

**ESSAIS
ET
VÉRIFICATION
DES
PIÈCES DÉTACHÉES
DE RADIO**


M. AVRIL

- CONTRÔLE DE FABRICATION
- ESSAIS INDUSTRIELS
- ESSAIS PAR L'AMATEUR
- VÉRIFICATION ARTISANALE



SOCIÉTÉ DES ÉDITIONS RADIO

**ESSAIS
ET
VÉRIFICATION
DES
PIÈCES DÉTACHÉES RADIO**

Tous les droits de traduction
et de reproduction réservés
pour tous pays.

Copyright by Éditions R.
Paris, 1

MAURICE AVRIL



ESSAIS
ET
VÉRIFICATION
DES
PIÈCES DÉTACHÉES
RADIO

CONTROLE DES
PIÈCES DÉTACHÉES
PAR L'AMATEUR
LE PROFESSIONNEL
ET L'INDUSTRIEL.
ESSAIS DES LAMPES,
TRANSFORMATEURS,
BOBINAGES HF-MF,
CONDENSATEURS,
RÉSISTANCES, ETC...



SOCIÉTÉ DES ÉDITIONS RADIO

42, rue Jacob — Paris-6°

DU MÊME AUTEUR :

Guide de Dépannage des Postes de T. S. F.

(Chiron, éditeur).

Les Calculs du Radiotechnicien.

(Éditions Radio), en préparation.

Aux Anciens du 8^e Génie.

Aux Camarades des 850/1 et 851/1.

AVANT-PROPOS

Cet ouvrage peut sembler *a priori* inutile.

Les gros constructeurs diront avec juste raison que les cahiers des charges qu'ils imposent à leurs fournisseurs permettent de ne recevoir que les pièces conformes à leurs commandes.

Les petits constructeurs, et plus spécialement les artisans, jugent superflu de contrôler les pièces qui leur sont fournies; ils font confiance à leurs fournisseurs. Cette attitude les honore, mais dans toute fabrication même sérieuse, il peut y avoir des défaillances, et pour une seule pièce non contrôlée et défectueuse, un appareil ne marchera pas. Et puis, il y a aussi les maisons moins sérieuses... Combien d'heures de recherches, de déplacements, de frais entraînés par cette pièce? dont le technicien aurait pu faire l'économie en organisant un contrôle des pièces reçues, à l'échelle de son importance. Nous estimons même plus nécessaire le contrôle sur le plan petite industrie, car trop souvent sont livrés aux artisans et petits constructeurs les pièces de second choix refusées par les services de contrôle des firmes plus importantes.

Nous essaierons de définir l'importance que doit présenter le contrôle dans une entreprise, quelle que soit son importance. Puis, pour chaque catégorie de pièces détachées, nous examinerons les contrôles qui doivent être effectués: contrôles mécaniques et électriques, avec les méthodes adaptées à l'amateur, la petite industrie, et la grosse industrie.

Si, s'inspirant de cet ouvrage, les techniciens qui organisent le contrôle des pièces prennent l'habitude de se montrer exigeants vis-à-vis de leurs fournisseurs, n'utilisent que des pièces de premier choix et produisent une fabrication de qualité résultant de cette sélection, nous estimerons avoir atteint notre but. Et nous savons que tous les fabricants de pièces détachées qui aiment leur métier approuveront ces contrôles qui auront pour résultat essentiel l'épuration d'une corporation dans laquelle trop de « margouilins » ont cherché à s'introduire.

M. A.

NOTE DE L'ÉDITEUR. — *Cet ouvrage a été écrit en supposant que les conditions d'approvisionnement sont normales. Tel n'est pas toujours le cas, malheureusement, et l'utilisateur de pièces détachées sera amené parfois à être beaucoup moins sévère dans ses contrôles, la fourniture d'un accessoire devenant alors plus impérieuses que son examen technique approfondi.*

.....

CHAPITRE I

L'ORGANISATION DU CONTROLE

Notions générales.

Il faut, tout d'abord, différencier les mesures : d'une part les mesures quantitatives, qui doivent se faire avec une précision rigoureuse correspondant au contrôle des prévisions déterminées mathématiquement; et, d'autre part, les mesures qualitatives, qui permettent de déterminer si la pièce et le montage faisant l'objet de cette mesure sont dans les limites de tolérance prévues.

Les premières sont du ressort du laboratoire d'études. Il importe, en effet, de vérifier si les valeurs prévues théoriquement ne sont pas modifiées par des causes extérieures provenant du montage, de capacités parasites dues au câblage, aux blindages, etc. C'est grâce aux mesures quantitatives qu'il sera possible, en tablant sur les résultats de plusieurs essais, de déterminer le pourcentage d'erreur pouvant être admis et de définir les limites des tolérances des contrôles. Ce sont ces contrôles qui feront l'objet des études qui vont suivre.

Contrôle qualitatif.

Ce contrôle a pour but de vérifier si les pièces entrant dans un montage sont dans les limites des tolérances prévues. Selon l'importance de la pièce à contrôler, selon la qualité connue de la fabrication et la confiance accordée au fournisseur ce contrôle peut porter sur toutes les pièces, ou seulement sur un pourcentage préalablement établi.

Sur le plan artisanal, ce contrôle peut à notre avis porter sur chaque pièce employée, sans que pour cela le prix de revient du poste monté se trouve sensiblement augmenté. Ce contrôle « pièce à pièce » permet de garantir une meilleure qualité, ce qui est tout à fait conforme à ce qu'on doit attendre d'une fabrication artisanale qui ne se justifie que par une *précision* supérieure à celle de la production industrielle.

Il faudra tenir compte de l'importance de l'entreprise et de ses méthodes de construction, pour définir les points essentiels du contrôle. Il est certain qu'un artisan qui percera son châssis, lorsqu'il sera en possession de toutes ses pièces, ne sera nullement embarrassé si le groupe de condensateurs variables qu'il emploie n'a pas tout à fait le même encombrement mécanique que celui qu'il avait prévu.

Il n'en sera pas de même pour un travail à la chaîne. Une pièce hors tolérances mécaniques nécessitant une « reprise » d'un quart d'heure, immobilisera toute une chaîne d'où une perte de temps considérable dont les incidences sur le *prix de revient* peuvent être d'importance. La rigueur des contrôles devra être proportionnée aux moyens de construction et au but des fabrications. Une légère variante sur un poste destiné à l'amateur est admissible, elle ne saurait être tolérée pour une fabrication d'appareils professionnels construits en exécution d'un marché impliquant un cahier des charges strict. Ce serait courir le risque d'un refus d'acceptation de livraison pouvant être un désastre pour le constructeur.

Nature des contrôles.

Les contrôles porteront donc sur les points suivants :

a) *Contrôle numérique.* — Fait à la réception de la marchandise, et avant tout autre.

b) *Contrôle d'aspect.* — Portant sur le fini, la couleur et la présentation des pièces. Il pourra être utile de vérifier, dans cet ordre d'idées, l'emballage des pièces. Certains défauts consécutifs au transport ou aux manipulations sont dus à un défaut ou à une insuffisance d'emballage. Une intervention auprès du fabricant peut dans ce cas y apporter remède pour l'avenir, et faire économiser un temps plus utilement employé par ailleurs.

c) *Contrôle de la nature des matériaux.* — Afin de vérifier si la pièce livrée est conforme au cahier des charges ou à la commande : châssis d'aluminium livré à la place d'un châssis en tôle, par exemple, ou résistance agglomérée à la place d'une résistance bobinée.

d) *Contrôle de gabarit.* — Pour vérifier si les dimensions des pièces sont conformes aux prévisions.

e) *Contrôle mécanique.* — Portant sur le fonctionnement des rotations, des entraînements, des frottements, la solidité des points de soudure et des rivets, etc.

f) *Contrôle électrique.* — Permettant de se rendre compte si les caractéristiques de la pièce sont dans les limites admises.

g) *Contrôles de durée.* — Permettant de suivre le comportement des pièces dans le temps. Selon l'importance du service de contrôle, ces différentes vérifications peuvent être faites par un même employé, ou par des employés différents.

Mais quelle que soit l'importance de l'entreprise, ils doivent être faits avec un très grand soin, la mission du « préposé au contrôle » est une mission de confiance, et cette confiance doit avoir en contrepartie une très grande conscience professionnelle.

En tout cas, il est indispensable que tout manquement à la qualité soit immédiatement signalé au fournisseur. Si cette défaillance se renouvelle il faudra prendre des *sanctions allant jusqu'à la suppression de toute commande*; c'est une question de « salubrité ». Une production de qualité, qui doit être celle de la France de demain et plus spécialement de l'artisanat, implique une rigueur impitoyable vis-à-vis de ceux qui s'obstineraient à mettre sur le marché des produits de qualité douteuse.

Caractéristiques des contrôles.

Les contrôles ne doivent pas charger inutilement le chapitre des frais généraux de l'entreprise. Ils doivent être en conséquence faits à bon escient. C'est pourquoi nous avons spécifié qu'ils devaient être comparatifs et tenir compte d'une marge de tolérance fonction du rôle que doit jouer la pièce dans un montage. Une tolérance de $\pm 10\ 0/0$ sur une résistance de $1\ M\ \Omega$ n'aura pas de répercussion sensible sur un circuit antifading dans lequel elle se trouvera insérée. Une même tolérance sur une résistance de $450\ \Omega$ destinée à un circuit de cathode serait nettement trop importante.

Lorsque la mesure doit porter sur un nombre important d'unités, la rapidité de la manipulation et la facilité de lecture sont à considérer. Par exemple, pour le contrôle de transformateurs M.F. on a intérêt à construire un adaptateur —

fait le plus souvent avec de vieilles pièces mises au rebut — dont le prix de revient sera insignifiant. Il permettra le branchement d'un élément, en trois secondes par exemple, et évitera de faire des liaisons par fils volants demandant une demiminute de manipulations à chaque fois. Sur un nombre important de pièces, on constatera une sensible économie sans compter que l'on évitera les erreurs possibles de branchements.

La facilité de lecture est encore un facteur à considérer. On réduit la fatigue du vérificateur et, par suite, les causes d'erreurs de lectures qui rendraient inutiles les contrôles destinés justement à dépister les pièces hors tolérance.

Plan de l'ouvrage.

Dans la suite de cet ouvrage, nous définirons pour chaque catégorie de pièces, classées selon leur nature, les différents contrôles auxquels elles doivent être soumises, l'importance que représentent ces contrôles, et les répercussions sur la production si on les néglige. Nous donnerons les méthodes pratiques pouvant être employées pour les effectuer sur le plan amateur, artisanal ou industriel.

Il est à noter, que nous ne pourrons pas sur le plan industriel donner le détail technique des ensembles de contrôles utilisés, chaque constructeur important ayant son service des méthodes qualifié pour concevoir, étudier et construire les appareils répondant à la fabrication qu'il entreprend. Une telle étude sortirait du plan de cet ouvrage destiné plus spécialement aux artisans et petits constructeurs qui, jusqu'à présent, n'ont pas toujours saisi l'importance du contrôle des pièces qu'ils utilisent.

De même, nous avons renoncé à décrire les détails de schémas d'appareils de contrôle dont la fabrication peut être entreprise par le technicien. Cette question dépasse le cadre de cet ouvrage et nous renvoyons nos lecteurs aux livres qui traitent spécialement de cette question.

Il y a deux manières de faire des mesures et des contrôles; la première est à portée d'un manoeuvre spécialisé, elle consiste à comparer des pièces par rapport à un étalon sur un appareil permettant un maximum de rapidité avec un minimum d'erreurs possibles, c'est la *méthode industrielle*. L'autre manière consiste à comprendre le mécanisme du contrôle, à saisir exactement à quoi il correspond. C'est cette seconde méthode que nous décrivons.

Nous voulons convaincre le technicien, l'artisan, le petit constructeur de la nécessité des mesures, de leur possibilité, même sur le plan de la petite fabrication, et nous voulons surtout le persuader que ce contrôle qui semble une dépense inutile à première vue, en définitive paie largement. Il évite la recherche de pannes après montage. Il supprime les pertes de temps pour démonter et remplacer une pièce déjà en place. Il permet de faire du montage de *qualité*, ce à quoi nous devons tendre de plus en plus, si nous voulons rendre à la radio française la place qu'elle n'aurait pas dû cesser d'occuper.

.....

CHAPITRE II

CONTROLE DES RÉSISTANCES

Classification des résistances

Il importe tout d'abord de classer les résistances; d'une part les *résistances fixes* et, d'autre part, les *résistances variables*.

Cette seconde catégorie comprend les rhéostats et potentiomètres. Comme il y a une partie en mouvement et que les essais doivent par conséquent être plus complets, nous étudierons plus loin les méthodes de contrôle les concernant.

Par contre, nous assimilerons les résistances ajustables aux résistances fixes. Un des rôles du service de contrôle consistera justement à adapter ces résistances à la valeur exacte prévue pour elles.

Constitution des résistances

Les résistances sont constituées soit par un fil résistant bobiné sur un support — de porcelaine, par exemple (fig. 1) — soit par une couche de carbone disposée en spirale sur un support en matière céramique (fig. 2), soit par une matière résistante agglomérée.

Contrôle numérique

Le comptage des résistances doit se faire dès l'arrivée afin de pouvoir intervenir immédiatement auprès du fournisseur. Dans certaines entreprises importantes, le comptage des pièces se fait à l'aide de machines perfectionnées appelées *compteuses*; ces dernières permettent, en mettant un petit nombre de pièces — 5 par exemple — dans un plateau, de faire équilibre à un multiple choisi — 100 par exemple — de pièces semblables dans un autre plateau. L'opération se fera donc rapidement, et avec la précision que l'on voudra, mais elle suppose une homogénéité des pièces, et il ne saurait être question d'une grande précision pour des résistances

qui ne sont pas parfaitement homogènes (longueurs des fils différentes, par exemple). Il est souvent préférable d'effectuer, tout au moins pour les résistances et condensateurs fixes, un comptage à la main; c'est une opération plus longue mais plus sûre.

Etant donné que cette opération de comptage est purement arithmétique, nous n'insisterons pas davantage. Il est élémentaire que l'acheteur doit contrôler la quantité de matériel dont il prend livraison et vérifier si cette quantité est conforme au bordereau de livraison ou à la facture accom-

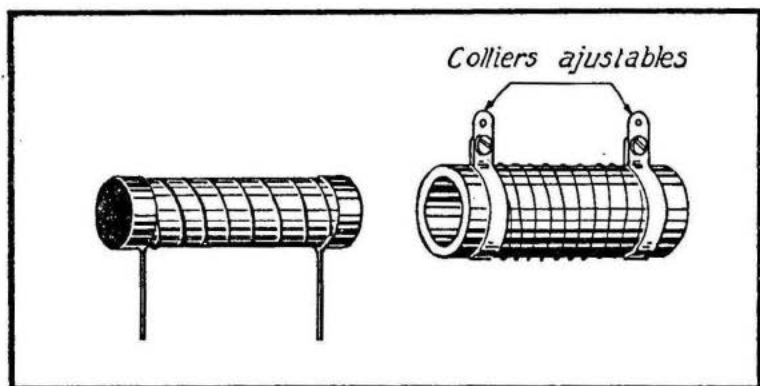


Fig. 1 (à droite). — Résistance bobinée ajustable.

Fig. 2 (à gauche). — Résistance avec couche superficielle.

pagnant la marchandise. Il est prudent, aussi, de contrôler si les livraisons correspondent à des commandes effectives, et en cas de livraisons fractionnées, si le maximum n'a pas été dépassé. En période de disette c'est dans l'autre sens qu'il faudra faire la vérification, les fournisseurs ayant une tendance, d'ailleurs très compréhensible, à restreindre les livraisons.

Contrôle d'aspect.

L'aspect de la résistance, s'il ne donne pas une indication précise sur la qualité de la résistance, donne une idée du soin apporté par le constructeur à sa fabrication. Dénottant un état d'esprit, il permet de porter un jugement sur les méthodes de travail et d'attirer l'attention. Une mauvaise

présentation alertera le contrôleur et l'incitera à pousser avec plus d'attention la vérification du lot.

Il faudra aussi, par un premier sondage rapide, vérifier si la valeur marquée sur la résistance — en chiffres ou en code — est conforme à la valeur portée sur l'emballage, la facture... et la commande, et surtout si cette valeur est conforme à la réalité électrique. De la part d'un fournisseur consciencieux, il ne saurait y avoir, en principe, d'erreur possible. Mais si le contrôle de fabrication n'est pas fait au dernier stade de la fabrication, c'est-à-dire après marquage, il arrive qu'une résistance marquée $50\ k\ \Omega$, soit en réalité une résistance de $500\ k\ \Omega$.

A notre avis, le marquage par le code des couleurs est supérieur au marquage en chiffres. Cependant il faut signaler que certaines maisons marquent plusieurs fois la valeur sur le pourtour; ce procédé présente l'avantage, dans le cas d'un châssis câblé, de permettre la lecture quelle que soit la position de la résistance.

Code des couleurs.

Nous supposons que nos lecteurs sont tous en possession du code des couleurs. Cependant nous ne jugeons pas inutile de le rappeler, car l'expérience montre que l'on n'a pas toujours à la portée de la main le tableau donnant la correspondance d'une couleur peu usuelle. Une abondance de documentation n'est jamais nuisible.

A chacune de ces couleurs on a attribué, soit un chiffre soit un nombre de zéros égal au nombre de chiffres, suivant le tableau ci-dessous :

	<i>Chiffre</i>	<i>Nombre de zéros</i>
<i>Noir</i>	0	
<i>Marron</i>	1	0
<i>Rouge</i>	2	0 0
<i>Orangé</i>	3	0 0 0
<i>Jaune</i>	4	0 0 0 0
<i>Vert</i>	5	0 0 0 0 0
<i>Bleu</i>	6	0 0 0 0 0 0
<i>Violet</i>	7	
<i>Gris</i>	8	
<i>Blanc</i>	9	

Les couleurs sont classées dans l'ordre du spectre solaire. Mais pour éviter des confusions on a ajouté, à chaque extrémité du spectre, deux couleurs : marron et noir d'un côté, gris et blanc de l'autre.

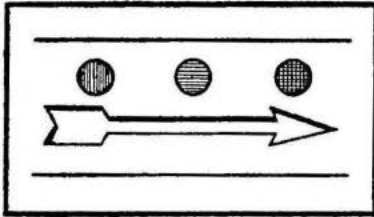


Fig. 3. — Résistance marquée par trois points de couleurs qui se lisent dans le sens de la flèche.

Les résistances sont caractérisées par *trois couleurs différentes* disposées soit suivant une flèche (fig. 3), soit sur le corps de la résistance, la tête et un anneau (fig. 4) ou un point (fig. 5). C'est cette dernière solution que l'on rencontre dans la pratique courante.

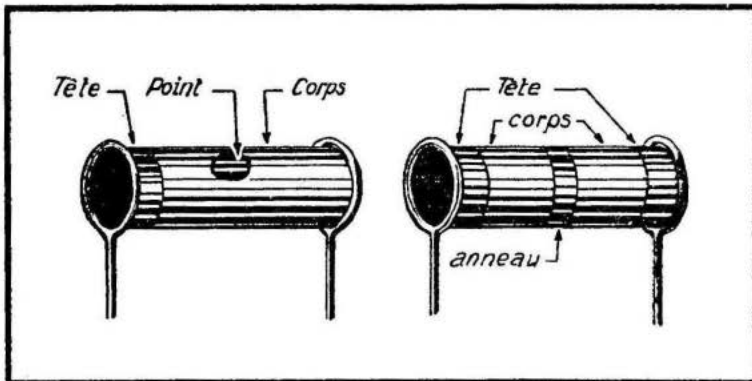


Fig. 4 (à droite). — Marquage suivant le code des couleurs.

Fig. 5 (à gauche). — L'anneau central peut être remplacé par un point.

Prenons l'exemple d'une résistance marquée de la manière suivante :

Corps	Tête	Anneau
<i>Vert</i>	<i>Noir</i>	<i>Orangé</i>
Nous aurons les valeurs correspondantes :		
5	0	0 0 0
Soit : 50.000 ohms.		

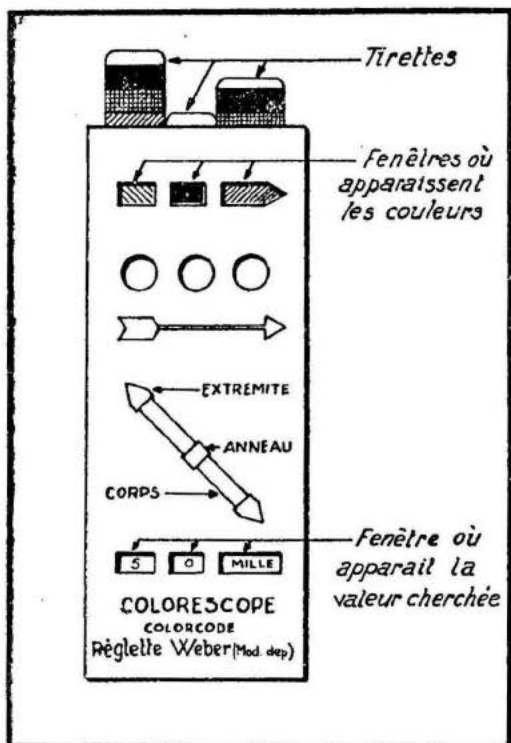


Fig. 6. — Le colorescope permet de connaître instantanément la valeur d'une résistance en faisant coulisser les règles.

