

16

votre Carrière

REVUE de TECHNIQUE RADIO

magazine des futurs électroniciens



hebdomadaire pour la formation professionnelle - 14 - 20 juin 1965 - le numéro 1,60 F.



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

Directrice: *Mme Etienne Chiron.*
Secrétaire de rédaction: *J. Lavergne*

ABONNEMENTS

Les abonnements peuvent être souscrits en cours d'année, à n'importe quelle date. Les numéros déjà parus au moment de la souscription seront envoyés en une seule expédition.
France - 1 an (52 numéros) = 70 F;
6 mois (26 numéros) = 38 F. -
Etranger - 1 an = 90 F - Si vous possédez déjà des numéros, vous pouvez déduire la somme de 1,20 F par numéro.

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

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

Aucun envoi contre remboursement.

RENSEIGNEMENTS

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

Adresser: Editions CHIRON - rue de Seine, 40 - Paris.

PUBLICITE

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

Cette Revue sera contrôlée par l' O. J. D. Le Numéro précédent a été tiré à 30 618 exemplaires.

DISTRIBUTION

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

COPYRIGHT

Dépôt légal éditeur 34 - 2^e trim. '65
Periodique N. 42 905 à la Commission Paritaire de la Presse.

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

Sommaire

★ Courrier technique	page	2
★ Résumé du Cours télévisé par l'O.R.T.F.	»	3
★ Informations	»	4
★ Maquette d'Early Bird, grandeur nature, présentée au public	»	4
★ La lampe à trois électrodes: la triode	»	5
★ Le lampemètre	»	14
★ Dictionnaire Anglais-Français d'Electronique	»	17
★ Symboles - Abréviations - Formules	»	27
★ Questions sur les 46 ^{ème} et 47 ^{ème} leçons	»	27
★ Réponses aux questions du numéro précédent	»	28
★ Fonctionnement du lampemètre	»	28
★ Le Salon International des Composants Electroniques	»	33

Courrier technique

M. V. CAPLAN - Tours, nous demande si les rayons cosmiques sont identiques à ceux de la lumière et quel est le nombre de particules cosmiques arrivant sur la Terre.

Les rayons cosmiques sont différents des rayons lumineux. Ils sont constitués par un courant de particules invisibles qui se déplacent à une vitesse dix mille fois supérieure à celle des fusées nucléaires et qui possèdent une énergie considérable. Leurs dimensions sont si réduites que le rapport entre une particule et un grain de sable équivaut au rapport entre ce même grain et le globe terrestre. Ces particules sont constituées par les noyaux des atomes des gaz légers tels que l'hélium (particule α) ou l'hydrogène (protons).

Il arrive une particule cosmique à la minute par centimètre carré au niveau de la mer. Comme nous vivons à un niveau peu différent, nous sommes traversés par des milliers de particules cosmiques. A travers les âges, les êtres et les plantes se sont accoutumés à ces particules et n'en ressentent pas l'effet. Les rayons cosmiques jouent un rôle important dans l'évolution et seraient, selon les biologistes, un facteur de mutation et de sélection naturelle.

M. MERCIER nous demande un projet, facilement réalisable, pour actionner électriquement une pendule murale.

Le projet que nous suggérons est facile à réaliser quant à la partie électrique, illustrée à la figure 1, mais présente évidemment quelque difficulté quant à la partie mécanique, représentée sur le schéma de la figure 2.

Le dispositif peut être constitué par un balancier commun avec ressort à spirale (pour le mouvement pendulaire) excité par un circuit utilisant un transistor et alimenté par une batterie de 2,9 volts. Le circuit électrique fournit, à intervalles réguliers déterminés par les caractéristiques mécaniques de

ce balancier, des impulsions d'énergie magnétique qui compensent les pertes dues aux frottements.

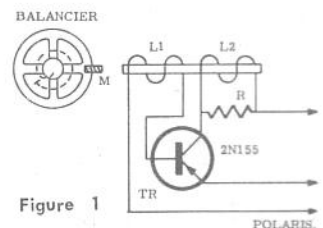


Figure 1

Un aimant minuscule est monté en un point de la circonférence du balancier. L1 et L2 sont deux bobines enroulées sur un noyau magnétique et disposées de façon à déterminer un effet réactif, positif.

Quand le noyau sur lequel les bobines sont enroulées n'est pas aimanté, l'aimant permanent (M) monté sur le balancier est attiré par celui-ci, et par inertie, passe devant le noyau. Au moment où il le dépasse, il engendre une impulsion négative aux extrémités des deux enroulements L1 et L2, laquelle est appliquée à la base du transistor. L'impulsion, amplifiée, détermine le passage du courant à travers L2; le noyau relatif s'aimante de façon à repousser (M) à son nouveau passage.

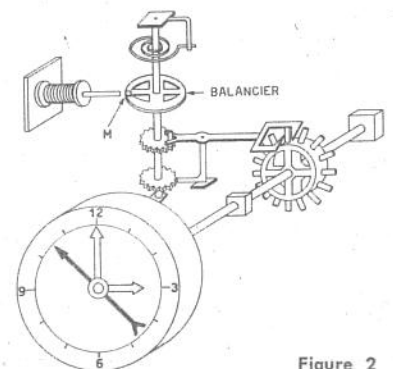


Figure 2

Quand l'impulsion cesse, le noyau se désaimante, (M) est attiré de nouveau et le cycle se répète.

RESUME DU COURS TELEVISE par l'O.R.T.F.

Au cours de cette émission, dont l'objet est l'Exploitation des Réémetteurs, on expose le sujet sous les cinq aspects suivants:

- 1) Problèmes posés par l'implantation du Réseau Secondaire.
- 2) Présentation du Réémetteur type.
- 3) Exploitation du Réseau Secondaire de Télévision.
- 4) Problèmes posés par la Maintenance des Réémetteurs.
- 5) Les solutions d'avenir.

1) Problèmes posés par l'implantation du Réseau Secondaire.

Le réseau principal d'émetteurs de forte puissance, qu'il s'agisse des bandes I et III (premier programme) ou des bandes IV et V (deuxième programme) assure une couverture importante du territoire mais laisse de nombreuses plages d'ombre.

On peut penser desservir les zones non éclairées en disposant sur l'obstacle deux antennes reliées l'une à l'autre:

- l'une pointée vers l'émetteur principal,
- l'autre vers la zone à desservir.

Le calcul du bilan de la liaison montre que cette solution ne pourrait résoudre que bien peu de situations: il convient d'insérer un amplificateur entre les deux antennes. Le danger apparaît alors: si le gain de l'amplificateur est grand, le couplage inévitable entre les deux antennes amène l'existence d'oscillations.

2) Présentation du Réémetteur type.

Le type de réémetteur le plus couramment répandu effectue donc les deux opérations de changement de fréquence (pour éviter « l'accrochage ») et d'amplification. Son autre fonction est d'assurer la diffusion d'une puissance constante et ceci en dépit des variations du champ reçu: il est doté d'un dispositif de Commande Automatique de gain. Sa mise en oeuvre est d'autant plus délicate que le signal incident module sa porteur en amplitude, autrement dit le dispositif devra savoir discriminer les variations plus ou moins lentes dues aux évènements de propagation des variations utiles d'amplitude propres au signal.

3) Exploitation du Réseau Secondaire de Télévision.

Outre les problèmes propres au maintien des perfor-

mances d'un ensemble électronique, l'exploitation des réémetteurs est assujettie aux conditions qu'impose l'installation:

- les antennes de réception et d'émission sont fixées sur un pylône et soumises aux intempéries, au givre en particulier.
- le réémetteur est installé sur des points hauts d'accès souvent difficile.
- l'amenée d'énergie électrique à l'installation, le terrain souvent mauvais conducteur, le pylône, posent le problème de la protection contre la foudre.
- le fonctionnement sans surveillance exige une bonne fiabilité de l'installation et peut amener à doubler le réémetteur et à disposer d'un système de communication plus ou moins automatisé.

4) Problèmes posés par la maintenance des réémetteurs.

La maintenance de telles installations suppose des équipes régionales spécialisées dotées de l'appareillage nécessaires au contrôle des principales caractéristiques de l'ensemble. Des visites périodiques sont organisées, au cours desquelles il est procédé à des mesures et à un réaligement (bande passante, sensibilité, efficacité de la commande automatique de gain, puissance émise).

Les interventions sur défaut demeurent malgré tout inévitables.

Des statistiques d'exploitation permettent de déterminer les points faibles du système et de prendre les mesures propres à l'amélioration du service rendu. Le point essentiel à l'heure actuelle est l'installation de dispositifs permettant de diminuer la fréquence des pannes dues à la foudre.

5) Les solutions d'avenir

Il est souhaitable, et nous y croyons, que les perfectionnements techniques apportés par les semi-conducteurs conduisent au développement de matériels très fiables, consommant peu d'énergie (et par conséquent alimentés de façon autonome). L'exploitation de ces équipements (actuellement cinq cents sont en service et leur nombre croît rapidement) en sera facilitée.

Informations

Un nouveau faisceau hertzien entre Londres et Lille — Les passants qui circulent dans presque toutes les rues de Londres peuvent voir la nouvelle tour de 180 m du General Post Office qui est située tout au voisinage de Tottenham Court Road. Cette tour supporte maintenant l'une

des stations terminales du nouveau faisceau hertzien Londres - Lille. Ce faisceau doit accroître le nombre de circuits téléphoniques internationaux et il fournira également un circuit permanent d'Eurovision à 625 lignes.

Le premier tronçon du faisceau va de Londres à Folkestone et il comporte le système transistorisé le plus moderne, à 6 GHz, pour 1 800 voies téléphoniques et une voie de télévision. Une partie des tronçons existants sera utilisée entre Folkestone et Lille avec adjonction d'équipements nouveaux. Du côté français de la Manche, les travaux sont exécutés par le Matériel Téléphonique.

Il y a maintenant trente-trois ans que la S. T. C. et L. M. T. ont démontré conjointement pour la première fois la possibilité d'utiliser les micro-rayons (c'était à cette époque le nom des micro-ondes) sur un faisceau hertzien traversant la Manche.

Le 7 juillet 1963, un accord de coopération culturelle et technique avait été signé entre la France et l'Arabie Séoudite. Il portait notamment sur la formation des cadres administratifs et techniques du Royaume, la mise à la disposition de son Gouvernement d'enseignants et d'experts et la collaboration d'organismes spécialisés au développement économique et social du pays. Cet accord prévoyait en particulier que la France pourrait fournir à l'Arabie Séoudite « des machines, instruments ou équipements ».

Cette éventualité vient de se trouver concrétisée par l'important contrat signé à Paris le 5 mai 1965, et qui concerne la fourniture et l'installation par la France, à Riyadh, Capitale de l'Arabie Séoudite, d'une puissante station de radiodiffusion.

Onze sociétés, parmi lesquelles figuraient les plus grands noms de l'électronique américaine, anglaise et allemande, étaient en concurrence pour la réalisation de cette station. Un comité d'experts internationaux, composé de représentants anglais et suédois, ainsi que de l'Union Internationale des Télécommunications (Genève) et du FEDERAL COMMU-

NICATION COMMITTEE américain, a décidé, à l'unanimité, d'attribuer l'adjudication à la Société Française SOFRADEC (Société française pour le développement économique).

La SOFRADEC est une association créée, à l'instigation du Ministère français des Affaires Etrangères, par des industriels, des banques et des organismes spécialisés dans le commerce extérieur, pour remplir les obligations contenues dans l'accord de coopération culturelle et technique conclu avec l'Arabie Séoudite.

Elle présentait les matériels construits par la Compagnie Française THOMSON HOUSTON. Il s'agit donc d'un important succès de notre industrie électronique nationale.

Un accord entre la Direction des Télécommunications du Mali, et la CSF prévoit la création à Bamako, dans le courant de 1965, d'une Société d'économie mixte, dénommée SOCORAM - Société de Constructions Radio-électriques du Mali, au capital de 40 000 000 de francs maliens, dont 60% par apport de la République du Mali.

Les activités de la SOCORAM por-

teront sur la fabrication et la vente de matériels électroniques et électromécaniques à usages courants et professionnels. Dans le seul domaine des récepteurs radio à transistors, un programme de production de plus de 60 000 postes a été fixé pour les trois premières années.

La SOCORAM bénéficiera, dans son exploitation, de l'assistance technique de la CSF.

—ooo—

Alcatel (Société Alsacienne de Constructions Atomiques, de Télécommunications et d'Electroniques) vient de se voir confier, par l'O.N.E.R.A., (Office National d'Etudes et de Recherches Aéronautiques), l'étude et la réalisation d'un dispositif d'étude de non-pesanteur essentiellement constitué par un tube vertical de 50 mètres de haut, maintenu sous vide.

Cette dimension constitue un record mondial pour les appareils de ce type actuellement connus et donnera aux spécialistes français des engins spatiaux de grandes possibilités expérimentales.

Alcatel voit ainsi confirmer sa vocation dans les domaines des recherches spatiales et des techniques du vide.

Une maquette d'Early Bird, grandeur nature, sera présentée au public au Salon de l'Aéronautique à Paris, du 10 au 21 Juin 1965.



ALLO ALLO ? PRONTO, CHI PARLA ?; HALLO ?; DIGAME !; SMIT HERE, HELLO — Le satellite de communications synchronisées Early Bird et les charmantes jeunes filles qui « hésitent » autour de 480 téléphones à Hughes Aircraft Company, Los Angeles, Californie, symbolisent ces nouvelles liaisons internationales. Hughes a construit le « satellite public N. 1 » pour la « Communications Satellite Corporation », agent d'un consortium mondial de plus de 40 nations. Il fournira 240 lignes doubles entre l'Europe et l'Amérique du Nord, reliant ainsi 85% des téléphones mondiaux pendant 24 heures sur 24. Early Bird transmet simultanément les appels téléphoniques, les photos et les images télévisées ou, alternativement dans les deux sens, deux émissions télévisées entre les deux continents. Nous avons déjà abordé ce sujet dans le numéro 12.

DE BONNES SOUDURES EXIGENT
le FER A SOUDER **Superflash**



MODÈLE *Hot gun*
FER A SOUDER UNIVERSEL

- Temps de chauffage : quelques secondes
- Puissance utile : 100 W
- Secteur : 127-220 V par commut. incorporé
- Isolement : 5.000 V en essais de pointe
1.500 V en continu
- Interchangeabilité de la panne
- Eclairage puissant de la zone à souder
- Fonctionnement normal intermittent : plusieurs dizaines de milliers d'opérations.

- FORME RATIONNELLE
- COLORIS FONCTIONNEL
- MATIÈRE : MÉLAMINE
- SÉCURITÉ ABSOLUE

★ Chaque pistolet est livré en coffret plastique avec bobine de soudure et pinceau métallique pour nettoyage de la panne.

DOCUMENTATION GRATUITE SUR SIMPLE DEMANDE A
SUPERTONE 98, RUE PAUL-VAILLANT-COUTURIER
LEVALLOIS (SEINE) ● TÉL. PER. 22-52

REMISE spéciale AUX LECTEURS SE
RECOMMANDANT DE "VOTRE CARRIERE"...

LA LAMPE A TROIS ELECTRODES: LA TRIODE

Une triode est peu différente d'une diode, dans sa structure générale et sa réalisation pratique, si l'on excepte, la présence d'une **troisième** électrode: la **grille de commande** ou **grille de contrôle**, placée entre la cathode et la plaque. La présence de cette grille permet l'amplification, grâce à laquelle on peut augmenter, pratiquement autant qu'on le veut, l'amplitude d'un signal aussi faible soit-elle.

La triode peut être considérée comme étant le premier dispositif réellement efficace qui, recevant un signal électrique de faible intensité, en augmente l'amplitude sans introduire ni retard, ni inertie et, chose importante, sans apporter de distorsions, c'est-à-dire sans modifier sa forme originale.

La **figure 1** montre la coupe transversale d'une triode à chauffage indirect. L'élément nouveau, c'est-à-dire l'électrode ajoutée à la diode, la grille, est la spirale de fil fin enroulée autour de la cathode, à une certaine distance, et isolée de celle-ci. La grille est représentée en détail sur la figure 1-B où l'on peut voir les deux supports métalliques maintenant les spires et l'écartement calculé pour permettre le passage des électrons de la cathode à la plaque. Suivant le type de lampe, la grille peut prendre des formes très différentes; elle peut être circulaire ou elliptique, à spires régulièrement écartées ou à pas variables, etc...

Fonctionnement

La grille a pour fonction de contrôler la quantité d'électrons se déplaçant de la cathode vers la plaque. Nous avons vu que dans une diode ce contrôle ne peut se faire qu'en faisant varier la température de la cathode (pratique peu usitée) ou la tension plaque.

En examinant la courbe caractéristique d'une diode (voir, par exemple, la figure 11 de la 43ème Leçon), on peut constater que la tension plaque doit subir de très importantes variations pour que le courant plaque passe de zéro au point de saturation «S». Dans une triode, par contre, le même résultat peut être obtenu avec une faible variation de la tension appliquée à la grille de commande.

Supposons que nous portions la grille à un potentiel légèrement négatif par rapport à celui de la cathode, au moyen d'une pile basse tension ordinaire. Ce potentiel négatif de grille repoussera une partie des électrons (pas tous) qui se dirigent de la cathode vers la plaque. Si nous rendons la grille encore plus négative,

le nombre des électrons qui pourront atteindre la plaque subira une nouvelle réduction.

La tension de la grille par rapport à celle de cathode s'appelle **tension de polarisation de grille**.

Les trois dessins de la **figure 2**, représentant la section transversale d'une triode, nous aideront à comprendre de quelle façon la grille exerce son action de contrôle sur le courant anodique. En **A**, la tension de grille est nulle, celle-ci n'a donc aucune influence sur le passage des électrons et le courant anodique passe exactement comme dans une diode. En **B**, la grille est rendue légèrement négative; étant donné que les électrons sont eux-même négatifs, certains sont repoussés vers la cathode, d'où ils viennent, et seulement une partie d'entre eux ont suffisamment d'énergie pour atteindre la plaque. Enfin en **C**, la grille est portée à un potentiel fortement négatif: tous les électrons sont repoussés vers la cathode et le courant anodique cesse complètement de passer.

De ce bref examen du phénomène, on comprend plus clairement que l'avantage principal de la triode sur la diode consiste dans le fait que de faibles variations de la tension de la grille de contrôle peuvent commander de fortes variations du courant anodique.

Courbes caractéristiques

Sur le schéma de la **figure 3** nous voyons une triode montée dans un circuit conçu de telle sorte que l'on puisse faire varier les tensions appliquées à la plaque et à la grille. Le courant plaque, pour n'importe quelles valeurs de ces tensions, est mesuré au moyen du milliampèremètre mA. Si la tension plaque est maintenue à une valeur constante, on peut tracer, sur un graphique, une courbe représentant la variation du courant anodique en fonction de la tension de polarisation de la grille. C'est une courbe de ce genre, appelée **courbe E_g-I_p** , qui est représentée sur la **figure 4**.

