

Générateur de fonction programmable en BCD

La possibilité de programmer les instruments de manière numérique prend une importance croissante avec la généralisation des systèmes automatiques.

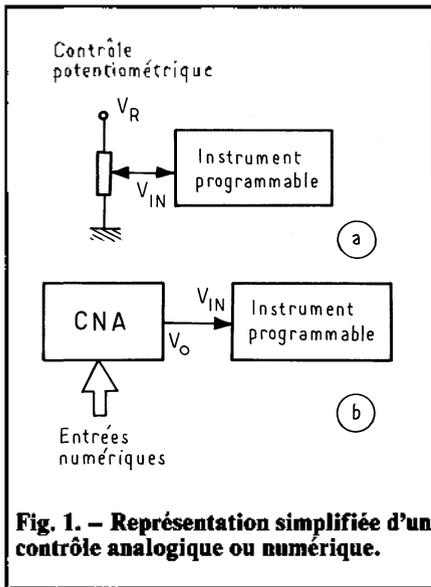


Fig. 1. - Représentation simplifiée d'un contrôle analogique ou numérique.

La figure 1 compare deux types de programmation, l'une analogique, l'autre numérique. Une commande linéaire peut être obtenue par une valeur absolue ou différentielle de tension ou bien encore par un courant. La figure 2 montre les diverses configurations envisageables. Le CNA utilisé est du type

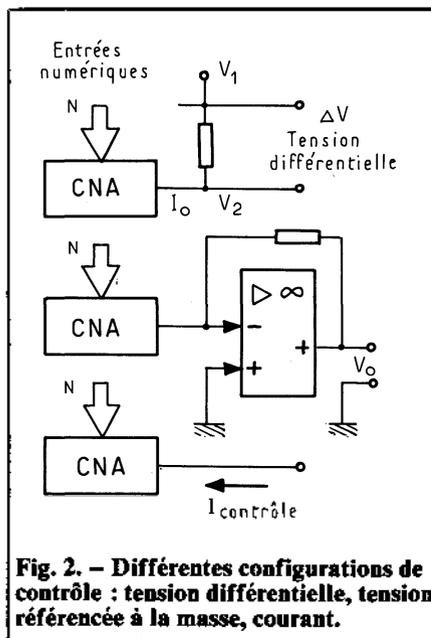


Fig. 2. - Différentes configurations de contrôle : tension différentielle, tension référencée à la masse, courant.

« sortie en courant » tel que le DAC 08. Notons aussi que l'utilisation d'un CNA peut entraîner des inconvénients si le phénomène à piloter demande une commande non linéaire.

L'un des instruments pouvant être facilement réalisé avec une commande numérique est le générateur de fonction construit autour d'un 8038. A titre de rappel, les performances optimales de ce composant se situent entre

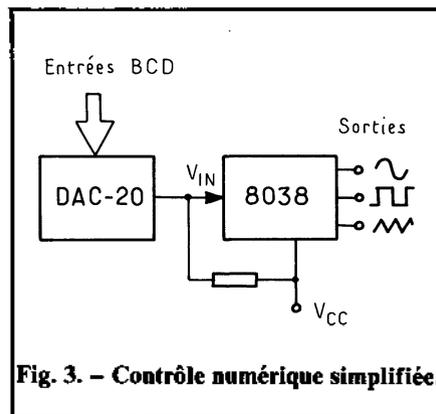


Fig. 3. - Contrôle numérique simplifiée.

0,001 Hz jusqu'à plus de 100 kHz en sinus, triangle et carré. Un circuit comprenant un 8038 et un DAC 20 (CNA à 2 digit BCD) présente un linéarité en fréquence voisine de 2% et procure une programmation numérique ainsi qu'un balayage logarithmique.