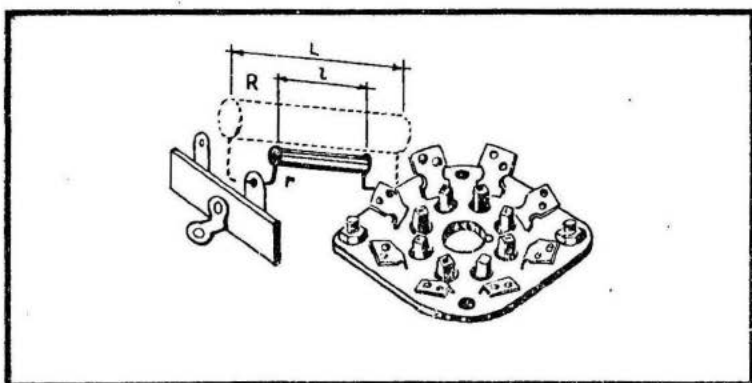


Fig. 7. — Le changement de dimension d'une résistance peut gêner le câblage.

Il existe d'ailleurs sur le marché des appareils très pratiques (genre coloroscope Weber) qui par le jeu de réglottes font apparaître devant des fenêtres (fig. 6) la valeur cherchée.

Contrôle de la nature

Dans le cas des résistances, cela consiste surtout à voir si elles sont conformes soit à la commande, soit au catalogue : résistances agglomérées ou à couche superficielle, cosses étamées, nickelées, etc.

Contrôle du gabarit

Il peut être très important d'avoir des résistances de dimensions parfaitement calibrées, c'est le cas lorsqu'elles doivent être montées entre relais (fig. 7), ou entre deux éléments de postes rigoureusement espacés.

Dans certains récepteurs miniatures dont le châssis est peu profond, des résistances d'un trop grand diamètre ne peu-

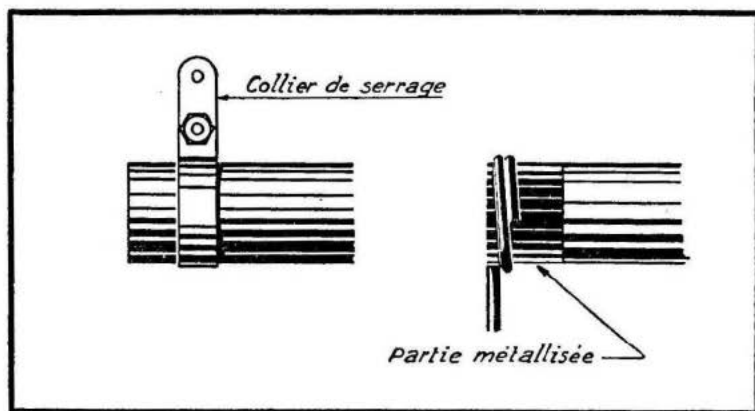


Fig. 8 (à gauche). — Sur une résistance bobinée la prise de contact se fait par collier.

Fig. 9 (à droite). — Prise de contact sur résistance agglomérée.

vent facilement trouver place. On risque, lorsque le châssis est introduit dans l'ébénisterie, de fausser des connexions et de faire des court-circuits. On vérifiera également que le diamètre des fils et leurs longueurs sont conformes à l'échantillon.

Contrôle mécanique.

Nous avons vu que les résistances pouvaient se classer en deux catégories : les résistances *bobinées* dont la prise se fait par un collier de serrage (fig. 8) et les résistances *agglomérées* ou *rapportées*.

Sur ces dernières, la prise se fait de la façon suivante : l'extrémité de la résistance est étamée ou argentée et sur cette partie métallisée on soude un fil après lui avoir fait décrire une boucle (fig. 9). On peut encore sertir une capsule (fig. 10).

Le contrôle mécanique consiste à vérifier la parfaite adhérence du fil ou du sertissage, un mauvais contact étant cause de crachements. Cet essai doit se faire à la pince. Il est également intéressant de faire un essai de résistance du fil au pliage,

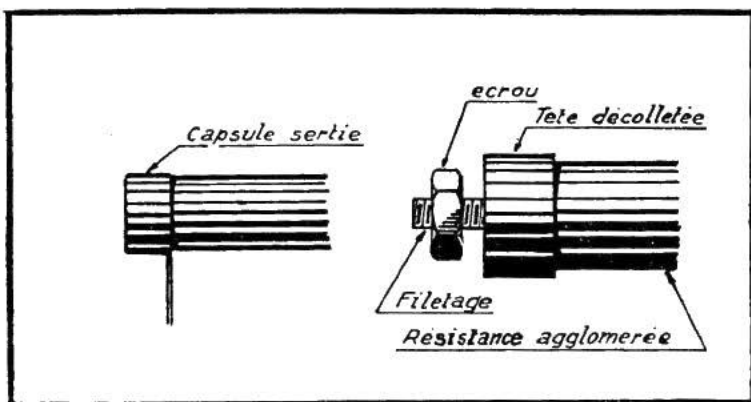


Fig. 10 (à gauche). — Résistance agglomérée avec capsule sertie.

Fig. 11 (à droite). — Prise par tête décollée.

certains ne supportant pas un « coudage » à angle vif. Enfin, un essai de soudure peut être intéressant. Il arrive fréquemment qu'au cours du marquage, la couleur déborde sur le fil sur une longueur importante; cela nécessite au moment de l'emploi un décapage qui est cause d'une perte de temps. C'est un défaut qu'il est nécessaire de signaler au fournisseur.

On trouve aussi sur le marché des résistances agglomérées, terminées par une pièce décollée (fig. 11), et dont la connexion se fait par le serrage d'une vis. Il faut vérifier si

l'écrou « monte » sur le filetage, car on risque, au montage, en forçant, soit de dessertir la tête, soit de briser la résistance.

Contrôle électrique.

Le contrôle électrique consiste à vérifier si la valeur de la résistance est correcte, à la tolérance près. Selon l'emploi auquel elle est destinée, la tolérance sera plus ou moins grande variant de $\pm 10\%$ pour des résistances de grille ou de plaque, à $\pm 2\%$ ou même $\pm 1\%$ pour des résistances de cathode.

La méthode employée pour faire le contrôle sera différente selon le nombre de résistances que l'on aura à contrôler. Il est bien évident que le procédé ne saurait être le même pour l'amateur ayant à contrôler quelques unités et l'industriel ayant à faire vérifier plusieurs milliers de résistances chaque jour. Nous donnerons les différentes méthodes à employer selon le cas.

Contrôle de la valeur ohmique des résistances par l'amateur.

L'appareil de mesure que l'on doit trouver entre les mains de tout amateur est la boîte de contrôle. C'est avec cet instrument que l'amateur fera la mesure des résistances qu'il aura à employer.

Il faut disposer d'une source de courant continu et d'un voltmètre dont on connaît la résistance interne. On réalisera le schéma indiqué dans la figure 12. On mesure exactement la tension aux bornes de la source dont on dispose, soit V , lorsque le voltmètre est branché en 1, puis on placera en série la résistance R dont on veut déterminer la valeur (position 2).

On lit ainsi une nouvelle tension v . Si r est la résistance par ohm au voltmètre, et si on utilise la sensibilité n volts qui dépend de la tension de la source, la résistance du voltmètre sera alors nr ohms.

La valeur cherchée R de la résistance inconnue sera donnée par la formule :

$$R = nr \left(\frac{V}{v} - 1 \right) \quad (1)$$

Nous allons donner un exemple qui aidera à comprendre le mécanisme de la mesure.

Nous utilisons une pile de 90 volts. La tension sera mesurée avec un voltmètre gradué jusqu'à 120 volts ayant, par exemple, une résistance de 333,33 Ω par volt.

La lecture de la tension de la pile donne 85 volts, après avoir intercalé la résistance en série, elle devient 62 volts.

La valeur de la résistance sera donnée par l'application de la formule (1) :

$$R = 120 \times 333,33 \left(\frac{85}{62} - 1 \right)$$

$$R = 14\ 838 \text{ ohms.}$$

Cette méthode, comme nous le voyons, donnera un résultat précis. Elle est admissible pour l'amateur, ou pour le technicien qui établit une maquette. Elle cesse de présenter

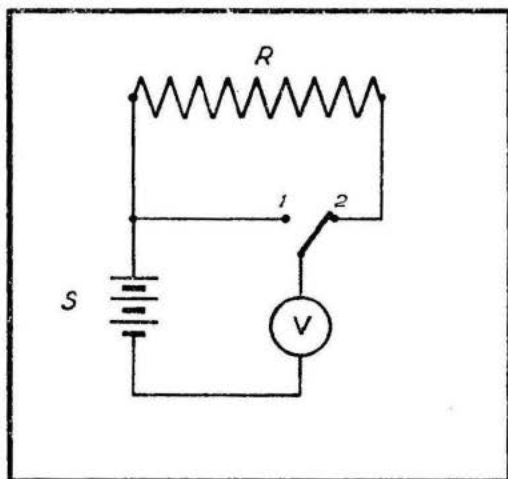


Fig. 12. — Schéma du dispositif pour la mesure d'une résistance.

de l'intérêt lorsqu'il s'agit de contrôler un grand nombre de résistances, car il ne saurait être question, à chaque fois, de calculer la valeur de la résistance en partant de la formule.

Contrôle de la valeur ohmique des résistances par l'artisan

Cependant, partant du dispositif de la figure 12, il est

possible de comparer des résistances entre elles, en utilisant une résistance prise comme étalon.

Si, par exemple, nous voulons sélectionner des résistances de 15.000 ohms avec une tolérance de $\pm 10 \%$, nous commencerons par déterminer les limites de lecture sur le volt-mètre.

Nous accepterons donc les résistances ne présentant pas par rapport à l'étalon une différence de plus de 1.500 Ω c'est-à-dire comprises entre :

$$(15.000 - 1.500) = 13.500 \Omega$$

et,

$$(15.000 + 1.500) = 16.500 \Omega$$

Soient x' et x'' les valeurs, minimum et maximum de déviation du voltmètre, nous aurons la formule (1) qui deviendra :

$$R = nr \left(\frac{V}{x} - 1 \right)$$

Cherchons à en tirer la valeur de x . La formule peut s'écrire :

$$R = \frac{nrV - nr x}{x}$$

Chassons le dénominateur :

$$R x = nr V - nr x$$

Faisons passer d'un même côté les termes en x , il vient :

$$R x + nr x = x (R + nr) = nr V$$

d'où,

$$x = \frac{nr V}{R + nr} \quad (2)$$

Grâce à cette formule (2), nous avons immédiatement l'indication donnée par le voltmètre, pour les valeurs limites que nous donnons à R :

Nous aurons ainsi :

$$x' = \frac{120 \times 333,33 \times 85}{13.500 + 120 \times 333,33} = 63,5 \text{ volts}$$

$$x'' = \frac{120 \times 333,33 \times 85}{16.500 + 120 \times 333,33} = 60,1 \text{ volts}$$

Si donc, par un dispositif quelconque — voyant coloré appliqué sur le cadran, et couvrant de 60,1 volts à 63,5 volts (fig. 13), ou repères tracés passant par ces mêmes valeurs — nous situons les limites extrêmes admissibles pour la déviation de l'aiguille, nous pourrions rapidement contrôler un lot de résistances semblables.

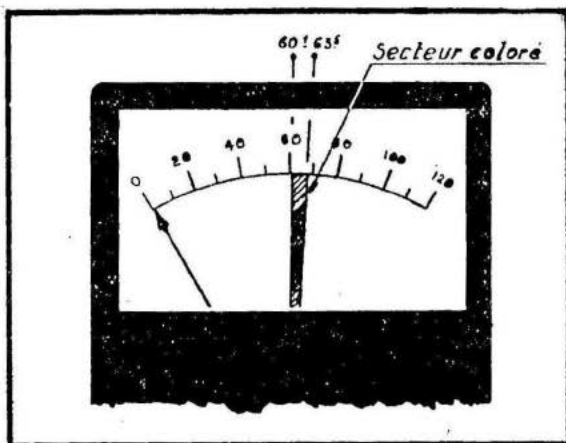


Fig. 13. — Le secteur coloré délimite les tolérances admises.

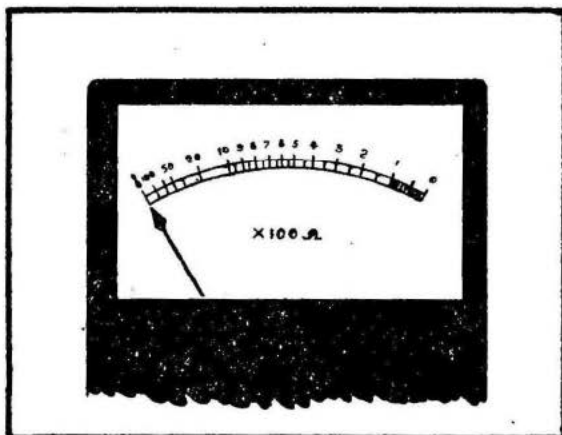


Fig. 14. — Spécimen d'échelle d'ohmmètre à lecture directe.

Ohmmètre à lecture directe.

Nous avons vu que l'application de la formule dépendait tout d'abord de la tension V de la source. Si cette tension est constante, il est facile de concevoir une graduation qui serait faite non plus en volts, ce qui nécessite pour son

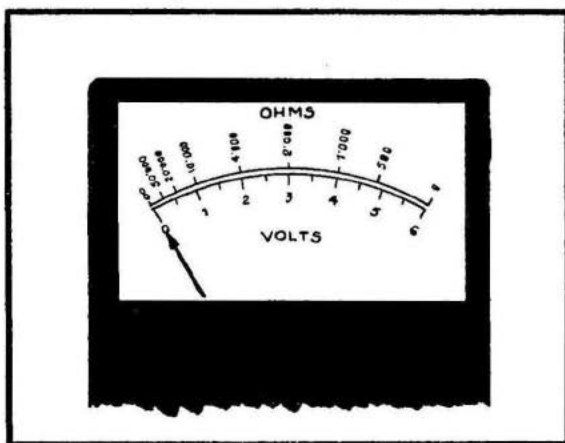


Fig. 15. — Voltmètre gradué directement en ohms.

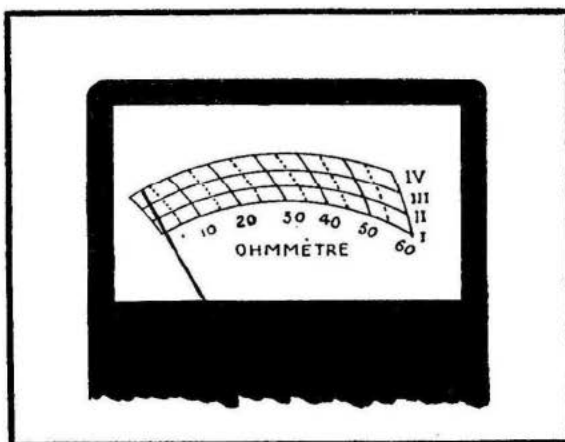


Fig. 16. — Ohmmètre à lecture directe avec échelles de correction.

interprétation la résolution d'une équation du premier degré, mais directement en ohms.

Ce genre d'appareils existe sur le marché, et est désigné sous le nom d'*ohmmètre à lecture directe*. Un exemple de cadran de ce genre d'appareil est donné dans la figure 14. Il suffit, dans ce cas, de tracer une graduation spéciale sur le cadran. On aura, par exemple, pour un voltmètre ayant 333,33 ohms de résistance par volt et une source de 6 volts de tension et avec la sensibilité 6 volts, la graduation de la figure 15 qui complétera la graduation en volts.

L'inconvénient d'une telle graduation est qu'elle suppose une source de tension constante, ce qui dans la pratique n'existe pas. Aussi, certains constructeurs ont-ils tracé une graduation permettant de tenir compte de la décharge de la source (fig. 16). Il suffit, avant de faire une mesure, de faire un essai sans résistance en série. A ce moment l'appareil a son maximum de déviation, correspondant à la mesure de la tension de la source. Il suffit de repérer l'échelle à l'extrémité de laquelle s'arrête l'aiguille, et de faire ensuite les lectures de résistances sur cette échelle.

Contrôle de la valeur ohmique des résistances dans l'industrie

Dans l'industrie, où le nombre des résistances à vérifier est très important, il ne saurait être question de vérifier chaque résistance individuellement. Le plus souvent, on effectue un prélèvement — 10 % par exemple — et l'on admet que le lot tout entier est acceptable si le prélèvement est tout entier dans les limites de tolérance. Si tel n'est pas le cas, deux solutions sont possibles, soit refuser tout le lot, ce qui à notre avis est la solution la meilleure, soit alors contrôler toutes les résistances individuellement, et ne refuser que celles qui sont hors tolérance; c'est souvent la solution adoptée lorsqu'on a un besoin urgent du matériel.

La méthode adoptée précédemment reste valable. Le plus souvent on utilise un pont avec lecture directe par tube cathodique, œil magique des postes récepteurs. De tels appareils se trouvent sur le marché et ne sont pas hors des possibilités d'acquisition d'un dépanneur ou d'un artisan.

Le fonctionnement de l'appareil est le suivant :

Un pont de résistances est constitué par une résistance

connue, la résistance à mesurer, dont le curseur est à la masse R (fig. 17).

Le pont est branché entre la masse et la grille d'une lampe amplificatrice. Quand le pont n'est pas équilibré il y

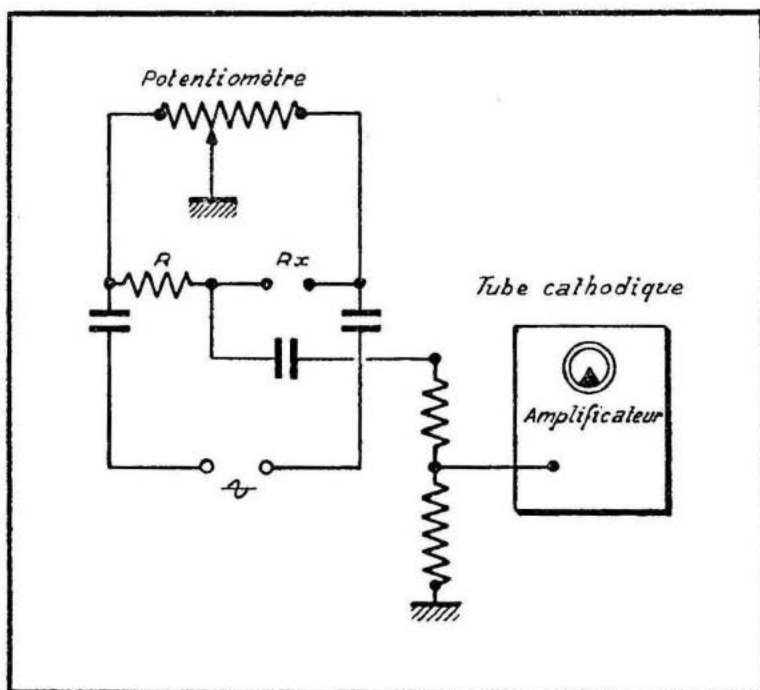


Fig. 17. — Schéma d'un pont de mesure pour résistances.

a un courant de fuite qui est amplifié par une lampe. Après cette dernière, on monte une 6E8 ou lampe équivalente avec liaison par résistance-capacité. En l'absence de courant, l'œil est ouvert. Quand il y a passage de courant l'œil est fermé. Pour un pont parfaitement équilibré l'œil sera donc *ouvert au maximum*.

Le maniement de l'appareil est très simple (fig. 18) ; entre les douilles on branche une résistance reconnue bonne, et après avoir placé le curseur au multiplicateur sur la position correspondante, on cherche avec le potentiomètre le *maximum d'ouverture* du secteur éclairé du tube cathodique. Il

suffit, ensuite, de remplacer la résistance type par les résistances à vérifier. On voit immédiatement quelles sont les résistances assurant l'ouverture maximum. Si celle-ci ne se produit pas pour la position repère du curseur du potentiomètre, on recherche la position d'équilibre en le manœuvrant, après

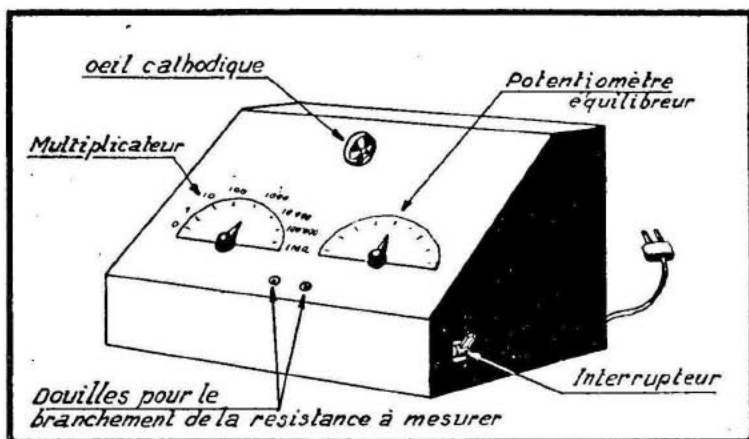


Fig. 18. — Ohmmètre pour mesures par œil cathodique.

avoir déterminé l'écart angulaire toléré de part et d'autre de la position initiale du potentiomètre. On voit immédiatement si la résistance est dans les limites de tolérances prévues (1).

Essai de durée.

Les résistances sont prévues pour dissiper une certaine puissance qui est exprimée en watts. Pratiquement, ces résistances sont classées selon la puissance qu'elles peuvent dissiper : 1/4 de watt, 1/2 watt, etc.

