

LES CIRCUITS FONDAMENTAUX DE L'ÉLECTRONIQUE

II. – OSCILLATEURS À PONT DE WIEN

PRATIQUEMENT seul utilisé, jusqu'à l'apparition des générateurs de fonctions, pour la réalisation des générateurs BF de laboratoire, l'oscillateur à pont de Wien s'inscrit dans la lignée des montages à réaction positive par réseau passif RC. On lui trouvera donc un air de famille avec l'oscillateur à déphasage, objet de notre précédente étude.

Deux différences importantes méritent cependant d'être retenues. La première, à mettre à l'actif du circuit, réside dans la facilité de commande de la fréquence. La deuxième, seul point noir du montage, tient au problème de régulation d'amplitude : nous lui consacrerons une part importante de cet article.

Pour le technicien, l'oscillateur à pont de Wien servira surtout à la construction des générateurs BF, dans des gammes de fréquence s'étendant de quelques dizaines de Hertz, à plusieurs centaines de kilohertz. On lui reconnaîtra cependant de sérieux concurrents dans les générateurs de fonctions, surtout depuis que ces derniers se sont popularisés sous forme de circuits intégrés. Nous y reviendrons prochainement.

Réseau de Wien et pont de Wien

On appelle réseau de Wien, le circuit schématisé à la figure 1. Les deux résistances et les deux condensateurs y ont les mêmes valeurs, pour la plupart des applications pratiques. Nous noterons R et C ces valeurs communes. Soient alors, respectivement, V_e une tension sinusoïdale d'entrée, et V_s la tension correspondante, évidemment sinusoïdale, de sortie.

Lorsque varie la fréquence, on observe une variation concomitante du gain β du réseau, et du déphasage φ qu'il introduit (les notations sont toujours celles de notre précédent article). Les courbes de la figure 2 explicitent l'allure de

ces variations. Pour une fréquence f_0 , que donne la relation :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

On constate que :
 – le déphasage φ_2 s'annule
 – le gain passe par un maximum, que le calcul montrerait égal à 1/3. On notera que ni les variations de φ_2 , ni surtout celles de β , ne sont très rapides au voisinage de f_0 .

Associé à un amplificateur non déphaseur, et de gain égal à 3, le réseau de la figure 1 constitue un oscillateur sinusoïdal : un exemple en est donné dans le schéma de la figure 3 où la sortie à basse impédance est prélevée sur l'émetteur de T_2 . Le potentiomètre, dans l'émetteur de T_1 ,

