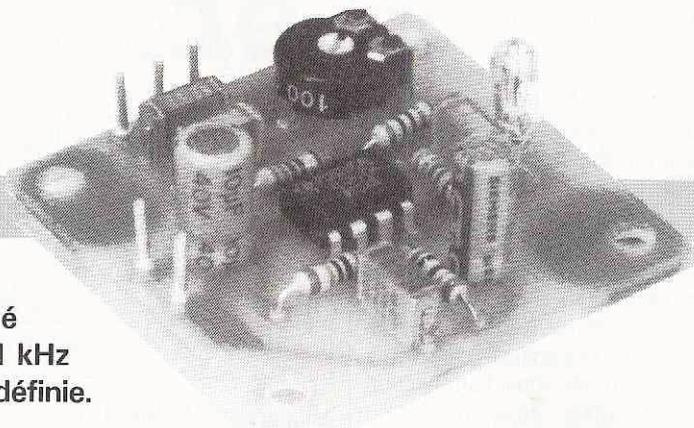


description d'un kit ELV

# générateur-étalon 1 kHz

à bruit ultra-faible



Le montage décrit ici est destiné à la production d'un signal de 1 kHz présentant une amplitude bien définie.

À quoi peut bien servir un générateur-étalon ? ne manqueront pas de se demander nombre d'entre vous. Ce type d'appareil est souvent utilisé en technique audio, dans les studios en particulier, pour le suivi des niveaux, le réglage des sources de signaux et d'amplificateurs de tout acabit. En règle générale on fait appel à une fréquence de 1 kHz environ, car elle a l'avantage de se situer dans la plage la plus sensible de l'oreille humaine.

Un acousticien amateur peut également tirer grand profit de la possession d'un générateur de niveau de référence, même pour des applications privées, en particulier si l'appareil concerné présente un facteur de distorsion remarquablement faible, ce qui est le cas ici. Il est possible, par exemple, non seulement de vérifier le niveau de référence 0 dB ( $0,775 V_{eff}$ ) mais aussi de déterminer, à l'aide d'un distorsiomètre, les produits de distorsion (il est à noter que tout distorsiomètre ne possède pas nécessairement un générateur sinusoïdal à niveau de bruit faible).

Jetons un coup d'oeil, pour vous mettre l'eau à la bouche, à quelques-unes des caractéristiques techniques du générateur-étalon décrit ici.

- Plage des tensions d'alimentation allant de 8 à 30 V,
- Consommation de courant faible puisque comprise entre 4,5 et 6 mA,
- Facteur de distorsion de 0,01 % (!) donc extrêmement faible.
- Fréquence de sortie stable de 1000 Hz ne dérivant que fort peu,
- Possibilité de calibration du niveau de la tension de sortie à 0 dB, c'est-à-dire à 775 mV.

■ Tension de sortie indépendante de la valeur de la tension d'alimentation et très peu sensible aux variations de température.

Les caractéristiques indiquées ci-dessus ne peuvent manquer de convaincre un connaisseur; on se trouve en effet en présence d'un générateur-étalon de qualité (semi-)professionnelle.

## Venons-en au circuit

Contrairement à ce que pourrait donner à penser l'énumération des qualités faite plus haut, l'électronique est relativement simple. De manière à pouvoir nous débrouiller avec une tension d'alimentation asymétrique c'est-à-dire unique, nous allons réaliser, à l'aide des résistances R1 et R2 associées aux condensateurs C1 et C2 et à l'amplificateur opérationnel OP1, un point milieu de la tension d'alimentation artificiel mais stable, se trouvant à la moitié de la tension d'alimentation et constituant en même temps la masse du circuit (point de référence).

Le condensateur C1 fait office de tampon et élimine les tendances d'entrée en oscillation du montage.

Le générateur de signal sinusoïdal de fréquence 1 kHz proprement dit est en fait construit à l'aide de l'amplificateur opérationnel OP2 associé aux composants connexes. Il s'agit ici d'un générateur de Wien-Robinson dont il est possible d'ajuster l'amplitude du signal de sortie sur une plage comprise entre quelque 2 et 4  $V_{cc}$ . Dans la plupart des cas on choisira une tension de sortie correspondant à 0 dB, c'est-à-dire  $775 mV_{eff}$  ou encore  $2192 mV_{cc}$ . Pour obtenir cette valeur de tension, il suffira de disposer

d'une tension d'alimentation de 8 V au minimum; pour des amplitudes de sortie plus importantes il faudra bien entendu disposer d'une tension d'alimentation un peu plus élevée (il faudra, par exemple, une tension d'alimentation  $U_B$  de 10 V pour une tension de sortie  $U_{sor} = 4,0 V_{cc}$ ).