Il est donc intéressant de savoir comment se comportent les résistances pour un essai prolongé à puissance normale. Dans ce but, on fait passer au travers un courant de l'intensité maximum pour laquelle elles sont prévues. Pour être concluant, cet essai doit se prolonger pendant une assez longue

(1) Un excellent appareil de ce genre a été décrit dans le n° de juin 1939 de *Toute La Radio* (Société des Editions Radio, 42, Rue Jacob, Paris).

période, dix ou quinze jours consécutifs, par exemple, et sans interruption. Puis on mesure à nouveau la valeur de la résistance à chaud et à froid. On ne doit pas trouver d'écart de valeurs dépassant les limites des tolérances.

Sur le plan industriel, on a intérêt à constituer un banc d'essai comportant un grand nombre de paires de bornes entre lesquelles on peut brancher des résistances.

Ce genre de contrôle peut être fait avec sévérité lorsqu'on traite avec un nouveau fournisseur, ou avant d'adopter un autre type de résistance. Par la suite, il se fait par prélèvement de quelques unités pour chaque millier de résistance afin de contrôler la constance de la fabrication.

.....

CHAPITRE III

CONTROLE DES CONDENSATEURS

CONDENSATEURS FIXES

Classification.

On peut classer les condensateurs en deux groupes : d'une part ceux destinés à l'accord de circuits oscillants et dont la valeur est critique, ce sont surtout des condensateurs à diélectrique mica et condensateurs en mica argenté; d'autre part les condensateurs employés pour le découplage et pour lesquels une tolérance plus grande peut être admise.

Contrôle d'aspect.

Nous ne parlerons pas du contrôle numérique qui, nous l'avons dit, est à opérer avant tout autre. Le contrôle d'aspect, comme pour les résistances, nous fournira des renseignements précieux sur la manière de travailler du constructeur. On profitera de ce contrôle, pour vérifier si le marquage des valeurs est conforme à la valeur indiquée sur le bordereau et à la valeur de quelques condensateurs choisis au hasard. Dans les fabrications américaines, et plus spécialement pour les condensateurs sous matière moulée, il est courant de marquer les condensateurs suivant le code des couleurs que nous avons indiqué pour les résistances. Dans ce cas, l'unité employée est le *centimètre*.

Nature des matériaux.

Il n'est pas inutile, lorsque la livraison est d'une certaine importance, de sacrifier quelques condensateurs et d'en faire l'autopsie. On peut se rendre compte de la méthode de fabrication et l'on est souvent fixé sur la qualité du matériel par ce premier examen. En particulier, il faut soigneusement étudier le mode de liaison du fil de sortie avec l'armature. De nombreuses pannes ont révélé que les condensateurs défec-

tueux présentaient une coupure à l'endroit de cette liaison et, par suite, la capacité était nulle. Habituellement on reproche plutôt au condensateur un claquage qu'une coupure.

L'autopsie devra également permettre de se faire une idée de la valeur du condensateur en haute-fréquence. La lamelle ou le fil de connexion ne doit pas simplement être introduit

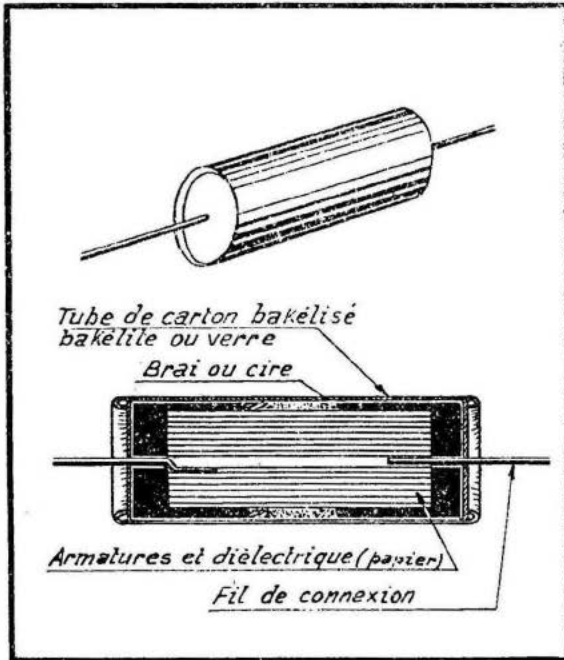


Fig. 19. — Condensateur fixe et sa coupe.

entre deux couches du bobinage du condensateur. Il doit assurer un *contact simultané* avec toutes ces couches, de manière à éviter un effet parasite de self-induction provenant des spires constituées par le bobinage.

Un contrôle trop souvent négligé dans le cas des condensateurs tubulaires (fig. 19) est celui de la qualité du brai qui bouche le tube. Souvent ce produit est poreux; cette observation concerne spécialement les cires. Il peut arriver qu'avec le temps l'humidité s'infiltré dans le condensateur; l'isolement devient insuffisant et il s'ensuit des pertes ayant une grave

répercussion sur le récepteur. L'appareil *vieillit plus vite*. Ce vieillissement qui se traduit par une perte de qualités — puissance, sélectivité, etc. — demeure souvent incompréhensible et inexplicable.

Contrôle de gabarit.

Ce que nous avons dit pour les résistances reste valable. Il y a lieu de vérifier le diamètre, la longueur de la pièce, la longueur des fils de sortie et le diamètre de ceux-ci.

Ce dernier contrôle est souvent négligé. Il a son importance; en effet, si le fil est prévu pour être soudé directement sur une patte de support de lampe percée d'un trou d'un diamètre d , il est indispensable que le diamètre du fil soit inférieur à celui du trou.

Contrôle mécanique.

Le contrôle mécanique portera :

a) Sur la résistance des connexions à la traction. L'autopsie faite précédemment aura déjà fixé les idées sur le crédit à accorder au mode de liaison des fils de sortie.

b) Sur la résistance du fil de sortie au travail à la pince. Il arrive, surtout à l'heure actuelle avec la pénurie de matières premières, que des constructeurs équipent des condensateurs de force capacité, avec des fils de sortie de section trop faible. Il en résulte que, par suite de manipulations ou de chocs consécutifs aux transports, les condensateurs se déplacent et provoquent des perturbations dans le fonctionnement de l'appareil.

Contrôle électrique.

C'est évidemment un des plus importants, mais il ne faudrait pas en inférer que c'est le seul contrôle à effectuer.

Comme pour les résistances, nous indiquerons la manière de mesurer la capacité par l'amateur, l'artisan ou petit constructeur et par l'industriel.

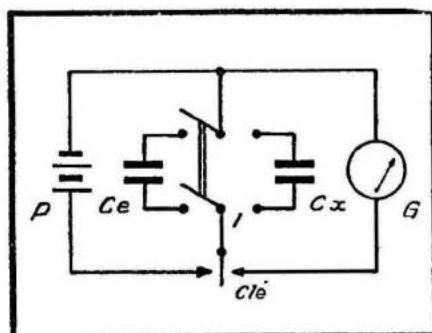
Le plus souvent, le contrôle électrique consiste à déterminer si la valeur de la capacité se tient dans les limites précédemment établies pour les tolérances à admettre.

Quelquefois, on détermine aussi la résistance H.F. pour vérifier si le condensateur est le siège de pertes. Quant à l'angle de pertes, le plus souvent on le néglige.

Mesure de la valeur de la capacité par l'amatteur.

La base de toute mesure de capacité, c'est la *comparaison* : on compare un condensateur à un autre pris comme étalon. La méthode la plus simple consiste à employer le schéma de la figure 20. On réalise un montage comportant une pile P, un galvanomètre G, un inverseur double I, qui peut

Fig. 20. — Mesure de la capacité d'un condensateur par la méthode de comparaison.



se brancher soit sur la capacité étalon C_e , soit sur la capacité C_x à mesure. Une clé permet de fermer le circuit de la pile ou celui du galvanomètre.

La manœuvre est très simple. L'inverseur est placé sur la position C_e , le circuit étant ouvert. A l'aide de la clé, on ferme le circuit de la pile, le condensateur se charge. On manœuvre rapidement la clé en fermant le circuit du galvanomètre; le condensateur se décharge, on note la déviation du galvanomètre. On recommence la manœuvre, l'inverseur étant cette fois branché sur C_x , et on note la nouvelle déviation. Deux condensateurs semblables doivent donner la même déviation.

Pour les condensateurs de grosse capacité on pourra adopter une autre méthode qui est d'ailleurs classique.

On branche un condensateur sur courant alternatif industriel dont on connaît la fréquence (50 périodes, par exemple). Il est facile de mesurer la tension de la source. Or le courant

à travers le condensateur dépend de la fréquence, de la tension et de la capacité du condensateur. La formule permettant de calculer ce courant est :

$$I = 2\pi C/E$$

Si nous mesurons ce courant, nous n'avons plus qu'une seule inconnue C, que l'on peut exprimer par :

$$C = \frac{I}{2\pi f/E}$$

formule dans laquelle :

I = intensité en ampères.

C = capacité en microfarads.

$\pi = 3,1416$.

f = la fréquence en périodes par seconde.

E = la tension du secteur alternatif en volts.

Pour un condensateur de $0,1 \mu F$, un secteur de 100 V ayant une fréquence de 50 p.p.s., le courant à travers le condensateur serait :

$$I = 2 \times 3,1416 \times 0,0000001 \times 50 \times 100 \\ = 0,0031416 \text{ A}$$

soit 3 mA pour $0,1 \mu F$, ou 31 mA pour $1 \mu F$.

La limite inférieure de la capacité que l'on pourra mesurer sera donc fonction du *minimum de courant* que l'on pourra lire sur le milliampèremètre dont on dispose.

Un milliampèremètre permettant de lire 3 mA, ne permettra guère de précision de lecture au-dessous de 0,3 mA. Il ne rendra possible que l'appréciation des condensateurs ayant plus de 1/100 de μF de capacité. Cette méthode de mesures, comme nous l'avons dit, s'applique surtout aux capacités d'une certaine importance. L'appréciation des valeurs plus faibles demande un appareillage de précision ou, tout au moins, un appareillage plus coûteux qui n'est pas du domaine de l'amatteur moyen.

Mesures des capacités par l'artisan

L'artisan que nous supposons mieux outillé, pourra avantageusement constituer un pont de résistance pour le contrôle des capacités qu'il emploie. L'appareil (fig. 21) ne se différenciera de celui permettant la mesure des résistances que par le remplacement des résistances par des condensateurs.

Le principe de la mesure sera donc le même que pour les résistances.

En C_x on branchera le condensateur à étalonner et on recherchera par l'ouverture maximum de l'œil cathodique, réglé à l'aide du potentiomètre, l'équilibre électrique du pont. La lecture du cadran, précédemment étalonné, donnera la valeur exacte.

La figure 18, ici encore, montre un exemple de réalisation pratique de l'appareil.

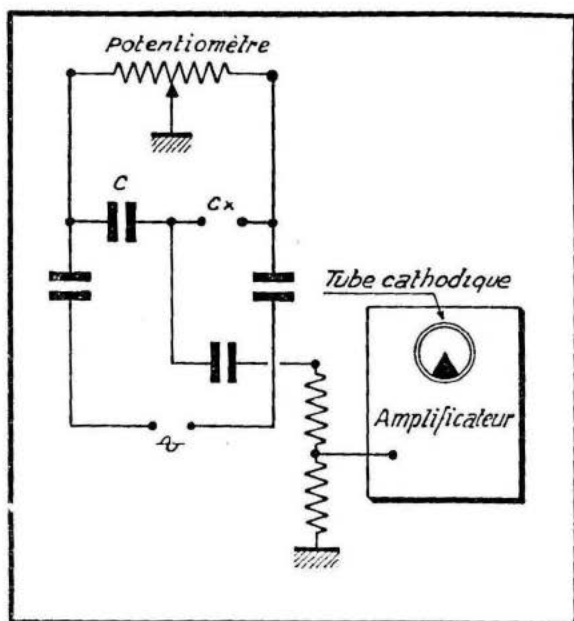


Fig. 21. — Mesure d'une capacité par la méthode du pont.

Mesure industrielle des condensateurs.

Lorsque le nombre des condensateurs à vérifier est important, ce qui se produit dans l'industrie, on peut modifier légèrement l'appareil précédent.

D'abord, au lieu d'avoir un certain nombre de condensateurs multiplicateurs que l'on sélectionne par un commutateur, et qui sont susceptibles de varier, on préfère placer le

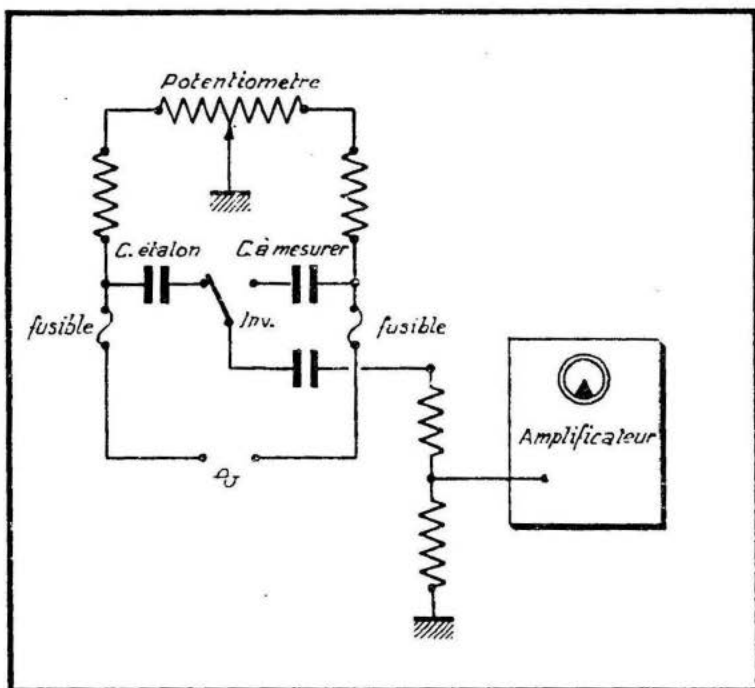


Fig. 22. — Contrôle d'un condensateur par comparaison avec un étalon.

condensateur étalon à l'extérieur. Il est alors facile de vérifier périodiquement l'étalon lui-même. Il ne faut, en effet, pas perdre de vue qu'un condensateur varie dans le temps. De même, il est prudent de prévoir, sur le circuit du pont, un fusible, pour parer aux conséquences d'un court-circuit éventuel des condensateurs. C'est là une précaution élémentaire (fig. 22).

Pour faciliter la lecture, on peut adjoindre un écran qui protège l'indicateur cathodique de la lumière extérieure et permet une lecture plus facile (fig. 23).

Enfin, il est recommandé de prévoir par un marqueur, en forme de secteur, la tolérance qui peut être admise dans le contrôle des condensateurs (fig. 24).

La manœuvre de l'appareil consiste : d'abord à le mettre sous tension, ensuite à brancher l'étalon, puis le condensateur à mesurer.

Fig. 23. — Œil cathodique muni d'une bonnette.

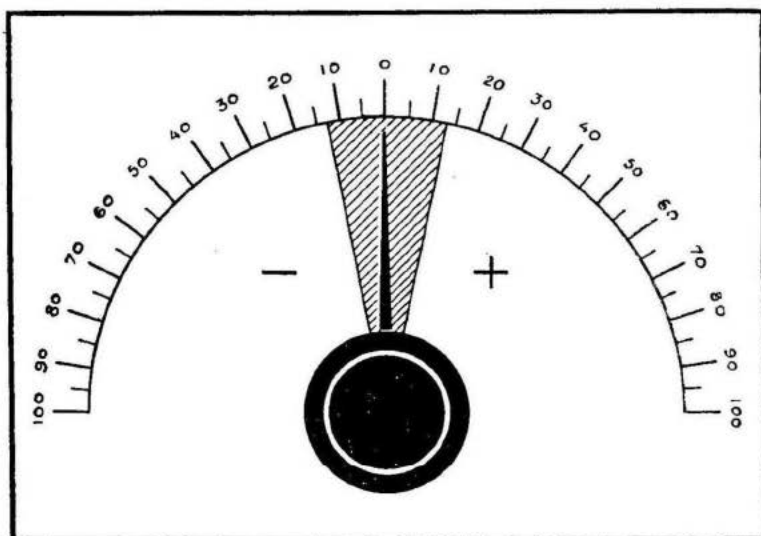
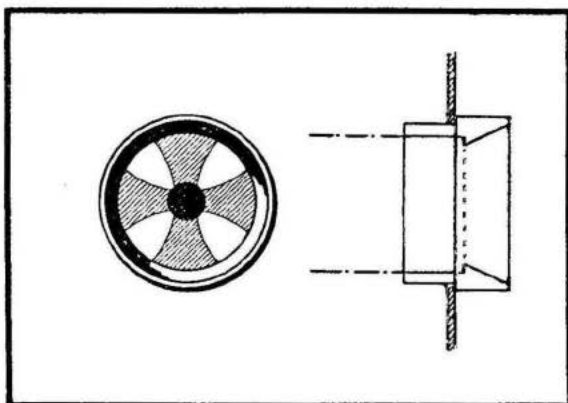


Fig. 24. — Cadran d'un potentiomètre fixant les limites de tolérance de capacité par rapport à un étalon.

Pour rechercher si le maximum d'ouverture se fait pour la position zéro, on peut employer un dispositif identique à celui de la double pesée, c'est-à-dire inverser les condensateurs. On peut de la sorte corriger l'équilibre en notant la demi-différence des écarts. Ce procédé offre l'avantage de ne pas nécessiter le changement de position du potentiomètre;

c'est donc un gain de temps appréciable, ainsi qu'une assurance de meilleure vérification.

REMARQUE IMPORTANTE. — Chaque fois que l'on utilise un appareil mettant en jeu un système d'amplification, il faut le mettre sous tension, au moins un quart d'heure avant de commencer les mesures. On obtient ainsi une parfaite stabilisation des circuits, l'échauffement n'augmentant, après ce délai, que d'une manière non gênante.

Méthode des doubles battements.

L'expérience a montré qu'un ouvrier — et il ne faut pas perdre de vue qu'un contrôle industriel étant à la charge des frais généraux doit être économique, donc confié à un ouvrier et non à un technicien — effectuant des contrôles pendant plusieurs heures consécutives pouvait avoir l'attention distraite et qu'un contrôle visuel était plus fatigant et moins sûr qu'un contrôle auditif. Aussi, au contrôle des capacités par observation des variations d'un œil cathodique, on préfère souvent le contrôle auditif dérivé de la méthode des doubles battements.

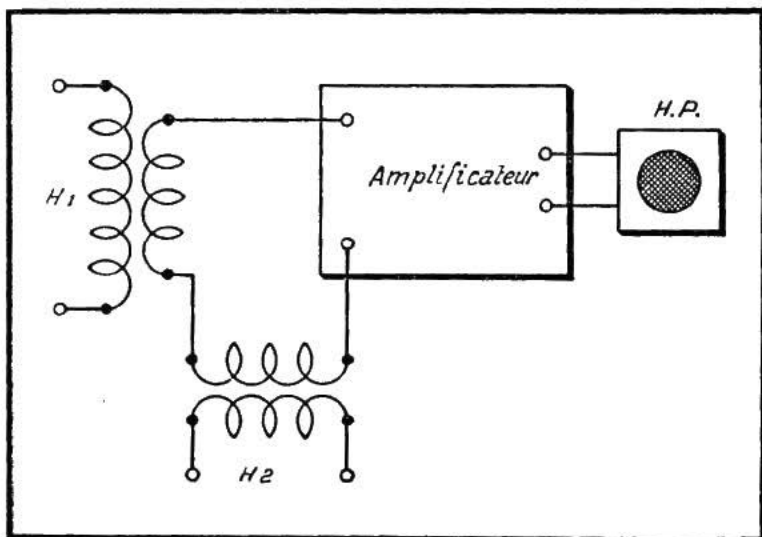


Fig. 25. — Principe de la méthode des doubles battements.

Nous donnerons quelques renseignements sur cette méthode sans entrer dans le détail des appareils employés.

Le circuit d'entrée d'un amplificateur (fig. 25) est couplé avec deux circuits oscillants entretenus H_1 et H_2 ne réagissant pas l'un sur l'autre.

Après détection, le courant à amplifier possède une composante dont la fréquence est égale à la *différence des fréquences* de H_1 et H_2 .

Nous voyons sur la figure 26, comment se combinent ces deux battements que l'on peut assimiler aux battements de

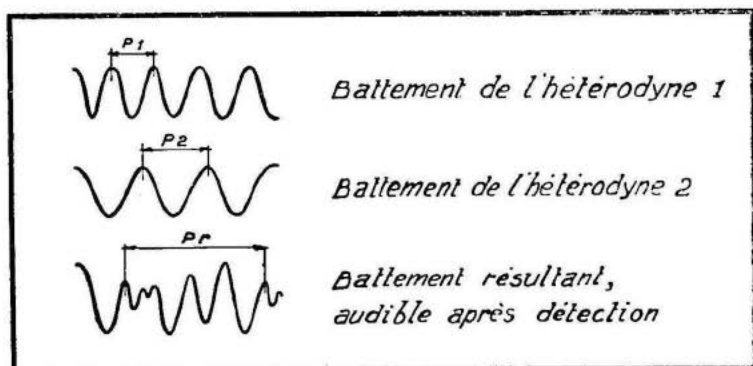


Fig. 26. — Composition de deux battements.

deux pendules de longueurs différentes. Le son émis par le haut-parleur aura pour fréquence la différence des fréquences des deux battements.

Cette différence sera d'autant plus petite que les circuits oscilleront sur deux fréquences plus rapprochées, et le son émis par le haut-parleur sera à une fréquence d'autant plus basse. Lorsque cette fréquence ne sera plus que de quelques périodes par seconde, le haut-parleur émettra un son pratiquement inaudible. Le son cessera d'exister quand la différence des battements sera nulle.

