

ABC DE L'OSCILLOGRAPHIE (1) BASES DE TEMPS AVEC TUBES A VIDE

Par Roger DAMAN, Ingénieur E. S. E.

Notre article du mois dernier était consacré à l'exposé du principe des bases de temps. Il était logique de décrire des montages dans lesquels ce principe apparaissait clairement. C'est précisément le cas des bases de temps utilisant les propriétés des tubes à gaz.

Mais ces montages ne sont pas sans inconvénient. Leur principal défaut est la limite de fréquence relativement basse due précisément à l'emploi des tubes à gaz. Il y a, en effet, une inertie d'ionisation et de désionisation contre laquelle on ne peut absolument rien.

Emploi de tubes à vide.

Pour éliminer l'influence du « temps d'ionisation » et du « temps de désionisation »

Des centaines de montages et un principe général.

Les tubes à vide permettent de réaliser des centaines de montages différents. Il ne saurait être question de les passer tous en revue. Un auteur d'Outre-Manche a consacré un ouvrage tout entier à cette question : il s'agit de *Bases de temps*, de O. Puckles (qui existe en traduction française) (1).

Nous nous limiterons donc à exposer le principe de quelques montages.

Exposons d'abord un principe très simple. Considérons le montage de la figure 1. Le tube triode V est normalement bloqué

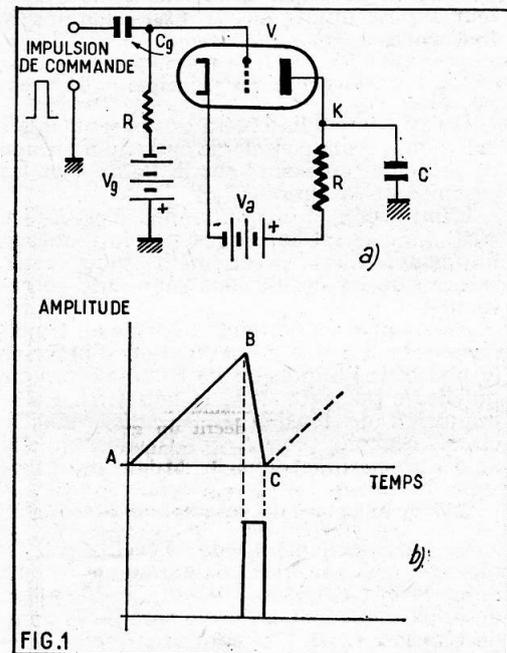


FIG. 1. — a) Le principe général des relaxateurs utilisant des tubes à vide. On utilise la variation de tension de charge du condensateur C à travers R.

b) Quand la charge est effectuée, une impulsion de commande transmise à la grille du tube provoque la décharge rapide du condensateur.

(1) Aux Editions E. CHIRON.

tion » il faut tout simplement tenter de remplacer le tube à gaz par un tube à vide. La rapidité de commande peut alors être considérablement améliorée. Il est alors possible d'obtenir des fréquences de relaxation aussi élevées qu'on le désire.

En revanche, les tubes à vide ont un autre inconvénient : ils présentent une résistance interne équivalente beaucoup plus grande que celle d'un tube à gaz. Dans ce dernier cas, on peut dire que la résistance équivalente est moins que nulle puisqu'elle est négative...

L'influence d'une résistance interne trop grande aura comme conséquence un temps de retour plus long. Mais nous verrons qu'on peut rendre cet inconvénient assez faible pour qu'il soit négligeable.

par la polarisation V_g , c'est-à-dire qu'il ne débite aucune intensité de courant. Dans le circuit d'anode on trouve la résistance R et le condensateur C constituant l'ensemble à constante de temps que l'on trouve dans tous les montages producteurs de tension de relaxation.

Appliquons la tension anodique V_a . Dans ces conditions, le condensateur C se charge à travers la résistance R. Sa vitesse de charge dépend précisément de la constante de temps CR. Nous avons étudié cette question en détail dans le précédent article. La charge s'effectue d'une manière exponentielle, c'est-à-dire en suivant une courbe comme celle qui a été reproduite figure 2. Mais nous avons ainsi reconnu que le début de la courbe peut être confondu avec sa tangente et, par conséquent, être confondu avec une droite. Nous obtenons donc ainsi la variation AB (fig. 1 b).

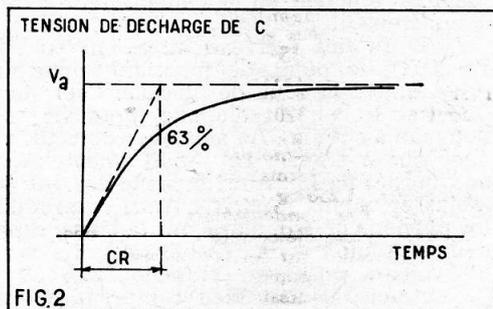


FIG. 2. — Charge exponentielle d'un condensateur à travers une résistance, pour plus de détails, voir le précédent article.

Si, en b, nous appliquons une impulsion positive de grande amplitude sur le tube V, nous en provoquons le déblocage et l'intensité anodique s'établit brusquement. Il en résulte une diminution brutale de tension au point K et, par conséquent, on peut dire que le condensateur C se décharge brusquement dans le tube V. Nous obtenons ainsi la branche BC. A la fin de l'impulsion, c'est-à-dire au point C, on peut recommencer...