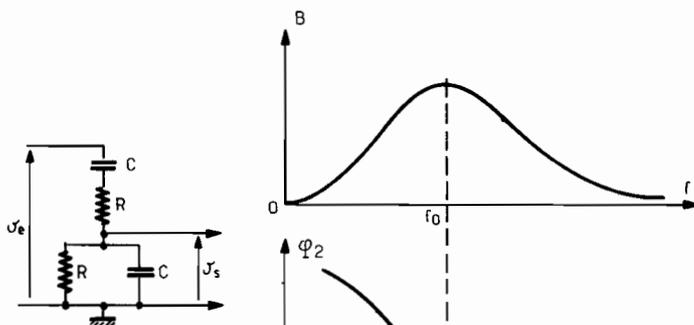


Fig. 1

Fig. 2

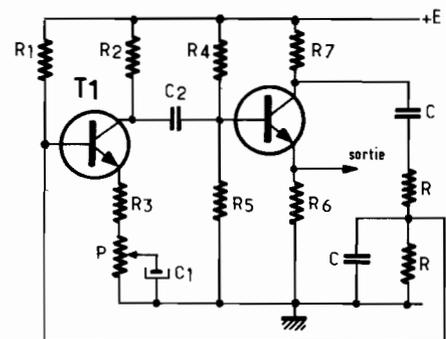


Fig. 3

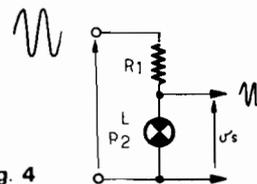


Fig. 4

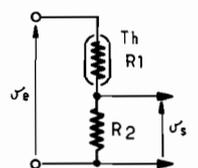


Fig. 5

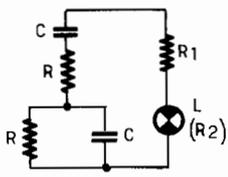


Fig. 6

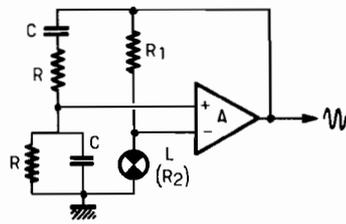


Fig. 7

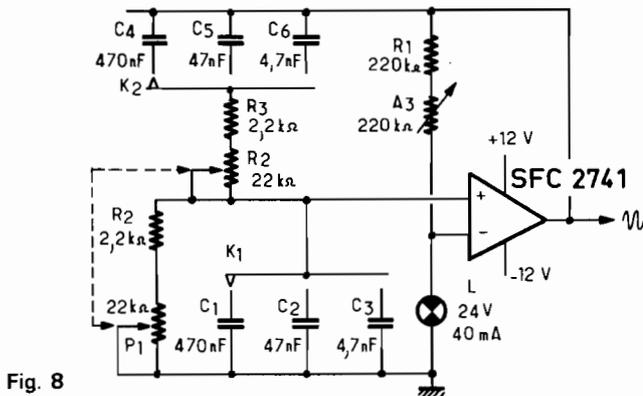


Fig. 8

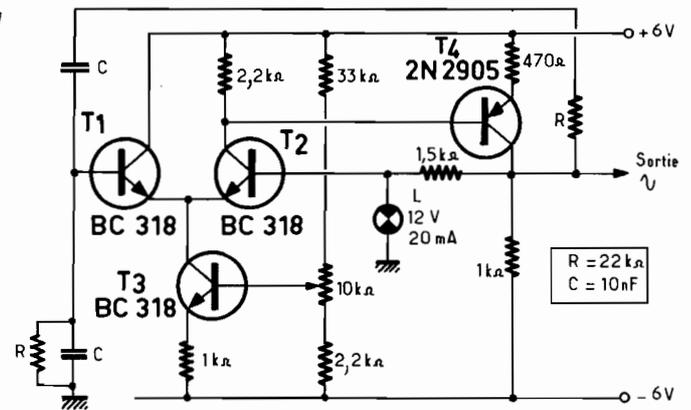


Fig. 9

permet d'ajuster le gain à la limite d'entrée en oscillations, selon un procédé que nous avons expliqué lors de l'étude des oscillateurs à déphasage. On notera que l'une des résistances du réseau, appartient aussi au pont de polarisation de la base de T_1 .

Le principal défaut du circuit de la figure 3, réside dans son instabilité : la moindre diminution du gain entraîne un décrochage, tandis que toute augmentation se traduit par une distorsion, due à la saturation de l'amplificateur. Le problème devient insoluble pour un oscillateur à fréquence variable.

Le remède consiste dans le passage du réseau de Wien au pont de Wien, comportant une boucle de réaction négative, à gain variable. Nous n'examinerons que le cas, classique, où l'élément régulateur est soit le filament d'une lampe à incandescence, soit une thermistance.

La résistivité des métaux augmente avec la température. Constituons alors un diviseur de tension, en associant une résistance constante R_1 , à la résistance R_2 d'une ampoule (Fig. 4). Si, à l'entrée de ce diviseur, on applique une tension sinusoïdale V_e , d'amplitude variable, la tension de sortie V_s , s'exprime par la relation :

$$V_s = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_e = k V_e$$

Quand V_e augmente, la puissance dissipée dans L , donc la température du filament, augmentent, ainsi que R_2 et que le rapport k . La tension de sortie croît donc plus vite que la tension d'entrée.

On observerait un résultat analogue avec le diviseur de la figure 5. Cette fois, la résistance variable est une thermistance, dont la valeur décroît lorsque la température augmente : pour cette raison, elle prend la place de R_1 , R_2 devant une résistance constante.

Les deux cas se déduisent l'un de l'autre par simple inversion de la position de l'élément régulateur, nous pourrions limiter notre étude au circuit de la figure 4. On constitue alors un pont de Wien en associant les circuits des figures 1 et 4, comme le montre la figure 6. L'oscillateur à pont de Wien prend alors la configuration définitive indiquée par la figure 7. L'amplificateur A est du type différentiel, donc avec une entrée inverseuse (-) et une entrée non inverseuse (+). La première reçoit les tensions de contre-réaction, variables avec l'amplitude de sortie, prélevées sur le diviseur R_1L . La deuxième, elle, reçoit les tensions prélevées au point milieu du diviseur de Wien, et qui retournent en phase, donc apportent une réaction positive, à la fréquence f_0 déjà définie plus haut.

Oscillateurs à pont de Wien

Le schéma synoptique de la figure 7 peut recevoir différents types de réalisations pratiques, mettant en jeu soit des circuits intégrés, soit des transistors discrets.

Au premier type, appartient l'exemple de la figure 8. L'amplificateur utilisé est le classique SFC 2741, ou l'un de ses équivalents, alimenté sous une tension double de ± 12 volts, par rapport à la masse.

Grâce au commutateur double K_1 K_2 , qui sélectionne les groupes de condensateurs C_1 C_4 , C_2 C_5 , ou C_3 C_6 , l'appareil dispose de trois gammes de fréquences, respectivement échelonnées entre 20 Hz et 200 Hz, 200 Hz et 2 kHz, puis 2 kHz et 20 kHz. A l'intérieur de chaque gamme, la fréquence varie de façon continue, dans un rapport 10, grâce au potentiomètre double P_1 , P_2 .

Dans la chaîne apériodique de contre-réaction, qui comporte comme régulateur une ampoule de 24 volts (40 mA), la résistance ajustable permet de régler à 5 volts crête à crête, l'amplitude du signal sinusoïdal de sortie.

La figure 5 est un exemple de réalisation de ce même type de générateurs, mais cette fois,

avec des transistors discrets. L'amplificateur différentiel est construit autour des transistors T_1 et T_2 , commandés par la source de courant constant T_3 . On ajuste l'intensité de ce courant au voisinage de 3 mA, par l'intermédiaire du potentiomètre de 10 k Ω , qui impose le potentiel de la base de T_3 .

Nous n'avons prévu, dans l'exemple de la figure 9, qu'une seule fréquence : avec les valeurs choisies pour le pont de Wien, l'oscillation s'établit à 1 000 Hz environ.

Pour assurer à la lampe de régulation L , un débit suffisant, il a fallu la commander par un transistor amplificateur : il s'agit ici du PNP T_4 , sur le collecteur duquel on prélève également les signaux de sortie.

Conclusion

Les oscillateurs à pont de Wien, qui ont connu leurs heures de gloire depuis les débuts de l'électronique, tendent à céder maintenant le pas aux générateurs de fonctions. Toutefois, ils permettent la réalisation d'oscillateurs économiques, et sont donc encore souvent retenus pour les appareils de bas de gamme.