

UN OSCILLOSCOPE DE POCHE

CHACUN sait aujourd'hui ce qu'est un oscilloscope à faisceau électronique, et de nombreuses stations-services en sont pourvues, pour le dépannage des récepteurs et des amplificateurs. On a déjà décrit plusieurs méthodes de dépannage à l'oscilloscope et il faut croire qu'elles donnent de bons résultats, vu le développement qu'elles ont pris. Le dépanneur qui s'aide d'un oscilloscope trouve un confort et une sécurité qui lui font vite préférer l'emploi de cet appareil à tout autre: voltmètres, outputmètres, etc...

Cet appareil n'est plus con-

puisque un parallépipède de 11,5 x 24 x 29,5 centimètres de côté le contient tout entier. Bien entendu, pour arriver à ce résultat, il a fallu rendre automatiques certains réglages et conserver ceux qui sont indispensables au serviceman, pour avoir la plus grande souplesse de manipulation.

C'est pourquoi il comprend quand même:

1° deux amplificateurs sensibles: un pour la déviation horizontale et l'autre pour la déviation verticale;

2° un générateur de base de temps linéaire à fréquence réglable;

ment réduites, comporte toutes les parties essentielles d'un oscilloscope classique. La différence réside dans les faits suivants:

1° On a rendu automatique le cadrage du spot. A la mise en service de l'appareil, le spot se trouve au centre de l'écran et le diagramme est ensuite centré quelle que soit la forme de la courbe;

2° La synchronisation interne a été aussi rendue automatique, grâce à un limiteur d'amplitude. Comme on le sait, elle donne lieu à des distorsions quand elle est mal dosée et ce procédé a l'avantage de la rendre indépendante de l'amplitude de la tension à étudier. Comme précédemment, on supprime ainsi un bouton de réglage;

3° L'accès direct aux plaques de déviation n'est pas prévu, car les tensions à étudier en radio sont en général assez faibles, et comme il faut appliquer 42,5V sur les plaques les plus voisines de la cathode, pour obtenir seulement une déviation de 1 cm (ces données correspondent au tube DG 7-2, utilisé avec une tension d'anode de 630 V), on voit donc qu'il est toujours nécessaire d'amplifier le signal avant de l'appliquer aux plaques de déviation. Par conséquent, la suppression de l'accès direct aux plaques ne peut nuire en aucune façon au dépanneur.

Pour obtenir un appareil de dimensions réduites, il était nécessaire de choisir un tube à faisceau électronique dont le diamètre ne soit pas trop grand, et de conserver des amplificateurs aussi simples que possible. L'amplificateur à push-pull était donc exclu et par suite, le dispositif d'attaque des plaques horizontales

et verticales est forcément dissymétrique. C'est la raison pour laquelle on a choisi le tube DG 7-2, dans lequel les plaques de déviation horizontale ont une forme spéciale, pour éviter la distorsion trapézoïdale des oscillogrammes. Un diamètre de 6 cm réalise un heureux compromis entre les trois facteurs: encombrement, prix et facilité de lecture. Il ne faut pas oublier qu'un tube de grand diamètre, outre son encombrement et son prix, réclame une alimentation haute tension plus élevée et une amplification plus grande, pour obtenir la même sensibilité. La tension de base de temps doit aussi être supérieure à celle que nécessitent les tubes plus pe-

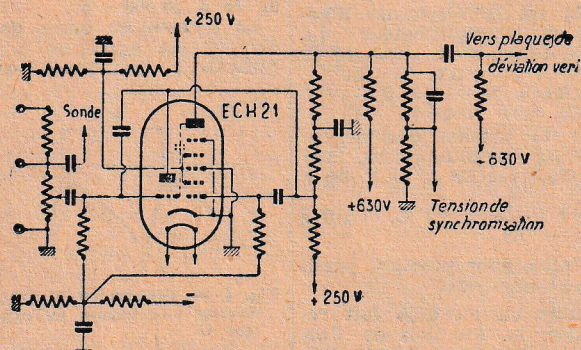


Fig. 1. — Schéma de principe de l'amplificateur vertical. A l'intérieur de l'ECH21, en pointillés fins, la capacité parasite entre la griffe de la partie triode et la plaque de la partie heptode

sideré maintenant comme uniquement du domaine de la recherche. Cependant, l'oscilloscope de la station-service, tout en permettant aux dépanneurs de jouir des nombreuses possibilités offertes par cet appareil, doit répondre plus particulièrement aux besoins du dépannage. C'est ainsi qu'est né l'oscilloscope « de poche » GM 5655.