Nous avons ainsi réalisé une base de

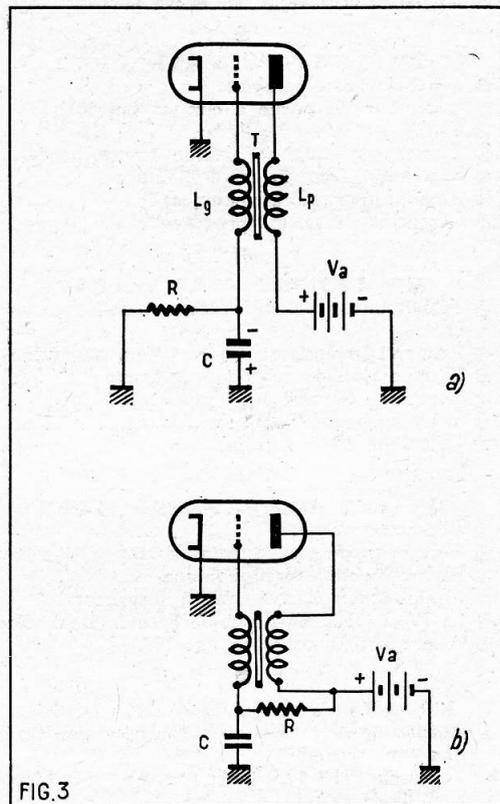


FIG. 3

FIG. 3. — a) Schéma de principe de l'oscillateur à blocage (ou blocking).

b) Variante fournissant une meilleure linéarité.

temps déclenchée de l'extérieur par les impulsions appliquées à la grille.

Ce procédé de déclenchement peut présenter un grand intérêt dans certains cas. On peut l'utiliser pour observer des signaux non périodiques se produisant à intervalle plus ou moins régulier.

On peut aussi l'utiliser quand le phénomène qu'on veut observer comporte un signal de synchronisation, comme c'est le cas des signaux de télévision. Mais, en général, on préfère utiliser des bases de temps auto-entretenues, c'est-à-dire qui fournissent spontanément des tensions en dents de scie. Pour stabiliser le diagramme sur l'écran, on synchronise les oscillations de la base de temps avec le phénomène dont on veut examiner les variations.

Pour obtenir un circuit auto-entretenu, il suffit d'arranger le circuit pour que la tension de commande soit automatiquement fournie par le montage lui-même.

L'oscillation à blocage, oscillateur bloqué, ou « blocking ».

Ce montage est bien connu de nos lecteurs car il est d'un emploi à peu près universel en télévision. Bien que son fonctionnement ait déjà été décrit nous pensons qu'il est nécessaire d'y revenir car nous pourrions ainsi mieux comprendre comment

Vous n'avez peut-être pas lu tous les derniers numéros de

« RADIO-PLANS »

Vous y auriez vu notamment :

N° 175 DE MAI 1962

- Electrophone stéréophonique.
- Grip-dip à multiples utilisations.
- Récepteur portatif à 6 transistors.
- ABC de l'oscillographe.
- Modifications du bloc colonial 63.
- La partie acoustique en haute fidélité.

N° 174 D'AVRIL 1962

- ABC de l'oscillographe.
- Récepteur de poche à circuits imprimés.
- Téléviseur 819-625 lignes.
- Emetteur phonie et graphie toutes bandes.
- Récepteur avec du matériel ancien.
- Amplificateur stéréophonique.
- Réception du second programme.

N° 173 DE MARS 1962

- Téléviseur conçu pour la réception de la deuxième chaîne.
- Préampli à transistors pour pick-up magnétique.
- La réception du second programme.
- Récepteur portatif à 5 transistors.
- La mondiovision pour septembre 1962?
- L'amateur et les surplus.

N° 172 DE FÉVRIER 1962

- Récepteur AM-FM.
- Récepteur portatif à transistors.
- Electrophones stéréophonique.
- Manipulateur électronique à transistors.
- La TV européenne à la conférence de Stockholm.
- A propos du couplage des HP.

N° 171 DE JANVIER 1962

- Adaptation d'un téléviseur à la réception de la deuxième chaîne.
- Téléviseur 819-625 lignes prévu pour la réception de la deuxième chaîne.
ECL80 - ELC85 - ECL82 - ECC81 - EL300 - EY81 - EY86 - 6AL5.
- Automatismes et « Rotary Beans ».
- Un super ensemble surplus.
- Electrophone pile secteur à transistors 991T1 (2) 486T1 (2).
- ABC de l'oscillographe.
- La stéréophonie à la R.T.F.
- Préampli correcteur pour ampli BF EF86-EZ90.

N° 170 DE DÉCEMBRE 1961

- Les tubes grille à grille cadre.
- Récepteur AM-FM - ECC81 - ECH81 - EF89 - EABC80 - EM84 - ECC85 - EZ80.
- Réception du second programme TV.
- Excellent ampli d'appartement 3WEF86 - EL84 - EZ80.

N° 169 DE NOVEMBRE 1961

- Salon de la Radio et Télévision.
- Nouveaux tubes à grille cadre.
- Amateur et surplus, la SSB.
- Préampli stéréophonique.
- Electrophone portatif.
- ABC de l'oscillographe.

1.50 NF le numéro

Adressez commande à « RADIO-PLANS », 43, rue de Dunkerque, Paris-X^e, par versement à notre compte chèque postal : Paris 259-10. Votre marchand de journaux habituel peut se procurer ces numéros aux Messageries Transports-Presses.

s'effectue la synchronisation d'un oscillateur fournissant des tensions de relaxation.

Le schéma de principe d'un oscillateur à blocage est donné sur la figure 3.

T est un transformateur réalisant un couplage très serré entre les circuits d'anode et de grille. La fréquence propre de ce transformateur est beaucoup plus élevée que celle des oscillations que l'on veut obtenir.

R et C constituent le système à constante de temps. On remarque que ces éléments sont ici disposés dans le circuit de grille — mais comme nous allons le reconnaître elle ne change rien au principe.

Analyse du fonctionnement.