Au premier coup d'œil, on constate que la figure 3 donne le schéma de principe d'un générateur à contrôle numérique. Le 8038 est ici piloté par la tension différentielle entre V_{CC} et V_{IN} . Dans la réalité, les performances insuffisantes du 8038 imposent l'emploi d'un réseau de linéarisation. Pour mieux comprendre cet impératif, un retour au fonctionnement interne du 8038 est nécessaire. A l'ori-

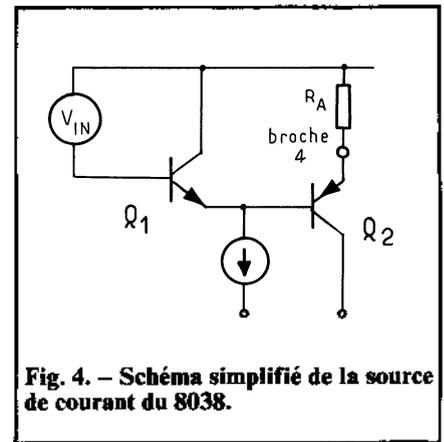


Fig. 4. - Schéma simplifié de la source de courant du 8038.

gine, le 8038 est un générateur triangulaire dont les sorties sinus et triangle dérivent par des artifices tels qu'un réseau de conformation à transistors... Le triangle est obtenu par deux sources de courant contrôlées en tension de valeur I_1 et $2 I_2$. La source I_1 fonctionne en permanence alors que $2 I_2$ est commutable. Il est ainsi possible de charger et décharger alternativement un condensateur. La figure 4 montre un schéma simplifié de l'une de ces sources (I_1). La valeur de I_1 est définie par

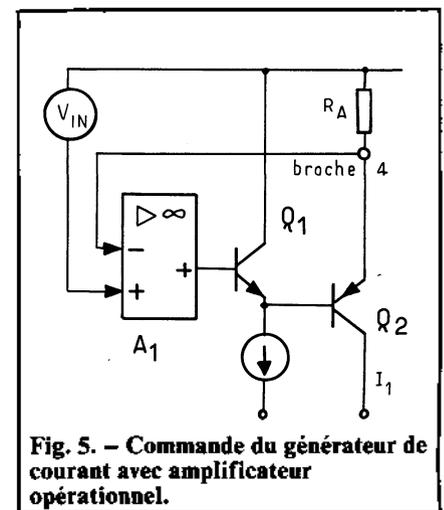


Fig. 5. - Commande du générateur de courant avec amplificateur opérationnel.

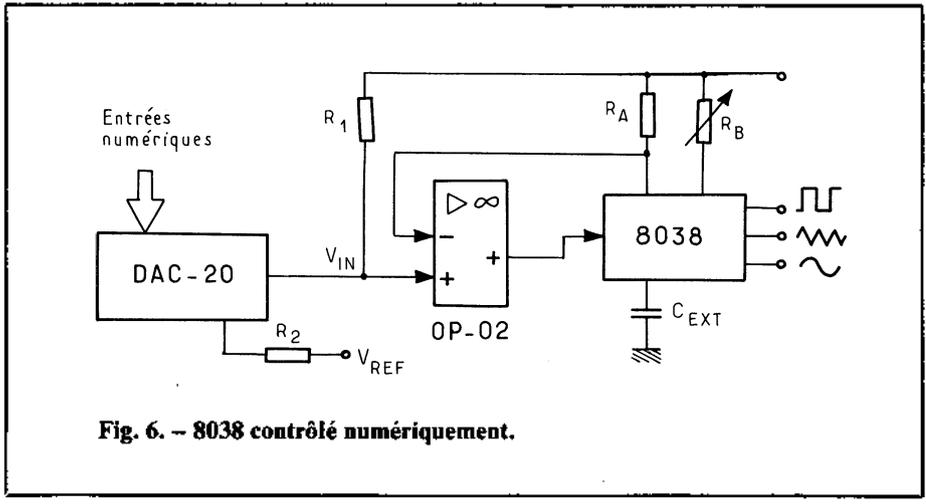


Fig. 6. -- 8038 contrôlé numériquement.

$$I_1 = \frac{V_{IN} + V_{BEQ1} - V_{BEQ2}}{R_A} \quad (1)$$

La non-linéarité apparaît clairement du fait que V_{BEQ2} varie avec I_1 , alors que ce n'est pas le cas de V_{BEQ1} .

