

19 Générateur PWM simple avec AVR ATtiny13

Thomas Dausner (Allemagne)

La commutation modulée en largeur d'impulsion est une technique efficace pour contrôler la puissance dissipée dans une charge. Cette conception simple à quatre composants permet de construire un générateur PWM réglable à l'aide d'un petit microcontrôleur à 8 broches. Vous disposez peut-être déjà d'un microcontrôleur AVR prêt à être utilisé. Il vous suffit d'ajouter quelques composants pour construire ce générateur PWM utile.

Pour l'un de mes projets récents, j'avais besoin de contrôler l'alimentation d'une matrice de LED étanche. Le réseau était composé de dix LED rouges CREE XP E2 de 1 W 75 lm/W et de cinq LED Cree XM-L blanc chaud de 3 W 73 lm/W montées sur un bloc d'aluminium de 35 mm de hauteur et de 53 mm de diamètre. Je n'étais pas sûr de la luminosité, des pertes de puissance et de la température de fonctionnement avant de commencer, j'ai donc effectué quelques tests préliminaires pour évaluer tous ces facteurs. Pour cela, je recourais à un contrôleur de puissance, que je pouvais régler à l'aide d'un signal PWM. Le projet de LED subaquatique devait être mis en œuvre avec un petit microcontrôleur ATtiny44 d'Atmel (désormais Microchip) pour contrôler le courant moyen des LED via la commutation modulée en largeur de l'étage de puissance (PWM). Avant de commencer à travailler sur le design, j'ai construit ce simple générateur PWM autonome utilisant un ATtiny13 sur une platine d'essai.

Génération du signal PWM

Le générateur PWM construit sur une platine d'essai (**figure 1**) fonctionne à 9,6 MHz lorsque le fusible diviseur de l'horloge du système est désactivé. En mode PWM rapide, la fréquence du signal PWM peut être calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$f_{\text{PWM}} = f_{\text{CPU}} / (256 * n)$$

n est le paramètre du prescaler qui peut prendre cinq valeurs possibles. Les fréquences théoriques et réelles mesurées sont indiquées dans le tableau des facteurs de division. En l'utilisant, la fréquence peut être réglée sur l'un des cinq niveaux de 37 Hz à 38 kHz, ce qui donne une

Tableau 1. Facteurs de division.

n	$f_{\text{theor.}}$	f_{real}
1	37.500,00 Hz	38.100,0 Hz
8	4.687,50 Hz	4.750,0 Hz
64	586,00 Hz	594,0 Hz
256	146,48 Hz	148,0 Hz
1024	36,62 Hz	37,1 Hz

plage de fréquences de trois ordres de grandeur.

L'impulsion PLI (ou largeur d'impulsion) est générée par un compteur à huit bits (256 dans la formule ci-dessus). Une valeur de 8 bits indique le moment où la sortie passe de l'état bas à l'état haut, pour que la largeur d'impulsion peut être réglée très facilement pour obtenir un rapport marque/espace compris entre 0,4 % et 99,6 % environ.

Grâce à ces informations, vous pouvez simplement soit écrire la fréquence et le rapport cyclique marque/espace souhaités dans le programme du processeur, soit régler ces deux paramètres via une entrée numérique ou même via une entrée série du microcontrôleur. Je voulais faire plus simple pour mes expériences, j'ai donc choisi d'utiliser deux entrées analogiques auxquelles j'ai appliqué une tension variable à l'aide de deux potentiomètres. Le circuit résultant est montré sur la **figure 2**. Au total, il fait appel à quatre composants seulement et comprend un microcontrôleur, un petit condensateur de découplage et deux potentiomètres. Le circuit est très simple et offre une grande polyvalence.

Le code C associé est disponible en téléchargement gratuit [1]. Vous pouvez facilement le modifier pour vos propres besoins (en utilisant l'IDE MPLAB X de Microchip [2] par exemple) et vous pouvez également l'adapter à d'autres types de microcontrôleurs.

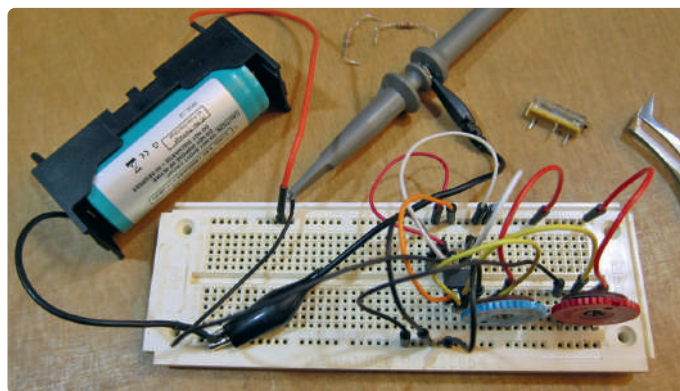


Figure 1. Le prototype de l'auteur sur une platine d'essai utilise deux trimmers « standards ».

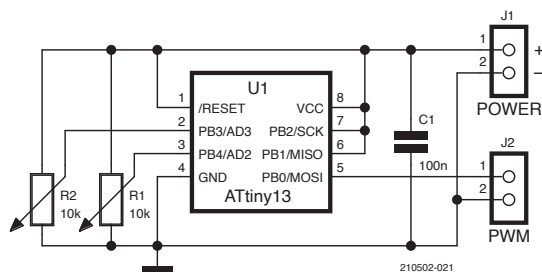


Figure 2. Le circuit simple du générateur PWM n'utilise que quatre composants.