Analisons le fonctionnement du montage de la figure 3.

Nous appliquons brusquement la tension d'alimentation V_a . Le tube n'étant pas polarisé, il en résulte l'établissement d'une intensité anodique relativement grande, correspondant à la présence d'une grande énergie dans l'inductance des enroulements du transformateur ($1/2 Lc^2$). Cette première phase correspond à la branche AB. Mais le circuit de plaque est couplé avec le circuit de grille. L'augmentation de courant dans le primaire L_p se traduit par l'apparition d'une tension induite qui s'oppose à l'augmentation d'intensité d'anode...

De cette action résulte la branche BC. En C, l'intensité anodique est nulle. Qu'est-il advenu, dans ces conditions, de l'énergie $1/2 Lc^2$ prélevée à la source anodique ? Il faut bien qu'elle apparaisse quelque part...

En réalité, par l'intermédiaire du couplage L_p/L_g , cette énergie est transmise au condensateur C, dans le sens indiqué par les signes + et -.

La tension de coupure (ou cut-off) de la grille correspond à l'horizontale Vc. On voit que la tension ainsi appliquée à la grille dépasse largement la tension de coupure. Ainsi le tube est bloqué et ne peut fournir aucun courant d'anode. C'est précisément ce « blocage » qui donne son nom au montage.

Mais ce blocage est provisoire. En effet, la charge acquise par le condensateur s'écoule par la résistance R. C'est à quoi correspond la branche D'E'.

Nous rencontrons cette fois encore la décharge exponentielle, mais comme précédemment, on peut considérer que ce début est linéaire. Normalement, s'il s'agissait d'un circuit purement passif, cette décharge se poursuivrait suivant E'E' jusqu'au moment où le condensateur serait complètement déchargé.

Mais un fait nouveau intervient en E'. En effet, le point de fonctionnement de grille quitte la zone de blocage. Cela veut dire que le courant d'anode commence de nouveau à circuler. La naissance du courant anodique à travers L_p induit une tension aux bornes de L_g . Ainsi la grille devient de moins en moins négative. Ainsi se produit un phénomène cumulatif qui fait très rapidement remonter la tension de grille vers les valeurs positives (branche E'F').

Toutefois, il faut bien comprendre que la grille ne peut pas prendre des valeurs positives élevées. En effet, il y aurait alors passage d'un courant de grille et celui-ci, traversant nécessairement la résistance R, provoquerait une chute de tension s'opposant à l'augmentation de tension de grille. Il y a cependant des crêtes d'intensité de grille de faible durée qui peuvent atteindre d'assez grande valeur. Il est évidemment qu'au point F, le système est revenu à son point de départ. Le cycle est terminé et un nouveau cycle s'amorce.

Amélioration de la linéarité.

Un moyen très simple permet d'améliorer considérablement la linéarité des oscillations en dents de scie. Il suffit, en effet,

d'augmenter la tension disponible pour le charge du condensateur et, pour cela, de relier la résistance de grille R non pas à la masse (tension de la cathode) mais au pôle positif de la haute tension, comme sur la variante b de la figure 3.

Cette fois, la décharge s'effectue non plus suivant la ligne DE'' — qui tend vers zéro volt ; mais suivant D'E'' qui tend vers l'horizontale correspondant à + HT ou V_a . Cela revient à utiliser une beaucoup plus petite fraction de la courbe exponentielle. La décharge se confond aussi pratiquement avec la tangente à la courbe. Peut-être semblera-t-il effrayant à certains lecteurs de relier une grille à une tension positive élevée. C'est une pratique qui peut sembler assez peu orthodoxe...

Ce serait vrai s'il s'agissait d'un montage passif, dans lequel des oscillations ne se produisent pas. Mais dans le cas présent, si nous mesurons la tension de grille au moyen d'un appareil convenable, comme un voltmètre électronique, par exemple, nous reconnaitrons que sa valeur moyenne demeure très confortablement négative. C'est le passage d'une intensité continue dans R qui détermine cette polarisation.

Temps de retour.

En suivant l'analyse précédente, on constate que le temps de retour, c'est-à-dire celui qui correspond à E'F'G'A', est déterminé par la période propre du transformateur T. En effet, E'F'G' représente une demi-période et G'H' un quart de période.

Pour obtenir un retour très rapide, il suffit donc, semble-t-il, de construire T de manière à lui donner une très faible période. C'est parfaitement exact, en théorie. En pratique, des difficultés se présentent.

Réduire la période propre, c'est réduire l'inductance des enroulements. C'est donc aussi réduire l'énergie emmagasinée $1/2 Lc^2$. Il en résulte que c'est aussi diminuer l'amplitude des oscillations produites.

En pratique, on constate qu'on doit respecter un certain rapport entre la période d'aller et celle de retour. Il devient alors difficile de se servir du même transformateur T pour ouvrir une très large gamme de fréquence.

Revenons au principe.

Il est immédiatement apparent qu'il existe une grande analogie entre le montage de principe représenté sur la figure 1 et les schémas de la figure 3.

L'impulsion de commande, c'est-à-dire ABC (fig. 4) est fabriquée par le montage lui-même. C'est précisément pour cette raison que les oscillations sont auto-entretenues.

Ainsi apparaît nettement le rôle du transformateur T : il a pour fonction d'inverser la phase de l'impulsion de commande pour qu'elle se présente dans le bon sens. Cette impulsion de tension est négative dans le circuit d'anode (voir c, fig. 4), alors qu'elle doit être positive dans le circuit de grille.

Synchronisation de l'oscillateur bloqué.

Le déclenchement de l'oscillateur à blocage se produit spontanément au point E' (fig. 6), c'est-à-dire quand le point de fonctionnement de grille sort de la zone de blocage. C'est à ce moment que se produisent les effets cumulatifs qui ont été décrits plus haut.

