un montage convenable et savoir traduire les indications de l'appareil de mesures en tenant compte d'une marge d'erreurs connues.

C'est dans ce but que nous décrivons, ci-dessous, un montage très simple, destiné à la mesure des capacités de valeurs courantes en radio, montage qui peut être réalisé très facilement et à très peu de frais.

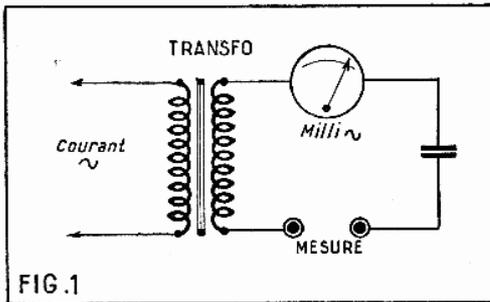
Principe du schéma.

Les figures 1 et 2 nous montrent que le principe de la mesure des capacités est analogue à celui utilisé pour la mesure des résistances. Nous remarquons que le circuit comporte un instrument de mesure, prévu pour courant alternatif, des condensateurs, et qu'il est alimenté par le secondaire d'un transformateur approprié. Le transformateur lui-même est alimenté par le courant alternatif du secteur ou, dans les endroits où la distribution se fait en courant continu, à l'aide d'un convertisseur. Le primaire et le secondaire du transformateur comportent plusieurs prises pour permettre son adaptation aux différentes tensions.

Dans le schéma de la figure 1, nous reconnaissons sans peine le schéma classique de la mesure d'une résistance en série avec un milliampèremètre, avec cette différence que nous utilisons des condensateurs à la place des résistances et que le milliampèremètre doit être prévu pour fonctionner sur courant alternatif.



D'après le schéma, nous voyons que les résultats des mesures dépendent aussi bien de la fréquence que de la tension du courant alternatif utilisé, dans ce sens qu'en doublant la fréquence, par exemple, on obtient exactement le même résultat que si on doublait la tension.



Les limites des mesures.

Les capacités dont on a le plus souvent à connaître la valeur sont comprises entre $1.000 \mu\mu\text{F}$ et $10 \mu\text{F}$. Rappelons en passant la relation suivante, utile pour la conversion des mF en centimètres :

$$1/1.000 \mu\text{F} = 1.000 \mu\mu\text{F} = 900 \text{ cm.}$$

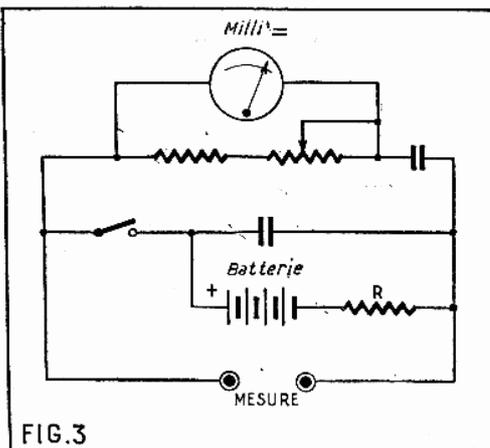
Les valeurs au-dessous de $1.000 \mu\mu\text{F}$ ne

peuvent guère être mesurées qu'à l'aide d'une hétérodyne, et nous sommes forcés de laisser cette question de côté, du moins aujourd'hui. Quant aux capacités supérieures à $10 \mu\text{F}$, la connaissance de leur valeur exacte ne présente que peu d'intérêt dans la pratique.

Choix de la tension de mesure.

Pour mesurer les capacités de faible valeur, nous choisissons une tension de l'ordre de 100 à 220 V , tandis que pour les capacités élevées quelque 10 V suffiront.

Nous sommes obligés de prendre, pour les condensateurs de forte capacité, une tension très faible parce que, très souvent, il nous arrive de mesurer des condensateurs électrolytiques ou électrochimiques. Or, la mesure de ces derniers exige l'application d'une tension continue de polarisation, correspondant à la tension de mesure, autrement les valeurs obtenues n'ont aucun sens. La figure 3 nous montre le schéma à réaliser pour l'étude des condensateurs électrolytiques. La batterie est branchée en parallèle sur le condensateur et une résistance de forte valeur est prévue, en série avec la batterie. La valeur de cette résistance doit être d'au moins 10 fois la résistance du condensateur.



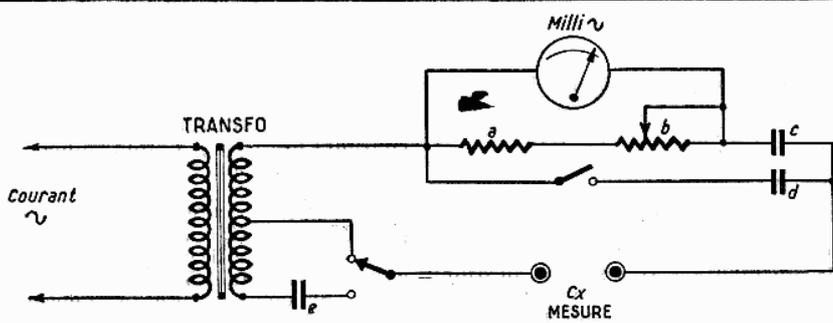


FIG. 4

Désignons par I , la déviation totale du milliampèremètre et par i , l'intensité lue lorsque le bouton B est lâché. La capacité C_x sera donnée par la relation :

$$C_x = \text{capacité correspondante à l'échelle} \times \frac{I - i}{i}$$

La capacité correspondante à l'échelle est de $10.000 \mu\mu\text{F}$ pour les faibles capacités et de $1 \mu\text{F}$ pour les capacités élevées.

Ainsi, si nous avons un milliampèremètre de 100 divisions et que i n'est que de 40 divisions, nous devons multiplier $10.000 \mu\text{F}$ ou $1 \mu\text{F}$, suivant le cas par :

$$\frac{i}{I - i} = \frac{40}{100 - 40} = \frac{40}{60} = \frac{2}{3}$$

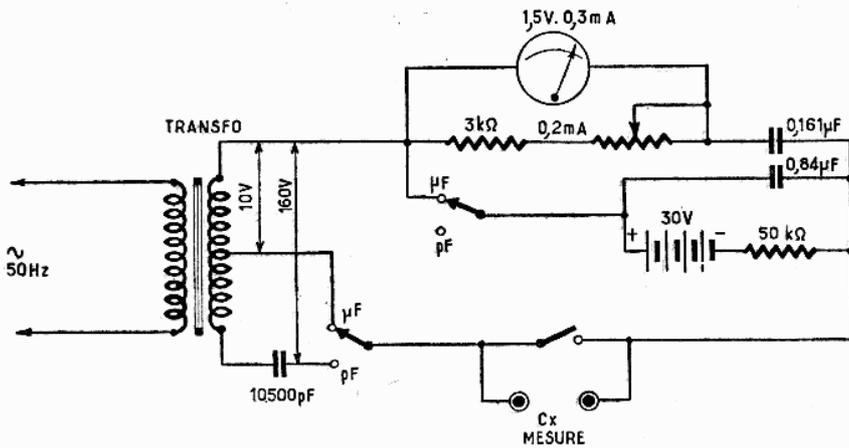


FIG. 5

la fréquence à laquelle nous opérons. Comme il s'agit, le plus souvent, d'un secteur alternatif à 50 périodes, nous pouvons prendre $f = 50$.

Commençons par le condensateur c . Lorsque nous appuyons sur le bouton, ce condensateur est traversé par un courant de $0,5 \mu\text{A}$. La tension alternative aux bornes de l'ensemble : condensateur c , milliampèremètre et résistances a et b est de 10 V (mesure des capacités élevées). Elle se partage de la façon suivante : $1,5 \text{ V}$ pour l'appareil de mesure avec ses deux résistances et le reste aux bornes du condensateur c . Ce reste n'est pas égal à $10 - 1,5 \pm 8,5 \text{ V}$ comme on serait tenté de le croire mais, à cause du déphasage des deux tensions, à :

$$\sqrt{(10)^2 - (1,5)^2} = \sqrt{100 - 2,25} = \sqrt{97,75} = 9,9 \text{ V.}$$

Donc le condensateur c doit présenter une résistance apparente de 19.800Ω ($0,00005 \times 9,9 = 19.800$). Lorsque nous utilisons l'échelle des capacités élevées ($0,1$ à $10 \mu\text{F}$) cela signifie qu'à tout instant l'ensemble du circuit de mesure doit se comporter vis-à-vis de la tension alternatif de 10 V comme une capacité de $1 \mu\text{F}$.

Or, un condensateur de $1 \mu\text{F}$ a, à 50 périodes, une résistance apparente de :

$$\frac{1.000.000}{6,28} \times 50 = 3.190 \Omega$$

ce qui correspond à un courant de $3,14 \mu\text{A}$. Comme nous venons de le voir, ce courant doit se partager de la façon suivante : $0,5 \mu\text{A}$ pour la dérivation du milliampèremètre et le reste, $3,14 - 0,5 = 2,64 \mu\text{A}$ dans le circuit du condensateur d .

Etant donné que la tension aux bornes de d est de 10 V , il doit présenter une résistance apparente de :

$$\frac{10}{0,00264} = 3.790 \Omega$$

Calculons maintenant la valeur du condensateur e . Ce dernier ne sert que pour l'échelle des faibles capacités ($1.000 \mu\mu\text{F}$ à $100.000 \mu\mu\text{F}$). Pour cette échelle, l'ensemble du circuit de mesure doit se comporter comme un condensateur de $10.000 \mu\mu\text{F}$.

A cette capacité, il correspond, à la fréquence de 50 périodes, une résistance apparente de :

$$\frac{1.000.000.000.000}{6,28} \times 10.000 = 319.000 \Omega.$$

Le condensateur c fait déjà, nous l'avons vu, 19.800Ω et, par conséquent, e doit faire :

$$319.000 - 19.800 = 299.200 \Omega.$$

ou 300.000Ω en chiffres ronds.

Pour la fréquence que nous avons choisie, c'est-à-dire 50 périodes, la valeur de toutes ces capacités s'obtient en μF , de la façon suivante :

$$c = \frac{1.000.000}{6,28 \times 50 \times 19.800} = 0,161 \mu\text{F}$$

$$d = \frac{1.000.000}{6,28 \times 50 \times 3.790} = 0,84 \mu\text{F}$$

$$e = \frac{1.000.000}{6,28 \times 50 \times 300.000} = 0,0105 \mu\text{F}$$

Exemple sur mesure.

