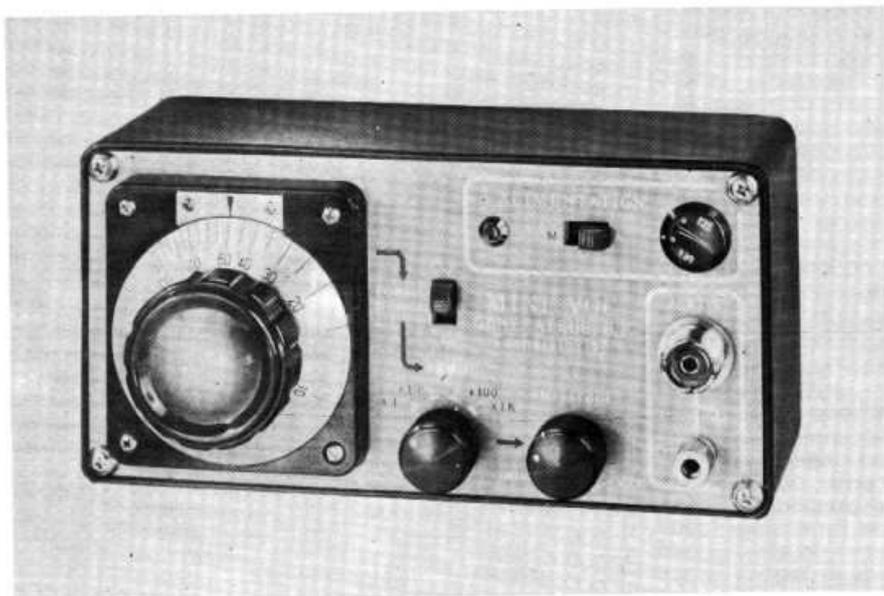


# LE MINI-VOC

## GÉNÉRATEUR DE SIGNAUX SINUSOÏDAUX ET RECTANGULAIRES



**N**OTRE journal consacre souvent ses colonnes à de nombreux articles sur les circuits basse fréquence. Il s'agit de préamplificateurs linéaires, corrigés RIAA ou NAB, de dispositifs correcteurs de tonalité, de filtres passe-haut et passe-bas, de modules amplificateurs de puissance. Nos lecteurs peuvent monter de tels schémas mais ils n'ont pas toujours la possibilité de les contrôler parce qu'il leur manque l'appareillage de mesure nécessaire. Le générateur BF, l'oscilloscope, le millivoltmètre alternatif constituent le strict minimum quand il s'agit d'effectuer des mesures valables. Au niveau du technicien d'atelier, un générateur très performant et onéreux ne sera pas toujours amorti, c'est pourquoi une gamme d'appareils de mesure telle la gamme Voc convient à l'amateur ou au technicien de l'après-vente.

Extrait du catalogue Voc, nous étudierons le générateur BF Mini-Voc compact et léger aux performances comparables à celles d'un bon générateur à lampes. Les dimensions très réduites n'altèrent pas les performances du montage.

### CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DONNEES PAR LE CONSTRUCTEUR

- Gamme de fréquence : de 10 Hz à 100 kHz, variable en 4 gammes.
- Forme du signal : Sinusoïdal et rectangulaire commutable.
- Précision de fréquence :  $\pm 2\%$ .
- Tension de sortie : 0 à 6 V, crête à crête réglable par le potentiomètre d'amplitude.
- Impédance de sortie :  $600 \Omega \pm 100 \Omega$ .
- Distorsion harmonique :  $< 0,3\%$  de 200 Hz à 100 kHz.
- $< 0,8\%$  de 10 Hz à 100 kHz.
- Temps de montée du signal rectangulaire :  $\approx 0,2 \mu s$ .
- Alimentation secteur : 110 V - 220 V sur 50-60 Hz.
- Consommation secteur : 3 VA.
- Dimensions :  $195 \times 95 \times 100$ .

Sur le panneau avant du générateur, nous distinguons les commandes suivantes :

- L'interrupteur marche-arrêt permettant la mise sous tension de l'appareil.

- Le repartiteur secteur 110-220 V.

- Un cadran démultiplié dans l'axe permettant de faire varier la fréquence d'oscillation sur chaque gamme dans un rapport de 1 à 10.