Mais il est facile de provoquer le déclenchement anticipé du système. Il suffit par un moyen quelconque de faire sortir le point figuratif de la zone de blocage même pour un très bref instant.

Par exemple, il suffit d'ajouter une brève impulsion positive à la tension instantanée de grille. Par exemple, au point K, on transmet à la grille l'impulsion KJ, on

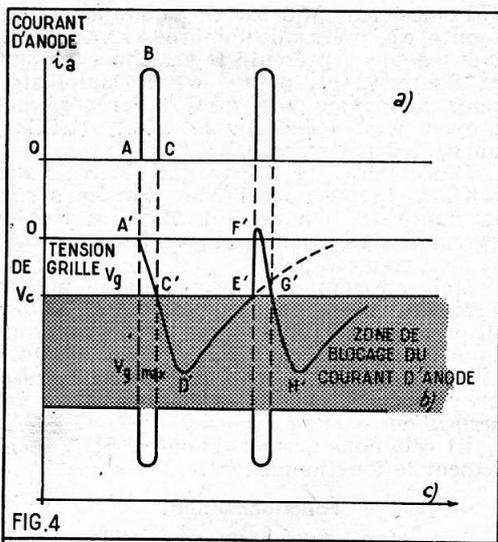


FIG. 4. — Formes des courants et tensions dans un oscillateur à blocage.

- a) Intensité d'anode;
- b) Tension de grille;
- c) Tension d'anode.

constate que le retour d'effectue immédiatement suivant KLM. La période des oscillations en dents de scie n'est plus T , mais devient T' .

Ainsi, au moyen d'impulsion comme KJ, on peut imposer au relaxateur une période différente de sa période propre. Il faut bien remarquer, toutefois, que la nouvelle période, celle que l'on impose, doit être nécessairement plus courte que la période propre du circuit. Il serait tout à fait impossible de lui imposer une période plus longue (c'est-à-dire une fréquence plus basse).

On notera que le résultat ne peut être obtenu qu'avec une impulsion positive transmise à la grille. Si l'impulsion est négative rien ne se produit plus. Il est toutefois possible d'obtenir encore la synchronisation dans ce cas. Il suffit pour cela de transmettre l'impulsion de synchronisation à l'anode. Le transformateur T inverse le sens de cette impulsion et la fait apparaître dans le sens positif sur la grille du tube.

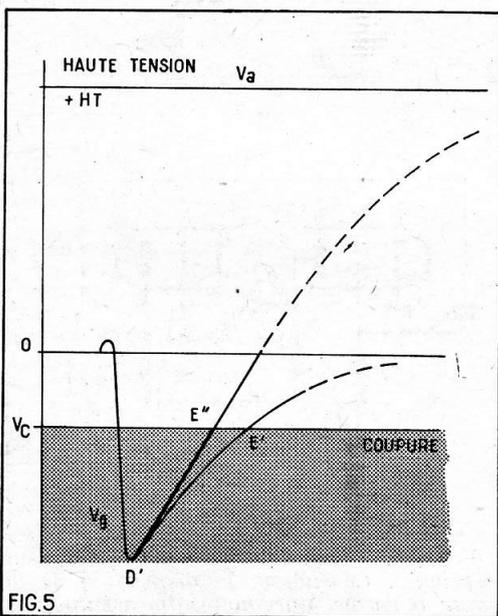


FIG. 5. — En augmentant la tension de charge du condensateur (fig. 3 b), on obtient une variation beaucoup plus linéaire.

Synchronisation par le circuit cathode.

Dans certains cas, il peut être intéressant d'introduire l'impulsion de synchronisation dans le circuit de cathode. Il est alors nécessaire de placer une résistance non déconnectée en série. Mais on introduit ainsi un effet de contre-réaction qui peut empêcher le fonctionnement correct du tube. Un procédé élégant consiste à remplacer la résistance de cathode par une diode au germanium, conformément au schéma, figure 7.

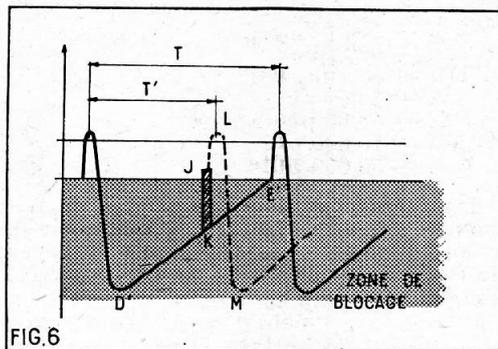


FIG. 6. — La superposition d'une impulsion positive à la tension de grille (comme KJ) permet de provoquer le déclenchement. La période n'est plus T_1 , mais T_2 .

Pendant le passage de la « dent de scie » la diode n'est traversée par aucun courant et l'impulsion de synchronisation était transmise dans le sens « inverse », il en résulte que la résistance équivalente de D devient extrêmement grande : de l'ordre de $1\text{ M}\Omega$, par exemple.

Ce procédé rend la synchronisation possible même au moyen d'une tension sinusoïdale.

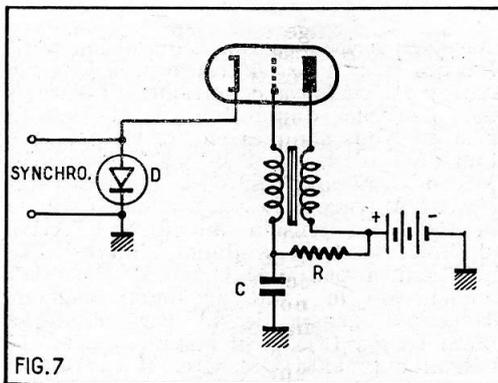


FIG. 7. — L'introduction d'une diode dans le retour de cathode d'un oscillateur bloqué en rend la synchronisation beaucoup plus sûre.

