

ATTÉNUATEURS ET SONDES A FAIBLE CAPACITÉ

Qu'ils soient à tubes ou à transistors, les amplificateurs verticaux d'oscilloscopes doivent être à même de transmettre des signaux affectés de variations d'amplitude souvent considérables.

D'où la nécessité de les faire précéder d'atténuateurs permettant de prendre tout ou partie du signal à examiner, selon que celui-ci est de faible ou, au contraire, de forte amplitude.

Pour donner de bons résultats, les atténuateurs doivent se plier à un certain nombre d'impératifs. C'est ainsi qu'ils doivent :

- Présenter une impédance d'entrée élevée afin de ne pas charger le circuit sur lequel la mesure est faite ;
- Être dûment calibrés pour permettre des mesures précises sur l'amplitude des signaux observés ;
- Admettre des signaux pouvant varier dans un rapport de 1 à 1 000, et même de 1 à 10 000 ;
- Apporter un affaiblissement constant quelle que soit la fréquence considérée.

ASPECT PRATIQUE DE LA QUESTION.

Comme nous le verrons ci-après, il n'est pas très aisé de réaliser un circuit apportant une atténuation constante aux diverses fréquences des signaux que l'on est amené à examiner.

Considérons en effet le montage de la figure 7-1 utilisant un simple potentiomètre pour doser l'amplitude du signal appliqué à l'entrée de l'amplificateur. Etant donné qu'il n'est pas d'autre solution, dans l'exemple choisi, que de prendre un potentiomètre P de valeur relativement élevée

(1 M Ω) pour éviter de charger exagérément la source de signal S, on est alors obligé de compter avec les capacités parasites (C_p) de câblage et d'entrée du tube V1.

Or, ces capacités sont loin d'être négligeables, leur effet étant du reste d'autant plus sensible que la fréquence des signaux examinés est élevée. Conséquence pratique : les signaux vont donc être affaiblis proportionnellement à leur fréquence.

Fig. 7-1. — Atténuateur non compensé en fréquence.

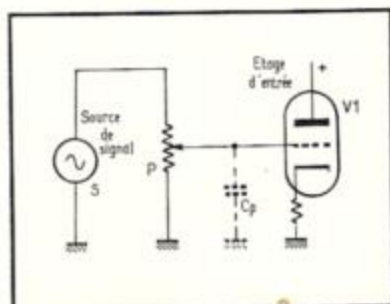
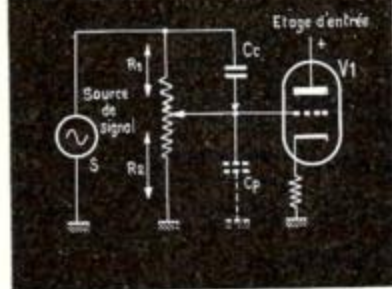


Fig. 7-2. — Principe d'une compensation en fréquence.



Cela, du reste, ne serait pas très grave si le curseur du potentiomètre P devait être réglé une fois pour toutes, car on aurait alors la possibilité (fig. 7-2) de brancher entre ce dernier et le point « chaud » du potentiomètre une capacité de compensation (C_c).

En procédant de la sorte, il serait en effet possible d'obtenir une atténuation constante à toutes les fréquences à condition que :

$$C_c R_1 = C_p R_2 .$$

Malheureusement, en pratique, la position du curseur de P est appelée à être modifiée constamment et le montage ne peut, en fait, être retenu.

COMPENSATION EN FRÉQUENCE.

On retrouve ce montage sous une forme légèrement différente (fig. 7-3) qui est celle adoptée pour tous les atténuateurs à plots, compensés en fréquence. Pour améliorer la souplesse d'emploi, on a évidemment intérêt

à multiplier le nombre de positions correspondant à une atténuation définie et permettant de prélever, par exemple le 1/10, le 1/100 ou le 1/1 000 de la tension appliquée aux bornes d'entrée.

Quel que soit le nombre de positions utilisées, on doit faire en sorte que les constantes de temps des diverses sections soient égales : $C_1 R_1 = C_2 R_2 = C_3 R_3 = C_4 R_4 \dots$, avec $C_2 = C_2 + C_P$, $C_3 = C_3 + C_P$, $C_4 = C_4 + C_P$, C_P correspondant à la somme des capacités d'entrée de V_1 et de toutes les capacités parasites (câblage notamment) placées en parallèle sur C_2 , C_3 et C_4 .

