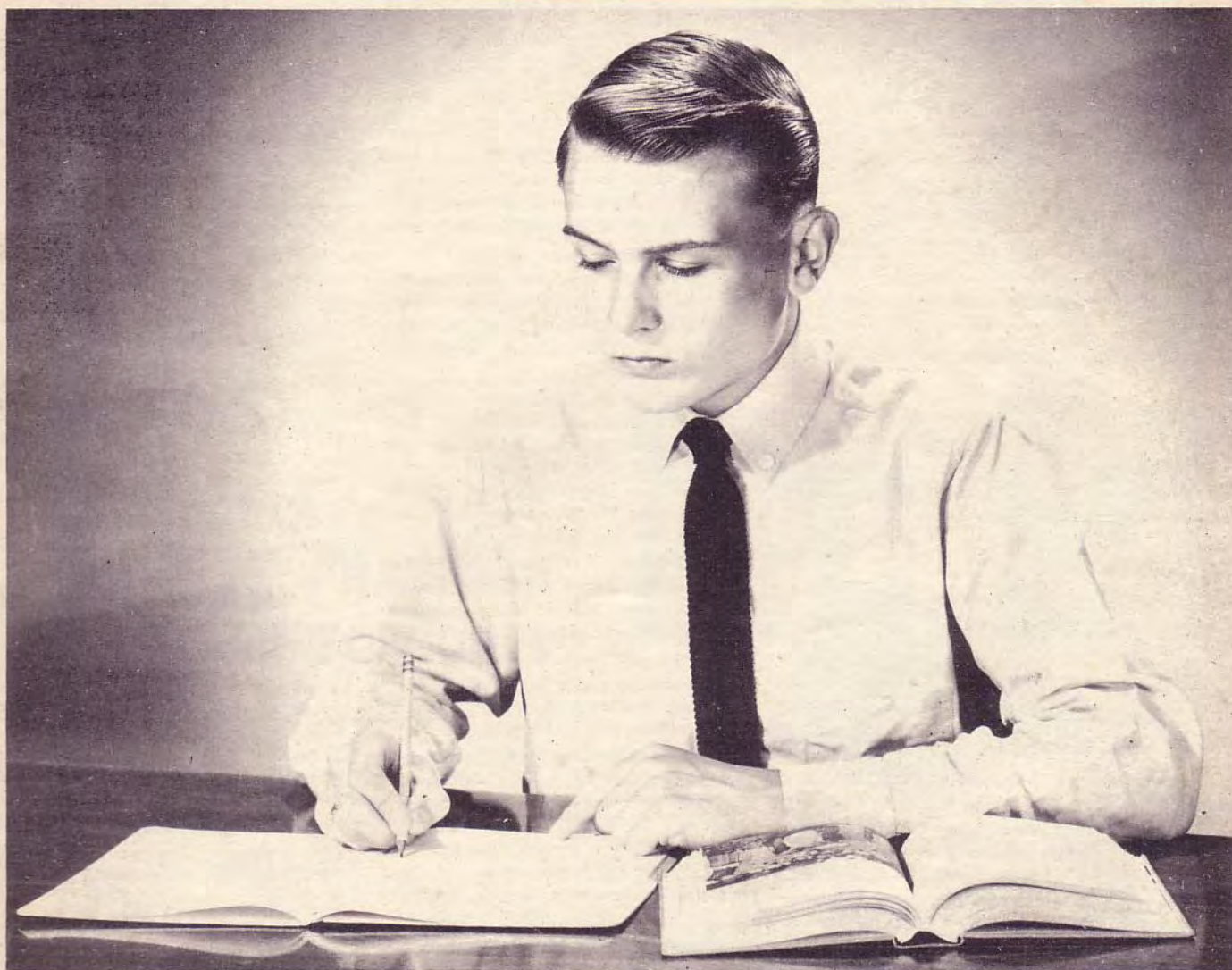


9

vosre Carrière

REVUE de TECHNIQUE RADIO

magazine des futurs életroniqueiens



REVUE HEBDOMADAIRE POUR LA FORMATION PROFESSIONNELLE — 26 AVRIL/2 MAI '65 — LE NUMÉRO : 1,60 F.
DIRECTION - ADMINISTRATION - ABONNEMENTS: EDITIONS CHIRON - 40, Rue de Seine - Tél. 633 - 18 - 93 - PARIS C.C.P. 53-35.
ABONNEMENTS: FRANCE - 1 AN (52 numéros) 70 F; 6 MOIS (26 numéros) 38 F - ETRANGER - 1 AN (52 numéros) 90 F.
Si vous possédez déjà des numéros, vous pouvez déduire du montant de l'abonnement la somme de 1,20 F par numéro.
PUBLICITE: PUBLEDITEC - 13 Rue C. Lecocq - Paris (15^e) - Tél. BLO 88-04 - DEPOT LEGAL EDITION N. 34 du 1^{er} Trim. 1965
DISTRIBUTION: Nouvelles Messageries de la Presse Parisienne - Paris - Directrice de la publication: Mme Etienne Chiron.

votre Carrière

revue hebdomadaire

Secrétaire de Rédaction: J. LAVERGNE



La revue est en vente aux kiosques, chaque semaine: si le kiosque en est démuné, ou si vous craignez d'être privé de quelques numéros, demandez l'envoi hebdomadaire directement à votre domicile.

ABONNEMENTS

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

Les anciens numéros peuvent être commandés séparément au prix unitaire.

Aucun envoi contre remboursement.

RENSEIGNEMENTS

Toute demande de renseignements doit être accompagnée d'une enveloppe timbrée à votre adresse ou d'un coupon-réponse.

COPYRIGHT

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

LA SEMAINE PROCHAÎNE

Courrier technique - Chronique des métiers de la Radio - Les inductances - L'énergie et le champ magnétique - Inductances en série et en parallèle - Induction mutuelle - Induction et courant alternatif - Réactance inductive - Impédance - Les bobinages dans la pratique - Coefficient de surtension - Calcul pratique d'une bobine - Blindage des bobines - Bobines pour basse fréquence - Symboles - Abréviations - Formules - Symboles schématisés - Questions sur la 28^{ème} et 29^{ème} leçons - Réponses aux questions du numéro précédent - Abaque donnant les relations réciproques entre coefficient de self-induction, réactance inductive et fréquence - Abaque pour le calcul rapide des bobinages cylindriques à une seule couche - Dictionnaire Anglais-Français.

Sommaire

★ Courrier technique	Page 2
★ Equipement et Composants	» 4
★ Les ohmmètres	» 5
★ Multimètres et contrôleurs universels	» 14
★ Dictionnaire Anglais-Français d'Electronique	» 17
★ Symboles et abréviations	» 27
★ Formules	» 27
★ Symboles schématisés	» 27
★ Questions sur la 25 ^{ème} et 26 ^{ème} leçons	» 27
★ Réponses aux questions du numéro précédent.	» 28
★ Construction d'un contrôleur	» 28
★ Conseils pour l'utilisation des contrôleurs universel	» 34

Courrier technique

M. RONIX - Les pièces des vieux postes de radio sont-elles récupérables? Qu'en pensez-vous?

Il y a des trésors dans les vieux postes de radio, surtout ceux construits de 1925 à 1935, car les pièces étaient bien nickelées ou argentées, largement dimensionnées, etc...

Premièrement: rejetez toutes pièces à contacts trop oxydés. Elles donneraient lieu à des contacts très résistants (pertes importantes dans la transmission du signal).

Deuxièmement: méfiez-vous « terriblement » des vieilles résistances. Les bâtonnets de carbone, s'ils ne sont pas parfaitement sains, bien capsulés et avec les fils bien accrochés, n'ont plus la même valeur. D'ailleurs des résistances neuves sont peu coûteuses.

Troisièmement: les petits condensateurs, fixes, étaient autrefois isolés au brai, à la cire, etc... et si les souris ne les ont pas grignotés, le « moi » peut les avoir détériorés, ou court-circuités.

Il reste cependant de splendides contacteurs, inverseurs et commutateurs, si leurs contacts sont restés propres et nets.

Il y a surtout les magnifiques condensateurs variables à air, d'autrefois. Il ne faut pas que leurs lames mobiles touchent les lames fixes en cours de rotation. Si l'on a un ohmmètre, on peut vérifier que le courant ne passe pas dans le condensateur variable pendant qu'on le tourne.

On peut aussi faire le petit branchement suivant:

On écoute au casque après avoir branché la prise de courant. Le silence doit être complet; si le bruit se produit pour une position du condensateur variable, s'il y a des crachements, il faut le rejeter.

Toutefois un bon nettoyage suffit à

enlever les poussières qui pouvaient le court-circuiter (plongez-le dans un détergent pour eau de vaisselle et laissez-le bien sécher à four très doux).

F. ROBLOT, qui possède quelques tubes radio dont il nous communique la liste, nous demande un projet de récepteur qui lui permettrait de les employer.

Il nous est malheureusement impossible d'élaborer un schéma pour un cas similaire. Notre courrier se base sur les problèmes d'ordre général ou, du moins, sur des arguments et contingences qui puissent être d'intérêt commun pour un certain nombre de nos lecteurs. Souvenez-vous, par ailleurs, qu'un schéma projeté seulement sur le papier peut difficilement présenter une garantie de plein succès.

R. GUESTEUX - Que signifie « mettre en phase » les haut-parleurs et quelle est l'utilité?

Les haut-parleurs électrodynamiques ou autres sont chargés de transformer l'énergie électrique vibratoire (énergie alternative à la fréquence des sons à reproduire) en énergie mécanique, vibrant aux mêmes fréquences.

Cette énergie mécanique consiste à faire vibrer une membrane qui, elle-même, ébranle l'air placé devant et derrière elle.

D'où transformation nouvelle en énergie acoustique (zones de pression et de dépression de l'air qui se déplacent du haut-parleur vers l'oreille de l'auditeur).

Le moteur électro-mécanique des haut-parleurs porte donc la membrane à faire vibrer.

Celle-ci est sollicitée d'avant en arrière puis en avant, etc...

Il est facile de comprendre que si l'on inverse les deux fils électriques alimentant le haut-parleur, le moteur vibrant marchera en décalage: il commencera par une sollicitation d'arrière en avant par exemple, puis en arrière, etc...

Cela n'a aucune importance lorsque l'appareil ne comporte qu'un seul haut-parleur.

Par contre dès qu'il y a plusieurs haut-parleurs, si on les branche « n'importe comment » certains cônes de haut-parleurs seront sollicités vers l'arrière au moment où la même impulsion de courant sollicitera les cônes du ou des autres haut-parleurs vers l'avant.

L'onde sonore créée sera en dépression devant une membrane, pendant qu'une autre onde sonore sera créée en pression devant l'autre.

Il y aura un « court-circuit » acoustique, annulation incomplète de l'onde sonore pour les fréquences sonores qui se trouvent en même temps dans plusieurs haut-parleurs de la même salle d'écoute.

L'effet est désastreux pour l'auditeur qui se rend compte que « ça ne marche pas » « ce n'est pas bon », etc...

Voici quelques exemples des conséquences du branchement « sans polarité » des deux fils de haut-parleurs.

1°) Dans une sonorisation, que ce soit dans une église, ou dans une salle de bal, on a placé 2 ou plusieurs sources sonores sans chercher une polarité identique pour tous les haut-parleurs qui reçoivent la même modulation (branchés tous en parallèle sur les deux mêmes fils).

Résultat: en certains points de la salle, les faisceaux sonores se croisent, s'annulent, on n'y entend que de la « bouillie sonore ».

2°) Dans une « colonne sonore » pour sonoriser une grande pièce, il y a dix petits haut-parleurs l'un sous l'autre; si l'on ne respecte pas le sens de branchement de chacun, le front d'onde sonore qui devrait sortir très pur et très intense sur la hauteur de la colonne, est troublé par les mouvements contraires des membranes: rendement acoustique très mauvais.

3°) Dans un ensemble de haute fidélité, ou dans un « meuble radio combiné », il y a par exemple, un haut-parleur de graves et un haut-parleur d'aiguës. Or il faut bien comprendre que la « frontière » séparant « aiguës » de « graves » n'est pas nette: les filtres basse fréquence répartiteurs qui envoient les hautes fréquences (graves) de l'autre côté, laissent passer le « médium » des deux côtés. Si les deux haut-parleurs ne sont pas branchés « en phase », + de chacun relié au même fil que le + de l'autre, les sons correspondant au médium seront gâchés, annulés, opposés, par les effets des deux haut-parleurs qui, au lieu de s'aider, se contrarieront.

Il en est de même avec trois haut-parleurs: graves, médium, aiguës: ils doivent tous « pousser » en même temps puis « tirer » en même temps.

4°) En stéréophonie, le microphone de gauche a capté des sons qui doivent être reproduits par le haut-parleur de gauche; le microphone de droite de

même a travaillé pour le haut-parleur de droite. Mais bien sûr, il y a dans chaque voie des sons communs, et c'est même l'intensité relative d'une modulation « gauche » par rapport à son niveau dans la zone « droite » qui crée l'effet de relief, de profondeur, et de présence « au centre » (là où il n'y a pas de haut-parleur) lorsque les modulations des deux voies sont équilibrées.

Là encore si la phase des deux haut-parleurs, droite et gauche, n'est pas la même, on s'expose au cafouillis sonore au centre, et, adieu l'effet stéréophonique! On peut résumer tout ce discours ainsi: auriez-vous l'idée de régler l'admission de vapeur d'une locomotive pour que la bielle de gauche pousse et fasse tourner les roues « gauche » dans un sens, pendant que la bielle de droite tirerait et ferait tourner les roues « droite » en sens contraire.

Vous feriez de jolis dégâts! Donc, regardez toujours les haut-parleurs avant de les brancher. Sur les deux bornes destinées aux deux fils de modulation l'une est repérée.

Elle est marquée « + » ou elle est rouge, ou marquée d'une croix, etc...

Le même fil de modulation devra être branché à toutes les bornes repérées de façon semblable, en cas de monophonie.

En cas de stéréophonie, chaque sortie d'amplificateur comporte des bornes « + » ou « rouge » de l'ampli « gauche » à la borne « + » ou « rouge » du haut-parleur gauche.

Même chose pour l'ampli « droite » et le haut-parleur « droite ».

Troisième édition

LA NOUVELLE PRATIQUE DES MAGNÉTOPHONES

Conception - Réalisation - Mise au point
Service



300 pages
Nombreux schémas et plans



19 F 50 port compris

Editions CHIRON, 40, rue de Seine, Paris
C. C. P. Paris 53-35

**20.000 Ω
PAR
VOLT**



**nouveau
CONTROLEUR**

LE MOINS ENCOMBRANT...

85x127x30 mm • 300 gr.
45 GAMMES DE MESURE
• Anti-chocs • Anti-surcharges

MODÈLE 517

PRIX :
170 F ttc
ETUI A PART 8.50

EN VENTE
CHEZ TOUS
LES
GROSSISTES

CENTRAD

4, RUE DE LA POTERIE
ANNECY-FRANCE
TÉL. : (79) - 45 - 08 - 88
C. C. P. LYON 891-14

Agence PUBLÉDITEC-DOMENACH 802

Équipement et Composants

Des machines qui calculent sans chiffres

Lors d'une récente visite au centre calculateur d'une compagnie de pétrole américaine, un sénateur fut bien désillusionné alors qu'il assistait à la démonstration pratique d'un calculateur électronique du type le plus moderne. « Nous calculons ici le comportement du reflux d'une installation sous projet pour la distillation fractionnée. L'intégration simultanée d'un système de huit équations différentielles par... » « Assez, assez! Excusez-moi, mais je ne comprends absolument rien », interrompit le sénateur. « Ne pouvez-vous pas me montrer une chose toute simple? Par exemple, comment la machine fait l'addition de 1 et 2 ». « Je regrette beaucoup, mais la machine n'est pas capable de faire cela ».

Le "cerveau électronique" qui ne sait pas compter jusqu'à trois - Les calculateurs analogiques ne sont pas des calculateurs de chiffres - Les avantages offerts par ces machines électroniques.

Au cours de ces dernières années, on s'est tellement accoutumé à juger la performance d'un calculateur électronique par le nombre des additions qu'il est capable de faire par millièmes de seconde que même les personnes inexpérimentées, mais intéressées, ne font pas attention à la différence existant entre la milliseconde et la microseconde.

Mais quelle est l'utilité d'un « cerveau électronique » qui ne sait pas compter jusqu'à trois? On l'appelle « calculateur analogique », et malgré ce nom mélodieux, il ne jouit pas de la même estime auprès du grand public que son grand frère, le calculateur digital.

Ceci n'est pas dû à son ignorance, mais plutôt au fait que, contrairement au calculateur digital, il obtient ses résultats sans utiliser les chiffres.

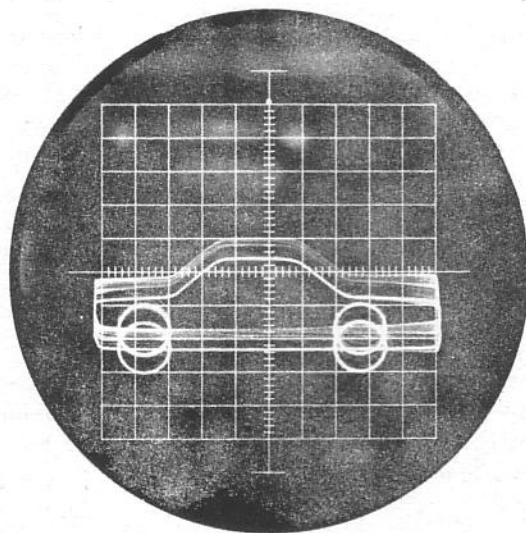
Depuis l'époque d'Adam Riese, on s'est accoutumé à décrire au moyen de nombres et de chiffres tout ce qui est possible.

On oublie, généralement, qu'une pierre qui tombe à terre, une corde de violon qui vibre, ou bien un orage deviennent l'objet de calculs seulement par l'intervention de l'homme qui commence à compter.

Il coupe ce phénomène, en soi continu, en petits morceaux individuels qui lui permettent de calculer.

En général, cependant, on calcule pour pouvoir faire une prédiction.

Dans la plupart des cas, la question fondamentale est: « Qu'est-ce qui se passe si...? ». L'autre moyen pour répondre à cette question, c'est l'expérience. Mais il existe toute une série de problèmes que l'on ne peut résoudre ni de l'une ni de l'autre façon, parce que ce-



Test électronique pour auto au moyen d'un calculateur analogique. Comment réagissent les essieux d'une auto qui roule à 70 km à l'heure sur les « nids de poule » d'une route? Jusqu'où peut aller la résistance de la suspension? On peut répondre à ces questions et à bien d'autres au moyen de calculateurs analogiques, auxquels on soumet une programmation correspondante. Sur l'écran de l'oscillographe on peut voir l'image stylisée d'une auto, dont on peut déjà prévoir et étudier le comportement et les réactions sur la planche à dessin (Photo Telefunken).

la requiert, peut-être, trop de temps ou parce que c'est trop dangereux.