Variante du montage.

Nous avons souligné plus haut que, dans le montage classique à oscillateur bloqué, il y avait une dépendance assez grande entre la fréquence propre du transformateur de blocage et la fréquence des oscillations à produire. Il n'en résulte aucun inconvénient lorsqu'il s'agit de produire une fréquence fixe, comme c'est le cas du relaxateur utilisé dans un téléviseur. C'est beaucoup plus gênant quand il s'agit d'une base de temps oscillographique. En effet, il est alors indispensable de couvrir une très large bande de fréquences. On peut trouver des solutions à ce problème. Toutefois, le montage de la figure 8 est d'une mise au point beaucoup plus facile. Le fonc-

tionnement s'explique de la manière suivante :

On remarquera d'abord qu'il n'y a aucune résistance dans le circuit de grille. Il en résulte qu'il ne peut y avoir de polarisation automatique par le moyen du courant de grille. Toute augmentation d'amplitude des oscillations produites a pour effet une augmentation de l'intensité anodique.

Or, ici, on remarquera que l'intensité anodique est fournie par le condensateur C qui sert de condensateur réservoir. Dès que les oscillations atteignent une certaine amplitude, le réservoir se vide... et la tension anodique devient insuffisante pour assurer l'entretien des oscillatrices. Il y a donc blocage.

Il en résulte une diminution de l'intensité consommée par le tube. Le condensateur réservoir peut se remplir, jusqu'au moment où les oscillations s'amorcent à nouveau.

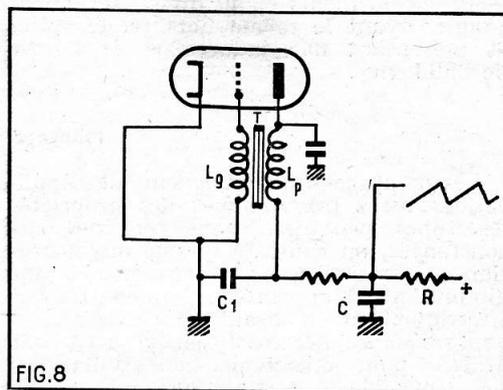


FIG. 8. — Un autre schéma d'oscillateur à blocage.

Le couplage entre L_g et L_p peut être beaucoup plus faible, ce qui facilite la réalisation du transformateur T .

Exemple de réalisation.

Nous donnons figure 9 un exemple de réalisation pratique d'une base de temps à blocage. On utilise à la fois les principes du montage classique et du circuit figure 8. On utilise un tube ECC40, double triode. L'élément n° 1 fournit les dents de scie. Celles-ci sont transmises à l'élément n° 2 dont le rôle est de corriger la courbure de la partie utile. En effet, la courbure des dents de scie et celle de la caractéristique du tube sont de signe contraire. En ajustant correctement le point de fonctionnement on réduit considérablement la distorsion (fig. 9).

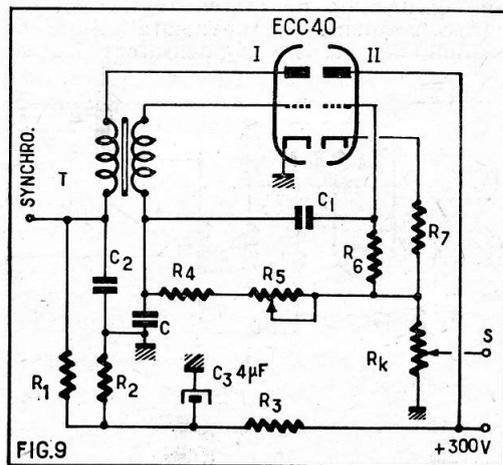


FIG. 9. — Dans ce montage, l'élément II assure la correction de la linéarité des dents de scie produites par l'élément I.

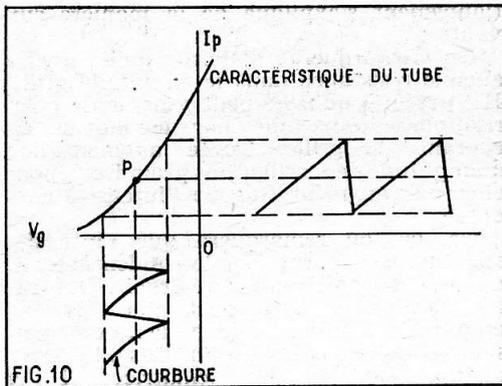


FIG. 10. — Mécanisme de correction de linéarité utilisé dans le montage (fig. 9).

Le transformateur T est constitué sur un noyau à base de fer divisé et comporte deux enroulements en fil divisé, fortement couplé, ayant le même nombre de spires et présentant une inductance de l'ordre de millihenry.

Montage transistron.

Les montages *transistrons* sont des applications assez peu connues des propriétés des tubes pentodes. Dans certaines circonstances, on constate qu'une augmentation de tension a pour conséquence une diminution d'intensité, ce qu'on traduit électriquement en disant qu'il existe alors une *résistance négative*. Celle-ci peut être utilisée pour entretenir des oscillations, soit sinusoïdales, soit impulsionnelles.

De plus, on peut combiner le résultat précédent avec un « effet Miller » qui corrige la linéarité d'une manière tout à fait remarquable. Les oscillateurs *transistrons* peuvent fournir des dents de scie pratiquement parfaites quand ils sont bien réalisés. C'est pour cette raison qu'on les utilise très souvent dans les *radars*. En effet, dans ce dernier cas, la précision du repérage dépend essentiellement de la linéarité des dents de scie.

