

# 38 un minuteur pour des délais ultra-Longs

réglez-le et oubliez-le !

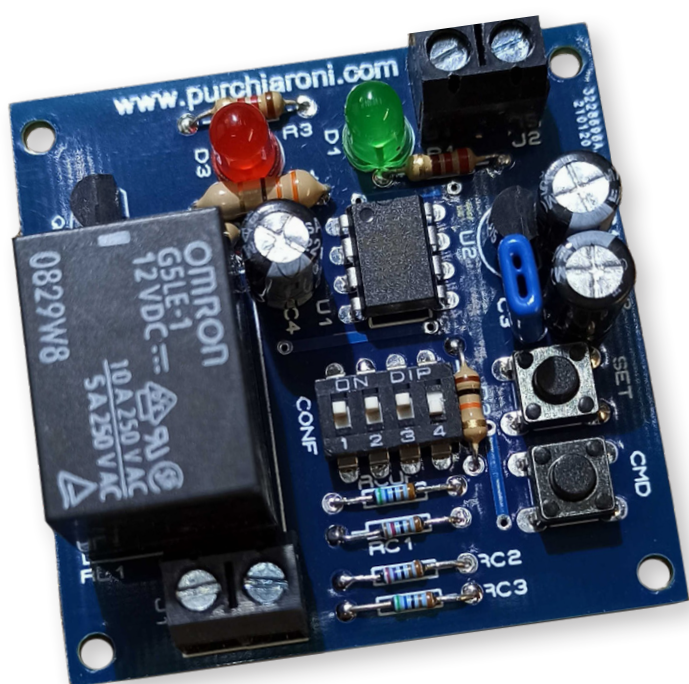


Figure 1. Le timer finalisé.

Stefano Purchiaroni (Italie)

Ce circuit à relais basé sur un microcontrôleur est capable d'activer des appareils à distance après un délai pouvant atteindre jusqu'à 255 ans. Cette solution est idéale pour des applications nécessitant le déclenchement d'actions dans des lieux éloignés ou peu fréquentés.

La gestion d'événements programmés dans un avenir relativement lointain offre de vastes possibilités, en particulier dans les régions éloignées dépourvues de surveillance humaine. Par exemple, un ami avait besoin d'activer le chauffage d'une maison éloignée à l'approche de l'hiver, bien qu'il ne visite cet endroit qu'en été. Le circuit que nous présentons ici est un relais temporisé, conçu pour des intervalles allant d'une seconde à 255 ans. Bien entendu, il est peu probable que les composants durent plusieurs siècles, mais il est raisonnable de s'attendre à ce qu'ils restent opérationnels pendant plusieurs décennies. À titre d'illustration, je possède encore des appareils électroniques des années 1970 qui fonctionnent parfaitement. L'appareil final est illustré à la **figure 1**.

**Tableau 1. Réglage de l'unité de temps.**

0 = ouvert, 1 = fermé (marqué « On »), X = Aucune importance

Inter-rupteur 1	Inter-rupteur 2	Inter-rupteur 3	Unité de temps	Nombre de clignotements de la LED
1	1	X	secondes	1
1	0	1	minutes	2
1	0	0	heures	3
0	1	1	jours	4
0	0	0	semaines	5
0	1	0	mois	6
0	0	1	année	7

## Circuit

Le matériel a été volontairement minimaliste ; le schéma complet du circuit est présenté à la **figure 2**. Nous avons utilisé un microcontrôleur PIC12F683 de Microchip, dont l'horloge RC interne est cadencée à une fréquence de 4 MHz, et un commutateur DIP à quatre positions qui constitue l'interface principale pour l'utilisateur. Trois des interrupteurs permettent de choisir l'unité de mesure du temps parmi les secondes, minutes, heures, jours, semaines, mois et années. Pour les configurations spécifiques de chaque position des interrupteurs, veuillez consulter le **tableau 1**. Si vous envisagez d'utiliser ce timer pour une période fixe sans prévoir de modifications ultérieures, vous pouvez retirer le commutateur DIP *CONF* et remplacer les interrupteurs fermés par des cavaliers.

