

tocante du temps qui reste

quelque part entre analogique et numérique



Jörg Trautmann
(Allemagne)

Objet amusant et nouveau, parfois dénué d'utilité ; innovation ou solution dont l'efficacité est mise en doute : c'est la définition du gadget dans le Petit Robert. Rien que le titre de ce projet vous met déjà au parfum : une horloge qui indique en % ce qui reste de la journée !

On achète les choses dont on a le besoin, réel ou imaginaire, les choses pratiques ou amusantes. Les *gadgets* donnent envie d'acheter pour acheter, c'est le bon filon commercial. Le *bidule*, on ne s'en servira probablement pas, mais... impossible de s'en passer. C'est dans cette niche que tique-taque la tocante du temps qui reste.

Il m'arrive de me lever à midi, et alors ? C'est bien mon droit ! L'horloge indique douze heures, c'est tout. La moitié de la journée est passée et j'ai vraiment bien dormi, merci. Dans *Les vieux*, Jacques Brel chantait *la pendule d'argent qui ronronne au salon, qui dit oui, qui dit non et puis qui nous attend*. Le phi-

losophe Sénèque n'écrivait-il pas que le temps est notre seul trésor, que tout le reste n'est qu'emprunt ? C'était il y a deux mille ans ! Il persuadait son ami Lucilius de reprendre possession du temps qu'on lui enlève ou qu'il perd sans y penser, mais qui le rapproche inexorablement de la mort.

Voulez-vous suivre le conseil de Sénèque ? La présente tocante vous y aidera.

Le cadran de jauge du carburant dans la voiture offre une excellente comparaison. Tant qu'elle indique plus de 50 %, on est à l'aise. Plus bas, on commence déjà à se demander quand il faudra faire le plein. La posi-

tion de l'aiguille d'un instrument analogique s'interprète instantanément : pour être compris, *moins de la moitié* ou *presque plein* ne demande aucun effort mental.

Il en va de même pour prendre conscience du moment de la journée, la petite aiguille de la pendule nous le situe sans équivoque, c'est intuitif et quotidien. On ne fait pas plus éloquent que l'analogique. Disons qu'il est maintenant quatorze heures. Cela suggère qu'il reste encore pas mal de temps aujourd'hui. Si l'on vous dit qu'il ne reste déjà plus qu'environ 40 % de la journée, la sensation est fort différente...

Trêve de digressions philosophiques, passons à un projet concret en précisant d'abord ce que nous voulons :

- l'affichage du temps qui reste sur un instrument à cadre mobile
- l'affichage numérique du temps réel

- l'affichage numérique du temps qui reste en pourcentage
- la précision la plus grande possible
- une alimentation de secours en cas de panne secteur
- peu de composants externes
- la facilité de construction

Le circuit

Examinons d'abord comment indiquer en pourcentage, sur un instrument à cadre mobile, le temps qui reste. Partons du fait qu'à minuit, donc à 00:00:00 h, il reste 100 % de la journée et que 23:59:59 h plus tard, il n'en restera que 0 %. Tout électronicien a déjà en tête une modulation de largeur d'impulsion (MLI) dont le rapport cyclique irait de 0 à 100 % pour entraîner l'aiguille d'un bout à l'autre de l'échelle. Le microcontrôleur ATmega8 d'Atmel de la **figure 1** dispose d'un