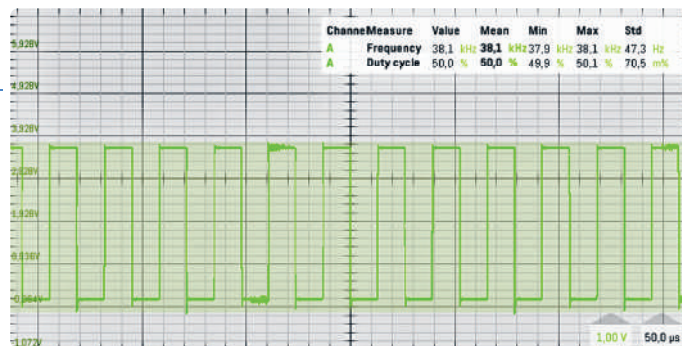


Figure 3. Forme d'onde d'un signal de sortie carré symétrique avec un rapport cyclique de 50 % à une fréquence d'environ 38 kHz.

Résultats

En pratique, les cinq fréquences possibles peuvent être sélectionnées avec un potentiomètre. Les choses sont différentes si l'on souhaite obtenir un rapport cyclique stable. Par exemple, si vous voulez un rapport marque/espace de 50 % exactement, cela devient assez délicat avec un potentiomètre normal. Je ne possède pas l'habileté manuelle nécessaire pour le faire correctement. J'ai donc remplacé le potentiomètre R1 par un trimmer à 10 tours. Le réglage PWM devient plus facile et plus précis.

Les deux potentiomètres sont connectés entre Vcc et la masse de sorte que le niveau de tension au contact du curseur relié aux broches d'entrée à haute impédance du microcontrôleur peut être réglé entre la masse et Vcc. La valeur réelle de ces deux potentiomètres n'est pas critique ; ils fonctionnent simplement comme un réseau diviseur de tension réglable. Les valeurs qui offrent un bon compromis entre la puissance dissipée et les faibles niveaux détectés d'interférences sont comprises entre 4,7 kΩ et 100 kΩ.

Les deux captures d'écran indiquent que les signaux générés pourraient être utiles pour de nombreuses applications. La **figure 3** montre un signal symétrique (onde carrée) avec la fréquence la plus élevée de 38 kHz, et la **figure 4** montre des impulsions d'aiguille étroites avec une largeur d'environ 0,4 % à une fréquence de 4,75 kHz.

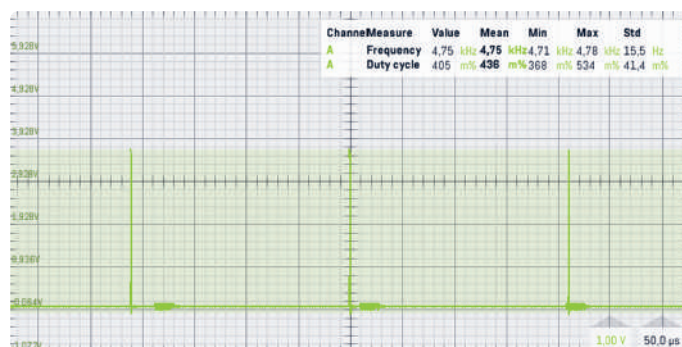


Figure 4. Forme d'onde montrant un signal PWM avec un faible rapport marque/espace d'environ 0,4 % à une fréquence de 4,75 kHz.

La fréquence du signal de sortie est suffisamment stable pour la plupart des applications ; elle est déterminée par le générateur d'horloge du processeur interne et ne dérive que légèrement. On pourrait améliorer la stabilité en utilisant un quartz externe pour obtenir des valeurs de l'ordre de 50 ppm. Dans ce cas, vous devriez adapter le code et les fusibles, mais cela vous donnerait également l'avantage de générer presque n'importe quelle plage de fréquences. Le code de l'application est stocké dans la mémoire flash intégrée de 1 ko.

210502-04



À propos de l'auteur

Thomas Dausner (Dipl. Ing. FH) est un ingénieur en électronique. Après avoir obtenu son diplôme en 1983, l'influence de l'informatique devenait de plus en plus importante dans les environnements de développement des laboratoires et l'attention s'est portée vers le développement de logiciels plutôt que vers le matériel. C'est l'étude d'articles parus dans Elektor qui l'a inspiré à développer des applications utilisant des microcontrôleurs dans les années 2000. En plus de l'électronique et du développement d'applications web full-stack, Thomas est un instructeur de plongée et un photographe sous-marin passionné.

Des questions, des commentaires ?

Contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



Produits

- JYE Tech FG085 miniDDS Function Generator DIY Kit (SKU 17468) www.elektor.fr/17468
- OWON SDS1022 2-ch Digital Oscilloscope (20 MHz) (SKU 18898) www.elektor.fr/18898
- LabNation SmartScope USB Oscilloscope (SKU 17169) www.elektor.fr/17169

↓ Télécharger le projet

www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22



LIENS

- [1] Code pour ATtiny13: <https://www.elektormagazine.fr/summer-circuits-22>
- [2] Microchip MPLAB X IDE : <https://www.microchip.com/en-us/tools-resources/develop/mplab-x-ide>
- [3] Fiche technique d'ATtiny13 : <https://www.microchip.com/en-us/product/ATtiny13>