La figure 5 propose un remède consistant à intercaler un amplificateur qui force la tension sur la pin 4 à suivre V_{IN} . De cette façon on obtient simplement :

$$I_1 = \frac{V_{IN}}{R_A} \quad (2)$$

On peut donc piloter le 8038 suivant le schéma de la figure 6. Le CNA fixe numériquement la valeur de V_{IN} et par là même la fréquence de sortie. R_A et C_{EXT} fixent la gamme de fréquence pendant

que R_1 et R_2 définissent la valeur de l'incrément. (Bien qu'il y ait deux sources de courant, la plus faible distorsion pour la sinusoïde est obtenue pour $I_1 = I_2$ ce qui permet de ne prendre en compte que R_A pour le calcul de la fréquence de sortie). Les comparateurs internes du 8038 limitent

l'amplitude du triangle à $\frac{1}{3}$ de V_{CC} .

Si $I_1 = I_2$, le temps de montée est égal au temps de descente et de ce fait

$$f_{OUT} = \frac{V_{IN}}{\frac{2}{3} V_{CC} \cdot R_A \cdot C_{EXT}}$$

La tension de sortie du CNA est alors :

$$V_{CNA} = V_{IN} = \frac{V_{REF}}{R_2} \cdot \frac{N}{100 \cdot R_1} \quad (4)$$

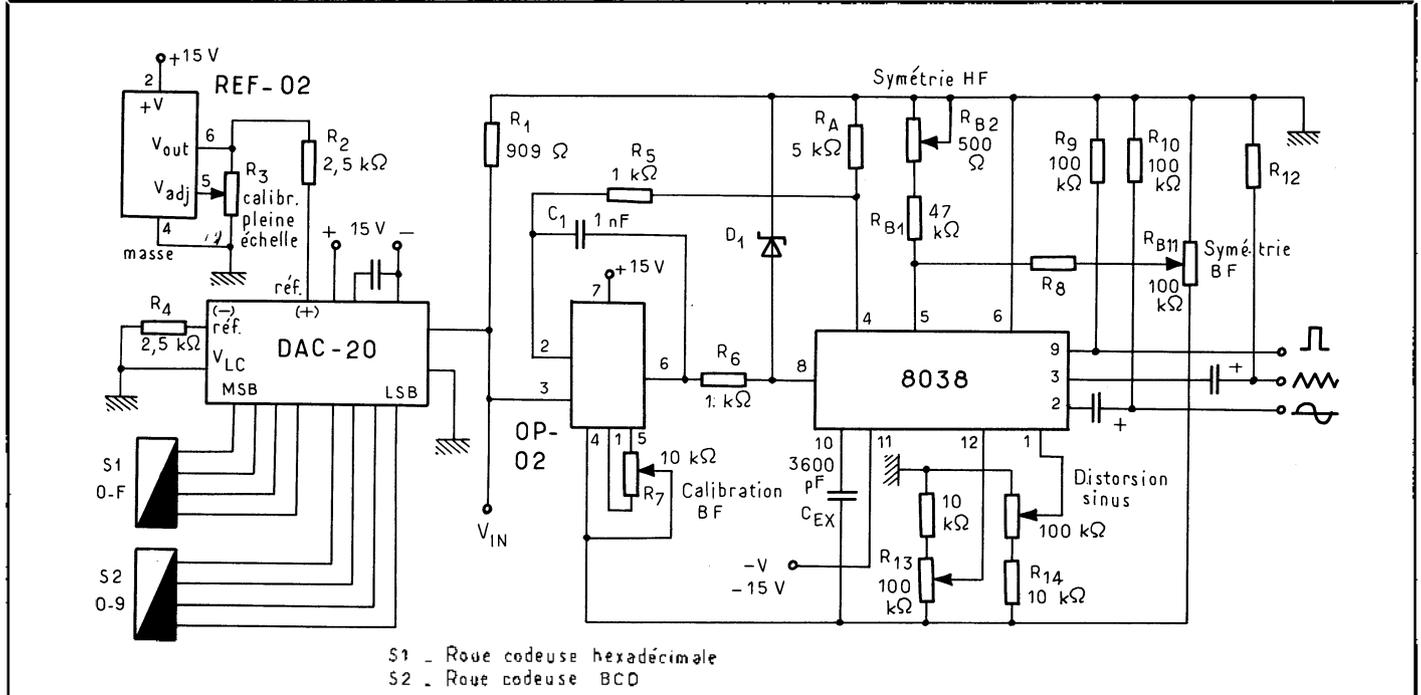
Dans cette dernière formule, N est un nombre BCD à deux digits. Le digit le plus significatif peut dépasser sa gamme jusqu'à F en hexadécimal (15 en décimal) et donc N est compris entre 0 et 159.