Un jour, le chef d'une firme d'automobiles donna le conseil à son constructeur: « Faites simplement comme si vous aviez déjà la chose, et perfectionnez-la ensuite ». C'est, peut-être, la meilleure définition du mode de fonctionnement d'un calculateur analogique.

Il fait comme s'il était un navire spatial, un procédé de production ou une installation chimique. On peut alors l'observer et corriger son comportement.

A la différence des lois de l'homme, les lois de la nature offrent l'avantage d'être de validité universelle. Elles sont valables non seulement aujourd'hui et demain et partout, mais encore pour les choses les plus diverses.

Le pendule d'une horloge est soumis à la même loi qu'un circuit oscillant électrique, et un volant à la même loi qu'une bobine électrique.

C'est-à-dire, le comportement de toutes ces choses est analogue. Or, pour la plupart des phénomènes physiques, il est possible de produire des analogies électriques et de les réunir, d'une manière quelconque, en calculateur analogique. On réussit toujours à faire cela chaque fois qu'il est possible d'indiquer pour ces phénomènes des équations différentielles.

(suite page 33)

LES OHMMETRES

L'ohmmètre est un instrument destiné à mesurer la résistance, soit d'éléments séparés, soit de tout un circuit ou d'une partie de ce dernier, par lecture de la valeur ohmique sur une échelle graduée en ohms.

L'ohmmètre est également utilisé très souvent pour vérifier la continuité d'un circuit (détecter les coupures éventuelles ou les erreurs de branchements) ou pour rechercher les courts-circuits accidentels. En lui apportant quelques modifications appropriées il peut également servir à la mesure approximative des capacités.

C'est un instrument extrêmement utile au radiotechnicien pour lequel il est aussi important que le voltmètre ou l'ampèremètre qui, ainsi que nous le verrons, peuvent se combiner ensemble pour former un seul appareil de mesure appelé « multimètre » ou « boîte de contrôle » (*tester*, en anglais).

Un ohmmètre est constitué d'un instrument sensible à cadre mobile, d'une source de courant à basse tension (continu) et d'un certain nombre de résistances destinées à limiter l'intensité du courant.

L'instrument de mesure est généralement un milliampèremètre ou un micro-ampèremètre et la tension est fournie par une pile de faible dimension contenue dans le boîtier de l'instrument.

Les valeurs ohmiques des résistances employées dans les divers appareils électroniques vont d'une fraction d'ohm à plusieurs millions d'ohms (Mégohm = $M\Omega$). Les ohmmètres sont généralement conçus de manière à pouvoir couvrir un certain nombre de gammes — des valeurs les plus faibles aux valeurs les plus élevées — ce qui s'obtient en commutant des résistances limiteuses de valeurs appropriées dans le circuit. La gamme désirée peut, alors, être choisie soit au moyen d'un nombre correspondant de douilles, soit au moyen d'un contacteur rotatif; dans ce dernier cas, l'appareil ne comporte que deux douilles de branchement qui sont communes à toutes les gammes.

Le cadran de l'instrument de mesure peut, soit comporter autant d'échelles de lecture qu'il y a de gammes ou, encore, ne comporter qu'une échelle unique dont les indications seront multipliées par un facteur déterminé, suivant la gamme utilisée.

OHMMETRE A MONTAGE EN SERIE

L'ohmmètre dont le schéma de principe est donné par la figure 1, se compose d'une pile de 4,5 volts, d'une résistance variable R_a et d'une résistance fixe R_b reliées en série avec un milliampèremètre.

Les deux fiches P_1 et P_2 qui terminent les fils de liaison doivent être en contact avec les extrémités de la résistance à mesurer R_x .

L'instrument a une sensibilité de 1 mA, ce qui veut dire que la déviation totale de l'aiguille se produit lorsqu'un courant de 1 mA passe dans sa bobine mobile. Sa résistance interne est de 50 ohms.

La résistance fixe R_b limite le passage du courant et évite — ainsi — d'endommager l'instrument; en effet, si elle n'existait pas, et si la résistance variable R_b était réglée au minimum de sa valeur (quelques ohms seulement), le courant passant dans le circuit pourrait atteindre une intensité trop forte au moment de la mesure, c'est-à-dire quand le circuit se refermerait par la mise en contact des deux pointes de touche P_1 et P_2 .

La résistance variable R_a permet d'ajouter la résistance totale du circuit, de telle sorte qu'une intensité de 1 mA exactement passe dans l'instrument quand les deux pointes de touche sont mises en contact; dans notre cas particulier, ceci se produit quand la résistance totale en série avec l'instrument ($R_b + R_a$) est égale à 4 500 ohms (en effet 4,5 volts: 4 500 = 1 mA).

Dans le circuit étudié, la résistance interne de l'instrument est de 0 ohm, la valeur de R_b est de 4 000 ohms et R_a dont la valeur maximum est 1 000 ohms, devra être réglée à 450 ohms, afin d'obtenir une résistance totale de 4 500 Ω , ce qui permettra la déviation totale de l'aiguille au moment de la fermeture du circuit.

Quand les pointes sont en contact entre elles, le courant passe dans l'instrument, et l'aiguille dévie le long de l'échelle. Ce courant peut être réglé par un bouton (commandant la résistance variable R_a) placé sur le panneau avant de l'appareil; ce bouton marqué « réglage du zéro » permet de contrôler l'intensité passant dans la bobine mobile et ainsi, d'obtenir que l'aiguille dévie jusqu'au bout de l'échelle de mesure.

Cette position de l'aiguille correspond à une valeur de résistance « zéro », étant donné que les pointes de touche sont seulement en contact et que, dans ce cas, la résistance R_x , à mesurer, est nulle.

On peut donc en déduire que, dans le cas d'un ohmmètre à montage en série, les valeurs de résistance les plus basses seront en bout d'échelle, tandis que les plus grandes seront en début.

Lorsque la pile vieillit, sa tension diminue et il est nécessaire de « refaire le zéro » en agissant à nouveau sur la résistance R_a , en diminuant sa valeur, ce qui diminuera la résistance totale en série avec l'instrument.

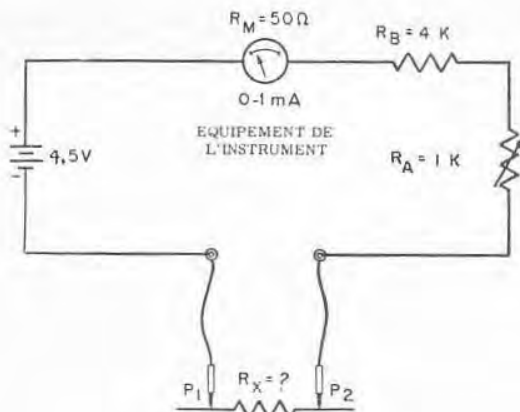


Fig. 1 - Circuit de base de l'ohmmètre du type série. En mettant en contact P1 et P2, on règle R_A de telle sorte que le courant dans R_M soit exactement de 1 mA.

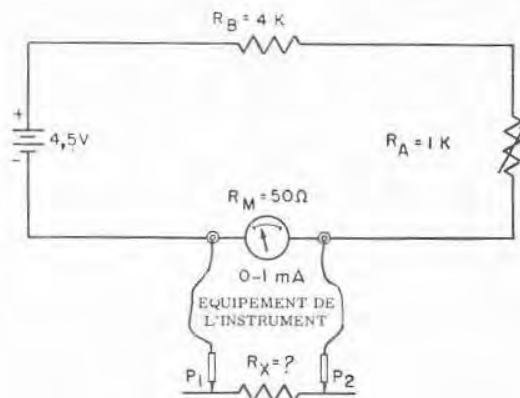


Fig. 2 - Circuit de base de l'ohmmètre du type parallèle. Il est particulièrement adapté à la mesure des faibles résistances. R_A a la même fonction que dans le type précédent, mais dans ce cas, P1 et P2 ne doivent pas être mis en contact.

Cette résistance de réglage, ou de remise à zéro, peut être mise en série ou en parallèle sur l'instrument; dans ce dernier cas, elle est branchée en série avec une autre résistance fixe et toutes les deux sont mises en parallèle sur le cadre mobile.

Pour obtenir une précision maximum dans la mesure des résistances, il est indispensable de procéder à la remise à zéro avant chaque mesure.

Après avoir réglé l'ohmmètre pour la déviation maximum, les deux points sont séparés et l'aiguille retourne immédiatement à sa position de repos à l'extrémité gauche de l'échelle.

Quand les deux pointes de touche sont mises en contact avec les extrémités d'une résistance de valeur inconnue, celle-ci se trouve insérée dans le circuit; l'intensité du courant se trouvera donc réduite et l'aiguille ne déviara plus jusqu'au bout de l'échelle.

Si la valeur ohmique de la résistance à mesurer R_x est égale à la résistance déjà présente dans le circuit, la résistance totale deviendra donc $4\,500 + 4\,500 = 9\,000$ ohms. Dans ce cas, le courant passant dans le circuit aura une intensité égale à: $I = E/R = 4,5 : 9\,000 = 0,0005$ A, soit 0,5 mA. Cette intensité étant la moitié de celle qui est nécessaire pour dévier l'aiguille au maximum, elle s'immobilisera au milieu de l'échelle.

Ainsi, quand on étalonne un instrument du type illustré sur la figure 1, le point central de l'échelle porte la graduation 4 500 ohms.

Si la valeur de R_x est le double de celle du circuit de l'ohmmètre, la résistance totale triplera et le courant sera réduit au tiers de sa valeur maximum. L'aiguille s'immobilisera au tiers de l'échelle, et ce point sera marqué 9 000 ohms qui est la valeur de R_x .

Tous les points de l'échelle de l'ohmmètre pourront être marqués en se servant de la formule ci-dessous:

$$R_x = R_c \left(\frac{I_1 - I_2}{I_2} \right)$$

dans laquelle:

R_c = résistance totale avec les pointes court-circuitées

R_x = résistance inconnue

I_1 = courant total avec les pointes court-circuitées

I_2 = courant quand R_x est placé en série.

Exemple. Cherchons la valeur de R_x quand l'aiguille indique un courant de 0,25 mA dans le circuit de l'ohmmètre.

$$R_x = 4\,500 \left(\frac{1 - 0,25}{0,25} \right) = 13\,500 \text{ ohms}$$

En utilisant cette formule, on peut étalonner l'échelle pour lire ensuite directement en ohms la valeur d'une résistance inconnue mise en contact avec les pointes. Les valeurs de résistance augmentent en allant de droite à gauche, c'est-à-dire du maximum au minimum de déviation.

L'ohmmètre du type série ne peut être employé pour mesurer avec précision les résistances de valeurs peu élevées, telles que celles des bobines, des transformateurs et autres enroulements dont les résistances sont souvent inférieures à 5 ohms, car les déviations de l'aiguille sont alors si faibles, qu'il est pratiquement impossible de faire une lecture correcte.

Voyons comment ceci peut être illustré par un exemple pratique, en appliquant la formule ci-dessus.

Supposons que l'échelle de l'instrument comporte 10 divisions également espacées; si l'aiguille dévie jusqu'à la division 9 (9/10 de l'échelle) l'intensité du courant est de 0,9 mA. En utilisant la formule d'étalonnage on peut trouver la valeur de la résistance. On a:

$$R_x = R_c \left(\frac{I_1 - I_2}{I_2} \right) = 4\,500 \left(\frac{1 - 0,9}{0,9} \right) = 500 \text{ ohms}$$

Si une résistance de 500 ohms produit une déviation de l'aiguille égale aux 9/10 de l'échelle, toutes les valeurs inférieures devront être lues dans un espace égal à 1/10 de cette échelle; il sera alors impossible de lire des valeurs ohmiques très faibles et il sera nécessaire d'employer d'autres types de circuits.

OHMMETRE A MONTAGE EN PARALLELE

Avec ce montage (voir figure 2) il est possible de mesurer des résistances de faibles valeurs.

Dans ce cas, la résistance de valeur inconnue R_x est

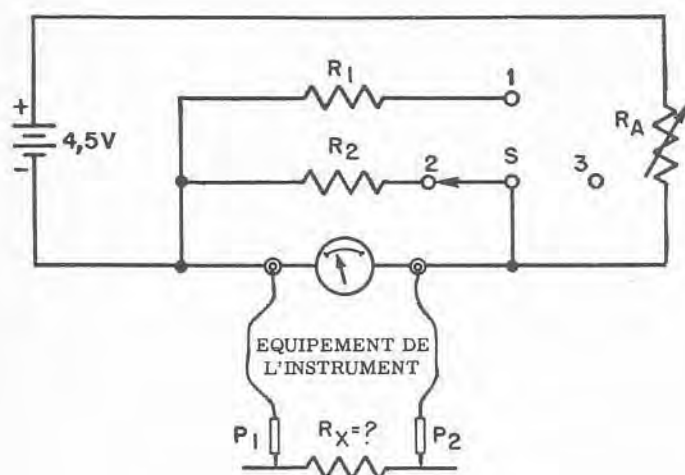


Fig. 3 - Schéma de principe d'un ohmmètre du type parallèle avec trois échelles. Selon la position du contacteur S, le courant passant dans l'instrument se trouve réduit en raison du fait que sur deux sensibilités, une partie est dérivée par les résistances R1 ou R2. Le tarage se fait toujours en agissant sur RA, les pointes de touche P1 et P2 n'étant pas en contact.

placée en parallèle sur l'instrument de mesure; une partie du courant passant dans le circuit est dérivé par R_x donc la déviation de l'aiguille sera moindre.

Le courant passant dans le cadre mobile de l'instrument dépend du rapport existant entre sa résistance interne propre et R_x .

Ainsi, quand la première est connue, R_x peut être déterminée au moyen de la formule:

$$R_x = R_m \left(\frac{I_1}{I_1 - I_2} \right)$$

dans laquelle.

R_m = résistance du cadre mobile de l'instrument.

R_x = résistance inconnue

I_1 = courant dans l'ohmmètre (sans R_x).

I_2 = courant dans l'ohmmètre (avec R_x).

Pour « tarer » l'appareil, c'est-à-dire pour faire le « zéro », on écarte les pointes l'une de l'autre et l'on règle R_A pour obtenir la déviation maximum de l'aiguille, c'est-à-dire pour que le courant passant dans le circuit ait exactement une intensité de 1 milliampère.

Les pointes de touche sont mises en contact avec les extrémités de la résistance R_x (figure 2), laquelle se trouve ainsi placée en parallèle sur l'instrument. Le courant se divise en deux parties et l'intensité traversant la bobine mobile est directement proportionnelle à la valeur de R_x ; elle sera d'autant moins forte que R_x sera plus faible. L'aiguille accusera donc une déviation moins grande.

Par exemple, si R_x est égale à la résistance de l'instrument, soit 50 ohms, on se trouve placé dans le cas de deux résistances égales, en parallèle l'une sur l'autre; le courant se divise en deux parts égales et l'aiguille s'immobilisera au milieu de l'échelle, indiquant 0,5 mA; cette valeur correspond à une résistance de 50 ohms.

Toute l'échelle peut ainsi être étalonnée à l'aide de la formule ci-dessous et on constate que les valeurs de résistance augmentent de gauche à droite, le maximum coïncidant avec la plus grande déviation de l'aiguille. Le comportement de l'appareil est donc exacte-

ment le contraire de celui que nous avons décrit pour le circuit série de la figure 1.

Le fait que la résistance interne de l'instrument soit « shuntée » par R_x a un effet négligeable sur la résistance totale du circuit car, pour n'importe quelle valeur de R_x , la valeur résultante est toujours inférieure à 50 ohms et une variation de moins de 50 ohms dans un circuit ayant une résistance totale de 4 500 ohms ne représente qu'une erreur très faible. Bien que cela puisse augmenter l'intensité du courant passant dans un circuit, cette augmentation est tellement faible qu'elle est absolument insensible dans la pratique.

La gamme de lecture utile de l'échelle d'un tel ohmmètre (illustré dans la figure 2) est comprise entre 5 ohms et 400 ohms, environ. Les valeurs inférieures ou supérieures sont difficilement lisibles avec précision car elles sont trop rapprochées les unes des autres, aux deux extrémités de l'échelle.

Dans le cas où on désire une meilleure précision pour les faibles valeurs de R_x , on peut étendre cette gamme en plaçant en parallèle sur l'instrument d'autres résistances de valeurs déterminées. La gamme désirée est alors choisie en mettant en circuit des « shunts » appropriés, ou dans des douilles prévues à cet effet, ou au moyen d'un contacteur.

Il est ainsi possible de lire des valeurs de résistance très faible (une fraction d'ohm) avec une certaine précision, en s'arrangeant pour que la déviation totale de l'aiguille soit obtenue pour une résistance de l'ordre de quelques ohms seulement.

La figure 3 donne le schéma de principe d'un ohmmètre à montage parallèle ayant trois échelles de mesures.

Quand le contacteur se trouve en position 3, aucune résistance n'est placée en « shunt » sur l'instrument et la résistance inconnue R_x est placée en parallèle sur lui. On obtient ainsi une gamme s'étendant jusqu'à 400 ohms au maximum, comme dans l'appareil de la figure 2. Sur la position 1, le contacteur place la résistance R_1 en parallèle sur l'instrument; cette résistance dérive une partie du courant et, de ce fait, la déviation de l'aiguille sera moins grande; ceci donnera

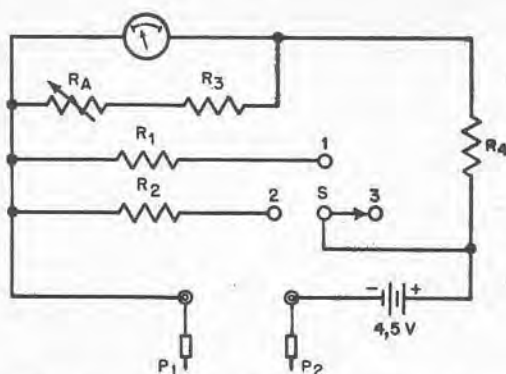


Fig. 4 - Ohmmètre à trois sensibilités: une pour valeurs élevées (contacteur S en position 3) et deux pour faibles valeurs (contacteur sur 1 ou 2). La résistance de tarage (R_A) est mise en série avec la résistance limiteuse R_3 , l'ensemble étant placé en parallèle sur l'instrument de mesure: ceci donne une meilleure régulation et permet une lecture plus précise de la valeur de la résistance inconnue.

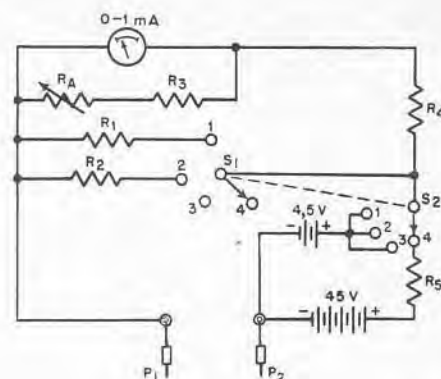


Fig. 5 - Ohmmètre à 4 échelles de lecture. On notera l'utilisation de deux piles (4,5 et 45 V), la première servant aux trois positions 1, 2 et 3 (résistances de faibles valeurs), la deuxième dans la position 4 (résistances élevées).

une gamme de mesure de résistances de valeurs plus faibles que le précédent. Sur la position 2, la résistance R_2 (de valeur moindre que R_1) est placée en « shunt » et la gamme ainsi obtenue permettra de mesurer des résistances encore plus faibles.