Chaque interrupteur est connecté en parallèle à l'une des trois résis-

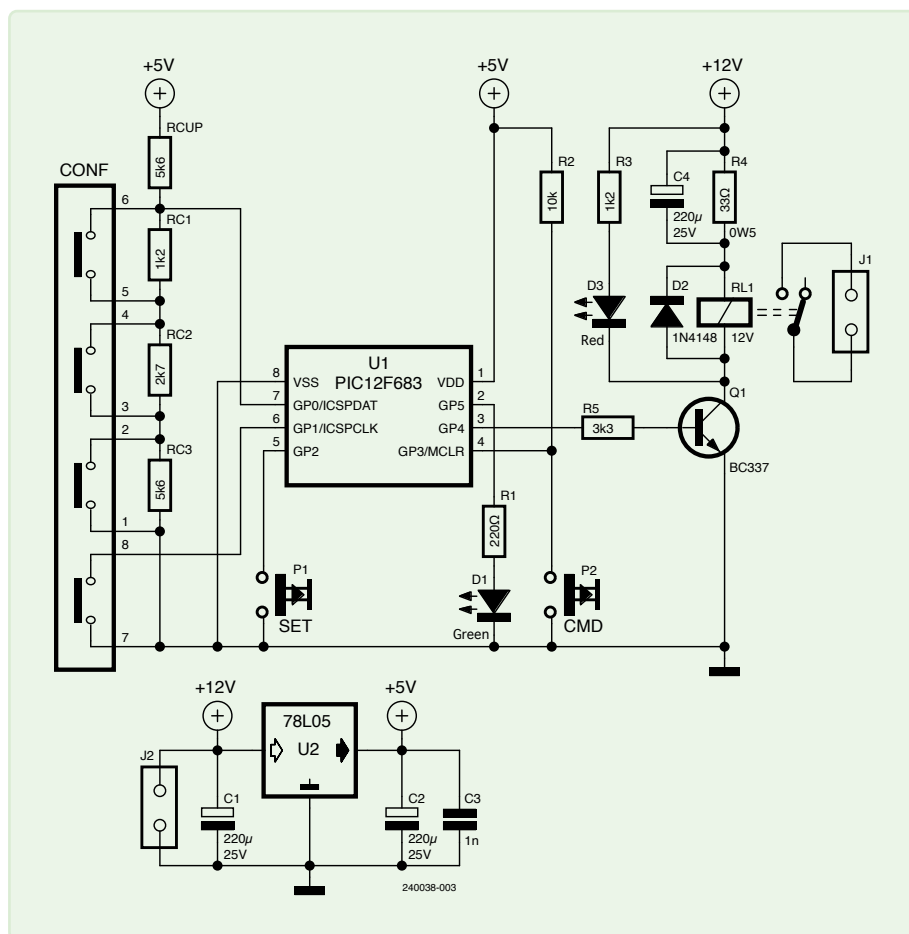


Figure 2. Schéma du circuit

tances RC1, RC2 et RC3, qui sont connectées en série pour former un diviseur de tension de Vdd à la masse avec la résistance RCUP. La tension à la sortie de ce diviseur est mesurée par l'ADC du PIC sur la broche 7. Cela permet au microcontrôleur de distinguer les huit configurations possibles des interrupteurs en utilisant une seule broche d'E/S. Le quatrième interrupteur du commutateur DIP est dédié à la gestion du comportement du relais : si ce commutateur est en position fermée (ON), le relais restera désactivé pendant le décompte et s'activera à son issue. S'il est en position ouverte, le relais restera désactivé. Une fois qu'un relais a été alimenté et que ses contacts sont fermés, il est possible de réduire la tension appliquée à sa bobine tout en maintenant le relais en fonction. La réduction de la tension de la bobine permet de diminuer la consommation d'énergie et de nombreux fabricants de relais proposent des schémas de circuits pour réaliser cette opération. J'ai choisi d'utiliser un circuit RC parallèle en série avec la bobine. Le condensateur C4 assure une activation rapide du relais (lorsque Q1 est activé, la bobine reçoit immédiatement la pleine tension), puis la résistance R4 réduit le courant d'équilibre dans la bobine. Vous pouvez construire le timer en fabriquant un circuit imprimé, soit en utilisant les fichiers Gerber disponibles sur [1], soit en le gravant vous-même ; pour ce faire, utilisez la disposition en noir et blanc que vous trouverez également sur [1], en veillant à respecter une taille d'impression de 50 mm x 50 mm. La disposition est illustrée dans