- Un contacteur à glissière permettant de sélectionner le signal sinusoïdal ou le signal rectangulaire.

- Un contacteur rotatif de gammes pour la multiplication de l'ensemble des fréquences sur le cadran :  $\times 1$  ;  $\times 10$  ;  $\times 100$  ;  $\times 1000$ .

- Le réglage d'amplitude de la tension de sortie.

- La borne de sortie du type coaxiale à vis.

- La douille de masse reliée au coffret.

### ANALYSE TECHNIQUE DU SCHEMA

**Généralités :** Les générateurs BF à transistors à pont de Wien sont beaucoup plus complexes à réaliser que les générateurs équipés de tubes électroniques et ceci pour une raison facile à comprendre. Les circuits accordés RC ayant un coefficient de surtension déjà faible, si pour un montage donné, ces circuits RC

sont encore amortis par une impédance d'accès faible — c'est le cas des montages transistorisés — il est très difficile d'obtenir une tension d'oscillation pure. C'est la raison pour laquelle il existait peu de générateurs BF à transistors capable de rivaliser avec les homologues à tubes électroniques.

Un bouleversement technologique a modifié ce point de vue depuis quelques années : il s'agit de l'apparition des transistors à effet de champ FET. En examinant le schéma de la figure 1, nous constatons que les valeurs des éléments ne sont guère différentes des valeurs utilisées sur les appareils à lampes. Le transistor FET se comporte comme un tube pentode. L'allure de la caractéristique  $I_p/V_p$  en fonction de  $V_g$  ressemble de façon étrange à celle de  $I_d/V_d$  en fonction de la tension de « gate ».

L'emploi d'un transistor FET présente ici un avantage certain sur les transistors bipolaires. Ne serait-ce que l'impédance d'entrée très élevée. Ainsi, les circuits présentent donc un coefficient de surtension Q plus élevé. Il ne faudrait pas non plus oublier le