Chaque point de la courbe E_g-I_p permet de connaître l'intensité du courant anodique pour une tension de grille donnée. Lorsque cette dernière est suffisamment négative, le courant ne peut plus passer dans la lampe. Dans la courbe prise comme exemple, figure 4, on peut voir que, pour une tension plaque constante de 100 volts, le courant anodique cesse lorsque la polarisation de grille est de l'ordre de $-5,5$ volts. Cette dernière valeur prend le nom de **tension**

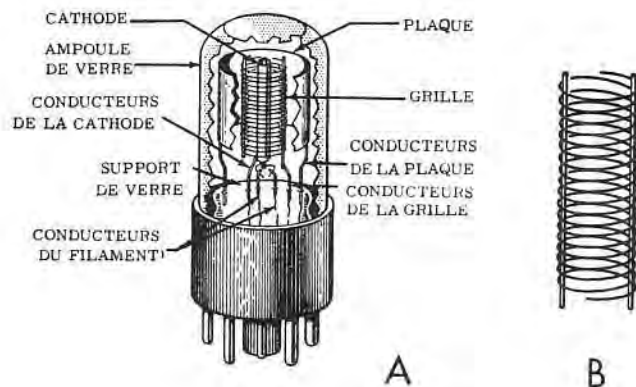


Fig. 1 - Coupe d'une triode à chauffage indirect. On voit, en A, les électrodes dans leurs positions respectives; en B, vue agrandie de la grille.

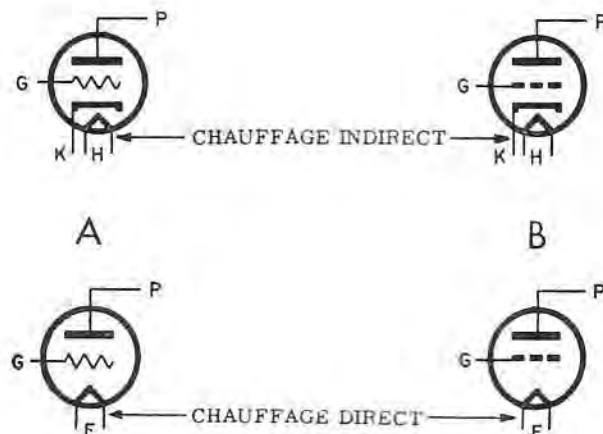


Fig. 1 bis - Quand la triode doit être représentée symboliquement, sur les schémas, on peut employer — pour la grille — les systèmes indiqués en A ou B.

de coupure (en anglais: «cut off voltage»). Au fur et à mesure que la tension de grille devient moins négative, le courant plaque devient plus important, comme le montre la courbe. Il convient de remarquer que celle-ci est presque une droite, sur une partie de son tracé; dans cette partie de la courbe, une variation de la tension de grille produit une variation correspondante «linéaire» du courant anodique. Dans de nombreux cas, on fait fonctionner les triodes dans la partie linéaire de leur caractéristique en polarisant la grille de commande de façon telle que le signal alternatif, qui s'ajoute à cette polarisation, en fasse varier la valeur, sans, pour autant, dépasser les limites de la partie rectiligne de la courbe.

Lorsque la grille devient positive, elle se comporte comme une anode et, de ce fait, absorbe des électrons de la cathode. Quand cela se produit, on a un courant grille.

Comme pour la diode, il existe également pour la triode une tension plaque critique déterminant le courant de saturation; c'est la tension positive de plaque au delà de laquelle le courant anodique n'augmente plus, quelle que soit l'augmentation de la tension. La différence entre la diode et la triode, sur ce point, réside dans le fait que, pour la triode, cette tension critique — et, en conséquence, le courant de saturation correspondant — change en fonction de la valeur de la tension de la grille.

Si la tension de polarisation (tension grille) est nulle, la tension critique aura une valeur déterminée, tout comme pour une diode; si la polarisation est négative, la tension plaque critique sera d'autant plus élevée que la tension négative de grille sera plus grande, en effet, la plaque devra exercer une force d'attraction plus forte sur les électrons émis par la cathode pour les attirer et vaincre la force contraire produite par la tension grille. Dans le cas contraire, c'est-à-dire si la grille est portée à un potentiel positif, la tension critique de plaque sera moins élevée, puisqu'une partie des électrons émis par la cathode seront absorbés par la grille elle-même.

En d'autres termes, il est possible de trouver un nombre infini de tensions critiques ou de saturation, correspondant à autant de valeurs positives ou négatives de la tension de la grille de commande.

La courbe de la figure 4 a été tracée pour une tension plaque de 100 volts, mais, c'est évident, il est possible de tracer des courbes semblables pour d'autres tensions. En procédant ainsi et en réunissant ces diverses courbes sur un même graphique, on obtient une «famille de courbes» — comme nous l'avons déjà vu pour la diode. Dans le cas qui nous intéresse, nous aurons une famille de courbes E_g-I_p , dont un exemple est donné dans la figure 5.

Un autre type de famille de courbes, fournissant les mêmes renseignements, est illustré sur la figure 6.

Les courbes de ce graphique ont été relevées en maintenant la tension de grille E_g à une valeur constante (une tension différente pour chaque courbe) et en notant l'intensité du courant anodique, I_p , pour diverses valeurs de la tension de plaque, E_p . Cette nouvelle famille de courbes donne, sous une forme différente, les mêmes indications que les courbes de la figure 5.

On remarquera, et nous avons déjà énoncé ce fait plus haut, que si la grille est portée à un potentiel négatif, le courant anodique ne peut prendre naissance tant que la tension plaque, E_p , n'a pas atteint une valeur suffisante pour vaincre l'opposition de la grille. On notera également que le courant anodique augmente en même temps que la tension plaque.

Les courbes E_p-I_p fournissent donc les mêmes renseignements que les courbes E_g-I_p , bien que sous une forme différente. Généralement, dans les notices publiées par les fabricants de lampes, ce sont les courbes E_p-I_p qui sont fournies. Ces deux types de courbes sont connues sous le nom de courbes caractéristiques **statiques** de la lampe; statiques, car elles sont relevées sous des potentiels continus fixes en tous les points. En pratique, les lampes sont employées en superposant des tensions alternatives sur les tensions fixes de polarisation. Toutefois, à partir des courbes statiques étudiées plus haut, il est possible de tirer

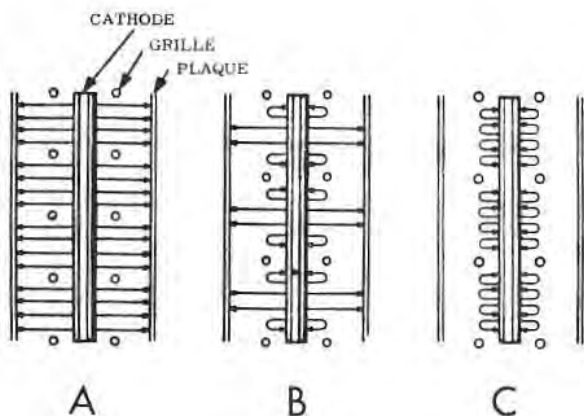


Fig. 2 - Effets produits par la tension négative de grille: en A, tension nulle; en B, tension négative faible et en C, tension négative élevée, les électrons ne peuvent plus atteindre la plaque.

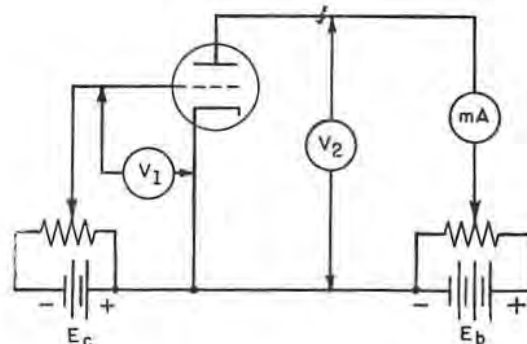


Fig. 3 - Montage d'une triode avec les piles d'alimentation plaque et de polarisation grille. L'intensité du courant plaque varie lorsqu'on fait varier les deux tensions au moyen des potentiomètres.

diverses données, qui se révèlent particulièrement utiles pour l'analyse du fonctionnement d'une lampe dans un circuit comportant des composantes alternatives.

Amplification

Une des caractéristiques les plus importantes de la triode (et de toutes les autres lampes à électrodes multiples), consiste donc, dans son aptitude à traduire de faibles variations de tensions appliquées sur la grille de commande en variations du courant anodique beaucoup plus importantes; c'est ainsi que se produit ce qu'on appelle « l'amplification ».

On peut dire que la grille fonctionne à la manière d'une valve capable de contrôler le courant anodique, car les variations de la tension de polarisation de grille ont un effet plus important sur le courant plaque que les variations de la tension anodique.

Pour mieux illustrer ce qui précède, considérons le circuit de la figure 7. Dans celui-ci, la plaque est portée à une tension positive de valeur telle que la lampe fonctionne sur la courbe $E_p - I_p$ de la figure 8.

Sur la grille est appliquée une faible tension négative fixe, de telle sorte que le point de fonctionnement soit le point P de la courbe. A la polarisation fixe de grille on superpose un signal alternatif; ce signal est représenté par la sinusoïde figurée sous l'axe horizontal, à la partie inférieure de la figure. Le courant anodique est également représenté par une sinusoïde, à droite de la courbe.

On constate que, si la tension de la grille devient plus positive, le courant anodique augmente, et inversement; la forme d'onde du courant anodique est l'exacte reproduction (agrandie) de la tension alternative d'entrée appliquée à la grille, tant que la lampe fonctionne dans la partie droite de sa courbe caractéristique, ce qui est le cas dans l'exemple choisi. Si le point central de travail P, avait été placé un peu plus bas, ou beaucoup plus haut, la forme d'onde appliquée à l'entrée aurait été considérablement déformée à la sortie et l'on aurait eu ce qu'on appelle, en langage courant, une **distorsion de forme**.

Il convient d'ajouter que, tant que la tension de grille est maintenue à une valeur inférieure à zéro (tension négative), aucun courant de grille n'apparaît; en conséquence, la grille ne dissipe aucune énergie.

CARACTERISTIQUES DES TUBES ELECTRONIQUES

Coefficient d'amplification

Le coefficient d'amplification d'une lampe donne la mesure de son pouvoir amplificateur, il est généralement représenté par la lettre **K** (ou par la lettre grecque μ (mu) aux USA). C'est le rapport entre les variations de la tension plaque et les variations de la tension grille, nécessaires pour maintenir le courant anodique à une valeur constante. L'équation exprimant le coefficient d'amplification, est la suivante:

$$K = \frac{\Delta E_p}{\Delta E_g} \quad (I_p \text{ étant constant})$$

Le triangle Δ (lettre grecque « delta ») est le symbole employé pour indiquer une faible variation.

Supposons qu'une variation de 1 volt de la tension de la grille produit une variation de 1 milliampère du courant de plaque. Si, dans ces conditions, il faut augmenter de 20 volts la tension anodique pour augmenter le courant plaque de la même quantité (soit 1 mA), on dit que la lampe a un coefficient d'amplification égal à 20. Cela veut dire que pour obtenir une même variation du courant plaque de cette lampe, il faut une variation de la tension plaque vingt fois plus grande que celle de la tension grille. Le coefficient d'amplification d'une lampe se rapporte à des conditions de travail déterminées, comme, par exemple, une tension plaque et une tension de polarisation données. Cette valeur « K », peut varier suivant les conditions de travail, bien que restant constante dans toute la partie rectiligne de la courbe caractéristique. Il représente le gain maximum en tension qu'il est possible d'obtenir de la lampe; toutefois, en pratique, le gain réel est toujours légèrement inférieur au coefficient d'amplification propre de la lampe.

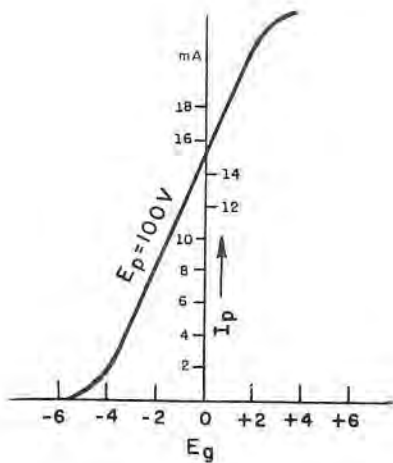


Fig. 4 - Courbe typique montrant la relation existant entre E_g et I_p dans une triode.

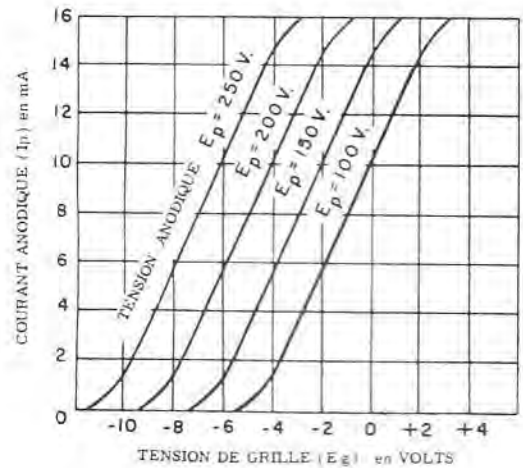


Fig. 5 - Famille de courbes E_g - I_p d'une triode, correspondant à diverses tensions anodiques.

Résistance interne

En plus du coefficient d'amplification K , tout tube électronique a une **résistance de plaque** qui lui est propre. La résistance de plaque d'une lampe est la mesure de l'opposition que celle-ci présente au passage du courant, ou, si l'on veut, la résistance de l'espace cathode-plaque. Cette résistance de plaque est une des caractéristiques importantes d'un tube, car elle indique la différence de potentiel entre les électrodes pour une intensité déterminée du courant traversant la lampe.

La loi d'Ohm nous apprend que la résistance d'un dispositif quelconque est donnée par la formule $R = E : I$, dans laquelle R est la résistance, E la tension et I l'intensité. Quand le circuit présente une résistance constante, comme dans le cas d'une résistance classique, il est possible de mesurer E et I et de trouver R . Par exemple, reportons-nous encore à la figure 11 de la 43^{ème} Leçon et observons la courbe « 2 » : elle représente la courbe caractéristique d'une résistance. En n'importe quel point de cette courbe, il est possible de mesurer E sur l'axe vertical (ordonnée) et de mesurer I sur l'axe horizontal (abscisse); on constate, alors, que, en divisant E par I , on obtient toujours la même valeur pour R . On notera que ce rapport est l'inverse de la tangente de l'angle que la courbe fait avec l'axe horizontal; en d'autres termes, la résistance de plaque est l'inverse du degré d'inclinaison de la courbe elle-même. A une résistance élevée correspond une courbe caractéristique de faible pente.

Quand on désire trouver la valeur de la résistance de plaque d'une lampe, on peut choisir n'importe quel point de la courbe caractéristique E_p - I_p et faire le quotient de E_p , en ce point, avec la valeur correspondante de I_p . Le résultat donne la valeur ohmique de la résistance en ce point. Toutefois, quand on emploie une lampe comme amplificatrice, elle doit travailler sur une plage étendue de sa caractéristique et non seulement sur un point déterminé; malheureusement, la résistance de plaque en courant continu n'est pas constante en tous les points de la courbe. Ceci est mis en évidence sur la courbe « 1 » de la figure 11, de la

43^{ème} Leçon. La courbe caractéristique de la lampe n'est pas une ligne droite; il en résulte que le rapport $E_p : I_p$ n'a pas la même valeur en tous les points. Il est donc nécessaire de connaître sa résistance au courant alternatif, c'est-à-dire la **résistance dynamique** de la lampe en question.

Supposons que nous fassions varier la tension plaque d'une valeur très faible, ΔE_p . Cela produit une très faible variation du courant anodique, ΔI_p .

La rapport $\Delta E_p : \Delta I_p$ donne la résistance dynamique de plaque, ou résistance au courant alternatif. L'équation donnant ce rapport est la suivante:

$$R_p = \frac{\Delta E_p}{\Delta I_p} \quad (E_g \text{ restant constant})$$

La théorie mathématique de la courbe nous enseigne que la pente de la courbe est la tangente de l'angle qu'elle forme avec l'axe horizontal. Sur la figure 9, nous constatons que R_p est la cotangente de cet angle, ce qui signifie que la résistance dynamique est l'inverse de la pente.

Dans la famille de courbes de la figure 6, la pente est la même aux divers points des courbes. Cela veut dire que la lampe a la même résistance dynamique de plaque dans une large plage de travail. Cette résistance dynamique est donnée dans tous les tableaux énonçant les caractéristiques des lampes. Par exemple, la résistance en courant alternatif d'une triode classique, comme la 6SN7, est de l'ordre de 7 000 ohms. Sa résistance statique est légèrement inférieure. La résistance statique d'une diode, par contre, est d'environ 500 ohms dans le sens de conduction et sa résistance dynamique de plaque est sensiblement la même. La valeur ohmique de R_p , de même que le coefficient d'amplification K , peuvent être calculés à partir des courbes caractéristiques.

Conductance mutuelle

Une troisième grandeur caractéristique d'un tube électronique, outre la résistance R_p et le coefficient d'amplification K , est sa **conductance mutuelle** ou **trans-**

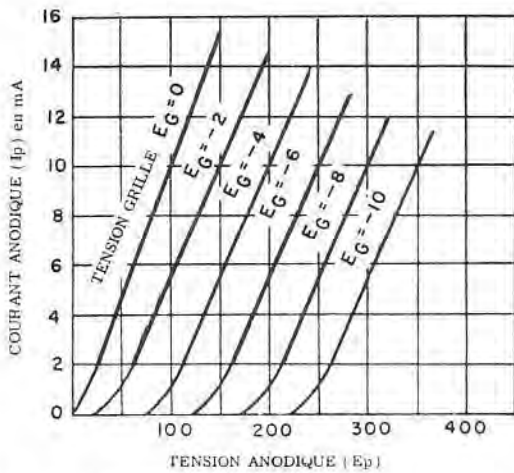


Fig. 6 - Famille de courbes E_p-I_p d'une triode. Chacune d'elles se rapporte à une tension de polarisation de grille déterminée. Leur interprétation correcte permet de tirer le meilleur rendement de la lampe.