Appareil utilisant la méthode des doubles battements.

Partant de ce principe, il est facile de concevoir un appareil comportant deux circuits hétérodynes: le premier, accordé

avec un condensateur fixe, qui est l'étalon; le second accordé avec un condensateur variable.

L'appareil étant sous tension et le condensateur étalon étant branché, on entend — en supposant un désaccord des deux fréquences — un son dans le haut-parleur, son d'autant plus aigu que l'écart des fréquences est plus grand. Quand on manœuvre le condensateur variable, de part et d'autre de la position d'origine, on remarque que dans un sens le son devient plus aigu, et dans l'autre plus grave. On continue la manœuvre

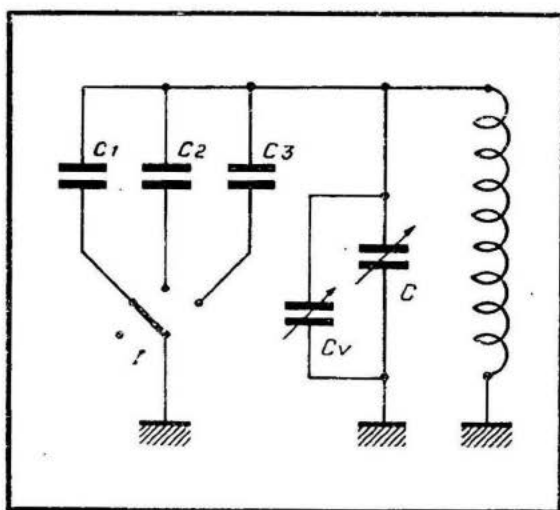


Fig. 27. — Détail du circuit oscillant; C est le condensateur variable. C_v le condensateur vernier, et C_1, C_2, C_3 des condensateurs fixes.

dans ce sens, jusqu'à extinction du son. A ce moment, la différence des fréquences est nulle. Si on remplace l'étalon par un condensateur à vérifier, deux cas se présentent : ou bien le condensateur a même valeur que l'étalon, et dans ce cas, la fréquence de l'Hétérodyne est la même; ou le condensateur a une valeur différente, et il y aura désaccord entre les deux fréquences d'oscillation, et la différence des fréquences produira un *battement de fréquence audible* que l'on entendra dans le haut-parleur. Il faudra, pour obtenir à nouveau le silence, manœuvrer le condensateur accordant l'autre hétérodyne. L'angle et le sens de rotation du condensateur

nous indiqueront immédiatement si l'écart est en plus ou en moins par rapport à l'étalon, et l'importance de cet écart.

Comme avec la méthode précédente, il sera facile de déterminer l'angle de tolérance à admettre pour chaque type de condensateur à vérifier.

Cette méthode se prête admirablement bien au contrôle des condensateurs de très faible capacité, tels que les condensateurs au mica et mica argenté employés pour l'accord des circuits oscillants de haute fréquence.

Il y a lieu de prévoir un certain nombre de dispositions activant la manœuvre et facilitant l'emploi de l'appareil.

Par exemple, afin d'avoir une possibilité de contrôle sur une gamme plus étendue, on peut prévoir un des circuits d'hétérodyne accordé par plusieurs condensateurs fixes que l'on branche à l'aide d'un commutateur, et un condensateur variable possédant un condensateur additionnel de très faible valeur, dans le genre de ceux employés en ondes courtes, et jouant le rôle de vernier.

Le circuit oscillant se présente donc suivant le schéma de la figure 27, et l'appareil peut ressembler à celui représenté sur la figure 28.

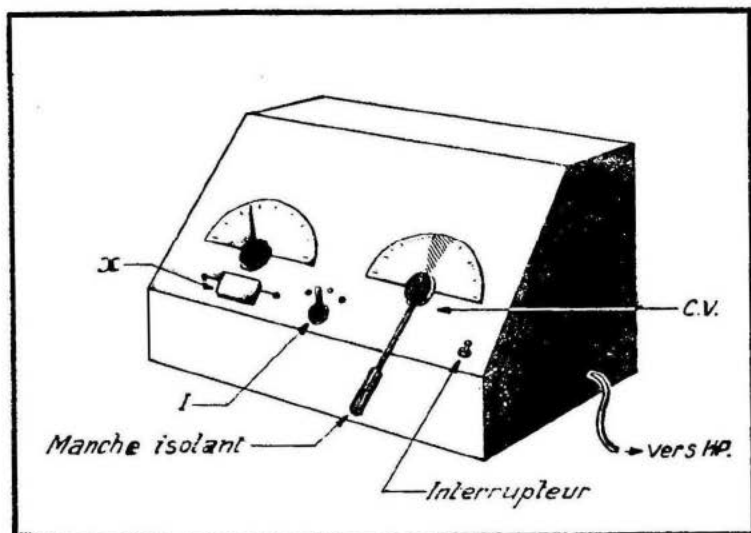


Fig. 28. — Réalisation de l'appareil pour la méthode des doubles battements.

Afin de pouvoir utiliser un secteur de tolérance fixe, pour rechercher le silence, on place l'index du condensateur vernier sur le zéro — en admettant que le zéro soit à mi-course — puis le silence est cherché par le condensateur C après avoir choisi pour le commutateur I le plot correspondant. Tout déplacement de C_0 par rapport à la position zéro se traduira par un son de hauteur croissante avec le déplacement angulaire.

Le silence absolu étant obtenu, on remplace l'étalon par le condensateur à vérifier. Le secteur de tolérance étant marqué de part et d'autre du zéro, il est facile de voir si le condensateur est semblable à l'étalon ou, tout au moins, s'il n'en diffère que dans les limites de tolérance.

Afin d'éviter les effets de capacité dus à l'approche de la main de l'opérateur, dans la manœuvre du condensateur variable, ce qui pourrait fausser l'interprétation des résultats, il est bon de commander à distance la manœuvre de ce condensateur. Le blindage de l'appareil devra, de plus, être très soigné. Il faut veiller également à ce que la masse de l'appareil soit mise à la terre pour stabiliser les circuits.

Enfin, pour faciliter la vérification, il est possible de prévoir un dispositif rapide de branchement des condensateurs à vérifier, grâce à des mâchoires à ressort par exemple.

Essai de claquage.

Les condensateurs sont prévus par le constructeur pour une tension d'emploi qui est généralement le $1/3$ de la tension à laquelle ils sont soumis aux essais.

Il est nécessaire de vérifier si réellement les condensateurs tiennent sous la tension d'essai (en courant continu) pour laquelle ils ont été prévus. Le dispositif le plus simple consiste à les soumettre à cette tension; on place en circuit une lampe au néon qui s'allume si le courant passe, c'est-à-dire si le condensateur est claqué.

L'appareil pour la vérification du claquage sera très simple et constitué par un transformateur donnant à la sortie du 500 volts par exemple, à la fréquence du secteur, soit 50 périodes par seconde.

L'essai en alternatif ne peut être fait qu'avec des condensateurs de faible capacité, car avec des valeurs élevées de capacité il y aurait un courant important de passage qui ris-

querait de fausser les mesures en provoquant une chute de tension du transformateur. Il est préférable de faire les essais en courant continu, ce qui ne limite pas la valeur de la capacité à mesurer. Un dispositif de redressement à valve sera très simple à réaliser. Mais il faut tenir compte qu'un essai en continu ne correspond pas à un essai en alternatif, car dans ce dernier cas la tension dangereuse pour le condensateur est la *tension maximum* et non la tension efficace. Pour résumer, on peut dire qu'il faut multiplier par le facteur 1,41 la valeur d'une tension alternative si l'on veut connaître la valeur équivalente de la tension d'essai en continu.

Dans les contrôles industriels, étant donné que l'appareil est fabriqué par le service des méthodes de l'usine, on peut prévoir un dispositif commandé par pédale.

On peut, de la sorte, simplifier le contrôle et réduire le travail. Le même appareil servira à faire l'essai de claquage — par manœuvre de la pédale — et l'étalonnage de la capacité. Il est évident que pendant l'essai de claquage le condensateur se trouve isolé du circuit oscillant afin d'éviter la détérioration des instruments de contrôle.

Cette manœuvre en deux temps ne présente aucune difficulté. Il est, par ailleurs, normal que l'essai de claquage précède l'essai de capacité.

Essai d'isolement.

Si les pertes dans le condensateur sont importantes, c'est-à-dire si l'isolement entre armatures n'est pas suffisant, ou est de mauvaise qualité du point de vue H. F., le condensateur se comportera comme une résistance et modifiera les constantes des circuits où il sera employé. Nous savons notamment qu'une résistance en parallèle sur un circuit oscillant amortit ce circuit, c'est-à-dire aplatit la courbe de résonance.

La mesure de l'angle de perte nécessitant la possession d'un Q-mètre — appareil qui n'est pas à la portée des artisans — nous ne jugeons pas nécessaire de parler de cette mesure. Par contre, avec un bon ohmmètre constitué, par exemple, comme nous l'avons vu pour la mesure des résistances, il est intéressant de mesurer l'isolement entre armatures. Pour les condensateurs au mica destinés à être employés dans des circuits oscillants, on peut exiger un isolement supérieur à $3.000 M \Omega$ sous 1.000 volts en courant continu.

Essai de durée.

Comme pour les résistances, on procédera à des essais de durée, les condensateurs étant mis sous tension pendant quelques centaines d'heures. Après ce temps, les échantillons soumis aux essais seront à nouveau vérifiés au point de vue claquage, valeur de la capacité et isolement.

CONDENSATEURS ÉLECTRO-CHIMIQUES CONDENSATEURS ÉLECTROLYTIQUES

Classification.

Bien que leur fabrication diffère, nous ne ferons pas de différence entre les condensateurs électro-chimiques et les condensateurs électrolytiques quant au procédé de mesure à leur appliquer.

Principe de la mesure.

On fera successivement les opérations suivantes : mesure de la capacité, mesure du courant de fuite et essai de claquage.

Le condensateur électro-chimique étant polarisé, il ne saurait donc être question de lui appliquer les méthodes de mesures précédemment étudiées pour les autres condensateurs, méthodes qui utilisent du courant alternatif. Il faudra utiliser une source de courant continu.

Mesure de la capacité.

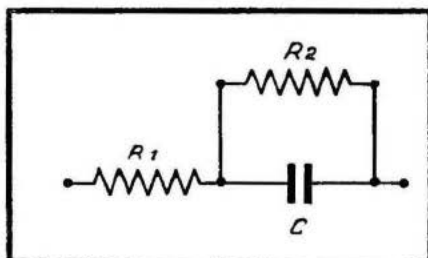
Du fait de sa constitution, un condensateur électrochimique peut être assimilé à une capacité C en parallèle avec une résistance R_2 et en série avec une autre résistance R_1 (fig. 29).

On peut considérer que l'ensemble est équivalent à un condensateur C en série avec une résistance fictive R qui est dénommée « résistance-série ».

Cette résistance R est sensiblement proportionnelle à la capacité. Le plus souvent on se contente de mesurer ce courant de fuite. Les fabricants donnent, en général, le courant de fuite. Un très bon condensateur aura un courant de fuite

réduit. On peut admettre une moyenne de 0,1 mA par microfarad de capacité. Dans ces conditions, un condensateur ayant 16 μ F de capacité, aura un courant de fuite de 1,6 mA s'il est de bonne qualité. Certains condensateurs électrolytiques ont un courant de fuite encore plus faible mais, dans ce cas, les constructeurs se font un point d'honneur de le spécifier, et il est toujours facile de le contrôler.

Fig. 29. — Un condensateur électrochimique est assimilable à une capacité ayant une résistance en parallèle et une résistance en série.



Essai de claquage.

L'essai de claquage consiste à soumettre le condensateur à une tension redressée ou continue égale à la tension maximum prévue.

Un condensateur électro-chimique ne peut être longtemps soumis à une surtension sans être détérioré. Pour un condensateur électrolytique, le cas est un peu différent. Le courant de fuite augmente avec la tension. Puis, pour une valeur voisine de la tension maximum pour laquelle il est prévu, le courant augmente brusquement et le condensateur se comporte comme s'il était en court-circuit. Mais comme le diélectrique est liquide, dès que la tension entre électrodes diminue, le courant normal se rétablit, parce que la pellicule isolante se reforme.

Mesure industrielle.

Lorsqu'il faut vérifier un nombre important de condensateurs et qu'il est possible de prévoir « l'amortissement financier » d'un appareil de mesures spécial, on a tout intérêt à en faire l'acquisition, ou mieux à le construire.

Personnellement nous avons essayé plusieurs appareils complexes et coûteux, et nous devons reconnaître que les avan-

tages qu'ils présentaient n'étaient pas tellement supérieurs à un dispositif, analogue à celui du schéma de la figure 30, construit avec du matériel de récupération que tout artisan doit trouver dans le fond d'un tiroir.

— Transformateur 110/300 volts ou à défaut transformateur rapport 1/3 dont le primaire est branché sur le secteur, et dont le secondaire donne environ 330 volts.

— Redresseur oxymétal.

— Voltmètre.

Un tel appareil, avec tous les détails de construction, a fait l'objet d'une description de Mr. Simon Eriks, dans « Toute la Radio » (1). Nous y renvoyons les lecteurs que la question intéresse.

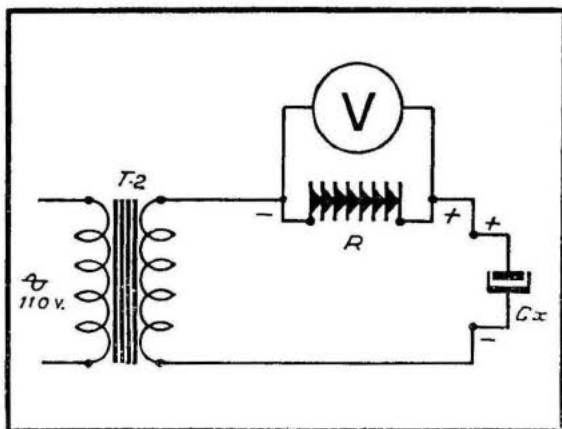


Fig. 30. — Montage pour la mesure de capacité d'un condensateur électrochimique.

CONDENSATEURS VARIABLES

Particularités.

Les groupes de condensateurs variables étant constitués par plusieurs cellules, le contrôle est un peu plus délicat. Ils sont, en effet, prévus pour donner une certaine courbe, en association avec un bobinage déterminé.

(1) *Toute La Radio*, n° 58, novembre 1938.

Il ne faut pas seulement que la capacité toutes lames sorties, et la capacité toutes lames rentrées — pour un élément — soit conforme aux capacités théoriquement déterminées et ayant servi de bases au calcul des circuits oscillants, mais il faut encore que, pour certaines valeurs de l'angle de rotation, on retrouve les valeurs prévues. Ces mesures porteront donc sur les valeurs de la capacité en un certain nombre de points pour des angles de rotation bien déterminés : 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150°, 180°.

Il faut, en outre, que les cellules — généralement au nombre de deux, mais qui peuvent être plus nombreuses — soient électriquement identiques entre elles.

Quant au contrôle mécanique, il doit être rigoureux, certains phénomènes — crachements, Larsen, etc. — proviennent de défauts plus ou moins visibles des condensateurs.

Mesure par l'amateur.

L'amateur montant un appareil, utilisera généralement un bobinage d'une marque connue. Partant de cette donnée il lui sera facile de trouver chez un fabricant sérieux de condensateurs, le type prévu pour le bobinage utilisé, et le cadran gradué en conséquence. La standardisation des bobinages et des condensateurs variables a simplifié de beaucoup ce problème en permettant l'adoption, pour une saison au moins, de bobinages et condensateurs ayant mêmes constantes pour toutes les marques.

Du moins la solution semble séduisante. Pratiquement le problème n'est pas toujours résolu. Le plus souvent le mariage du bobinage et du condensateur n'est pas parfait. Sans être partial, mais me basant surtout sur des faits d'expérience personnelle, il faut reconnaître que le plus souvent les torts sont du côté des bobineurs... L'amateur devra donc choisir sa marque de bobinage et refouler impitoyablement toute production de qualité douteuse.

En tout cas, l'amateur, fabriquant généralement des appareils à un seul exemplaire, crée, ou monte un prototype et il a toutes possibilités pour faire les retouches nécessaires. N'ayant pas d'étalon, il ne peut guère procéder par comparaison et le contrôle qu'il effectue consiste surtout en un contrôle mécanique. Le plus souvent il fait confiance à la marque, et nous espérons pour lui que cette confiance est toujours bien placée.

Contrôle par l'artisan.

L'artisan, vendant sa production sur le marché, et endossant une responsabilité, met sa réputation en jeu et doit se montrer très sévère dans le contrôle. Etant donné que, pendant au moins toute une saison, il aura à employer un même type de groupe de condensateurs, il doit envisager de sacrifier un groupe comme étalon, et construire un appareil de contrôle qui pourra toujours lui servir, même s'il change de modèle d'étalon. Il faut noter, d'ailleurs, que ce condensateur conservé comme modèle, ne sera pas perdu et qu'en fin de série, il pourra être utilisé pour équiper un appareil, ou faire une réparation.

Contrôle d'aspect.

Il faudra vérifier attentivement le fini de l'appareil et voir si des pièces essentielles ne manquent pas : les fourchettes de prise de contact, les accessoires de fixation, ou l'ensemble des pièces constituant l'ajustable (mica, lamelle métallique, rondelles isolantes, vis, etc.).

Contrôle de la nature des matériaux.

Les condensateurs sont le plus souvent en aluminium pour ce qui est des armatures fixes et mobiles. Les flasques sont en général en acier cadmié; des flasques en fer, moins rigides, ne sauraient convenir. Quant aux fourchettes, si elles sont prévues en crysocal, il ne faudrait pas les admettre en cuivre. La qualité des contacts, surtout dans le temps, introduirait des causes de mauvais fonctionnement dans le récepteur.

Contrôle du gabarit.

Ce contrôle est important. Pour l'artisan, qui a toujours la ressource de reprendre un châssis à l'atelier, une légère erreur ne sera peut-être pas désastreuse; mais dès qu'il s'agira de travail en série, et à plus forte raison de fabrication industrielle, ce contrôle se fera avec une rigueur beaucoup plus grande.

Le premier contrôle portera sur les cotes générales d'encombrement (fig. 31) :

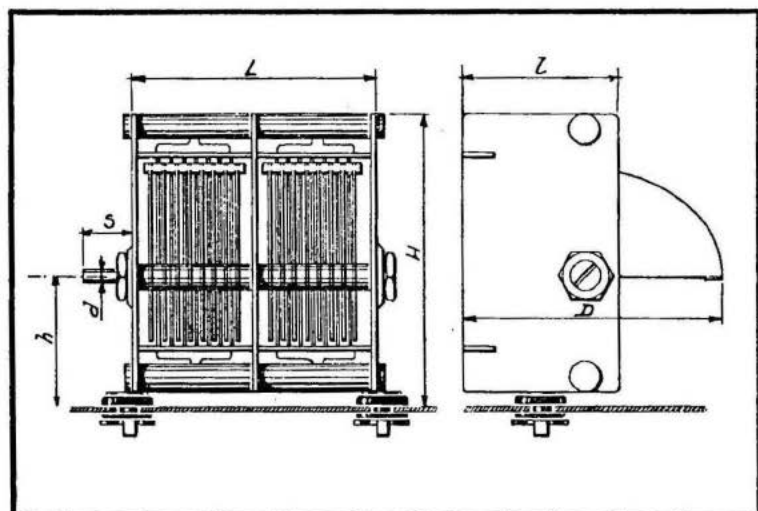


Fig. 31. — Cotes à vérifier sur un condensateur variable.

- Distance entre flasques.
- Largeur des flasques.
- Hauteur des flasques.
- Encombrement total, toutes lames sorties.
- Longueur de l'axe.
- Hauteur de l'axe, condensateur monté.
- Diamètre de l'axe.

Puis il y aura lieu de vérifier :

- Les contacts des fourchettes.
- Les possibilités de montage des pièces de fixation.
- Le montage du trimmer. Souvent le « traitement » des vis de serrage du condensateur ajustable a augmenté leur diamètre et ces vis ne rentrent plus dans le filetage. Il faut ou retarauder ce dernier, ou simplement passer une mèche hélicoïdale qui mord les sommets des filets.

Enfin, il faut vérifier si le dispositif de fixation correspond aux cotes de perçage prévues sur les châssis.

Contrôle mécanique.

Un essai qui peut être fait, si le cahier des charges le comporte, est celui du couple entraînant le déplacement du

rotor. Ce couple peut être fixé, par exemple, à 250 grammes. Cette dernière clause est surtout imposée par les industriels qui prévoient certains réglages du poste avant montage du cadran. Il est bien certain qu'une fois ce dernier posé, les frottements sont plus que suffisants pour empêcher tout déplacement fortuit du rotor. Il est bon, cependant, que l'artisan refuse tout condensateur dont les lames mobiles se déplaceraient avec une trop grande facilité, car il serait à craindre, qu'à l'usage, le condensateur prenne du jeu et ne cause des ennuis de fonctionnement.

Dans ce même ordre d'idées, on a souvent intérêt à recambrer les fourchettes de prise de contact sur l'axe.

On constate quelquefois un manque d'horizontalité de l'axe, dû à une déformation ou à un mauvais sertissage des colonnes de liaison des flasques. Si ce défaut n'est pas apparu lors du contrôle, on risque, au moment du montage du condensateur, d'avoir des difficultés. Il faut alors démonter le condensateur, ce qui n'est pas toujours facile, lorsque le câblage est terminé.