L'influence de la tension d'alimentation sur la tension de sortie est pratiquement négligeable. Prenons un exemple: supposons que la tension d'alimentation soit de 10 V et que la tension de sortie soit de  $1,000 V_{eff}$  très précisément. Une augmentation de la tension d'alimentation jusqu'à 30 V se traduirait par une augmentation de la tension de sortie de moins de 0,0005 V. Ceci correspond à une réjection des variations de la tension d'alimentation de près de 100 dB (!).

Les réseaux RC R5/C5 et R6/C4 sont les composants qui déterminent la fréquence de fonctionnement du circuit. Si l'on veut obtenir le facteur de distorsion le plus faible, il faudra veiller à ce que les valeurs de R5 et R6 ainsi que celles de C4 et C5 correspondent autant que possible l'une à l'autre.

L'utilisation de résistances à film métallique de 1% de tolérance et de condensateurs plastique de 5% de tolérance (tels que les MKT de Siemens) est fortement recommandée.

On veillera également à faire appel à un amplificateur opérationnel à facteur de distorsion faible tel que le TL 082; ce choix a une répercussion sensible sur la qualité du montage réalisé.

Les deux réseaux RC R5/C5 et R6/C4 ne constituent que la première moitié du pont de Wien-

Robinson nécessaire au fonctionnement de l'oscillateur sinusoïdal. La seconde moitié prend la forme de l'ampoule à incandescence H1 associée aux résistances R3 et R4.

L'ampoule à incandescence utilisée possède une tension de service nominale comprise entre 12 et 15 V et un courant de fonctionnement de 20 mA. En fonction de la valeur de la tension de service réelle se situera entre 220 et 475 mV. Cette branche du pont est parcourue par un courant compris entre 2 et 3 mA. L'ampoule à incandescence constitue, pour la plage de fréquences concernée, une résistance purement ohmique caractérisée par courbe tension/courant à la non-linéarité importante (caractéristique recherchée dans l'application présente). C'est ainsi que l'on stabilise le point de fonctionnement du générateur de Wien-Robinson.

Intéressons-nous maintenant d'un peu plus près au principe de fonctionnement. Si l'amplitude du signal de sortie présent à la broche 7 de OP2 augmente, le courant à travers les résistances R3 et R4 et partant le courant à travers l'ampoule H1 augmente lui aussi. En raison de la courbe caractéristique de l'ampoule, la résistance interne du filament augmente de par l'intensité plus forte du courant (température plus élevée), de sorte que la chute de tension relevée aux bornes de l'ampoule augmente encore beaucoup plus. Ceci se traduit par une régulation inverse de l'amplitude du signal de sortie sachant que la tension appliquée à l'autre entrée d'OP2 augmente de manière directement proportionnelle à la tension de sortie (broche 7). En pratique, cela donne une très bonne stabilité à la tension sinusoïdale de sortie du générateur de Wien-Robinson. Si l'on a besoin d'une variation plus importante de la tension de sortie, que celle que permet le choix de la valeur de la résistance R4 du schéma, on pourra choisir pour R3 une valeur comprise entre 150 et 470  $\Omega$ .

La tension de sortie est disponible entre les points "e" (Masse) et "c" présents sur la platine. La composante continue (DC) a une valeur de quelques mV. On peut effectuer un découplage alternatif entre les points "e" et "d" du circuit imprimé; il présente cependant une caractéristique d'impédance relativement élevée (condensateur de 47 nF) de sorte qu'il existe un risque non négligeable d'une intrusion de parasites. Si l'on a le choix, il sera