C'est certainement le plus petit oscilloscope de travail, que l'on ait jamais construit,

3° un commutateur permettant une synchronisation interne ou externe de la fréquence de base de temps;

4° un tube à faisceau électronique de 70 mm de diamètre;

5° une alimentation qui s'adapte à toutes les tensions de réseau et aussi à toutes les fréquences industrielles (40 à 100 c/s).

On voit dans cette courte énumération que cet appareil, malgré ses dimensions vrai-

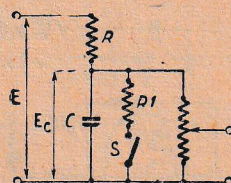


Fig. 2. — Principe de fonctionnement du générateur de base de temps.

tits. Tous ces faits concourent à augmenter l'encombrement de l'appareil. Le seul inconvénient perceptible du tube DG 7-2 est une légère déconcentration du faisceau au sommet et à la base de l'oscillogramme, due à la commande asymétrique des plaques de déviation verticale. On ne peut éviter cela, qui ne cause d'ailleurs aucun ennui sérieux en pratique.

Rappelons que pour une tension de seconde anode de 630 V, la sensibilité du tube correspond à 0,16 mm par volt pour la déviation horizontale, et 0,235 mm par volt pour la déviation verticale. Cette sen-

VIENT DE PARAÎTRE

NOTRE CATALOGUE COMMÉMORATIF
1949-50 de 64 pages. COMPORTANT TOUT CE QUI CONCERNE

LA RADIO et la TÉLÉVISION

PREMIER CHOIX - PREMIERES MARQUES
ENVOI IMMÉDIAT CONTRE 40 francs EN TIMBRES
QUI SERONT DEDUITS A LA PREMIERE COMMANDE DE
1.500 frs

Ouvert toute l'année, sauf les lundis et jours fériés

ÉTABLISSEMENTS

V^{ve} Eugène

BEAUSOLEIL

2, RUE DE RIVOLI - PARIS 4^e Tél: ARC. 05-81
MÉTRO: SAINT-PAUL - C. CH. POST. 1807-40

sibilité augmente si la tension d'anode diminue, propriété bien connue qui ne touche qu'indirectement notre problème.

Comme on l'a déjà dit, cet oscilloscope est muni de deux amplificateurs, l'un pour la déviation horizontale du faisceau et l'autre pour la déviation verticale. Puisque l'étage final est simple (sans push-pull) les tensions d'entrée et de sortie sont asymétriques. L'emploi d'une triode-heptode ECH 21 permet d'avoir dans un seul tube deux étages d'amplification. L'élément triode est le préamplificateur et l'élément heptode l'amplificateur de sortie. Ces deux étages sont couplés par résistance-capacité. Une contre-réaction en tension corrige les défauts d'amplification, inhérents à la variation de pente des tubes avec la tension du réseau, par exemple. Cette contre-réaction est sélective, ce qui permet de corriger la caractéristique fréquence pour les hautes fréquences. Cette disposition permet de transmettre la bande 6 à 100.000 c/s, avec un gain de

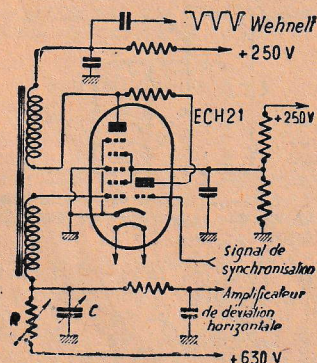


Fig. 3. — Schéma de principe du générateur de la tension de base de temps.

500, variant autour de cette valeur entre -25 et +5 %. De 5 à 50.000 c/s, le gain ne varie que de -10 à +5 %. Les sensibilités des plaques de déviation horizontale et verticale étant respectivement de 22,5 Veff/cm et 15 Veff/cm pour une tension de 630 V sur l'anode du tube à faisceau électronique, ce gain de 500 porte la sensibilité maximum globale respectivement à

$$\frac{22,5}{500} = 45 \text{ mVeff/cm,}$$

soit 0,127 volt, de crête à crête, pour 1 cm de déviation et à

$$\frac{15}{500} = 30 \text{ mVeff/cm,}$$

soit 0,085 volt, de crête à crête, pour une déviation de 1 cm.