En résumé, en plaçant ces résistances (R_1 et R_2) en « shunt » sur la bobine mobile de l'instrument, on diminue la résistance interne apparente de l'instrument, et des résistances R_x de faibles valeurs ohmiques produiront une déviation importante de l'aiguille (vers la gauche), permettant une lecture plus facile.

Il faut remarquer que, chaque fois que l'on change de gamme, l'ohmmètre doit être « taré » (remis à zéro) à nouveau au moyen de R_A , avant d'effectuer les mesures. Avec ce type d'ohmmètre, on ne doit pas court-circuiter les pointes pour faire cette opération.

Les échelles de lecture portent des graduations dont les valeurs augmentent de la gauche vers la droite, le maximum de chacune des échelles étant donné par la plus grande déviation de l'aiguille, ce qui est normal, puisque plus élevée est la valeur ohmique de la résistance inconnue, plus faible est le courant qu'elle dérive.

OHMMETRE DU TYPE SERIE AVEC RESISTANCES EN PARALLELE

La figure 4 donne le schéma d'un type d'ohmmètre ayant une gamme de mesure pour résistances de valeurs élevées en deux gammes pour faibles valeurs.

Il s'agit d'un circuit du type en série puisque R_x est placée en série dans le circuit, mais il comporte également des « shunts » en parallèle sur l'instrument pour la mesure de faibles résistances.

Ce type d'appareil est appelé « ohmmètre à sensibilités multiples » du fait qu'il comporte plusieurs gammes de mesures.

Pour améliorer le réglage du zéro ou « tarage », la résistance variable R_A et la résistance limiteuse de courant R_3 , sont mises en série et sont branchées en parallèle sur la bobine mobile de l'instrument. Ceci permet de compenser les variations de tension de la batterie, dues au vieillissement et permet une mesure

plus précise de R_x .

La résistance R_4 mise en série avec la pile, limite le courant passant dans l'ohmmètre à l'intensité nécessaire pour faire dévier l'aiguille à peu près au maximum, le réglage exact étant fait en agissant sur R_A .

Lorsque le contacteur est sur la position 3, l'ohmmètre est du type montage en série et permet, ainsi que nous le savons, de mesurer des résistances de valeurs élevées. Dans ce cas, le tarage se fera en mettant en contact les pointes de touche et en réglant R_A pour obtenir la déviation maximum de l'aiguille.

Pour la mesure des résistances de valeur plus faible, le contacteur est placé sur la position 1, mettant ainsi R_1 en parallèle sur l'instrument, ou sur la position 2, dans laquelle une résistance R_2 , de valeur encore plus faible, est mise en parallèle à son tour. Ces résistances dérivant une partie du courant, il faudra, à chaque fois, refaire le tarage au moyen de R_A .

Dans les ohmmètres à sensibilités multiples, on dispose parfois d'échelles séparées pour les diverses gammes. Toutefois, très souvent l'instrument ne comporte qu'une échelle sur laquelle sont portées les valeurs correspondant à la gamme la plus basse; pour les autres gammes, on multiplie les valeurs ainsi indiquées par un facteur déterminé.

Les résistances sont choisies de telle sorte que les facteurs de multiplication soient des multiples de 10, ce qui facilite les lectures; on aura donc les échelles $R \times 1$, $R \times 10$, $R \times 100$, etc... La valeur réelle de la résistance à mesurer sera donc, dans ce cas, celle indiquée par le cadran de l'instrument, multipliée par le facteur porté sur le contacteur.

Par exemple, si nous lisons sur le cadran la valeur 30 et que le facteur de multiplication est 100, la résistance aura une valeur ohmique de $30 \times 100 = 3\,000 \, \Omega$.

Pour mesurer des résistances plus grandes que celles que permet l'ohmmètre de la figure 4, il faut utiliser une pile donnant une tension plus élevée.

Le courant qui passe dans le circuit étant égal au quotient de la tension par la résistance, $I = E/R$, il est évident qu'en augmentant la résistance du circuit,

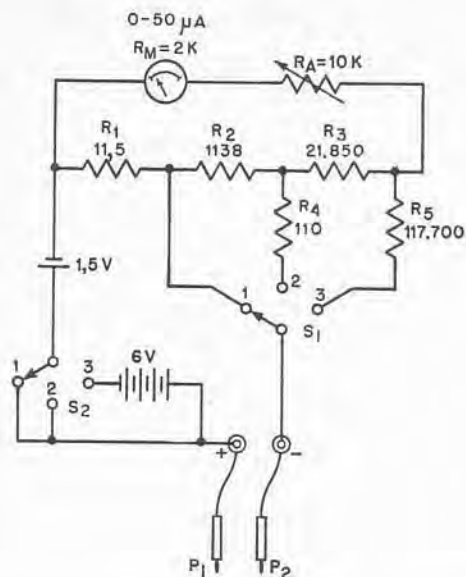


Fig. 6 - Schéma d'un ohmmètre commercial. Il comporte trois échelles: 0—2 000 ohms, 0—200 000 ohms et 0—2 Mégohms. On trouve deux piles (1,5 et 6 volts), un contacteur double et un appareil de 50 micro-ampères. Les sections S1 et S2 du contacteur sont en tandem et unies de façon à insérer simultanément dans le circuit les « shunts » et les résistances en série appropriées, et choisissant la tension exacte d'alimentation.

on arrive à un point où le courant n'est plus suffisant pour faire dévier l'aiguille d'une façon appréciable.

Il faudra donc employer une pile donnant une tension plus élevée pour que l'intensité du courant soit suffisante, malgré une résistance élevée dans le circuit.

L'augmentation de la sensibilité de l'appareil est proportionnelle à l'augmentation de la tension.

Pour donner un exemple, si cette tension est quintuplée ($4,5 \text{ V} \times 5 = 22,5 \text{ volts}$), on pourra mesurer des résistances 5 fois plus grandes et toutes les indications portées sur les échelles devront être multipliées par 5 pour obtenir les valeurs réelles de R_x . Si la tension de la pile passe à 45 volts, le facteur de multiplication sera égal à 10, et ainsi de suite.

Pour que l'intensité du courant traversant le milliampermètre ne dépasse pas 1 mA, la valeur de la résistance limiteuse R_4 devra être augmentée dans les mêmes proportions, soit 5 fois pour une tension de 22,5 volts et 10 fois pour une tension de 45 volts.

Le circuit de l'ohmmètre de la figure 5, comporte deux piles séparées, une de 4,5 volts et l'autre de 45 volts. Avec ce schéma on peut avoir une gamme de mesure pour les résistances de valeurs moyennes et une gamme pour résistances élevées; toutes ces gammes pouvant être commutées au moyen du contacteur à deux circuits et quatre positions, S1 et S2.

Les trois premières gammes sont alimentées par la pile de 4,5 volts, tandis que la quatrième est alimentée par la pile de 45 volts, qui est mise automatiquement en circuit quand le contacteur est sur la position 4.

Ainsi que nous l'avons dit, le contacteur comporte deux sections montées sur un axe commun, donc actionnées en même temps; les résistances R_4 et R_5 limitent le courant passant dans le circuit.

Quand la pile de 4,5 volts est en service, la résistance R_4 se trouve en série entre la pile et l'instrument, tandis que R_5 est hors circuit. Par contre, quand la pile de 45 volts est en service, R_5 se trouve placée en série avec R_4 pour limiter le courant à la valeur nécessaire pour obtenir la déviation maximum de l'aiguille du milliampermètre.

La tension la plus élevée (45 volts) peut être obtenue également au moyen d'une alimentation secteur (avec redresseur de courant), mais cela présentant certaines difficultés, ce système est peu employé.

Les deux pointes de touche doivent être mises en contact chaque fois que l'on procède au tarage, c'est-à-dire avant chaque mesure et, tout au moins, chaque fois que l'on change d'échelle.

Les résistances en parallèle sur l'instrument (positions 1 et 2) sont choisies de telle sorte que le facteur de multiplication soit un multiple de 10. Il est ainsi possible d'étalonner l'appareil sur la seule gamme inférieure, les autres gammes étant obtenues en multipliant les indications portées sur le cadran par un facteur convenable.

Tous les instruments employés dans les circuits décrits ci-dessus ont une sensibilité de 1 mA (déviation maximum), soit 1 000 ohms/volt. Si l'on utilise un instrument plus sensible (c'est-à-dire qui demande un courant inférieur à 1 mA pour sa déviation totale), on peut obtenir les mêmes gammes de mesure avec une tension d'alimentation plus faible. Ainsi, un galvanomètre de 20 000 ohms/volt demande une intensité de 50 µA (micro-ampères) pour sa déviation totale; il sera 20 fois plus sensible que celui que nous utilisons jusqu'ici et il suffira, pour obtenir les mêmes gammes, d'employer une pile donnant une tension bien plus faible.

La figure 6 donne le schéma d'un ohmmètre du commerce permettant de mesurer des résistances de 0,2 ohm à 20 Mégohms. Il comporte trois gammes: de 0 à 2 000 ohms, de 0 à 200 000 ohms et de 0 à 20 Mégohms. Les deux premières sont alimentées par une pile de 1,5 volt, tandis qu'une seconde pile de 7,5 volts (1,5 + 6 volts) alimente la troisième.

Les deux sections du contacteur (S1 et S2) permettent de mettre en circuit les « shunts » et les résistances en série et, en même temps, de choisir la tension d'alimentation convenable.

Les pointes de touche P1 et P2 doivent être mises en contact et la résistance de tarage, R_a , doit être réglée

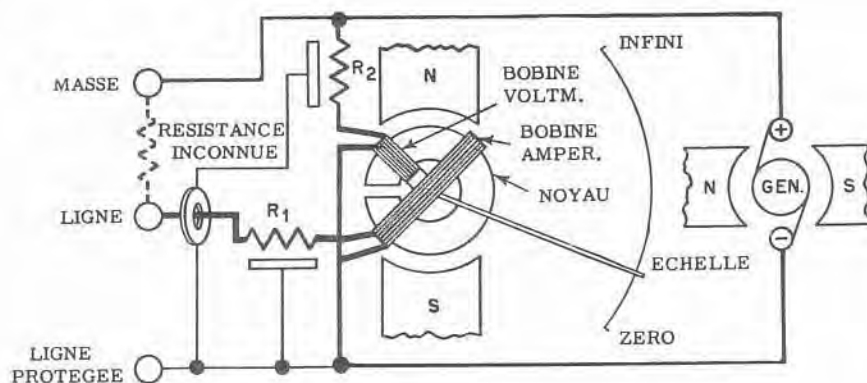


Fig. 7 - Schéma d'un type particulier d'ohmmètre, appelé Megger. L'aiguille s'immobilise dans une position où les deux champs magnétiques opposés, créés par les deux bobines, s'équilibrent. L'intensité du champ est fonction de l'intensité du courant passant dans la résistance à mesurer. L'appareil produit la tension nécessaire à son fonctionnement.

à nouveau pour faire le « zéro » avant la mesure, lorsqu'on change de gamme.

L'instrument comporte une échelle directement étalonnée pour la gamme de mesure la plus basse; les lectures sur les autres gammes sont obtenues en multipliant les chiffres du cadran par le facteur de multiplication indiqué par la position du contacteur S1 - S2.

L'échelle s'étend de gauche à droite, les valeurs ohmiques les plus grandes étant inscrites vers l'extrémité gauche.

L'alimentation se fait au moyen de 5 éléments de pile 1,5 volt.

En parallèle sur le micro-ampèremètre sont placés les « shunts » dont le rôle est de limiter l'intensité du courant passant dans le cadre mobile de l'instrument à la valeur nécessaire pour obtenir la déviation totale de l'aiguille.

LE « MEGGER » OU MEGOMMETRE

Bien qu'il s'agisse d'un instrument peu utilisé en radio, nous croyons opportun de décrire brièvement le « Megger » qui peut être considéré, à la rigueur, comme un type spécial d'ohmmètre.

C'est un instrument particulièrement adapté à la mesure des résistances de très fortes valeurs ohmiques, de plusieurs dizaines ou centaines de Mégohms.

Sa caractéristique essentielle réside dans le fait que l'alimentation est fournie par un générateur de courant continu actionné par une manivelle et que la tension de cette source de courant n'a aucune influence sur la précision de la mesure effectuée.

Ce générateur peut fournir des tensions continues de l'ordre de 500, 1 000 ou même 2 000 volts aux bornes de mesure.

Le courant produit passe de la sortie négative du générateur à travers la bobine voltométrique (figure 7), puis dans la résistance R2 (de valeur élevée), pour retourner enfin au générateur par la borne positive.

Le champ magnétique créé par la bobine voltométrique se compose avec celui de l'aimant permanent, provoquant la déviation de l'aiguille dans le sens inverse

de celui de la marche des aiguilles d'une montre. Si rien n'est branché entre les bornes de mesure (résistance infinie), l'aiguille se déplace jusqu'au bout de l'échelle, marqué « infini ».

En branchant entre les bornes « ligne » et « masse » une résistance de valeur inconnue, on provoque l'apparition d'un autre courant partant du négatif du générateur, passant dans la bobine ampèremétrique, puis dans R1 et enfin, dans la résistance inconnue pour retourner au pôle positif du générateur. Le champ magnétique créé par ce courant dans la bobine ampèremétrique réagit à son tour, provoquant une déviation de l'aiguille dans le sens contraire au précédent.

Plus faible sera la valeur de la résistance inconnue, plus forte sera l'intensité du courant passant dans ce circuit et l'aiguille se déplacera vers l'extrémité « zéro ».

Cet instrument, appelé également ohmmètre différentiel, se révèle fort utile pour les mesures d'isolement, grâce à la forte tension disponible à ses bornes.

L'aiguille s'immobilise en un point où les deux champs magnétiques opposés s'équilibrent.

Pour la mesure des résistances supérieures à 100 Mégohms, on utilise le circuit de sécurité (tracé en traits fins) dans lequel on se sert du courant de dispersion prélevé électrostatiquement par des électrodes placées à proximité des résistances R1 et R2 et de la connexion de ligne.

UTILISATIONS DE L'OHMMETRE

Après avoir détaillé le schéma d'un ohmmètre et indiqué les diverses réalisations possibles, il nous paraît utile de donner quelques conseils sur l'utilisation de ces appareils, ce qui nous permettra, de revoir quelques principes de fonctionnement.

Les connaissances acquises en cette matière seront utiles pour la compréhension de la leçon suivante, dans laquelle l'ohmmètre sera décrit dans sa version la plus classique, c'est-à-dire dans celle qui entre dans la composition d'un multimètre ou boîte de contrôle (figure 8). Voici les règles à observer pour utiliser au mieux un ohmmètre.

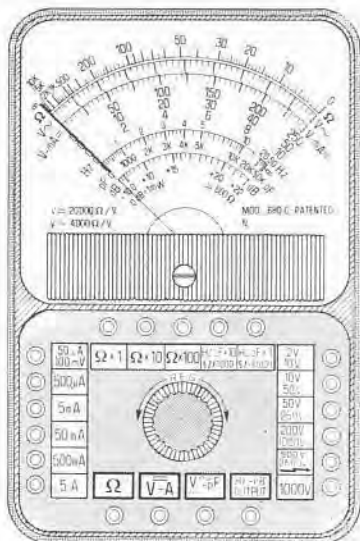


Fig. 8 - Dans cette réalisation faisant l'objet de la description complète dans la leçon n° 26, l'ohmmètre fait partie d'un ensemble dit « multimètre » ou « boîte de contrôle » fonctionnant également en voltmètre, ampèremètre, capacimètre et fréquencemètre. En ohmmètre, les gammes sont dix: 4 sont égales à $\Omega \times 1$ — $\Omega \times 10$ — $\Omega \times 100$ — $\Omega \times 1\,000$ — à l'aide d'une pile, à l'intérieur, de 3 volts. Une autre gamme est de 10 000 à l'aide d'une alimentation du secteur et enfin la dernière est de $\Omega:10$ (alimentation pile intérieure, 3 volts).

a) Il faut éviter de brancher l'ohmmètre aux bornes d'une résistance entre lesquelles il existe une d.d.p. (résistance sous tension) ou, tout au moins, on ne peut le faire qu'en prenant certaines précautions; dans le cas contraire, l'instrument peut subir de graves dommages et, de toute façon, la lecture risque d'être faussée.

Bien que l'interrupteur général d'un appareil (un récepteur de radio, par exemple) ait pour fonction de couper la tension d'alimentation, il peut arriver qu'il soit défectueux et qu'il ne remplisse pas son rôle; il conviendra donc, en règle générale, de débrancher la prise de courant d'un appareil sur lequel doivent être effectuées des mesures de résistances.

Tous les condensateurs devront être déchargés car la tension éventuellement présente à leurs bornes peut provoquer de sérieux dommages.

Etant donné que les conditions « à chaud » d'un appareil peuvent être souvent différentes de celles « à froid », il convient d'attendre quelques minutes après avoir arrêté l'appareil, avant d'entreprendre des vérifications au moyen de l'ohmmètre.

b) Quand on vérifie les résistances d'un circuit, chaque élément peut être vérifié séparément en le déconnectant du circuit et en branchant l'ohmmètre à ses bornes.

Toutefois, cette méthode entraîne une perte de temps et l'on préfère, parfois, mesurer les valeurs ohmiques par rapport à un point commun, qui est généralement la masse, c'est-à-dire le pôle négatif de l'alimentation. Il est ainsi possible de contrôler rapidement des sections entières d'un appareil électronique et d'y déceler certaines anomalies de fonctionnement.

Parfois certains appareils sont livrés avec des notices indiquant les résistances des circuits de « point à point »; l'ohmmètre peut alors être branché entre ces points et il est possible de comparer la mesure ainsi faite avec les chiffres indiqués par le constructeur.

Lorsque la mesure ne correspond pas avec la valeur indiquée il est possible de débrancher chacun des éléments du circuit et de les vérifier séparément. Pour cela, il faut déconnecter un seul côté, ce qui est suffisant

pour être certain que le circuit ne se referme pas en dehors de l'ohmmètre. En d'autres termes, pour être certain que la mesure n'est pas faussée par la présence d'un circuit en parallèle sur la résistance à mesurer, il suffit de débrancher une des extrémités de cette résistance (ou n'importe quel autre composant) et de brancher l'ohmmètre aux bornes mêmes de celle-ci.

c) Un condensateur dont l'isolement est défectueux (qui a des pertes) peut, s'il est branché en parallèle sur une résistance, donner lieu à une mesure complètement erronée. Dans ce cas, la valeur ohmique lue sur l'ohmmètre sera la résultante entre la résistance effective de l'élément à mesurer et celle, en parallèle constituée par l'isolement insuffisant.

Dans ces conditions, l'aiguille de l'ohmmètre déviara, même si la résistance est débranchée; c'est pourquoi, il est bon de débrancher au moins une extrémité de l'élément à mesurer avant d'effectuer une mesure.

d) Les mains de l'opérateur ne doivent jamais être en contact avec les extrémités métalliques des pointes de touche.