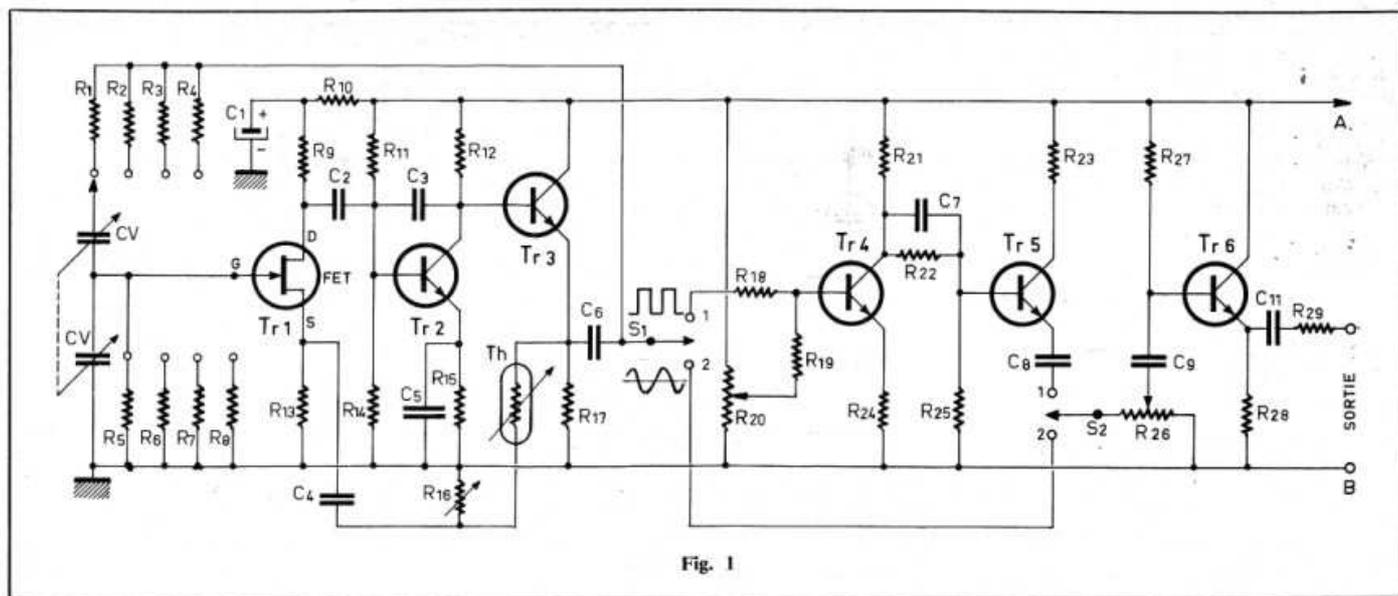


Fig. 1

niveau de bruit plus faible avec les transistors FET qu'avec les transistors bipolaires classiques.

### LE SCHEMA (Fig. 1)

#### a) Principe de base :

Le générateur Mini-Voc est composé d'un oscillateur RC à pont de Wien utilisant un transistor FET et 7 transistors au silicium. Il délivre un signal à fréquence variable de 10 Hz à 100 kHz, en gammes fondamentales.

La régulation de la tension de sortie est assurée par une thermistance, et son action permet d'obtenir un niveau pratiquement constant quelle que soit la fréquence.

#### b) L'oscillateur :

Pour faire un générateur BF à pont de Wien, il faut avoir à sa disposition un amplificateur caractérisé par :

- une impédance d'entrée élevée pour les raisons évoquées ci-dessus ;
- un gain en tension très important ;
- un taux de distorsion déjà faible à l'origine, c'est-à-dire sans rétroaction en service.

En reliant l'entrée de cet amplificateur à la sortie par une boucle de réaction positive (entrée et sortie en phase), celui-ci se met à osciller selon une certaine fréquence déterminée par la valeur des éléments R et C introduits dans la boucle de réaction.

Il est évident que l'amplificateur doit avoir un très faible taux de distorsion harmonique si l'on désire obtenir à la sortie de cet amplificateur transformé en oscillateur une onde exempte de distorsion harmonique.

Examinons le schéma de l'amplificateur. Nous trouvons d'abord un transistor à effet de champ  $Tr_1$ . La polarisation de gate ou porte est assurée par une résistance de fuite constituée ici par l'une des quatre résistances ( $R_1$  à  $R_4$ ), faisant partie d'un circuit RC accordé parallèle. La résistance de source  $R_{11}$  est fixée à 2,2 k $\Omega$  et aux bornes de celle-ci est prise une boucle de réaction négative que nous étudierons plus loin.

Les signaux BF, pris aux bornes de la résistance de drain  $R_9/10$  k $\Omega$ , sont transmis à la base du transistor suivant  $Tr_2$  par un condensateur de 10  $\mu$ F. Cette valeur élevée est nécessaire pour ne pas provoquer d'atténuation aux fréquences basses. L'étage  $Tr_2$  est polarisé de la façon suivante :

- Pont de base :  $R_{11} = 100$  k $\Omega$ ,  $R_{14}/8,2$  k $\Omega$ .
- Résistance d'émetteur :  $R_{15} : 500 \Omega$  découplée par  $C_{15}/100 \mu$ F.
- Résistance de charge de collecteur :  $R_{12}/4,7$  k $\Omega$ .

L'étage suivant  $Tr_3$  est monté en collecteur commun avec la polarisation de base assurée par la différence de potentiel aux bornes de  $R_{12}$ . La résistance d'émetteur de  $Tr_3$  est fixée ici à 1 k $\Omega/R_{17}$ . La boucle de réaction négative est prise entre l'émetteur de  $Tr_3$  et la source du transistor à effet de champ  $Tr_1$ .

Le rôle de la boucle de contre-réaction est de maintenir constant le niveau de sortie de l'oscillateur quelles que soient les variations parasites de l'alimentation, de la température, des paramètres des semi-conducteurs utilisés en tant qu'éléments amplificateurs actifs.

La thermistance  $Th$  du montage fait partie du circuit de réaction négative et est capable par la

variation de sa propre valeur de faire varier le gain du montage amplificateur.