L'effet de la capacité parasite qui existe entre la grille de l'élément triode et la plaque de l'élément heptode est neutralisé par l'adjonction d'une petite capacité entre la grille et la plaque de la triode. Les tensions ramenées par ces deux capacités dans le circuit d'entrée de la grille sont en opposition de phase (l'une est prise avant un étage amplificateur à résistance et l'autre après) (Fig. 1).

Deux potentiomètres, l'un à rapport fixe (1/13) et l'autre à

Position du commutateur de la sonde	Sensibilité mVeff/cm (1)	Résistance d'entrée	Capacité d'entrée pF	Tension d'entrée max. en V.	Fréquence signal H.F.
1	environ 65	0,82 MΩ	10	250 continu	jusqu'à
2	environ 650		20	+ 100 alternatif	30 Mc/s

rapport variable (de 1 à 10.000) permettent d'appliquer à l'entrée des amplificateurs la tension juste nécessaire pour obtenir une hauteur d'image convenable. La caractéristique fréquence de deux amplificateurs est naturellement moins affectée quand on utilise le potentiomètre à rapport fixe. On arrive, dans ce cas, à avoir une courbe plate à 10 % près dans la bande de 16 à 30.000 c/s. Le déphasage introduit par les deux amplificateurs sur les tensions qui leur sont appliquées est négligeable jusqu'à 20.000 c/s, à condition de n'utiliser que le potentiomètre variable. Si l'on fait usage des deux potentiomètres, ce déphasage reste nul seulement jusqu'à 2.500 c/s.

L'amplificateur de déviation horizontale amplifie, soit une tension alternative appliquée à l'extérieur, soit la tension de la base de temps incorporée à l'oscilloscope. L'existence de cet amplificateur permet donc de simplifier le générateur de base de temps, qui ne comportera qu'un seul tube : l'ECH 21. Le principe de ce générateur est illustré par la figure 2. Quand l'interrupteur S est ouvert, un condensateur C est chargé par une source de tension continue E à travers la résistance R. Si l'on ferme S, le condensateur C se décharge dans la résistance R1. La fonction « interrupteur » est remplie par l'élément heptode de l'ECH 21.

La tension Ec, obtenue aux bornes de C, varie en fonction du temps, selon une loi exponentielle bien connue, loi qui s'éloigne de la linéarité cherchée, d'autant plus que l'on considère la charge de C pen-

dant un temps plus long. La différence entre la courbe exponentielle et une droite est négligeable, si Ec reste inférieure à 20 volts. En effet, la variation de vitesse du spot — $\frac{\Delta V}{V}$ — en pour-cent, qui prend naissance au cours du mouvement de ce spot de la gauche vers la droite, est donnée par la formule simple :

$$\frac{\Delta V}{V} = -R \left(\frac{I}{R} + \frac{I}{R_a} \right)$$

où Ra est la résistance d'entrée de l'amplificateur qui shunte toujours la capacité C.

$$\text{Avec } R_a = R, \frac{\Delta V}{V} = -2 \frac{Ec}{E}$$

E est la tension d'alimentation des amplificateurs, soit 630 volts, avec Ec = 20 V, on a

$$\frac{\Delta V}{V} = 2 \times \frac{20}{630} = 6,2 \%, \text{ chiffre}$$

trop faible pour produire pratiquement une gêne.