Cette dernière vérification s'opère facilement. Le condensateur, démuné de ses pattes de fixation, est placé sur un marbre ou sur une surface plane. Si les flasques sont bien montées, le groupe doit être bien d'aplomb et ne pas basculer. Si non, il présente un défaut et il est facile de constater que l'axe n'est pas perpendiculaire aux flasques.

Contrôle électrique de la capacité.

Un examen visuel permettra enfin de voir s'il n'existe pas de particules ou poussières gênantes entre les lames. Il y a là une cause de crachements qu'il est facile d'éliminer avant le montage du châssis par un nettoyage avec une petite bande de papier bristol. Cet examen visuel permettra aussi de déceler un gauchissement des lames susceptible de fausser l'étalonnage du condensateur, et même, de provoquer un court-circuit. Pour cela, on regardera attentivement le condensateur dans le sens des lames, et on le fera tourner doucement.

Nous avons dit plus haut que ce contrôle comportait deux points :

1° Le contrôle de la capacité, par rapport à un étalon, pour différents angles de pénétration;

2° La comparaison de l'identité des différentes cellules du groupe.

Pour l'artisan ou même l'amateur, il peut être intéressant de relever la courbe d'un condensateur et, par la suite, de comparer les courbes des condensateurs par rapport à la courbe de l'étalon. Pour l'industriel, ce tracé de courbes relève du « service d'études » ou du « service maquettes », et le contrôle se borne à comparer le groupe à vérifier au groupe étalon.

Nous étudierons les deux procédés.

Relevé de la courbe d'un condensateur variable.

Le matériel nécessaire pour faire un tel relevé doit se trouver dans le laboratoire de tout artisan sérieux et, bien souvent, est entre les mains de l'amateur.

Il suffit d'avoir un ondemètre dont le condensateur est étalonné, c'est-à-dire un ondemètre dont on possède la courbe en fonction du condensateur variable, et une hétérodyne modulée. On couple l'hétérodyne modulée avec le circuit de l'ondemètre (fig. 32). Une connexion volante permet de mettre en parallèle sur le circuit oscillant de l'ondemètre l'un ou l'autre des éléments du groupe.

L'établissement de la courbe exige, tout d'abord, la mesure de la capacité résiduelle des éléments du groupe. Cette connaissance est importante car nous savons que la plage couverte

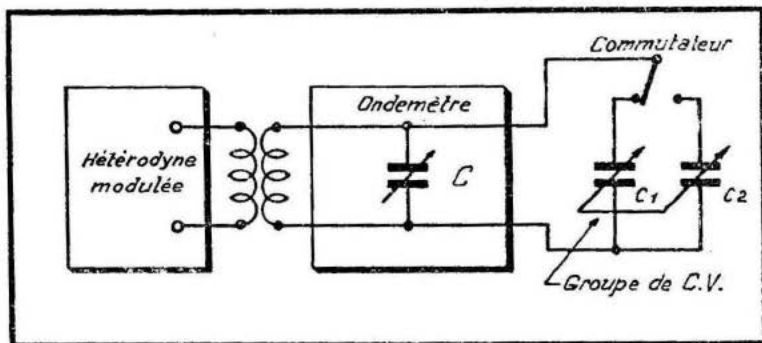


Fig. 32. — Mesure des groupes de condensateurs variables.

par un condensateur variable et un bobinage donné est fonction de cette capacité résiduelle.

La méthode opératoire est la suivante :

Nous supposons que le condensateur ne comporte pas de trimmers. Dans le cas contraire, il faut les dévisser au maximum. Puis, ensuite, on sort toutes les lames des condensateurs. A ce moment, la capacité du condensateur est réduite à la capacité résiduelle. Puis on accorde l'ondemètre. Si, par exemple, on se trouve avec le bobinage correspondant à la gamme P. O., on place le condensateur C sur une valeur correspondant au bas de gamme. On manœuvre le condensateur de l'hétérodyne modulée pour obtenir la résonance.

A l'aide du commutateur, on branche C_1 (sa résiduelle) en parallèle sur C.

Si la capacité de C est au moment de la mesure

$$C_a$$

la capacité de l'ensemble deviendra

$$C_a + C_r$$

(C_r étant la capacité résiduelle de C_1).

Pour avoir la résonance, il faudra diminuer la valeur de C_2 qui deviendra alors C_b .

Nous en déduisons immédiatement la valeur de la capacité résiduelle

$$C_r = C_a - C_b.$$

Si le cadran C est gradué en capacité, nous pouvons lire cette valeur C_r . Si nous connaissons seulement les valeurs correspondantes de la longueur d'onde nous pouvons, connaissant la formule liant la capacité à la longueur d'onde, en tirer la valeur de la capacité.

Puis, si nous faisons tourner le rotor du condensateur en augmentant sa capacité, nous arriverons par le même procédé à déterminer la valeur de C_1 pour différents angles de pénétration, autrement dit, à relever sa courbe de capacité.

Grâce au commutateur, nous pouvons passer instantanément d'un élément du bloc à l'autre, et voir si ces deux éléments sont semblables. Comme, en général, les lames extérieures des éléments sont fendues on peut, en agissant sur les secteurs ainsi déterminés — soit en les écartant (diminution de la capacité) ; soit en les rapprochant (augmentation de la capacité) — les rendre identiques.

Enfin, il est facile de prévoir un commutateur ayant une position supplémentaire, correspondant au condensateur étalon, et de comparer ainsi les groupes de condensateurs au condensateur étalon.

Contrôle industriel des condensateurs variables.

Sur le plan industriel, l'installation de contrôle prend une importance plus grande, bien que le principe en reste le même.

1° Vérification de la courbe de chaque élément pour un certain nombre de points, correspondant à différents angles de pénétration. Afin d'éviter des écarts angulaires dans l'interprétation, un système d'enclanchement sur un secteur muni d'encoches peut être prévu.

2° Examen de la symétrie des éléments des groupes. Même en opérant par prélèvement, la vérification des groupes est assez longue et il faut, pour une usine d'une certaine importance, prévoir plusieurs ponts de contrôle. Il y a avantage dans ce cas, à remplacer l'hétérodyne modulée par un générateur H. F., modulé à une fréquence fixe, et qui alimente tous les ponts par une ligne blindée. Un voltmètre à lampe amplifie le courant fourni par un circuit qui est accordé à l'aide du condensateur à vérifier. Le voltmètre étant étalonné avec le condensateur étalon, tout écart de capacité du groupe à mesurer se traduit par un affaiblissement de la tension de sortie — le circuit accordé n'étant plus en résonance — ce qui indique immédiatement l'écart existant entre l'étalon et le groupe à vérifier.

.....

CHAPITRE IV

CONTROLE DES BOBINAGES

Nous ne traiterons pas dans ce chapitre du contrôle des transformateurs : transformateurs de fréquence intermédiaire (M. F.), transformateurs basse fréquence, transformateurs de sortie et transformateurs d'alimentation.

Nous étudierons cette question dans un chapitre spécial. Nous envisagerons seulement le contrôle des bobinages d'accord.

En général, l'artisan, et même le petit industriel, utilisent des blocs d'accord qu'ils se procurent chez un spécialiste, ou font construire par lui. Ces blocs comportent les bobinages « accord » ou « oscillateur » pour les diverses gammes, le commutateur, les *paddings* et *trimmers* d'accord. Nous verrons, tout d'abord, le contrôle des bobinages pris séparément. Le contrôle des blocs nécessite des appareils un peu plus compliqués et nous entrerons moins dans le détail.

Contrôle d'aspect des bobinages.

Ce contrôle se fait assez rapidement et, comme les précédents, donne immédiatement une indication précieuse sur la qualité du produit. Suivant le cas, on saura si l'on doit être exceptionnellement sévère dans l'examen des pièces, ou si l'on peut se contenter d'un petit prélèvement de contrôle.

Contrôle de la nature des matériaux.

Ce contrôle n'a d'intérêt que pour l'industriel qui fait fabriquer ses bobinages à l'extérieur et qui impose l'emploi de matériaux bien définis. Tel n'est pas généralement le cas de l'artisan, sauf s'il fait fabriquer des bobinages spéciaux pour postes professionnels ou semi-professionnels, pour lesquels un cahier des charges est prévu.

Contrôle du gabarit.

Nous avons déjà vu, pour les condensateurs, que la question du gabarit ne se posait pas pour l'artisan avec la même nécessité que pour l'industriel. Cependant il ne faudrait pas tolérer de gros écarts.

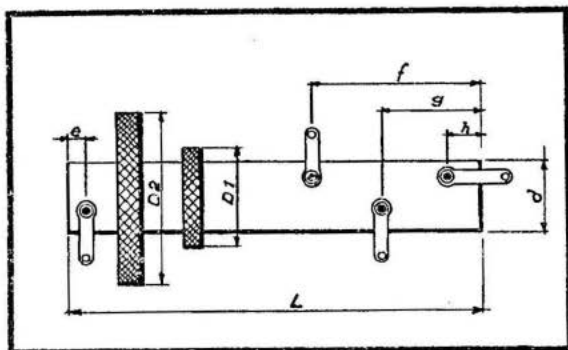


Fig. 33. — Contrôle de gabarit d'un bobinage

Si les bobinages sont livrés séparément et destinés à être montés sur des blocs d'accord ou sur des blocs oscillateurs, il faut se montrer plus rigoureux. Pour un bobinage isolé, il faut considérer : le diamètre, la longueur, le diamètre des bobinages, leur épaisseur, leur écartement, les cotes d'écartement des cosses et leurs emplacements, le dispositif éventuel de fixation (fig. 33).

Contrôle mécanique des bobinages.

Le contrôle mécanique consiste surtout à vérifier si les bobinages sont bien fixés, et s'il n'est pas à craindre que les manipulations en cours de montage, ou les chocs par la suite ne soient des causes d'ennuis. Il est utile de vérifier, à la pince, le sertissage des cosses de sortie ainsi que la soudure des fils de bobinage sur ces cosses.

Contrôle électrique des bobinages.

On peut le subdiviser en trois contrôles :

a) *Contrôle de l'exactitude des branchements et de la continuité des circuits.* On utilise pour la comparaison le plan

ou le modèle étalon. La continuité des circuits se vérifie avec une simple « sonnette ». Cet appareil très simple est constitué par une pile en circuit avec un voltmètre ou avec une petite lampe d'éclairage (fig. 34 et 35).

Il rend de grands services pour déceler les coupures et son utilité s'étendra à de nombreuses autres applications.

Fig. 34. — Schéma de principe d'une sonnette.

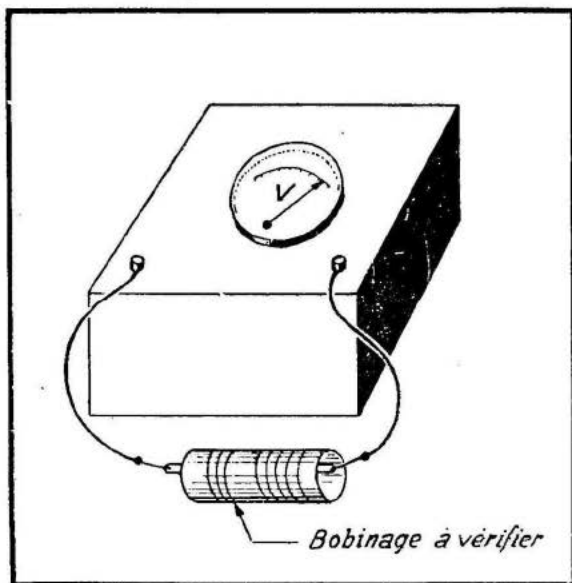
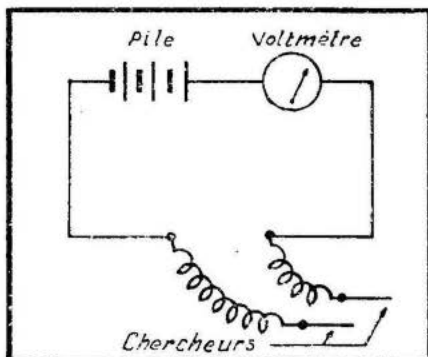


Fig. 35. — Vérification d'un bobinage avec une sonnette.

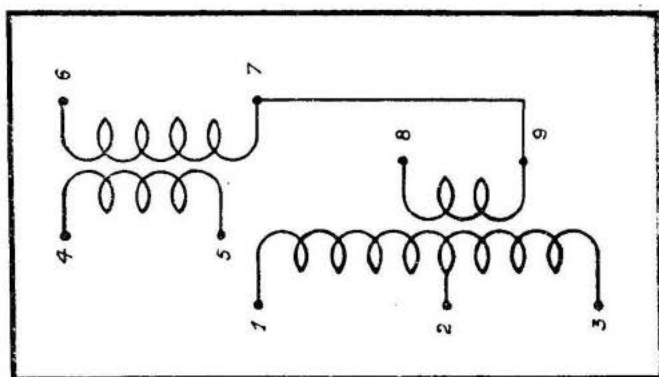


Fig. 36. — Schéma d'un bloc oscillateur.

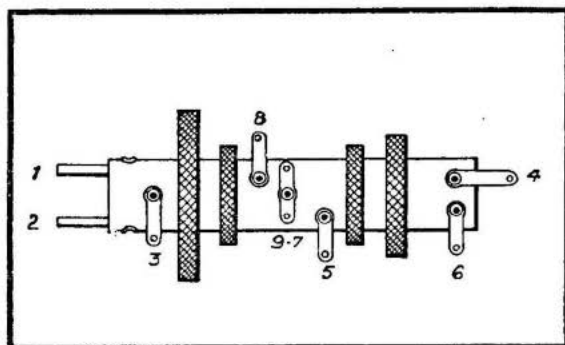


Fig. 37. — Bobinage de l'oscillateur précédent.

b) Contrôle des court-circuits. Il faut aussi vérifier si des enroulements faits sur la même carcasse ne sont pas en court-circuit. Là encore, on se servira de la « sonnette ».

On se reportera au schéma de l'enroulement et l'on procédera d'une manière simple et logique. Soit, par exemple, le bobinage oscillateur de la figure 36.

Il y a 9 sorties de fils mais en réalité il n'y aura que 8 cosses (fig. 37). On doit trouver une déviation de la sonnette pour les groupes de cosses suivants :

- | | | | | |
|---|---|---|---|------|
| 1 | — | 2 | — | 3 |
| 4 | — | 5 | | |
| 6 | — | 8 | — | 7/9. |

Par contre, on ne doit trouver aucune déviation entre une cosse d'un des groupes et une cosse quelconque des autres groupes.

c) *Contrôle de la self-induction du bobinage.* — Il ne saurait être question de mesurer la valeur exacte de la self-induction du bobinage, ce qui est du ressort du laboratoire d'études, mais de comparer les bobinages à l'étalon établi par le service des maquettes — cas d'un industriel — où à un bobinage reconnu bon et pris comme référence. Nous passerons sous silence les méthodes industrielles qui nécessitent des appareils coûteux et qui permettent, en même temps, d'ajuster par retouche le bobinage à sa valeur exacte. On utilise pour ce réglage un système à résonance, ou un système par battements.

Une méthode assez pratique consiste à utiliser un appareil monté suivant le schéma de la figure 38 et qui peut être réalisé suivant la présentation indiquée sur la figure 39.

Le bobinage étalon est accordé par le condensateur C,

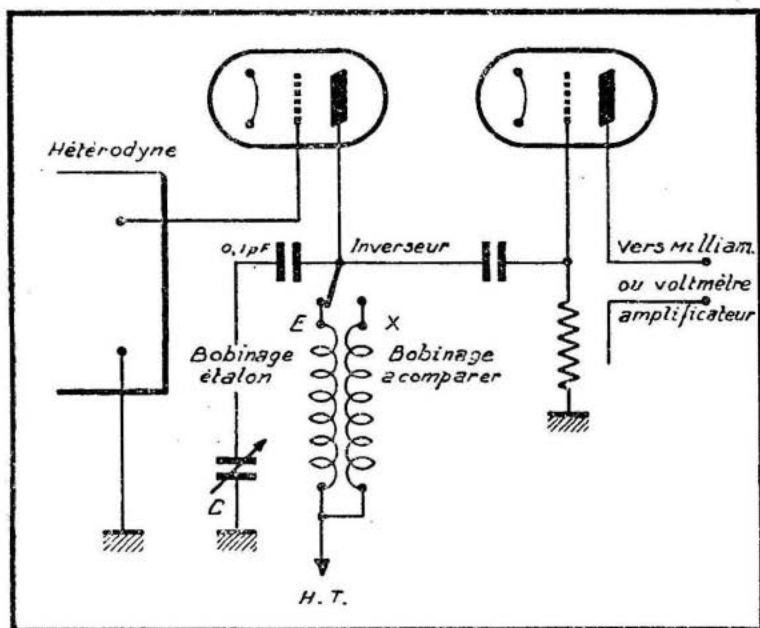


Fig. 38. — Schéma du montage pour la vérification des bobinages.

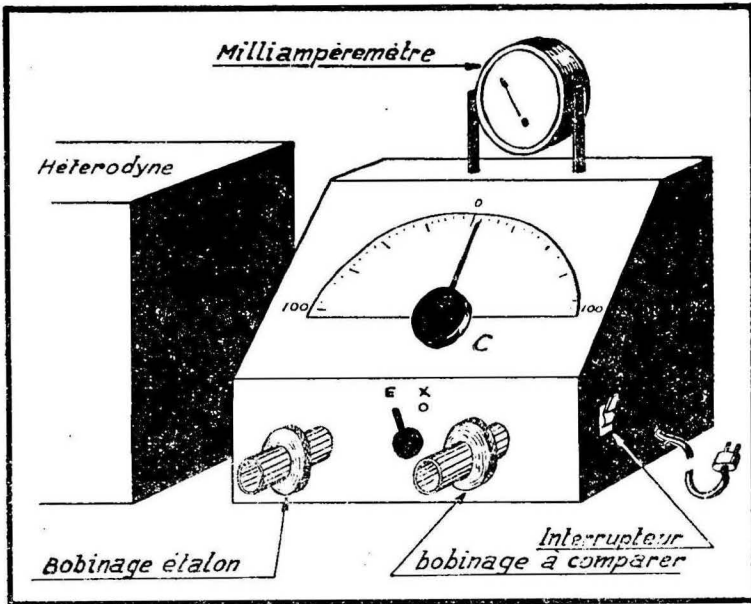


Fig. 39. — Appareil pour la comparaison des bobinages

l'inverseur étant sur le plot E. Avec l'hétérodyne on cherche la résonance qui est indiquée par la déviation maximum du milliampèremètre.

Sans toucher au réglage de C, on place l'inverseur sur la position X, qui substitue le bobinage à vérifier, au bobinage étalon. Si celui-ci est *identique*, nous aurons une même valeur de la déviation. Si le bobinage X est différent, nous pouvons chercher le sens de la différence. S'il faut augmenter la capacité (le zéro correspondant à la demi-capacité), c'est que la self-induction du bobinage à comparer est inférieure à celle de l'étalon. S'il faut diminuer la capacité, c'est que le bobinage a une self-induction plus grande.

Ajustement de la valeur du bobinage.

Selon qu'on aura constaté que la self-induction est supérieure ou inférieure à celle de l'étalon, on pourra faire la correction en supprimant ou en rajoutant des spires. Ce procédé a un inconvénient : il faut souvent retirer le bobinage du

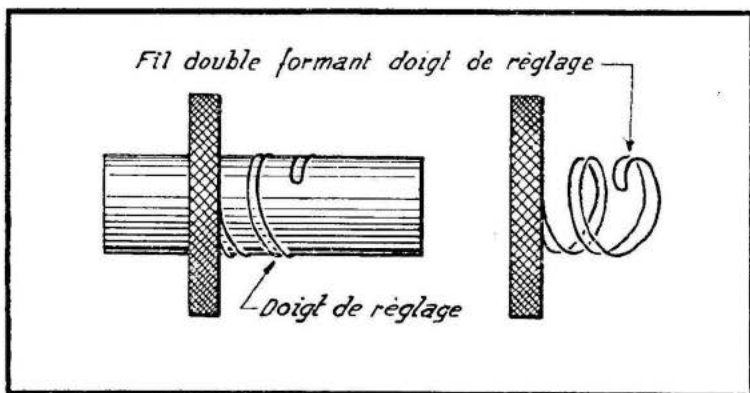


Fig. 40. — Ajustement de la valeur d'un bobinage.

support et corriger par tâtonnement, puis remonter et faire une nouvelle mesure. On procède ainsi par tâtonnements successifs, mais on perd beaucoup de temps, et l'on risque de dépasser la valeur optimum.

Aussi est-il préférable de faire bobiner les enroulements de la manière suivante. On réserve en fin de bobinage une certaine longueur de fil, que l'on double et que l'on enroule à quelques millimètres de l'enroulement principal. Pendant la mesure, on agit en rapprochant ou éloignant ce doigt de réglage, de la sorte on ajoute ou l'on retranche à la valeur de la self-induction (fig. 40).

Un point de cire *haute-fréquence* fixe cet enroulement de correction lorsqu'on a obtenu la résonance maximum.

Banc d'essai pour blocs de bobinages.

Lorsqu'on prévoit une série d'appareils identiques suivie pendant toute une saison, on peut avantageusement prévoir une méthode spéciale.

On utilisera un récepteur dont le schéma sera analogue à celui de la série prévue, tout au moins pour les parties H. F. et M. F.

On apportera cependant les modifications suivantes :

1° *Les bobinages seront amovibles et accessibles de l'extérieur.* L'appareil se présentera sous forme de pupitre comme la plupart de ceux que nous avons présentés dans cet ouvrage.