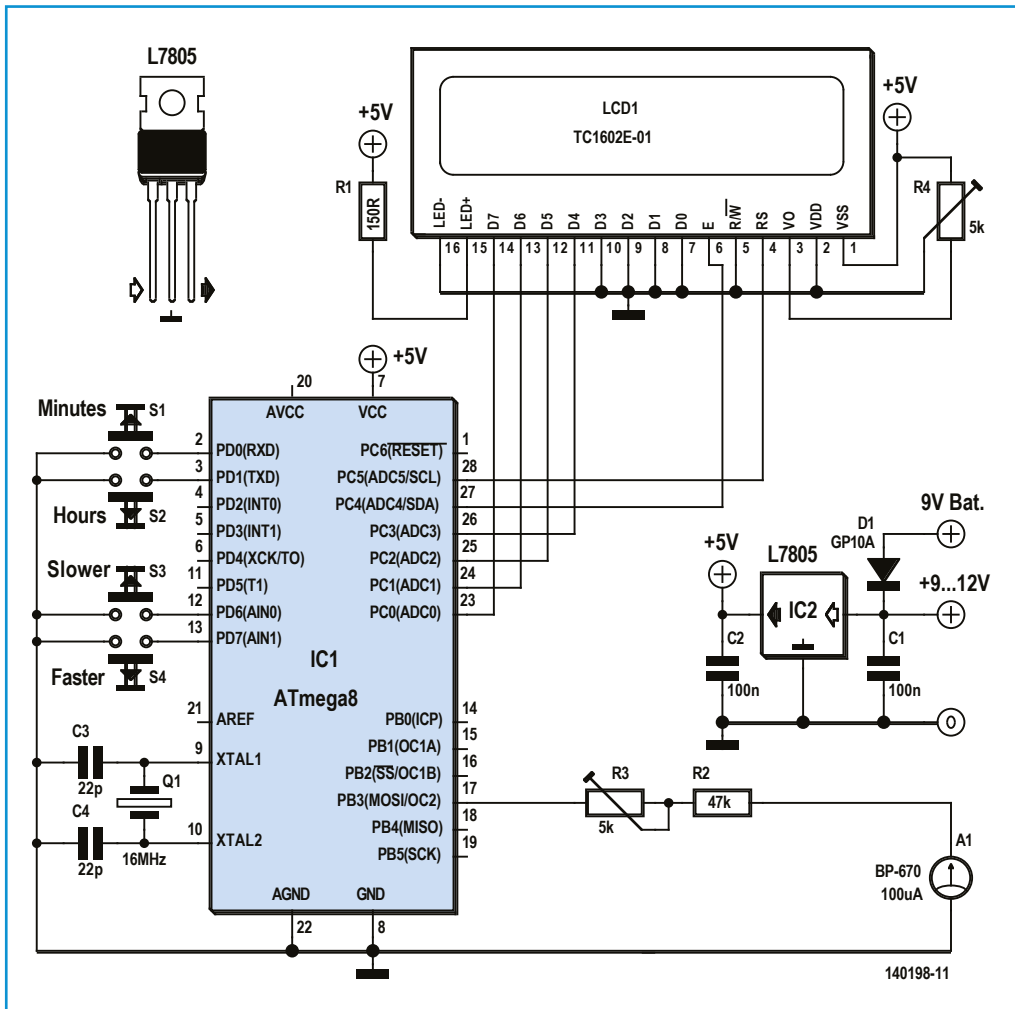


Figure 1. Le schéma de la tocante du temps qui reste, concentrée dans le contrôleur ATmega8.

modulateur de largeur d'impulsion, il convient donc parfaitement pour cette fonction.

Pour figurer la durée d'un jour sur une échelle de 0 à 100, il faut passer par quelques calculs. Il y a 1 440 minutes dans 24 heures. À 1 % correspondent 14,4 minutes. Avec une résolution de 8 bits, le rapport cyclique de la MLI peut varier entre 0 et 255, il a donc une résolution de 0,39 %. Une valeur plus que suffisante, puisqu'elle se distingue à peine sur une échelle graduée de 0 à 100. Pour pousser à pleine déviation l'aiguille d'un ampèremètre de 100 µA, il faut une résistance de 50 kΩ sur une tension de 5 V. Le réglage fin s'opère sur le potentiomètre d'ajustage R3 en série avec la résistance R2.

Le µC ATmega8 fait toc, toc au rythme d'un quartz à 16 MHz. Partant d'une fréquence aussi haute, on obtient (par logiciel) une grande précision temporelle. C'est un écran LCD à deux lignes qui affiche l'heure. En cas de panne de secteur, un bloc de 9 V assure la sauvegarde du temps réel en fournissant le courant à travers D1.

Le logiciel

Programmer une horloge ne constitue pas un gros défi à relever. J'ai délibérément écarté l'emploi d'un récepteur de DCF77, j'ai préféré implémenter une fonction de mise au point adaptative de la précision, plus proche des horloges totalement mécaniques qui requièrent normalement un réglage fin sur plusieurs jours, un patient polissage pour une grande précision durable.

Le code du programme est en BASCOM, le texte source et le fichier compilé en sont disponibles [1], j'y ai joint un décalage de la constante du temporisateur `Ctimer_value`. Comme le quartz oscille à 16 MHz, on obtient d'office une très grande valeur de 49 905 pour le temporisateur. C'est une condition pour une grande résolution dans le réglage et nous permet d'ajuster finement la valeur de temporisation. La fréquence d'oscillation d'un quartz dépend aussi de la température et des condensateurs externes. Il faut compenser ces influences. Le compte des secondes s'exécute par l'intermédiaire d'interruptions pour éviter tout impact de la durée d'exécution des instructions du programme. Par souci de clarté, chaque fonction du programme est dûment commentée.