Le générateur complet est représenté à la figure 7.

Les valeurs indiquées permettent de fonctionner entre 100 Hz et 15,9 kHz ce qui couvre pratiquement toute la gamme « audio ». La valeur 00 devrait bloquer le générateur, mais les fuites inévitables provoquent dans ce cas un fonctionnement parasite dans la zone des 20 Hz.

S_1 et S_2 sont des zones codeuses hexadécimales et décimales respectivement. La linéarité de fréquence est meilleure que 2% sur toute la gamme et la distorsion du sinus peut être ajustée à mieux que 1% avec une variation inférieure à 0,2% sur toute la gamme.

La référence de tension $PMI REF-02$ délivre une tension très stable sur R_3 . On fixe ainsi le courant de sortie du CNA à 3,28 mA. La conversion courant-tension est effectuée par R_1 sur l'entrée non-inverseuse de l'OP-02 qui pilote la fréquence du 8038. Du D_1 et R_6 protègent celui-ci contre les transitoires à la mise sous tension alors que R_5 et C_1 stabilisent la boucle de l'amplificateur opérationnel.



S1 - Roue codeuse hexadécimale
S2 - Roue codeuse BCD

Fig. 7. -- Schéma complet d'un générateur de fonction programmable.

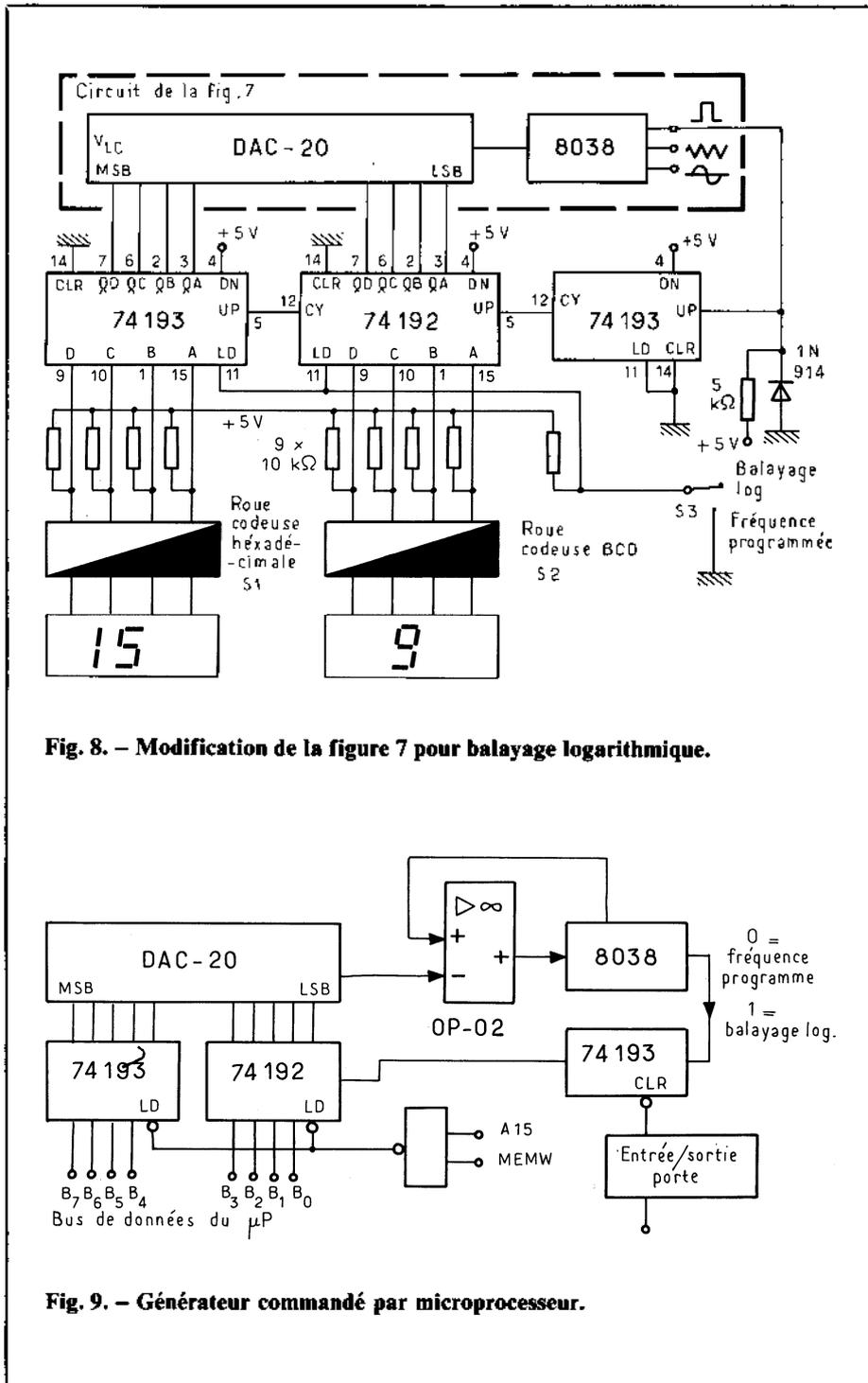


Fig. 8. - Modification de la figure 7 pour balayage logarithmique.

Fig. 9. - Générateur commandé par microprocesseur.

Pour le test des circuits « audio », un générateur à balayage logarithmique est d'un grand secours. Cette fonction est obtenue par l'adjonction de 3 circuits intégrés. La figure 8 donne le schéma d'un tel générateur.