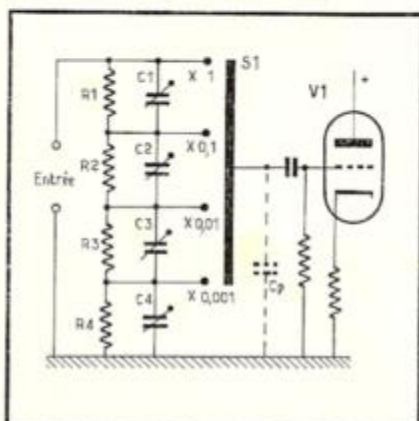


Fig. 7-3. — Schéma de principe d'un atténuateur compensé en fréquence. Les divers ajustables (C_1 à C_4) permettent un réglage optimal.

Ce montage est l'un des plus simples qui soient puisqu'il n'utilise qu'un contacteur à un seul circuit. Il est fréquemment utilisé dans les oscilloscopes dits « d'atelier » où une atténuation par décades est généralement suffisante. Selon l'impédance d'entrée souhaitée, différentes valeurs peuvent être adoptées pour les éléments RC entrant dans la composition de l'atténuateur (fig. 7-4 a et 7-4 b).

SONDES A FAIBLE CAPACITÉ.

Avant de passer à l'étude des atténuateurs étalonnés, de conception légèrement plus complexe que celle des modèles simplifiés que nous venons de voir (mais dont le principe de fonctionnement est le même), nous voudrions ouvrir une parenthèse à propos des sondes à faible capacité, qui ne sont en fait que des atténuateurs compensés « déguisés », dont la première cellule se trouve placée à l'extrémité du câble blindé de liaison, à proximité immédiate du point de mesure.

De telles sondes sont constituées (fig. 7-5) par un petit ajustable (C_1) en parallèle sur une résistance de forte valeur (R_1), l'ensemble étant connecté par l'intermédiaire d'un câble blindé, à l'entrée verticale de l'oscilloscope, de résistance R_2 , shuntée par la capacité d'entrée C_2 , à laquelle s'ajoute du reste la capacité parasite (C_3) du câble de liaison.

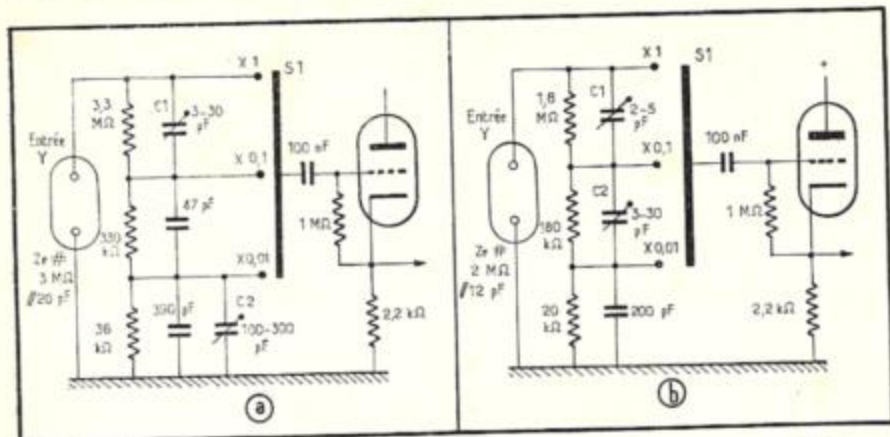


Fig. 7-4. — Deux exemples pratiques d'atténuateurs compensés, couramment utilisés dans les oscilloscopes d'atelier.

Le plus souvent, on calcule les éléments constitutifs de la sonde de façon à obtenir un affaiblissement de 10. Ainsi, en supposant que $R_2 = 2 \text{ M}\Omega$, on prendra $R_1 = 20 \text{ M}\Omega$.

Pour que l'atténuation soit la même à toutes les fréquences, il est nécessaire que l'impédance des capacités branchées respectivement en parallèle sur R_1 et R_2 forme également un rapport de 10.

Autrement dit, il faut que C_1 soit réglé au dixième de la valeur de $(C_2 + C_3)$, de façon que l'on obtienne une égalité des constantes de temps, soit : $R_1(C_1) = R_2(C_2 + C_3)$. Comme en pratique on arrive pour $(C_2 + C_3)$ à un chiffre voisin de 50 pF , C_1 doit être réglé de façon à faire 5 pF .