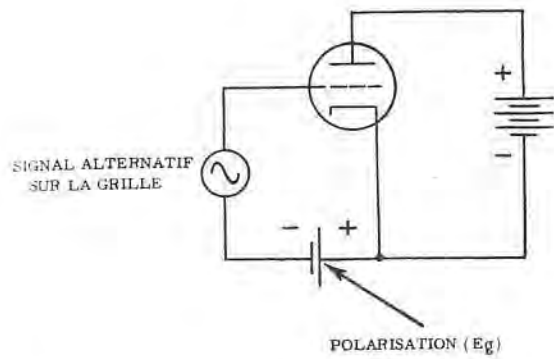


Fig. 7 - Schéma de principe montrant l'utilisation d'une triode comme étage amplificateur. À la tension continue de grille (tension de polarisation) est superposée une tension alternative qui est le signal à amplifier.

conductance, représentée par le symbole g_m . Elle est définie comme étant le rapport entre une faible variation du courant anodique et la faible variation de la tension de grille nécessaire pour la produire, la tension plaque restant constante. En d'autres termes, elle mesure comment la grille contrôle le courant anodique. Son équation est la suivante :

$$g_m = \frac{\Delta I_p}{\Delta E_g} \quad (E_p \text{ étant constant})$$

Tout comme pour R_p et K , la valeur de g_m peut être déduite de l'étude des courbes caractéristiques. Étant donné que g_m est le rapport d'un courant à une tension, elle est pratiquement l'inverse d'une résistance (ohm), pour cette raison, son unité de mesure est le **mho** (le mot ohm écrit à l'envers).

La valeur g_m est tellement faible qu'elle se mesure en **micromho** (en millièmes de mho).

Les trois caractéristiques d'un tube électronique, étudiées jusqu'ici, sont en relations entre elles, et dépendent essentiellement de la structure de la lampe. Puisque :

$$g_m = \frac{\Delta I_p}{\Delta E_g}$$

et :

$$R_p = \frac{\Delta E_p}{\Delta I_p}$$

on a :

$$K = g_m \times R_p$$

Ainsi, connaissant deux des caractéristiques, il est facile de calculer la troisième.

$$g_m = \frac{K}{R_p} \quad \text{et} \quad R_p = \frac{K}{g_m}$$

Il existe également une seconde méthode pour calculer la conductance mutuelle; on considère que cette grandeur exprime les variations du courant anodique, en milliampères, en fonction de la tension de grille, en volts. Étant donné qu'une variation de V volts de la tension de la grille produit une variation de mA milliampères du courant plaque, on dit que la conductance

mutuelle d'une lampe s'exprime en mA/V (lire milliampères par volt). On parle, alors de la **pente** d'une lampe.

Tandis que les tableaux donnant les caractéristiques des lampes américaines indiquent généralement la **conductance mutuelle** en micromho (μmho), ceux donnant les caractéristiques des lampes européennes, indiquent la **pente** en mA/V .

Il convient de noter qu'il s'agit là de la simple préférence d'un système de notation par rapport à un autre, étant donné que les grandeurs sont absolument les mêmes. C'est ainsi, par exemple, que :

2 500 μmho correspondent à 2.5 mA/V

3 000 μmho correspondent à 3 mA/V ,
et ainsi de suite.

UTILISATION DES COURBES CARACTERISTIQUES

La **figure 10** illustre une famille de courbes E_p-I_p , faisant partie des caractéristiques d'un type classique de triode amplificatrice, la 6J5. On remarquera que les quatre points marqués A, B, C et D se trouvent sur les parties rectilignes des courbes. Nous nous servirons de ces courbes pour calculer le coefficient d'amplification, la résistance de plaque et la conductance mutuelle, de la façon suivante :

Le coefficient d'amplification est donné par :

$$K = \frac{\Delta E_p}{\Delta E_g} \quad \text{pour } I_p \text{ constant} = 7 \text{ mA}$$

Le point A correspond à 155 volts

Le point C correspond à 195 volts

La variation de E_p est égale à 40 volts

Le point A correspond à -4 volts

Le point C correspond à -6 volts

La variation de E_g est égale à 2 volts

Le coefficient d'amplification du tube est donc de :

$$K = \frac{40 \text{ V}}{2 \text{ V}} = 20$$

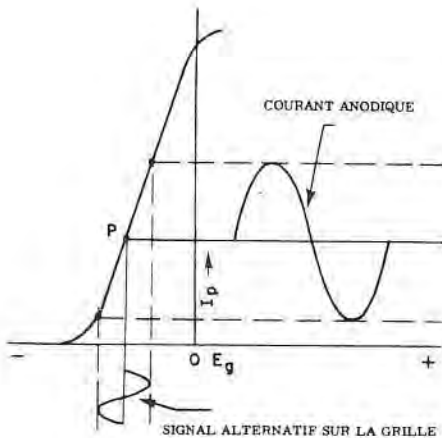


Fig. 8 - Courbe caractéristique E_g-I_p d'une triode. Elle montre comment la « pente » détermine l'amplification du signal. Au bas de la figure est représenté le signal d'entrée et à droite, le signal de sortie (amplifié).

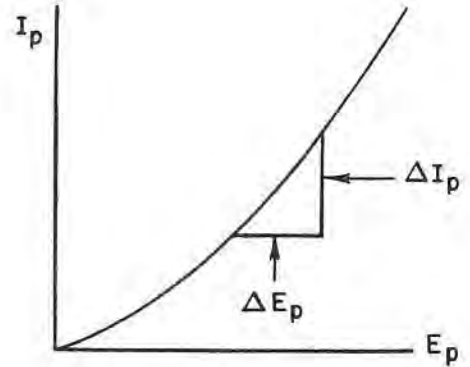


Fig. 9 - Diagramme montrant que la résistance de plaque (R_p) est l'inverse de la tangente de l'angle que fait la courbe avec l'axe horizontal.

La résistance de plaque est donnée par:

$$R_p = \frac{\Delta E_p}{\Delta I_p} \text{ pour } E_g \text{ constant} = -4 \text{ volts}$$

Le point A correspond à	155 volts
Le point B correspond à	185 volts
<hr style="width: 100px; margin-left: auto;"/>	
La variation de E _p est égale à	30 volts
Le point A correspond à	7 mA
Le point B correspond à	11 mA
<hr style="width: 100px; margin-left: auto;"/>	
La variation de I _p est égale à	4 mA

La résistance de plaque du tube est donc de:

$$R_p = \frac{30 \text{ V}}{4 \text{ mA}} = 7500 \text{ ohms}$$

La transconductance, ou conductance mutuelle, est donné par:

$$g_m = \frac{I_p}{E_g} \text{ pour } E_p \text{ constant} = 155 \text{ volts}$$

Le point A correspond à	7 mA
Le point D correspond à	12,5 mA
<hr style="width: 100px; margin-left: auto;"/>	
La variation de I _p est égale à	5,5 mA
Le point A correspond à	-4 volts
Le point D correspond à	-2 volts
<hr style="width: 100px; margin-left: auto;"/>	
La variation de E _g est égale à	2 volts

La transconductance du tube est donc de:

$$g_m = \frac{5,5 \text{ mA}}{2 \text{ V}} = 0,00275 \text{ mho} = 2750 \text{ } \mu\text{mho}$$

Sa pente est donc de: S = 2.75 mA/V

Effets de la résistance de charge

Jusqu'à présent nous n'avons considéré le fonctionnement de la lampe qu'uniquement en fonction des réactions internes. Nous n'avons pas encore vu comment on peut obtenir une tension utile de sortie. Une des

méthodes les plus usuelles pour atteindre ce but consiste à placer une résistance de charge dans le circuit plaque du tube; c'est la résistance marquée R_c sur le schéma de la **figure 11-A**. Aux bornes de cette résistance on trouve une chute de tension proportionnelle aux variations du courant anodique.

En l'absence d'une telle résistance, c'est-à-dire sans charge, une tension quelconque de signal appliquée à la grille détermine une variation de l'intensité du courant anodique qui se produit le long de la courbe « 1 » de la **figure 11-B**.

La mise en circuit de la résistance de charge contraint le courant plaque à suivre la courbe « 2 », laquelle a une pente plus faible, cette diminution de pente étant proportionnelle à la valeur de la résistance.

La courbe numéro « 2 » est appelée **caractéristique dynamique**, car elle permet de se rendre compte du comportement de la lampe dans les conditions effectives de travail, c'est-à-dire quand une résistance de charge est placée dans son circuit plaque et qu'une tension alternative est appliquée à sa grille.

Le courant anodique suit la caractéristique dynamique: avec une charge dans son circuit plaque, la tension de celle-ci diffère de la tension anodique d'alimentation d'une quantité égale à la chute de tension se produisant aux bornes de la résistance. On remarquera que la caractéristique dynamique est plus linéaire que la caractéristique statique du tube.

La tension plaque au point de fonctionnement P est égale à la tension d'alimentation anodique, diminuée de la chute de tension présente aux bornes de la résistance de charge R_c. Une augmentation de la tension de grille (dans le sens positif, c'est-à-dire une diminution de la tension de polarisation négative), entraîne une augmentation du courant anodique et, donc, une augmentation de la chute de tension aux bornes de R_c. Celle-ci, à son tour, contribue à réduire la tension disponible à la plaque du tube, ce qui empêche le courant anodique d'augmenter de la manière indiquée sur la courbe « 1 ». Au-dessous du point P, la tension plaque augmente quand le courant diminue; pour cette rai-

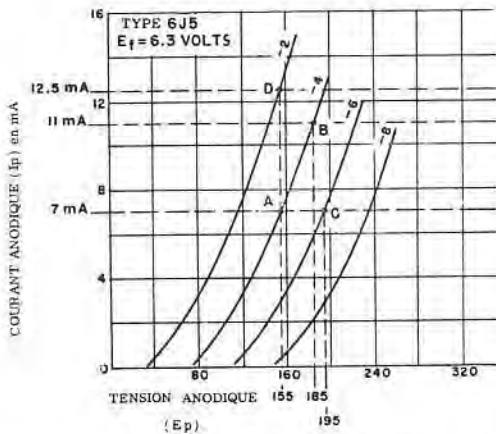


Fig. 10 - Courbe E_p-I_p d'une triode classique, 6J5.

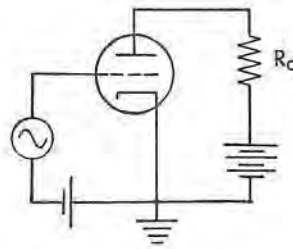


Fig. 11 A - Montage typique d'une triode avec polarisation de grille et résistance de charge anodique. Un signal alternatif est superposé à la tension continue de polarisation.

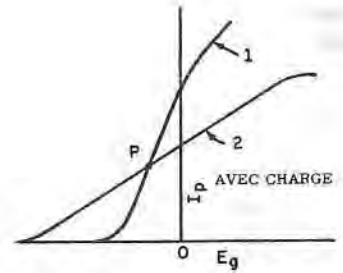


Fig. 11 B - Transformation de la courbe E_p-I_p sous l'effet de la résistance de charge du circuit anodique. La pente diminue.

son, la courbe du courant anodique avec charge suit la courbe « 2 », au lieu de la courbe « 1 ». La pente de la nouvelle courbe caractéristique (caractéristique dynamique), montre que l'amplification effective de la lampe est inférieure à celle indiquée par le coefficient d'amplification, K , du tube.

Droite de charge

De nombreux problèmes de calculs concernant les tubes électroniques peuvent être résolus au moyen de graphiques, avec l'aide des courbes E_p-I_p et d'une **droite de charge** qui peut être tracée pour une valeur de charge donnée et une tension anodique déterminée. Dans le cas où la charge est purement résistive (constituée par une seule résistance ohmique) on peut tracer une droite de charge dite « statique », suffisante pour nous faire connaître la tension de sortie que nous pourrions obtenir d'une lampe déterminée, connaissant : la valeur de la résistance de charge, la tension de polarisation, la tension anodique et l'amplitude du signal d'entrée.

En appliquant la loi de Kirchhoff au circuit de la figure 13-A, on peut écrire l'équation ci-dessous :

$$E_p + I_p R_c = E_b$$

Si la tension d'alimentation est de 350 volts et si la résistance de charge a une valeur de 25 000 ohms, l'expression devient :

$$E_p + I_p (25\ 000) = 350$$

Dans cette équation figurent deux valeurs inconnues (E_p et I_p) que nous pourrions représenter par une ligne droite. Etant donné qu'une droite peut être déterminée par deux de ses points seulement, nous déterminerons, sur le graphique, ceux correspondant à $E_p = 0$ et à $I_p = 0$, comme le montre la figure 12.

$$\text{Quand } E_p = 0, \text{ on a } I_p = \frac{350}{25\ 000} = 14 \text{ mA}$$

Quand $I_p = 0$, on a $E_p = 350$ volts

Après avoir déterminé ces deux points sur le graphique illustrant une famille de courbes $E_p - I_p$ d'une lampe (une 6J5, par exemple, on trace une ligne droite les unissant. On obtient, ainsi, la droite de charge pour le courant continu (comme le montre la figure 12) relative à une résistance de charge de 25 000 ohms et une tension d'alimentation de 350 volts.

Le **point de fonctionnement** d'une lampe donne la valeur de la tension plaque, de la tension de polarisation de grille, ainsi que l'intensité du courant anodique en condition statique (c'est-à-dire en l'absence de variations produites par un signal). La droite de charge est formée d'une infinité de points successifs relatifs à une tension et un courant anodique donnés. Le point de fonctionnement de la lampe se trouve sur cette droite; pour le déterminer, il suffit de choisir la tension de polarisation nécessaire; le point d'intersection de la droite de charge et de la courbe E_p-I_p relative à cette valeur de polarisation, donne le point de fonctionnement du tube.

Supposons que, dans le circuit considéré, la tension de polarisation soit de -6 volts. Le point d'intersection de la courbe correspondant à -6 volts avec la droite de charge est le point de fonctionnement que nous devons déterminer. Pour ce point P, on a :

$$E_p = 180 \text{ volts, environ; } I_p = 6,5 \text{ mA et } E_g = -6 \text{ volts}$$

Si la valeur ohmique de la résistance de charge était de 50 000 ohms et si la tension d'alimentation était de 400 volts, la droite de charge serait différente.

Le Lecteur pourra — s'il le veut — tracer cette nouvelle droite sur le même graphique de la figure 12, en procédant d'une manière analogue à la précédente.

C'est ainsi que :

$$\text{Quand } E_p = 0, \text{ on aura } I_p = \frac{400}{50\ 000} = 8 \text{ mA}$$

$$\text{et pour } I_p = 0, \text{ on a } E_p = 400 \text{ volts}$$

Une fois tracée la droite réunissant ces deux points,

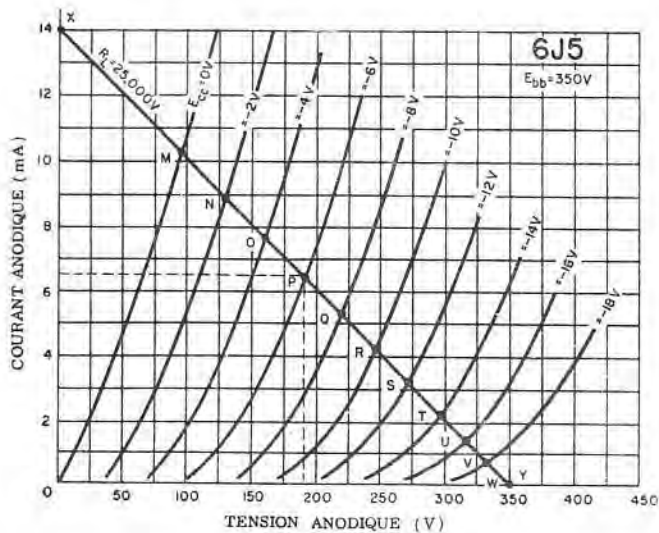


Fig. 12 - Famille de courbes caractéristiques d'une triode type 6J5. Connaissant la tension d'alimentation et la valeur de la résistance de charge, on peut tracer la droite de charge. Celle-ci permet de déterminer la tension et le courant anodique effectifs, ainsi que le coefficient d'amplification, pour les diverses tensions de polarisation de la grille de commande.

On notera qu'avec une polarisation de grille encore égale à -6 volts, la tension anodique E_p est de l'ordre de 170 volts et le courant plaque, I_p , vaut 4.2 mA, environ.

Dans le premier cas considéré (charge de 25 000 ohms), si nous portons la polarisation de grille à -8 volts, le point de fonctionnement se déplacera en Q, (figure 12), et la tension anodique E_p sera de 220 V, tandis que le courant I_p sera de 5,2 mA. On notera que — dans tous les cas — le point de fonctionnement reste sur la droite de charge.

Supposons, maintenant, que nous appliquons sur la grille un signal constitué par une tension sinusoïdale présentant une différence de potentiel de 4 volts de crête à crête. En nous plaçant toujours dans le premier cas (charge de 25 000 ohms), avec une tension de polarisation de -6 volts, le point de fonctionnement sera le point P situé sur la droite de charge du graphique de la figure 12. Dans ces conditions, sous l'influence du signal, la tension sur la grille variera de $(-6) + (-2) = 8$ volts à $(-6) + (+2) = -4$ volts.

A l'instant où la tension de grille est égale à -4 volts (c'est-à-dire pendant l'alternance positive du signal), le point de fonctionnement se déplace au point O, auquel correspond une tension anodique, E_p , de l'ordre de 160 volts; tandis la tension grille est égale à -8 volts (alternance négative du signal), le point de fonctionnement se déplace en Q, auquel correspond une tension $E_p = 220$ volts, environ.

Pendant une oscillation complète de la tension grille produite par la superposition du signal à la tension de polarisation, la tension plaque du tube suit l'allure du signal, avec un déphasage de 180° . Dans ces conditions, tandis que la variation de la tension grille est de 4 volts, la tension plaque varie de 160 à 220 volts, soit une différence de 60 volts de crête à crête.

Cela signifie que le rapport entre les variations de la tension plaque et les variations de la tension grille est de $60 : 4 = 15$. Tel est donc le gain, ou l'amplification, pouvant être obtenu d'une lampe 6J5 fonctionnant dans ces conditions, c'est-à-dire avec une alimentation $E_b =$

350 volts, une résistance de charge de 25 000 ohms et une polarisation fixe de grille de -6 volts.

Ce rapport, appelé **coefficient d'amplification**, peut varier en modifiant les conditions de travail du tube et le Lecteur pourra facilement en trouver d'autres en refaisant les calculs pour d'autres valeurs de la résistance de charge et de la tension de polarisation.

Relations de phase du signal dans une lampe

La figure 13-A donne le schéma de principe d'une triode amplificatrice. La grille de la lampe est polarisée par une pile et à cette tension continue fixe s'ajoute, algébriquement, la tension alternative du signal.

La tension de sortie est recueillie au point X et est mesurée par rapport à la masse; cela signifie que, entre l'entrée (grille) et la sortie (plaque), il existe un point commun: la masse.

Quand la tension alternative d'entrée (signal) a une valeur telle qu'elle rend la grille plus positive, le courant plaque augmente; de ce fait, la chute de tension, IR, aux bornes de la résistance augmente également. La tension instantanée au point X diminue de valeur, par rapport à la masse, et, en conséquence, la tension instantanée sur la plaque de la lampe devient moins positive. Quand, par contre, le signal alternatif appliqué à la grille a une valeur telle que celle-ci devient plus négative, le contraire se produit: le courant anodique devient plus faible. En conséquence, la chute de tension, IR, aux bornes de la résistance de charge, diminue et la tension instantanée au point X augmente, prenant une nouvelle valeur égale à la différence entre la tension d'alimentation et la chute de tension dans R.

