



21 référence 50 Hz à partir d'une tension secteur 60 Hz

conversion de 50 Hz à 60 Hz

Ton Giesberts (Elektor)

Certaines horloges utilisent la fréquence de la tension secteur pour maintenir une précision horaire. Mais que se passe-t-il lorsqu'un circuit est conçu pour une tension secteur de 50 Hz et n'est pas compatible avec une utilisation avec une tension secteur de 60 Hz ? Cet article propose une solution simple pour la conversion de fréquence nécessaire.

Un exemple de problème lié à la conversion 50/60 Hz est l'horloge à LED publiée en 1995 [1] [3]. L'horloge a une résolution de cinq minutes, avec 144 LED disposées en cercle pour représenter 12 heures entières. Le signal de 50 Hz du secteur est divisé par 15 000 pour produire une impulsion toutes 5 minutes (1/300 Hz). La **figure 1** montre le circuit imprimé circulaire peuplé avec son impressionnant nombre de LED. Dans l'horloge à LED quasi-analogique, l'enroulement secondaire d'un transformateur de 9 VAC sert de source de signal pour la commutation de l'horloge. Cette partie du schéma original est reproduite à la **figure 2**. Pour garantir que la tension redressée de cette alimentation ne dépasse jamais la tension d'alimentation recommandée pour les séries 4000, une diode Z limite la tension à 12 VDC.

De plus, les condensateurs C6 et C7, d'une valeur nominale de 1000 μ F, sont dimensionnés pour minimiser l'ondulation de l'alimentation. Des valeurs encore plus faibles pour C6 et C7 suffiraient. Aucun régulateur de tension n'est nécessaire puisque le circuit ne contient que des circuits intégrés logiques. Le courant maximal consommé par l'horloge n'est que de quelques milliampères, bien moins que ce que le transformateur de 1,5 VA peut fournir. Avec la plupart des petits transformateurs, la tension à vide est relativement élevée. Par exemple, un transformateur Myrra 44086 de 9 V / 1,5 VA a une tension à vide de 14,5 V ! Un transformateur Block VB 1,5/1/9, avec une tension nominale de 9 V / 1,5 VA, a une tension à vide de 13 V. Les transformateurs protégés contre les courts-circuits ont parti-

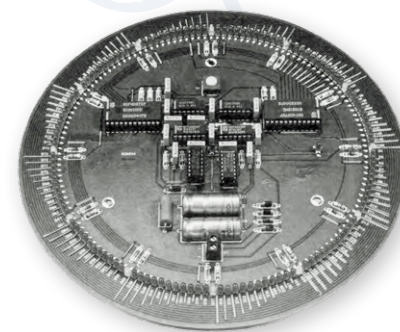


Figure 1. Un grand circuit imprimé circulaire associe quelques circuits intégrés numériques à 144 LED pour former une horloge à LED quasi-analogique.

culièrement des tensions à vide très élevées. Par conséquent, la tension alternative secondaire, lorsqu'elle est connectée à l'horloge, est probablement supérieure de quelques volts à 9 V. Le signal de tension alternative est pris avant le pont redresseur (D157...D160). La tension étiquetée « 9VAC » est un signal sinusoïdal redressé en demi-onde.

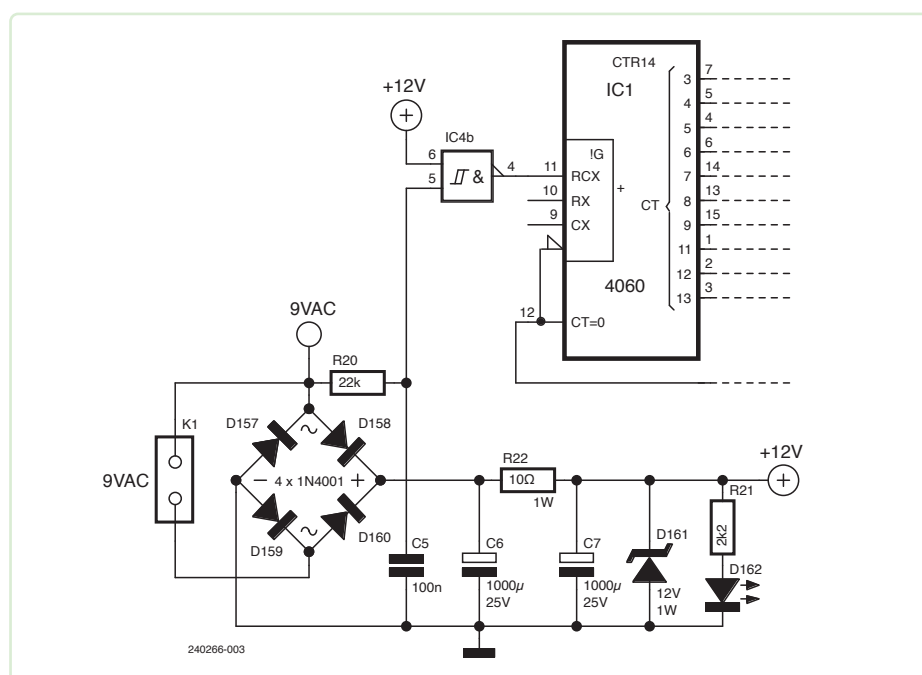


Figure 2. Le circuit de l'horloge du projet « horloge quasi-analogique ».