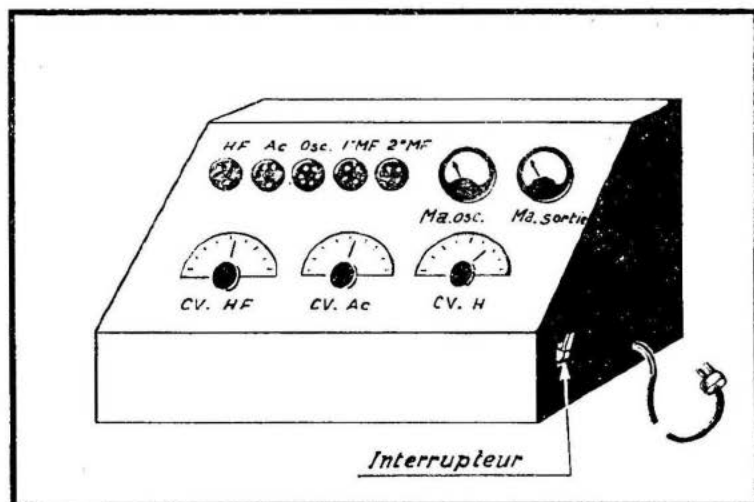


Fig. 41. — Banc d'essai pour bobinages.

2° Deux instruments de mesure seront adjoints :

a) Un milliampèremètre dans le circuit de la grille de la lampe oscillatrice permettant de mesurer l'amplitude des oscillations du bobinage oscillateur.

b) Un milliampèremètre du circuit de sortie du voltmètre amplificateur qui fait suite à la détectrice.

Ce même appareil pourra en outre être prévu pour la comparaison des transformateurs de fréquence intermédiaire. Il suffit pour cela que les transformateurs M. F. soient amovibles. La disposition du banc d'essai sera fonction du matériel dont on peut disposer, et pourra être, par exemple, celle de la figure 41.

Les bobinages seront montés sur des supports de lampes, il suffira d'avoir des adaptateurs en nombre suffisant avec des connexions volantes à prises. Il sera alors aisé de substituer un bobinage à vérifier à un bobinage étalon (1).

(1) Nous donnons en appendice, note II, une méthode pour mesurer les constantes électriques : coefficient de self-induction, capacité répartie, résistance H. F.

CHAPITRE V

CONTROLE DES TRANSFORMATEURS

TRANSFORMATEURS M. F.

Contrôle d'aspect.

La connaissance de la qualité habituelle des livraisons d'un fournisseur est déjà une indication précieuse, et les défauts constatés sur les précédentes livraisons doivent orienter les contrôles vers les points faibles connus. Mais, indépendamment de ces indices d'ordre général, une vérification rapide de l'aspect permettra de déceler un certain nombre de pièces douteuses : boîtiers ayant des traces de chocs; boîtiers à l'intérieur desquels on entend un corps étranger en liberté lorsqu'on le secoue. Il s'agit le plus souvent dans ce cas d'un grain de soudure qui risque à un moment donné de causer un court-circuit.

Contrôle de la nature des matériaux.

A titre documentaire, il est bon de temps à autre de s'enquérir de la nature des matériaux d'un transformateur de son boîtier, car il arrive fréquemment que sous un même aspect intérieur se cachent des fabrications fort différentes (fils ordinaires au lieu de fils divisés, bobines à air au lieu de bobines à fer, etc.).

Contrôle du gabarit.

Ce contrôle doit toujours être très strict si les pièces doivent être montées sur des platines déjà percées au calibre. On examinera successivement les points suivants :

- 1° *Les dimensions du boîtier* (fig. 42) ;
- 2° *L'emplacement et la dimension des pattes de fixation* (fig. 43) ;

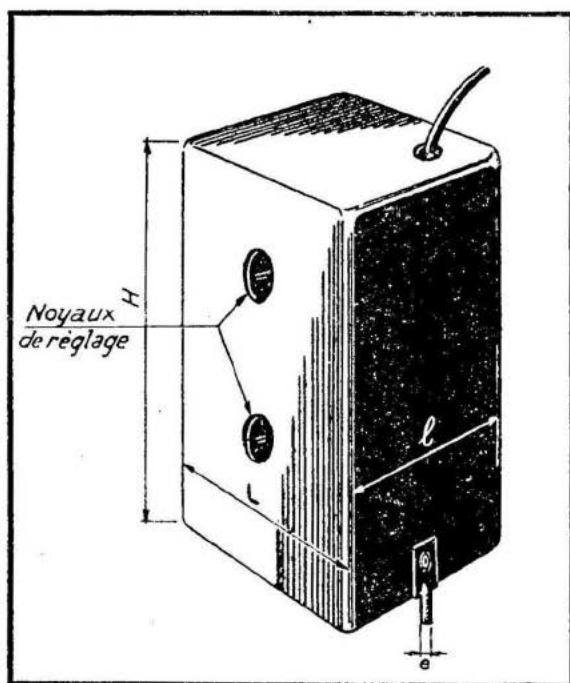


Fig. 42. — Vérification des dimensions
un transformateur M. F.

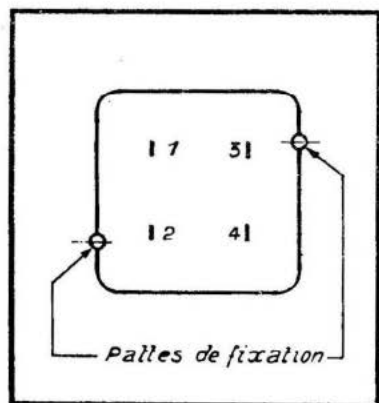


Fig. 43. — Base inférieure
d'un transformateur M. F.
contrôle des pattes de fixation
et des cosses de sortie.

3° *L'orientation des cosses de sortie* (fig. 43) :

- a) en dessous;
- b) en dessus pour le premier étage (sortie de grille pour emploi avec lampes américaines ou lampes de la série transcontinentale).

4° *L'emplacement des condensateurs ajustables*, ou celui des noyaux magnétiques à vis quand les bobinages sont faits sur noyaux magnétiques et l'accord obtenu par pénétration de ce noyau.

Contrôle mécanique.

Il faut tout d'abord vérifier si le transformateur est solidement fixé à l'intérieur du carter. Il arrive, en effet, pour certaines marques, que l'ensemble soit maintenu par une simple rainure. Si le jeu est trop grand, ou la rainure dans le

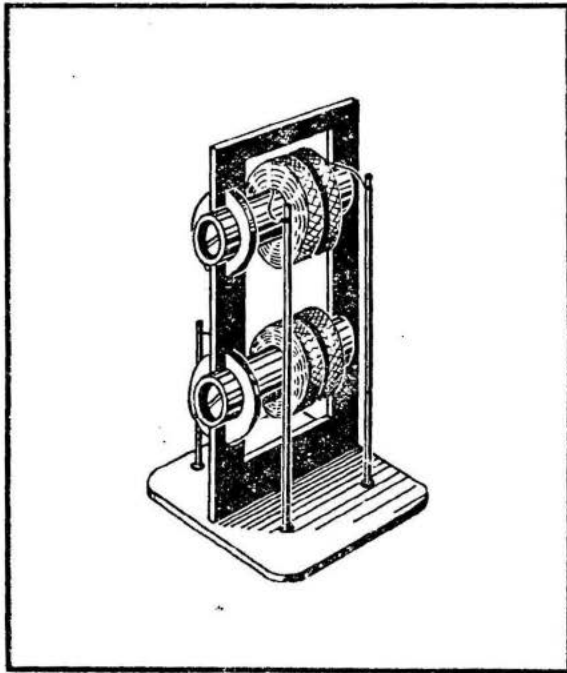


Fig. 44. — Exemple de réalisation d'un transformateur M. F.

boîtier insuffisamment profonde, le moindre choc fait sortir le support de bobinage de la rainure, et le transformateur devient inutilisable (fig. 44).

On sera un essai, à la pince, de la solidité de fixation des cosses de sortie. Puis on vérifiera que les pattes de fixation sont bien rivées au boîtier : l'arrachage au moment du serrage des écrous est relativement fréquent, surtout quand on emploie le serrage mécanique (cas du montage industriel).

Il faut voir également si les fentes des vis de réglage (noyaux ou condensateurs) sont axées par rapport aux ouvertures pratiquées dans le carter. Souvent on néglige ce contrôle, et il arrive qu'une fois le châssis monté, il soit impossible d'effectuer le réglage des M. F., d'où perte de temps pour remplacer la pièce défectueuse.

Contrôle électrique.

Nous avons vu que le contrôle des transformateurs M. F. pouvait se faire sur le banc d'essai de bobinages décrit précédemment. Après avoir déterminé le niveau de sortie avec les bobinages et transformateurs étalons, on remplace ceux-ci par les transformateurs M. F. à contrôler. On règle l'hétérodyne sur la fréquence de l'étage intermédiaire, et on attaque directement l'étage M. F. On essaie un seul transformateur à la fois, et l'on cherche pour chacun le maximum de déviation. Si le transformateur est semblable à l'étalon, la déviation doit être égale. On doit donc prévoir la limite inférieure au-dessous de laquelle un transformateur cesse d'être acceptable. Par exemple, si la déviation du milliampèremètre de sortie est de 1,2 mA, on peut admettre que tout transformateur donnant moins de 1 mA aurait un gain trop faible, et serait impropre à être utilisé.

Afin d'avoir toujours la même base de comparaison, un potentiomètre peut être prévu qui, au début de chaque mesure, permet de ramener l'aiguille du milliampèremètre sur la même graduation : (1,2 mA dans l'exemple considéré) (1).

(1) Voir à la fin de l'ouvrage la note III sur la manière de tracer la courbe de résonance d'un transformateur de fréquence intermédiaire.

TRANSFORMATEURS DE LIAISON B. F. ET TRANSFORMATEURS DE SORTIE

Contrôle des transformateurs de B. F.

Nous n'insisterons pas sur le contrôle d'aspect.

Le contrôle de gabarit sera le même que pour toutes les pièces que nous avons vues jusqu'à présent. Il portera sur les dimensions externes et sur la position des trous de fixation.

Il faudra vérifier que les fils ou les bornes de sortie sont bien repérés.

La mesure de la résistance ohmique des enroulements permettra souvent de contrôler le rapport de transformation. Le rapport étant égal au rapport du nombre des spires lorsque le fil est le même pour les deux enroulements, le rapport des résistances du primaire et du secondaire donnera approximativement le rapport de transformation.

Une méthode un peu plus précise consistera à brancher le primaire sur une source de courant alternatif de tension connue, et à vérifier la tension alternative aux bornes du secondaire.

La tension secondaire est égale au produit de la tension primaire par le rapport de transformation.

Par exemple, si l'on branche sur le primaire une source alternative de 100 volts, on doit trouver au secondaire pour un transformateur de rapport 1/2,5 une tension de

$$100 \times 2,5 = 250 \text{ volts.}$$

Contrôle des transformateurs de haut-parleur.

Les transformateurs de haut-parleur doivent être mis aux mêmes contrôles que les transformateurs de liaison B. F. Ils s'en différencient par un rapport de transformation beaucoup plus grand — 1/20 par exemple — ce rapport étant abaisseur. Il s'en suit que l'enroulement secondaire est en gros fil (plusieurs dixièmes de millimètre de diamètre). La mesure du rapport de transformation ne peut se déduire du rapport des résistances respectives du primaire et du secondaire. Il faut soumettre le primaire à une tension alternative connue et mesurer la tension au secondaire.

Nous aurions, par exemple, pour un rapport de 1/20 et une tension de 100 volts au primaire, une tension de

$$100 \times \frac{1}{20} = 5 \text{ volts}$$

au secondaire.

Cette mesure est en réalité incomplète, et il faudrait encore contrôler l'impédance, ainsi que la courbe de réponse pour les différentes fréquences. Cette dernière mesure relève plus du laboratoire d'études que du service de contrôle, et nous n'en parlerons pas.

TRANSFORMATEURS D'ALIMENTATION

Contrôle des tensions secondaires en charge

Les transformateurs d'alimentation comportent plusieurs secondaires (fig. 45) :

- Enroulement de chauffage des lampes;
- Enroulement de chauffage de la valve;
- Enroulement haute tension pour les anodes de la valve.

On ne peut songer à employer pour déterminer la tension à chaque enroulement du secondaire la méthode utilisée avec

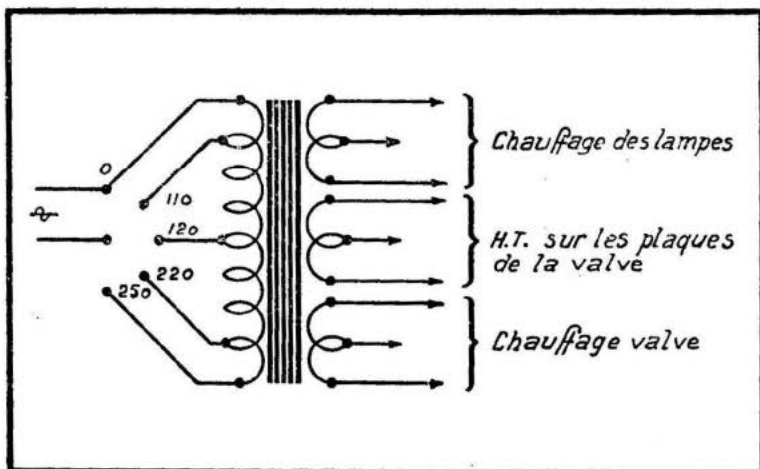


Fig. 45. — Schéma d'un transformateur d'alimentation.

les transformateurs de liaison basse fréquence. Ici, la mesure doit être exacte et sera faite dans les conditions mêmes de l'utilisation. C'est pourquoi les enroulements secondaires doivent débiter, et il y a une chute de tension qui peut être assez élevée, si la résistance ohmique de l'enroulement est grande — enroulement de section trop faible — ou si le débit demandé dans chaque circuit est trop grand. En effet, la chute de tension est donnée par la formule

$$E = RI.$$

De même, le contrôle de chaque enroulement en charge peut, en effet, supposer que le primaire a une section trop faible, et que la chute de tension dans cet enroulement atteint une valeur trop élevée quand tous les secondaires débitent sous tension.

La méthode rationnelle consiste donc à faire débiter chaque secondaire sur une résistance équivalente à celle du circuit sur lequel il débitera en réalité. Il faudra donc, pour chaque circuit, mesurer le débit et la tension entre les extrémités de l'enroulement secondaire. Puis on vérifiera la tension et le débit du primaire. La manœuvre est assez longue, aussi, pour les contrôles industriels, on construit un appareil d'une certaine importance comportant tous les appareils de contrôle.

Banc d'essai pour transformateurs.

Le banc d'essai doit comporter tous les appareils de contrôle nécessaires sur chaque circuit. Pour l'enroulement H. T. il faut prévoir deux voltmètres, un sur chaque demi-enroulement pour contrôler si l'équilibre existe. Un ampèremètre sur le primaire indique la consommation totale du transformateur.

Etant donné que les tensions fournies par le transformateur peuvent occasionner des accidents — tension du secteur et H. T. de l'ordre de 700 volts — il y a des *précautions élémentaires* de sécurité à prendre.

Le transformateur à contrôler se branche avec des fils volants sous un carter en verre. La tension du secteur est automatiquement coupée quand le carter est levé pour les manipulations du transformateur; on évite de la sorte les possibilités d'accident.

Pour parfaire l'installation, il faut prévoir un rhéostat ou mieux un alternostat (auto-transformateur à variation pro-

gressive) pour amener la tension du secteur à la valeur prévue pour la mesure, et compenser les écarts possibles de tension du réseau.

Un fusible sur le primaire est également indispensable.

Il est utile aussi de prévoir une lampe indicatrice de court-circuit pour l'essai de « claquage ». Cet essai se fait en établissant entre le primaire et la masse et successivement chacun des secondaires une tension élevée de l'ordre de 1.000 à 1.500 volts.

Un exemple complet d'un tel banc d'essai est représenté sur la figure 46. On voit tout de suite qu'en raison du nombre important d'instruments de mesures, sans parler des autres accessoires, un tel banc d'essai est coûteux et ne saurait trouver sa place dans un petit atelier, d'autant plus que les transformateurs d'alimentation que l'on trouve sur le marché sont en général normaux et que, dans la grande industrie, on se contente de vérifier par prélèvement de 1/10 en général.

Essai de durée.

Par contre, un essai négligé et qui a son importance, est l'essai de durée. Beaucoup de transformateurs s'échauffent par un emploi prolongé et leur vie s'en ressent. Il ne faut pas oublier que, dans la pratique, les transformateurs sont souvent surchargés (remplacement d'ampoules de cadran de 0,1 A par des ampoules de 0,3 A). D'autre part, les montages tassés ne favorisent pas la ventilation, et bien souvent aucun procédé d'aération n'est prévu sous le châssis. Certains constructeurs ont même poussé l'inconscience jusqu'à emprisonner les enroulements sous un carter sans jours, ni ouvertures.

Enfin, certaines régions humides, comme les bords de la mer, sont malsaines pour les transformateurs trop strictement calculés. Pour résumer l'opinion d'un spécialiste du dépannage, une des seules divergences de qualité des transformateurs réside dans le tenue dans le temps. Nous avons, il y a quelques années, établi une statistique portant sur plusieurs milliers de pannes et il était à noter que dans une même région, les pannes provenant de grillages de transformateurs étaient l'apanage de deux ou trois marques, toujours les mêmes. Or, le remplacement du transformateur d'origine, par un autre fourni par le même fabricant, se traduisait dans le délai d'un an ou deux par un nouveau grillage, alors que le remplacement

par un transformateur d'une quelconque bonne marque du commerce, mettait à l'abri du même ennui. La conclusion d'un tel fait d'expérience se déduit immédiatement : les essais de durée du fabricant n'étaient pas suffisamment poussés.

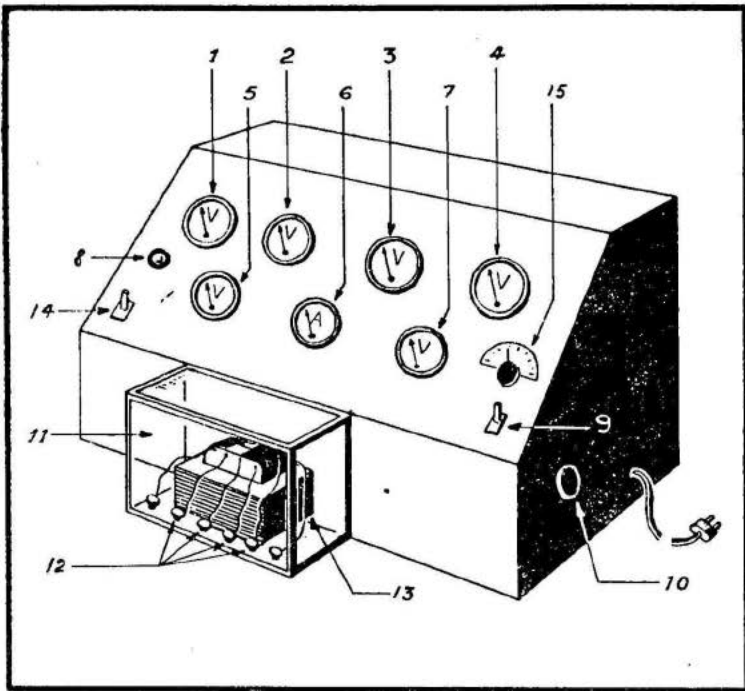


Fig. 46. — Banc d'essai pour transformateur d'alimentation.

- | | |
|--|---|
| 1. Tension chauffage filament des lampes. | 9. Interrupteur. |
| 2-3. Tension sur chaque anode de la valve. | 10. Rhéostat pour régler la tension primaire. |
| 4. Tension chauffage valve. | 11. Cage vitrée de protection. |
| 5. Tension primaire. | 12. Bornes de branchement. |
| 6. Consommation primaire. | 13. Transformateur à essayer. |
| 7. Tension sur les prises du primaire. | 14. Commutateur pour essai de court-circuit. |
| 8. Indicateur de court-circuit | 15. Commutateur de tension primaire. |

CHAPITRE VI

CONTROLE DES HAUTS-PARLEURS

Le principe de ce contrôle.

De même que pour les transformateurs d'alimentation, on se contente trop souvent de faire confiance au fabricant et d'admettre sans contrôle ce qu'il fournit. C'est une pratique déplorable. Combien d'appareils qui auraient pu être bons sont-ils médiocres pour ne pas dire moins, parce que le haut-parleur employé est défectueux.

Nous admettons que pour le petit, le tout petit constructeur, le contrôle des hauts-parleurs est assez compliqué. Mais est-ce une raison suffisante? Une difficulté est faite pour être surmontée. Malheureusement, pendant trop longtemps on a tenu un tout autre raisonnement, et nous avons vu vers quelle qualité la radio française s'est acheminée. De grosses maisons, pendant trop longtemps, se sont, elles aussi, désintéressées de la question et la seule mesure à laquelle elles attachaient une certaine importance, était celle de la résistance ohmique de l'enroulement d'excitation!... Il est vrai qu'à cette époque la seule chose qui comptait était le prix de revient, ce qui résultait d'une âpre concurrence; et cela ne pouvait qu'influencer, en mal évidemment, la qualité de la fabrication. Or, en plus des contrôles que nous avons jusqu'ici préconisés pour toutes les pièces entrant dans un montage :

- a) Contrôle d'aspect;
- b) Contrôle de la nature des matériaux;
- c) Contrôle de gabarit;
- d) Contrôle mécanique;
- e) Contrôle électrique;
- f) Contrôle de durée,

il faut ajouter le contrôle acoustique du haut-parleur. Les premiers sont relativement faciles. Le second demande un appareillage spécial et assez coûteux permettant d'effectuer les contrôles principaux suivants :

a) Contrôle de la *puissance de sortie* maximum pour une distorsion déterminée;

b) Contrôle de la « *réponse* » aux différentes fréquences, et détermination des résonances parasites.