Etant donné que la résistance du corps humain est généralement inférieure à 50 000 ohms, elle peut conduire à des mesures fausses, spécialement dans le cas de résistances de valeurs élevées, si elle se trouve placée en parallèle sur le circuit à mesurer. Il convient donc d'effectuer toutes les mesures en tenant les pointes de touche par leur manche isolant.

e) L'ohmmètre peut aussi être employé pour contrôler les condensateurs en décelant les pertes ou les courts-circuits éventuels. Dans ce cas — exception faite pour les condensateurs électrolytiques — on utilise l'échelle la plus élevée, à seule fin de disposer de la tension la plus forte.

En observant l'instrument, on constate qu'en branchant les pointes de touche aux extrémités du condensateur, l'aiguille fait un bond et retourne immédiatement à la position indiquant une résistance infinie (si le condensateur est en bon état). Cette déviation est provoquée par le passage d'un courant, au moment de la charge du condensateur, sous l'effet de la ten-

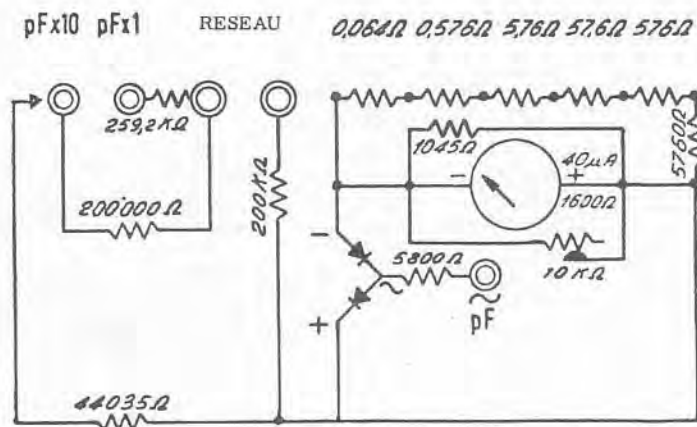


Fig. 8 bis - Le schéma représente ici la partie d'un circuit d'un multimètre de fabrication courante, qui se réfère aux mesures directes de capacité. Aux bornes indiquées « réseau » il faut appliquer une tension de courant alternatif entre 125 et 220 volts, 50 hertz.

sion de la pile. La déviation est d'autant plus grande que la capacité est plus forte et le temps mis par l'aiguille pour revenir à sa position initiale est dans la même proportion.

Si le condensateur n'a aucune perte, l'aiguille revient à sa position en un temps relativement court. Si aucune déviation ne se produit, cela signifie que le condensateur (ou ses fils de liaison) est coupé ou que sa capacité est trop faible pour donner une déviation appréciable; tandis que si l'aiguille dévie à fond (vers l'extrémité zéro), on peut en conclure que les armatures du condensateur sont en court-circuit.

Une déviation partielle et stable indique une perte d'isolement.

La résistance d'un condensateur au papier doit être supérieure à 50 Mégohms par Microfarad et celle d'un condensateur au mica doit être supérieure à 100 MΩ.

f) On procède de même pour essayer les condensateurs chimiques mais, étant donné que le courant passe plus facilement dans une direction que dans l'autre, il faut respecter la polarité pour éviter toute erreur.

Dès que les pointes de touche sont mises en contact avec les bornes du condensateur, l'aiguille dévie fortement, en raison de la capacité généralement élevée de ce type de condensateur, puis retourne lentement à sa position de repos, tandis que le condensateur se charge à la tension de la pile.

D'une manière générale, l'aiguille ne revient pas exactement au zéro, même quand le condensateur est complètement chargé, mais elle accuse toujours une déviation plus ou moins grande.

Si le condensateur chimique est en bon état, sa résistance doit être de l'ordre de 500 000 ohms, pour une tension de service de 450 volts, tandis qu'elle sera plus faible pour des tensions de service moins élevées.

Nous pouvons ajouter que, pour s'assurer du bon état d'un condensateur, il est bon de l'essayer en intervertissant successivement les pointes de touche: de cette façon, si la capacité est suffisamment élevée (plus de 50 000 pF), on obtiendra tout d'abord un faible déplacement de l'aiguille, puis ensuite (en inter-

vertissant les pointes) une déviation plus forte; en effet, dans la deuxième mesure, la tension de la pile vient s'ajouter à la charge du condensateur. Ceci se produit parce que la première charge a provoqué une polarisation du condensateur et que, durant le second essai effectué en intervertissant les pointes de touche, le pôle positif de la pile de l'ohmmètre est relié à l'armature du condensateur chargée négativement; les deux tensions sont alors en série et s'ajoutent.

Par contre, dans le cas d'un condensateur chimique on aura une certaine déviation dans un sens et une plus grande dans l'autre pour la même raison que précédemment, mais pour une certaine polarité l'aiguille revient rapidement à sa position de repos, tandis que dans l'autre, elle n'y retourne que lentement et s'arrêtera au point correspondant à la quantité de courant qui passe en permanence dans le condensateur.

Dans le cas où les indications sont effacées, il est possible de retrouver la polarité d'un condensateur chimique, en comparant les mesures avec celles effectuées sur un condensateur de même type dont la polarité est connue. Il s'uffira de répéter, dans les deux cas, la position des pointes de touche pour laquelle l'aiguille revient au zéro et de noter la polarité.

En conclusion de tout ce que nous avons dit des voltmètres, des ampèremètres, et des ohmmètres, on peut affirmer que leur qualité dépend des caractéristiques de l'instrument de mesure lui-même. Parmi celles-ci, une des plus importantes est la « résistance interne », c'est-à-dire la résistance propre de l'instrument, et il est évident que si cette valeur est inconnue, il sera très difficile d'adapter l'instrument à un circuit de mesures déterminé — particulièrement dans les cas d'un multimètre ou boîte de contrôle.

MESURE DE LA RESISTANCE INTERNE D'UN INSTRUMENT

Avant de décrire des multimètres ou « testers », il est utile d'indiquer une méthode permettant de trouver la résistance interne d'un instrument. Pour cela il faut, bien entendu, disposer momentanément d'un instrument

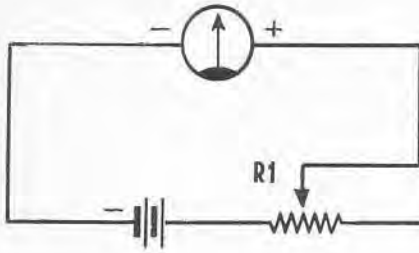


Fig. 9 A - Pour trouver la résistance de la bobine mobile d'un instrument de mesure, on réalise le circuit ci-dessus. La valeur de R_1 est fonction de la tension de la pile et de la sensibilité de l'instrument, comme expliqué dans la texte.

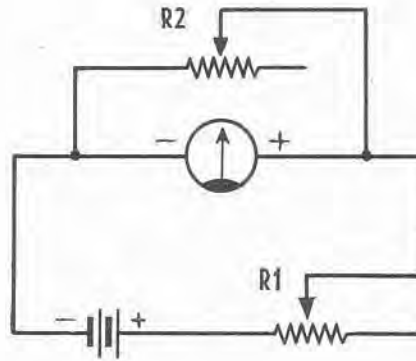


Fig. 9 B - Ayant réglé R_1 pour la déviation totale de l'aiguille, on branche R_2 en parallèle sur l'instrument. Sa valeur maximum est fonction du type de galvanomètre utilisé; elle peut varier entre 100 et 5 000 ohms. On règle R_2 pour ramener l'aiguille au centre de l'échelle, puis on la débranche du circuit et on mesure sa valeur qui correspond à la résistance interne de l'instrument.

de mesure convenablement étalonné et capable de mesurer les résistances.

Avant toute chose, signalons qu'en essayant de mesurer la résistance interne d'un instrument à l'aide d'un ohmmètre, on risque de griller la bobine mobile que l'on veut mesurer. Il faut donc trouver une autre méthode et nous décrirons ici, celle qui nous paraît le mieux convenir à nos besoins.

Le principe en est simple et la précision obtenue est très grande, spécialement dans les cas où la résistance interne de l'instrument est de faible valeur et sa sensibilité élevée.

Pour déterminer la valeur ohmique de la résistance de la bobine mobile d'un instrument, il suffit de brancher en série avec l'instrument, une résistance variable assez élevée (R_1) et une pile, (figure 9-A).

On règle la résistance variable jusqu'à obtenir la déviation maximum de l'aiguille, vers la droite de l'échelle. On branche alors, en parallèle sur l'instrument, une résistance variable (R_2), figure 9-B, dont on règle la valeur de telle sorte que l'aiguille revienne au centre du cadran. On débranche alors R_2 et on mesure sa valeur avec l'ohmmètre; celle-ci est égale à la résistance de la bobine mobile et l'erreur commise ne dépasse pas 1%, ce qui est généralement négligeable.

La résistance série (R_1) devra être de valeur suffisamment élevée pour éviter de surcharger l'instrument et d'endommager, ainsi, la bobine mobile et l'aiguille. Dans le cas d'un instrument de mesure ayant une sensibilité de 1 mA, la résistance série devra avoir une valeur supérieure à 1 000 ohms pour chaque volt de la pile; si l'instrument a une sensibilité de 50 μ A, il faudra une résistance supérieure à 20 000 ohms par volt. Si l'instrument de mesures a une sensibilité de 20 μ A, la résistance série utilisée pour limiter le courant devra être supérieure à 50 000 ohms/volt de la pile.

La résistance interne des instruments varie considérablement suivant leur marque; on note, également de légères différences parmi les instruments d'une même marque. Pour les types les plus courants, la résistance variable R_2 , mise en parallèle, devra être

de l'ordre de 100 ohms, pour un instrument de 1 mA. Elle sera de 2 000 ohms pour un instrument de 50 micro-ampères et de 5 000 ohms au minimum, pour un dont la sensibilité est de 20 micro-ampères.

Il est important de se rappeler que si R_1 est trop faible, l'instrument peut être endommagé, tandis qu'aucune avarie de ce genre n'est à craindre si R_2 est de valeur insuffisante.

Dans le calcul de la résistance interne, une certaine erreur est inévitable: par exemple, si l'on utilise une pile de 3 volts pour mesurer la résistance de la bobine mobile d'un instrument donnant sa déviation totale pour 1 mA (dont la résistance interne est de 52 ohms), la valeur de R_1 sera de 2 948 ohms, en supposant que la résistance interne de la pile puisse être négligée. Quand R_2 est mise en parallèle sur l'instrument, la résistance totale du circuit sera légèrement inférieure à 3 000 ohms et, en conséquence, le courant fourni par la pile aura une intensité supérieure à 1 milliampère.

Si l'on règle R_2 de telle sorte que l'aiguille soit au centre de l'échelle, le courant passant dans l'instrument sera bien de 0,5 mA, mais R_2 laissera passer une intensité légèrement supérieure.

Du moment que R_2 et la résistance interne de l'instrument sont en parallèle, la chute de tension à leurs bornes est la même et la valeur ohmique de R_2 sera légèrement inférieure à celle de la bobine mobile.

La taux de l'erreur dépend du rapport existant entre la valeur de R_1 et celle de la résistance de l'instrument; dans ce cas il est de 0,9%. En augmentant la tension de la pile, on devra augmenter dans la même proportion la valeur de R_1 , ce qui réduit l'erreur.

Si, dans l'exemple ci-dessus, on utilise une pile de 90 volts, l'erreur résultante sera inférieure à 0,3%, ce qui est négligeable dans la plupart des cas.

Le lecteur qui, suivant notre Cours, aura construit le pont de Wheatstone et la boîte de résistances, pourra faire un premier emploi de celle-ci. En la branchant en parallèle sur l'instrument à la place de R_2 , il sera possible d'évaluer la résistance de la bobine mobile d'un instrument avec une approximation de $\pm 1\%$.

Leçon n° 26

MULTIMETRES et CONTROLEURS UNIVERSELS

Un multimètre ou contrôleur universel est un instrument qui, pour la commodité d'emploi, groupe plusieurs circuits de mesure associés à un milliampèremètre ou un micro-ampèremètre, dans un appareil unique. Un exemple typique en est donné par la **figure 1**: l'appareil représenté fonctionne en voltmètre ampèremètre et ohmmètre, utilisant pour ces trois fonctions un seul galvanomètre.

Bien qu'il existe des multimètres très complets, destinés à effectuer toutes les mesures sur les tensions et courants continus, les tensions et courants alternatifs, les résistances et les capacités, nous nous occuperons, dans cette première leçon, de modèles plus simples permettant la mesure des tensions, des courants et des résistances.

Pour choisir, entre les divers circuits contenus dans l'appareil, celui permettant de mesurer la quantité désirée, on dispose d'un contacteur à plusieurs positions muni d'un bouton flèche ou, encore, d'une série de douilles dans lesquelles s'insèrent, au moyen de fiches banane, les fils terminés par les pointes de touche.

Le contacteur comporte un certain nombre de gallettes en matière isolante supportant les divers contacts et chaque position du rotor correspond à une utilisation déterminée. Ainsi, par exemple, quand le contacteur se trouve dans la position « c.c. » (courant continu), des contacts mettent en circuit les éléments nécessaires à ces mesures (bobine mobile, résistances additionnelles, « shunt », etc...).

D'autres types de multimètres comportent deux contacteurs, l'un permettant de choisir la fonction (voltmètre, ampèremètre ou ohmmètre) et l'autre la gamme de mesure.

Le nombre des calibres disponibles pour la mesure des tensions, des courants et des résistances est variable suivant la classe de l'instrument; c'est ainsi que les appareils portatifs n'ont qu'un nombre limité de calibres, tandis que les appareils de laboratoire sont beaucoup plus complets.

Dans le cas où la sélection des calibres se fait au moyen de contacteur, l'appareil ne comporte que deux douilles servant au branchement des pointes de touche, exception faite, toutefois, pour certains calibres destinés aux mesures des tensions élevées ou des fortes intensités, pour lesquels des prises particulières sont

prévues.

Il existe enfin des multimètres dans lesquels un contacteur permet de choisir la fonction, tandis que les différentes échelles, ou sensibilités, sont choisies en insérant les fiches dans les douilles correspondantes.

Pour aider les techniciens, la plupart des multimètres ou contrôleurs, sont pourvus de trois échelles: une pour les tensions et les courants continus, une pour les tensions alternatives et la troisième pour les résistances.

Chacune de ces échelles comporte un certain nombre de divisions et des indications numériques tout comme un double-décimètre ou une règle à calcul. La valeur effective est égale au produit de celle lue sur l'échelle par le facteur de multiplication correspondant à la sensibilité choisie.

Par exemple, si pour la mesure des tensions continues, l'instrument comporte les sensibilités suivantes: 10, 50, 250, 500 et 1 000 volts, l'échelle correspondante ne comportera que trois séries de nombres (voir **figure 2**), soit 10, 50 et 250, avec lesquelles on pourra lire, directement sur l'échelle, toutes les tensions à mesurer.

Ainsi, pour la sensibilité 500 volts, on utilisera l'échelle 50 volts et on multipliera la lecture par 10; pour la sensibilité 1 000 volts, les indications de l'échelle 10 volts seront multipliées par 100.

Si l'on désire mesurer une tension de 350 volts, il faudra utiliser la sensibilité 500 volts et la lecture se fera sur l'échelle 50 volts en multipliant par 10 la valeur indiquée par l'aiguille (soit 35 dans ce cas).

De même la mesure des résistances se fait sur une échelle unique, mais la valeur lue sur cette échelle doit être multipliée, selon le cas, par le facteur indiqué par la position du contacteur ($\times 10$ ou $\times 100$).

A côté, au-dessus pourrait-on dire, des multimètres et contrôleurs universels, dont nous venons de parler, on trouve d'autres appareils plus sensibles et plus précis, les voltohmmètres électroniques. Alors que les premiers utilisent les circuits des voltmètres, ampèremètres et ohmmètres étudiés dans les leçons précédentes, les seconds impliquent l'emploi de tubes électroniques. C'est pourquoi nous ne décrirons que plus tard ce type d'appareil, après avoir étudié la lampe thermoïonique dont ils sont une des applications.

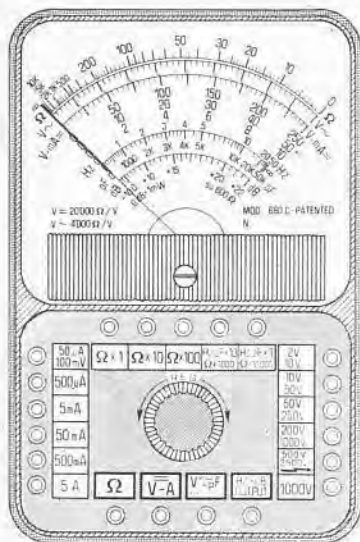


Fig. 1 - Présentation classique de Contrôleur portatif, dont la description détaillée fait l'objet de cette Leçon.

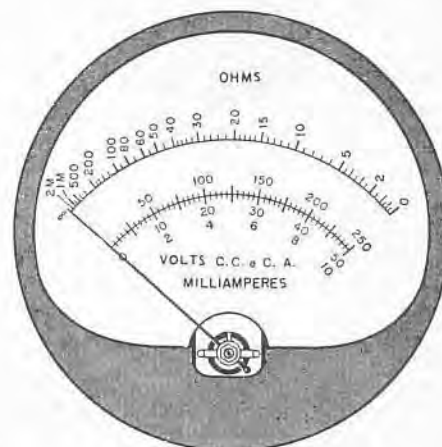


Fig. 2 - Les cadrans des galvanomètres des contrôleurs ou multimètres, sont pourvus de plusieurs échelles. Les valeurs portées sur celles-ci doivent, suivant les cas, être multipliées par un facteur numérique fonction du calibre choisi.

VOLT - OHM - MILLIAMPEREMETRE

En dépit des récents progrès enregistrés dans le domaine des instruments de mesure, le multimètre ou contrôleur universel demeure l'instrument de base pour toutes les mesures électriques.

La plupart de ces instruments utilisent des galvanomètres dont la sensibilité est comprise entre 50 μ A et 1 mA. Dans le premier cas, la résistance interne est de 20 000 ohms/volt et ces instruments de qualité permettent d'effectuer toutes les mesures sans perturber le circuit à étudier.

Toutefois, pour des raisons économiques évidentes, on se contente souvent d'instruments faisant 5 000 ohms/volt, lesquels, tout en ayant une consommation propre assez faible, ont un équipement mobile plus robuste. On peut dire qu'en règle générale, les techniciens emploient des contrôleurs portatifs de 5 000 ohms/volt pour le laboratoire.

Le contrôleur portatif se présente sous la forme d'un boîtier de dimensions réduites, comportant sur sa face avant, le galvanomètre, les contacteurs et les prises de branchement.

Un contacteur portant les indications: « Ohm », « C. C. », « C.A. » permet de choisir la fonction désirée, tandis qu'un certain nombre de douilles disposées sur les côtés correspondent aux diverses gammes de tensions, courants ou résistances. Un bouton marqué « tarage » ou « zéro ohm » sert au réglage du zéro de l'ohmmètre.