(Fig. 5)

Le condensateur à mesurer est branché entre les bornes C_x de l'appareil. Si sa capacité est comprise entre $1.000 \mu\mu\text{F}$ et $0,1$, nous mettons les inverseurs dans la position $\mu\mu\text{F}$.

On appuie ensuite sur le bouton B et, en faisant varier la résistance b , on amène le milliampèremètre au maximum de la déviation.

On lâche le bouton B et on lit le nouveau résultat.

LES QUARTZ

La précision à la portée de l'amateur

Laissant de côté momentanément les *command sets*, permettez-nous, cher lecteur, d'attirer votre attention sur d'autres surplus dont bon nombre d'entre vous n'ont sans doute pas saisi les infinies possibilités pour l'amateur. Il s'agit des cristaux de quartz que l'on peut trouver — à condition de tomber au bon moment — à des prix très démocratiques chez les revendeurs parisiens, voire même au marché aux puces. La guerre aura au moins eu l'avantage de faire proliférer chez tous les belligérants ces merveilleux petits cailloux qui sont maintenant une bénédiction pour l'amateur averti, mais à la bourse pas trop bien garnie.

Cette étude étant avant tout pratique, il n'est pas dans nos intentions de vous faire la théorie détaillée de l'oscillation du cristal. Disons simplement qu'il se présente comme une petite lame de quartz de forme carrée ou rectangulaire, maintenue entre deux plaques métalliques bien planes et parallèles entre elles, les électrodes. Si une différence de potentiel alternative est appliquée à ces deux électrodes, la lame de quartz se contracte ou se dilate imperceptiblement : le quartz oscille. Il peut donc être assimilé à un circuit oscillant à self et condensateur en parallèle ; mais, et c'est ce qui en fait toute la valeur, le quartz ne peut osciller que sur une fréquence déterminée uniquement par la façon dont il a été taillé. Un oscillateur à quartz est donc totalement exempt de cette plaie des auto-oscillateurs qu'est le glissement de fréquence en fonction des variations de tensions d'alimentation et de la déformation des électrodes de la lampe par l'échauffement. Cette remarquable propriété a été depuis longtemps utilisée pour le pilotage des émetteurs devant conserver leur fréquence propre avec une stabilité égale à celle du roc de Gibraltar. Beaucoup d'amateurs, au courant de cette chose, en sont restés à cette notion. Les quartz « surplus » ont des fréquences d'oscillation qui tombent dans les bandes jadis réservées à l'émission d'amateurs. Nous disons bien « jadis réservées », car, de plus en plus, ces modestes bandes sont envahies par des stations commerciales ou officielles qui, par leurs brouillages, finissent par en chasser les malheureux amateurs. Il y a donc fort à parier que le candidat à l'émission d'amateur, qui achète un quartz vendu à un prix relativement

fort parce que sa fréquence d'oscillation se trouve dans la bande, sera déçu : son émission coïncidera comme par hasard avec celle d'une station commerciale ou autre à forte puissance qui la noiera sans rémission. Cela est si vrai que la grande majorité des amateurs-émetteurs ont abandonné le pilotage par quartz, pour en revenir à l'auto-oscillateur selon des circuits perfectionnés donnant une stabilité acceptable et baptisé V. F. O. (variable frequency oscillator). Le quartz conserve pourtant ses adeptes pour le pilotage sur les bandes amateurs d'ondes très courtes des 4 m (72 Mc) et 2 m (144 Mc) ou même encore plus courtes. Car, comme tout oscillateur, l'oscillateur à quartz délivre en plus de sa fréquence fondamentale des fréquences harmoniques.

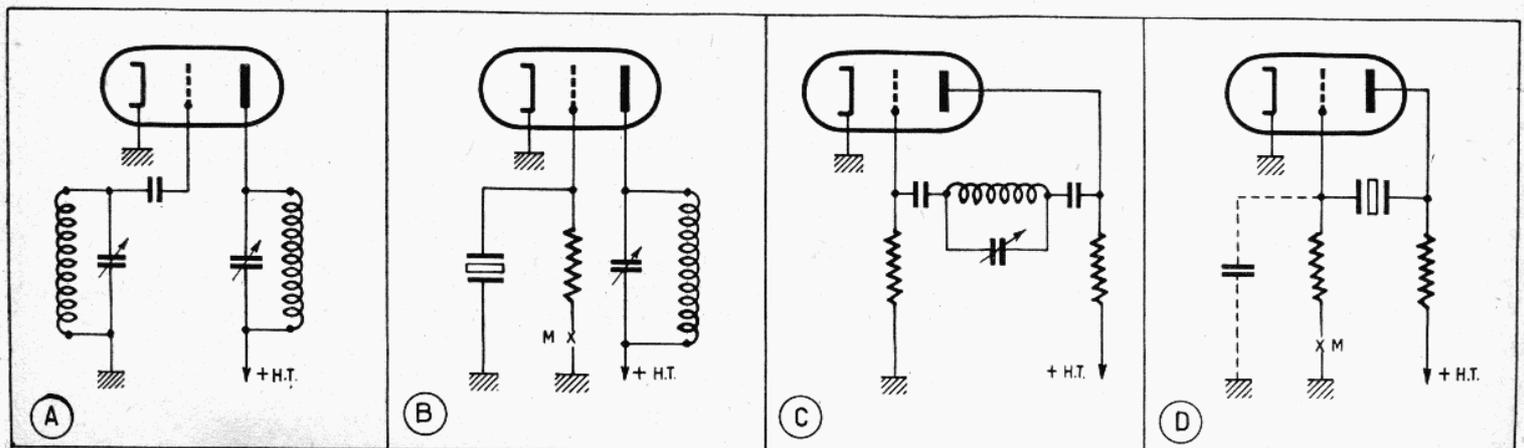
Cette propriété a été partiellement mise à profit dès le début, en particulier par les amateurs-émetteurs. Les bandes allouées à ces derniers sont en effet en relations harmoniques : bande des 3.500 khz (dite des 80 m), bande des 7.000 khz (dite des 40 m), bande des 14.000 khz (dite des 20 m) et bande des 28.000 khz (dite des 10 m). On voit immédiatement que l'harmonique 2 d'un quartz dans la bande 80 m donne la bande 40 m, l'harmonique 4, la bande 20 m et l'harmonique 8, la bande 10 m. De ce fait, jusqu'à la guerre, l'émetteur toutes bandes de l'amateur-émetteur se composait d'une façon générale d'un oscillateur à quartz 3.500 khz, suivi d'un étage doubleur de fréquence (accordé sur l'harmonique 2 et l'amplifiant) sur 7.000 khz, suivi d'un doubleur de fréquence donnant du 14.000 khz, lui-même suivi d'un autre doubleur donnant du 28.000 khz.

La chose était si courante et si simple que l'idée se répandit qu'à partir d'un quartz de fréquence donnée, il n'était possible d'obtenir que des harmoniques suivant une progression géométrique de deux. Des montages quadrupleurs de fréquence avaient bien fait leur apparition, mais il était généralement considéré comme exclu d'obtenir des harmoniques impaires. La qualité des quartz de l'époque était, il faut le reconnaître, pour quelque chose dans cette opinion. La guerre, en réclamant un matériel de transmissions considérable d'une stabilité à toute épreuve, entraîna une production extraordinairement accrue et une amélioration très sensible de la qualité des quartz qui

devaient ensuite être écoulés comme surplus. En même temps, les fabricants faisaient en laboratoire d'intéressantes découvertes. Depuis longtemps, l'un des problèmes se posant à eux était d'obtenir des quartz oscillant sur des fréquences aussi élevées que possible, du fait de l'utilisation plus considérable de longueurs d'ondes de plus en plus courtes. Or, la fréquence d'oscillation fondamentale d'un quartz est avant tout fonction de son épaisseur : plus la lame est mince, plus élevée est cette fréquence. L'amélioration des techniques industrielles a permis de réduire à son maximum cette épaisseur et de sortir des quartz ayant une oscillation fondamentale dans la bande 20 m, par exemple ; mais on approche là du « mur du quartz », et ces cristaux ont le défaut d'être coûteux et très fragiles. C'est pour cette dernière raison qu'ils n'ont pratiquement pas été utilisés par les armées belligérantes durant la dernière guerre. Aussi, la fréquence limite des quartz surplus américains ne dépasse-t-elle pas 9.000 khz. Celle des quartz allemands est un peu plus élevée, de l'ordre de 12.500 khz.

Au cours de travaux de laboratoire, les fabricants constatèrent que certains cristaux, taillés pour une fréquence donnée, avaient tendance à osciller sur leurs harmoniques impaires, généralement l'harmonique 3. Cette tendance fut favorisée par la fabrication et par la mise au point de montages oscillateurs spéciaux. Les quartz oscillant sur harmoniques impaires, dits « overtone », étaient nés. La fréquence marquée par le fabricant sur les boîtiers de ces quartz, sensiblement plus élevée que celles habituelles, n'est pas la fréquence fondamentale d'oscillation : c'est celle d'une harmonique sur laquelle le quartz est particulièrement apte à osciller. Par exemple, un quartz overtone marqué 24 Mhz n'est fort probablement sur un quartz 8 Mhz, oscillant facilement sur son harmonique 3.

Nolons que les quartz overtone n'ont fait leur apparition que depuis la guerre et qu'il n'en existe pas, de ce fait, aux surplus. Donc, amateurs, attention ! On trouve, en effet, aux surplus, des quartz américains FT-241-A, dont il existe deux séries. Les valeurs marquées sur les boîtiers des quartz de la première s'échelonnent de 20 à 27,9 Mc (20,0 ; 20,1 ; 20,2, etc.) ; celles de la seconde, de 28 à 38,9 Mc (28,0 ; 28,1 ; 28,2, etc.). En



dépôt des apparences, il ne s'agit nullement de cristaux overtone : ce sont de simples quartz moyenne fréquence, dont la fréquence réelle de résonance est donnée, pour ceux de la première série, en divisant par 54 la fréquence marquée sur leur boîtier, et pour ceux de la seconde, en la divisant par 72. L'écart de fréquence entre deux numéros successifs est de 1,85 Kc pour la première série et de 1,38 Kc pour la seconde. Prenons des exemples : un quartz marqué $\frac{24.300}{54} = 450$ Kc.

Un autre, marqué 24,4, oscille sur 451,852 Kc.