Toutes les pentodes ne se prêtent pas à la réalisation des montages *transistrons*. Il faut, en effet, avoir accès à la grille d'arrêt g_3 . Or, dans beaucoup de tubes, cette électrode est directement reliée à la cathode à l'intérieur du tube.

Considérons la figure II qui représente un montage type *transistron*. Admettons que le condensateur C, soit au minimum de charge, c'est-à-dire qu'il s'agisse du point A. Le condensateur se charge et la tension anodique effective augmente. Un courant anodique circule dans le tube. Il en résulte une diminution de l'intensité d'écran et, par conséquent, une augmentation de la tension de g_2 . Le condensateur C2 se

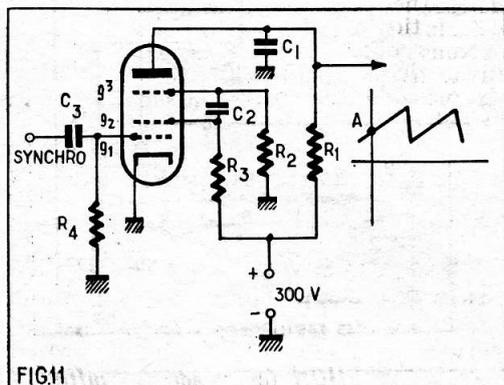


FIG. 11. — Un exemple d'oscillateur à *transistron*.

Les valeurs des éléments sont les suivantes :

- $R1 = 10\ 000\ \Omega$,
- $R2 = R3 = 60\ 000\ \Omega$,
- $R4 = 0,4\ \Omega$,
- $R5 = 1\ M\Omega$ linéaire,
- $R6 = 2,7\ M\Omega$,
- $R7 = 1\ M\Omega$,
- $RK = 10\ K$,
- $C1 = 0,22\ \mu F$,
- $C2 = 390\ pF$,
- $C3 = 4\ \mu F$.

Le réglage fin de fréquence est obtenu par R5. La valeur de C est variable par plots entre 150 pF et 50 000 en sept étapes.

- I. — 150 pF,
- II. — 630 pF,
- III. — 850 pF,
- IV. — 2 000 pF,
- V. — 5 000 pF,
- VI. — 10 000 pF,
- VII. — 50 000 pF.

Dans ces conditions, la gamme de fréquences s'étend de 20 Hz à 20 kHz environ. L'amplitude de sortie est réglable au moyen de RK, elle est de l'ordre de 50 V, de crête à crête.

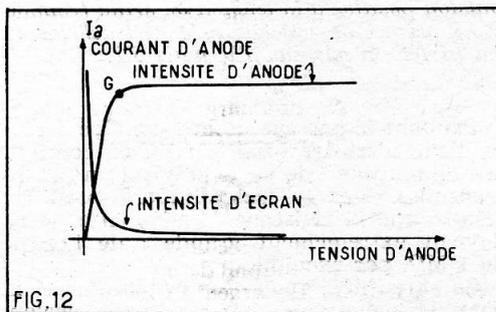


FIG. 12. — Formes des caractéristiques d'anode et d'écran d'un tube pentode.

charge en série avec R3. L'impulsion positive qui en résulte est transmise à la grille d'arrêt g_3 . Dans ces conditions, on observe une nouvelle diminution de l'intensité d'écran. Nous sommes encore en présence d'un effet d'évalanche ou effet cumulatif. Le condensateur C1 se décharge très rapidement à travers l'espace anode cathode du tube. La tension anodique effective appliquée au tube diminue. L'intensité se maintient à peu près constante jusqu'au moment où le point de fonctionnement atteint le genou de la caractéristique (point G, fig. 12). A cet instant, l'intensité d'écran augmente très vite. Il en résulte une chute de tension importante dans R3 (en série dans le circuit de grille écran). Le condensateur C2 se décharge et la tension appliquée à la grille d'arrêt change de signe. Le tube est alors bloqué. Un nouveau cycle peut alors s'amorcer.

Multivibrateur.

Nous ne pouvons pas clore cette revue de quelques oscillateurs fournissant des tensions de relaxation sans citer le *multivibrateur* qui est certainement le plus ancien et, certainement, un de ceux qui sont encore les plus employés. On peut sans doute lui reprocher d'utiliser deux éléments amplificateurs, mais ce n'est pas bien grave, surtout aujourd'hui où nous disposons de nombreux tubes multiples. Les éléments amplificateurs peuvent être triodes ou pentodes. Il n'y a même aucun inconvénient à faire du « panachage ». On peut très bien réaliser un montage multivibrateur avec un tube triode-pentode, comme le tube ECF80 par exemple.

Précisément à cause de sa souplesse, ce montage se prête à de nombreuses variantes. Nous avons représenté le schéma type sur la figure 12 et, pour plus de simplicité, nous avons supposé qu'il est réalisé au moyen d'un tube double triode (ECC81 ou ECC82 par exemple).

D'ordinaire, on dispose les éléments du schéma comme nous l'avons fait en a sur la figure 12. On obtient ainsi un dessin agréable à regarder parce qu'il est parfaitement symétrique.

Mais on comprendra sans doute mieux l'essence même du fonctionnement si on dispose le croquis comme en b. On voit immédiatement qu'il s'agit d'un amplificateur à résistance dont la sortie est couplée avec l'entrée. En termes imagés, c'est un *serpent qui se mord la queue*.

Et cela nous permet d'analyser très facilement le fonctionnement.

Fonctionnement.