la **figure 3**. Si vous optez pour une gravure à domicile, le circuit imprimé peut être réalisé en simple face et vous pouvez remplacer les trois pistes de la deuxième face par des cavaliers. Nous avons utilisé un adaptateur 12 V capable de fournir au moins 500 mA pour alimenter le circuit ; vous pouvez récupérer un adaptateur d'un vieux routeur ou d'un appareil similaire. Le timer est conçu pour être alimenté en permanence, cependant, il peut tolérer de brèves interruptions de courant. Durant le décompte, le temps restant est périodiquement enregistré dans l'EEPROM interne du PIC. Ainsi, en cas de coupure, le décompte peut reprendre à partir de la dernière valeur enregistrée dès que l'alimentation est rétablie.

### Fonctionnement du timer

Au démarrage, le timer indique l'unité de temps sélectionnée par un nombre spécifique de clignotements courts de la LED : un clignotement pour les secondes et sept pour les années. Pour plus de détails, référez-vous au **tableau 1**. Commencez par configurer l'unité de temps et la configuration de sortie pour le relais avec le commutateur DIP. À ce stade (l'unité de temps est fixée, mais pas le délai nécessaire), il est possible de tester le relais en appuyant sur le bouton **CMD**. Ensuite, appuyez brièvement sur le bouton

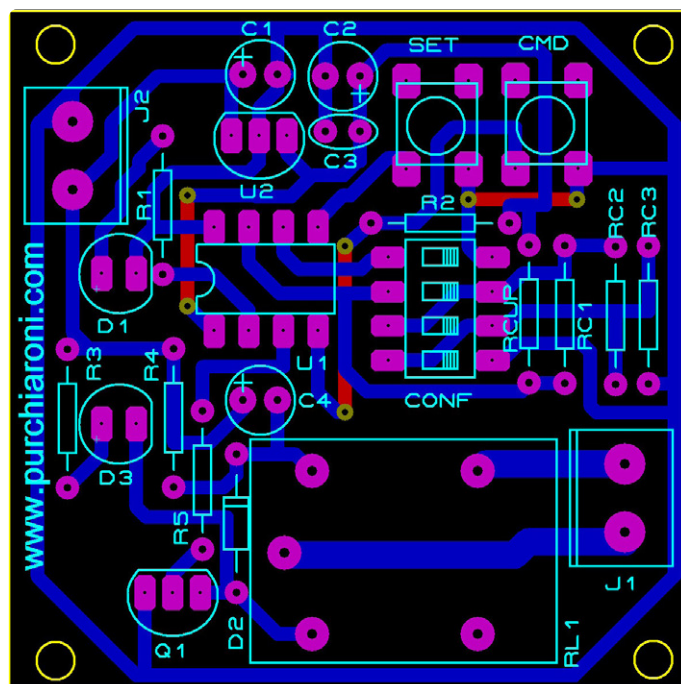


Figure 3. Disposition du circuit imprimé.

**SET** pour augmenter le délai, ajoutant une unité à chaque pression selon le besoin. Si vous maintenez le bouton enfoncé pendant plus de cinq secondes, cela réinitialisera le temps à zéro, vous permettant de recommencer le réglage. En modifiant la position des trois premiers commutateurs DIP, il est possible de régler un délai spécifique en combinant différentes unités de temps. Par exemple, une heure + 3 minutes + 15 secondes.

Vous pouvez lancer le comptage en appuyant sur le bouton **CMD**. La LED verte D1 clignotera une fois par seconde pour confirmer que le compteur est actif. Pendant le comptage, une pression sur le bouton **CMD** vous permettra de visualiser le temps restant, indiqué par une série de clignotements longs et courts de la LED, conformément aux indications du **tableau 2**. Pour arrêter et réinitialiser le comptage, appuyez sur **SET** puis sur **CMD** en maintenant **SET** enfoncé. Une fois le comptage achevé, vous pouvez le relancer en appuyant sur le bouton **CMD**.