Solutions

Lors de la reconception pour un fonctionnement sur un réseau électrique de 60 Hz, trois options ont été envisagées. La première consistait à utiliser un oscillateur à quartz avec un quartz de 32,768 kHz comme référence. La deuxième possibilité consistait à mettre en place un diviseur réglable entre 15 000 et 18 000. Les deux solutions impliquent plusieurs modifications. La troisième tentative s'est avérée être la solution optimale : elle consiste à ajouter un petit circuit supplémentaire qui génère 50 Hz à partir de 60 Hz en sautant une impulsion toutes les 6, résultant ainsi en 50 impulsions par seconde. L'horloge fonctionne avec des circuits intégrés de la série standard 4000-logic. Pour cette tâche, l'utilisation d'un 4017, un compteur Johnson à 5 étages divisant par 10, s'avère idéale. Ce compteur a 10 sorties décodées, avec une seule sortie active à la fois.

La **figure 3** présente deux circuits de conversion de fréquence. Bien entendu, vous pouvez également utiliser ces circuits pour toute autre application où un problème similaire se pose.

Circuit A

La partie gauche de la figure 1 illustre deux des six inverseurs à trigger de Schmitt d'un 40106 (IC1) utilisés en combinaison avec un 4017 (IC2). La tension secondaire du transformateur est connectée à IC1A via le réseau RC R1/C1 qui sert à filtrer les glitches et les pics de tension provenant du transformateur, en limitant les tensions d'entrée élevées grâce à R1 et en protégeant l'entrée de la grille. La tension du transformateur est également connectée à IC1B via le réseau RC R2/C2. Dans les deux cas, l'entrée du trigger de Schmitt des inverseurs garantit que des impulsions propres sont fournies aux circuits suivants.

En connectant le reset (broche 15) à la sortie 6 (broche 5), cette sortie devient active à la 6^{ème} impulsion, le compteur est remis à zéro et la sortie 0 (broche 3) devient active. Cette sortie pilote la grille du MOSFET T1, un BS170. Le choix spécifique du transistor n'est pas critique, un 2N7000 peut également être utilisé. La sortie 0 est active pendant une période de la fréquence du secteur ; par

conséquent, une impulsion est supprimée en mettant à la masse l'entrée de IC1A avec T1. R3 limite le courant de décharge de C1 à une valeur sûre ; avec un timing approprié, T1 devient passant lorsque la tension aux bornes de C1 est presque 0 V. C1 est plus faible que C2, et le plus grand déphasage causé par R2/C2 aide également à prévenir les glitches de se produire à la sortie de IC1A. Il est possible d'utiliser n'importe laquelle des sorties 0 à 5 pour piloter T1. Le diagramme de temps de la **figure 4** représente le signal de sortie.

Circuit B

Si, au lieu de deux inverseurs 40106, on utilise deux portes NAND à 2 entrées d'un 4093, nous pouvons réaliser la même fonction que celle avec le circuit A, sans nécessiter un transistor supplémentaire. Ces portes NAND sont également dotées des entrées à trigger de Schmitt. La sortie de retenue CT ≥ 5 (pin 12 ; également connue sous le nom de /Q5-9 ou de *terminal count*) est utilisée pour activer IC1A. La sortie de retenue (carry) reste à l'état haut pendant les cinq premières impulsions d'horloge, permettant le passage de cinq impulsions à IC1A alors que chaque sixième impulsion est bloquée. Comme dans le Circuit A, la sortie 6 est connectée au reset, et lorsqu'elle est active, le compteur se réinitialise, et le cycle recommence.

Figure 3. Deux circuits (similaires) pour convertir un signal de 60 Hz en un signal de 50 Hz.

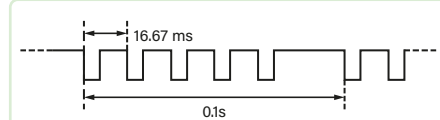


Figure 4. La synchronisation des circuits A et B est la même.

Remarques

Si on utilise un compteur de fréquence pour mesurer la fréquence de sortie, la lecture peut montrer une déviation instable de 50 Hz si le temps de porte du compteur ne correspond pas à un multiple de six périodes de la tension du secteur. Le courant d'alimentation des circuits n'est qu'une fraction de milliampère. ◀

240266-04

Questions ou commentaires ?

Contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



Produits

➤ **Waveshare Horloge numérique multi-fonctions couleur RGB pour Raspberry Pi Pico (64 x 32)**
www.elektor.fr/20094

➤ **Analyseur logique USB (8 voies, 24 MHz)**
www.elektor.fr/20531

LIENS

[1] P. Hogenkamp, « Quasi-analog Clockwork », Elektor 1/1995: <https://elektormagazine.com/magazine/elektor-199501/33259>

[2] Fiche technique du 4017 : <https://ti.com/product/CD4017B>

[3] Kit Elektor Quasi-Analog Clockwork : <https://tinyurl.com/yjw3kzhd>