Quand le contacteur se trouve sur la position « ohm », une des fiches est placée dans la douille marquée « Ω » et l'autre dans la douille correspondant à la gamme désirée ($R \times 1$, $R \times 10$, $R \times 100$); ensuite, on met en contact les deux pointes de touche et on tourne le bouton « tarage » ou « zéro ohm » pour amener l'aiguille à fond d'échelle, sur le chiffre 0.

Ceci étant fait, les pointes de touche sont mises en contact avec les extrémités de la résistance à mesurer et sa valeur est lue directement sur l'échelle du galvanomètre, en multipliant l'indication donnée par le facteur de multiplication correspondant à la gamme choisie.

Pour mesurer une tension ou une intensité en continu ou en alternatif, on place le contacteur sur la position correspondante, une des fiches est insérée dans la douille commune (marquée —) et l'autre dans la douille correspondant à la gamme choisie. Les pointes de touche peuvent, alors, être mises en contact avec les points du circuit dont on doit mesurer la tension ou le courant, en respectant la polarité s'il y a lieu.

Les multimètres ou contrôleurs les plus simples sont ceux qui permettent de mesurer les tensions et les courants continus, les tensions alternatives et les résistances.

Mesureur de tensions, de courants continus et de résistances

La figure 3 donne le schéma d'un volt-ohm-milliampermètre très simple apte à mesurer les tensions, les courants continus et les résistances.

Les diverses fonctions, ainsi que les sensibilités, sont choisies en plaçant les fiches dans les douilles correspondantes. Ainsi, par exemple, pour mesurer des intensités inférieures à 1 mA, une fiche est placée dans la douille marquée « commun » ou « — » et l'autre dans celle indiquée « 1 mA ».

Le courant se divise entre le galvanomètre et le « shunt » et l'indication fournie par l'instrument est proportionnelle à la quantité de courant passant dans la bobine mobile.

Si l'on veut mesurer une intensité comprise entre 10 et 100 mA, une des fiches reste placée dans la douille « — », tandis que l'autre est insérée dans la douille marquée « 100 mA ». Dans ce cas, le courant se divise entre R_3 et R_4 en parallèle, sur le galvanomètre et le circuit en série formé par R_1 et R_2 .

Quand l'aiguille dévie à fond d'échelle, l'intensité du courant passant dans la bobine mobile est la même que celle qui passait dans le premier cas. En effet, la diminution de la résistance du shunt et l'augmentation correspondante de celle en série avec le galvanomètre font en sorte que la quantité de courant passant dans le

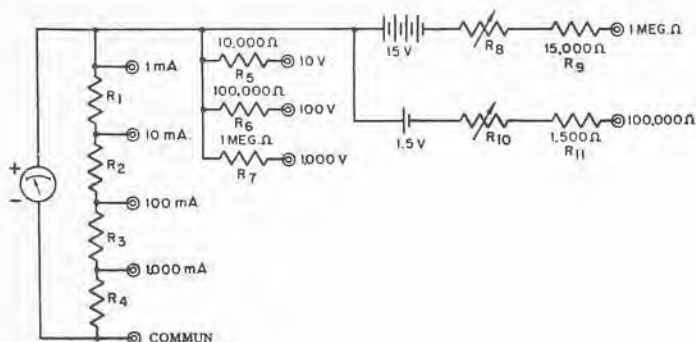


Fig. 3 - Schéma d'un contrôleur très simple destiné à la mesure, uniquement en courant continu, des tensions, courants et résistances. A noter la présence de deux batteries qui donnent des tensions de valeur différente 1,5 et 15 volts). Le choix des fonctions et des portées est obtenu en déplaçant les fiches des pointes de touche dans ces douilles avec indication appropriée.

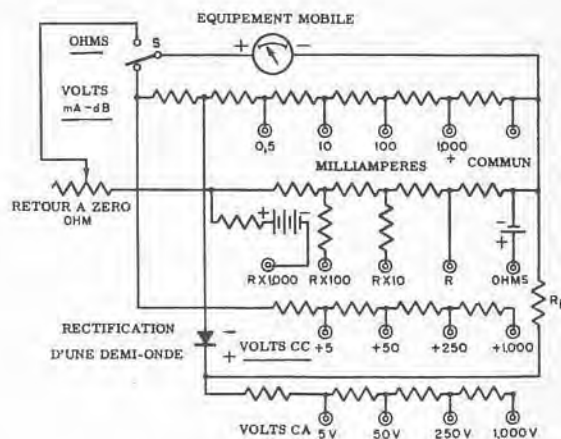


Fig. 4 - Schéma d'un contrôleur plus complet permettant les mesures en courant continu et alternatif. Le circuit comprend, outre la batterie, un redresseur à oxyde à une alternance.

« shunt » augmente, tandis que diminue celle passant dans le cadre mobile de l'instrument.

On procède de même pour mesurer les tensions, le choix de la résistance à mettre en série dépendant de la tension maximum. Ainsi, si la tension à mesurer est comprise entre 10 et 100 volts, une des fiches est placée dans la douille « — » et l'autre dans celle marquée « 100 V ». Le courant passe, alors, dans la résistance série de 100 kΩ avant de traverser le galvanomètre qui reste shunté par les résistances R1, R2, R3, et R4.

Le fonctionnement est le même pour les deux autres échelles de tensions; seule, change la valeur de la résistance additionnelle.

Toutes ces résistances étant fixes, et de valeurs connues, le courant passant à travers le cadre mobile est directement proportionnel à la tension appliquée et celle-ci peut être lue directement sur le cadran de l'instrument.

Pour mesurer les résistances, une des fiches reste toujours placée dans la douille commune « — », tandis que l'autre est insérée dans l'une des douilles marquées « kΩ » ou « 1 MΩ ».

Deux piles (une de 1,5 V et une de 15 V) fournissent le courant nécessaire à la mesure, suivant le calibre choisi. Deux résistances variables R8 et R10 permettent de « faire le zéro » pour ces deux échelles.

On met, d'abord les deux pointes de touche en contact pour procéder au tarage, puis la résistance est mesurée de la manière indiquée plus haut et sa valeur ohmique est lue sur le cadran de l'instrument. Plus la valeur de cette résistance inconnue Rx sera grande, plus faible sera l'intensité du courant passant dans le galvanomètre et, par conséquent, la déviation de l'aiguille.

L'échelle est étalonnée de droite à gauche, les fortes valeurs étant inscrites vers la gauche du cadran.

Le schéma de la figure 3, dont nous venons de parler, comporte quatre gammes en courants continus, trois en tensions continues et deux pour les résistances. D'autres instruments du même type peuvent comporter un plus grand nombre de gammes tant en tensions,

qu'en intensités ou en résistances.

Ce circuit est toutefois limité aux seules mesures en courant continu; pour pouvoir l'utiliser en courant alternatif, il est nécessaire de lui ajouter un redresseur et divers éléments supplémentaires.

Mesureur de tensions c.c. et c.a., de courants continus et de résistances

Le schéma d'un tel instrument est donné dans la figure 4.

Le circuit pour la mesure des tensions comprend deux séries de résistances additionnelles, une pour les tensions continues, l'autre pour les tensions alternatives.

Pour mesurer une tension continue, le contacteur « S » est placé sur la position « volts » et les fiches, terminant les fils allant aux pointes de touche, sont placées, l'une dans la douille marquée « commun » ou « — » et l'autre dans celle correspondant au calibre désiré.

La bobine mobile du galvanomètre est shuntée par la série de résistances figurées, sur le schéma, immédiatement au-dessous de l'instrument et elle est en série avec la ou les résistances additionnelles reliées aux douilles marquées « volts c.c. ».

Pour mesurer les tensions alternatives, on utilise les résistances additionnelles reliées aux douilles marquées « volts c.a. ».

La diode au germanium est montée en redresseur de courant, redressement d'une seule alternance, et fournit un courant pulsé pouvant être mesuré par le galvanomètre. Une des fiches reste placée dans la douille commune, tandis que l'autre est insérée dans la douille correspondant à la sensibilité désirée.

On remarquera, dans le circuit de mesure des tensions alternatives, la présence d'une résistance Rr de valeur élevée. Cette résistance a pour but d'empêcher que, pendant la durée de l'alternance négative, des tensions négatives relativement élevées n'atteignent le cristal de germanium. En effet, bien que la résistance de ce dernier pour l'alternance négative soit assez élevée (60 000 ohms, environ), il laisse toutefois passer

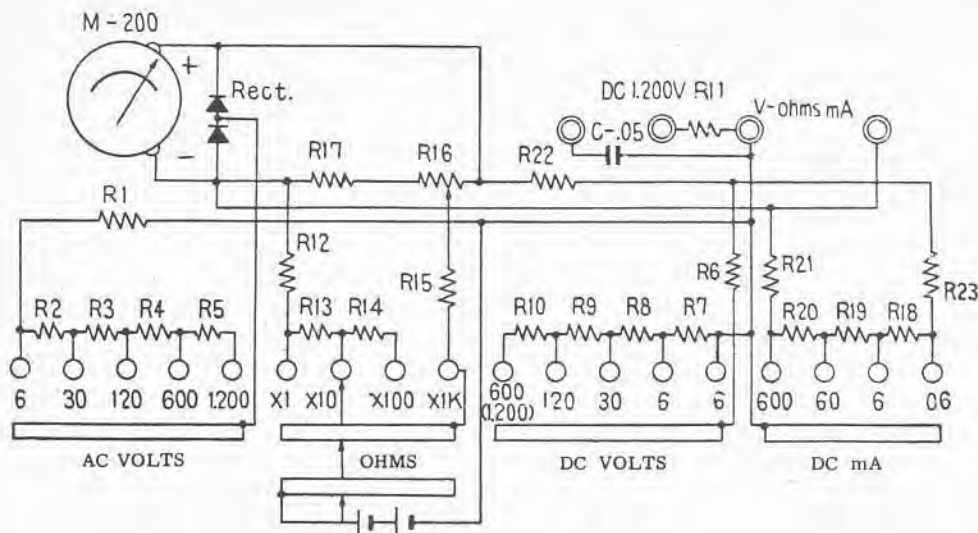


Fig. 5 - Schéma électrique d'un contrôleur de production japonais. Il s'agit d'un modèle avec sélection des fonctions et des gammes de mesure moyennant un commutateur approprié.

un faible courant de polarité inverse et, en l'absence de R_r , une tension négative élevée pourrait endommager gravement le cristal lui-même.

Les courants et les résistances sont mesurés de la même façon que dans l'appareil de la figure 3, précédemment décrit.

Quand on se sert du calibre $R \times 100$, le courant nécessaire pour une lecture convenable est fourni par une pile supplémentaire donnant, en général, une tension de 4,5 V. Pour le fonctionnement en ohmmètre, une des fiches est placée dans la douille correspondant au calibre choisi (R , $R \times 10$, $R \times 100$, $R \times 1000$).

EXAMEN DU CIRCUIT ET NORMES D'EMPLOI DE DEUX TYPES D'ANALYSEURS COMMERCIAUX

Après avoir passé en revue dans les paragraphes précédents les concepts fondamentaux qui président à la réalisation et aux fonctions d'un analyseur multiple ou « contrôleur », nous exposerons maintenant une série de considérations d'ordre pratique, en considérant les circuits et les normes d'emploi des deux types commerciaux de contrôleurs-analyseurs. Le premier est d'origine japonaise. Bien que permettant un emploi similaire pour la multiplicité des gammes de mesure et des fonctions, le premier est basé sur la méthode du commutateur et le second sur la présence d'une série de douilles de branchement pour la connexion diverse des pointes de touche, selon les gammes de mesure.

Le modèle d'analyseur dont nous avons reproduit le schéma électrique complet sur la figure 6 est celui qui est produit par l'industrie japonaise. Il s'agit d'un instrument de laboratoire très sensible, compact et de sécurité suffisante, adapté au contrôle de production comme un service de dépannage et la maintenance des appareils électroniques. La précision des mesures pouvant être effectuées avec cet instrument est garantie par l'emploi de résistances avec une tolérance de 1% et par des composants tous de grande qualité. Pour la sélection de fonctions et des gammes de mesure, on utilise un commutateur étudié spécialement pour

présenter de faibles résistances de contact, commandé par une clé façonnée spécialement pour permettre une sélection facile et rapide des gammes.

La présence de la gamme la plus basse pour les mesures de tension continue, soit 0,6 volt se révèle très utile pour les mesures sur circuits à basse tension tels, que, par exemple, les équipements à transistors.

Les caractéristiques générales de l'instrument sont les suivantes: une sensibilité égale à 20 000 ohms/volt en courant continu et à 10 000 ohms/volt en courant alternatif, une large échelle de lecture avec protection transparente et 24 gammes totales divisées ainsi: 6 gammes en courant continu (0 - 0,6 - 30 - 120 - 600 - 1 200 V) gammes en tension alternative (0 - 6 - 30 - 120 - 600 - 1 200 V), 5 gammes en courant continu (0 - 0,06 - 6 - 600 mA), 5 gammes de mesure de résistance (0 - 10 k Ω - 100 k Ω - 1 M Ω - 10 M Ω), 2 gammes en décibels, de -20 à +63 dB et enfin une gamme pour les mesures de sortie. L'analyseur est alimenté par deux piles cylindriques très petites et encastrées, de 1,5 volt. Il comprend deux pointes de touche, une rouge et une noire et a les dimensions suivantes: 90 $\times$ 130 $\times$ 35 mm.

La précision de mesure est égale à $\pm 2\%$ à fond d'échelle pour les mesures de tensions et de courants continus et à $\pm 3\%$ pour les mesures de tensions alternatives et de résistances.

Comme il s'agit d'un instrument de précision, on doit manipuler l'analyseur avec beaucoup de soins. On doit donc respecter les normes générales d'emploi relatives à tout analyseur. Celles-ci sont publiées dans le dernier paragraphe de cette leçon.

Quand on doit procéder à des mesures de résistances faisant partie d'un appareil, en particulier, il faut s'assurer qu'aucune tension d'alimentation ne soit appliquée à celle-ci pour éviter d'endommager le contrôleur-analyseur de manière irréversible.

Si, quand on agit sur la clé de remise à zéro de l'aiguille pour les mesures ohmiques, on ne peut plus effectuer cette adaptation au zéro de l'échelle, cela signifie qu'il faut procéder au remplacement de batteries internes, opération pour laquelle il faudra faire

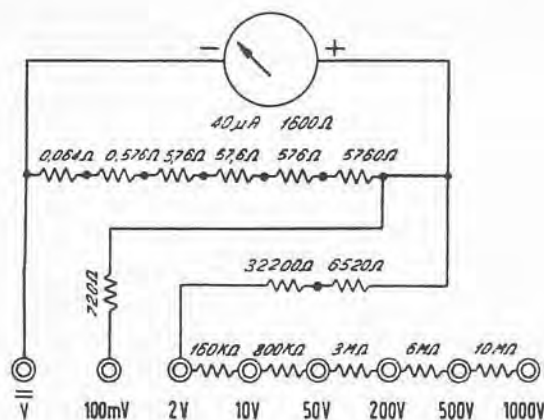


Fig. 6 - Circuit simplifié du voltmètre en courant continu. La douille indiquée « V » est celle dans laquelle on doit introduire l'extrémité de la pointe de touche négative (généralement de couleur noire).

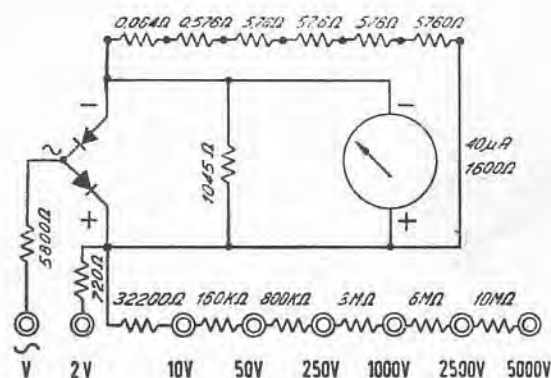


Fig. 7 - Section de circuit se référant au voltmètre en courant alternatif. Dans ce cas, la sensibilité de mesure pour toutes les gammes est égale à 4 000 ohms/volt.

attention de respecter leur polarité et s'assurer de leur contact effectif avec les ressorts correspondants.

Si l'appareil n'est pas utilisé pendant de longues périodes, il est bon d'ôter les batteries car celles-ci, en se sulfatant, pourraient corroder et endommager les circuits et les résistances disposées à l'intérieur de l'analyseur.

Il est important de se souvenir que les gammes pour mesures de courant ne doivent absolument pas être utilisées pour évaluer la capacité d'une batterie en ampères/heure. Ceci causerait des dommages sérieux à l'instrument de mesure, lequel n'est pas prévu pour cette fonction qui requiert des dispositifs et procédés spéciaux. Une batterie débitant en court-circuit dans l'ampèremètre y provoquerait un échauffement destructeur.

Le second modèle d'analyseur (contrôleur 517) dont nous nous occuperons maintenant constitue probablement une des solutions les plus intéressantes réalisées dans le domaine des (contrôleurs-analyseurs) portatifs ou « tester » de poche.

Cet instrument (voir figure 1) est contenu dans une boîte réalisée avec une nouvelle matière plastique incassable et équipée d'un micro-ampèremètre du type anti-choc avec des suspensions spéciales à cardans.

Particularité à noter: le circuit électrique spécial breveté qui a été adopté conjointement à un limiteur statique, permet à l'instrument indicateur et au redresseur de supporter des surcharges accidentelles ou erronées (jusqu'à 100 volts au-dessus de la gamme prévue réellement).

Cet analyseur permet de mesurer directement des résistances de 10 mégohms avec la seule alimentation de la batterie interne (3 V du type cylindrique) et de 100 mégohms avec l'alimentation du réseau lumière (de 125 à 220 volts). On peut également mesurer des résistances de valeur très basse (en dixièmes d'ohm) avec l'alimentation de la pile interne de 3 volts.

Outre les gammes traditionnelles de mesure en tension et en courant, il est possible d'effectuer aussi des lectures directes de fréquence, de capacité, de puis-

sance de sortie et d'évaluer la présence d'une réactance dans un circuit.

Le poids de l'analyseur-contrôleur tout entier est minime: seulement 300 grammes avec la batterie de 3 volts placée à l'intérieur de la boîte. La dimension et la clarté du cadran de l'instrument indicateur permettent une plus grande facilité de lecture car le panneau supérieur est entièrement constitué par un « cristal » anti-choc qui évite la présence de cadres opaques.

Cet analyseur français diffère de celui décrit précédemment, surtout par l'absence des commutateurs tournant pour la sélection des gammes. Cette solution est sans aucun doute une garantie de grande sécurité dans le fonctionnement pour l'élimination totale des pannes mécaniques, des mauvais contacts et la diminution des risques d'erreur dans le passage d'une gamme à l'autre. En fait pour changer de gamme, il suffit de déplacer une seule borne des pointes de touche. Cette opération non seulement est dans beaucoup de cas plus rapide que celle de tourner un commutateur mais aussi elle fait réfléchir sur le type et sur la grandeur de la mesure à choisir, éliminant ainsi des surcharges et des erreurs inutiles et donc des dommages aux circuits électriques.