## Logiciel

Le code source en C et le fichier HEX compilé avec MikroC v8.2 sont disponibles à l'adresse [1]. Le programme utilise deux variables : **Des** est la durée définie par l'utilisateur, **Rem** est la durée restante du comptage en cours. Au démarrage, les broches d'entrée/sortie sont configurées et **TMR1** est réglé pour déclencher une interruption toutes les 100 ms. Les valeurs stockées pour **Des** et **Rem** sont récupérées

**Tableau 2. Lecture du temps restant.**

Unité utilisée	Clignotements longs	Clignotements courts
Années	Années	Mois
Mois	Mois	Semaines
Semaines	Semaines	Jours
Jours	Dizaines de jours	Jours
Heures	Dizaines d'heures	Heures
Minutes	Dizaines de minutes	Minutes
Secondes	Dizaines de secondes	Secondes

**Tableau 3. Intervalles entre les cycles d'écriture dans l'EEPROM.**

Unités de temps	Intervalle entre deux sauvegardes	Durée de vie de l'EEPROM
Secondes	10 secondes	1 million de secondes
Minutes	10 secondes	16000 minutes
Heures	2 minutes	3300 heures
Jours	15 minutes	1000 jours
Semaines	1 heure	600 semaines
Mois	1 heure	140 mois
Années	1 jour	270 ans



## Liste des composants

### Résistances

Toutes les résistances sont de 0,25 W, sauf indication contraire

RC1 = 1,2 kΩ, 1 %

RC2 = 2,7 kΩ, 1 %

RC3, RCUP = 5.6 kΩ, 1 %

R1 = 220 Ω

R2 = 10 kΩ

R3 = 1,2 kΩ

R4 = 33 Ω, 0,5 W

R5 = 3,3 kΩ

### Condensateurs

C1, C2, C4 = 220 µF, 25 V

C3 = 100 nF, céramique

### Divers

U1 = PIC12F683

U2 = 78L05

Q1 = BC337

D1 = LED verte de 5 mm

D2 = 1N4148

D3 = LED

CMD, SET = interrupteur tactile de 6 mm

CONF = Commutateur DIP, 4 voies

J1, J2 = Bornes à vis

RL1 = Relais, bobine 12 V

depuis l'EEPROM, et l'unité de temps sélectionnée est indiquée par un nombre spécifique de clignotements de la LED. Si la valeur de **Rem** est différente de zéro, le timer est alors lancé.

Dans la boucle principale, l'état des interrupteurs tactiles **CMD** et **SET** est surveillé, ainsi que l'état du quatrième interrupteur du commutateur DIP, permettant ainsi de modifier à la volée le comportement du relais si nécessaire. La boucle principale gère également le clignotement de la LED d'état toutes les secondes, de sauvegarder périodiquement le temps restant dans l'EEPROM (dans ce cas, un clignotement supplémentaire de la LED est émis) et enfin de modifier l'état de la sortie du relais lorsque le temps prédéfini est écoulé.

## Précision

Le microcontrôleur utilise son oscillateur interne basé sur un réseau RC, qui a une précision d'environ 1%. Il en résulte une imprécision de la synchronisation, généralement acceptable pour les applications envisagées pour ce circuit. Il serait également possible de reconcevoir le circuit en utilisant un oscillateur à quartz pour améliorer la précision. Pour simplifier la programmation dans ce projet, les mois sont considérés comme des unités standard de 30 jours, et les années comme des unités de 12 mois (360 jours) sans tenir compte des années bissextiles. Cette approximation doit être prise en considération lors de la configuration des durées.

Étant donné que l'oscillateur présente une précision d'environ 1% et que la durée programmable varie de 1 à 255, l'erreur dépendra directement de la durée définie. Au maximum, cela représente 2,55 secondes (que nous arrondirons à 2,6 secondes) lorsque le timer est réglé sur 255 secondes, et jusqu'à 2,6 ans si le réglage est de 255 ans. Par exemple, pour une période de six mois (soit entre 26 et 28 semaines), l'erreur maximale estimée de comptage serait d'environ deux jours.