On peut envisager d'autres contrôles secondaires, tels le rendement acoustique en fonction de la puissance électrique, le pouvoir directif, la détermination du taux de ronflement.

Nous verrons plus loin les précautions qu'entraînent ces mesures acoustiques, et les difficultés à surmonter, qui font que beaucoup de maisons ont renoncé à entreprendre les frais inhérents, et c'est fort dommage pour leur production.

Contrôle d'aspect.

Ce fut pendant longtemps un des seuls auquel se livrait l'utilisateur. Le point important consiste à vérifier si la carcasse ne porte pas de traces de choc dont le résultat serait un décentrement de la membrane. De précieuses indications peuvent être déduites de ce premier contrôle. Une négligence d'aspect dans la fabrication montre que les points importants et non apparents ont également pu être mal traités, et il faudra faire une vérification technique plus stricte.

Examen de la nature des matériaux.

Ce contrôle, nous le reconnaissons, est assez difficile. Il serait intéressant, par exemple, pour un haut-parleur à aimant permanent de contrôler la qualité des aimants. C'est plus là le travail du laboratoire que celui du service de contrôle. Cependant, par comparaison avec un prototype, on peut vérifier l'identité des membranes, des spiders, etc.

Contrôle de gabarit.

C'est peut-être, de tous ceux du genre, celui auquel on attache une certaine importance. Combien de fois n'a-t-on pas éprouvé de difficultés à loger le haut-parleur à l'intérieur de boîtes exigües par une certaine mode. On cherche un haut-parleur allant dans un coffret, on ne cherche pas un coffret pouvant convenir à un montage et à un haut-parleur donnés. Mais cela dépasse le cadre de cet ouvrage, et nous ne voulons pas ici faire la critique des fabrications modernes.

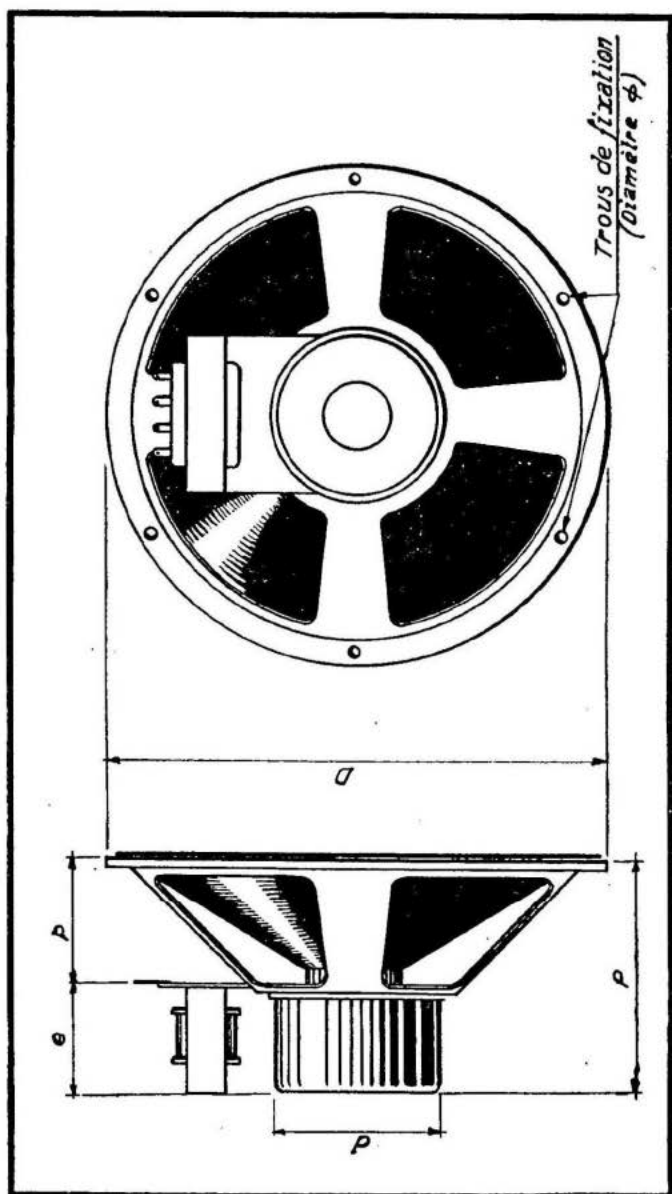


Fig. 47. — Contrôle de gabarit d'un haut-parleur.

Le contrôle du gabarit se fait en vérifiant les principales cotes suivant la figure 47. Il faut attacher une grande importance à l'emplacement et au diamètre des trous de fixation.

Contrôle mécanique.

La membrane étant l'élément délicat, il faudra porter une très grande attention à ce qu'elle ne soit ni détériorée, ni déformée au cours des manipulations. De même, si l'on vérifie des dynamiques à aimant permanent, on prendra de grandes précautions pour qu'aucune poussière métallique ne traîne au voisinage de la table de contrôle, et on veillera à ce que la housse qui doit protéger l'équipage mobile soit en place.

Le contrôle portera donc sur le libre jeu de la membrane en vérifiant si le déplacement suivant l'axe du cône est accompagné de frottements de la bobine mobile contre la culasse.

Puis, on vérifiera ensuite les soudures et plus particulièrement la liaison transformateur-bobine-mobile. Certains défauts mécaniques, défauts de collage, par exemple, ne seront souvent décelés qu'au cours des essais. Ils se traduisent par une vibration produisant un *bruit de mirliton*. Il en est de même lorsqu'une membrane est décollée sur le bord; mais ce dernier défaut n'est pas toujours visible en raison de la présence du feutre.

Contrôle électrique.

Il consiste surtout à vérifier : la résistance ohmique de l'excitation, et l'impédance du transformateur de sortie.

Pour ce qui est de la résistance ohmique de l'excitation, il y a lieu de préciser lors de la commande si la valeur prévue d'excitation est à froid ou à chaud. Il est de fait que la résistance d'excitation n'est pas la même dans les deux cas, et elle peut varier dans des proportions importantes.

On peut utiliser également un dispositif un peu plus précis, comme celui représenté sur la figure 48. Par l'intermédiaire d'un inverseur on met en série : l'enroulement (étalon ou pièce à vérifier), un ampèremètre, et deux condensateurs du type P.T.T., de quelques microfarads chacun. Le tout est relié à une source de courant alternatif de tension et de fréquences connues (secteur). L'inverseur étant branché sur l'étalon, on note la position de l'aiguille de l'ampèremètre, elle sera proportionnelle à l'impédance. Puis, en mettant l'inver-

seur sur l'autre position, on pourra comparer l'impédance des « excitations » à 50 périodes.

Basé sur le même principe, mais avec une fréquence plus élevée, 800 à 1.000 par seconde, par exemple, on peut établir un *impédancemètre* qui servira pour le contrôle des impédances de hauts-parleurs. La fréquence est donnée par un diapason entretenu électriquement ou par une hétérodyne B. F. spéciale. Cette fréquence étant fixe, il est alors facile d'avoir un cadran gradué directement en ohms.

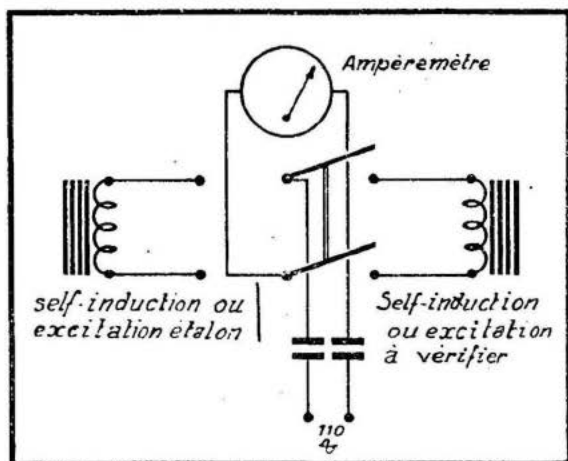


Fig. 48. — Contrôle par comparaison des excitations.

Un tel appareil permettra de mesurer ou tout au moins de comparer l'impédance du transformateur de sortie à un transformateur pris pour étalon.

Contrôles électro-acoustiques.

Nous abordons, avec ce contrôle, la partie délicate des mesures. Bien peu de constructeurs d'appareils de T.S.F. peuvent envisager *l'équipement complet* d'un laboratoire pour ce genre de vérifications. Nous dirons même que de nombreux constructeurs de hauts-parleurs ne sont pas équipés pour faire de tels essais, et c'est fort regrettable.

Les essais, pour être efficaces, doivent être faits dans une cabine insonore, il ne faut pas que des ondes réfléchies vien-

nent se superposer aux ondes sonores propres émises par le haut-parleur en essai. Certains laboratoires étrangers procèdent aux essais électro-acoustiques en plaçant le haut-parleur à étudier au sommet d'un mât très élevé, et en plein air. Lorsqu'on travaille en cabine insonore, il faut prendre garde à l'absorption pouvant résulter de la présence des parois et qui peut modifier les résultats.

Indépendamment de cette installation, qui sert de cadre aux mesures, il faut posséder un certain nombre d'appareils de mesures qui ne peuvent s'amortir que pour une fabrication importante. Pour notre part, nous préconisons ce contrôle efficace et sérieux au dernier stade de la fabrication des hauts-parleurs. Le fabricant fournirait au constructeur de postes tous les renseignements et courbes nécessaires pour la meilleure utilisation de sa production.

Voici quels sont les instruments de mesure essentiels à prévoir dans la partie du laboratoire réservée aux essais électro-acoustiques.

Il faut, en premier lieu, posséder un générateur basse fréquence étalonné, permettant de couvrir la gamme des fréquences audibles, c'est-à-dire de 50 à 15.000 périodes par seconde. Cet appareil doit être de très haute qualité, avoir une amplitude égale pour toutes les fréquences et ne pas émettre d'harmonique. Son branchement devant un amplificateur alimentant le haut-parleur à vérifier permet déjà de déceler les fréquences pour lesquelles le haut-parleur émet des harmoniques. Cette première indication est déjà intéressante, mais elle n'est pas suffisante. C'est pourquoi il faut compléter l'installation par un *microphone étalonné*, c'est-à-dire un microphone dont on connaît la courbe de réponse, et qui industriellement est connu sous la dénomination de *décibel-mètre*. Un oscillographe cathodique est indispensable pour l'étude de nombreux phénomènes accessoires. Un dispositif stroboscopique serait enfin très utile pour l'étude des membranes et de leurs déformations.

Mesure de la puissance maximum sans distortion.

Pour effectuer un tel contrôle, on réalise le montage de la figure 49. L'hétérodyne B. F. est branchée devant un amplificateur alimentant le haut-parleur à essayer. Le niveau de

sortie de l'hétérodyne B. F. est réglé grâce à un atténuateur. Le haut-parleur agit sur un microphone étalonné qui alimente un amplificateur. Un analyseur cathodique permet de voir la présence des harmoniques. On peut également utiliser des analyseurs d'harmoniques, dont le système repose sur le principe du pont de Wheastone, et qui permettent de connaître très exactement la valeur de chacune des harmoniques. Un wattmètre donnera la puissance modulée fournie lorsqu'on aura déterminé le réglage de puissance maximum compatible avec un pourcentage déterminé d'harmoniques.

Contrôle du rendement électro-acoustique.

Ce contrôle est du domaine du laboratoire : il consiste à établir le rapport entre la puissance acoustique, et la puissance maximum de la lampe de sortie. Cette dernière valeur est facile à établir. La première est, par contre, délicate. D'ailleurs, nous avons admis que les mesures de contrôle des pièces détachées étaient avant tout des mesures comparatives, et il faudra le plus souvent se contenter de comparer un haut-parleur à un autre haut-parleur pris comme référence.

Contrôle de la courbe de réponse.

C'est en réalité la courbe de fidélité en fréquence. On peut la tracer en utilisant l'oscillographe cathodique suivant le montage de la figure 49. Une des paires de plaques de l'oscillographe est réunie à la sortie de l'amplificateur microphonique, l'autre paire est réunie à un amplificateur intermédiaire branché sur l'hétérodyne B. F. Nous indiquons cette mesure, à titre d'exemple, car elle est surtout du domaine du laboratoire.

.....

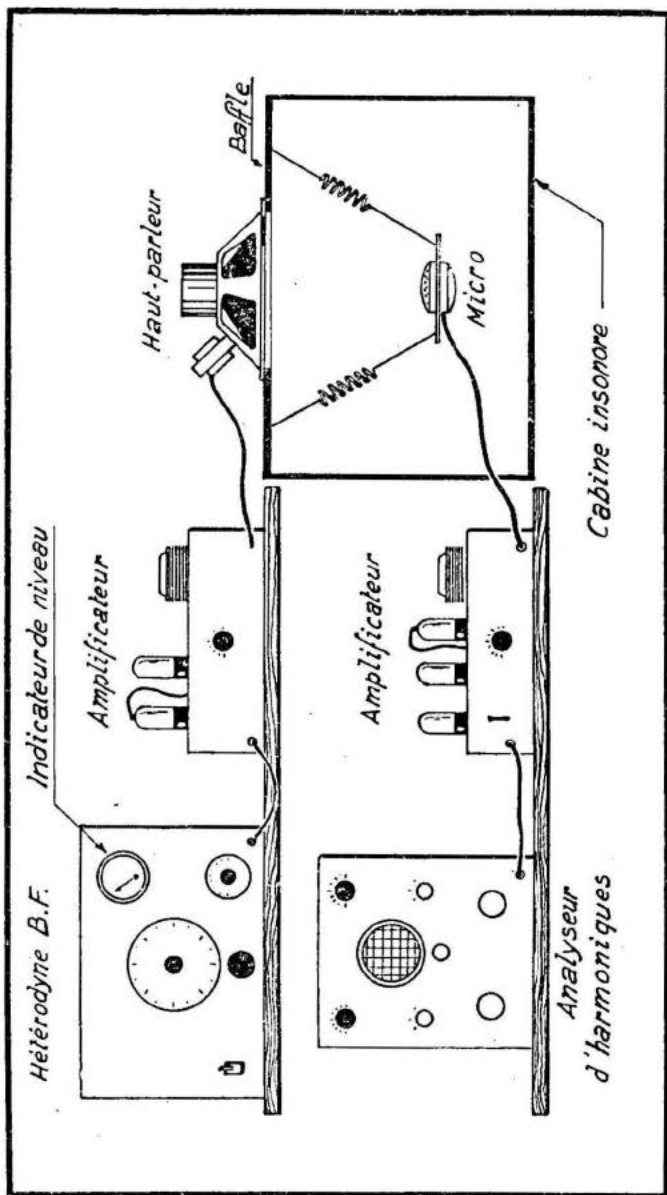


Fig. 40. — Mesure de la puissance maximum admissible sans distorsion.

CHAPITRE VII

CONTROLE DES LAMPES

Le contrôle des lampes est celui qui est peut-être le plus « spectaculaire » et c'est pourquoi des lampemètres ont été mis sur le marché par un grand nombre de maisons. Il s'agit pour le réparateur de vendre des lampes de remplacement. Le diagnostic d'un lampemètre est sans appel et le meilleur argument en faveur de l'échange. C'est l'appareil qui « paye » et s'amortit rapidement. C'est pourquoi on le trouve, sous une forme plus ou moins perfectionnée, entre les mains de presque tous ceux qui s'intéressent à la T.S.F. Pour notre part, nous déplorons l'emploi abusif de ces appareils qui, pour la plupart, donnent des indications exactes, mais incomplètes.

Il y a, en effet, deux manières de contrôler des lampes : la *méthode statique*, et la *méthode dynamique*. C'est vers cette dernière que vont nos préférences. Beaucoup de phénomènes ne peuvent être décelés par un lampemètre, même perfectionné. Tels sont certains crachements provenant de chocs ou provenant de la cathode, des souffles qui n'apparaissent qu'au bout d'un certain temps de chauffage, des effets de Larsen, etc.

Contrôle dynamique des lampes.

Il est facile de classer les lampes suivant leur fonction :

Oscillatrices;

Amplificatrices H. F.;

Déectrices;

Amplificatrices B. F.;

Valves redresseuses;

Indicateurs visuels d'accord.

La méthode d'examen de ces différentes lampes restera sensiblement la même, tout au moins pour les amplificatrices. On détermine le niveau de sortie d'un amplificateur équipé avec des lampes considérées comme lampes étalon et dont les caractéristiques, relevées sur un lampemètre, se sont révélées

sensiblement les mêmes que celles mentionnées sur les notices des constructeurs. On injecte à l'entrée de l'amplificateur un signal de puissance déterminée, et cela successivement pour différentes fréquences. Le remplacement de la lampe étalon par une lampe à vérifier, doit permettre de retrouver le niveau de sortie dans des limites préalablement fixées. Le chauffage des lampes étant assez long, on peut, si on désire éviter une perte de temps, utiliser des rampes de chauffage (fig. 50). Il suffit d'en retirer les lampes dont la cathode est chaude et de les placer sur le banc d'essai.

Ce procédé de chauffage préalable présente, en outre, l'avantage supplémentaire de faire apparaître certains défauts qui ne se manifestent que quelques minutes après l'allumage.

Par percussion avec un maillet de caoutchouc on peut vérifier la tendance d'une lampe au crachement.

Pour les lampes oscillatrices, on a intérêt à vérifier l'intensité du courant de grille. Celui-ci ne doit pas être inférieur au courant de la lampe étalon.

La présence de corps étrangers, débris de verre par exemple, ou tout bruit métallique qui se ferait entendre en agitant la lampe, est un cas de refus.

De même, pour les lampes destinées au réglage visuel, il faut vérifier la luminosité et voir s'il n'y a pas de taches sur l'écran. Pour ces tubes, il faudra procéder à un essai de sensibilité, l'œil ou le trèfle doivent se fermer complètement quand le récepteur est accordé sur la fréquence de l'oscillateur qui est réglé dans des conditions déterminées préalablement.

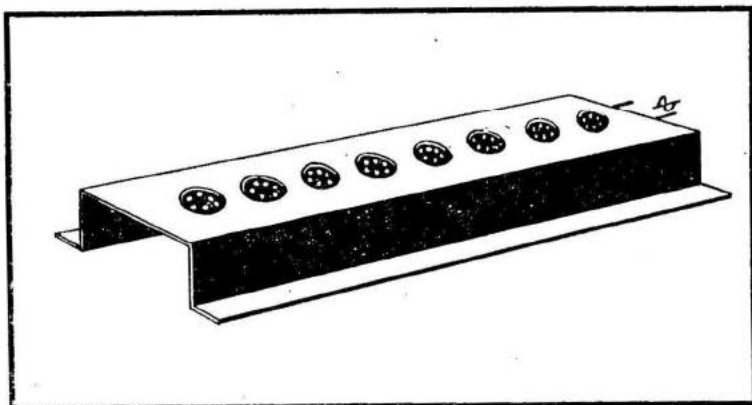


Fig. 50. — Rampe de chauffage pour lampes.

Contrôle des lampes de cadran.

Il arrive très souvent que les lampes de cadran sont génératrices de crachements. Il faudra donc faire un essai, sinon de la totalité d'une livraison, tout au moins d'un prélèvement, en branchant ces lampes sur un châssis en marche. On vérifiera que les chocs ou les vibrations ne provoquent pas des crachements.

Essai de durée.

Dans les firmes ayant une certaine importance, on prélève un lot de lampes (2 à 5 pour mille), et on les place dans les conditions normales de tensions et débits. On vérifie leur affaiblissement après 500 heures, 1.000 heures, etc., de marche consécutive.

.....

CHAPITRE VIII

CONTROLE DES CHASSIS ET DES ÉBÉNISTERIES

Contrôle des châssis

a) *Contrôle d'aspect.* — Le contrôle des châssis portera, pour commencer, sur l'aspect. En particulier, si le châssis est cadmié ou peint, il faut veiller à ce que le châssis soit exempt de rayures ou de taches, ainsi que de coulées de peinture. Les châssis en aluminium sont plus fragiles, et il faut éviter de les rayer au cours du transport ou des manipulations.

b) *Contrôle de gabarit.* — Spécialement pour les châssis destinés au montage en série, le gabarit a une importance très grande. Il faut que les cotes principales du châssis soient respectées, que les différents percages soient complets et conformes au plan ou au modèle. L'orientation des trous de fixation des supports de lampes ou des transformateurs de M. F. doit être vérifiée très sérieusement. Si l'on effectue la vérification d'après un plan, il faut se méfier d'une confusion provenant du sens de lecture du plan (au-dessous ou en dessous). Souvent on constate des erreurs fort gênantes provenant de ce fait.

c) *Contrôle mécanique.* — Parfois les châssis sont livrés équipés avec certaines pièces : cosses relais, supports de lampes, cosses de masse soudées électriquement, etc.

La vérification portera alors sur l'orientation et la fixation correcte des pièces. Il faudra faire à la pince un essai de solidité des points de soudure électrique, et vérifier le sertissage suffisant des rivets ou œilletons de fixation.

Contrôle des ébénisteries.