Quand l'intérieur S₃ est fermé, le circuit travaille exactement comme celui de la figure 7. Quand il est ouvert, le 8038 produit 16 périodes pour chaque pas de fréquence. On obtient ainsi un balayage logarithmique comme le montre la formule contrôlant le compteur :

$$\text{Count} = \int \frac{f_o}{16} dt$$

Mais il faut remarquer que $f_o = 100 \text{ Count}$ donc :

$$\frac{f_o}{100} = \int \frac{f_o}{16} dt$$

ou bien encore

$$f_o = \frac{16}{100} \cdot \frac{df_o}{dt}$$

Le contrôle par microprocesseur d'un générateur de ce type est très facile puisque le DAC 20 est compatible avec toutes les familles logiques. Ainsi que le montre la figure 9, il est aisé d'utiliser le signal d'écriture en mémoire pour verrouiller les données dans les compteurs. Notons aussi que l'utilisation d'un bit d'un port d'entrée-sortie permet de sélectionner le mode balayage ou le mode programmé.

P. A.
(d'après AN-47 de PMI)

La calibration de l'ensemble est aisée. Etant donné que le réglage de symétrie agit sur la fréquence, il est nécessaire de l'effectuer tout d'abord. Avec le code hexadécimal F9 appliqué au CNA, R_{B2} est ajustée de manière à obtenir un signal carré de rapport cyclique égal à 50 %. R₁₃ et R₁₄ sont alors réglées pour que le signal sinusoïdal présente le minimum de distorsion. Ensuite, avec le code hexadécimal 01 sur le CNA ou règle R₁₁ pour un rapport cyclique de 50 % et R₇ pour obtenir 100 Hz. Enfin, avec le code hexadécimal AO, R₂ permet d'obtenir précisément 10 kHz.

Prochainement dans Toute l'Électronique

- La mesure automatique de bruit sur les transistors BF
- Utilisation de l'effet Hall
- Les oscillateurs à quartz en ECL
- Les détecteurs Pyroélectriques
- Le transistor LM 195
- Mesure des très faibles flux lumineux