Mesures de tension en courant continu. — Pour les mesures des tensions (volts en courant continu on utilise la section de circuit dont le schéma électrique simplifié est représenté sur la figure 6.

L'extrémité de la pointe de touche négative (noire) s'insère dans la douille reliée en bas, au centre (voir figure 1) désignée par l'expressions « V = A » et celle de la pointe de touche positive (rouge) dans une des douilles latérales désignées par les expressions 100 mV =, 2 V =, 10 V =, 50 V =, 200 V =, 500 V =, 1 000 V =, selon la gamme la plus appropriée à la mesure désirée. Quand la valeur de la tension à mesurer est incertaine, il convient toujours d'utiliser la gamme maximum afin de protéger les résistances additionnelles de surcharges éventuelles.

Après la première lecture, si c'est nécessaire, on

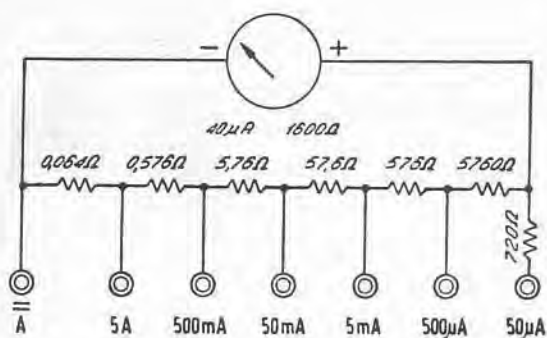


Fig. 8 - Schéma simplifié de la section du milliampèremètre pour courant continu. La gamme maximum est égale à 5 ampères tandis que la chute de tension maximum dans les diverses gammes n'est jamais supérieure à 320 millivolts.

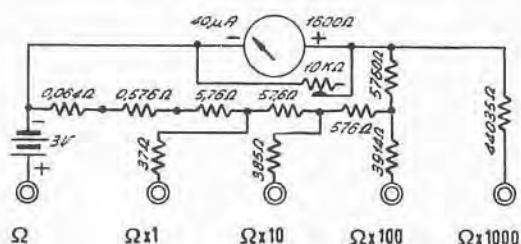


Fig. 9 - Le schéma illustre le circuit de l'ohmmètre alimenté par un courant continu (pile). À noter, donc, la présence de la batterie de 3 volts en série avec le conducteur commun et celle du rhéostat pour la mise à zéro de l'aiguille, cette opération doit toujours précéder chaque mesure de résistance.

peut déplacer la pointe de touche rouge de la gamme la plus élevée vers la gamme la plus basse afin de pouvoir lire la mesure avec plus d'exactitude.

La sensibilité de mesure sur toutes les gammes en courant continu est égale à 20 000 ohms/volt.

Si l'on désire effectuer des mesures maxima de 20 000 volts c.c., il convient d'utiliser une pointe de touche spéciale pour haute tension et de l'insérer en série dans la douille marquée 1 000 volts. Cette pointe de touche est fournie comme accessoire avec ce « tester » Centrad.

Mesures de tensions en courant alternatif. — Pour les mesures de tensions (volts) en courant alternatif, la section de circuit reproduite sur la figure 7 entre en jeu. On introduit une extrémité de l'une des pointes de touche dans la douille centrale placée en bas (voir figure 1) et marquée « V = pF », et l'autre extrémité dans une des douilles latérales indiquées à droite 10 V, 50 V, 250 V, 1 000 V, 2 500 V, selon la gamme voulue.

La sensibilité de mesure sur toutes les gammes en alternatif est égale à 4 000 ohms/volt. Remarquons que si l'on supprime le redresseur, (voir le schéma de la figure 8), le circuit simplifié du voltmètre en courant alternatif est presque similaire à celui du voltmètre en courant continu que nous avons illustré précédemment.

Notons que cet analyseur, comme du reste tous les analyseurs appréciés de production américaine, adopte le circuit à redresseur à demi-onde unique car ce système outre la mesure normale de la tension alternative qui y circule, permet de contrôler la symétrie de la valeur moyenne des deux alternances du courant alternatif que l'on examine.

En fait, dans la pratique il peut se produire que deux demi-ondes soient asymétriques, c'est-à-dire que ces deux demi-ondes présentent des formes et des amplitudes différentes, pour des raisons variées, comme par exemple, la présence d'un élément continu. Dans ce cas cette asymétrie influe sur la valeur moyenne. Elle peut être relevée par le « tester » en intervertissant

les pointes de touche aux points de mesure ce qui permet de calculer en valeur moyenne le pourcentage d'asymétrie :

$$\% \text{ d'asymétrie} = \frac{d1 - d2}{d1}$$

où d1 = déviation maximum; d2 = déviation minimum.

Mesure d'intensité en courant continu. — La figure 8 reproduit le circuit simplifié du milliampèremètre en courant continu. Pour les mesures d'intensité, l'instrument doit toujours être relié en série au circuit pour éviter qu'il y ait des dégâts dans les résistances du « shunt », spécialement celle de basse valeur ohmique.

Après avoir pris cette précaution, on insère l'extrémité noire (négative) dans la douille centrale en bas (figure 1) indiquée « V = A » (courant continu) et l'extrémité rouge (positive) dans une des douilles latérales indiquées respectivement à gauche par 50 μA - 500 μA - 5 mA - 50 mA - 500 mA - 5 A, selon la gamme que l'on a choisie.

Mesures de résistances en courant continu. — Le mode traditionnel pour les effectuer consiste à insérer une pointe de touche dans la douille de gauche indiquée « Ω » et l'autre, dans une des douilles supérieures indiquées Ω × 1 - Ω × 10 - Ω × 100 - Ω × 1 000 suivant la portée voulue.

Cela fait, il faut établir un contact entre les pointes de touche et tourner la clé indiquée « REG » (régulation batterie) jusqu'à ce que l'aiguille de l'instrument se trouve exactement en son point maximum, c'est-à-dire à 0 ohm. Il faut enfin insérer la résistance à mesurer entre les pointes de touche en ayant soin de multiplier la valeur lue sur l'échelle supérieure de l'instrument, relative aux mesures ohmiques, par la gamme qui a été choisie. Le circuit simplifié de l'ohmmètre en courant continu est illustré sur la figure 9.

Notons que chaque fois que l'on change la portée de l'ohmmètre, il faut répéter l'opération pour la remise à zéro de l'aiguille en tournant la clé centrale.

Si l'aiguille n'arrive plus à 0 ohm, bien que le poten-

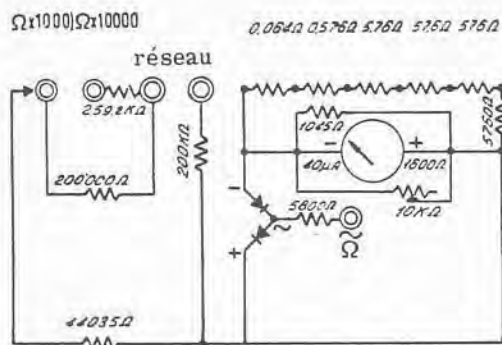


Fig. 10 - Pour les mesures de résistance de plus de 100 kΩ et jusqu'à 100 MΩ on utilise le circuit ohmmétrique alimenté par un courant alternatif. Ce circuit permet également de vérifier si des réactances sont présentes dans un circuit (c'est-à-dire vérifier si des condensateurs ou des bobines, ont un effet sur la valeur des courants qui y circulent).

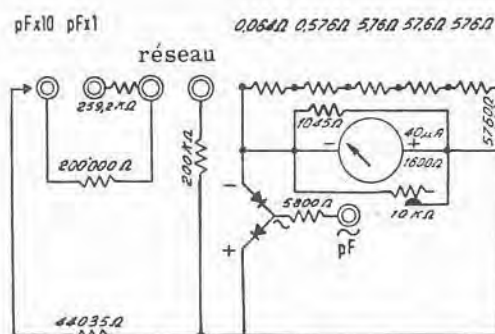


Fig. 11 - Pour effectuer des mesures directes de capacités de condensateurs en papier, en céramique, ou en mica et pour des valeurs comprises entre 50 et 500 000 pF, on utilise le circuit ci-dessus alimenté en courant alternatif avec une tension comprise entre 215 et 220 volts.

tiomètre ait été tourné complètement à droite, il faut procéder au changement de la batterie interne (une seule batterie de 3 volts du type cylindrique commun) en tenant compte de ses polarités et des polarités correspondantes indiquées sur les pinces de contact en bronze phosphoreux argenté. A ce propos, il peut être utile de rappeler que le bas de la pile est le pôle négatif (—) tandis que le haut est le pôle positif (+). Indépendamment de l'impossibilité d'effectuer la remise à zéro au point maximum, il est nécessaire de changer la pile au moins une fois par an; les réactions chimiques spontanées qui ont lieu dans la pile risqueraient d'abîmer par leurs émanations, les différents composants qui font partie du circuit de l'analyseur.

Les essais de résistance étant terminés, il est bon de ne pas laisser les terminaux (extrémités des pointes de touche) en position dans le circuit car ils pourraient se mettre accidentellement en contact et décharger pendant un certain temps la pile interne. De plus, le circuit interne de l'ohmmètre pourrait entrer en contact accidentellement avec un circuit sous tension et pourrait donc être endommagé.

Cet analyseur permet également les mesures de résistance pour des valeurs très basses (d'un dixième d'ohm à 30 ohms). Quand on procède à de telles mesures, on doit se rappeler qu'il faut tenir compte également de la résistance très faible opposée par les cordons des pointes de touche si l'on veut faire une lecture très exacte. On peut relever la valeur de la résistance des fils de branchement en court-circuitant les pointes de touche avant d'interposer la résistance à mesurer.

La valeur résistive des cordons sera donc soustraite de la valeur résistive totale lue après la mesure de la résistance à l'examen.

Mesure de résistance en courant alternatif. — Pour mesurer des résistances de très haute valeur, il faut appliquer au circuit de l'instrument, à l'aide d'une prise de courant spéciale, une tension quelconque de réseau alternatif comprise entre 125 et 220 volts, cela fait, il faut tourner complètement la clé marquée REG.

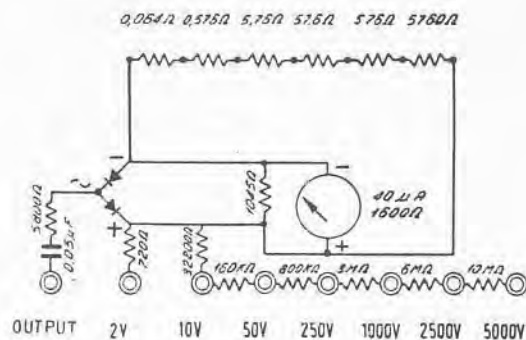
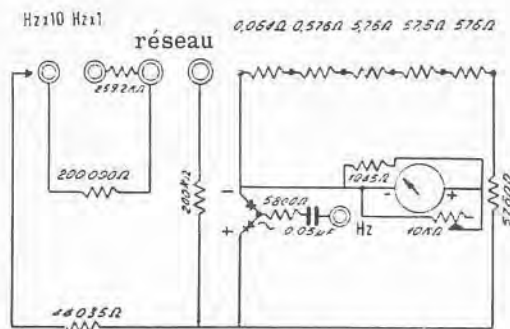
vers la gauche et introduire complètement l'extrémité des pointes de touche dans la douille centrale en bas, indiquée $V \approx pF/\Omega \times 10\,000$ et l'autre extrémité des pointes de touche dans la douille supérieure droite indiquée pF, $Hz \times 1/\Omega \times 10\,000$. Il faut ensuite mettre les pointes de touche en contact entre elles et tourner de nouveau la clé indiquée REG., jusqu'à ce que l'aiguille de l'instrument se trouve exactement au point maximum c'est-à-dire à 0 ohm. On pourra alors insérer la résistance à mesurer entre les pointes de touche, en ayant soin de multiplier la valeur lue sur l'échelle ohmique par 10 000. Le circuit simplifié relatif à l'ohmmètre en courant alternatif est représenté sur la figure 10.

Détecteur de réactance — Il arrive souvent que l'on doive établir si, dans un circuit, des réactances sont présentes; par exemple établir si un condensateur en parallèle sur une résistance joue son rôle de capacité de découplage ou si, par suite de détérioration interne, il ne joue plus; cette vérification étant faite sans que l'on soit contraint de détacher le circuit lui-même.

Cela est permis par l'analyseur en question. Il suffit de mesurer la valeur résistive du circuit sur l'échelle ohms $\times 1\,000$ en utilisant le circuit de l'analyseur et sa batterie interne. On répète ensuite la mesure sur la même gamme mais en utilisant le circuit en courant alternatif c'est-à-dire en appliquant à l'analyseur-contrôleur une tension de réseau comprise entre 125 et 220 volts à 50 Hz dans une prise de courant spéciale, comme nous l'avons décrit dans le paragraphe précédent.

Si les deux lectures, celle faite avec la batterie interne et celle faite avec la tension alternative extérieure ne concordent pas, on a mis en évidence la présence d'une réactance, donc l'effet certain du condensateur.

Mesures de capacité — Pour la mesure directe de capacités de condensateurs soit à papier, soit à céra-



mique (titanate), soit à mica, pour des capacités comprises entre 50 et 50 000 pF, on emploie la section de circuit dont le schéma simplifié est représenté sur la figure 11. Avant d'effectuer la mesure, il faut appliquer au contrôleur 517 l'alimentation en alternatif (une tension quelconque à 50 Hz comprise entre 125 et 220 volts) et tourner complètement vers la gauche la clé indiquée REG. Les extrémités des pointes de touche étant introduites dans les douilles correspondantes, mettre les pointes de touche en contact et tourner la clé REG., jusqu'à ce que l'aiguille de l'instrument de lecture coïncide avec le point maximum de la graduation. Enfin, insérer le condensateur à examiner entre les pointes de touche en ayant soin de multiplier la valeur lue sur l'échelle de graduation par la gamme choisie. Il est à noter cependant que si le condensateur à mesurer n'est pas bien isolé, les lectures que l'on fait sont fausses.

Pour les mesures de condensateurs, soit au papier, soit électrolytiques (condensateurs de découplage ou de filtre) entre un microfarad et 150 μF , on opère de la façon suivante: on introduit les pointes de touche dans les douilles Ω et $\Omega \times 100$ ou encore $\Omega \times 1\,000$ suivant la gamme considérée, on procède à la remise à zéro de l'aiguille comme pour les mesures ohmmétriques en courant continu. On insère donc entre les pointes de touche le condensateur à examiner en invertissant plusieurs fois les polarités. Si le condensateur est efficient, il doit faire bouger l'aiguille le long des différentes divisions de l'échelle et donc retourner vers zéro μF . Si l'aiguille ne tend pas à retourner vers zéro μF , cela signifie que le condensateur a perdu son isolement et qu'il doit être mis au rebut.

Mesures de fréquence. — Comme nous l'avons indiqué, ce contrôleur 517 permet de mesurer des fréquences sur trois gammes différentes (0-50 Hz, 0-500 Hz, 0-5 000 Hz). Il se comporte donc comme un vrai fréquencesmètre.

On effectue les mesures en introduisant dans la pri-

se de courant placée sur le côté du contrôleur une tension alternative quelconque comprise entre 125 et 220 volts dont veut connaître la fréquence. Il faut ensuite tourner complètement la clé indiquée REG. vers la gauche et introduire complètement l'extrémité d'une pointe de touche dans la douille centrale en bas, indiquée $V \approx pF/\Omega \times 10\,000$ et l'autre extrémité de la même pointe de touche dans une des douilles supérieures indiquées $pF\text{ Hz} \times 10/\Omega \times 1\,000$ pour les lectures de 50 Hz maximum selon la gamme voulue. Il faut alors tourner la clé indiquée REG. jusqu'à ce que l'instrument se trouve exactement au point maximum de l'échelle, c'est-à-dire à 0 ohm. On déplace ensuite la pointe de touche qui avait d'abord été introduite dans la douille $V \approx pF/\Omega \times 10\,000$, dans la douille voisine indiquée Hz OUTPUT et on lit ainsi la fréquence en Hz sur l'échelle correspondante indiquée par le signe Hz.

La valeur lue sera évaluée en hertz, si on est sur la gamme $\text{Hz} \times 1$ ou, elle sera à multiplier par 10, si on est sur le gamme $\text{Hz} \times 10$ qui aurait été choisie au début.

Si on veut lire une fréquence supérieure à 500 Hz mais qui ne soit pas plus élevée que 5 000 Hz, il suffira, après avoir remis à zéro la tension alternative à mesurer sur la gamme Hz $\times 10$, d'introduire un condensateur de 5 000 pF précis, en série avec une pointe de touche et de lire ainsi la fréquence indiquée sur l'échelle, multipliée par 100. Si la tension alternative à mesurer n'est pas comprise entre les 125 et les 220 volts indiqués ci-dessous, il suffira d'utiliser un transformateur de tension qui reporte la tension sans distorsion dans la gamme de ces valeurs. Le circuit simplifié de fréquencesmètre est illustré sur la figure 12.

Mesures de puissance de sortie. — La figure 14 représente le circuit permettant les mesures de puissance de sortie. Pour effectuer ces mesures, on introduit l'extrémité des pointes de touche dans la douille en bas à droite indiquée par l'expression « OUTPUT » et l'autre extrémité dans une des douilles latérales de droite in-

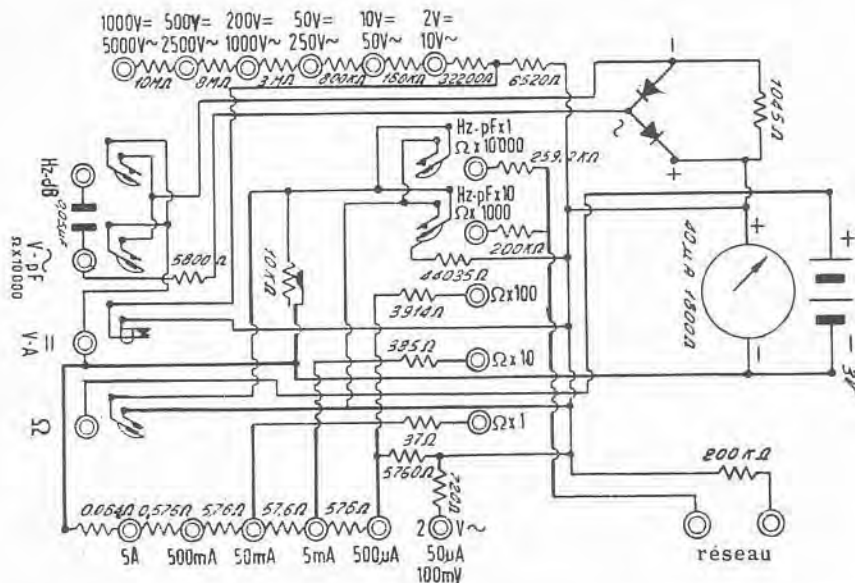


Fig. 14 - Schéma électrique complet du « tester » précédemment analysé dans les diverses sections du circuit. Celles-ci correspondent aux diverses fonctions, chacune dotée de plusieurs gammes de mesure. A noter à côté de certaines douilles la présence de contacteurs à ressort qui agissent automatiquement avec l'insertion de la fiche.

diquées par les signes: 10 V —, 50 V —, 250 V —, 1 000 V —, selon la gamme voulue. Quand la valeur de la puissance de sortie à mesurer est incertaine, il vaut mieux utiliser toujours la gamme maximum afin de protéger le circuit de surcharges éventuelles. Après la première lecture, si cela est nécessaire, l'extrémité des deux prises peut être insérée dans la gamme inférieure ce qui permet de lire la mesure avec plus de précision.