Lorsque la tension de sortie entre l'émetteur du transistor  $Tr_3$  et la masse varie la différence de tension aux bornes de la résistance à coefficient de température négatif varie également. La thermistance  $Th$  est placée en série avec  $R_{16}/3$  k $\Omega$ . La modification de l'échauffement de  $Th$  est faite par effet Joule. A ce moment intervient le phénomène « thermistance ». Lorsque la température s'élève, la résistance diminue et inversement. Cette explication donnée, l'on comprend alors le fonctionnement de ce circuit de régulation automatique d'amplitude.

La résistance ajustable  $R_{16}/3$  k $\Omega$  est destinée au réglage de la valeur de la tension de contre-réaction déterminant le gain du montage.

La variation de fréquence est obtenue par action simultanée sur les éléments R et C du montage en pont de Wien. Deux solutions peuvent être retenues pour la variation continue de fréquence sur chaque gamme. Garder C fixe et faire varier R ou prendre R fixe et se servir d'un condensateur variable C. C'est la dernière solution qui a été adoptée sur le générateur BF Mini-Voc. Le condensateur variable employé est du même type que celui employé sur les récepteurs miniatures transistorisés. Sa valeur est de  $2 \times 480$  pF avec une capacité minimale de 7 pF. La variation complète de ce condensateur CV  $CV'$  permet d'obtenir une variation de 1 à 10 d'une gamme de fréquence à l'autre.

Ne figurant pas sur le schéma de principe figure 1 mais existant sur le modèle qui nous est soumis, des condensateurs ajus-

tables en parallèle sur chaque section du CV sont prévus pour permettre l'alignement correct, et ceci en particulier sur la gamme  $\times 1000$ . Il ne faut pas oublier qu'un cadran circulaire unique équipe ce générateur BF.

Avant de terminer l'étude de cette partie oscillateur il faut rappeler que la fréquence d'oscillation est donnée par la relation suivante :

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

les éléments R et C faisant partie du pont de Wien et constituant les éléments de la boucle de réaction positive. Pour les initiés, disons également que pour obtenir une oscillation pure, il faut que les oscillations soient entretenues tout juste au-dessus de la limite du décrochage, sinon les oscillations sont chargées de distorsion harmonique. Le condensateur  $C_3$  placé entre le collecteur et la base du transistor  $Tr_2$  est destiné à limiter la réponse de l'amplificateur aux fréquences très élevées, ceci afin d'éviter tout accrochage du montage.

#### c) Onde sinusoïdale ou rectangulaire :

Les signaux engendrés par l'oscillateur décrit ci-dessus sont de forme sinusoïdale. Lorsque le commutateur  $S_1-S_2$  est en position 2, le transistor de sortie  $Tr_6$  reçoit sur sa base les tensions sinusoïdales. Par contre, sur la position 1, les signaux sinusoïdaux pilotent une bascule ou trigger de Schmitt à la sortie de laquelle sont recueillis les signaux de forme rectangulaire.

Rappelons que ces deux types de signaux couvrent sans trou les fréquences comprises entre 10 Hz et 100 kHz. Les signaux rectangulaires ont leur temps de commutation de l'ordre de 0,2  $\mu$ s,

leur pente ou toit, étant inférieure à 1 % à toutes les fréquences.

Recueillis à la sortie du transistor  $Tr_7$ , les signaux sinusoïdaux gagnent par l'intermédiaire du contacteur  $S_1$  l'entrée du trigger de Schmitt, mettant en œuvre 2 transistors au silicium  $Tr_4$  et  $Tr_5$ . La résistance ajustable de 50 k $\Omega$ /R $_{20}$  modifie le niveau du déclenchement. De la sorte, on peut agir sur la symétrie des signaux rectangulaires délivrés. Nous n'insisterons pas sur le fonctionnement de la bascule. Disons qu'elle est utilisée pour transformer une variation lente d'un signal en variation brusque.