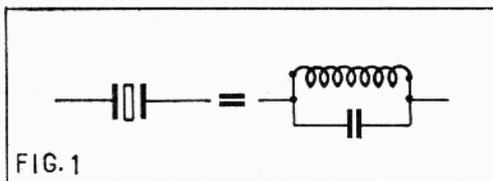
Autre exemple : un quartz marqué 34,2, oscille sur $\frac{34.200}{72} = 475$ Kc.

Un 34,1 fait 473,611 Kc.

Les cristaux FT-241-A ont mis à la portée de l'amateur la réalisation de filtres moyenne fréquence à cristal et offrent, en outre, d'excellents étalons. Nous aurons amplement l'occasion d'en reparler. Précisons pour le moment que leurs fréquences s'échelonnent de 370 à 538 Kc.

Mais, revenons à nos quartz overtone, provisoirement abandonnés pour cette instructive digression. Les constatations des fabricants de quartz sur les possibilités d'oscillation de cristaux sur leurs harmoniques impaires n'échappèrent pas aux amateurs-émetteurs américains, pour la bonne raison que certains d'entre eux sont en même temps des techniciens travaillant dans les maisons en question. Avec la fin de la guerre, des quantités considérables de quartz surplus étaient offertes à vil prix sur le marché américain. Il était tentant d'essayer si certains dont les harmoniques paires tombaient en dehors des bandes amateurs ne pourraient cependant pas servir quand même pour le pilotage à l'émission en suscitant leurs qualités overtone par des montages appropriés. Les essais des amateurs-émetteurs en ce sens ont dépassé toutes les espérances. Tous les cristaux de guerre, ayant une bonne activité sur leur fréquence fondamentale, sont capables d'osciller, avec le montage approprié, sur les harmoniques 3, et souvent 5 ou même 7 de cette fréquence. Nous disons à dessein « osciller sur harmonique », et non produire une harmonique. Car, et c'est là le merveilleux du système overtone, le quartz oscille véritablement sur l'harmonique impaire choisie et ne délivre aucune oscillation sur sa fondamentale et sur les harmoniques paires de celle-ci. Il se comporte comme s'il avait été taillé pour sa fréquence d'utilisation.

Particulièrement intéressants, du fait de leur facilité d'entrée en oscillation, sont les cristaux de la série FT-243, dont les fréquences sont comprises entre 3.000 et 9.000 Kc et qui sont ceux que l'on trouve le plus couramment sur le marché français des surplus. Ils équipaient, entre autres



choses, les boîtiers d'accord en carton des émetteurs-récepteurs BC-746 qui encombrant les magasins des revendeurs spécialisés.

Quartz FT-241-A et FT-243 ont leurs sorties par broches du même calibre que celles des culots de lampes octal. Leur espacement de 12 mm, ainsi que le calibre des broches correspondent aux supports de quartz que l'on trouve dans le commerce en France. Si on ne regarde pas à l'encombrement, un support de lampe octal peut tout aussi bien faire l'affaire : il suffit d'enfoncer les broches du cristal, par exemple, dans les douilles 1 et 3, 2 et 4, 3 et 5, 4 et 6, 5 et 7, 6 et 8, ou 7 et 1, en laissant toujours une douille inutilisée entre les deux broches. Deux quartz peuvent même être placés côte à côte sur un support octal.

Montages oscillateurs à quartz.

Le quartz, avons-nous dit, est équivalent à un circuit oscillant formé d'une self et d'un condensateur en parallèle. Pour que cette représentation soit plus exacte, il convient d'y ajouter un condensateur en série, car le quartz ne laisse pas passer le courant continu (fig. 1). Il en résulte que dans tous les montages oscillateurs, où l'entretien des oscillations s'effectue par couplage électronique (on imaginerait mal un couplage électromagnétique entre un enroulement de réaction et un cristal), on peut remplacer le circuit accordé par un cristal et obtenir immédiatement un oscillateur à quartz.

Le montage de base dérive directement du vieux montage auto-oscillateur d'Armstrong ou TPTG, depuis longtemps abandonné pour son instabilité (fig. 2A). Une triode a dans son circuit-grille et dans son circuit-plaque deux circuits accordés sur la même fréquence. Du fait du couplage grille-plaque, existant à l'intérieur de la lampe, l'oscillation se produit aussitôt. Et elle est tenace. Il n'y a qu'à se souvenir du mal qu'on éprouvait jadis à la juguler par neutrodynage, lorsqu'on employait encore des triodes en moyenne fréquence, des superhétérodynes. La figure 2B nous montre le même circuit où le circuit accordé de grille a été remplacé par un cristal. Ce dernier entre en oscillation sitôt que le circuit plaque est accordé sur sa fréquence de résonance. Avec des triodes modernes

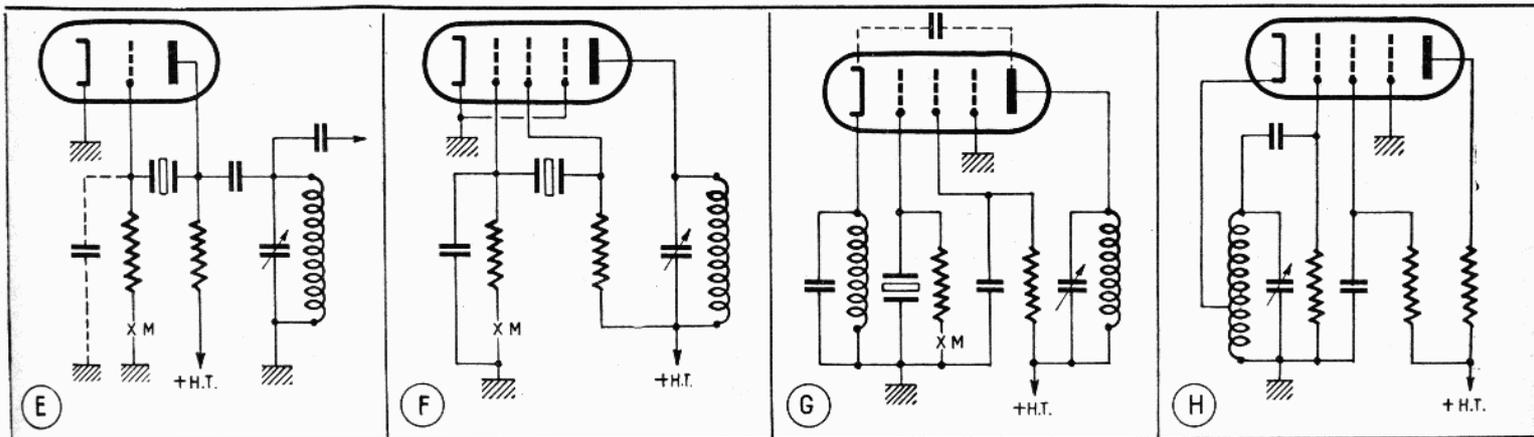
Il existe une troisième série de quartz surplus américains, la FT-171-B, dont les fréquences s'échelonnent de 2.000 à 4.000 Kc et qui sont caractérisés par un encombrement beaucoup plus grand de leurs boîtiers (44 x 38 x 20 mm) et par leurs sorties sur fiches bananes de mêmes calibre et espacement qu'une prise de courant secteur. Le sommet du boîtier se termine en forme de poignée au-dessus de laquelle se trouve une indication de fréquence en kilocycles. Il ne faut pas en tenir compte. La fréquence d'oscillation du cristal se trouve gravée sur l'une des grandes faces du boîtier.

Parmi les quartz allemands, signalons une série de cristaux dans des petits boîtiers en forme de pastilles à peu près circulaires, noirs, de 20 mm de diamètre et de 10 mm d'épaisseur, dont les sorties s'effectuent diamétralement opposées sur la tranche par des cosses à souder. Ces petits cailloux oscillent avec une facilité remarquable et leurs fréquences fondamentales descendent au-delà de 12 Mc. Un vieux culot octal dont on cisaille toutes les broches à l'exception de deux à l'espacement voulu et dont on fait sauter le tube à ergot central, quatre soudures et ces petits cristaux sont aussi pratiques que les FT-243.

à grande pente, on arrive même à faire osciller le quartz lorsque le circuit-plaque est accordé sur harmoniques.

Un autre montage de base est l'ultraudion, qui tient à la fois du hartley et du colpitts (fig. 2C). Les capacités grille-cathode et plaque-cathode du tube jouent le rôle de diviseur de tension capacitif. La figure 2D montre le même circuit, où le circuit accordé a été remplacé par le cristal : c'est le montage Pierce, comble de la simplicité, puisqu'il ne requiert aucun circuit accordé. Noter qu'un petit condensateur, d'une valeur ne dépassant jamais 100 pF, doit parfois être inséré entre la grille et la masse pour assurer le démarrage du cristal. Si l'on désire utiliser une harmonique de l'oscillation, on peut intercaler entre la plaque et le circuit d'utilisation un circuit oscillant sur la fréquence désirée (généralement l'harmonique 2 ou l'harmonique 4), comme l'indique la figure 2E. Plus intéressant, cependant, lorsqu'on veut recueillir des harmoniques paires du cristal, est l'emploi d'une pentode avec le montage de la figure 2F. L'écran de la lampe est utilisé comme la plaque de la triode du circuit précédent, toujours avec le montage Pierce, et l'harmonique voulue est recueillie sur la plaque grâce au circuit accordé sur sa fréquence.