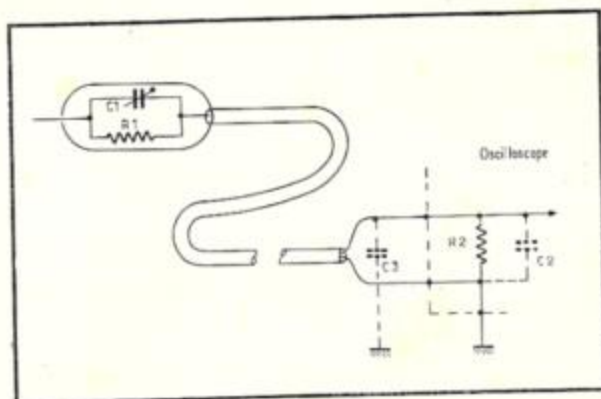


Fig. 7-5. — Dans une sonde à faible capacité, la première cellule (C_1 - R_1) est placée à l'extrémité du câble blindé de liaison.

Ajoutons que de telles sondes permettent non seulement de réduire de manière très appréciable la capacité d'entrée des oscilloscopes avec lesquels elles sont utilisées, mais encore d'augmenter dans le même rapport la résistance d'entrée des appareils considérés.

Seule ombre au tableau : leur utilisation se solde par une perte de sensibilité ($\times 0,1$), ce qui, la plupart du temps, n'est guère gênant, étant donné la réserve de gain des oscilloscopes modernes.

Précisons enfin que les sondes à faible capacité peuvent être, sans inconvénient, employées en liaison avec les oscilloscopes équipés d'atténuateurs compensés en fréquence, la mise en cascade de l'atténuateur d'appoint que constitue la sonde avec celui de l'oscilloscope considéré étant parfaitement compatible.

D'une façon générale, on a du reste toujours intérêt à faire usage d'une telle sonde, car on bénéficie alors au maximum des avantages de celle-ci (grande impédance et faible capacité d'entrée) ; en effet, la capacité parasite du câble blindé de liaison étant parfaitement compensée, on ne risque plus de voir cette dernière jouer un rôle néfaste à l'égard des fréquences élevées. On résout donc du même coup le problème du transfert du signal depuis le point de mesure jusqu'à l'entrée de l'amplificateur vertical.

LES ATTÉNUATEURS ÉTALONNÉS.

Sur les oscilloscopes à performances poussées, il est d'usage de faire appel à des atténuateurs compensés en fréquence et étalonnés, permettant d'ajuster par bonds la sensibilité des amplificateurs verticaux devant lesquels ils sont placés.

Dans ces conditions, il devient alors possible — si l'oscilloscope est muni d'un réticule gradué — d'opérer, par extrapolation, des lectures directes en volts (crête à crête) sur l'écran du tube cathodique.

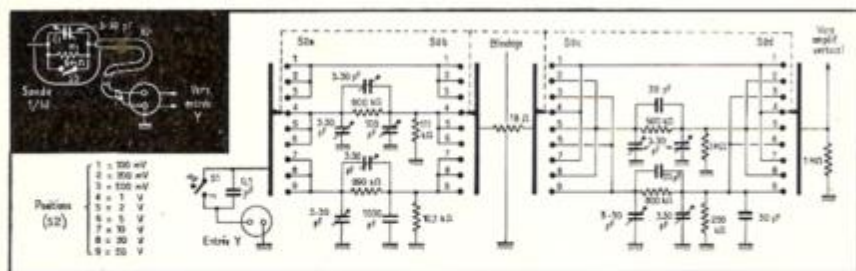


Fig. 7-6. — Schéma pratique d'un atténuateur étalonné, compensé en fréquence, mettant en cascade deux séries de cellules.

Pour qu'il en soit ainsi, il convient toutefois d'étalonner au préalable le gain de l'amplificateur vertical en prenant pour référence un signal d'amplitude dûment calibrée.

Dès lors, on comprend pourquoi la plupart des oscilloscopes modernes ne sont munis que de commandes de gain à action limitée — semblables à celles utilisées sur l'amplificateur horizontal — et le plus souvent soustraites à l'action de l'utilisateur.

Le remède est ici le même que dans le cas des amplificateurs : il faut réduire la valeur de la résistance de P. Selon la fréquence limite envisagée, on arrive ainsi à des valeurs de 500 à 10 000 Ω , valeurs incompatibles avec la résistance d'entrée élevée demandée à un oscilloscope d'usage général. Il faut donc intercaler entre l'entrée et l'atténuateur progressif un étage changeur d'impédance à charge cathodique, comme nous le verrons plus loin.

On peut encore compenser C_1 par une capacité C_2 branchée entre A et B. Toutefois, cette compensation n'est réalisable d'une façon précise que pour un point donné (par exemple B) ; elle devient moins bonne lorsque l'on s'écarte de ce point.

Fig. F-2. — (Ci-contre). Potentiomètre à faible résistance dans la plaque.