#### d) Etage de sortie :

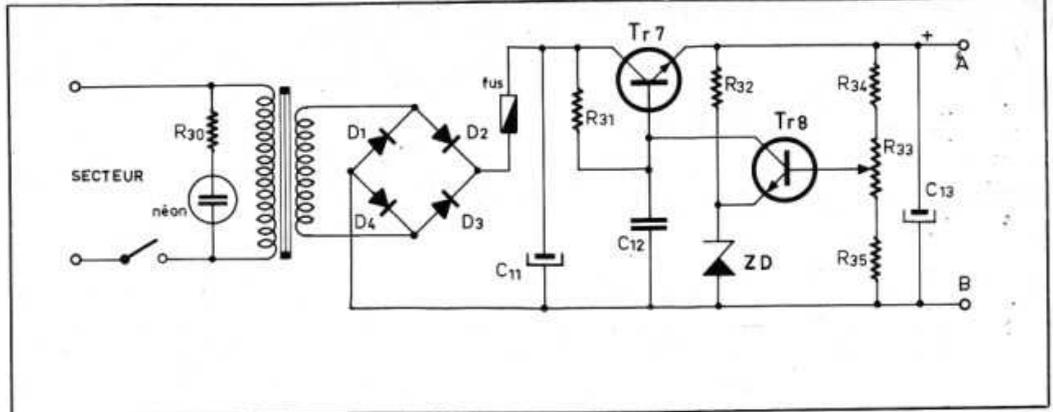
Le transistor  $Tr_6$  monté en collecteur commun permet d'obtenir une très faible impédance de sortie puisqu'en effet nous obtenons ici 600  $\Omega$ . A la sortie de  $S_2$ , les signaux rectangulaires ou sinusoïdaux sont envoyés sur la base de  $Tr_6$  par l'intermédiaire du potentiomètre de réglage d'amplitude. Les valeurs élevées de  $C_8$ ,  $C_9$ ,  $C_{10}$  et  $C_{11}$  s'expliquent pour éviter la pente ou toit exagérée aux fréquences basses sur les signaux rectangulaires.

La base de  $Tr_6$  est polarisée par R $_{27}$ /15 k $\Omega$ , tandis que l'émetteur est chargé par R $_{28}$ /1 k $\Omega$ . La résistance R $_{29}$  (en série, avec C $_{11}$ /100  $\mu$ F) matérialise l'impédance de sortie R $_{29}$  = 560  $\Omega$ .

#### e) Alimentation stabilisée (Fig. 2) :

Un transformateur d'alimentation est monté sur le circuit imprimé qui supporte tous les éléments du générateur. L'enroulement secondaire attaque un pont de 4 diodes D $_1$ , D $_2$ , D $_3$ , D $_4$ . A la sortie de ce pont, la tension non filtrée est admise à l'entrée du système de régulation et de filtrage. Le dispositif comprend :

- un transistor ballast  $Tr_7$  ;
- un transistor de commande  $Tr_8$  ;
- une diode zener ZD donnant la tension de référence.



Le potentiomètre R $_{33}$ /5 k $\Omega$  ajuste la tension de sortie à celle fixée par le constructeur. Les condensateurs C $_{11}$  et C $_{13}$  éliminent toute ondulation résiduelle superposée à la tension d'alimentation.

Un voyant au néon indique la mise sous tension de l'appareil.

#### f) Nomenclature du générateur Mini-Voc :

R $_1$  = 33 M $\Omega$  ; R $_2$  = 3,3 M $\Omega$  ;  
 R $_3$  = 330 k $\Omega$  ; R $_4$  = 33 k $\Omega$  ;  
 R $_5$  = 33 M $\Omega$  ; R $_6$  = 3,3 M $\Omega$  ;  
 R $_7$  = 330 k $\Omega$  ; R $_8$  = 33 k $\Omega$  ;  
 R $_9$  = 10 k $\Omega$  ; R $_{10}$  = 3,3 k $\Omega$  ;  
 R $_{11}$  = 100 k $\Omega$  ; R $_{12}$  = 4,7 k $\Omega$  ;  
 R $_{13}$  = 2 k $\Omega$  ; R $_{14}$  = 8,2 k $\Omega$  ;  
 R $_{15}$  = 500  $\Omega$  ; R $_{16}$  = RV = 3 k $\Omega$  ;  
 R $_{17}$  = 1 k $\Omega$  ; R $_{18}$  = 5 k $\Omega$  ; R $_{19}$  = 5 k $\Omega$  ;  
 R $_{20}$  = R $_{20}$  = 50 k $\Omega$  ;  
 R $_{21}$  = 22 k $\Omega$  ; R $_{22}$  = 22 k $\Omega$  ;  
 R $_{23}$  = 1,5 k $\Omega$  ; R $_{24}$  = 680  $\Omega$  ;  
 R $_{25}$  = 15 k $\Omega$  ; R $_{26}$  = RV = 20 k $\Omega$  ;  
 R $_{27}$  = 15 k $\Omega$  ; R $_{28}$  = 1 k $\Omega$  ; R $_{29}$  = 560  $\Omega$  ;  
 R $_{30}$  = 250 k $\Omega$  ; R $_{31}$  = 5 k $\Omega$  ;  
 R $_{32}$  = 2,2 k $\Omega$  ; R $_{33}$  = RV = 5 k $\Omega$  ;  
 R $_{34}$  = 5 k $\Omega$  ; R $_{35}$  = 5 k $\Omega$ .