Qui veut programmer lui-même ce genre de microcontrôleur pourrait, par inadvertance, tomber dans un piège : puisque l'ATmega8 doit travailler avec un quartz dans ce circuit, il est indispensable de positionner deux fusibles. Une fois CKOPT activé, l'oscillateur démarre à coup sûr. Cela augmente un peu la consommation, mais c'est au profit de la stabilité de l'oscillation. Il faut aussi mettre SUT_CKSEL sur Ext. Crystal/Resonator High Freq.: Start-up time: 1K CK + 64 ms. La liste des options offre un très grand choix de réglages. Toute erreur ici peut entraîner la perte de l'ATmega8 après programmation. Mieux vaut donc s'y prendre à deux fois pour décider des réglages à effectuer. La **figure 2** indique les réglages de ces fusibles avec AVR Studio d'Atmel.

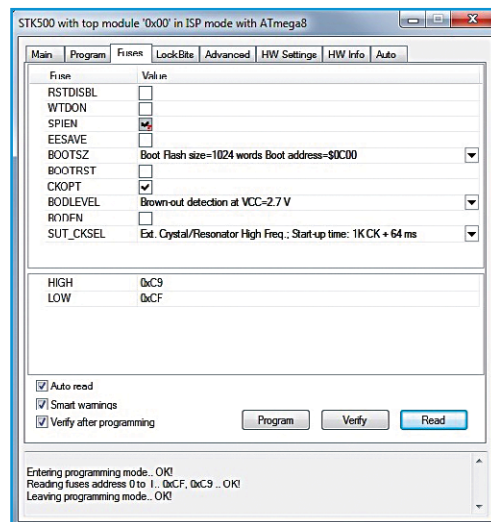


Figure 2. Sélection des fusibles en Studio AVR.

Construction et mise en service

Vu le petit nombre de composants, l'assemblage n'est pas compliqué. Le gros du travail porte plutôt sur la réalisation du boîtier. Pour mon prototype, j'ai récupéré un instrument sur un vieux sauna hors d'usage. Pour quelques euros, on peut commander sur internet des plaques de plexiglas, découpées au laser sur mesures. Je n'ai pratiqué aucune ouverture dans la face avant.

Quand l'ATmega8 est installé et programmé, la construction vérifiée et mise sous tension, l'éclairage d'arrière-plan s'allume et l'écran affiche 00:00:00. La luminosité s'ajuste avec la commande de contraste R4.

Si le programme travaille correctement, les secondes commencent à s'incrémenter. Il

est alors temps de régler précisément l'instrument à cadre mobile. Comme le temps qui s'inscrit commence à 00:00 h, on règle l'ajustable R3 pour obtenir la déviation à fond d'échelle, 100 %. Les boutons-poussoirs *Hour* et *Minute* vous permettent de régler votre tocante sur le temps réel.

Comme la fréquence de résonance du quartz est influencée par les tolérances de fabrication, les variations de température et les condensateurs en parallèle, l'horloge a besoin d'un bon étalonnage, à l'instar de celui qui se tirait en longueur pendant plusieurs jours pour les horloges mécaniques.

Pareille tocante mérite d'être à l'heure juste, jusqu'à la seconde. Il suffit pour cela d'appuyer sur le bouton des minutes au moment où la minute de référence change. Les secondes sont alors mises à zéro. Reste à rattraper la dérive, qu'il faut attendre au moins douze heures avant de pouvoir l'évaluer. Avec

l'un des boutons *Slower* ou *Faster*, selon le cas, chaque coup enregistre une compensation d'environ 2 s sur 24 h. La dernière valeur de décalage ainsi ajustée est mémorisée en EEPROM, ce qui la met à l'abri d'une éventuelle coupure d'alimentation.

SI vous ne voulez pas perdre le restant de votre journée après une telle coupure, il est recommandé d'inclure une pile au lithium de 9 V. Ce type de pile présente une capacité de 1 200 mAh, mais surtout, elle dure une dizaine d'années.

Perspectives

Ce projet pourrait vous en inspirer d'autres, si p. ex. c'est la position dans la semaine, le mois, l'année... qui vous intéresse, ou en construire autant que nécessaire. Pour déterminer le restant de votre vie, je ne peux pas vous aider ! La pendule d'argent du salon du Grand Jacques, peut-être ?

(140198 - version française : Robert Grignard)

Lien

[1] www.elektor-magazine.fr/post

[2] *Vindica te tibi, et tempus...*

<http://fleche.org/lutece/progterm/seneque/lucili01.html>