Etant donné, comme nous venons de le voir, qu'une augmentation de la tension sur la grille produit une diminution de la tension plaque au point X, et inversement, on peut en conclure que la tension de sortie est déphasée de 180° sur la tension d'entrée.

Les variations de la tension grille, du courant pla-

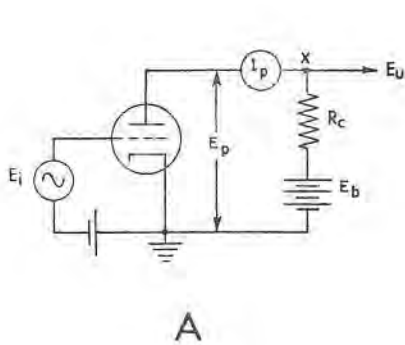


Fig. 13 A et B - Inversion de la phase du signal entre grille et plaque. En A, schéma du circuit; en B, les relations de phase entre la tension grille (E_g), le courant plaque (I_p) et la tension plaque (signal de sortie E_u).

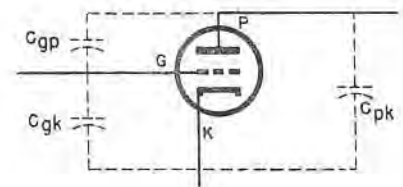
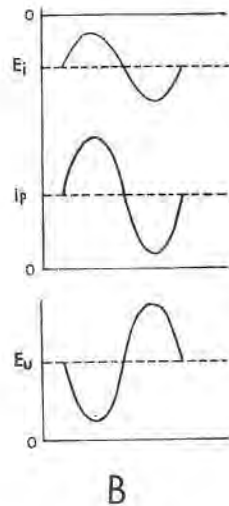


Fig. 14 - Schéma montrant les capacités inter-électrodes. C_{gp} représente la capacité entre la grille et la plaque; C_{gk} , celle entre grille et cathode et C_{pk} , celle entre plaque et cathode. Elles sont dues au fait que les électrodes, séparées entre elles par le vide, forment deux à deux, de petits condensateurs.

que et de la tension plaque, sont représentées sur la figure 13 B. Dans celle-ci, E_b est la tension d'alimentation anodique et E_p , la tension plaque par rapport à la masse, c'est-à-dire la tension de sortie.

L'inversion de polarité entre les tensions grille et plaque peut être rendue plus compréhensible en appliquant la loi de Kirchhoff à la résistance en série. La somme des chutes de tension IR dans le circuit tout entier doit être égale, à tout instant, à la tension d'alimentation E_b . En conséquence, si la chute de tension aux bornes de R_c augmente, la tension E_p disponible sur la plaque de la lampe doit être nécessairement plus faible.

Capacités inter-électrodes

Comme nous l'avons vu précédemment, il existe une « capacité » entre deux corps métalliques séparés par un diélectrique. La valeur de cette capacité, nous le savons, dépend de la surface des corps métalliques, de la distance les séparant et de la nature du diélectrique.

Les électrodes internes d'une lampe sont métalliques et sont séparées par une couche d'air très raréfié (le vide a été fait à l'intérieur de l'ampoule de la lampe, mais ce vide n'est jamais parfait); elles forment donc un condensateur multiple dont les diverses capacités, appelées « capacités inter-électrodes » sont représentées schématiquement, dans le cas d'une triode, sur la figure 14.

Les capacités internes d'une triode sont au nombre de trois: la capacité entre grille et cathode, celle entre grille et plaque et celle entre cathode et plaque. Quoique étant de valeurs très faibles, ces capacités peuvent toutefois permettre le passage d'une faible partie du signal alternatif entre une électrode et l'autre; c'est ainsi que, particulièrement entre grille et plaque, cette capacité parasite peut parfois, causer de sérieux inconvénients. Si la triode fonctionne sur des fréquences

élevées, la capacité grille-plaque transmet de la plaque vers la grille un signal indésirable qui est en phase avec celui présent sur la grille; il peut s'ensuivre un phénomène d'oscillations parasites (que nous étudierons par la suite) nuisible au fonctionnement correct de l'étage amplificateur. Ces oscillations peuvent être neutralisées en envoyant du circuit plaque au circuit grille un second signal, d'amplitude égale, mais de phase opposée à celui indésirable. Ce signal est prélevé dans le circuit plaque de telle sorte qu'il soit déphasé de 180° par rapport à celui transmis par la capacité interne grille-plaque, et il est envoyé sur la grille à travers un condensateur extérieur, de faible valeur, appelé **condensateur de neutrodynage**. Celui est simplement constitué par un petit condensateur ajustable, pouvant être réglé à la valeur de capacité nécessaire pour supprimer le signal de réaction interne.

Etant donné, toutefois, que la capacité grille-plaque d'une triode est relativement élevée, l'emploi de ce type de lampe comme amplificateur haute fréquence est peu recommandé. Voyons, maintenant, pour quelle raison le pouvoir amplificateur d'une triode est limité du fait du signal présent sur la plaque. Supposons que nous appliquions un signal positif sur la grille: il provoque une augmentation du courant anodique.

Ce courant, engendre un signal négatif sur la plaque et tend à faire diminuer le courant anodique, ce qui fait que, plus le coefficient d'amplification du tube est grand, plus grande est la réaction de la plaque sur l'action de la grille. Quand la grille, sous l'effet du signal d'entrée, tend à provoquer l'augmentation du courant anodique, la plaque tend à le faire diminuer, et inversement. C'est ainsi que l'influence de la plaque sur la grille limite l'amplification de la triode. Cette action néfaste de la plaque, de même que l'effet de la capacité interne grille plaque, sont considérablement réduits lorsque la plaque, est séparée de la grille par un écran, comme dans certains types de tubes électroniques dits à grille-écran (tétrodes, pentodes), qui feront l'objet d'une leçon spéciale dans notre prochain numéro.

Leçon n° 47

LE LAMPOMETRE

Le lampomètre, comme son nom l'indique, sert à mesurer les caractéristiques de fonctionnement des tubes électroniques et à vérifier leur état, lorsqu'il s'agit de lampes douteuses ou ayant déjà fonctionné pendant un certain temps.

Les tubes électroniques sont classés, suivant le nombre de leurs électrodes et leurs fonctions, en diodes, triodes, tétrodes, pentodes, hexodes, heptodes, octodes, lampes multiples, tubes à gaz et lampes spéciales pour usages divers. Parmi tous ces types, il en est certains qui sont destinés plus spécialement à des appareils sortant du cadre de la technique Radio proprement dite; en général, ces lampes ne peuvent être contrôlées au moyen d'un lampomètre classique.

D'une manière générale, les lampomètres permettent d'évaluer la pente d'une lampe, la qualité de son émission électronique, décèlent la présence de courts-circuits internes, de résidus gazeux, etc...

On rencontre assez souvent, dans les montages Radio, des lampes multiples, c'est-à-dire comportant plusieurs lampes distinctes dans une même ampoule de verre, comme par exemple: les doubles triodes, les triodes-pentodes, les doubles diodes,... Dans ce cas, chaque électrode a sa propre connexion au circuit extérieur au moyen de broches, de bornes ou de « tétons ». Chaque unité d'une lampe multiple fonctionne comme si elle était contenue dans une ampoule séparée; elles doivent être essayées séparément les unes des autres.

Nous devons également mentionner l'existence de tubes à gaz. Ce sont des diodes, des triodes ou des lampes à plusieurs électrodes contenues dans une ampoule de verre remplie de gaz rares sous une faible pression. La présence de ce gaz maintient le flux électronique à une valeur minimum pour toutes les différences de potentiel inférieures à une certaine valeur connue sous le nom de potentiel d'ionisation. Quand cette dernière valeur est atteinte, le gaz s'ionise et se divise en électrons et en ions positifs: le flux électronique à l'intérieur de la lampe augmente rapidement et atteint une valeur très élevée.

D'une manière générale les embases des tubes électroniques (ou culots), appartiennent à un certain nombre de types standardisés dont la **figure 1** en donne quelques exemples parmi les plus classiques. Pour faire en sorte que, lors de la mise en place de la lampe, les broches de l'embase viennent se placer dans les douilles correspondantes du support auxquelles aboutissent les connexions aux circuits extérieurs, et pour é-

viter toute erreur dans le positionnement du tube, divers systèmes ont été adoptés dont les plus usités sont les suivants:

- 1) Certaines broches de l'embase sont d'un plus grand diamètre que les autres (fig. 1-A). Il est évident, dans ces conditions que le tube ne peut être placé dans son support que dans une seule position.
- 2) Les broches de l'embase peuvent être à des distances différentes les unes des autres ce qui permet un positionnement facile du tube dans son support (figure 1-B).
- 3) Le culot du tube peut être muni d'un ergot central servant de guide et s'adaptant à un trou de forme correspondante pratiqué dans le support de lampe. La lampe ne peut être mise en place que lorsque le guide se trouve en face de son logement (figure 1-C).
- 4) Le support de lampe peut, également, comporter un dispositif assurant la fixation mécanique du tube lorsque celui-ci est placé dans la position convenable. Dans ce cas, le guide central du culot comporte une rainure circulaire, à son extrémité inférieure, et le support est muni d'une pince à ressort venant s'insérer dans cette rainure. Les lampes pourvues d'un tel dispositif sont dites à fixation automatique (figure 1-D).

LES DEFECTUOSITES LES PLUS COURANTES

La durée d'un tube électronique dépend largement du type de circuit dans lequel il est employé, de la température à laquelle il est soumise, ainsi que de la manière dont l'appareil est manipulé. Si les conditions de fonctionnement prévues par le constructeur sont respectées et si la lampe n'est pas soumise à un travail excessif pendant de longues périodes, sa durée de vie sera de l'ordre de 2 000 heures et plus. Si ce tube électronique est employé dans un circuit dans lequel circulent des courants relativement faibles, sa durée sera plus longue que si le fonctionnement se fait sous des intensités élevées. Les lampes utilisées dans des régions chaudes ou très humides, conditions favorisant l'oxydation rapide des contacts métalliques, ont une durée de vie inférieure à celle pouvant être obtenue dans les régions tempérées ou froides. Lorsque les tubes électroniques sont montés sur des appareils mobiles, les chocs et les vibrations peuvent détériorer les électrodes, provoquant des ruptures et des courts-circuits.

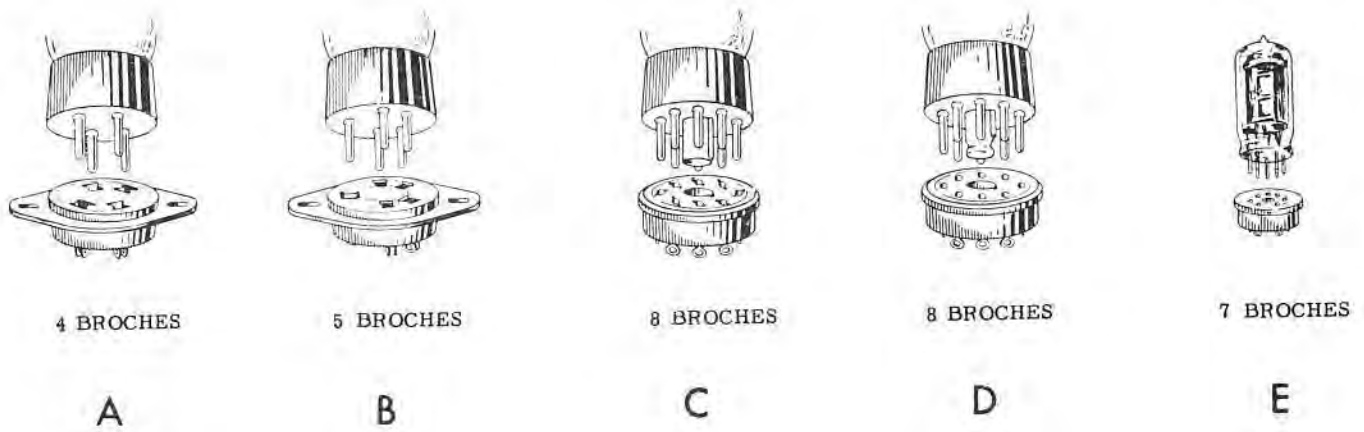


Fig. 1 - Diverses embases de tubes électroniques, représentées avec les supports correspondants. En A, le type classique (et ancien) à 4 broches, dont deux d'un plus grand diamètre. En B, le type à 5 broches disposées en pentagone irrégulier. En C, le modèle « octal » à 8 broches. En D, un modèle analogue à fixation automatique « lock-in », et en E, le type « miniature » à 7 broches.

Les tubes électroniques peuvent également présenter d'autres défauts, parmi lesquels on peut citer: les pertes d'isolement entre cathode et filament, la présence de gaz résiduels dans un tube à vide, une émission électronique réduite ou irrégulière de la cathode. Les lampes défectueuses peuvent se signaler par une faible incandescence du filament, un courant plaque insuffisant ou excessif, une luminescence anormale provoquée par la présence de gaz ou par la présence d'étincelles ou arcs entre les électrodes.

CONTROLE DES LAMPES

Les lampemètres permettent, en général, d'effectuer quatre essais différents: le contrôle de l'émission électronique, la mesure de la conductance mutuelle, le dépistage des courts-circuits éventuels et le contrôle de la quantité de gaz résiduel à l'intérieur de l'ampoule.

Le contrôle de l'émission électronique permet de mesurer la quantité des électrons émis par la cathode, dans les conditions normales de fonctionnement. Si l'élément chauffant, c'est-à-dire le filament, est coupé, l'émission ne se fait pas. Si la couche d'oxyde de la cathode est épuisée, l'émission sera inférieure à la normale, ou irrégulière ou nulle.

La mesure de la conductance mutuelle, g_m , d'un tube électronique permet de déterminer la pente de la courbe caractéristique alors que le tube est en fonctionnement avec des tensions normales appliquées à ses électrodes. Dans ce cas, la conductance mutuelle mesurée est comparée à la valeur indiquée par le fabricant, ce qui donne une indication précise de l'état du tube faisant l'objet du contrôle. D'ailleurs, la plupart des lampemètres sont pourvus d'un galvanomètre avec une échelle divisée en trois zones de couleurs différentes portant les indications: « Bon », « Douteux », « Mauvais », et la déviation de l'aiguille sur cette échelle renseigne immédiatement sur l'état actuel de la lampe.

Les courts-circuits internes entre électrodes peuvent être décelés en reliant une des électrodes à un pôle d'une source de tension, à travers un tube au néon, et en reliant une autre électrode, ou toutes les autres,

à l'autre pôle de cette source. Si une des électrodes est en contact direct avec une des autres, le tube au néon s'illumine, décelant ainsi le court-circuit. Au moyen d'un contacteur reliant successivement les diverses électrodes de la lampe à la source de tension, il est possible de réaliser toutes les combinaisons utiles, permettant de contrôler la présence éventuelle de courts-circuits entre chacune des électrodes et toutes les autres.

La présence d'une quantité excessive de gaz résiduel peut être contrôlée en appliquant aux diverses électrodes les tensions normalement prévues pour un fonctionnement correct et en notant l'intensité du courant plaque. Ensuite, au moyen d'un contacteur, on insère une résistance dans le circuit de la grille de commande. Si le vide est imparfait, la résistance détermine un potentiel de grille plus positif: un courant grille appréciable prend naissance et le courant plaque augmente d'intensité. Si, par contre, le vide est normal, la mise en circuit de la résistance de grille ne produit aucune variation du courant plaque.

ESSAIS DES LAMPES

Méthode de la substitution

Lorsque l'on pense qu'un tube électronique est défectueux, la méthode la plus simple pour vérifier si nos soupçons sont fondés ou non, consiste à substituer une lampe neuve, ou dont on est sûr du bon fonctionnement, à la place du tube douteux. Par exemple, si une lampe amplificatrice Basse Fréquence d'un récepteur est épuisée, les ondes sonores émises par le casque ou le haut-parleur seront faibles; lorsqu'on remplace ce tube par un autre, en bonne condition, la puissance sonore augmente immédiatement, ce qui prouve la déficience de la lampe d'origine. Ce tube, partiellement épuisé, pourra parfois être utilisé à nouveau dans d'autres circuits dans lesquels il sera encore susceptible de fonctionner convenablement, mais cela n'est guère à conseiller.

Si dans un même appareil il y a plusieurs lampes défectueuses, le remplacement d'une seule d'entre elles

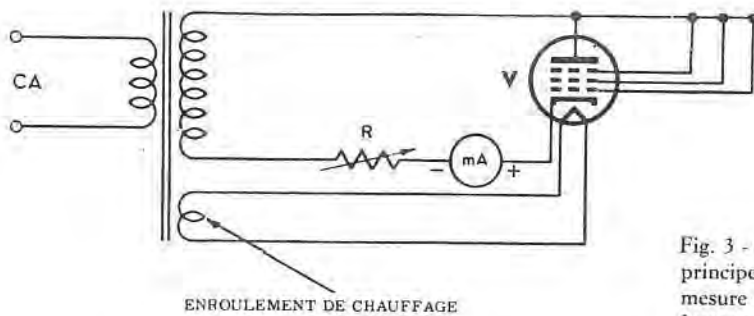


Fig. 2 - Mode de connexion des électrodes d'une lampe à trois grilles pour le contrôle de l'émission électronique. Les grilles sont toutes reliées à la plaque et la lampe devient, ainsi, une diode.

n'apporte pas, bien souvent, une amélioration suffisante pour être certain que la lampe remplacée soit effectivement mauvaise. Si, d'autre part, on remplace toutes les lampes, nous n'avons plus aucun moyen pour déterminer celles qui sont réellement hors d'état de fonctionner. Dans un tel cas, le lampemètre se révèle particulièrement utile et permet une économie appréciable de temps et de travail.

Mesure de l'émission électronique

Si l'émission électronique de la cathode est faible, les électrons attirés par la plaque sont peu nombreux et, en conséquence, le courant anodique est faible et la lampe ne peut amplifier normalement. Pour mesurer l'intensité de l'émission électronique, on connecte la lampe comme une diode, c'est-à-dire comme un redresseur à une alternance, suivant le schéma de la **figure 2**. Le primaire du transformateur d'alimentation est relié au réseau de distribution électrique. La plaque de la lampe, relié provisoirement au moyen de connexions extérieures à toutes les grilles, est connectée à une des extrémités du secondaire haute tension du transformateur. En série dans ce circuit cathodique on trouve un milliampèremètre (mA) et une résistance (R); et l'ensemble du circuit se referme sur l'autre extrémité du secondaire du transformateur. La plaque et les grilles sont ainsi portées au même potentiel; par rapport à la cathode, et la lampe fonctionne en redresseuse de courant, car elle ne permet le passage du courant que pendant l'alternance durant laquelle ces électrodes sont portées à un potentiel positif par rapport à la cathode. L'intensité du courant redressé pendant une alternance donne une indication sur l'activité de l'émission cathodique.