Pour les mesures de puissance en dBm, on a choisi comme niveau de base pour le zéro dB, le Standard International, c'est-à-dire: 0 dB = 1 mW pour une impédance de 600 ohms, égal à 0,775 volts.

Les valeurs en décibels pour la prise 10 V en courant alternatif sont indiquées directement sur l'échelle de l'instrument. En se servant de la gamme 50 V en courant alternatif, la lecture en dB sera celle indiquée à laquelle on ajoutera 14 dB.

Avec la prise 250 V en courant alternatif, on ajoutera 28 dB, tandis qu'avec la prise 1 000 V en courée à laquelle on ajoutera 14 dB.

Nous voulons éclaircir, du moins sommairement, le concept de dB (décibel) bien que nous vous promettons de revenir sur le sujet dans les leçons suivantes. Tout d'abord qu'il soit bien clair que le dB (décibel) est une mesure relative (un « rapport ») et comme telle peut assumer n'importe quelle valeur selon la référence de comparaison.

Les décibels peuvent évaluer le rapport entre deux puissances calculées en watts mais tandis que ces derniers seuls, représentent une entité absolue, les décibels mesurant le rapport entre les deux puissances peuvent être un nombre positif (selon que la première puissance, est plus forte que la seconde) ou négative (si la première puissance est plus faible que la seconde); la valeur de référence choisie fait que le nombre de décibels est plus ou moins élevé.

Le décibel (dB) considéré comme unité et comme entité psychophysique représente la plus faible variation de puissance acoustique que puisse percevoir l'o-

reille humaine, mais cette variation de puissance peut être de l'ordre du milliwatt, à faible niveau comme elle peut être de l'ordre du watt, à niveau plus élevé sans que la perception acoustique des variations correspondant à un décibel puisse changer.

En fait la formule qui met en relation les décibels et les watts est la suivante:

$$\text{dB} = 10 \log_{10} \frac{W_1}{W_0}$$

elle représente 10 fois le logarithme en base décimale ($\log_{10}$) du rapport entre les watts considérés (W_1) et les watts de référence (W_0). Comme nous le verrons plus tard en détail dans nos considérations sur les calculs, par logarithme d'une certaine quantité on entend la puissance à laquelle un certain nombre doit être élevé pour obtenir la quantité désirée.

Dans le cas d'une amplification, la valeur en décibels est positive tandis que dans le cas d'une atténuation la valeur en décibels est négative*.

Comme nous l'avons dit précédemment, la référence pour la comparaison (niveau 0) indiquée sur l'échelle de l'analyseur est représentée ici par une puissance de 1 mW aux bornes d'un circuit de 600 ohms et elle a été adoptée pour le standard téléphonique international.

Nous terminerons l'examen de cet analyseur, contrôleur 517, dont le schéma électrique complet, avec les valeurs des composants, est représenté sur la figure 14, par ces considérations un peu « concentrées », pour cette fois, sur les mesures de puissance de sortie en décibels (dB).

* On dira par exemple: l'amplificateur basse fréquence a un gain de 20 décibels, si le rapport entre puissance de sortie et puissance d'entrée donne 100.

On dira par exemple, dans cet amplificateur, le bruit de fond, ou le ronflement est à —78 décibels, si la puissance de ce ronflement est dans ce rapport avec la puissance du signal utile que l'on veut écouter.

SYMBOLES - ABREVIATIONS

Rx	= Résistance inconnue
S	= Commutateur
VOM	= Volt-ohm-milliampèremètre
REG	= Réglage ohmmètre (zéro)
OHM ADJ.	= « Ohm Adjustment » = REG
=	
V - mA	= volt-milliampère en c.c.
V ~	= volt en c.a.
Output	= Sortie

FORMULES

Pour calibrer l'échelle d'un ohmmètre en série

$$Rx = Rc \left(\frac{I1 - I2}{I2} \right)$$

dans laquelle:

Rx = résistance inconnue

Rc = résistance totale avec pointes de touche court-circuitées

I1 = courant total avec pointes de touche court-circuitées

I2 = courant obtenu lorsque Rx est en série

Pour calibrer l'échelle d'un ohmmètre en parallèle

$$Rx = Rm \left(\frac{I2}{I1 - I2} \right)$$

dans laquelle:

Rx = résistance inconnue

Rm = résistance intérieure de l'instrument (bobine mobile)

I1 = courant de l'ohmmètre (Rx exclue)

I2 = courant de l'ohmmètre (Rx dans le circuit)

SYMBOLES SCHEMATIQUES

	= Pointe pour instrument analyseur
	= Douille pour panneau
	= Douille pour panneau
	= Commutateur à ressort

QUESTIONS sur les LEÇONS N°s 25 et 26

N. 1 — Qu'entend-on par « ohmmètre » ?

N. 2 — Quelle est la différence entre un ohmmètre en série et un ohmmètre en parallèle ?

N. 3 — Pourquoi y a-t-il dans un ohmmètre, des gammes différentes ?

N. 4 — Comment est-il possible d'étendre les gammes d'un ohmmètre à basse résistance ?

N. 5 — Comment est-il possible d'étendre les gammes d'un ohmmètre à haute résistance ?

N. 6 — De quelle façon sont interprétées les lectures d'un ohmmètre dans les différentes gammes ?

N. 7 — Pourquoi est-il nécessaire dans un ohmmètre, de retourner à zéro avant de mesurer ?

N. 8 — Alors qu'on effectue une mesure de résistance dans un circuit quelle est la première précaution qu'il faut observer ?

N. 9 — Pourquoi les pointes d'un ohmmètre doivent-elles être toujours isolées entre elles, à part pendant les mesures ?

N. 10 — Qu'entend-on par « multimètre » ?

N. 11 — Combien de systèmes existe-t-il pour commuter les échelles d'un multimètre ?

N. 12 — Sur quelles échelles est-il plus avantageux d'éviter l'emploi de commutateurs ?

N. 13 — Si un multimètre a des échelles de 50, 100, 500 et 1 000 volts f.s., sur quelle échelle sera-t-il opportun de lire une tension de 300 V ?

N. 14 — Si la tension ou le courant à mesurer sont inconnus, sur quelle échelle la première lecture s'effectuera-t-elle ?

N. 15 — De quelle façon est-il possible d'effectuer la mesure d'une tension de 1 000 volts, si la portée maximum de l'instrument est de 500 volts ?

N. 16 — Pour quelle raison est-il indispensable d'éviter que, dans les mesures, l'aiguille de l'instrument ne se déplace brusquement vers l'extrémité de l'échelle ?

N. 17 — Est-il possible de mesurer l'isolement avec un multimètre ?

N. 18 — Combien et quelles sont les mesures qu'un multimètre doit pouvoir permettre ?

REPONSES aux QUESTIONS de la p. 187

N. 1 — Un courant qui change périodiquement sa direction, tandis que le courant continu va toujours dans le même sens.

N. 2 — Le courant continu subit des pertes importantes s'il est transporté à une grande distance. Le courant alternatif au contraire, se prête à ce but étant donné qu'il peut être transformé.

N. 3 — Oersted découvrit l'électromagnétisme; Faraday découvrit qu'un champ magnétique pouvait produire un courant; et Henry traduisit en lois de physique les principes relatifs.

N. 4 — L'intensité du champ magnétique et la vitesse du conducteur qui se trouve dans ce dernier.

N. 5 — f.e.m. induite = $B \times l \times v \times \sin \theta \times 10^{-8}$.

N. 6 — A 90° elle est maximum, à 0° elle est zéro.

N. 7 — Avec la loi de Fleming de la main droite.

N. 8 — Il est composé d'un champ magnétique produit par un aimant (permanent ou électrique), par un enroulement qui tourne dans ce champ grâce à une force extérieure, et par un collecteur dont les balais prélèvent le courant.

N. 9 — Parce qu'il exprime graphiquement les variations de module de la tension ou du courant en fonction de l'angle de phase.

N. 10 — En effectuant la formule suivante.

$$\text{Fréq.} = \frac{\text{Nombre de pôles} \times \text{Nombre tours/minute}}{120}$$

N. 11 — La valeur instantanée est la valeur correspondant à n'importe quel instant dans le temps. La tension de crête correspond à la valeur instantanée maximum. La tension efficace est la valeur correspondant au courant continu qui produirait la même quantité de chaleur à travers la même résistance et en un même temps.

N. 12 — La « phase » est la différence, dans le temps, entre n'importe quel point d'un cycle et le début de ce cycle.

N. 13 — En phase, lorsque les valeurs maxima, moyennes et nulles coïncident dans le temps avec la même polarité. Déphasés, lorsque cette condition n'a pas lieu. Avec un déphasement de 180° les valeurs maxima coïncident, mais avec une polarité opposée.

N. 14 — Les instruments à fer mobile, dans les différentes versions.

N. 15 — En faisant passer le courant à travers un redresseur qui le transforme en continu.

N. 16 — Trois: à une alternance, 6 deux alternances en contrephase, et à deux alternances en pont.

CONSTRUCTION d'un CONTRÔLEUR UNIVERSEL

Pour que le lecteur ait la possibilité de connaître à fond cet instrument de travail indispensable qu'est le contrôleur universel, nous avons décidé de lui présenter une description constructive qui a surtout un but didactique. En effet, presque toujours l'instrument en question est acheté complet et en état de marche, ayant une sensibilité plus élevée que dans le cas présent. Toutefois, pour certains emplois, même un petit appareil de ce genre peut être utile.

Le modèle, décrit ci-dessous, est de performances bien modestes; il peut être utilisé dans certains cas, précisément dans ceux où les mesures sont faites sur des circuits à faible résistance. En d'autres termes, cet appareil ne pourra être utilement employé que dans les cas où son branchement dans un circuit n'en perturbera pas les conditions de fonctionnement, malgré une certaine consommation de courant supplémentaire due à la présence du contrôleur.

Comme nous l'avons dit plus haut, le technicien utilise fréquemment deux types de contrôleurs: l'un « portable » pour les dépannages extérieurs et l'autre plus précis et plus sensible pour l'atelier ou le laboratoire. Le type portable est robuste tout en étant sensible, et susceptible de permettre la plupart des mesures que l'on peut être amené à faire lors du dépannage d'un appareil de radio. Sa résistance est souvent de 10 000 ou 20 000 ohms par volt, ce qui indique que sa consommation propre est suffisamment faible pour ne pas perturber gravement le fonctionnement des circuits.

Enfin il y a le contrôleur de laboratoire ou d'atelier toujours d'une résistance de 20 000 ohms/volt, comportant de nombreux calibres et permettant également la mesure des capacités. Le schéma (figure 1) est particulièrement simple.

En se rappelant ce qui a été dit concernant les circuits utilisés dans ces instruments, le lecteur verra de suite que les diverses fonctions et calibres sont sélectionnés au moyen d'un contacteur unique et que, les fils allant aux pointes de touche restant branchés aux bornes A et B (+ et -), on pourra mesurer les tensions, les courants et les résistances uniquement en plaçant le contacteur dans la position convenable.

Dans le but de simplifier au maximum l'ensemble de l'appareil on a adopté, pour la mesure des tensions alternatives, une solution assez peu orthodoxe: on peut voir, en effet, en examinant attentivement le schéma (ou, mieux encore, les divers schémas partiels donnés plus loin) que les redresseurs, montés en pont, restent toujours branchés aux bornes du milliampèremètre, même pendant les mesures en courant continu. De ce fait, une résistance de quelques milliers d'ohms (résistance inverse des redresseurs) se trouve toujours placée en parallèle sur la bobine mobile de l'instrument; toutefois — étant donné la faible résistance (100 ohms, environ) de la bobine mobile — ce « shunt » permanent produit un effet tout à fait négligeable. L'ensemble des commutations se trouve, par contre, considérablement simplifié.

Disons un mot, maintenant, de la résistance R1 placée en série avec la bobine mobile du galvanomètre.

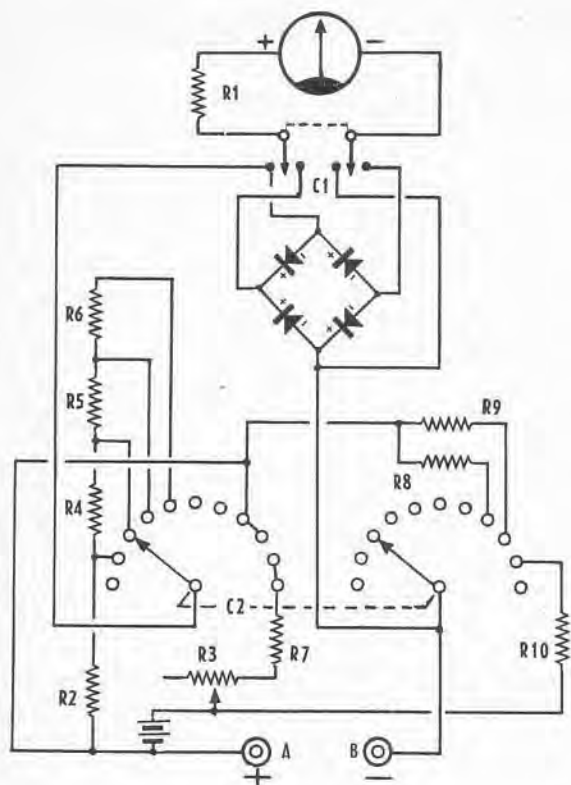


Fig. 1 - Schéma du contrôleur de 1000 ohms/volt, dont on présente ici la construction. Il est caractérisé par la sélection de gammes et de fonctions par un contacteur unique (C2).

- | | |
|--|--|
| 1 Milliampèremètre 0-1 mA | C1 = inverseur « tumbler » 2 circuits. |
| R1 = résistance bobinée (voir texte). | C2 = Contacteur à deux gallettes, deux circuits, 11 positions. |
| R2 = résistance 10 000 ohms $\pm 1\%$, $\frac{1}{2}$ watt. | BT = Pile 3 volts (2 piles 1,5 V en série). |
| R3 = potentiomètre bobiné 1000 ohms, avec bouton flèche. | 2 fiches banane (une rouge, une noire) pour fiches banane 4 mm. |
| R4 = résistance 90 000 ohms $\pm 1\%$, $\frac{1}{2}$ watt. | 1 redresseur en pont pour instrument de mesure, 1 mA. |
| R5 = résistan. 400 000 ohms $\pm 1\%$, $\frac{1}{2}$ watt. | 2 fiches banane (une rouge, une noire). |
| R6 = résistance 4,5 mégohms $\pm 1\%$, $\frac{1}{2}$ watt. | 2 pointes de touche pour instruments de mesure (une rouge, une noire). |
| R7 = résistance 2 200 ohms $\pm 5\%$, 1 watt. | 1 bouton flèche pour C2. |
| R8 = résistance bobinée 11 ohms $\pm 5\%$, 1 watt. | Fil à connexions, gaine isolante, souder à la résine, rondelles vis. |
| R9 = résistance bobinée 1 ohm $\pm 1\%$, 1 watt. | 1 panneau et un coffret (voir texte). |
| R10 = résistance bobinée 30 ohms $\pm 1\%$, $\frac{1}{2}$ watt. | |

Cette résistance, de faible valeur, a uniquement pour but de permettre d'utiliser pour « shunts » — dans la fonction ampèremètre — des résistances commerciales de valeurs courantes.

En choisissant convenablement R1, il sera possible d'adapter au circuit n'importe quel type d'instrument donnant sa déviation totale pour 1 mA et dont la résistance interne est égale ou inférieure à 100 ohms. La résistance R1 sera égale à 100 ohms, moins la résistance propre de l'équipage mobile; si, par exemple, notre milliampèremètre a une résistance interne de 60 ohms, R1 sera égale à 40 ohms: la résistance interne des divers galvanomètres varie suivant les marques. Dans le cas où cette résistance serait inconnue, on pourra la mesurer par la méthode exposée à la page 199.

En parcourant la liste du matériel nécessaire à cette réalisation, on notera que pour le calibre 10 volts, la résistance additionnelle (R2) a une valeur de 10 000 ohms. En principe, la valeur exacte est 9 900 ohms, pour un instrument ayant — avec R1 en série — une résistance interne de 100 ohms; la différence entre ces deux valeurs étant de 1%, ce qui est négligeable, nous avons préféré employer une résistance de 10 000 ohms que l'on trouve facilement dans le commerce.

Il sera d'ailleurs facile, si l'on peut mesurer les résistances avec précision (c'est alors que le pont de Wheatstone, décrit en détail dans notre 21^{ème} leçon, se révèle particulièrement utile), de choisir parmi un certain nombre de résistances marquées 10 000 ohms, une dont la valeur approche le plus de 9 900 ohms.

Dans la position « courant alternatif », sélectionnée au moyen de l'inverseur C1, la précision sera légèrement inférieure à celle obtenue en courant continu; elle est de l'ordre de 5%, ce qui est encore suffisant pour un instrument de cette catégorie.

Il aurait été possible d'avoir la même précision dans

les deux cas, mais cela n'aurait pu être réalisé qu'au prix d'une complication du système de commutation et en employant un jeu supplémentaire de résistances additionnelles: le coût et les difficultés de construction en auraient été accrus bien inutilement, étant donné l'emploi limité que nous ferons de cet appareil.

Avant d'en commencer la construction, il est bon d'étudier séparément, fonction par fonction, les commutations et les éléments du circuit mis en service dans chaque cas (voltmètre continu, voltmètre alternatif, milliampèremètre continu, ohmmètre). Les schémas partiels (page 216), faciliteront cet examen.

Nous donnons à côté du schéma général de la figure 1 la liste complète du matériel nécessaire à cette réalisation. Ainsi qu'on peut s'en rendre compte, il s'agit d'éléments d'usage courant que l'on peut trouver facilement dans le commerce.

Il sera bon, avant de commencer le montage, de se procurer tout le matériel nécessaire à la complète réalisation de l'appareil.

Tous les éléments, à l'exception des piles, sont montés directement sur le panneau avant. Celui-ci pourra être soit métallique (en aluminium, par exemple) soit en matière isolante. Dans le cas d'un panneau métallique il sera nécessaire d'isoler soigneusement tous les éléments, en tenant compte qu'une tension maximum de 5 000 volts pourra être appliquée aux bornes d'entrée. Etant donné qu'un isolement suffisant n'est pas toujours facile à réaliser, nous conseillons fortement d'employer un panneau en matière isolante, en bakélite ou en ébonite, par exemple.