Revenons maintenant au circuit de la figure 2B, dérivé de l'auto-oscillateur Armstrong et, au lieu d'une triode, em-



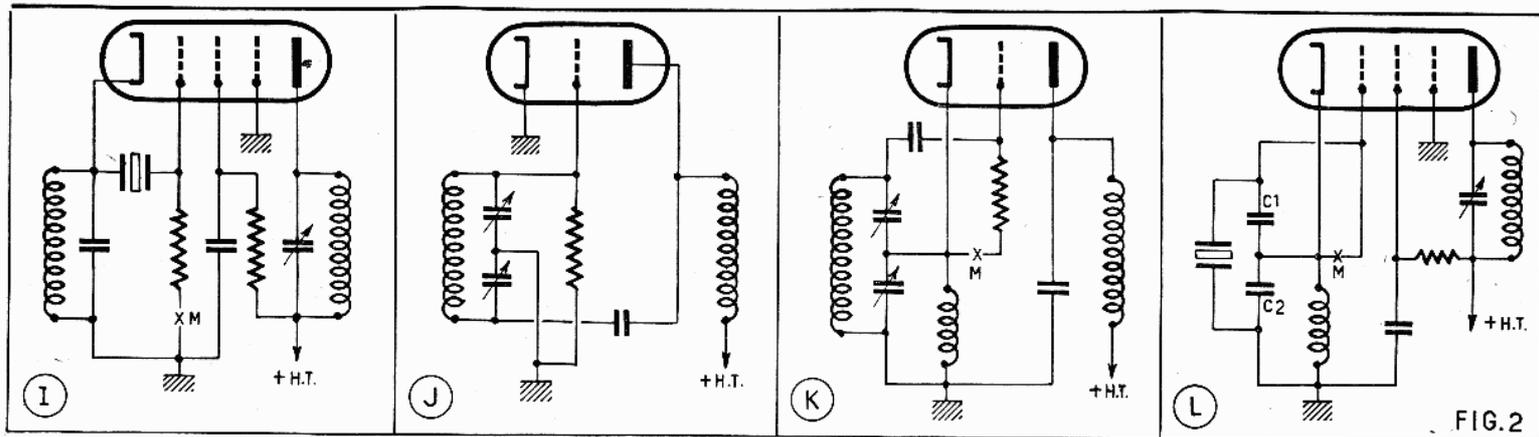


FIG. 2

ployons une pentode. L'écran, en réduisant le couplage grille-plaque, va empêcher l'entrée en oscillation. Il sera possible de remédier à cela en reliant la grille à la plaque par une très petite capacité. Un autre moyen consiste à intercaler entre la cathode et la masse une self d'arrêt qui crée un couplage supplémentaire entre le circuit-plaque et le circuit-grille de la lampe (fig. 2G). C'est le montage Jones. On augmente la puissance d'oscillation et, partant, des harmoniques recueillies, en créant une très faible capacité entre la plaque et la cathode, par exemple avec deux fils torsadés. La capacité en parallèle sur la self d'arrêt de cathode a pour objet d'ajuster la réaction à la valeur désirée. Si elle a une capacité importante, la cathode se trouve parfaitement découplée à la masse et c'est comme s'il n'y avait pas de self d'arrêt. Pratiquement, la capacité assurant un degré de réaction convenable n'est jamais supérieure à 350 pF.

Lorsque la capacité est trop faible l'accrochage se produit, quel que soit l'accord du circuit oscillant de plaque. Avec une capacité convenable, on peut, en réglant le circuit-plaque de façon appropriée, recueillir sur la plaque l'harmonique 2 ou 4.

La figure 2H représente le classique auto-oscillateur ECO, que tous les amateurs connaissent bien. Le circuit oscillateur à cristal est connu sous le nom de Tri-tet (fig. 2-I). Noter que le circuit oscillant, disposé entre la cathode et la masse, doit toujours être accordé sur une fréquence sensiblement plus élevée que celle de résonance du cristal. Par exemple, si l'on emploie un cristal de 3.500 Kc, le circuit de cathode doit être accordé approximativement sur 5.000 Kc. Cet accord n'a d'ailleurs rien de critique; cependant, il faut soigneusement éviter qu'il s'approche

par trop de la fréquence fondamentale du cristal, car le courant traversant ce dernier devient alors excessif et l'on risque le claquage irrémédiable du quartz. Le circuit oscillant de plaque est accordé sur l'harmonique que l'on désire utiliser.

Nos lecteurs connaissent certainement le classique circuit Colpitts (fig. 2J). Il en existe cependant une variante beaucoup moins connue, dans laquelle la cathode devient électrode active à la place de la plaque qui se trouve mise à la masse du point de vue de la haute fréquence (fig. 2K). La self d'arrêt qui se trouvait dans le circuit-plaque est maintenant insérée entre la cathode et la masse, un condensateur de découplage mettant la plaque au même potentiel HF que la masse.

Sous cette forme, le circuit Colpitts se prête à la réalisation d'un oscillateur à cristal (fig. 2L). L'emploi d'une pentode, dont l'écran joue le rôle de la plaque d'une triode, permet de doubler ou de quadrupler la fréquence, grâce à un circuit oscillant approprié dans la plaque. La self d'arrêt de cathode n'a pas une valeur critique. Les valeurs des condensateurs C1 et C2 dépendent de la lampe employée, mais leurs valeurs sont généralement de l'ordre de 10 pF pour C1 et de 200 pF pour C2.

Loins de nous la prétention de vous avoir ainsi exposé tous les circuits oscillateurs à cristal possibles. Il en est d'autres, mais nous aurons l'occasion de les voir en abordant la question des circuits « overtone ». Remarquons que, sur tous les schémas que nous vous présentons, nous avons figuré un « X » à côté duquel se trouve la lettre M. C'est en ce point que doit être inséré un milliampèremètre (de 0 à 1 mA, ou mieux de 0 à 0,5 mA) si l'on veut constater *de visu* l'oscillation du cristal. En effet, l'entrée en oscillation d'une lampe se traduit par l'apparition d'un courant-grille.

Tous les circuits que nous venons de voir sont intéressants et méritent d'être essayés. Il n'est pas rare, en effet, de voir des cristaux rétifs n'accepter de démarrer qu'avec un montage particulier. Dans la majorité des cas, cependant, le Pierce donne entière satisfaction (fig. 2D), tout en ayant l'énorme avantage de ne nécessiter aucun circuit accordé. Une quelconque triode ou pentode montée en triode fait l'affaire. La valeur de la résistance de plaque, qui joue le rôle d'une self d'arrêt, n'est pas critique. Une centaine de milliers d'ohms convient généralement. L'adjonction d'une petite capacité, ne dépassant pas 200 pF entre la plaque et la masse, favorise parfois l'oscillation. Quant au petit condensateur figuré en pointillé en parallèle sur la résistance de fuite de grille, il s'agit d'un ajustable de 50 pF. Le point important, pour tous les circuits oscillateurs à cristal, est la valeur de la résistance de grille. Elle peut varier de 5.000 Ω à 5 M Ω . En général, une valeur de 50.000 Ω donne des résultats corrects

avec des quartz de fréquence supérieure à 1.000 Kc, approximativement. Par contre, un quartz de fréquence assez basse, par exemple l'un de ceux de la série FT-241A, se refuse souvent à osciller si l'on ne porte pas la valeur de cette résistance à 500.000 Ω ou plus. Cela est d'autant plus intéressant à savoir que les cristaux de fréquence relativement basse permettent d'utiliser notre oscillateur en hétérodyne étalon pour l'alignement des récepteurs. L'idéal est d'avoir des cristaux aux diverses valeurs usuelles de moyenne fréquence (on les trouve dans la série FT-241A), un quartz 100 Kc et un de 1.000 Kc. Un cristal 100 Kc est, il faut l'avouer, fort difficile à trouver. D'excellents cristaux allemands de 1.000 Kc sont, par contre, vendus à Paris pour 500 fr. En faisant osciller un tel cristal à côté d'un récepteur, on peut étalonner le cadran de ce dernier tous les 1.000 Kc, grâce aux harmoniques. S'il s'agit d'un *command sel*, par exemple, on pourra ainsi vérifier la précision de l'alignement. Le B. F. O. mis en marche donnera un sifflement sur 3 Mc, 4 Mc, 5 Mc et 6 Mc pour le BC-454, par exemple (le réglage exact correspond au point où le sifflement disparaît, pour reprendre aussitôt après si l'on continue à tourner le bouton d'accord).

Une recommandation avant de terminer : Il est inutile et parfois dangereux pour la vie de votre cristal d'employer, en faisant vos essais d'oscillateurs, une haute tension de plus de 150 V, 100 V suffisent d'ailleurs amplement.

UTILISATION DES REDRESSEURS SECS

dans les appareils de mesures

Le problème de l'utilisation rationnelle des redresseurs secs (à oxyde de cuivre ou à sélénium), se pose lorsqu'on désire utiliser pour la mesure des tensions ou des intensités en courant alternatif, un galvanomètre, milliampèremètre ou microampèremètre, à cadre mobile, prévu pour un fonctionnement en courant continu.

Les caractéristiques d'un tel galvanomètre sont essentiellement variables suivant les constructeurs. Elles dépendent de la nature de l'aimant, du nombre de spires du cadre mobile, des dimensions de l'entrefer, etc.

Ainsi, un milliampèremètre d'une sensibilité de 1 mA (déviaton totale = 1 mA), peut avoir une résistance interne de 50 à 1.000 Ω, sans que son fonctionnement en voltmètre se trouve modifié. En effet, dans tous les cas, il présente une résistance de 1.000 Ω par volt, la résistance par volt d'un voltmètre étant égale à :

$$R \text{ par } V \text{ (en } \Omega) = \frac{1 \text{ V}}{1 \text{ mA}} = 1.000 \text{ } \Omega$$

déviaton totale en mA = $\frac{1}{1.000} = 0,001$ cette résistance par volt est donc indépendante de la résistance du cadre mobile (du moins pour les valeurs de tension supérieures au volt).

Il y a cependant avantage à se servir d'un milliampèremètre possédant une résistance interne (R du cadre mobile), aussi faible que possible pour une déviaton totale donnée et ceci pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, la sensibilité de l'appareil utilisé en voltmètre est d'autant plus grande que sa résistance interne est faible : il suffit

de 5/100 de volt pour faire dévier à fond un galvanomètre de 1 mA dont la résistance interne est de 50 Ω, alors que si cette dernière est de 1.000 Ω, il faudra 1 V.

Ensuite, les mesures de courant qu'on est appelé à faire avec un milliampèremètre de sensibilité donnée sont d'autant plus précises que les constantes des circuits dans lesquels les mesures sont faites seront moins modifiées par la résistance interne de l'appareil de mesure.

Ainsi, la mesure du courant passant dans une résistance de polarisation de 300 Ω, pourra être considérée comme exacte, si la résistance interne du milliampèremètre qu'on introduit en série avec cette R, n'est que de quelques ohms, la mesure est faussée si le milliampèremètre fait une centaine d'ohms ou plus, car les caractéristiques du circuit sont modifiées.

Enfin, en ce qui concerne particulièrement les mesures faites en alternatif avec un redresseur sec, il est toujours avantageux de se servir d'un galvanomètre de faible résistance interne, car la précision des mesures exige que cette résistance soit faible vis-à-vis de la résistance du redresseur.

Pour toutes ces raisons, il y a lieu de se servir d'un milliampèremètre dont la déviaton totale sera, par exemple, de 0,5 ou 1 mA et dont la résistance interne (R du cadre mobile), sera de 50 à 150 Ω au maximum.