Comme on l'a déjà fait remarquer, la fonction de l'interrupteur S est assurée par l'élément heptode de l'ECH 21, montée ainsi que l'indique le schéma de principe de la figure 3. Dans les circuits de grille et de plaque, se trouvent deux selfs, dont le coefficient d'induction mutuel est négatif. Ce montage oscille pendant un court instant chaque fois que la tension aux bornes de C croît rapidement de 2 à 20 V environ. La pente du tube est alors si faible que le tube cesse d'osciller. L'allure de la tension aux bornes de C prend la forme de la figure 4. Pendant la période PQ, le tube oscille, le courant grille qui prend naissance charge C très rapi-

dement, la polarisation négative de la grille s'élève à 20 volts, ce qui bloque le courant d'anode. De Q en N, C se décharge dans R jusqu'à ce que la tension à ces bornes tombe à 2 V, car les oscillations reprennent à ce moment. R étant reliée à la haute tension de 630 V, la formule ci-dessus a montré que la variation QN est sensiblement linéaire. Le temps de relation T peut être réglé en changeant la valeur de C et de R. La gamme de fréquences couverte s'étend de 15 à 20.000 c/s.

La tension en dents de scie obtenue est appliquée à l'amplificateur horizontal, qui la

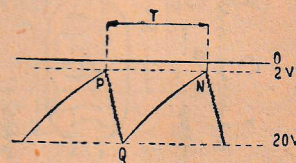


Fig. 4. — Tension en dents de scie obtenue aux bornes du condensateur C

porte à une valeur suffisamment élevée pour faire dévier le spot sur toute la largeur de l'écran. Cette amplitude se règle très simplement avec le potentiomètre variable d'entrée de l'amplificateur, sans changement de la fréquence de base de temps.

A travers une résistance en série avec une capacité, on peut obtenir, entre une borne située à l'arrière de l'oscilloscope et la masse, la tension en dents de scie qui existe à la sortie de l'amplificateur horizontal. Cette tension permet, comme on le sait, soit de vérifier les amplificateurs basse fréquence, soit de commander un modulateur de fréquence pour obtenir sur l'écran de l'oscilloscope la courbe de sélectivité des circuits d'accord d'un récepteur de T.S.F.

Etant donné que le courant anodique de l'ECH 21 de la base de temps ne passe que pendant de brefs intervalles de temps, on peut recueillir aux bornes d'une résistance de charge anodique des pointes de tension négative à chaque décharge de C, c'est-à-dire durant le retour du spot. Ces impulsions appliquées au Wehnelt suppriment le retour du spot. L'image y gagne en netteté, et les oscillogrammes sont d'une interprétation plus simple.

On peut influencer le moment où l'élément heptode est débloqué pour entrer en oscillations, c'est-à-dire que l'on peut synchroniser la fréquence de la base de temps sur une



SITUATIONS D'AVENIR...

dans L'ÉLECTRICITÉ LA MÉCANIQUE LA RADIO

Vous deviendrez rapidement en suivant nos cours par correspondance

— MONTEUR — DEPANNEUR — TECHNICIEN —

DESSINATEUR — SOUS-INGENIEUR et INGENIEUR

Cours gradués de Mathématiques et de Sciences appliquées — Préparation aux Brevets de Navigateur aérien, d'Opérateurs Radio de la Marine marchande et de l'Aviation commerciale

Demandez le programme N° 7 H contre 15 francs en indiquant la section qui vous intéresse

à l'ECOLE du GENIE CIVIL

152, av. de Wagram - PARIS XVII

fréquence quelconque, en appliquant une tension alternative supplémentaire sur la grille de commande de cet élément. La partie triode de l'ECH 21, dont l'élément heptode a été utilisé comme générateur de base de temps, est employée pour amplifier le signal de synchronisation. L'amplitude de ce signal est initialement réglée de façon qu'il n'y ait aucun risque de sur-synchronisation. Un commutateur à deux positions, situé au centre du panneau avant, permet d'obtenir une synchronisation de la fréquence de la base de temps, soit sur celle d'une tension externe, soit sur celle du phénomène étudié.

L'alimentation de cet oscilloscope est constituée de deux parties : la première fournit la haute tension de 630 V (deux EZ 2 mises en série) et la tension de 250 V pour l'alimentation de l'anode de la base de temps ; la seconde est un redresseur au sélénium qui fournit la polarisation négative des grilles.

Voilà donc décrit, assez brièvement, ce petit oscilloscope qui tient dans la trousse de dépannage du service-man et qui ne cède en rien aux oscilloscopes les plus grands, étudié pour le dépannage dynamique des récepteurs radio et des amplificateurs B.F., rappelons brièvement le principe de cette méthode, que nous développerons plus abondamment dans des articles ultérieurs. Pour détecter un défaut, la méthode à suivre est la suivante :

1° Appliquer à l'entrée de l'appareil en panne, ou en un point quelconque de cet appareil, un signal connu ;

2° Suivre ce signal d'étage en étage en notant les transformations qu'il subit.