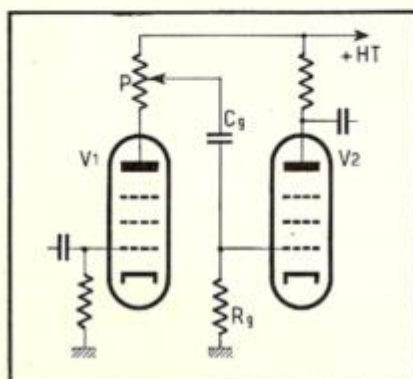
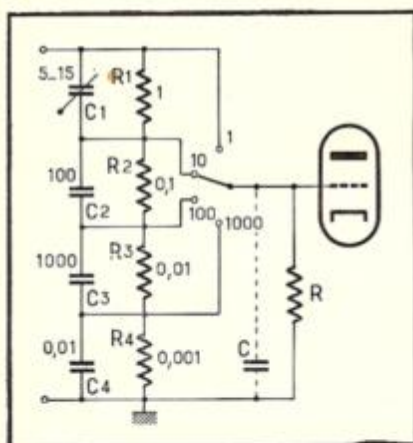


Fig. F-3. — (Ci-contre). Atténuateur compensé à plots.

Signalons encore que l'on peut se passer de l'étage à charge cathodique en montant le potentiomètre atténuateur P dans la plaque d'un tube amplificateur V_1 (fig. F-2). Même si le gain est faible en raison de la faible valeur ohmique de P, il sera facilement supérieur à celui d'un étage à charge cathodique dont le gain n'atteint pas l'unité. Si toutefois la constante de temps $R_e C_e$ est grande, l'oscillogramme se mettra à « danser » après chaque retouche de P.

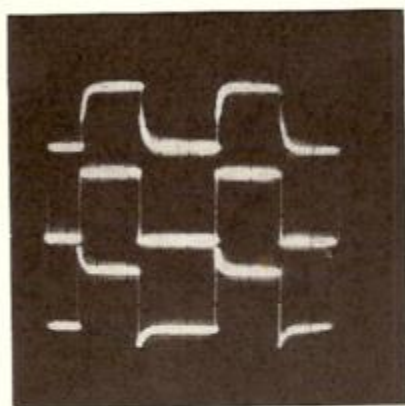
F. 2 — Atténuateur compensé à plots

Comme les tensions à examiner peuvent varier entre de très larges limites, il faut disposer à l'entrée de l'oscilloscope un atténua-

teur à plots affaiblissant le signal suffisamment pour ne pas surcharger les tubes. Tandis que pour l'atténuateur progressif on se contente d'un affaiblissement maximal de 1 : 10 et même 1 : 5, l'atténuateur à plots doit pouvoir affaiblir le signal 1, 10, 100 et 1000 fois au moins, l'affaiblissement maximal étant évidemment plus grand pour les amplificateurs à gain élevé.

Il est relativement facile de réaliser la compensation de fréquence d'un atténuateur à plots (fig. F-3). Il est nécessaire à cet effet que les constantes de temps des échelons soient égales, soit $R_1C_1 = R_2C_2 = R_3C_3 = RC$. Les valeurs données sur la figure peuvent généralement être adoptées. On notera que C_1 est un petit condensateur ajustable dont le réglage s'effectue à la mise au point.

Fig. F-4. — Atténuateur sous-compensé (en haut), et sur-compensé (en bas). Au milieu : compensation correcte.



Ce schéma est le plus simple, puisqu'il se contente d'un contacteur à un seul circuit. Il existe de nombreux autres schémas demandant des galettes à plusieurs circuits et permettant la compensation séparée de chaque gamme.

Le réglage de la compensation se fait en ondes rectangulaires. Une fréquence de 5 kHz est suffisante. On se place sur la position 10 par exemple (la compensation ne joue pas sur la position 1), et on applique le signal. La figure F-4 montre les étapes successives. En haut, C_1 est trop faible, la compensation est insuffisante, les fréquences élevées sont mal transmises. L'onde du milieu correspond au réglage correct. En augmentant encore la capacité de C_1 on arrive à la surcompensation (en bas) avec transmission exagérée des fréquences élevées. Si la position 10 est correctement compensée, les autres devront l'être aussi. Dans le cas contraire il y aurait lieu de modifier les valeurs de C_2 , C_3 ou C_4 .

On pourrait, au besoin, se passer complètement de l'atténuateur progressif en augmentant le nombre des positions de l'atténuateur à plots ; il faudrait alors prévoir par exemple les positions suivantes : 1, 2, 5, 10, 20, etc.

F. 3 — Sonde à atténuateur compensé

Ce n'est pas le tout de disposer d'un oscilloscope correctement compensé ; il faut encore relier ses bornes d'entrée au circuit étudié par un câble de liaison blindé pour éliminer l'induction statique. Ce câble présente une certaine capacité qui peut être très gênante aux fréquences élevées.