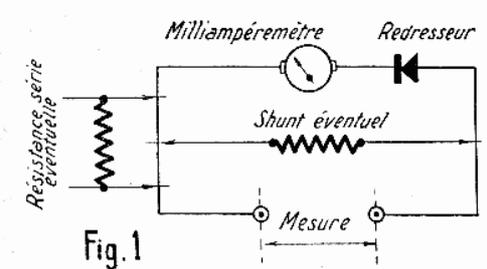
Le type d'appareil à utiliser étant déterminé, il reste à examiner quel montage sera adopté pour brancher le redresseur sur l'appareil de mesure. Trois modes de branchement sont possibles :

1° Le redressement d'une seule alternance.

Dans un tel montage, le redresseur serait branché en série avec le milliampèremètre et le tout serait employé en liaison avec un shunt (ou une résistance série) convenable pour adapter l'appareil aux mesures d'intensité (ou de tension) auxquelles on le destine. Ce montage correspond à la figure 1.

Il est à déconseiller, pour plusieurs raisons, dont la principale est qu'il risque de provoquer la destruction du redresseur et même, dans certains cas, celle du galvanomètre. En effet, lorsque l'appareil est monté en voltmètre avec une résistance-série de forte valeur, la chute de tension aux bornes de cette résistance, est grande lorsque le redresseur est « conducteur », mais à l'alternance suivante le redresseur s'oppose au passage du courant qui devient très faible et la chute dans la résistance-série est infime : toute la tension se trouve donc appliquée sur le redresseur et le cadre mobile.

De plus, le passage du courant inverse dans le galvanomètre, avec un tel montage, peut fausser les mesures.



Il y a lieu de signaler ici, et c'est également valable pour les autres montages indiqués plus loin, que l'adjonction d'un condensateur, comme dans le cas d'un redresseur d'alimentation, condensateur servant de « réservoir », n'est pas possible ici, car cela aurait pour effet de rendre la mesure, fonction de la fréquence du courant à mesurer. Aucune graduation de l'appareil ne serait donc possible.

Valeur des indications de mesure avec ce montage.

Ce montage ne redresse qu'une seule alternance, mais l'inertie mécanique de l'équipage mobile s'oppose à ce que l'aiguille suive les oscillations du courant. Il s'ensuit que c'est une valeur moyenne du courant que l'appareil indiquera et : la tension efficace du courant mesurée est égale à 2,22 fois la tension appliquée au galvanomètre, ce qui fait que la graduation en alternatif est totalement différente de la graduation en continu.

2° Redressement des deux alternances (fig. 2).

C'est le type de montage généralement utilisé dans les alimentations sur transfo avec redressement par valve.

Un tel montage n'est pas à conseiller ici, car il exige que la source de tension à mesurer soit munie d'une prise médiane, ce qui est rarement le cas, et oblige à disposer

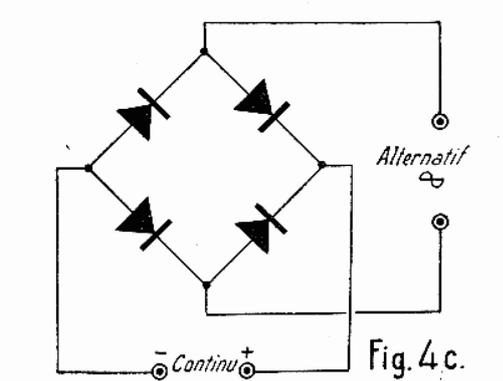
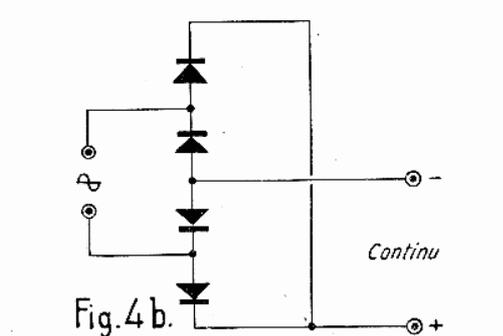
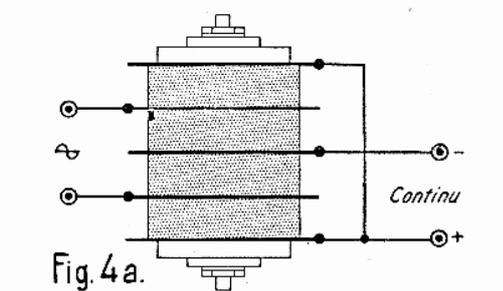
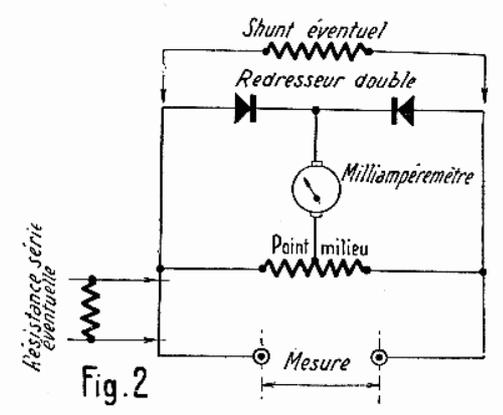
d'un circuit potentiométrique à l'entrée de l'appareil de mesure, d'où affaiblissement de la sensibilité.

3° Redressement en pont.

C'est ce montage, bien connu, qui est utilisé sur presque tous les appareils de mesure. Il est schématisé en figure 2.

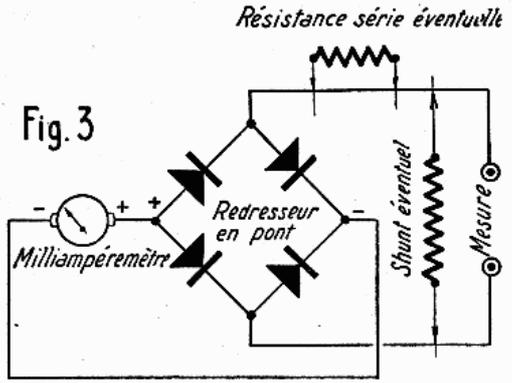
La disposition pratique d'un redresseur en pont est représentée en figure a, la figure 4b indiquant le schéma correspondant suivant la même disposition dans l'espace et, enfin, la figure 4c qui est exactement la même, mais avec une représentation schématique plus habituelle.

Il est recommandé, dans ce montage, de souder soigneusement, et avec des connexions fortes et courtes, les 2 pôles plus et moins du redresseur avec les deux bornes correspondantes (+ et -) de l'appareil de



mesure, la résistance de ces connexions devant toujours être faible sous peine de fausser les mesures. Les shunts, pour mesures d'intensité, doivent être branchés

1° *Inconstance du redresseur* : bien qu'on soit arrivé à une très haute qualité dans la fabrication des redresseurs secs (oxyde de cuivre ou sélénium), on constate une tendance du redresseur à modifier légèrement ses caractéristiques après un certain temps



avant le redresseur (fig. 3) ainsi que les résistances-série pour les mesures de tension.

Les caractéristiques du redresseur seront à choisir, en tenant compte des caractéristiques du milliampèremètre.

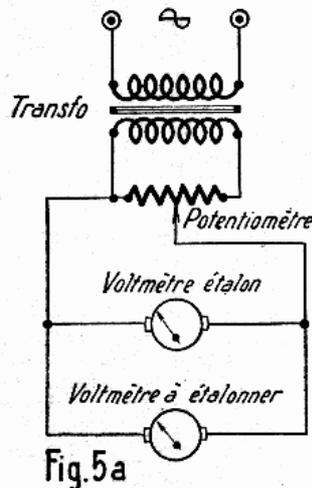
Pour les appareils du type industriel, on se servira de redresseurs susceptibles de fournir un courant continu relativement élevé. Un élément redresseur donnant 25 mA sous 1 V peut convenir.

Pour les appareils de plus grande précision, on pourra utiliser des éléments donnant de 1 à 5 mA sous 0,5 V (tels les redresseurs M1 et M5 Westinghouse).

Valeur des indications de mesurc.

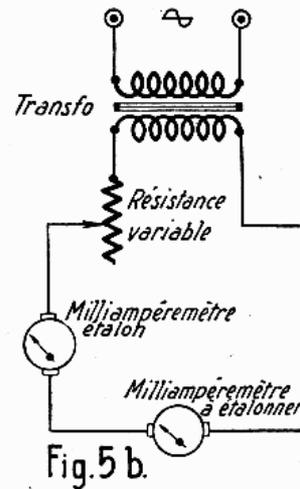
Avec un redresseur en pont, la tension indiquée par le galvanomètre est encore une tension moyenne, mais la valeur efficace est ici 1,11 fois la valeur indiquée, ce qui permet de faire les mêmes échelles de lecture que pour les mesures en courant continu à la condition, toutefois, d'apporter une correction aux graduations déjà existantes.

L'étalonnage de l'appareil se fait de préférence, en branchant sur une source variable de tension alternative, l'appareil à étalonner *en parallèle* avec un appareil déjà étalonné dans le cas d'un voltmètre, et *en série* dans le cas d'un milliampèremètre, suivant les figures 5a et 5b.



3° *Considérations sur les appareils de mesure à redresseur sec.*

Les mesures faites avec un appareil à redresseur sec sont loin de présenter la précision et la constance des mesures faites, en continu, avec un appareil à cadre mobile. En effet, l'intensité du courant redressé par un élément sec peut varier avec diverses causes :



de fonctionnement. Il est donc souvent utile de procéder à un réétalonnage après quelques mois d'utilisation prolongée.

2° *Température*. L'intensité du courant redressé par un élément sec est toujours fonction de la température de fonctionnement de ce dernier. Il est utile, si l'on désire une certaine précision, d'établir une courbe de correction en fonction de la température de l'appareil qui peut être indiquée par un petit thermomètre incorporé.

3° *Capacité*. L'épaisseur de la couche d'oxyde d'un redresseur est très faible. Il présente donc une capacité interne non négligeable dès que l'on mesure des courants à fréquence assez élevée (à partir de 1.000 pps environ). Il est donc prudent de ne pas faire de mesures à des fréquences par trop supérieures à la fréquence qui a été utilisée pour l'étalonnage.