Le courant mesuré, dans ce circuit, par le galvanomètre est un courant continu pulsé. Quand on doit essayer une diode prévue pour fonctionner sous de faibles courants (diodes détectrices, par exemple), la tension appliquée doit être comprise dans les limites indiquées par le constructeur. Dans ce cas, la résistance variable R doit être réglée à sa valeur maximum qui

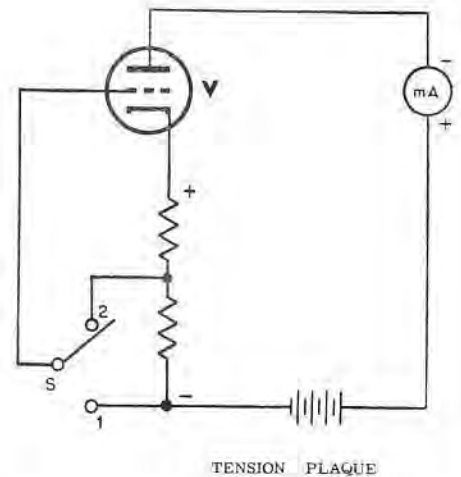


Fig. 3 - Circuit de principe pour la mesure de la conductance mutuelle par la méthode statique. Au moyen de l'inverseur S, il est possible d'appliquer deux tensions différentes sur la grille.

est de l'ordre de 500 ohms, car une émission électronique trop intense, provoquée par l'application d'une tension excessive entre plaque et cathode, pourrait endommager gravement la lampe.

Avec le montage indiqué, la grille de commande des lampes multigrilles se trouve être portée à un potentiel positif, par rapport à la cathode, pendant l'alternance durant laquelle le courant passe; ceci provoque une intense émission électronique, à moins que la valeur de la résistance R soit suffisamment élevée pour maintenir l'intensité du courant dans des limites acceptables. Ceci est dû au fait que la grille de commande est beaucoup plus près de la cathode que la plaque qui, elle, peut recevoir une tension plus élevée pour maintenir l'intensité du courant dans des limites acceptables.

D'autre part, il convient de remarquer que l'essai de l'émission électronique ne se fait pas avec les tensions normales de fonctionnement, mais avec des tensions plus faibles, car on suppose que, si la cathode est capable d'émettre une quantité donnée d'électrons avec un potentiel assez faible sur la grille de commande, on peut être certain que cette émission électronique sera suffisante pour un fonctionnement du tube dans les conditions normales.

Comme on peut le voir sur le schéma, le filament est alimenté par un secondaire séparé du transformateur fournissant la tension d'essai.

Mesure de la conductance mutuelle

La mesure de la conductance mutuelle permet de vérifier l'état d'une lampe d'une manière plus précise que lors de l'essai précédent. La conductance mutuelle, appelée parfois transconductance grille-plaque, est donnée — nous l'avons vu dans la Leçon précédente — par le rapport entre les variations du courant plaque et les variations de la tension de la grille de commande, en maintenant constantes les tensions des autres électrodes. La transconductance, comme nous l'avons indiqué alors, se mesure en mho; toutefois, comme les valeurs sont généralement assez faibles, on pré-

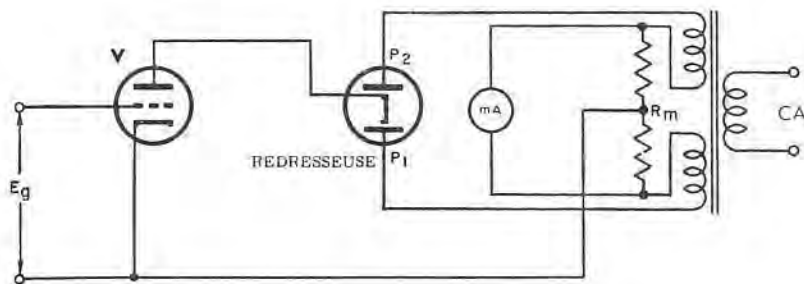


Fig. 4 - Montage pour le contrôle dynamique de la conductance mutuelle. Outre la tension de polarisation, un signal alternatif est appliqué sur la grille.

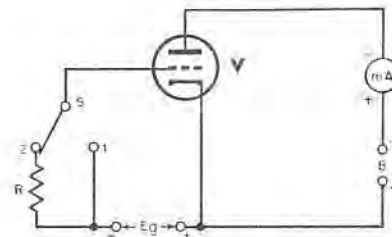


Fig. 5 - Montage de principe pour le contrôle du vide. La résistance R peut être mise en série dans le circuit grille. Si le vide est imparfait, elle provoque une augmentation du courant anodique.

Il faut employer une unité de mesure valant un millièmes de mho, le micromho. L'équation donnant la conductance mutuelle, rappelons-le, est la suivante:

$$g_m = \frac{\Delta I_p}{\Delta E_g}$$

dans laquelle g_m est la conductance mutuelle en micromhos, ΔI_p est la variation du courant plaque en microampères et ΔE_g la variation de la tension de la grille de commande en volts. La transconductance s'exprime également en mA/V.

Quand on fait varier la tension de la grille de commande de un volt, dans le sens positif ou négatif, la variation du courant anodique en microampères donne la valeur de la conductance mutuelle en mhos. C'est ainsi que, par exemple, si un tube électronique employé dans un étage amplificateur a une conductance mutuelle de 1500 micromhos, une variation de 1 volt, positif ou négatif, de sa tension de grille, fait augmenter ou diminuer le courant plaque de 1500 microampères. La conductance mutuelle d'une lampe varie avec sa tension plaque, son courant anodique et sa polarisation grille. Dans une pentode, (qui est une lampe pourvue d'une grille-écran), elle est moins sensible aux variations de la tension plaque, mais en revanche, elle varie considérablement avec la tension d'écran, le courant plaque et la polarisation grille.

Pour évaluer l'état d'un tube électronique, on compare la valeur de sa conductance mutuelle indiquée par le lampemètre, avec celle donnée par le fabricant. Pour que cette dernière valeur puisse être prise comme référence, il faut appliquer aux électrodes les mêmes tensions (à la plaque, à la grille, à l'écran) que celles prescrites par le constructeur du tube pour le relevé des caractéristiques.

Quand la conductance mutuelle mesurée est notablement inférieure à celle indiquée, la lampe ne peut plus amplifier convenablement les tensions alternatives appliquées sur sa grille de commande et elle doit être mise au rebut.

Pour mesurer d'une manière précise la conductan-

ce mutuelle, on doit faire subir deux essais à la lampe, un essai statique et un essai dynamique. Dans le premier, on fait varier la tension de la grille de commande et, à l'aide d'un milliampèremètre, on mesure les variations correspondantes du courant plaque, comme le montre la figure 3. Au moyen d'un inverseur S, dans la position 1 on applique à la grille une tension négative par rapport à la cathode et on note la valeur du courant anodique. Avec l'inverseur dans la position 2, la polarisation grille est réduite et, en conséquence, le courant anodique augmente.

Dans l'emploi d'un tel montage, pour mesurer le rendement d'un tube électronique, il est nécessaire que les tensions de plaque et de grille soient réglables pour que l'opérateur puisse appliquer à ces électrodes les tensions normales d'utilisation indiquées par le constructeur. Etant donné que la conductance mutuelle d'un tube électronique varie avec la polarisation de sa grille de commande, cette dernière doit se rapprocher autant que possible de la valeur prescrite sur la notice d'utilisation car, dans le cas contraire, la mesure serait faussée.

Pour l'essai dynamique, on utilise un montage au moyen duquel il est possible d'appliquer sur la grille de commande une tension alternative, se superposant à la tension continue de polarisation (voir figure 4). La lampe à essayer sert de charge au redresseur de courant alternatif. Le milliampèremètre est branché aux bornes de la résistance à prise médiane R_m , tandis que le primaire du transformateur est relié au secteur électrique. Quand E_g , c'est-à-dire la tension de polarisation de la lampe à essayer, a une certaine valeur, le circuit fonctionne comme un simple redresseur à une alternance. Quand la plaque P_2 (de la valve) est positive, le courant passe dans la moitié supérieure de la résistance R_m et l'aiguille du milliampèremètre tend à dévier dans un certain sens. Quand la tension aux bornes du secondaire change de polarité, c'est au tour de la plaque P_1 d'être positive, le courant passe dans la moitié inférieure de la résistance R_m et l'aiguille du milliampèremètre tend à dévier dans la direction op-

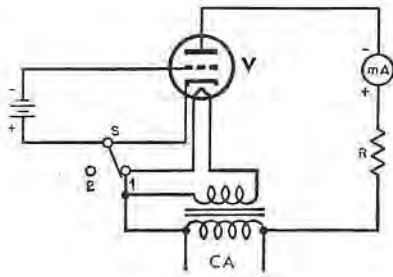


Fig. 6 - Montage type pour le contrôle de l'isolement cathode-filament. Si l'isolement est bon, le courant anodique doit cesser lorsqu'on place S dans la position 2.

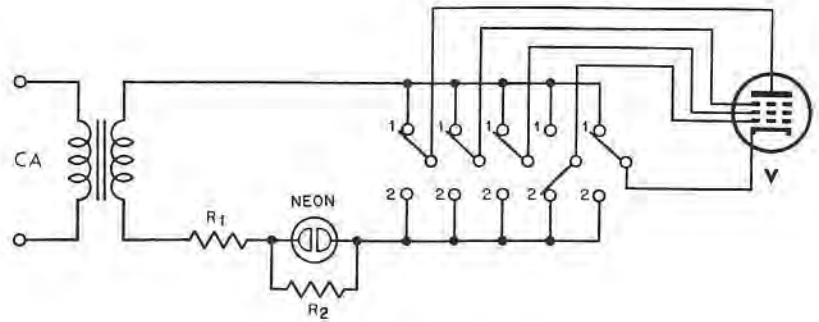


Fig. 7 - Montage pour l'essai des courts-circuits entre électrodes. Les contacteurs permettent toutes les combinaisons possibles et les courts-circuits éventuels sont décelés par l'illumination totale ou partielle du tube au néon.

posée. Toutefois, l'aiguille ne peut suivre les variations du courant qui se produisent à la fréquence du réseau et elle reste à la position zéro, puisque les forces qui provoquent son déplacement sont égales et de sens opposés.

Quand on applique à la grille de commande du tube une tension alternative se superposant à la tension continue de polarisation, si cette tension alternative prend une valeur positive à l'instant même où P_2 est positive, le courant anodique augmente et la résistance interne de la lampe, entre plaque et cathode, diminue. Etant donné que P_2 est positive, le courant passe dans la moitié supérieure de la résistance R_m et augmente la force de déviation de l'aiguille de l'instrument. A l'instant où la tension alternative appliquée à la grille prend une valeur négative, la grille elle-même devient plus négative ce qui a pour effet de diminuer le courant anodique et d'augmenter la résistance interne. Il s'ensuit que le courant passant dans la moitié inférieure de la résistance diminue quand P_1 est positive et, en conséquence, la force produisant la déviation de l'aiguille de l'instrument devient plus faible. Les courants étant inégaux, suivant les alternances de la tension appliquée à la grille, l'indication donnée par l'instrument est proportionnelle à la différence des deux courants, c'est-à-dire au déséquilibre produit par la tension alternative appliquée sur la grille, tension fournie par un enroulement spécial du transformateur. En conséquence, le milliampermètre indique les variations du courant anodique engendrées par les variations de la tension de la grille de commande.

ESSAIS COMPLEMENTAIRES

Comme nous l'avons dit précédemment, d'autres essais sont nécessaires pour dépister les défauts éventuels d'un tube électronique comme, par exemple, la présence de gaz résiduels, le souffle et autres bruits thermiques ou les courts-circuits internes.

C'est ainsi que, quand une certaine quantité de gaz est présente à l'intérieur de l'ampoule, les électrons émis par la cathode viennent heurter les molécules de

ce gaz et provoquent l'expulsion d'un ou de plusieurs électrons. Ceci a pour effet de donner naissance à des ions positifs, c'est-à-dire de provoquer l'ionisation de ce gaz. Ces ions positifs se déplacent vers la grille polarisée négativement et absorbent les électrons du circuit de grille.

La figure 5 donne le schéma de principe du montage utilisé pour déceler la présence de gaz résiduels. Avec l'inverseur S dans la position 1, on note l'intensité du courant plaque lue sur le milliampermètre placé en série dans le circuit anodique. Lorsque l'inverseur est placé dans la position 2, si des molécules de gaz sont présentes dans l'ampoule, le courant qui prend naissance dans le circuit grille produit une chute de tension aux bornes de la résistance R, ce qui, en conséquence, entraîne une augmentation du courant anodique. Si cette augmentation est de faible importance, la lampe peut être considérée comme bonne, tandis que si elle est importante, la lampe est défectueuse.

Les bruits ou souffle d'un récepteur ou d'un amplificateur peuvent avoir leurs origines dans de mauvais contacts dans les électrodes d'un tube ou dans les circuits correspondants, dans un mauvais isolement entre cathode et filament ou dans une émission électronique irrégulière. Dans le premier cas, les chocs ou vibrations reçus par la lampe en cours de fonctionnement ou d'essai, font varier la distance entre les électrodes ce qui produit une variation correspondante de l'intensité de l'émission électronique. Ce phénomène est connu sous le nom de **microphonicité** et peut être facilement décelé en donnant de petits chocs sur le verre de la lampe.

Si l'isolement entre cathode et filament est insuffisant, on peut le constater à l'aide du montage de la figure 6. Quand l'inverseur S est dans sa position initiale 1, le milliampermètre est traversé par un courant continu redressé, tout comme la résistance limiteuse du courant anodique R. En plaçant l'inverseur sur la position 2, le circuit cathode-plaque est interrompu et le courant anodique doit cesser de passer. Si, malgré cela, le galvanomètre indique encore le passage d'une certaine intensité, on peut être as-

suré que l'isolement entre la cathode et le filament est insuffisant et, de ce fait, le circuit ouvert par le jeu de l'inverseur S reste, malgré tout, partiellement ou totalement fermé par contact direct entre la cathode et le filament.

Les courts-circuits éventuels entre les diverses électrodes d'un tube électronique peuvent être la cause de bruits, de fonctionnement intermittent ou d'un courant anodique trop élevé. La figure 7 donne le schéma d'un montage destiné à déceler ces courts-circuits.

Quand le contacteur est placé dans la position 2, la grille de commande est reliée à l'extrémité du secondaire du transformateur en série avec le tube au néon. Toutes les autres électrodes de la lampe à essayer sont reliées, à travers les contacteurs, à l'autre extrémité du secondaire. Si la grille de commande est en contact avec une des autres électrodes, le circuit du secondaire du transformateur se referme, à travers ce court-circuit, et le tube au néon s'illumine. Si, par contre, la grille de commande n'est pas en court-circuit, une seule électrode du tube au néon présente une faible luminosité qui se produit seulement pendant l'alternance durant laquelle la grille est positive par rapport à la cathode. Par le jeu des autres contacteurs, toutes les électrodes peuvent être successivement reliées au secondaire du transformateur (du côté du tube au néon), tandis que les autres électrodes restent reliées ensemble à l'extrémité opposée, ce qui permet de s'assurer, dans les mêmes conditions que

nous venons de le voir pour la grille de commande, qu'il n'existe aucun autre court-circuit interne.

La résistance R_1 limite l'intensité du courant passant dans le tube au néon à une valeur convenable; la résistance R_2 , placée en shunt sur le tube au néon, forme une dérivation pour les faibles courants alternatifs présents dans le circuit par suite de la capacité résiduelle du câblage et des autres composants de l'appareil. On évite ainsi que la lampe au néon s'illumine sous l'effet des courants résiduels ou parasites.

Il arrive, parfois, que deux électrodes de la lampe ne soient pas en contact entre elles quand la lampe est froide, mais se mettent en court-circuit sous l'effet de la dilatation se produisant quand la lampe est en fonctionnement. Pour cette raison, il convient toujours d'attendre que le tube ait atteint sa température normale de fonctionnement avant de faire l'essai des courts-circuits. En outre, il est bon de frapper légèrement et d'une façon répétée sur l'ampoule pendant cet essai, car certaines électrodes peuvent être mal fixées et avoir tendance à entrer en contact entre elles sous l'effet des vibrations mécaniques.

Le circuit de la figure 7 peut également servir à contrôler le bruit et le souffle produit par le tube, en branchant un casque, ou un haut-parleur, en série avec un condensateur de 0,1 mF aux bornes du tube au néon. Dans ce cas, un court-circuit intermittent, qui se manifeste trop rapidement pour permettre à la lampe au néon de s'illuminer, produit un bruit ou un crépitement dans l'écouteur.

CONSTRUCTION D'UN LAMPOMETRE

LES « BOITE DE MONTAGE » OU « KITS »

Le lecteur qui désire posséder un appareil de mesure ou de contrôle a, évidemment, deux possibilités: ou bien acheter un appareil déjà monté et en état de fonctionnement, ou bien le construire lui-même, ceci pour des raisons techniques ou économiques, ou pour la satisfaction d'avoir mené à bien un travail souvent délicat. Dans ce dernier cas, une question se pose: l'appareil ainsi construit donnera-t-il d'aussi bons résultats et aura-t-il une aussi belle présentation que les appareils du commerce? Cette question légitime peut recevoir une réponse affirmative seulement dans le cas où: 1° le schéma de montage choisi est celui que l'expérience a démontré comme étant le mieux adapté à une réalisation particulière, et 2°: si tous les éléments du montage sont choisis pour s'harmoniser entre eux et remplir leurs fonctions aussi parfaitement que possible, en liaison les uns les autres.

Cela dit, précisons que — dans notre souci légitime de ne présenter que du matériel susceptible de donner entière satisfaction à nos Lecteurs — nous ne décrivons que des appareils répondant pleinement aux exigences énoncées ci-dessus.