On peut tourner la difficulté en réalisant un câble blindé combiné avec une sonde formant atténuateur compensé (fig. F-5). Cet atténuateur se compose de la résistance d'entrée R_1 de l'oscilloscope, et d'une résistance R_2 dans la sonde. (La présence d'un condensateur série à l'entrée n'y change rien.) R_1 est shuntée par la capacité d'entrée C_1 à laquelle s'ajoute la capacité du câble C_2 . On établit la sonde pour un affaiblissement de 10. Si nous avons $R_1 = 0,5 \text{ M}\Omega$, on prendra donc $R_2 = 5 \text{ M}\Omega$. Supposons d'autre part que $C_1 + C_2 = 70 \text{ pF}$. Comme nous devons avoir une égalité des constantes de temps, soit $R_1(C_1 + C_2) = R_2 C_3$, nous obtenons $C_3 = 7 \text{ pF}$. Ce sera un petit trimmer ajusté pour la transmission correcte d'une onde rectangulaire.

Cette méthode permet d'augmenter considérablement la résistance d'entrée de l'oscilloscope et de réduire la capacité d'entrée dans le même rapport, au prix d'une perte de sensibilité de 10 fois. On considère cependant que ce prix n'est pas exagéré, compte tenu de la facilité de recueillir le signal que cette méthode procure.

F. 4 — Variation du gain par contre-réaction

Une autre méthode de commande progressive du gain fait appel à la contre-réaction. Le tube V_1 de la figure F-6 comprend dans le retour commun de la grille et de la cathode une résistance variable R , de 1000 à 5000 Ω , selon le circuit. En augmentant la valeur de R , on introduit une contre-réaction qui diminue le gain de l'étage. On ne dépasse généralement pas un affaiblissement de 5, car si R devenait trop élevée, la capacité entre cathode et masse pourrait provoquer une surcompensation.

L'inconvénient de ce montage, par ailleurs recommandable en raison de sa simplicité, réside dans le fait que tout réglage de R modifie les potentiels des électrodes, ce qui entraîne un déplacement vertical momentané de l'oscillogramme. Si les étages suivants sont à grande constante de temps, l'oscillogramme ne se stabilisera de nouveau qu'après quelques secondes. De plus, toute variation de R modifie la courbe de réponse, donc l'aspect d'un signal complexe aux extrémités de la bande passante.

Une autre méthode de commande d'amplitude par contre-réaction intéresse les amplificateurs symétriques à large bande. On intercale à cet effet une résistance variable P entre les cathodes des tubes V_1 et V_2 (fig. F-7). Dans ce montage, la contre-réaction que

Fig. F-5. — (Ci-contre). Sonde d'affaiblissement compensée.

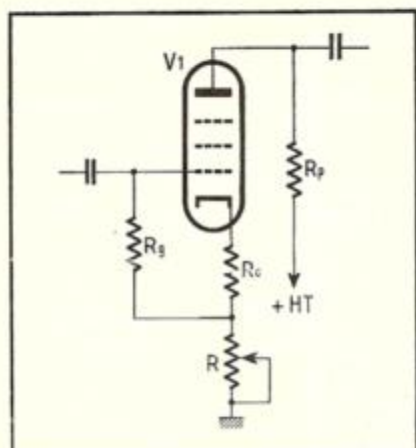
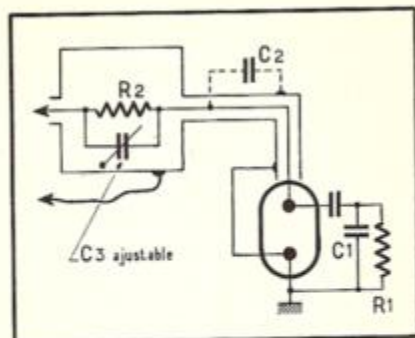
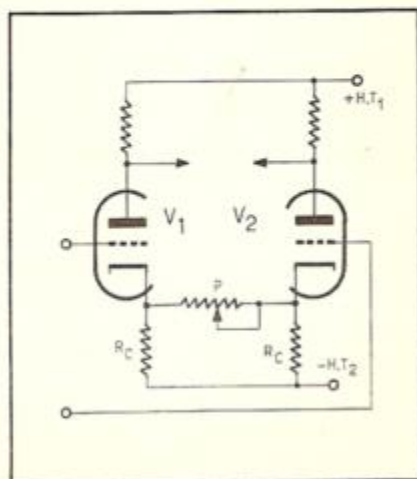


Fig. F-6. — (Ci-contre). Variation de gain par contre-réaction réglable dans la cathode.