4° *Harmoniques*. Les indications de mesure effectuées avec un appareil à redresseur sec peuvent être erronées si le courant à mesurer contient des harmoniques d'ordre élevé. Pour un courant de secteur dans lequel l'harmonique 3 atteint une amplitude égale au dixième de celle de la fondamentale, l'erreur commise peut être de l'ordre de 2,5 %. Cette erreur croît très vite avec le pourcentage d'harmoniques et l'on peut être conduit à des erreurs de plus de 10 %, lorsque la mesure se fait dans un circuit contenant une self ou un transformateur dont le noyau magnétique est saturé.

Pour toutes ces raisons les appareils de mesure à redresseur sec, ne peuvent être considérés comme des appareils de haute précision. Néanmoins, leur commodité d'emploi est si grande qu'il y a tout lieu de les recommander pour la pratique des essais et des dépannages en radio et télévision où une haute précision est rarement requise.

CE QUE TOUT RADIOTECHNICIEN DOIT SAVOIR SUR LES PIÈCES DÉTACHÉES

RÉSISTANCES

Les résistances de tous types sont très largement utilisées dans les récepteurs, amplificateurs et appareils de mesures, et leurs caractéristiques peuvent être classées comme suit :

- a) Valeur nominale ;
- b) Puissance dissipée admissible ;
- c) Stabilité (indépendance de la valeur des influences extérieures et des conditions d'emploi) ;
- d) Niveau du bruit de fond.

La valeur des résistances utilisées en radio peut varier de quelques ohms à quelques dizaines de mégohms, et leur puissance dissipée, vulgairement appelée « wattage », de 1/8 à 3 W pour les résistances non bobinées, et jusqu'à 10-15 W pour les résistances bobinées.

Puissance dissipée admissible.

On appelle ainsi la puissance dissipée par la résistance et qui détermine un échauffement sans danger pour le matériau dont elle est composée. Pour les résistances bobinées, la température maximum admissible est de 100 à 300 degrés centigrades, tandis que, pour les résistances agglomérées ou à couche, elle est de 50 à 70 degrés. La puissance dissipée dans la résistance peut être calculée par la loi de Joule.

$$W = I^2R,$$

ou encore

$$W = UI,$$

où W est la puissance exprimée en watts ; I le courant traversant la résistance, exprimé en ampères ; R la valeur de la résistance en ohms ; U la tension appliquée aux bornes de la résistance en volts.

Le courant et la tension correspondant à la puissance maximum admissible déterminent, respectivement, le courant et la tension maxima admissibles, et, lorsque l'on choisit des résistances pour réaliser un schéma, il convient d'observer ces valeurs-limites, avec même une certaine marge de sécurité.

Pour les résistances non bobinées de valeur élevée (par exemple supérieures à 100.000 Ω), ce qui compte surtout c'est la tension maximum admissible, qui ne doit pas dépasser 300 à 400 V par élément. Si cette tension est dépassée, les irrégularités inévitables dans la masse agglomérée ou dans la couche résistante provoquent des surcharges localisées qui peuvent mettre rapidement la résistance hors d'usage.

Valeur de la résistance.

La valeur d'une résistance varie en fonction de la température et cette variation est définie par le coefficient de température, qui montre de combien varie la valeur de la résistance lorsque la température varie de 1 degré centigrade. Les résistances bobinées ont un coefficient de température positif (leur valeur croît avec la température), tandis que les résistances non bobinées ont un coefficient de température négatif.

Généralement, la variation de la valeur d'une résistance en fonction de la température ne dépasse pas quelques pourcent.

La valeur d'une résistance, bobinée ou non, diminue avec l'accroissement de la fréquence, et cette diminution est particulièrement sensible pour des résistances de valeur relativement élevée, au-dessus de 0,1 M Ω , par exemple, et peut atteindre, suivant la fréquence, 10 à 40 %.

Le manque d'homogénéité de la masse ou de la couche résistante des résistances non bobinées crée des variations continues du courant continu qui traverse la résistance. La composante alternative de ce courant pulsé peut atteindre plusieurs microvolts, ou même plusieurs dizaines de microvolts, et être à l'origine de bruits, dits de fond, divers.

Différents types de résistances.

Comme nous l'avons indiqué plus haut, on emploie dans les montages radioélectriques des résistances bobinées ou non, et, de plus, dans les deux types, des résistances fixes, semi-variables, ou variables (rhéostats et potentiomètres). Nous allons donner les principales caractéristiques des différents types de résistances fixes.

a) *Résistances bobinées.* Ces résistances sont parmi les plus stables et leurs propriétés sont définies par les constantes du fil résistant employé pour leur fabrication.

Elles sont constituées, le plus souvent, par un bâtonnet en céramique sur lequel se trouve enroulé le fil résistant, ce dernier étant, généralement, en nichrome, en manganine ou en nickeline. Le fil ainsi enroulé est recouvert d'un vernis spécial et souvent « vitrifié ».

La valeur des résistances bobinées couramment fournies par l'industrie va généralement de 0,5 Ω à 50.000 Ω environ, ces limites variant avec la puissance dissipée admissible. Cette dernière, à son tour, peut varier de 0,75 W à 400 W et il est inutile de dire que les résistances de dissipation élevée sont assez encombrantes. Par exemple, une résistance de 3.000 Ω , 200 W, mesure 165 mm de longueur et 33 mm de diamètre.

Il est à remarquer également que les puissances nominales des résistances correspondent à un échauffement de 100 à 200 degrés au-dessus de la température ambiante qui est fixée à 20 ou 40 degrés suivant le cas.

Le niveau du bruit de fond propre d'une résistance bobinée est toujours nettement inférieur à celui d'une résistance non bobinée de même valeur, mais, par contre, une résistance bobinée possède une capacité répartie et une self-induction propres qui sont loin d'être négligeables aux fréquences élevées.

Les résistances bobinées sont surtout utilisées pour produire la chute de tension nécessaire soit dans un circuit de chauffage (filaments en série), soit dans un circuit d'alimentation en haute tension.

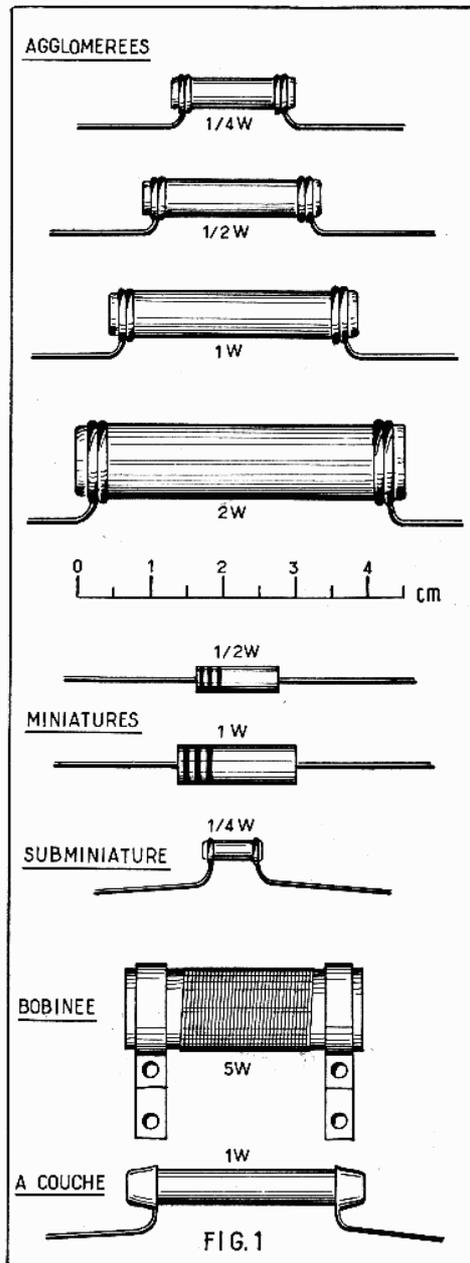
Elles sont également employées, pour les valeurs inférieures à 100 Ω surtout, dans les appareils de mesure, où il est nécessaire d'avoir des résistances étalonnées stables.

b) *Résistances à couche.* — Parmi les résistances non bobinées, ce sont les résistances à couche qui sont le plus stables. Elles sont constituées par un bâtonnet en céramique sur lequel on dépose une couche conductrice à base de carbone, les sorties se faisant par deux embouts-couppelles métalliques, enfoncés à force sur les extrémités de la couche résistante. Ces embouts constituent d'ailleurs un inconvénient de ce type de résistances, car le contact ainsi établi n'est parfois pas très sûr.

Au point de vue de la stabilité en fonction des variations de température, une résistance à couche de bonne qualité voit sa valeur varier de 2 % environ, lorsque la charge atteint deux à trois fois la valeur nominale et que la température s'élève à 60° environ. Lorsque la température s'élève à 160-180°, la variation de la valeur atteint 10 % environ. Enfin, lorsque la charge dépasse quatre à cinq fois la valeur nominale, la résistance brûle.

c) *Résistances agglomérées.* — Avec les résistances miniatures dont il sera question plus loin, ce sont celles que l'on emploie le plus souvent dans les récepteurs ordinaires et les montages où une stabilité élevée n'est pas exigée.

Une résistance agglomérée, comme son nom l'indique, est constituée par un bâtonnet en poudre spéciale agglomérée, et



c'est la composition de cette poudre qui détermine la valeur de la résistance. Les extrémités du bâtonnet sont généralement cuivrées et les fils de sortie y sont soudés.

d) *Résistances miniatures.* — Par leur constitution, elles s'apparentent aux résistances agglomérées, mais sont enrobées dans une masse à base de bakélite. Elles sont surtout remarquables par leurs dimensions très réduites, ce qui les rend précieuses pour certaines applications et certains montages tassés.

Pour fixer les idées, une résistance miniature de 0,5 W mesure 4 mm de diamètre et 10 mm de longueur, tandis qu'une résistance agglomérée classique de 0,5 W également, mesure 5 mm de diamètre et 25 mm de longueur.

e) *Résistances CTN* (à coefficient de température négatif). — Contrairement aux résistances non bobinées ordinaires, les résistances CTN possèdent un fort coefficient de température négatif, de -3 à -4 % par degré environ. Elles sont surtout utilisées comme résistances série dans le circuit des filaments, afin d'éviter une surcharge au moment de la mise en marche.

A titre d'exemple, une résistance qui fait environ 2.500 Ω à 20°, sous 1 mA, ne fait plus que 220-230 Ω après deux minutes de fonctionnement sous 100 mA.