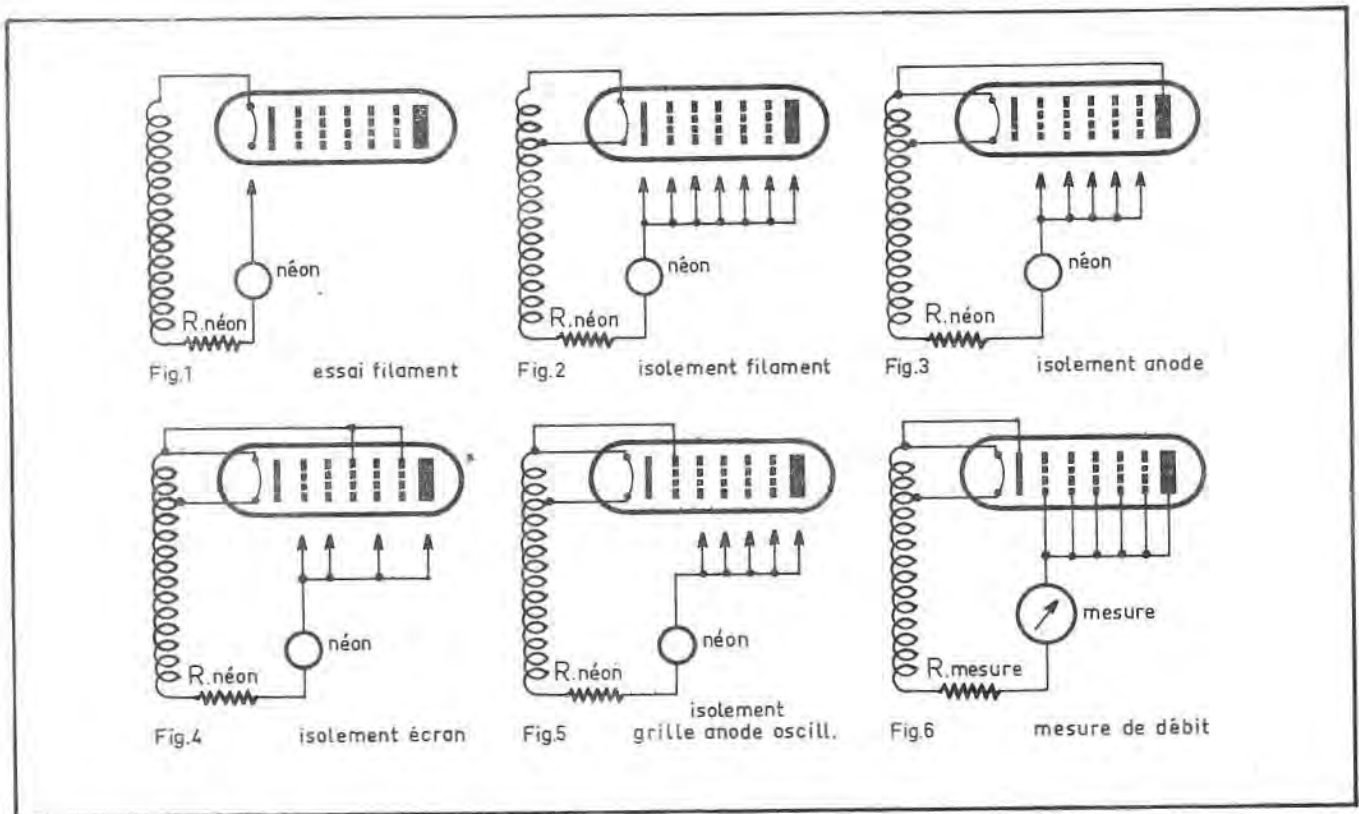
Les descriptions ne seront pas très détaillées, tout au moins en ce qui concerne la construction propre-

ment dite, car l'ensemble du matériel nécessaire se trouve dans le commerce sous la forme de « boîte de montage » ou « kit », accompagné de nombreux schémas et dessins montrant tous les détails pratiques de construction.

Les ensembles « prêts à câbler » ou « kits » représentent la solution la plus moderne et la plus capable de satisfaire aux exigences exprimées plus haut. En construisant ces appareils, on est assuré, une fois le travail terminé, de posséder un instrument dont l'aspect et le fonctionnement sont identiques à ceux des appareils complets du commerce. On n'a plus à se préoccuper du travail mécanique, de la finition extérieure, du choix et de la disposition des divers éléments du montage. En construisant soi-même ses appareils de mesures, on en connaît parfaitement ses particularités, son mode de fonctionnement, ce qui permet de l'utiliser dans les meilleures conditions possibles; enfin, chose souvent primordiale, on réalise une substantielle économie sur le prix d'achat.

Passons maintenant à la description d'un premier ensemble de ce genre

Un lampemètre doit être très complet, c'est-à-dire qu'il doit permettre la vérification approfondie de toutes les lampes pouvant se présenter. Il doit être pratique, c'est-à-dire d'un maniement simple pour que les véri-



fications puissent se faire rapidement et sans risque d'erreur. C'est dans cet esprit qu'a été étudié le lampemètre TS-66. Pour bien comprendre le fonctionnement de cet instrument, nous allons tout d'abord indiquer le principe des mesures.

PRINCIPE DE VERIFICATION

Les contrôles qu'il est nécessaire d'effectuer pour déterminer si une lampe est bonne ou mauvaise sont les suivants:

- Continuité du filament
- Isolement entre toutes les électrodes
- Mesure du courant cathodique

Il est évident que si le filament est coupé, la lampe est hors d'usage. Il en est de même si deux électrodes, par exemple une grille et la plaque, sont en contact alors qu'elles devraient être parfaitement isolées. Enfin, si le courant cathodique est nul ou insuffisant, la lampe est épuisée et n'est plus apte à remplir correctement sa fonction. Notons que pour effectuer la mesure du courant cathodique, il faut chauffer normalement le filament et pour cela le lampemètre doit être doté d'un transformateur pouvant délivrer les différentes tensions de chauffage utilisées.

La figure 1 montre comment on vérifie le filament. On met ce dernier en série avec le secondaire du transformateur d'alimentation, une lampe néon et une résistance de protection (R. Néon). Il est évident que si le filament est bon, la lampe néon s'allume. Dans le cas contraire, elle reste obscure.

La figure 2 montre comment on vérifie l'isolement entre filament et cathode. Tout d'abord, il faut noter que le filament est alimenté normalement. Il est en effet nécessaire d'effectuer cet essai « à chaud ». Une

lampe parfaitement normale à froid peut en effet présenter lorsqu'elle est chaude de graves courts-circuits dus à la dilatation des électrodes ou à la déformation de leurs supports. Par conséquent, toutes nos vérifications sont faites à chaud.

Le filament est connecté à une extrémité du secondaire du transformateur d'alimentation et on relie la cathode à l'autre extrémité à travers la lampe au néon et la résistance. Si l'isolement est bon, la lampe ne doit pas s'allumer. Dans le cas contraire, il faut conclure à un court-circuit. Le tube peut cependant s'illuminer faiblement à cause de la faible capacité qui existe toujours entre filament et cathode et qui laisse passer un peu de courant alternatif. Malgré cette faible luminescence, la lampe est bonne. On vérifie de la même façon l'isolement entre le filament et les autres électrodes (grille et plaque) en remplaçant la liaison avec la cathode par une liaison avec ces diverses électrodes.

La figure 3 montre comment on vérifie l'isolement de la plaque par rapport aux autres électrodes. Cette plaque est reliée à une extrémité du secondaire du transformateur d'alimentation. On relie successivement toutes les autres électrodes à la seconde extrémité du secondaire à travers la lampe néon et la résistance de protection. Il est évident que si la lampe s'illumine, il y a contact accidentel entre la plaque et l'électrode considérée à ce moment. Si le tube néon s'illumine d'un côté seulement cela n'indique pas un court-circuit mais une fuite entre filament et cathode. Mais ce défaut d'isolement aura été décelé par l'essai précédent.

Les figures 4 et 5 montrent comment on vérifie l'isolement de la grille écran et celui de la grille anode oscillatrice. D'une façon générale, on peut par le même moyen vérifier l'isolement de n'importe quelle élec-

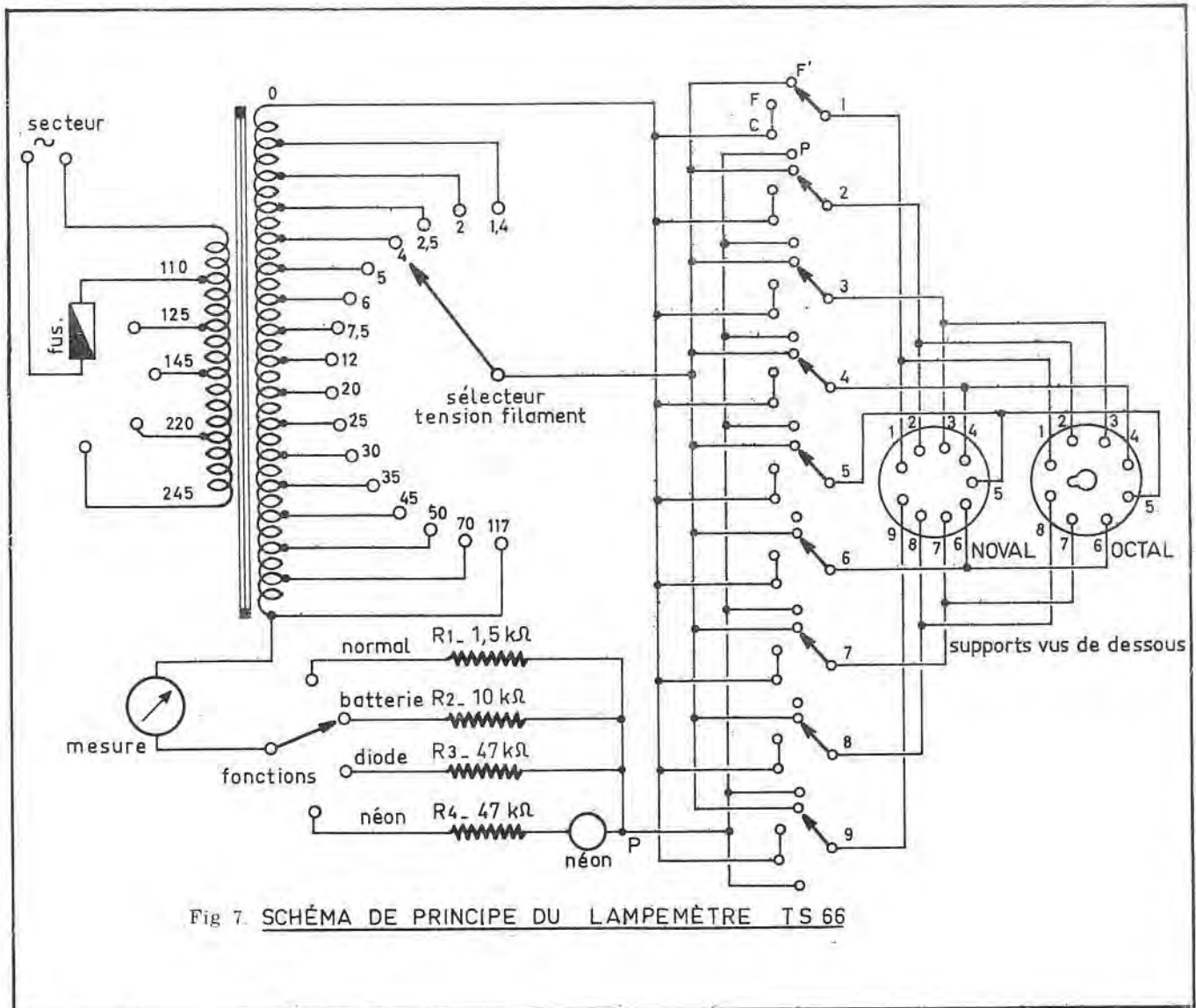


Fig 7. SCHÉMA DE PRINCIPE DU LAMPÉMÈTRE TS 66

trode, par rapport aux autres, d'un tube quelconque.

Pour vérifier le courant cathodique — ce qui renseigne sur le pouvoir émissif de la cathode — on relie ensemble la plaque et toutes les grilles, ce qui revient à transformer n'importe quelle lampe en diode (figure 6). Le filament et la cathode étant reliés à l'une des extrémités du secondaire du transformateur et l'ensemble des autres électrodes à la seconde extrémité du secondaire en plaçant dans le circuit ainsi formé un milliampèremètre en série avec une résistance destinée à limiter le débit. Si l'émission électronique de la cathode est normale, un courant redressé parcourt le circuit ainsi formé et sa valeur est indiquée par le milliampèremètre. Si ce courant est trop faible, ou nul, il ne fait aucun doute que le tube est hors d'usage.

Comme vous pouvez le constater, les procédés de vérification sont simples, mais d'une entière efficacité. Nous allons maintenant voir comment ils sont appliqués en étudiant le schéma du lampemètre.

LE SCHEMA

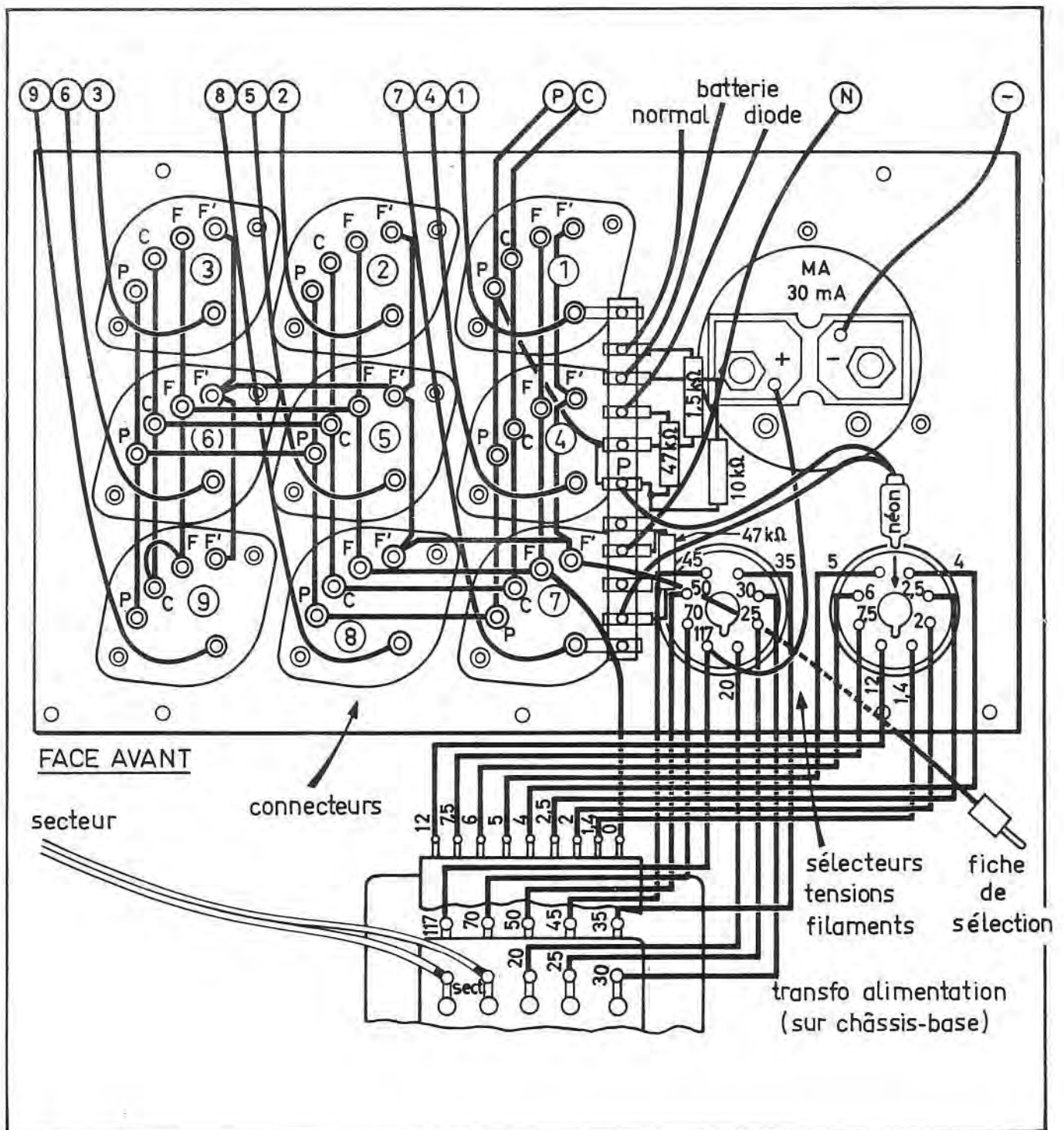
Il est donné à la figure 7. Sur ce schéma, afin de ne pas surcharger le dessin et lui conserver toute sa clarté, nous n'avons représenté que deux supports, un octal et un noval. Comme on peut le constater, les

broches de ces supports sont numérotées dans le sens des aiguilles d'une montre, et les broches portant les mêmes chiffres sont reliées ensemble. Il en est même pour tous les supports qui équipent l'appareil.

Sur ce schéma, nous voyons le transformateur d'alimentation. Ce dernier possède un primaire pouvant, par l'intermédiaire d'un répartiteur de tension, être adapté aux tensions de secteur suivantes: 110 V, 125 V, 145 V, 220 V, et 245 V. L'appareil peut donc être utilisé sur un n'importe quel réseau alternatif. Le secondaire comporte 16 prises délivrant les tensions suivantes: 1 V, 2 V, 2,5 V, 4 V, 5 V, 6 V, 7 V, 12 V, 20 V, 25 V, 30 V, 35 V, 45 V, 4,5 V, 70 V, 117 V, qui correspondent à toutes celles qui sont utilisées pour le chauffage des filaments des lampes. L'une quelconque de ces tensions peut-être choisie à l'aide d'un sélecteur (sélecteur tensions filament).

En plus des organes déjà cités, nous voyons également sur le schéma, 9 connecteurs ayant chacun 4 positions. Ces connecteurs sont numérotés de 1 à 9 et chacun d'eux est relié à la broche de même chiffre des supports.

Les positions de ces connecteurs sont repérées par les lettres F', F, C et P; La position F' de tous les connecteurs est reliée au commun du « Sélecteur de tension



du filament». Les positions F et C sont réunies à l'extrémité «0» du secondaire du transformateur d'alimentation. Les positions P de tous les connecteurs sont reliées ensemble. L'extrémité 117 V du secondaire du transformateur d'alimentation est reliée à travers un milliampèremètre de 30 mA au commun du «Sélecteur de fonction». Ce dernier a 4 positions, la première, «Néon», met en service la lampe néon servant au contrôle de la continuité du filament et des courts-circuits. Cette lampe néon est en série avec une résistance de 47 000 ohms. Les trois autres servent à la mesure du débit cathodique. La position «Diode» comme son nom l'indique, sert à la vérification des diodes, la résistance mise en série avec l'appareil de mesure faisant 47 000 ohms. Les diodes ont en effet un assez faible courant interne et cette valeur de résistance permet de ne pas

le dépasser et par conséquent de ne pas risquer de détériorer la diode que l'on teste. La position «batterie» met en service une résistance de 10 000 ohms, valeur plus faible que précédemment, car le courant normal d'une lampe batterie (chauffage direct) est plus fort que celui d'une diode. Enfin la position «Normal» sera utilisée pour toutes les lampes secteur (chauffage indirect).

Connaissant son schéma, voyons comment le lampe-mètre TS-66 permet les vérifications que nous avons indiquées plus haut. Pour cela, supposons que nous voulions vérifier une EL84. Un lexique de lampe nous indique que pour cette lampe les broches 4 et 5 correspondent au filament, la broche 3 à la cathode, la broche 2 à la grille de commande, la broche 7 à la plaque et la broche 9 à la grille écran.