Les artisans constructeurs, pour leur plus grand tort, négligent trop souvent le côté ébénisterie. Ils s'approvisionnent au hasard, ne suivent que rarement un modèle et, fréquemment, un châssis de grande classe est incorporé dans une ébénisterie

faisant beaucoup d'effet, mais déplorable du point de vue acoustique.

Certains constructeurs importants étudient ou font étudier des modèles spéciaux, et tombent quelquefois dans un excès contraire : on trouve un châssis de second ordre à l'intérieur d'une ébénisterie dont l'aspect extérieur est particulièrement séduisant.

Il serait souhaitable que les petits constructeurs se montrent exigeants sur cette question d'ébénisterie au même titre

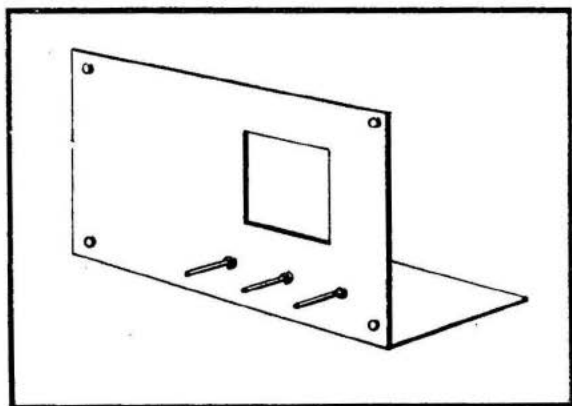


Fig. 31. — Type de gabarit pour la vérification des ébénisteries.

que les gros constructeurs, et se tiennent à une carrosserie bien déterminée qui aura été choisie pour durer au moins une saison.

Le contrôle portera sur la présentation, la beauté et le fini du vernis et la qualité des assemblages. L'ébéniste travaille avec de la *colle*; on ne saurait donc admettre des cofrets où l'élément d'assemblage est la pointe.

Les étoffes et les enjoliveurs doivent être soignés, et posés avec soin. L'aspect d'un poste peut être totalement gâché par un tissu mal tendu ou un enjoliveur posé de travers.

Afin d'avoir des postes d'aspect neuf au moment de la vente, il faut prendre beaucoup de précautions pour la manipulation des ébénisteries et les laisser toujours munies de leurs housses de protection.

Lorsqu'il s'agit d'équiper des séries importantes, la véri-

fication doit porter sur des milliers de coffrets et, dans ce cas, il faut prévoir un gabarit (fig. 51).

Il est généralement constitué par deux panneaux montés en équerre et portant toutes les saillies qui doivent s'encaster dans les évidements de l'ébénisterie, ainsi que les axes de commande devant dépasser, *avec leurs longueurs exactes*.

L'introduction du gabarit à l'intérieur de l'ébénisterie permet facilement de vérifier si tous les évidements et perçages sont conformes aux plans.

.....

CHAPITRE IX

CONTROLE DES PIÈCES DIVERSES

Contrôle des potentiomètres.

Ce contrôle porte d'une part sur les caractéristiques électriques, et d'autre part sur les caractéristiques mécaniques.

a) *Contrôle électrique.* — Le contrôle de la résistance se fait comme celui des résistances fixes, ainsi que nous l'avons vu dans un précédent chapitre. On se contente le plus souvent de vérifier la valeur totale de la résistance, c'est-à-dire celle qui est comprise entre les deux extrémités de la couronne graphitée.

Afin de vérifier si le potentiomètre n'est pas la source de crachements, on a parfois intérêt à en faire l'essai sur un châssis, avec des connexions volantes faites avec des pinces crocodiles. La rotation du curseur doit donner une puissance progressive, sans aucun crachement. On a intérêt, dans ce cas, à alimenter le châssis par une hétérodyne modulée, de préférence à une émission ordinaire. On élimine ainsi l'incertitude des crachements susceptibles d'être produits par des parasites.

b) *Contrôle mécanique.* — Le contrôle mécanique porte sur la facilité de rotation de l'axe, sur la qualité de la rupture et de l'enclenchement du contact pour les potentiomètres munis d'un interrupteur.

Enfin, le contrôle de gabarit portera sur l'encombrement général (fig. 52), la longueur et le diamètre de l'axe, ainsi que sur l'importance du méplat, pour les axes qui doivent en comporter un, et l'existence d'une rainure d'axe si cette dernière est prévue.

c) *Essai de durée.* — De nombreux potentiomètres s'avèrent déficients à l'usage : usure rapide de la couche graphitée, blocage de l'axe, etc. On peut avoir intérêt, surtout sur le plan industriel, à vérifier le comportement des potentiomètres à

l'usage (1). Un petit moteur entraîne une bielle qui produit un mouvement de va-et-vient, imprimant un mouvement de rotation alternative à l'axe du potentiomètre. Un compteur est joint à l'ensemble; il est facile de contrôler à partir de quel moment la pièce est détériorée. On en déduit sa qualité.

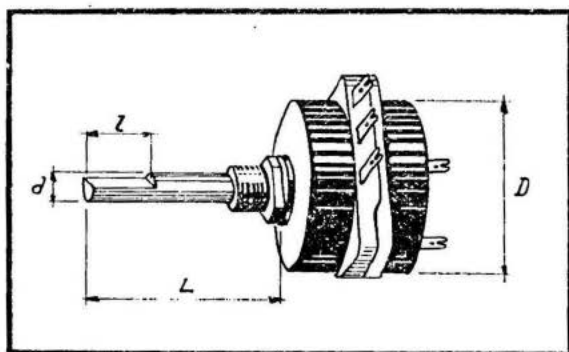


Fig. 52. — Contrôle de gabarit d'un potentiomètre.

Contrôle des démultiplicateurs.

Il s'agit ici exclusivement d'un contrôle mécanique portant sur les dimensions, l'alésage des flectors, la tension du câble d'entraînement, la course de l'aiguille, etc. On détermine l'existence de points durs, et ce défaut peut déterminer un retour au fabricant si l'on juge que leur présence est préjudiciable au fonctionnement ultérieur de l'appareil.

Certains démultiplicateurs sont très compliqués, et sont de petites merveilles de mécanique de précision. L'examen sera d'autant plus minutieux que la complication sera plus grande. Il faudra surtout veiller à ce qu'aucun accessoire ne manque. Beaucoup de démultiplicateurs sont livrés avec un certain nombre de pièces non montées : flectors, vis de fixation, caoutchoucs supports de cadran, etc., et une négligence dans la vérification entraînera des inconvénients importants au moment du montage définitif.

(1) Noter que ce genre d'essai peut et même doit être appliqué à toute pièce ayant un mouvement de rotation.

Contrôle des cadrans.

De même que pour les ébénisteries, on ne saurait se montrer trop sévère pour le contrôle des cadrans : dimension et surtout épaisseur.

Il faut également contrôler la qualité de l'impression, éliminer tous les verres rayés ou présentant des soufflures, les impressions mal venues.

Pour un certain nombre de cadrans, vérifier par superposition avec le prototype, la parfaite coïncidence des graduations, des repères et des inscriptions.

Contrôle des boutons.

Les boutons sont généralement en matière moulée, avec ou sans incrustations métalliques. Faisant partie de l'aspect extérieur de l'appareil terminé, ils doivent être irréprochables; aucune rayure, aucune bavure ne sauraient être tolérées. Il faut également contrôler leur diamètre intérieur, la nature de la vis (cuvette ou pointeau), selon la commande qui a été passée, la solidité de la fourrure (partie métallique de l'axe).

Contrôles divers.

Il est inutile de s'étendre davantage sur les contrôles auxquels les différentes pièces peuvent être soumises; les différents exemples que nous avons donnés suffisent à montrer le processus. Chaque entreprise, selon ses méthodes de travail, ses possibilités, déterminera la nature des contrôles auxquels seront soumis les différents éléments de postes qu'elle emploiera.

Nous pensons avoir montré toute l'importance des contrôles avant l'emploi. Il est souhaitable que la rigueur de ceux-ci déterminent le retour au fabricant de toute pièce *qui ne serait pas de qualité*. Les fabricants de pièces détachées, qui n'auraient pas compris leur intérêt en livrant sur le marché des pièces irréprochables, comprendraient devant les réactions légitimes de leurs clients que deux solutions et deux seules seraient possibles pour eux : produire bon ou fermer. Ce serait un acheminement vers l'assainissement de la profession, un pas de fait vers le retour à la qualité, un facteur important de la renaissance française.

APPENDICE

Calcul des résistances d'un pont de mesure.

Le pont dont nous avons préconisé l'emploi précédemment et que nous reproduisons sur la figure 53 peut d'une manière plus schématique être représenté par la figure 54.

Si nous admettons que $P_1 + P_2 = P$, résistance du potentiomètre, nous aurons au moment de l'équilibre du pont la relation suivante :

$$\frac{R}{R_x} = \frac{P_1}{P_2}$$

on en tire la valeur de

$$R_x = \frac{RP_2}{P_1}$$

Si P est gradué de 0 à 100 par exemple, la valeur de R_x sera égale à la valeur de R multipliée par le rapport

$$\frac{P_2}{P_1}$$

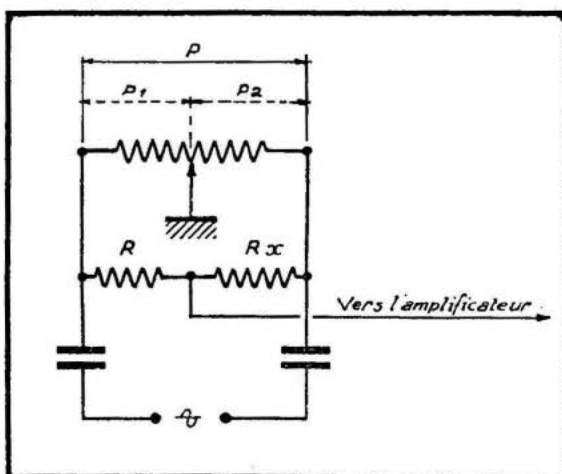


Fig. 53. — Schéma de principe d'un pont de mesure.

Si, par exemple, la valeur de R est 5.000 ohms, et si l'équilibre est obtenu pour le potentiomètre sur la graduation 30 (avec 100 divisions ou total), la valeur de la résistance inconnue sera :

$$R_x = \frac{5.000 \times 30}{70} = 2.140 \Omega.$$

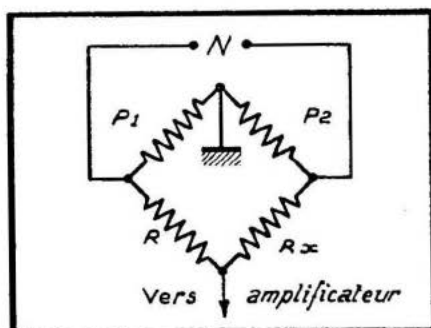


Fig. 54. — Représentation classique du pont de Wheatstone.

Mesure d'une petite capacité.

On utilise le montage de la figure 55 et l'on règle le condensateur variable étalon C sur sa valeur maximum C . L'hétérodyne est ajustée pour obtenir la résonance du circuit LC constatée par la déviation de l'indicateur visuel.

Ensuite on branche en parallèle sur C la capacité à mesurer et l'on déplace le condensateur sur une nouvelle valeur C_2 pour retrouver la résonance. La valeur de la capacité inconnue est :

$$X = C_1 - C_2$$

Mesure d'une self-induction.

On pourra encore se servir du même ensemble. Le condensateur C est placé sur sa valeur maximum et l'on recherche la résonance par le réglage de l'hétérodyne sur la longueur d'onde λ . La formule classique de Thomson permettra de déduire la self-induction :

$$L = \frac{1}{C} \left(\frac{\lambda}{0,02\pi} \right)^2$$

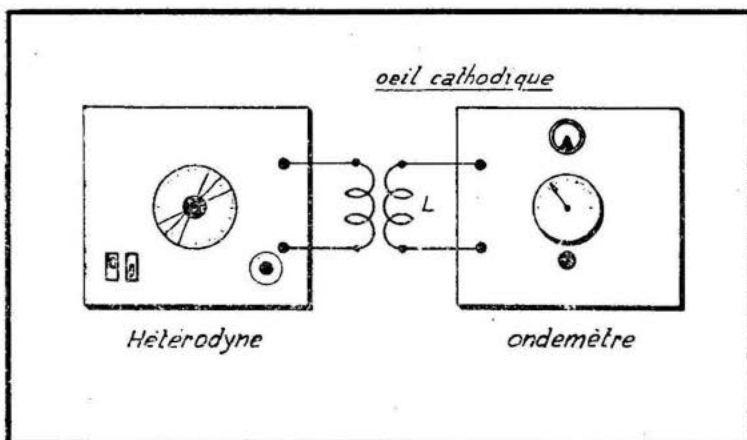


Fig. 55. — Mesures de petites capacités ou self-induction.

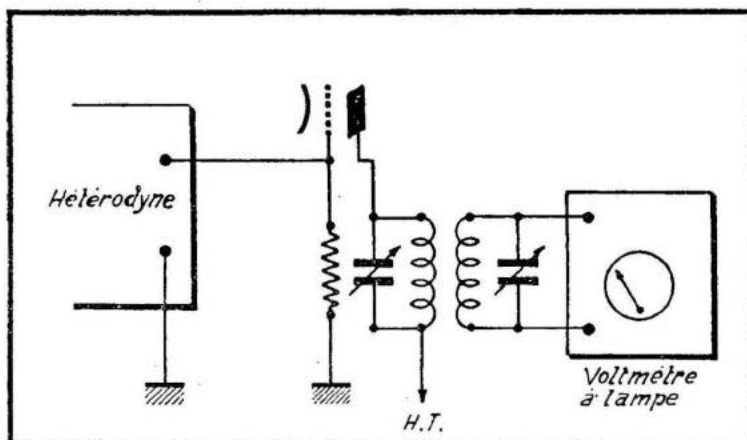


Fig. 56. — Mesure de la capacité répartie.

Mesure de la capacité répartie C_r .

Plusieurs méthodes sont possibles, mais celle que nous allons indiquer est particulièrement simple. On reprend l'ensemble du montage de la figure 55 et l'on cherche à connaître la capacité répartie C_r du bobinage L .

On commence par mettre hors-circuit le condensateur C, ce qui fait que le bobinage L est uniquement accordé par sa capacité répartie. La longueur d'onde est :

$$\lambda_1 = 0,02\pi \sqrt{L \cdot C_r}$$

et l'on ajuste l'hétérodyne sur la fréquence correspondante pour obtenir la déviation maximum.

La seconde opération consiste à régler l'hétérodyne sur une fréquence $\gamma_2 = 3 \lambda_1$ et à brancher le condensateur C que l'on règle pour le maximum de déviation. La nouvelle longueur d'onde est :

$$\lambda_2 = 3\lambda_1 = 0,02\pi \sqrt{L \cdot (C_r + C)}$$

De ces deux équations on tire :

$$C_r = \frac{C}{8}$$

Relevé de la courbe de résonance d'un transformateur M. F.

Plusieurs méthodes sont possibles, et il y a en particulier celles qui font usage de l'oscillographe cathodique et qui permettent de voir immédiatement une courbe.

On peut cependant utiliser une méthode plus simple dont le schéma de principe est représenté sur la figure 56. L'hétérodyne est réglée sur la valeur choisie pour la M. F. et le transformateur est ajusté sur cette fréquence pour la déviation maximum du voltmètre à lampe. Ensuite on dérègle systématiquement l'hétérodyne et pour chaque réglage, en plus ou en moins, l'on note la lecture sur le voltmètre à lampe. On pourra ainsi tracer la courbe d'amplification ou de sélectivité en fonction de la fréquence.

.....

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I

L'ORGANISATION DU CONTRÔLE. — Contrôle qualitatif	7
Nature des contrôles	8
Caractéristiques des contrôles	9

CHAPITRE II

CONTRÔLE DES RÉISTANCES. — Classification des résistances	12
Contrôle d'aspect	13
Code des couleurs	14
Contrôle du gabarit	17
Contrôle mécanique	18
Contrôle électrique, contrôle par l'amateur	19
Contrôle par l'artisan	20
Ohmmètre à lecture directe	23
Contrôle dans l'industrie	24
Essai de durée	26

CHAPITRE III

CONTRÔLE DES CONDENSATEURS. — <i>Condensateurs fixes</i>	28
Mesure de la capacité par l'amateur	31
Mesure des capacités par l'artisan	32
Méthode industrielle des condensateurs	33
Méthode des doubles battements.	36
Essai de claquage	40
Essai d'isolement	41
<i>Condensateurs électrolytiques</i> , mesure de la capacité.	42
Essai de claquage, mesure industrielle	43
<i>Condensateurs variables</i>	44
Mesure par l'amateur	45
Contrôle par l'artisan	46
Contrôle mécanique	47
Contrôle électrique de la capacité	48
Relevé de la courbe d'un condensateur variable.	49
Contrôle industriel des condensateurs variables.	51

CHAPITRE IV

CONTRÔLE DES BOBINAGES. — Contrôle d'aspect	52
Contrôle mécanique, contrôle électrique	53
Ajustement de la valeur du bobinage	57
Banc d'essai pour blocs de bobinage	58

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE V

CONTRÔLE DES TRANSFORMATEURS. — Transformateurs M.F.	60
Contrôle mécanique	62
Contrôle électrique.	63
Transformateurs de liaison B.F.	64
Transformateurs de haut-parleurs	64
Transformateurs d'alimentation.	65
Banc d'essai pour transformateurs	66
Essai de durée	67

CHAPITRE VI

CONTRÔLE DES HAUTS-PARLEURS	69
Contrôle d'aspect	70
Contrôle mécanique, contrôle électrique	72
Contrôles électro-acoustiques	73
Mesure de la puissance maximum	74
Contrôle du rendement électro-acoustique	75

CHAPITRE VII

CONTRÔLE DES LAMPES	77
Essai de durée	79

CHAPITRE VIII

CONTRÔLE DES CHASSIS ET DES EBÉNISTERIES	80
--	----

CHAPITRE IX

CONTRÔLE DES PIÈCES DIVERSES	83
Contrôle des potentiomètres	83
Contrôle des démultiplicateurs	84
Contrôle des cadrans et boutons	85

APPENDICE

Calcul des résistances d'un pont de mesure	86
Mesure d'une petite capacité, d'une self-induction	87
Mesure de la capacité répartie	88
Relevé d'une courbe de résonance	89

LES MEILLEURS LIVRES TECHNIQUES

- LA RADIO?... MAIS C'EST TRES SIMPLE!** par E. AISBERG. — Vingt causeries amusantes expliquant la conception et le fonctionnement des appareils de T. S. F..... 27 fr.
- CAUSERIES SUR L'ELECTRICITE**, par J. L. ROUTIN. — Les notions fondamentales de l'électricité à la portée de tous..... 13 fr.
- MANUEL DE CONSTRUCTION RADIO**, par J. LAFAYE. — La fabrication du châssis et son câblage..... 20 fr.
- RADIO-DEPANNAGE ET MISE AU POINT**, par R. DE SCHEPPER. — La recherche méthodique des pannes..... 40 fr.
- MANUEL PRATIQUE DE MISE AU POINT ET ALIGNEMENT**, par O. ZELBSTEIN. — Seul traité exposant la méthode parfaite d'alignement 30 fr.
- LES SUPERHETERODYNES**, par G. SÉRAPIN. — Anatomie et physiologie du changeur de fréquence..... 40 fr.
- LA PRATIQUE DE L'OSCILLOGRAPHIE CATHODIQUE**, par R. ASCHEN et R. GONDROY. — Théorie, construction et applications..... 25 fr.
- TOUTES LES LAMPES**, par H. JAMAIN. — Tableau mural donnant culots et équivalences..... 10 fr.
- LES BOBINAGES RADIO**, par H. GILLOUX. — Calcul, réalisation et étalonnage de tous les bobinages H.F. et M.F..... 35 fr.
- DICTIONNAIRE RADIOTECHNIQUE ANGLAIS-FRANÇAIS**, par B. GORDON. — Près de 6.000 termes de la technique radio..... 28 fr.
- DICTIONNAIRE FRANÇAIS-ALLEMAND ET ALLEMAND-FRANÇAIS ELECTRICITE ET RADIO**, par E. et R. FRANÇOIS..... 30 fr.
- 100 PANNES**, par W. SOROKINE. — Problèmes pratiques de radio-dépannage, diagnostic et remèdes..... 20 fr.
- DEUX HETERODYNES MODULEES DE SERVICE**, par J. CARMAZ. — Construction et étalonnage d'une hétérodyne portative et d'une hétérodyne d'atelier 12 fr.
- SCHEMATIQUE 40**. — Collection récapitulative des schémas industriels publiés dans *Toute la Radio*..... 40 fr.
- FASCICULES SUPPLEMENTAIRES**. — Au nombre de 7, ils complètent la SCHEMATIQUE 40. — Le Fascicule..... 15 fr.
- LA PRATIQUE RADIOELECTRIQUE**, par A. CLAIR. — Conception d'une maquette, étude raisonnée des montages. Tome premier. 35 fr.
- LES ANTENNES DE RECEPTION**, par J. CARMAZ. — Tout ce qui concerne les antennes et leur installation..... 16 fr.
- LEXIQUE OFFICIEL DES LAMPES RADIO**, par L. GAUILLAT. Culottage, caractéristiques et équivalence des lampes européennes et américaines 27 fr.

Majoration de 10%, pour frais d'expédition

Tous ces livres sont édités et vendus par la
SOCIÉTÉ DES ÉDITIONS RADIO
42, Rue Jacob, PARIS-VI*

Compte chèques postaux : Paris 1164-34



35

PRIX : 24 FR.

Durand, 18, rue Séguier, Paris.