La présentation des résistances CTN est analogue à celle des résistances à couche. Leurs dimensions dépendent de leurs caractéristiques, mais restent relativement réduites. Par exemple, la résistance dont nous avons indiqué ci-dessus les caractéristiques (type 100.026/0,1) mesure 35 mm de longueur et 6,6 mm de diamètre. Elle est surtout destinée à l'alimentation des ampoules de cadran du type 6,3 V - 0,1 A dans les récepteurs tous-courants.

Valeurs standardisées.

Afin de faciliter les approvisionnements et standardiser la fabrication, il a été créé trois échelles de valeurs, suivant qu'il s'agisse d'une tolérance, par rapport à la valeur nominale, de ± 5 %, ± 10 % ou ± 20 %. A signaler que, dans la plupart des récepteurs courants, la tolérance de ± 20 % est largement suffisante. Le tableau suivant nous donne ces trois échelles.

Tolérance ± 5 %	Tolérance ± 10 %	Tolérance ± 20 %
10	10	10
11		
12	12	
13		
15	15	15
16		
18	18	
20		
22	22	22
24		
27	27	
30		
33	33	33
36		
39	39	
43		
47	47	47
51		
56	56	
62		
68	68	68
75		
82	82	
91		
100	100	100

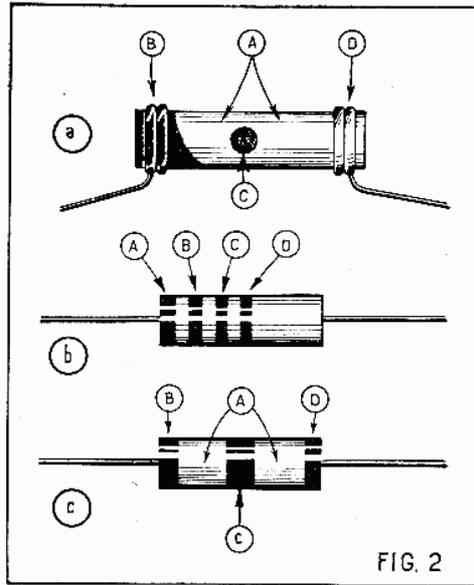


FIG. 2

Autrement dit, nous ne pouvons pas avoir une résistance de 50.000 Ω, par exemple, dans aucune des trois échelles, et devons prendre, suivant la tolérance que nous désirons, une 47.000 Ω ou une 51.000 Ω.

Marquage des résistances et code de couleurs.

Les résistances bobinées ont presque toujours leur valeur indiquée en ohms ou en kilo-ohms (kΩ) et il en est parfois de même pour les résistances à couche, pour lesquelles on emploie également le symbole MΩ (0,1 MΩ = 100.000 Ω, etc.).

Lorsqu'il s'agit de résistances agglomérées et miniatures, on emploie presque toujours le marquage en couleurs, suivant un certain code, dont il existe deux variantes, d'après la façon dont on dispose les couleurs sur la résistance.

En ce qui concerne le code de couleurs, le tableau suivant nous donne la signification de chaque couleur, pour les deux variantes de marquage, représentées par les figures 2a et 2b.

Le marquage, suivant la figure 2 a, s'emploie plus spécialement pour les résistances agglomérées ou, quelquefois, à couche. Lorsque l'extrémité B, ou le point C ne sont pas coloriés, c'est que leur couleur est celle du corps A. De même, l'absence de toute couleur sur l'extrémité D signifie qu'il s'agit d'une résistance à tolérance de ± 20 %.

Par exemple, une résistance où nous avons :

- A = jaune = 4.
- B = violet = 7.
- C = orange = 000.
- D = même couleur que A.

se lira 47.000 Ω, tolérance ± 20 %.

Une résistance entièrement rouge sera de 2.200 Ω, également à ± 20 %.

Le marquage suivant la figure 2 b s'emploie surtout pour les résistances miniatures, mais parfois aussi pour les résistances à couche. Dans ce cas, la couleur du corps n'a aucune importance et dépend uniquement de la matière constituant ce corps. Le plus souvent la couleur du corps, lorsqu'il s'agit de résistances miniatures, est brun, plus ou moins foncé, et se confond assez bien avec celle d'un anneau marron, ce qui ne facilite pas la lecture.

Cette dernière doit se faire dans l'ordre des lettres de la figure 2 b, la couleur des anneaux correspondants ayant la signification du tableau donné plus haut. Si le quatrième anneau (D) n'existe pas, c'est qu'il s'agit d'une résistance à tolérance de ± 20 %.

Par exemple, si nous avons :

- A = rouge = 2
- B = rouge = 2
- C = jaune = 0000
- D = argent = ± 10 %

nous lirons 220.000 Ω à ± 10 %.

Certaines résistances, surtout de provenance étrangère, sont colorées suivant la figure 2 c, c'est-à-dire à l'aide de trois anneaux disposés comme le montre le croquis, et à l'aide de la couleur du corps A dont il faut tenir compte. La signification des différentes couleurs est la même que précédemment.

(Dans le prochain numéro :
LES CONDENSATEURS)

Couleur	A	B	C	D
Noir.....		0		
Marron.....	1	1	0	
Rouge.....	2	2	00	
Orange.....	3	3	000	
Jaune.....	4	4	0000	
Vert.....	5	5	00000	
Bleu.....	6	6	000000	
Violet.....	7	7	0000000	
Gris.....	8	8		
Blanc.....	9	9		
Or.....				± 5 %
Argent.....				± 10 %
Sans couleur ou de la même couleur que A.....				± 20 %

UNE VARIÉTÉ DE SEMI-CONDUCTEURS

LES RÉSISTANCES VDR

Caractéristiques.

Parmi les semi-conducteurs, il en existe une variété aux propriétés bien particulières vendue en France, sous le nom de résistances VDR (voltage dependent resistors). La résistivité de ces résistances varie en fonction de la tension qui leur est appliquée et non en fonction de la température comme les résistances à grand coefficient de température négatif, dont il a été question dans un précédent article. Elles n'obéissent donc pas à la loi d'Ohm puisque leur résistance décroît fortement quand la tension augmente. En conséquence, lorsqu'elles sont traversées par un courant, leur intensité ne s'accroît pas proportionnellement à la tension appliquée, mais croît environ comme la quatrième ou la cinquième puissance de cette tension. Nous verrons plus loin tout l'intérêt de cette particularité pour résoudre différents problèmes dont certains, jusqu'ici, n'avaient pas trouvé de solution.

Mais avant, précisons que les caractéristiques électriques des résistances VDR ne sont pas influencées par les chocs mécaniques et la pression et qu'elles restent stables, à condition de ne pas leur imposer des surcharges importantes.

Aux hautes fréquences, on constate que la variation d'intensité avec la tension diminue. Cependant pratiquement, on peut considérer que jusqu'à 10 Kc environ la variation ne change pas.

Ces résistances, dont la fabrication est analogue à celle des céramiques, sont constituées par des grains de carborundum frittés par l'intervention d'un lien. Ce sont des phénomènes de contact entre ces grains qui déterminent leurs caractéristiques électriques. Elles peuvent supporter des températures élevées mais, pour éviter l'oxydation des contacts, ces dernières ne doivent pas dépasser 100 à 150°C suivant les types.

La charge doit donc être déterminée pour ces valeurs et ne pas être dépassée.

Les résistances VDR sont fournies sous forme de disques dont certains percés au centre. Les deux faces de ces disques sont recouvertes d'une couche métallique généralement du zinc. Elle a pour but d'assurer un bon contact électrique et de faciliter la répartition du courant. Selon l'utilisation on peut soit souder une connexion, soit faire un contact par pression.

Suivant leur limite de variations avec la tension, ces résistances se classent en deux catégories A et B. Le matériau B possède une résistance variant dans de plus larges limites, il est le plus couramment utilisé. Les plus grands changements de résistance avec la tension seront obtenus lorsque les dimensions seront les plus petites dans le sens du courant.

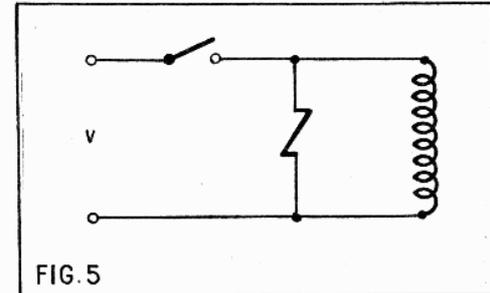
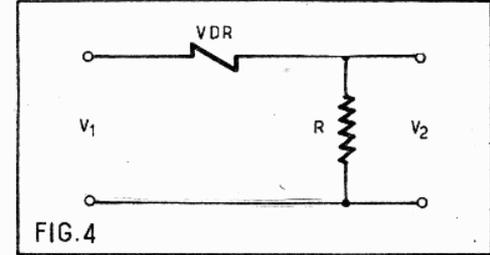
Les variations sont instantanées et probablement du même ordre de grandeur que la réponse d'un tube à vide.

Utilisation.

Les résistances VDR fournissent une solution à un problème que les radio-techniciens ont souvent à résoudre : la stabilisation des tensions. Deux montages peuvent être adoptés dans ce but, soit le montage en série, soit le montage en pont. L'un

Dans ces conditions, la tension V_2 augmente, puis à partir d'une certaine valeur correspondant au maximum A, la tension V_1 est telle que les résistances VDR diminuent de valeur et la tension s'abaisse jusqu'à ce que soit rétabli l'équilibre du pont du point B. La zone de stabilisation se situe donc de part et d'autre du point A.

Comme autre application des résistances VDR, citons que l'on peut obtenir l'effet inverse de la régulation, c'est-à-dire une

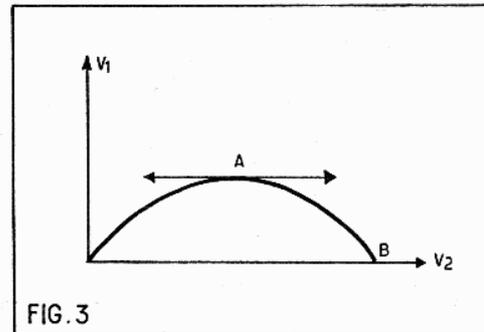


augmentation de la sensibilité aux fluctuations de la tension en adaptant le montage de la figure 4.

On peut aussi rendre des relais plus sensibles aux faibles variations de tension en insérant en série une résistance VDR, car cette dernière provoque de plus grandes variations de courant.