Fig. F-7. — Atténuateur progressif pour étage à sortie symétrique.



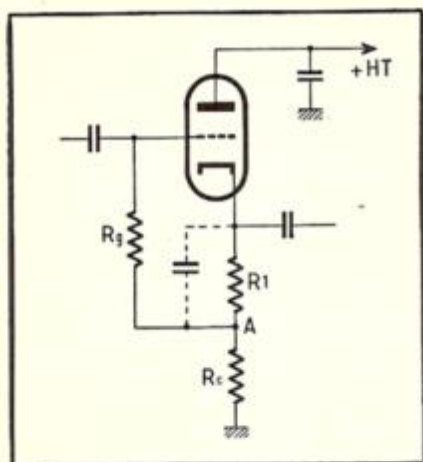
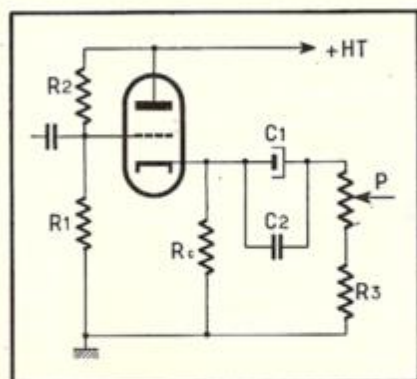


Fig. F-9. — (Ci-contre). Amplificateur à charge cathodique à grande admission.

Fig. F-8. — (Ci-contre). Amplificateur à charge cathodique à impédance d'entrée élevée.



produisent les résistances non découplées R_c est réduite par P , et, dans le cas limite $P = 0$, il n'y a plus de contre-réaction, et le gain est maximal.

Ce montage est utilisable avec des étages symétriques aussi bien qu'avec des étages déphaseurs (grille de V_2 à la masse). Comme les cathodes des deux tubes ont normalement le même potentiel, la manœuvre de P ne déséquilibre pas les potentiels des plaques. La résistance de P doit être du même ordre que R_c . Il faut veiller aux capacités parasites entre cathodes qui auraient pour effet de relever les fréquences élevées, comme c'est intentionnellement réalisé par C de la figure E-8. Ce relèvement dépendrait alors du réglage de P .

F. 5. — Le tube à charge cathodique

L'amplificateur à charge cathodique (désigné souvent par son nom anglais *cathode follower*) est largement utilisé dans les oscilloscopes. Aussi lui consacrons-nous quelques lignes en donnant des résultats essentiellement pratiques.

L'amplificateur de la figure F-8 diffère d'un amplificateur normal du fait que c'est la plaque qui est à la masse au point de vue haute fréquence, et non pas le point A. La résistance de charge R_c se trouve donc non pas dans la plaque, mais dans le retour commun de la cathode et de la grille. La cathode « suit » les variations de tension de la grille sans toutefois pouvoir les dépasser ; le gain en tension de l'étage est donc à peu près égal à l'unité. En fait, il est

toujours inférieur à un. Ce résultat est dû au fait que toute la tension de sortie réapparaît à l'entrée sous forme d'une contre-réaction totale; une excellente linéarité et une très faible distorsion en résultent. De plus, comme il n'y a pas d'amplification de tension, il n'y a pas non plus d'effet Miller, et la capacité dynamique d'entrée se réduit à la capacité statique de la grille. Pour cette raison, on intercale volontiers un étage à charge cathodique entre deux étages d'un amplificateur à large bande afin de réduire la charge capacitive du tube d'attaque.

Mais la particularité la plus importante de ce circuit est son impédance de sortie très faible, pratiquement égale à l'inverse de la pente du tube, ou $1/S$. Pour des tubes ayant des pentes de 5 à 10 mA/V, l'impédance de sortie varie donc approximativement entre 200 et 100 Ω , permettant l'utilisation du circuit aux fréquences élevées.

Le gain en tension du tube à charge cathodique est donné par la formule approximative $G = R_c / (R_c + 1/S)$; il est donc forcément inférieur à l'unité. L'impédance d'entrée est donnée par $R_e = R_g / (1 - G)$. En supposant $R_g = 2 \text{ M}\Omega$ et $G = 0,9$, nous obtenons $R_e = 20 \text{ M}\Omega$. Une impédance aussi élevée exige un bon blindage des circuits d'entrée.

S'il n'y a pas de gain en tension, il y a toutefois un gain en puissance, car en supposant $R_c = 10 \text{ M}\Omega$ et $R_a = 100 \Omega$ (la résistance de sortie) et en admettant $G = 0,9$, on a un gain en puissance de 81 000, ce qui n'est pas si mal. C'est donc bien un amplificateur (de puissance).