C $_1$  = 100  $\mu$ F ; C $_2$  = 10  $\mu$ F ;  
 C $_3$  = facultatif ; C $_4$  = 100  $\mu$ F ;  
 C $_5$  = 100  $\mu$ F ; C $_6$  = 100  $\mu$ F ;  
 C $_7$  = 20 pF ; C $_8$  = 100  $\mu$ F ;  
 C $_9$  = 100  $\mu$ F ; C $_{10}$  = 100  $\mu$ F ;  
 C $_{11}$  = 100  $\mu$ F ; C $_{12}$  = facultatif ;  
 C $_{13}$  = 470  $\mu$ F.

C $_3$  peut varier de 0 à 100 pF selon les paramètres du transistor  $Tr_7$ .

C $_{12}$  peut avoir une valeur de quelques nanofarads.

#### La distorsion harmonique :

1 000 Hz = 0,22 %.

10 000 Hz = 0,34 %.

100 Hz = 0,36 %.

Temps de montée du signal rectangulaire : 0,2 à 0,25 % selon la fréquence.

Les manipulations et les mesures que nous avons pu faire avec le Mini-Voc prouvent sa grande souplesse d'utilisation. Les performances consignées par les mesures sur l'appareil donnent à ce générateur BF Voc un très grand rapport qualité, prix, puisque son prix n'excède pas 500 F.

Henri LOUBAYERE.

#### QUELQUES MESURES

**Stabilité en fréquence :** Le générateur Mini-Voc sous tension pendant quatre heures à une température fixe de 23° n'a pas accusé des variations de fréquences de  $\pm 2,5$  %.

**La tension de sortie** du générateur est de 5 V efficaces (réglage d'amplitude au maximum).

## LA GALVANOTECHNIQUE à la portée de tous



Le laboratoire autonome portatif

galaxy

Vous permet de réaliser de véritables placages en OR 24 carats, ARGENT pur ou CUIVRE tribasique sur tous les objets métalliques conducteurs d'électricité. Ce stylo ordinaire devient un véritable stylo plaqué OR. Cette simple boîte métallique, un coffret à cigarettes plaquée d'ARGENT pur.

Vous pouvez sans connaissance spéciale, redonner l'éclat du neuf à vos bijoux, à votre argenterie, vos cuivres décoratifs.

Demandez notre DOCUMENTATION HPM GRATUITE  
 NEBOL-CENTER 5, rue Lagille 75018 PARIS

UNIQUE SUR LE MARCHÉ MONDIAL !

### GÉNÉRATEUR BF MINIATURE « VOC »



TOUTES LES PRODUCTIONS «VOC» CHEZ

**CIBOT** RADIO

- Oscillateur à transistor à effet de champ Fet ● Fréquence de 10 Hz à 100 kHz en 4 gammes ● Forme d'onde : sinusoïdale, rectangulaire ● Tension de sortie max. : 0 à 6 V sur 600 ohms ● Distorsion inférieure à 0,8 % sur l'ensemble des gammes et à 0,3 % de 200 Hz à 100 kHz ● Temps de montée du signal rectangulaire 0,2  $\mu$ s ..... 463.00

1 et 3, rue de REUILLY PARIS XII<sup>e</sup>

Métro : Faïdherbe-Chaligny.  
 Tél. : 307.23.07 - 343.13.22 et 343.66.90  
 C.C. Postal 6129-57 - Paris