Une application fort intéressante est la protection contre les surtensions dangereuses se produisant au moment de l'amorçage ou de l'extinction dans les dispositifs utilisant la décharge dans les gaz. Les résistances VDR, branchées comme l'indique la figure 4, sont également employées avec succès pour la protection contre l'extra-courant de rupture dans les circuits possédant une grande self. Enfin citons, comme autre application, la réduction des étincelles aux contacts des régulateurs employés pour les petits moteurs et la suppression des effets dus aux ondes de choc dans les transformateurs haute tension.

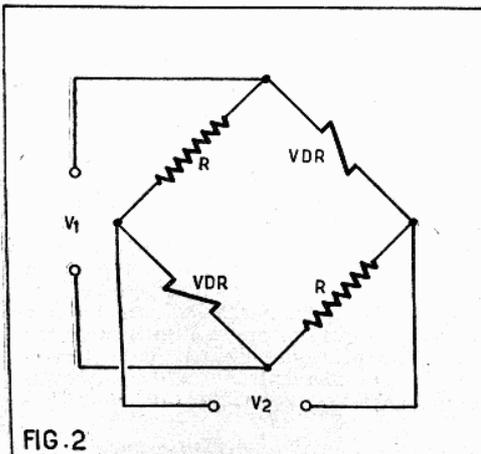
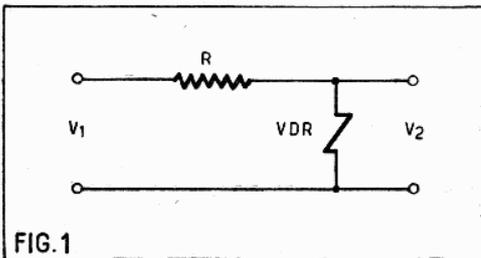
Si ces résistances ne sont pas encore d'un usage très courant, par ce qui précède nous voyons qu'elles ne doivent pas cependant être ignorées des techniciens, car dans les cas que nous avons cités et dans d'autres que la pratique révélera, elles sont appelées à rendre de précieux services.



et l'autre utilisent les variations d'une chute de tension aux bornes des résistances, ce qui nécessite une tension d'alimentation supérieure à la tension d'utilisation stabilisée (comme pour les régulateurs ferhydrogène ou autres). Forcément, ils absorbent une certaine quantité d'énergie et ne conviennent que pour la réalisation de régulateurs de petite puissance.

Le montage en série est illustré par la figure 1. Une variation importante de la tension d'entrée V_1 provoque seulement une faible augmentation de la tension de série V_2 , car la valeur de la résistance parallèle VDR diminuant avec l'augmentation de la tension, elle engendre un courant plus élevé à travers l'autre résistance normale R branchée en série. Plus cette dernière est grande, plus l'effet de régulation est sensible puisque la chute de tension est égale au produit de la résistance par l'intensité. Mais en contre-partie, les pertes augmentent également.

Avec le montage en pont représenté par la figure 2, on obtient, en partant d'une tension d'entrée nulle, une tension de série variant suivant les indications de la figure 3. Les résistances VDR doivent être beaucoup plus grandes que les résistances linéaires R.



SOINS A DONNER AUX VIBREURS

La dernière guerre mondiale, en mettant sur pied des unités de plus en plus mobiles, a au moins permis une nette amélioration de tous les équipements portatifs. C'est ainsi que nous utilisons aujourd'hui encore les mêmes petites lampes-batterie, et les perfectionnements n'y ont porté que sur des points de détail. Parmi ces pièces créées et parfaitement expérimentées, les vibreurs tiennent une place de choix, et pratiquement, tous les récepteurs-voiture, en pleine extension, utilisent ce mode d'alimentation. On a même pu augmenter sensiblement les puissances délivrées, pour alimenter, toujours à bord des voitures de tourisme, des rasoirs, des briquets, des chauffe-biberons et autres appareils électriques.

Mais ces vibreurs demandent quelques soins : votre première impression, en lisant nos conseils, pourrait être, qu'en fait de soins, on risque plutôt de les détériorer. Commençons donc par les précautions.

L'amortissement.

Dans la gamme des modèles actuellement disponibles, on trouve de nombreux types interchangeables. Ces modèles travaillent sous les mêmes tensions, 6 ou 12 V, la plupart du temps, et ils délivrent les mêmes tensions avec un débit identique, mais nous ne sommes pas renseignés, pour autant, sur la forme même des signaux obtenus.

Un vibreur est une application intégrale des lois de l'induction et il est normal alors, qu'au moment de la rupture, nous nous trouvions devant des tensions induites très importantes. Tellement importantes, même, que la vie de notre transformateur élévateur sera bien souvent en jeu. C'est pourquoi, nous conseillons très vivement, lorsque vous changez un vibreur par un autre, de marque ou de type différent, de bien observer à l'oscilloscope la trace obtenue. Toutes les pointes, qui éloigneraient le signal de la forme rectangulaire devront être rabotées (fig. 2).

Pour ce faire, on dote le secondaire d'un circuit d'amortissement composé, la

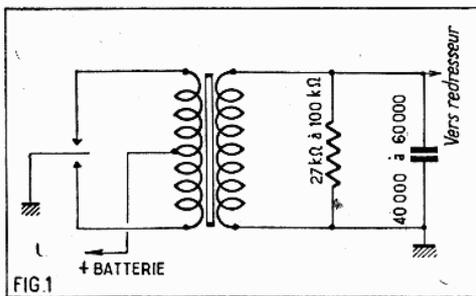


Fig. 1. — Placez les organes d'amortissement à la mise sous tension.

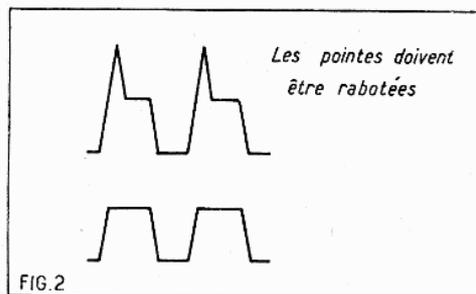


Fig. 2. — Les pointes sont très dangereuses. En bas, le signal idéal.

plupart du temps, d'une résistance et d'un condensateur en parallèle (fig. 1). La valeur de ces deux organes dépend précisément de la forme observée. Il ne faudra pas insister trop longtemps de peur de rencontrer aux essais, les ennuis que nous voulons éviter par la suite.

Mise en service.

Un vibreur reconnu bon, peut très bien refuser de fonctionner, lors de la mise sous tension. La même situation se rencontre également lorsque, pendant un certain temps, le vibreur est resté sans travailler.

Il est fort possible, alors, que l'isolant intérieur soit un peu collé ou encore que les contacts, par suite d'une pression trop accentuée, se soient oxydés.

Le seul remède possible consiste à appliquer aux bornes de ce vibreur une forte tension, par rapport à sa tension de service. On ne prolonge évidemment pas l'expé-

pratique, on s'arrêtera à une ampoule de 50 W. On insère le vibreur dans ce circuit pendant quelques secondes, 10 ou 20, et on examine si le vibreur, après avoir été débranché, fonctionne à nouveau normalement. Sinon, on peut recommencer l'opération plusieurs fois, sans que chaque mise sous tension ne dépasse la durée indiquée.

Le vibreur est-il bon ?

On est parfois embarrassé pour répondre à cette question. Le vibreur peut fort bien délivrer encore une certaine tension, sans être capable, de soutenir ce régime pendant longtemps. Les bancs d'essai sont rares. Voici donc une petite méthode pour s'en rendre compte. On alimente le vibreur non pas sur sa tension nominale, mais avec une valeur inférieure. Le secondaire est monté de façon normale, mais on remplace le récepteur par une charge fixe de valeur connue (fig. 5). Puis, on augmente progressivement la tension d'alimentation, jusqu'à sa valeur nominale, en laissant les autres parties inchangées. Avec un vibreur normal, prévu pour une HT de 200 V sous 60 mA, on lit les valeurs que montre notre tableau. Si les valeurs lues sont inférieures de beaucoup à celles que nous y avons portées, il n'y a pas grand-chose de bon à attendre de votre vibreur. Mais, plus que les valeurs absolues, vous devrez constater une progression dans le débit en augmentant la tension de la source d'alimentation.

On peut d'ailleurs, avec un minimum de travail, concevoir un appareil de vérification pour vibreurs basés sur ce principe. Cette solution sera intéressante, si l'on doit examiner de nombreuses pièces ; les indications seront alors directes et très précieuses.

Une tension de 4 V donne	18 mA
— 5 V —	25 mA
— 6 V —	35 à 40 mA

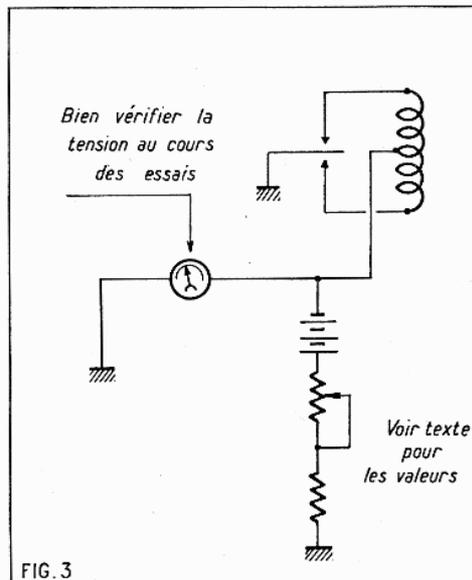


Fig. 3. — Montage simple pour la vérification des vibreurs.

rience et il est plus prudent, même, de la contrôler toujours en ne l'appliquant que progressivement. On peut, par contre, faire appel, soit à une batterie de tension double, 12 V, pour un vibreur de 6 V, soit encore au secteur lui-même.

Dans le premier cas, (fig. 3), on intercalera une résistance de 5 à 10 Ω, supportant une forte puissance : 25 W seraient souhaitables. Si nous employons un potentiomètre — un rhéostat, faudrait-il dire plutôt — la valeur ohmique sera la même, mais nous ne pourrions, en aucun cas, descendre en-dessous de la puissance de 20 W ; la variation utile devra passer de 3 à 10 Ω. Pour éviter le court-circuit qui éliminerait toute protection, on lui laissera tout de même en circuit, de façon permanente, une résistance de 3 Ω.

Lorsque nous faisons intervenir le secteur (fig. 4), l'élément de protection sera prévu, lui, pour toute la tension. Nous mettons ainsi toutes les chances de notre côté par une ampoule d'éclairage, par exemple. Il s'établira entre cette ampoule et le vibreur un certain équilibre qui préservera sérieusement ce dernier. Pour ne pas augmenter le débit, sans contre-partie