Toutes ces belles caractéristiques de l'amplificateur à charge cathodique ne sont valables que pour un signal suffisamment faible pour ne pas surcharger le tube. L'admission grille d'un tube à charge cathodique est d'ailleurs bien supérieure à celle du même tube à charge anodique (pratiquement 10 à 20 fois). Pour augmenter l'admission du tube, on se sert du circuit de la figure F-9 où le potentiel de la grille est fixé par un diviseur de tension R_1R_2 . La cathode prend alors un potentiel supérieur de quelques volts à celui de la grille, soit V_c . En appelant I_c le courant cathode (ou plaque, dans une triode),

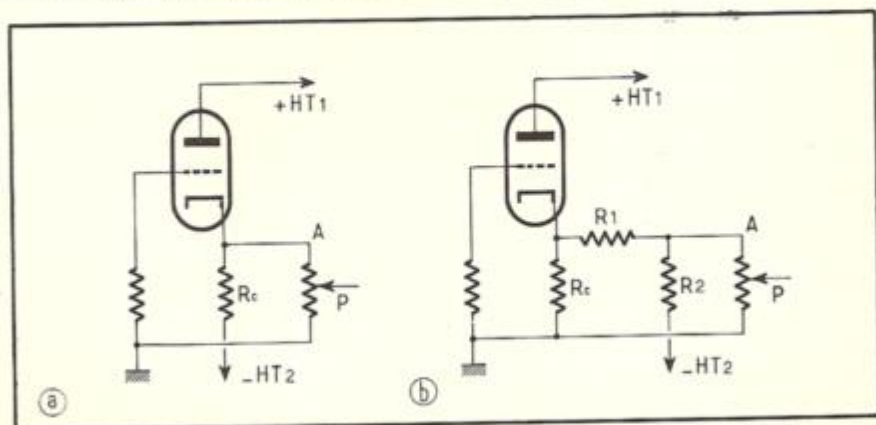


Fig. F-10. — Amplificateurs à charge cathodique à liaisons directes.

on a $R_e = V_c/I_c$. Le même résultat peut d'ailleurs être obtenu avec la grille ramenée à la masse, la cathode étant alors reliée à une tension négative (fig. F-10). L'impédance d'entrée de ce circuit est égale à la résistance ohmique du circuit grille ; l'effet multiplicateur d'impédance mentionné plus haut ne joue pas ici. Mais ce n'est guère un inconvénient dans ce cas, une impédance d'entrée de l'ordre de 1 M Ω étant pratiquement suffisante pour un oscilloscope.

Si la plus forte amplitude d'attaque ne dépasse pas la polarisation normale du tube, il est inutile d'appliquer à la grille une polarisation positive. On peut alors supprimer la résistance R_2 , ce qui entraîne une diminution de R_e . On choisit normalement R_e de manière à faire travailler le tube avec son courant plaque normal. Si le signal est faible, on a intérêt à réduire la haute tension.

Notons encore que la résistance de polarisation R_1 de figure F-8 (quelquefois découplée par un condensateur) assure la polarisation normale du tube. Etant donné l'effet de la contre-réaction, on peut cependant la supprimer sans grand inconvénient.

Dans les oscilloscopes à transistors, le tube à charge cathodique (que l'on pourrait appeler montage à anode commune) est remplacé par un montage à transistors en C.C. jouant le même rôle abaisseur d'impédance. Le montage à C.C. (fig. F-11) est caractérisé par une résistance d'entrée élevée (0,1 à 1 M Ω), une résistance

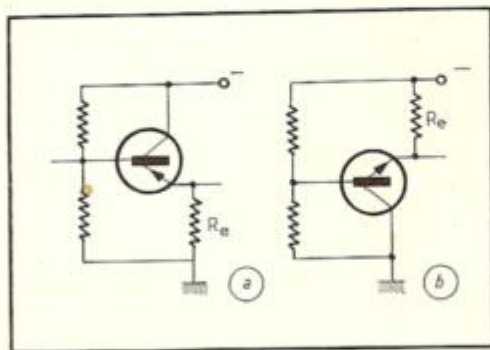


Fig. F-11. — Etage abaisseur d'impédance à transistor en montage C.C.

de sortie faible (50 à 1000 Ω) et un gain de tension inférieur à l'unité. Ces caractéristiques varient d'ailleurs avec la valeur de R_e ; une résistance élevée entraîne une impédance d'entrée élevée, un gain voisin de l'unité et une admission élevée de la base. Ceci conduit à monter plusieurs étages C.C. en cascade, avec des valeurs de R_e décroissantes, comme le montre l'exemple de la figure E-38.