## Protection contre les coupures de courant

Le PIC sauvegarde périodiquement le temps restant dans son EEPROM, une durée de vie limitée en termes. Afin de la préserver, il est crucial de limiter la fréquence des écritures. De ce fait, lors de la reprise du comptage après une coupure de courant, une légère imprécision s'introduit dans le calcul du temps restant. Bien entendu, la durée de la coupure de courant contribue à l'erreur de synchronisation.

La périodicité des écritures dans l'EEPROM est détaillée dans le **tableau 3**, ainsi que la durée de vie prévue de l'EEPROM estimée à partir d'une moyenne de 100 000 cycles d'écriture autorisés. Ce circuit est particulièrement optimisé pour des délais exprimés en jours, semaines, mois ou années, pour maximiser la longévité de l'EEPROM. Lorsque la zone de l'EEPROM utilisée par ce projet est saturée, il est possible de reprogrammer le microcontrôleur en ajoutant un décalage à la valeur `EEPROM_OFFSET` à la ligne 30 du code, ou de remplacer le microcontrôleur par un nouveau.

## Améliorations possibles

Parmi les améliorations possibles, l'utilisation d'un condensateur pour alimenter le PIC lors d'une coupure de courant, pendant la courte durée nécessaire pour enregistrer le temps restant. Cela permettrait de réduire les écritures sur l'EEPROM et prolongeant sa durée de vie. De plus, l'utilisation d'un quartz peut améliorer la précision du comptage, mais cela nécessiterait d'utiliser un microcontrôleur à 14 ou 18 broches. Dans ce cas, il serait possible d'utiliser un écran LCD pour afficher le temps

restant et d'autres paramètres, et d'ajouter des boutons supplémentaires pour introduire de nouvelles fonctions. En outre, un encodeur rotatif avec bouton-poussoir intégré pourrait être utilisé pour contrôler l'appareil. 

240038-04

## Questions ou commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur ([info@purchiaroni.com](mailto:info@purchiaroni.com)), ou contactez Elektor ([redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr)).



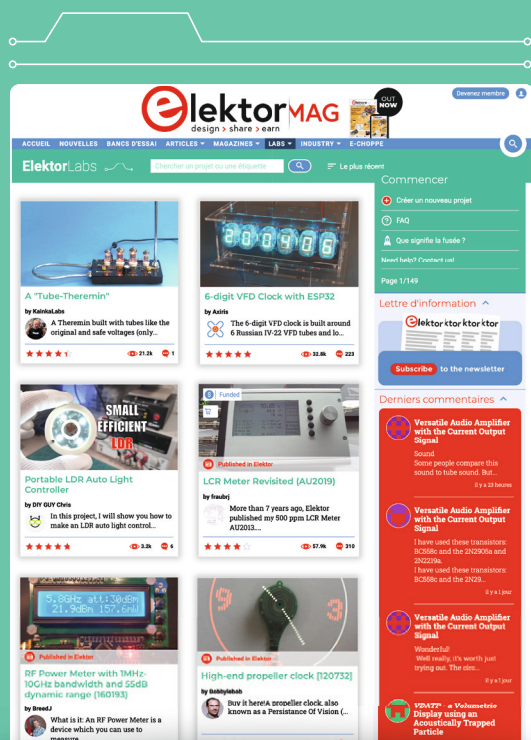
## Produits

➤ **Andrew Pratt, *Programming the Finite State Machine* (Elektor 2020)**  
[www.elektor.fr/19327](http://www.elektor.fr/19327)

➤ **Microchip MPLAB PICKit 5 Débugueur/ programmeur en-circuit**  
[www.elektor.fr/20665](http://www.elektor.fr/20665)

## LIEN

[1] Téléchargements : <http://elektormagazine.fr/240038-04>

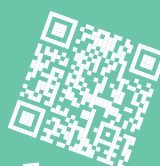


**Partagez vos projets dès maintenant !**  
[www.elektormagazine.fr/e-labs](http://www.elektormagazine.fr/e-labs)

Stimulez vos innovations en électronique avec

# ElektorLabs

- Partage gratuit de projets
- Soutien d'experts
- Opportunités de collaboration
- Accès à des ressources exclusives
- Publication dans la magazine Elektor



**elektor**  
design > share > earn