Admettons que pour une raison quelconque, l'intensité anodique du tube 1 ait tendance à diminuer. Cela se traduit par une augmentation de tension anodique de 1 à la transmission d'une impulsion positive sur la grille g_2 . Il y a donc augmentation d'intensité anodique de l'élément II et diminution de la tension en p_2 . Celle-ci, transmise à travers C2, se traduit par une réduction de la tension grille g_1 . Il en résulte, par conséquent, une nouvelle diminution d'intensité anodique de 1.

Une fois encore, nous nous trouvons devant un effet cumulatif. Celui-ci se manifestera jusqu'au moment où le tube 1 sera bloqué totalement (courant d'anode nul) alors que le tube II débitera au maximum.

Mais cette situation ne peut pas durer indéfiniment. C'est, en effet, C2 qui maintient la tension négative de blocage sur g_1 . Or, ce condensateur se décharge exponentiellement à travers Rg_1 .

Au bout d'un intervalle qui est déterminé par la constante de temps $C2 \times Rg_1$ le

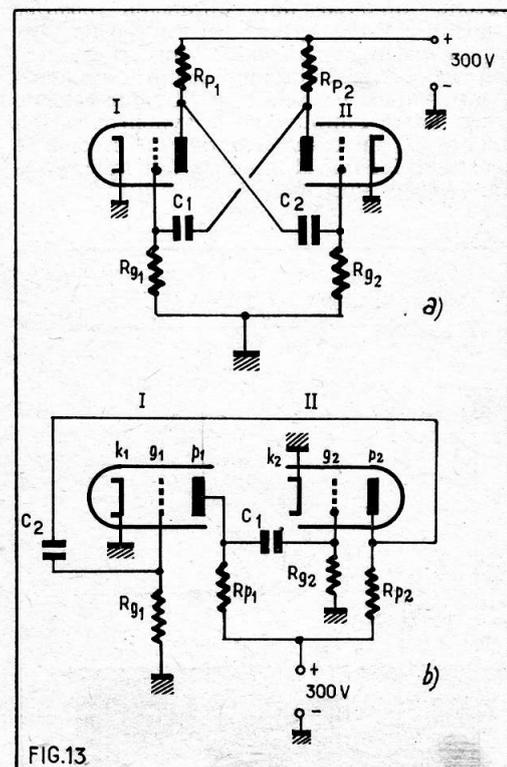


FIG. 13. — Les deux schémas a et b sont identiques. Cependant, la disposition de la figure b permet une analyse beaucoup plus facile. On voit immédiatement qu'il s'agit d'un amplificateur à deux étages dont la sortie est couplée avec l'entrée au moyen du condensateur C2.

courant anodique commence de nouveau à circuler dans l'élément 1. Ce courant anodique était nul, au moment où il commence à circuler, il y a diminution de la tension en p1, et transmission d'une tension négative à la grille g2.

C'est dire que la situation est exactement inverse de celle qui nous a servi de point de départ. Toujours par l'effet cumulatif, le tube 2 va maintenant se bloquer très rapidement... Il demeurera en cet état pendant un intervalle déterminé par la constante de temps C1 Rg2.

On peut donc dire que les deux tubes se renvoient alternativement la balle. Quand l'un se bloque, il provoque le déblocage de l'autre.

Si les deux éléments sont symétriquement montés, c'est-à-dire si

$$\begin{aligned} Rg &= Rg2, \\ Rp1 &= Rp2, \\ C1 &= C2. \end{aligned}$$

Il s'agit d'un multivibrateur symétrique. Les différentes formes de courant et de tension sont représentées sur la figure 14 et l'on a T1 = T2. Mais un tel multivibrateur ne peut convenir pour constituer une base de temps. Il faut, en effet, obtenir dans ce cas une vitesse d'aller constante suivie d'un période de retour aussi rapide que possible.

Il suffit alors de faire en sorte que les constantes de temps soient très différentes. Celle de l'aller déterminera la fréquence; on réduit le plus possible celle du retour.

A propos du fonctionnement.

Il est encore très facile de rattacher le fonctionnement du montage classique de

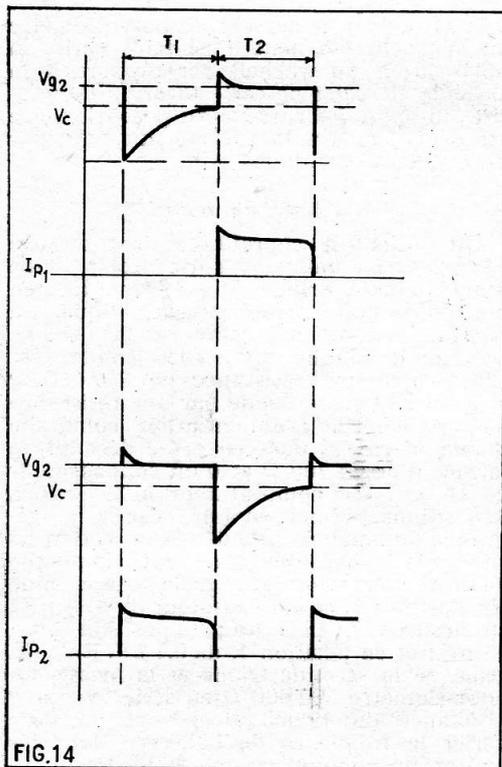


FIG. 14. — Formes des intensités et tensions dans un multivibrateur symétrique, mais T1 et T2 sont alors différents.

la figure 13 au principe qui a été illustré par la figure 1. Nous y trouvons naturellement l'ensemble RC, à constante de temps. Ce montage exige la présence d'une impulsion de déclenchement. Dans le montage multivibrateur cette impulsion de déclenchement est fournie alternativement par un tube, puis par l'autre.