SYMBOLES - ABREVIATIONS

- C_{gd} = Capacité entre grille et plaque
- C_{gk} = Capacité entre grille et cathode
- C_{pk} = Capacité entre plaque et cathode
- E_a = Alimentation pour chauffage du filament
- E_b = Alimentation anodique
- E_c = Tension de polarisation
- E_g = Tension de grille
- g_m = (parfois G_m) = Conductance mutuelle
- I_c = Courant de grille
- I_g = Courant de grille
- R_c = Résistance de charge
- R_L = Résistance de charge
- R_p = Résist. de plaque (statique ou dynamique)
- Δ = Lettre greque « delta ». Petite variation, en plus ou en moins, d'une quantité quelconque
- ΔE_g = Variation de la tension de grille
- ΔE_p = Variation de la tension de plaque
- ΔI_p = Variation du courant de plaque
- μ ou K = Coefficient d'amplification
- S = Pente

FORMULES

$$\mu = \frac{\Delta E_p}{\Delta E_g} \quad (I_p \text{ constant})$$

$$G_m = \frac{\Delta I_p}{\Delta E_g} \quad (E_p \text{ constant})$$

$$R_p = \frac{\Delta E_p}{\Delta I_p} \quad (E_g \text{ constant}) = \text{Résistance dynamique de plaque}$$




$$R_p = \frac{E_p}{I_p} = \text{Résistance statique de plaque}$$

$$R_p = \mu : G_m$$

$$\mu = G_m \times R_p$$

$$G_m = \mu : R_p$$

SYMBOLES SCHEMATIQUES

-  = Grille d'une lampe
-  = Triode à chauffage direct
-  = Triode à chauffage indirect

QUESTIONS sur les LEÇONS N°s 46 et 47

- N. 1 — Quel est, dans une triode, le rôle de la grille?
- N. 2 — Comment s'appelle la tension de grille qui provoque la cessation du courant anodique?
- N. 3 — Est-il possible d'augmenter, à volonté, le courant anodique d'une triode?
- N. 4 — Quelle est la définition du coefficient d'amplification d'une lampe?
- N. 5 — Pour quelle raison cherche-t-on à faire fonctionner une lampe dans la partie rectiligne de sa courbe caractéristique?
- N. 6 — Si, dans la figure 12 de la 46ème Leçon, la résistance de charge est de 100 000 ohms, la tension d'alimentation de 300 volts et la polarisation de grille de -3 volts, entre quelles limites variera la tension de plaque lorsqu'on applique à l'entrée du tube un signal alternatif ayant une d.d.p. de 2 volts de crête à crête? Quel est le coefficient d'amplification?
- N. 7 — Qu'entend-on par « conductance mutuelle »?
- N. 8 — Pour quelle raison existe-t-il un déphasage de 180° entre les variations de la tension de grille et de la tension de plaque correspondante?
- N. 9 — De combien de façons peut-on polariser la grille d'une triode?
- N. 10 — Comment déterminer la valeur de la résistance en série dans la cathode, dans une triode à chauffage indirect?
- N. 11 — Comment peut-on éviter la présence d'une tension alternative sur la grille d'une triode à chauffage direct, lorsque le filament lui-même est alimenté sous une tension alternative?
- N. 12 — Combien de moyens existe-t-il pour contrôler l'état d'une lampe?
- N. 13 — Comment contrôle-t-on le vide d'un tube électronique?
- N. 14 — Pour quelle raison le dépistage des courts-circuits interne, dans une lampe, ne peut-il se faire au moyen d'un ohmmètre ordinaire, en vérifiant la continuité entre deux broches successives?
- N. 15 — Pour quelle raison une lampe peut être défectueuse, bien que son filament soit intact et qu'on ne puisse déceler aucun défaut interne, ni rupture de contact, ni courts-circuits?
- N. 16 — Peut-on connaître la valeur du courant anodique sans employer un milliampèremètre?

REponses aux QUESTIONS de la p. 355

N. 1 — La sortie des électrons de la cathode. Ceux-ci s'en éloignent rapidement lorsqu'ils sont attirés par une charge positive.

N. 2 — C'est l'incandescence qui augmente la vitesse de rotation des électrons et provoque leur éloignement des atomes auxquels ils appartiennent, par l'effet de la force centrifuge.

N. 3 — Chauffage direct: émission d'électrons, ou bien fonction de cathode. Chauffage indirect: simplement fonction de rendre incandescente la cathode.

N. 4 — Parce que, la distance entre cathode et filament étant très faible, une tension trop élevée pourrait produire un court-circuit. Il existe, toutefois, des lampes spécialement construites pour supporter des différences de potentiel élevées entre ces deux électrodes.

N. 5 — Les électrons gravitent autour de la cathode.

N. 6 — Quatre types principaux: Diode simple à chauffage direct ou indirect et double-diode également à chauffage direct ou indirect.

N. 7 — Parce qu'elle ne permet le passage du courant que dans une seule direction, de la cathode (ou du filament) vers la plaque.

N. 8 — Dans le premier cas, seule une alternance sur deux étant redressée, le courant redressé est constitué par une série d'impulsions séparées par des intervalles égaux; dans le deuxième cas, les impulsions se succèdent immédiatement les unes après les autres.

N. 9 — Si la tension filament est inférieure à la normale, l'émission électronique diminue; elle augmente, par contre, si la tension est supérieure, mais, dans ce cas, le filament risque d'être détérioré.

N. 10 — Parce que les redresseurs métalliques évitent l'utilisation de sources de tension séparées et bien isolées pour le chauffage des filaments.

N. 11 — La tension alternative à redresser doit être le double de la tension continue redressée.

N. 12 — Parce que le courant redressé, bien qu'étant toujours constitué par une série d'impulsions, ne comporte pas d'intervalles pendant lesquels il est nul (phase de non conduction de la diode).

N. 13 — Au moyen d'un « filtre ».

N. 14 — Pendant les instants où la tension est nulle, il restitue une partie de sa charge, ce qui a pour effet de maintenir le courant à une valeur constante.

N. 15 — Pour éviter que la tension présente à leurs bornes n'atteigne une valeur trop élevée, particulièrement en l'absence de charge.

N. 16 — Elle laisse passer le courant continu et, au contraire, elle présente une impédance élevée à la composante alternative. Elle contribue, ainsi, à rendre continu, c'est-à-dire à niveler, une tension redressée.

N. 17 — La tension aux bornes des condensateurs du filtre augmente considérablement. Ceci peut leur être fatal et c'est pourquoi il est utile de placer des résistances de protection en parallèle.

N. 18 — Au moyen d'un diviseur de tension constitué par des résistances judicieusement calculées

FONCTIONNEMENT DU LAMPOMETRE

ESSAI DU FILAMENT

Mettre le « Sélecteur de fonction » sur la position « Néon ». Placer le connecteur 4 sur F, le connecteur 5 sur P. Si le filament est bon, le néon s'illumine.

Déplacer alors le connecteur 5 de P en F'. La tension de chauffage étant de 6,3 V, placer le sélecteur « tension filament » sur la position 6 V et attendre le temps nécessaire pour le chauffage de la lampe avant de poursuivre les essais.

ESSAI DE L'ISOLEMENT

FILAMENT CATHODE A CHAUD

Pour vérifier l'isolement filament cathode, laisser le « Sélecteur de fonction » sur la position « Néon » et placer le connecteur 3 sur la position P. On branche bien ainsi l'espace filament-cathode en série avec le secondaire 117 V du transformateur d'alimentation, la lampe néon et sa résistance de protection.

Accessoirement, remarquons que le milliampèremètre est aussi en circuit mais cela n'a aucune importance.

ESSAI D'ISOLEMENT DES AUTRES ELECTRODES

En enlevant le connecteur 3, cathode et en mettant successivement les connecteurs 2, 7 et 9 en position P, on peut se rendre compte s'il n'y a pas de court-circuit entre le filament et la grille de commande, la grille écran ou la plaque. En mettant le connecteur 7 en position C et en laissant sur la position P les connecteurs 2 et 9, on vérifie que la plaque n'est pas en court-circuit avec la grille de commande ou l'écran. Remettre le connecteur 7 en position P, puis procéder de la même façon pour vérifier l'isolement de l'écran (connecteur 9) puis la grille de commande (connecteur 2). En résumé, lorsqu'on recherche un court-circuit dans une lampe; il faut alimenter toutes les électrodes côté P, sauf la cathode (non connectée, isolement vérifié par l'essai filament) et mesurer l'isolement à l'aide du connecteur à l'électrode à essayer en plaçant ce dernier sur la position C. Mis gratuitement en ligne par Alain et André.

MESURE DU DEBIT

Dans le cas de la EL 84, qui nous sert d'exemple, on met le sélecteur de fonction sur « Normal », on replace le connecteur 3 en position C et les connecteurs 2, 7 et 9 restent sur la position P. Cela revient à relier ensemble la grille, l'écran et la plaque, à brancher la cathode à l'extrémité 0 du secondaire du transformateur et les électrodes réunies à l'extrémité 117 V avec dans le circuit le milliampèremètre et la résistance de 1500 ohms. On retrouve donc bien la disposition de la figure 6. On lit sur l'appareil de mesure le courant cathodique. La disposition est la même pour les lampes à chauffage direct (lampe batterie) et pour les diodes, il faudra uniquement mettre, suivant le cas, le répartiteur de fonctions en position correspondantes (batterie ou diode). Une lampe à chauffage indirect (lampe secteur) est bonne lorsque le courant lu

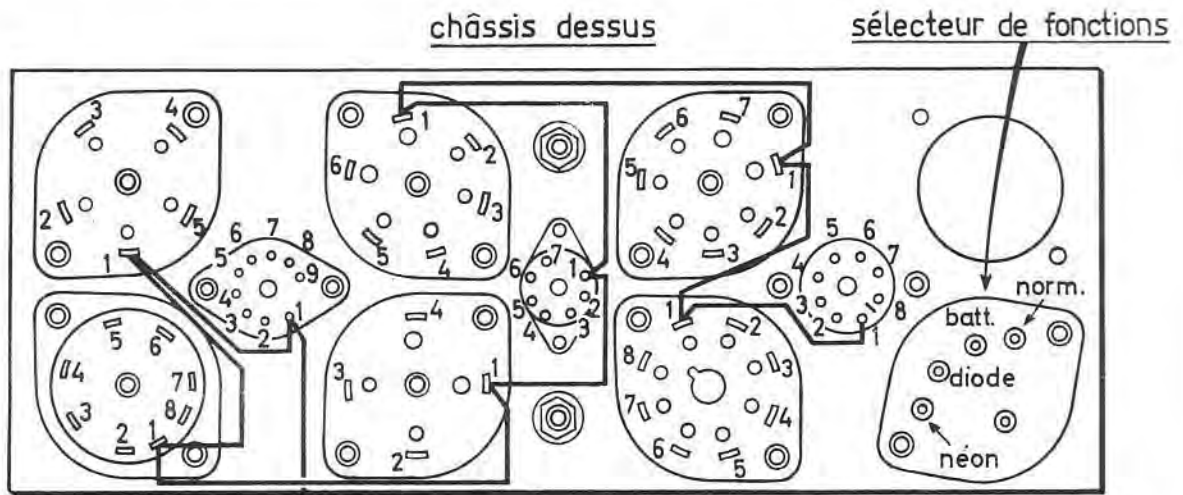


Fig. 8B

1ère phase de câblage

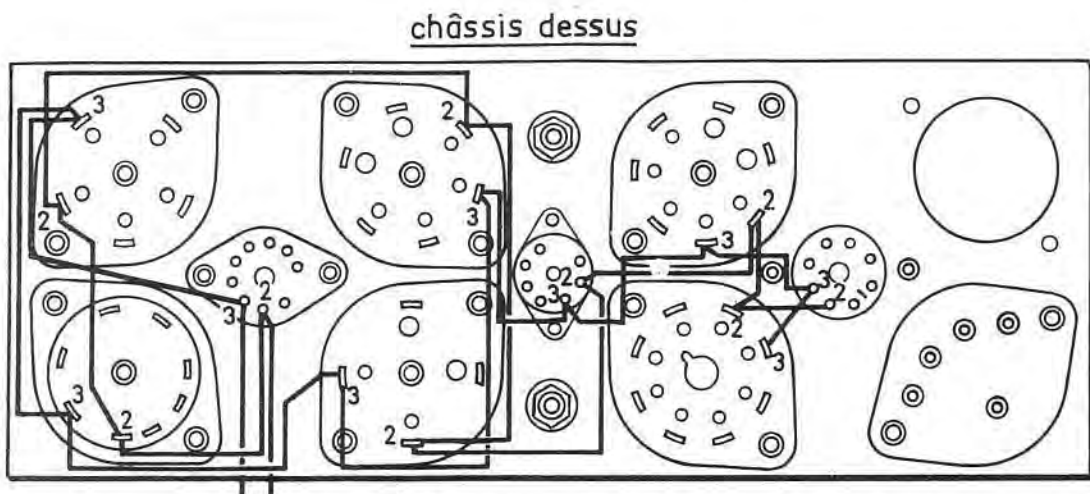


Fig. 8C

2ème phase de câblage

est de 30 mA. A 20 mA elle est douteuse, à 10 mA elle peut-être considérée comme épuisée.

Pour une lampe batterie: 10 mA correspondent à une lampe bonne; 6 mA à une lampe douteuse et 3 mA à une lampe épuisée.

REALISATION PRATIQUE

Le montage de ce lampemètre se fait dans un coffret métallique dont la face avant est inclinée en forme de pupitre. Les différentes faces de ce coffret sont assemblées entre elles à l'aide de vis (la face Avant par 5 vis Parker). On peut ainsi monter sur ces panneaux, les pièces principales et en effectuer le câblage avant l'assemblage, ce qui facilite considérablement le travail.

La figure 8 montre la disposition des principales pièces sur les faces où on doit les monter, c'est-à-dire, le panneau de dessus, la face avant et la base. Cette

figure représente également le câblage que l'on doit effectuer. La figure 9 montre la vue extérieure de la face avant.

Remarquons que les connecteurs et le « Sélecteur de fonction » sont constitués par des plaquettes supportant 5 broches: 4 disposées en arc de cercle et une qui forme le commun, occupant le centre de cet arc de cercle. La commutation comme on peut le voir sur la figure 9 se fait à l'aide d'un cavalier que l'on place entre le commun et la douille voulue.

Sur la face du dessus, on monte les supports de lampes; un transcontinental (attention à bien supprimer l'ergot de guidage) un octal, un miniature 7 broches, un noval, un rimlock, un USA 4 broches, un USA 5 broches, un USA 6 broches et un USA 7 broches. Un trou supplémentaire a été prévu pour le montage éventuel d'un nouveau support. Sur cette face, on fixe également le « Sélecteur de fonction » et deux douilles iso-

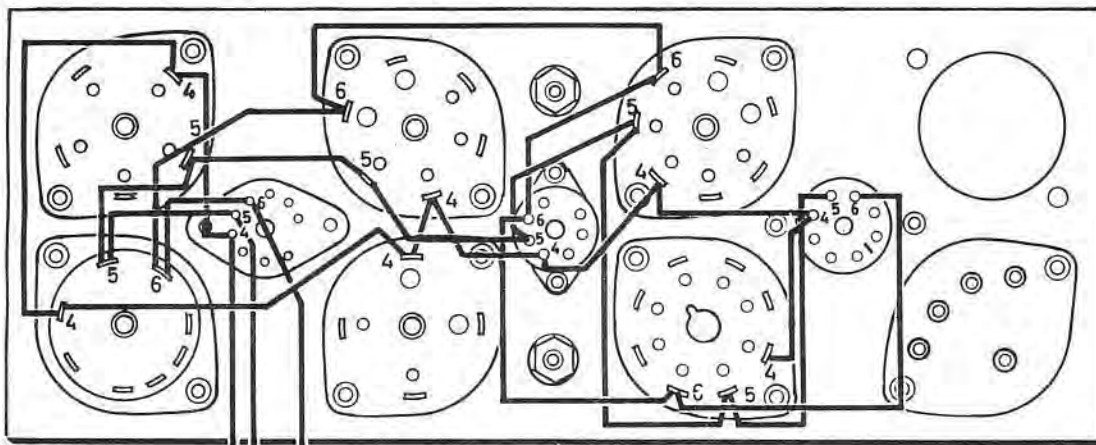
châssis dessus

Fig. 8 D

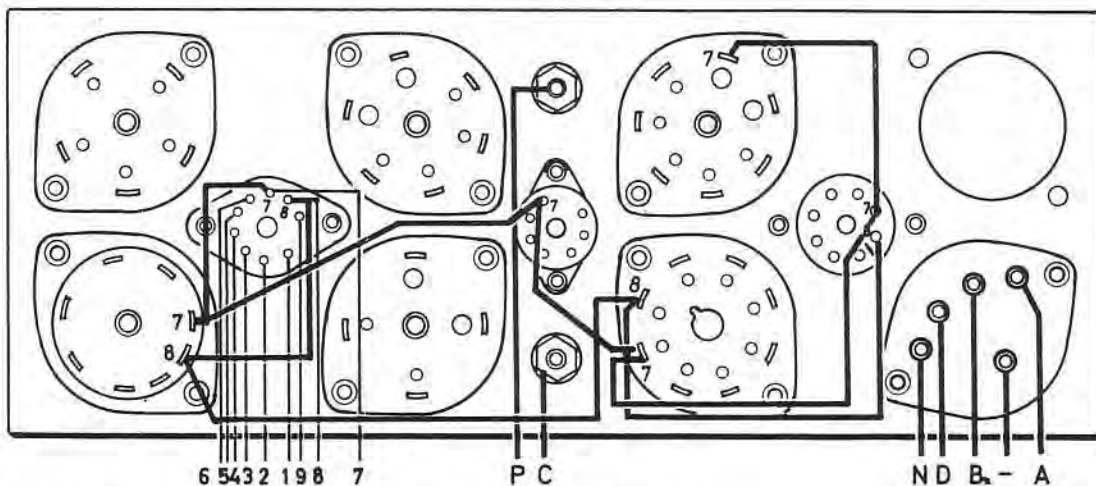
3^{ème} phase de câblagechâssis dessus

Fig. 8-E

4^{ème} phase de câblage

lées. Ces douilles P et C serviront à la liaison des cornes des lampes ayant une sortie d'électrode au sommet.

Sur la face avant, on monte les 9 connecteurs, le milliampèremètre et les 2 prises « octal » qui constituent le « Sélecteur Tension Filament ». Veiller, au montage, à bien mettre la contre-plaque côté non gravé sur la face visible, celle-ci étant elle-même gravée.

L'étalonnage précis du milliampèremètre est obtenu par un shunt placé entre ses bornes. Ce shunt est constitué par un fil très fin à l'intérieur d'un souplisso. Il faut donc prendre soin, lors des opérations de montage, de ne pas casser le fil. Le transformateur d'alimentation après câblage est boulonné sur la face de base avec interposition des 4 rondelles de 3 x 10.

CABLAGE DE LA FACE SUPERIEURE

Il est extrêmement simple, on relie à l'aide de connexions isolées les broches de mêmes chiffres de tous les supports de lampes. On réunit ainsi toutes les broches 1, toutes les broches 2, etc... Au terme de ce travail, seule la broche 9 du support Noval ne doit pas

comporter de connexions avec d'autres broches puisque ce support est le seul à posséder 9 broches. Les fils sont autant que possible plaqués contre le panneau de tôle. On vérifie qu'il n'y a aucun court-circuit entre les broches des supports. Finalement, souder un fil sur chacune des douilles isolées en vue du raccordement avec la face avant ainsi que les 5 fils du « Sélecteur de fonction ».