La figure 2 donne les dimensions et le plan de perçage de ce panneau qui formera le couvercle d'un coffret destiné à protéger l'ensemble du montage. Ce coffret pourra être indifféremment en matériau iso-

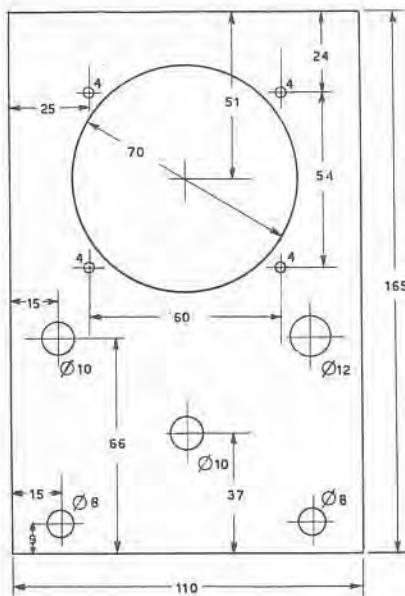


Fig. 2 - Plan de perçage du panneau avant supportant tous les organes (à l'exception de la pile). Les cotes indiquées sont en millimètres et dépendent, naturellement, des différents types de matériel.

lant (en bois, par exemple) ou en métal. Sa profondeur sera de dix centimètres (environ), elle devra être, en tous cas, suffisante pour qu'aucun élément ne touche le fond, à l'exception, toutefois, des deux piles qui pourront y être fixées par deux pinces.

Il n'a pas été prévu, sur le plan de perçage, les trous devant recevoir les vis (au nombre de 4 ou de 6) destinées à la fixation du panneau sur le coffret. La position de ces trous (situés sur les bords) dépendra du type de coffret utilisé.

Une fois le panneau percé, on y fixera tous les éléments (galvanomètre, inverseur C1, contacteur C2, potentiomètre R3, douilles A et B).

On pourra, ensuite, entreprendre le câblage et disposer les autres éléments (résistances, redresseurs).

Les figures montrant respectivement le dessus et le dessous du panneau avant, aideront considérablement à la construction de l'appareil. Il sera bon, toutefois, de contrôler les opérations au moyen du schéma électrique de la figure 5, en cochant, au fur et à mesure qu'elles seront exécutées, les différentes connexions. On utilisera, pour le câblage, du fil rigide sous isolant plastique ou du fil nu recouvert de gaine isolante.

Le câblage devra se faire suivant un ordre logique et nous conseillons de commencer par câbler toute la partie concernant une fonction déterminée.

On câblera tout d'abord, par exemple, tous les éléments et les conducteurs formant la partie voltmètre

pour tensions continues (c'est-à-dire le schéma de la figure 6).

Ceci étant fait on pourra essayer immédiatement le fonctionnement de l'appareil, avant de poursuivre plus avant les opérations, en mesurant des tensions connues. Par exemple, en plaçant le contacteur sur la position « 10 volts » nous pourrions mesurer la tension des piles de l'ohmmètre (1,5 et $1,5 + 1,5 = 3$ V) ce qui nous permettra de vérifier qu'aucune erreur n'a été commise et que l'étalonnage est exact. Si nous pouvons disposer d'autres tensions continues de valeurs connues, il nous sera possible d'essayer les autres calibres et de nous rendre compte du bon fonctionnement de l'ensemble. C'est ainsi que nous pourrions nous assurer que les résistances R2, R4, R5 et R6 ont bien la valeur convenable et ne présentent aucun défaut.

On pourra, ensuite, relier les deux fils du redresseur qui vont aux deux cosses de l'inverseur C1 restées libres: ces deux connexions suffiront pour compléter la partie voltmètre alternatif.

En plaçant l'inverseur C1 sur la position « C.A. » nous pourrions immédiatement nous assurer du bon fonctionnement en mesurant une tension alternative de valeur connue, le secteur, par exemple.

Nous aurons ainsi terminé la partie voltmètre de notre appareil.

En plaçant dans le circuit les deux résistances « shunt » R9 et R10 (reliées à la section inférieure du contacteur C2) et en réalisant les connexions qui de la douille (+) vont aux deux cosses du contacteur (section supérieure), puis au point de jonction de R8 et R9, nous aurons complété le montage du milliampèremètre (pour courant continu seulement).

Enfin nous terminerons par les connexions concernant la fonction ohmmètre (figure 9) et nous souderons deux fils souples aux pôles de la pile.

Comme nous l'avons dit au début de ce chapitre, cette réalisation est la solution la plus économique permettant de construire, à peu de frais, un contrôleur aux multiples fonctions.

Il est logique de penser que dans de nombreux cas, le lecteur désirera utiliser un milliampèremètre déjà en sa possession. Il s'ensuivra donc des réalisations d'aspect et d'encombrement différents, mais le fonctionnement sera identique à celui de notre modèle à la condition toutefois, que le milliampèremètre donne sa déviation totale pour 1 mA.

Pour donner à notre appareil une meilleure présentation, on pourra utiliser la gravure de la figure 3. Pour cela, après avoir ouvert le boîtier du galvanomètre, on collera ce dessin sur le cadran en ayant soin de le centrer convenablement pour que la course de l'aiguille corresponde exactement avec les échelles. Il faudra utiliser alors un instrument de 80 mm de côté, cette dimension étant celle prévue pour l'utilisation directe de la gravure de la figure 10. Pour les instruments plus grands, on pourra essayer de faire un agrandissement photographique de cette figure, mais cette opération n'est pas facile et le résultat en sera incertain.

Un instrument et des éléments différents de ceux

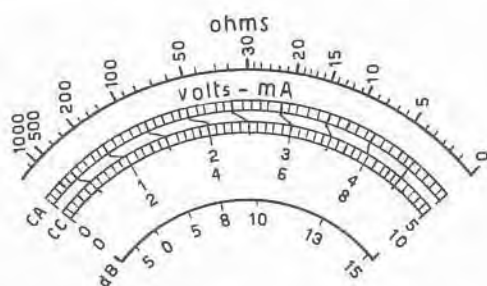


Fig. 3 - Ce dessin peut être découpé et collé sur le cadran du galvanomètre.

représentés sur les figures pourront être employés, suivant les disponibilités de chacun, mais il est évident que, dans ce cas, il conviendra de modifier convenablement le plan de perçage de la **figure 2**.

Les deux douilles *A* et *B*, destinées au branchement des fils des pointes de touche, seront choisies de couleurs différentes; on adopte généralement la couleur *rouge* pour la douille *A* (positif) et *noire* pour *B* (négatif).

Les deux pointes de touche (de la même couleur que les douilles) seront reliées à l'appareil au moyen de deux fils souples de longueur convenable (1 mètre, environ) terminés par des fiches banane. Ces fiches et les pointes de touche généralement employées pour cet usage sont représentée sur la **figure 4**.

L'ensemble redresseur, comportant les quatre diodes, est vendu tout monté et se présente sous la forme d'un bloc compact dont un modèle classique est illustré **figure 4**.

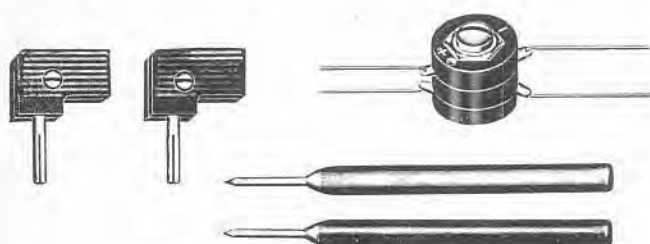


Fig. 4 - Deux fiches de type classique (en haut) pour instruments de mesure; elles sont reliées aux pointes de touche (figurées au-dessous) par deux fils souples sous gaine isolante de couleur appropriée (rouge et noire). On voit aussi un redresseur pour instrument de mesure (montage en pont); certains modèles sont de forme rectangulaire.

Il est opportun de donner quelques indications concernant le contacteur *C2*.

Il s'agit d'un contacteur à deux sections (ou deux circuits), chaque section ou circuit étant disposée sur une galette; ces deux galettes sont placées sur un plan différent, l'une au-dessus de l'autre, les deux rotors étant commandés par le même axe. Chaque galette comporte une cosse pour le rotor (ou contact mobile) et 11 cosse pour les contacts fixes (ces contacts n'étant d'ailleurs pas tous employés).

La galette supérieure, c'est-à-dire celle se trouvant vers l'observateur, en regardant le plan de câblage, a huit contacts utilisés. Celle située en-dessous (non visible sur le dessin) compte seulement trois contacts utilisés (ainsi qu'on peut le voir sur le schéma de la **figure 5**).

On remarquera, en outre, que pour trois positions du contacteur (la première, la sixième et la septième), les cosse des deux galettes sont libres. Le but poursuivi apparaît évident si l'on regarde la **figure 5**, représentant le panneau avant. On voit que le contacteur doit être monté de telle sorte que sur sa seconde position (la première étant inutilisée), le bouton flèche marque la sensibilité « 10 V ». Après trois autre bonds (100 - 500 - 5 000 V), les sixième et septième sont encore inutilisées: il n'y a d'ailleurs aucune inscription sur le panneau, pour celle-ci. Sur la huitième position on trouve la sensibilité « 10 mA » et ainsi de suite jusqu'à

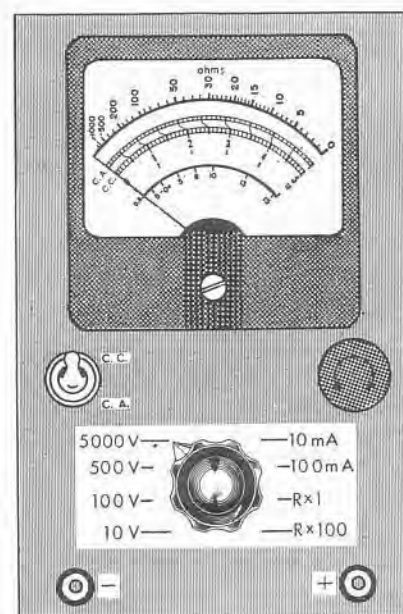
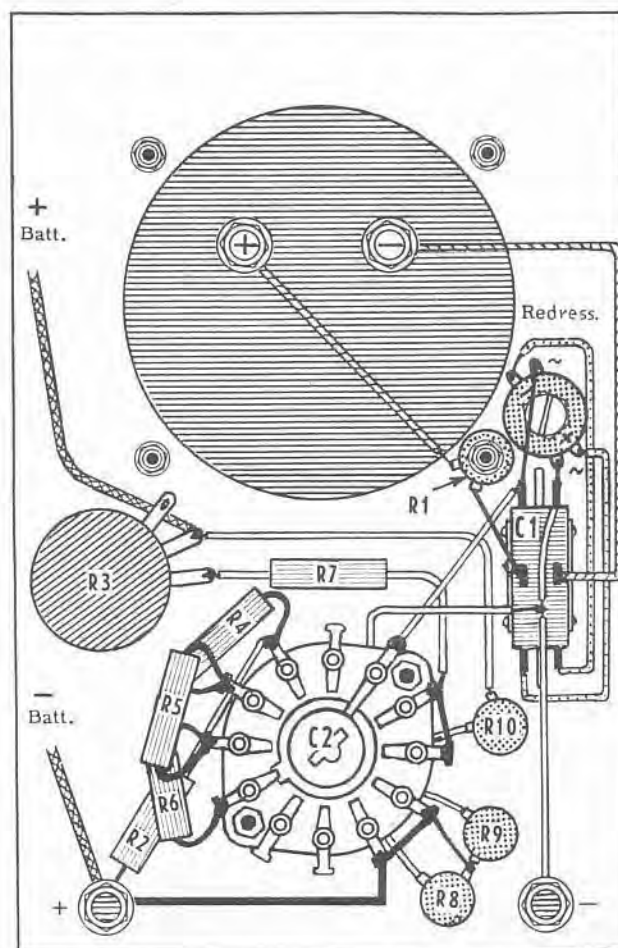


Fig. 5 et en bas, 6 - Panneau vu de l'avant et de l'arrière montrant la disposition des éléments et le câblage.

la onzième, marquée « $R \times 100$ ». Il a été ainsi possible de séparer les diverses fonctions et d'obtenir une disposition rationnelle et esthétique.

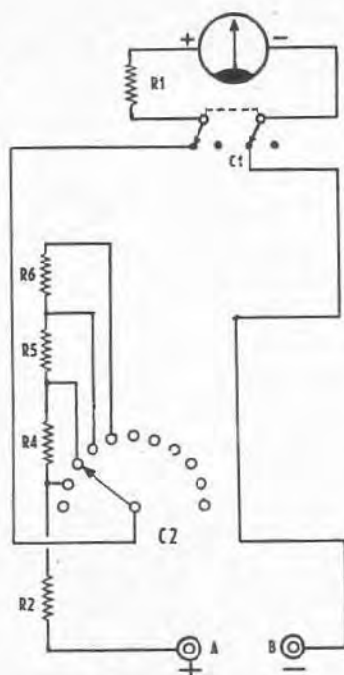
La finition de l'appareil se fera suivant les goûts et les moyens dont dispose le lecteur qui pourra choisir entre plusieurs solutions possibles.

Les diverses indications pourront être gravées directement sur le panneau au moyen d'un pantographe, ou bien écrites à la main ou imprimées sur des plaquettes séparées qui seront ensuite fixées sur le panneau.



VOLTMETRE POUR TENSIONS CONTINUES

Fig. 6 - Avec la seule résistance additionnelle R2 (10 000 ohms) la sensibilité est de 10 volts; avec R2 + R4 (100 000 ohms au total) elle est de 100 volts; avec R2 + R4 + R5 (500 000 ohms au total) elle est de 500 volts et avec R2 + R4 + R5 + R6 (5 mégohms au total) elle est de 5 000 volts.

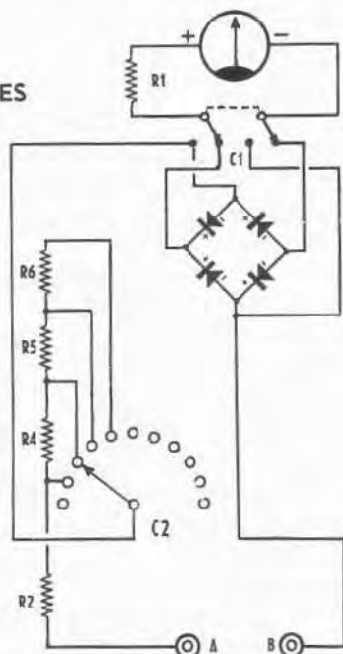


Commutations et éléments en service dans cette fonction. L'inverseur C1 est placé dans la position «C.C.». Le contacteur C2 permet de choisir un des quatre calibres; sur la figure, le contacteur est dans la position «100 volts».

Les résistances en série avec l'instrument, du côté positif, sont R2 et R4 (la résistance R1 étant toujours en série, comme nous l'avons expliqué plus haut). La borne «négatif» du galvanomètre est reliée directement à la douille B (-).

VOLTMETRE POUR TENSIONS ALTERNATIVES

Fig. 7 - Les résistances additionnelles sont les mêmes que celles du schéma précédent. Le redresseur en pont, mis en circuit au moyen de l'inverseur C1 redresse les deux alternances.

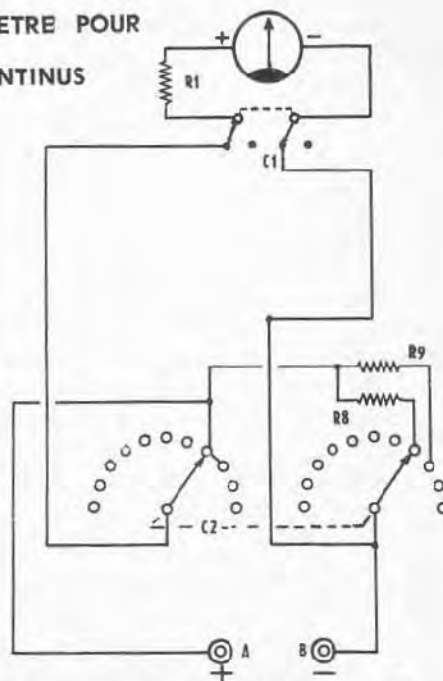


Vu qu'il s'agit également d'un voltmètre, le schéma est en partie semblable à celui de la figure 6. La seule différence consiste en la mise en service du redresseur en pont. Elle se fait en plaçant l'inverseur C1 dans la position «C.A.».

Le groupe de redresseurs reçoit la tension alternative à deux de ses sommets, tandis que la tension redressée recueillie aux deux autres points est envoyée au galvanomètre.

MILLIAMPEREMETRE POUR COURANTS CONTINUS

Fig. 8 - La résistance bobinée R8 a une valeur de 11 ohms; en plaçant le contacteur dans la position suivante on met en circuit la résistance R9 (1 ohm) au lieu de R8; la sensibilité passe alors à 100 mA.

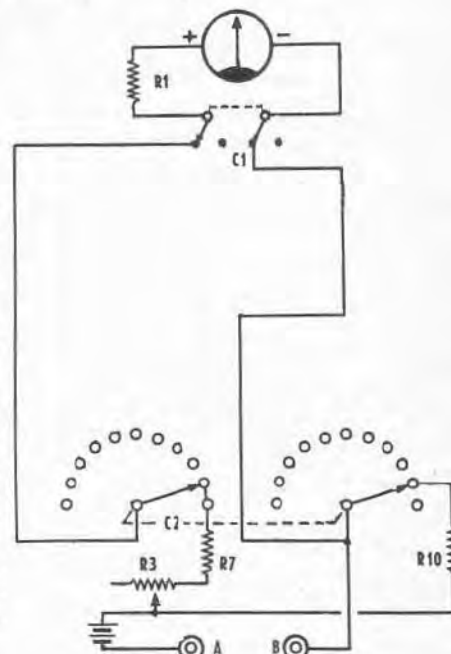


Naturellement, l'inverseur C1 est placé dans la position «C.C.». Les deux sections du contacteur C2 sont utilisées; sur le dessin, elles sont figurées sur la position 10 mA.

La résistance «shunt» en service est R8 et l'on peut facilement se rendre compte que cette résistance est mise en parallèle à la fois sur les douilles d'entrée et sur le galvanomètre.

OHMMETRE

Fig. 9 - La résistance bobinée variable R3 (1 000 ohms) est la résistance de tarage ou de remise à zéro. R7 (2 200 ohms) est la résistance limiteuse de courant; lorsqu'elle est seule en circuit (dernière position du contacteur), on doit x 100 la lecture faite sur l'échelle de l'ohmmètre.



L'inverseur C1 est toujours sur «C.C.».

En se souvenant de ce que nous avons dit dans la leçon précédente (étude sur les ohmmètres), on peut se rendre compte que le circuit réalisé est du type «série». La résistance inconnue, placée entre les bornes A et B, se trouve en série avec le circuit alimenté par la pile.

Dans la position indiquée sur le dessin (mesure des résistances de faibles valeurs), la deuxième section de C2 place en parallèle une résistance R10 de valeur déterminée.

Notre REVUE DE TECHNIQUE RADIO

vous apportera

chaque année:

52 leçons et exposés théoriques

52 leçons de technique appliquée

52 leçons de réalisations pratiques, de schémas et de références

52 exercices de révision, avec réponses aux questions posées

Un Dictionnaire Anglais-Français d'Electronique, etc...

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

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

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

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

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

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

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

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



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



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



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

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