Il y a un écart de phase de 180° entre les tensions d'entrée et de sortie, d'un tube amplificateur couplé par résistance. Or, il faut que l'impulsion de commande soit en phase avec le phénomène à commander. Dans le multivibrateur la remise en position est fournie par le second élément. En effet, puisqu'on a deux étages, l'écart de phase est de 180 + 180 ou 360°... ce qui équivaut à un déphasage nul.

Il est intéressant de noter en passant que dans le montage à oscillateur bloqué l'inversion de phase est fournie directement par le transformateur de blocage. Il est donc inutile d'avoir recours à un autre élément amplificateur.

Variante. Souplesse du multivibrateur.

Nous ne signalerons qu'une seule variante : celle du multivibrateur à couplage cathodique qui est un montage asymétrique. La constante de temps d'aller est C2 × R4 (fig. 15). C2 réalise un premier couplage, comme dans le multivibrateur classique. C'est R5, résistance commune dans les circuits de cathode qui constitue le second couplage.

Pour couvrir une large gamme de fré-

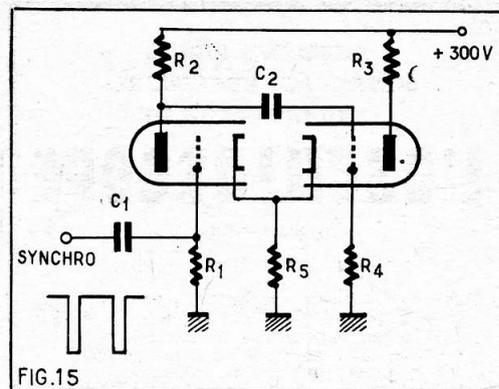


FIG. 15. — Multivibrateur à couplage cathodique.

quence, il suffit donc de modifier C2 R4. La synchronisation est commodément obtenue au moyen de la grille de l'élément 1 qui reste disponible.

Le même montage permet de réaliser des combinaisons variées. Par exemple, on peut réaliser un relaxateur monostable (base de temps déclenchée) en rendant une des constantes de temps infiniment grande. Il suffit pour cela de prévoir un couplage direct, sans interposition de condensateur entre une anode et une grille.

En rendant les deux constantes de temps infiniment grandes on réalise un multivibrateur bistable, encore appelé une « bascule ».

POUR ARGENTER VOS BOBINAGES HF

Certains auteurs préconisent volontiers, surtout en VHF, l'emploi de bobinages effectués à partir de fil « argenté », qu'il est parfois quelque peu malaisé de se procurer. Aussi, dans le but de parer à de telles difficultés, nous vous communiquons un petit truc vraiment parfait pour réaliser soi-même ce genre de fil.

Tout d'abord, il est indispensable de décaper très bien la surface du métal, pour que l'argenture tienne solidement.

Si nous voulons argenter un bobinage de cuivre, donnons-lui d'abord sa forme définitive, puis trempions-le dans de l'acide nitrique fumant; ceci fait à l'air libre, car les vapeurs rouges produites sont particulièrement toxiques.

Rincer immédiatement et soigneusement à l'eau claire et tremper dans un vieux bain de fixage photographique (hyposulfite ayant servi de préférence assez souvent) contenant une solution de nitrate d'argent provenant des pellicules qu'il a servi à fixer.

La surface du cuivre se couvre alors d'une couche d'argent particulièrement adhérente, dont l'épaisseur dépend du temps d'immersion nécessaire par les dimensions de la self, car l'action électrochimique cesse dès que toute la surface cuivrée est recouverte, l'argent se déposant sur le cuivre, mais non sur lui-même.

Si on désire une couche plus épaisse, il convient d'aider cette action en connectant un élément de pile, le négatif au bobinage, le positif à une électrode quelconque, mais

de préférence en carbone ou en argent, plongeant dans le liquide.

Rincer de nouveau très soigneusement, de manière à enlever toute trace du bain, puis laisser sécher.

Plonger ensuite la self dans un vernis pour métal afin d'empêcher l'oxydation par contact avec l'air, lequel, contenant des traces d'hydrogène sulfureux, risque en se combinant avec l'argent de former du sulfure d'argent noir et peu conducteur.

A défaut de « vieux hyposulfite » (le monde photographique n'étant pas ouvert à tous), il reste toujours la possibilité de faire une solution de 200 grammes d'hyposulfite dans un litre d'eau, à laquelle on ajoute 1 gramme de nitrate d'argent, dissous au préalable dans un peu d'eau chaude, il est à noter que cette opération doit se faire dans l'obscurité, le nitrate d'argent ayant la fâcheuse habitude de se décomposer à la lumière. Pour la même raison, il nous semble inutile de tenter de vouloir conserver la dite solution.

On essaye l'activité du bain en y plongeant un morceau de fil de cuivre très propre, qui doit rapidement se recouvrir d'une couche d'argent, au cas où l'on aurait de nombreuses selfs à traiter il est possible de régénérer le bain en y rajoutant un peu de solution de nitrate d'argent.

Nous espérons vivement que ce petit tuyau tirera d'affaire les « fans » des VHF, qui plus que tous autres ont souvent besoin de bobinages à air de cette qualité.

ONL 739.

COGEREL
CENTRE DE LA PIÈCE DÉTACHÉE

Département "Ventes par Correspondance"
COGEREL-DIJON (cette adresse suffit)
Magasin-Pilote - 3, RUE LA BOETIE, PARIS 8^e

12 mois sur 12, et où que vous soyez,
le département "Ventes par Correspondance" de COGEREL
s'empressera de satisfaire aux meilleurs prix tous vos
besoins en composants électroniques de grandes marques

Demandez vite le catalogue *gratuit* RP 911 à COGEREL-DIJON (cette adresse suffit),
en joignant 4 timbres pour frais d'envoi.