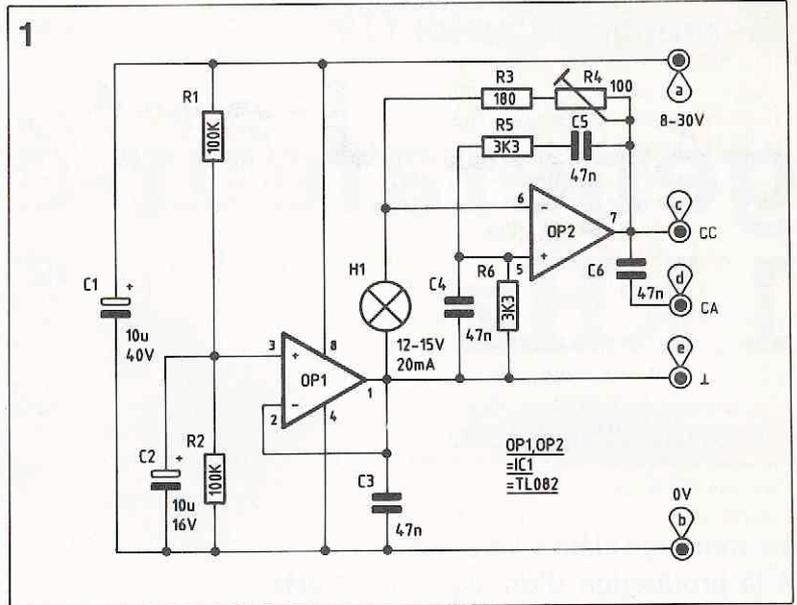


Figure 1. L'électronique du générateur-étalon de 1 kHz présente une certaine symétrie. Au centre on reconnaît l'ampoule flanquée de part et d'autre par un amplificateur opérationnel.

Liste des composants

Résistances:  
R1, R2 = 100 k $\Omega$   
R3 = 180  $\Omega$   
R4 = ajust. 100  $\Omega$   
R5, R6 = 3k $\Omega$ 3

Condensateurs:  
C1 = 10  $\mu$ F/40 V  
C2 = 10  $\mu$ F/16 V  
C3 à C6 = 47 nF

Semi-conducteurs:  
IC1 = TL082

Divers:  
6 picots  
1 ampoule mignonnette à incandescence, 12 à 15 V/20 mA

Figure 2. Représentation de la sérigraphie de l'implantation des composants du circuit imprimé dessiné pour ce montage.

toujours préférable d'opter pour la sortie continue (DC).

S'il est important que l'oscillateur oscille très exactement à 1 000 Hz, on pourra, en conséquence, modifier légèrement la valeur des résistances R5 et R6 pour effectuer un ajustage précis.

Sachant qu'il faut que ces deux résistances aient la même valeur, il est recommandé de ne pas utiliser de résistance ajustable mais des résistances de valeur fixe. La prise en série d'une résistance de 33  $\Omega$  avec R5 et R6 produit une diminution de la fréquence de 1% c'est-à-dire de 10 Hz environ; la prise en parallèle d'une résistance de 330 k $\Omega$  entraîne elle une augmentation de la fréquence.

La réalisation

A condition de respecter à la lettre la sérigraphie de l'implantation des composants, la réalisation de ce montage devrait être une affaire de quelques minutes. On commencera bien entendu par la mise en place et la soudure des résistances, pour poursuivre par celle des condensateurs et finir par l'implantation du circuit intégré.

On utilisera une ampoule miniature à connexions soudables. Comme nous le disions plus haut, on pourra utiliser n'importe quelle ampoule si tant est qu'elle ait une tension de service comprise entre 12 et 15 V et un courant nominal admissible de 20 mA. Il est important d'utiliser une ampoule de source "identifiable". Pour mettre toutes les chances de fonctionnement correct de votre côté, il est recommandé de vérifier la consommation de courant de l'ampoule en service. Pour ce faire on applique une tension comprise

entre 12 et 15 V à ses bornes et on mesure le courant; celui-ci devrait se situer aux alentours de 20 mA (il ne saurait être question d'avoir un courant supérieur à 30 mA).

La faible consommation de courant est d'une grande importance parce que c'est la sortie de l'amplificateur opérationnel qui doit fournir ce courant, à travers les résistances R3 et R4, et qu'exiger qu'il fournisse un courant inutilement élevé constitue une charge dont il se serait fort bien passé. Le facteur de distorsion faible évoqué plus haut n'est obtenu qu'à la condition de charger l'amplificateur opérationnel aussi faiblement que possible. Cette remarque vaut également en ce qui concerne la consommation de courant à la sortie. Sachant cependant qu'en règle générale les appareils branchés à la sortie présentent une impédance élevée, il n'est pas nécessaire de se faire de souci à ce sujet. Dans des cas spécifiques nécessitant la connexion au montage d'un appareil à impédance quelque peu faible, il faudra veiller à ce que la consommation de courant ne dépasse pas 1 mA si l'on veut éviter une influence néfaste sur le facteur de distorsion, et ceci bien que la sortie puisse, théoriquement admettre des courants pouvant aller jusqu'à 10 mA.