L'exposé de cette méthode est simple, mais sa mise en application est plus difficile : comment suivre ce signal ? Comment voir la H.F., puisque la bande passante des amplificateurs de l'oscilloscope ne monte pas au-delà de 100 c/s, sans qu'il y ait une perte de sensibilité trop importante ?

Ces difficultés ont été tournées par la construction d'une sonde contenant une pentode EF 41, montée en détectrice grille. Le tube EF 41 fait partie de la série des nouveaux tubes Rimlock et ses dimensions particulièrement réduites font que cette sonde se tient aussi facilement qu'un stylo. Une prise spéciale est sortie à l'arrière de l'oscilloscope, qui permet, au moyen d'un câble flexible blindé à trois conducteurs, d'alimenter le tube EF 41 et de ramener à l'entrée de l'amplificateur vertical le signal détecté. Un commutateur situé sur la sonde permet d'avoir deux sensibilités. Le tableau de la page 524 résume les caractéristiques du montage sonde oscilloscope.

J. V.

(1) Pour un taux de modulation du signal H.F. de 30 %. Ces performances sont amplement suffisantes pour les besoins de la station-service.

LES ENROULEMENTS A NOYAU DE FER

II. — DETERMINATION DES ENTREFERES

Il a été montré dans une précédente étude (1) que le coefficient de self d'une bobine à noyau de fer parcourue par un courant important tombait à des valeurs très faibles dès que la saturation magnétique était atteinte.

En pratique, un enroulement commence à perdre ses qualités lorsqu'on fait travailler le fer à une induction supérieure à 10.000 gauss, ou, ce qui revient au même, quand le nombre d'ampères-tours par cm de ligne de flux dépasse 5.

Pour un noyau tel que celui de la figure 1, où la ligne moyenne de flux (en pointillé) a une longueur de 136 mm, il faudrait se limiter à :

$5 \times 13,6 = 68$ ampères-tours c'est-à-dire, par exemple, à 1.000 spires à parcourir par 68 mA. En utilisant du fil de 18/100, ce qui est large, un calcul rapide montrerait que moins de 20 % de l'espace disponible pour le cuivre dans une fenêtre serait occupé, compte tenu du foisonnement et des isolants. Une self ainsi conçue

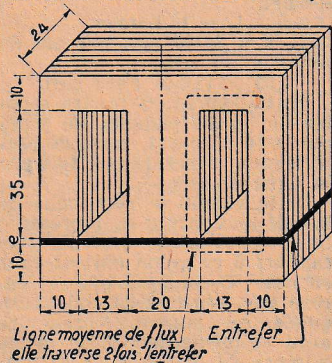


Figure 1

correspondrait à une utilisation tout à fait maladroite de la matière.

La saturation est spécialement à craindre dans tous les cas où un courant alternatif se superpose à un courant continu, il y a lieu de considérer la self « différentielle » relative seulement à la partie variable de l'intensité. L'exemple des selfs de filtrage et des transfo de sortie à lampe unique

(1) « Calcul des selfs » n° 841.

est le plus connu. Mais quoique à un degré moindre, il faut aussi surveiller l'induction dans la sortie push-pull, les circuits des oscillateurs BF, les transformateurs et selfs de liaison intervalles, et même quelquefois de modulation.

Lorsque le palier de saturation risque d'être dépassé, la solution de loin préférable est de diminuer le courant dans les spires — ou d'augmenter les dimensions de la tôle et par là la longueur de la ligne de flux. Mais cette solution n'est pas toujours possible, ou bien elle conduit à des encombrements, des poids et des prix de revient inadmissibles. Il est parfois suffisant de choisir une forme de tôle à fenêtres étroites.

A défaut, on sait qu'il faut alors ménager une faible coupure dans le circuit magnétique (fig. 1), et se pose alors le problème, de calculer cette coupure. Pourtant, en général, on n'attache guère d'importance à une détermination exacte. On se contente d'utiliser des tôles découpées en deux parties, et de ne pas entrelacer les M et les I. L'entrefer s'établit au hasard du plus ou moins bon contact des deux paquets qu'on sépare au besoin, dans le cas de forts courants, par un pressapahn mince.