La grande souplesse d'utilisation des transistors ressort des circuits *a* et *b* de la figure F-11. On peut placer R_e côté masse ou côté tension. Pour éviter d'utiliser une source de polarité opposée pour le montage *b*, on choisit un transistor complémentaire, *n-p-n* si les autres sont du type *p-n-p*, et inversement. C'est ce qui a été fait pour T_2 de la figure E-38.

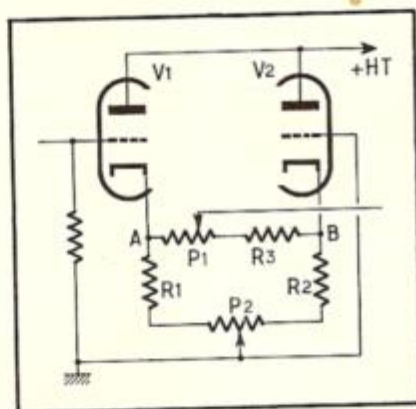
F. 6 — Commande d'atténuateur par tube à charge cathodique

L'étage à charge cathodique précède généralement l'amplificateur (de tension) dans un oscilloscope. Il constitue un adaptateur d'impédance intercalé entre l'atténuateur compensé à plots, relié à la borne d'entrée, et l'atténuateur progressif relié à l'entrée de l'amplificateur.

Le mode de liaison généralement adopté est montré sur la figure F-9. Comme le potentiomètre P est de valeur relativement faible (500 à 5000 Ω), il est nécessaire d'utiliser un condensateur chimique C_1 (de 50 μF , 50 V par exemple) pour assurer la transmission des fréquences basses. Il sera shunté par un condensateur au papier C_2 (de 0,01 à 0,1 μF) pour faciliter le passage des composantes de fréquence élevée.

On notera la présence d'une résistance R_3 connectée entre P et la masse. Cette résistance, dont la valeur sera de 5 à 10 % de P, a pour

Fig. F-12. — Amplificateur symétrique à charge cathodique DuMont transmettant la composante continue.



objet de limiter l'affaiblissement introduit par l'atténuateur à la plage 1 : 20 ou 1 : 10. Si l'amplitude de l'oscillogramme est encore trop grande au minimum, on sait alors qu'il faut augmenter d'un échelon l'affaiblissement de l'atténuateur à plots. En l'absence de cette résistance butée, l'atténuateur progressif pourrait introduire près de sa butée un affaiblissement de 1 : 200 par exemple, ce qui ramènerait l'oscillogramme à une hauteur convenable, mais risquerait de saturer l'étage à charge cathodique. Il y aurait alors une distorsion dont on ne s'expliquerait pas la raison.

Ce circuit n'est pas utilisable dans les amplificateurs à liaison directe à cause de la présence du condensateur de liaison C_1 . La figure F-10 montre deux manières de supprimer ce condensateur, ce qui n'est possible que si le point A du potentiomètre est au potentiel de la masse. Ce résultat est obtenu, en *a*, en ramenant la résistance R_c à un potentiel négatif tel que la cathode soit au potentiel de la masse. Dans la solution *b*, R_c retourne bien à la masse, mais le potentiomètre est alimenté à partir d'un diviseur de tension R_1R_2 relié à une tension

négative telle que le potentiel de A soit nul. Cette dernière solution a l'inconvénient d'introduire un affaiblissement supplémentaire par la résistance R_1 .

Ces deux solutions ne sont guère parfaites, car la stabilité du potentiel du point A est difficile à obtenir; il en résulte une dérive d'autant plus gênante qu'elle se produit à l'entrée de l'amplificateur. L'atténuateur *DuMont*, de la figure F-12, n'a pas cet inconvénient, et de plus n'a pas besoin d'une tension négative. On utilise une double triode montée en amplificateur symétrique à charge cathodique. La grille de la partie V_1 reçoit le signal, celle de V_2 est à la masse. La tension de sortie est prélevée sur un potentiomètre P_1 , en série avec une résistance-butée R_3 comme précédemment. Un potentiomètre P_2 en série avec les résistances cathodiques R_1 et R_2 permet d'équilibrer le montage afin que les points A et B soient au même potentiel. Ce réglage est facile à réaliser. En l'absence de signal, on manœuvre P_1 et on ajuste P_2 de manière que la ligne de base ne se déplace pas verticalement sous l'action de P_1 . La stabilité de ce montage est excellente. S'il attaque un étage amplificateur symétrique, on relie la deuxième grille d'entrée au point B. Pour augmenter l'admission grille de cet étage, on relie le curseur de P_2 à un potentiel négatif, ce qui permet d'augmenter la valeur des résistances R_1 et R_2 .