CABLAGE DE LA FACE AVANT

Après avoir rabattu à l'horizontale chaque commun des 9 connecteurs, on relie avec un fil droit, les broches P des connecteurs 1, 4, 7. Sur les mêmes connecteurs, on réalise une liaison semblable pour les broches C, pour les broches F et pour les broches F'. On effectue les liaisons identiques entre les broches P, les broches C, les broches F et les broches F' des connecteurs 2, 5, 8 et des connecteurs 3, 6 et 9. Sur le connecteur 9 on relie les broches C et F. On connecte respectivement les broches P, C, F, et F' du connecteur 6 aux broches de même lettres du connecteur 5. De même, on connecte les broches P, C, F, F'. Sur la broche F'

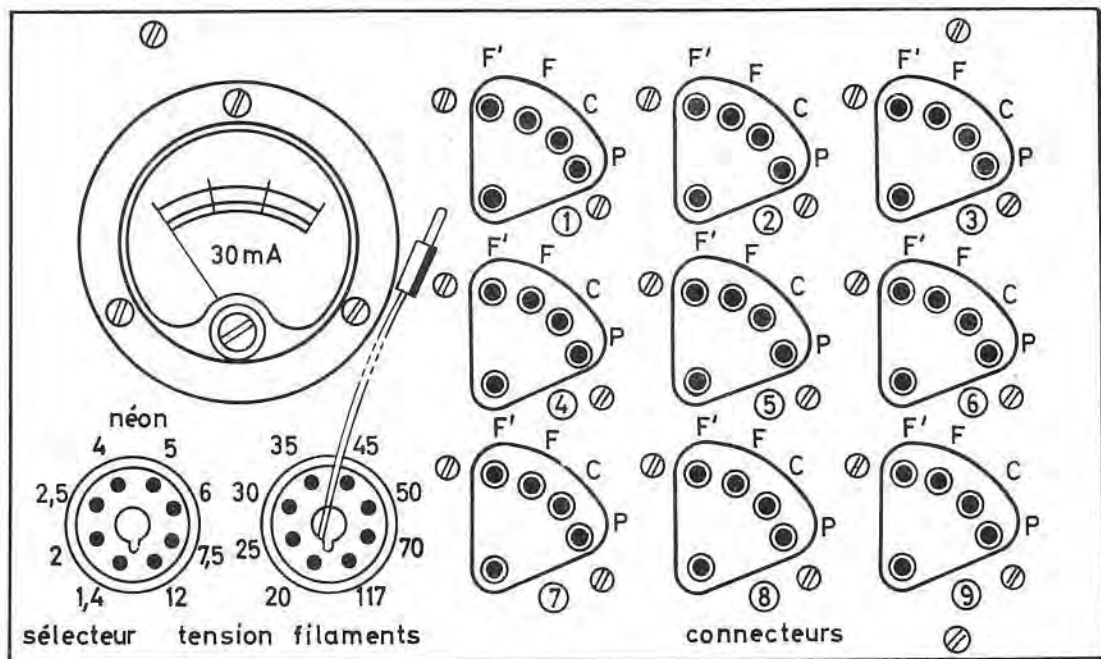


Fig. 9

vue de face

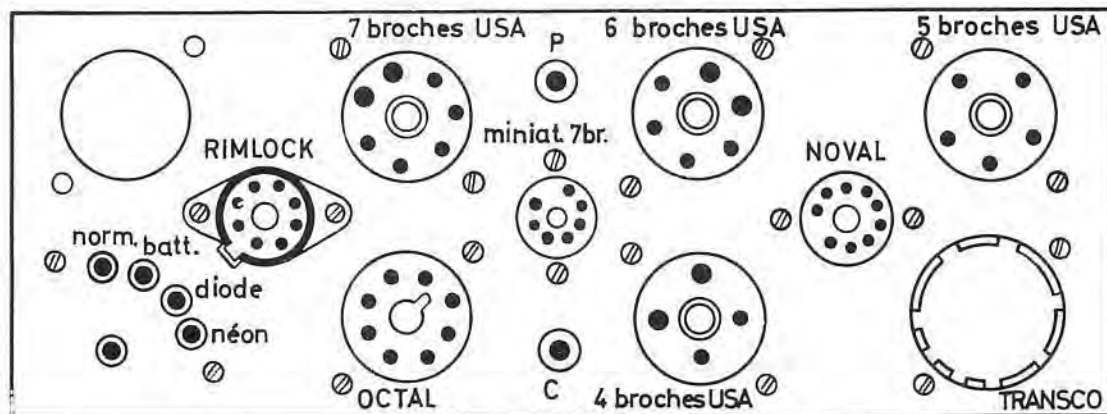


Fig. 10

vue de dessus

du connecteur 4, on soude un fil souple que l'on passe par le trou central du Sélecteur de tension A. A l'extrémité de ce fil, on met une fiche banane. Cette fiche destinée à être introduite dans les douilles du « Sélecteur Tension Filament » permettra de choisir la tension filament requise par la lampe à essayer.

FACE AVANT

Préparer la barrette relais à 11 cosses destinée à supporter les 4 résistances du Sélecteur de tension et du tube néon (figure 11).

Bien mettre les cosses à plat du côté devant recevoir les résistances. Celles-ci seront soudées dans leur prolongement, ceci afin d'éviter les courts-circuits à l'assemblage des différentes faces supportant des éléments actifs.

Mettre à plat les 2 cosses 1 et 11 du côté opposé aux résistances et souder la barrette sur les communs rabat-

tus des connecteurs 1 et 7. Raccorder le fil commun P sur la cosse P du connecteur 1.

Souder les deux fils du néon, d'une part au commun P de la barrette, d'autre part à l'extrémité de la résistance 47 kilohms prévue à son usage.

Mettre le néon en place, dans le trou central du Sélecteur de tension B et souder ses 2 fils.

LIAISON ENTRE LA FACE AVANT ET LA FACE SUPERIEURE

On fixe la face supérieure sur la face avant, en faisant bien attention à ce que les cosses du support «Transco» ne viennent pas en court-circuit avec les cosses du connecteur 3. A l'aide d'un faisceau de fils de couleurs différentes, on relie la broche 1 du support noval au commun du connecteur 1, la broche 2 de ce support au commun du connecteur 2. On relie de la même façon les broches 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9 de ce support aux communs des connecteurs de mêmes chiffres.

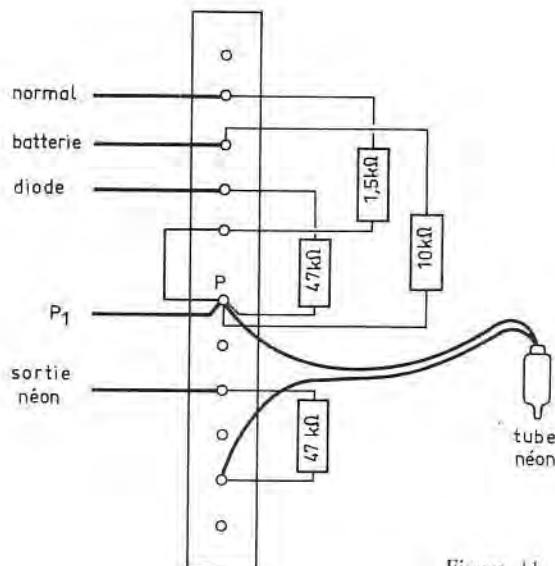


Figure 11

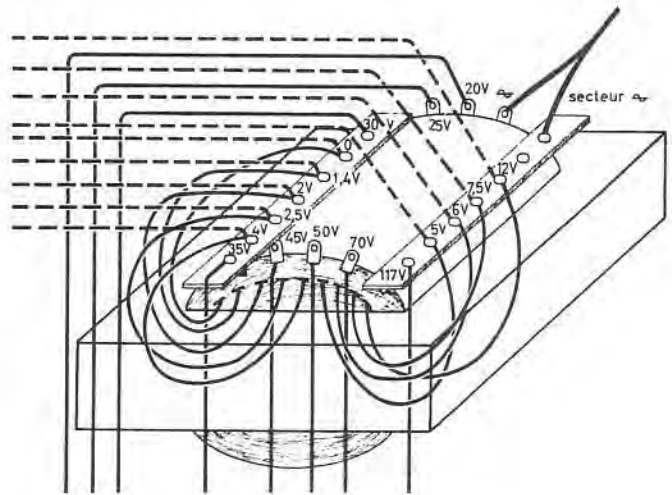


Figure 12

On connecte la douille P à la broche P du connecteur 1 et la douille C à la broche C du même connecteur. Les 4 autres fils du « Sélecteur de fonction » sont soudés à leur place respective sur la barrette relais supportant les résistances.

La borne + du milliampèremètre est reliée à la borne 117 V du Sélecteur de tension et la borne - est reliée au commun du Sélecteur de fonction.

LIAISON ENTRE LE TRANSFORMATEUR D'ALIMENTATION ET LE PANNEAU AVANT

Bien mettre à plat toutes les cosses sans exception des deux petites barrettes relais. Souder chacune d'elles sur le côté du transformateur, une extrémité sur la cosse secteur extérieure et l'autre sur la cosse 117 V, la 2ème barrette de l'autre côté sur les cosses 30 et 35 V. Couper à longueur chaque fil du transformateur de 0 à 12 cm. Isoler chacun d'eux par un souplisso. Décapé soigneusement et séparément l'extrémité de chaque fil, puis étamer. Si le décapage est bien fait, la soudure prend uniformément sur le fil. Un fil mal étamé, donc mal décapé est une future panne.

Le fil zéro est soudé sur la 1ère cosse libre, côté répartiteur de tension c'est-à-dire la 2ème de la bar-

rette, la 1ère par sa soudure sur le transformateur étant la cosse 30 V.

Souder ensuite (figure 12) le 1.4 V sur la 3ème, le 2 V sur la 4ème, le 2.5 V sur la 5ème, le 4 V sur la 6ème, la 7ème est la sortie 35 V. De même sur l'autre barrette la 1ère cosse côté distributeur étant le secteur, la 2ème libre, la 3ème le 12 V, la 4ème le 7.5 V la 5ème le 6 V, la 6ème le 5 V et la 7ème le 117 V. Par deux faisceaux de 8 fils de couleurs différentes (pour faciliter leur repérage) on relie les différentes cosses (1.4 - 2 - 2.5 - 4 - 5 - 6 - 7.5 - 12) (1er faisceau) (20 - 25 - 30 - 35 - 45 - 50 - 70 - 117) (2ème faisceau) du transformateur aux broches de même désignation du « Sélecteur Tension Filament ». La sortie 0 du transformateur est connectée à la douille F du connecteur 7. Pour terminer, on monte le passe fil sur le fond, on passe le cordon d'alimentation par le trou de celui-ci, on arrête le cordon par un noeud et les brins sont soudés respectivement l'un sur la cosse secteur libre du transformateur, l'autre sur la 1ère cosse de la barrette relais, soudée elle-même sur l'autre cosse secteur.

Après vérification du câblage, il ne reste plus qu'à exécuter l'assemblage du coffret et l'appareil terminé est prêt pour un long et utile service.

DIMENSIONS: 250 x 145 x 140 mm

Le matériel comprend:

- 1 - 1 - face avant gravée
- 2 - 1 - face arrière
- 3 - 1 - dessus gravé
- 4 - 1 - côté gauche
- 5 - 1 - côté droit
- 6 - 1 - fond
- 7 - 12 - vis S1 pour coffret
- 8 - 5 - vis Parker pour face avant
- 9 - 1 - support Américain - 4 broches
- 10 - 1 - support Américain - 5 broches
- 11 - 1 - support Américain - 6 broches
- 12 - 1 - support Américain - 7 broches
- 13 - 1 - support octal - 8 broches
- 14 - 1 - support miniature - 7 broches
- 15 - 1 - support Rimlock - 8 broches
- 16 - 1 - support Transco - 8 broches
- 17 - 1 - support Noval - 9 broches
- 18 - 10 - connecteurs

19 - 10 - contreplaques de connecteurs

20 - 10 - cavaliers

21 - 2 - sélecteurs « Octal »

22 - 2 - douilles isolées

23 - 1 - fascicule de montage avec schéma de principe, plans de câblage et notice d'utilisation.

Complément petit matériel:

24 - 1 - fiche banane petit modèle 2,35 mm

25 - 1 - lampe néon montée sur son support

26 - 2 - résistances 47 000 ohms - 1/2 W

27 - 2 - résistance 10 000 ohms - 1 W

28 - 1 - résistance 1 500 ohms - 2 W

29 - 1 - cordon secteur

30 - 4 - pieds en matière plastique

31 - 1 - barrette relais à souder 11 cosses

32 - 2 - barrettes relais à souder 7 cosses

33 - 1 - passe fil

34 - 49 - vis ISO

35 - 49 - écrous ISO

36 - 4 - rondelles pour transformateur 3 10 - épaisseur 1 mm

37 - 9 - x 1,5 m fil câblage - (9 coul.)

38 - 1 - m souplisso textile 3 mm

39 - 1,20 m fil nu étamé 7/10

40 - 5 m soudure 1 mm

41 - 6 - bagues soupl. plastique 5 mm

Complément de matériel pour la réalisation du Lampemètre TS-66

42 - 1 - transformateur spécial - primaire - 110 - 130 - 220 - 250 V et 16 secondaires pour chauffage des lampes et H.T.

43 - 1 - galvanomètre 30 mA

L'ELECTRONIQUE EST EN PLEINE EXPANSION

D'année en année, notre civilisation tend de plus en plus vers l'utilisation généralisée de cette merveilleuse, cette fascinante Electronique qui, de toute évidence, entraîne des développements inattendus, des progrès énormes et une évolution rapide dans toutes les branches de la connaissance ou de l'activité humaine.

L'industrie toute entière, avec ses laboratoires de recherches et ses usines, demande, et demandera toujours davantage, des électroniciens qualifiés ou des techniciens et employés ayant des connaissances en Electronique.

C'est ainsi que chaque année, plus de 15 000 techniciens de l'Electronique devront être formés pour répondre aux seuls besoins de l'industrie. Parallèlement, le commerce radioélectrique connaîtra le même développement et l'importance du nombre des récepteurs de radiodiffusion et des téléviseurs rend nécessaire la formation de nombreux techniciens et dépanneurs capables d'assurer un service « après - vente » efficace.

VOUS POUVEZ ETRE CET ELECTRONICIEN RECHERCHE

Vous tous qui devez choisir une profession ou un métier, qui désirez améliorer votre situation, qui souhaitez exercer une activité libre et bien rémunérée ou qui, plus simplement, désirez acquérir des connaissances dont vous apprécierez l'utilité tout au long de votre vie, ne pensez - vous pas qu'il convienne de consacrer un peu de votre temps à l'étude de cette science attirante, pratique et accessible à tous?

COMMENT LE DEVENIR ?

Fréquenter une école régulièrement, pendant toute l'année, est certainement le moyen le plus logique — sinon le plus rapide — pour s'instruire. Mais, en dehors du fait que les Instituts d'Electronique sont assez peu nombreux, est-il possible à tous de se consacrer exclusivement à cette étude? Nous ne le pensons pas, et nombreux sont ceux qui doivent s'instruire ou se perfectionner dans une technique sans, pour cela, abandonner l'emploi qui les fait vivre.

Notre Cours, précisément, permet à chacun d'étudier chez lui, pendant ses heures de loisir, sans négliger son travail. Cela, en vérité, est la caractéristique commune à tous les cours par correspondance, mais notre formule, nouvelle en de nombreux points, présente des avantages incontestables et complémentaires.

En effet, notre Cours publié dans ce « Magazine des futurs électroniciens » ne se compose pas de simples feuilles tirées au duplicateur à partir d'un original dactylographié. Il est présenté sous forme d'une revue de composition très soignée, illustrée de nombreux schémas, dessins et photographies. Cette présentation permet une lecture plus facile, donc une assimilation meilleure, tout en offrant un texte beaucoup plus important, puisqu'une page imprimée équivaut à trois ou quatre pages dactylographiées.

Le lecteur possèdera ainsi, à la fin de l'année, une collection de plus de 1460 pages de grand format, dont l'ensemble constituera un manuel de référence très précieux, tant par la théorie qu'il expose clairement, que par les schémas, tableaux, graphiques, vocabulaire des termes techniques, etc... qu'il contient. Ce sera la base de votre bibliothèque technique, et la chronique des enquêtes et souvenirs vous fera bénéficier de l'expérience de ceux qui vous ont précédé dans le métier.

NOTRE ENSEIGNEMENT DE TECHNIQUE RADIO EST FAIT POUR VOUS

Chacun, quel que soit son âge, le niveau de ses études ou sa profession, peut le suivre avec profit. Les leçons théoriques et pratiques sont accompagnées de descriptions attrayantes et instructives permettant d'entreprendre la construction de récepteurs, d'amplificateurs et d'instruments de mesure.

Professionnels et Amateurs, même ceux qui ont déjà suivi ou suivent d'autres cours, tireront profit de ces études complètes et bien à jour. Partout, dans l'Europe du Marché Commun, comme dans les Etats associés d'Outre-Mer, notre Cours fera de vous des radiotechniciens appréciés.

Pour une somme modique notre Cours de Technique Radio vous donnera un enseignement complet, agréablement présenté sous la forme d'une revue et d'une encyclopédie, vous permettant de constituer le manuel de radio le plus riche et le plus pratique dont on puisse disposer.

Plus de 20 millions de récepteurs radio, dont le nombre s'accroît tous les ans de 2,7 millions d'unités et approximativement 6 millions de téléviseurs, qui augmentent tous les ans de plus d'un million d'unités, exigent un très grand nombre de techniciens dans toutes les branches de l'industrie de la radio et, en conséquence, du commerce correspondant.



COMPLET

Tous les sujets — pratiquement — sont traités et exposés dans la forme claire et accessible qui a déjà valu à l'éditeur de nombreux éloges de la part des premiers lecteurs. Aux leçons théoriques sont ajoutées des leçons pratiques et un appendice dans lequel des graphiques, des tableaux, des schémas, etc... donnent au lecteur la solution des problèmes les plus courants. Il faut ajouter enfin la riche dotation de feuilles mobiles pour le dictionnaire technique anglais-français.

PRATIQUE

parce que rationnellement subdivisé dans le contenu. Il suit une progression logique dans l'exposé du sujet et il est muni de tables des matières faciles à consulter, ainsi que de la table des matières complète des tableaux.

ECONOMIQUE

Vous pouvez acheter chaque semaine un fascicule au prix de 1,60 F et — quand vous le voudrez — les élégantes et robustes reliures en « balacrom » et lettres or, grâce auxquelles vous pourrez former trois magnifiques volumes.