Cette façon expéditive de procéder s'explique par la difficulté théorique du calcul et la difficulté pratique d'ajuster un intervalle de l'ordre du centième de mm.

On la justifie aussi en affirmant que la valeur optimum n'est nullement critique et qu'on peut s'en écarter sensiblement — disons du triple — sans que le fonctionnement se trouve sensiblement modifié.

La suite montrera qu'un tel optimisme n'est pas totalement fondé. Le coefficient utile d'une self de filtrage, la fidélité de transmission d'un transformateur dans les basses gammes à ce que la largeur réelle de l'entrefer se rapproche de la valeur convenable, et ces qualités sont altérées dans le même ordre de grandeur.

Nous exposerons d'ailleurs une méthode suffisamment rapide et approchée de calcul de cet entrefer.

INFLUENCE DE L'ENTREFER SUR L'INDUCTION

Considérons (fig. 2) la courbe d'aimantation du fer constituant notre noyau (en trait plein).

C'est à cette courbe qu'il est toujours nécessaire de revenir quand intervient le ferromagnétisme. Il importe donc de savoir ce qu'elle signifie exactement et comment s'en servir. C'est pourquoi nous reproduisons (fig. 3, trait plein) sur quadrillage coté, la courbe relative à des tôles de transfo de bonne qualité et valable pra-

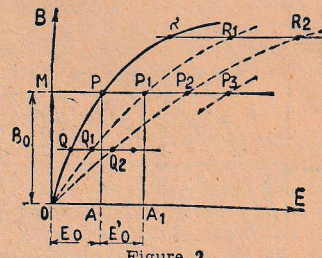


Figure 2

tiquement sans erreur excessive pour la plupart des tôles usuelles.

Elle indique que lorsque le fer est soumis, de la part de l'enroulement, à un certain nombre E_0 d'ampères-tours-cm (c'est-à-dire calculés par cm de ligne de flux) représenté par OA, l'induction B_0 (ou l'aimantation) dans le fer est OM.

En prenant un exemple que nous conserverons plus tard, supposons qu'on ait placé sur le noyau de la fig. 1 4.000 spires de 22/100, correspondant à un remplissage très acceptable ; la self obtenue doit servir à filtrer un courant de 0,1 A. On aura :

Nombre d'ampères-tours : $4.000 \times 0,1 = 400$.

Nombre d'A-t-cm : $400 : 13,6 = 29,4$.

On lit alors sur la fig. 3 : $B = 14.950$ gauss.

(A supposer, contrairement à la fig. 1 qu'il n'y a pas d'entrefer, c'est-à-dire que les tôles sont enchevêtrées comme dans un transfo d'alimentation.)

Imaginons maintenant un très faible entrefer, d'épaisseur $e/2$. On voudrait savoir ce que devient B pour le même nombre E d'A-t-cm, la ligne de flux traversant la même longueur de fer, plus e cm d'air.

Ainsi posé, le problème est insoluble et nous n'en pourrions trouver une solution qu'indirectement :

Fixons-nous une induction B_0 à atteindre malgré l'entrefer. Il nous faudra d'abord un nombre d'A-t-cm égal à E_0 pour assurer la circulation du flux dans le fer, plus ensuite $E'_{e/2}$ pour l'assurer dans l'intervalle d'air $e/2$.

(2) Intervalle rapporté aussi, bien entendu à 1 cm de fer. Le lecteur le comprendra encore mieux dans l'application.

AMATEURS ET CONSTRUCTEURS !

D.R.B. VOUS PRESENTE CE MOIS :
SON PETIT ENSEMBLE RIMLOCK

AU PRIX DE **2.250 francs** NOUVELLE PRESENTATION

Comprenant : (Châssis - C.V - Cadran - Ebénisterie matière moulée toutes teintes - Fond).

GRAND CHOIX DE PIÈCES DETACHÉES POUR L'EXECUTION DE TOUTS VOS ENSEMBLES.

D. R. B. 2, rue de Lagny, PARIS-20° - Tél. NORD 78-97 - M° NATION.