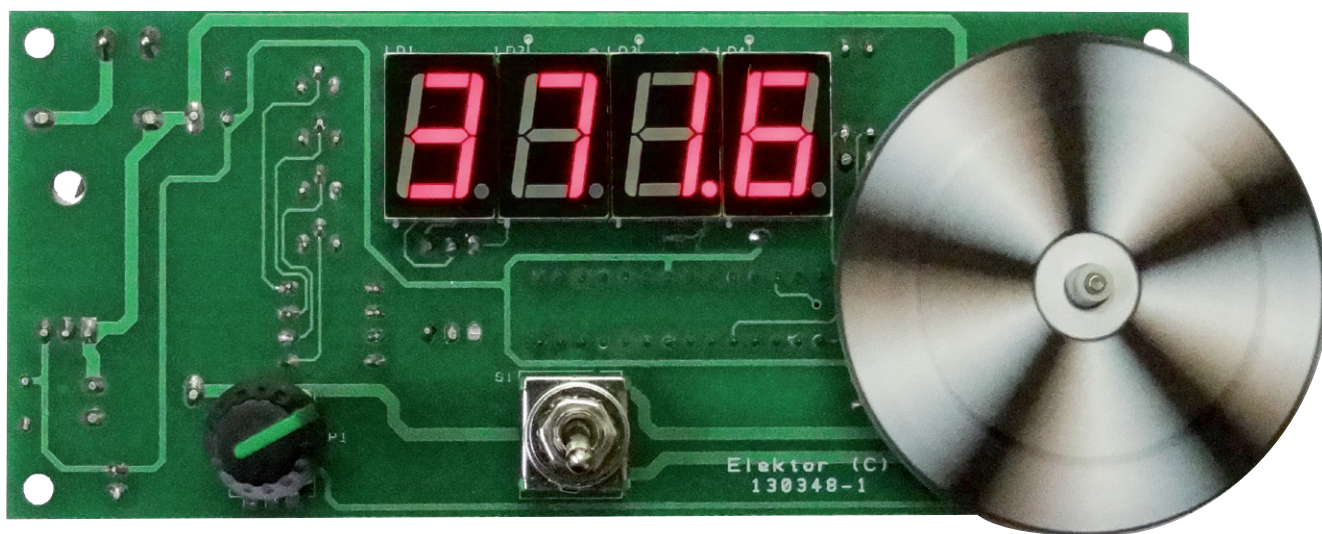


# enrouleur de bobines

## aide au comptage et à l'enroulement des spires

Rolf Gerstendorf



Les bobines utilisées p.ex pour la radio en ondes longues ou moyennes peuvent comporter jusqu'à plusieurs centaines de spires. À la main, c'est pénible. Laissez faire l'enrouleur automatique. Il bobine dans les sens horaire ou antihoraire et son compteur intégré affiche le nombre de spires enroulées au dixième près.

L'enrouleur ne fait pas que bobiner, il détermine également le nombre de tours et le sens de l'entraînement grâce à un disque fixé sur l'arbre du moteur. Le disque est découpé en dix secteurs noir et blanc dont l'alternance permet à deux optocoupleurs de déterminer le nombre de tours et le sens de rotation. Le compteur est incrémenté lorsque le moteur tourne dans le sens horaire, décrémenté si le sens est antihoraire. Le résultat est envoyé sur un afficheur à 7 segments.

### Matériel

La **figure 1** montre clairement les cinq parties du circuit : les quatre afficheurs à 7 segments qui composent le dispositif d'affichage, un générateur d'impulsions pour déterminer le nombre de tours et le sens de rotation, un microcontrôleur, une commande de moteur, et

une stabilisation de la tension d'alimentation. L'enrouleur exploite l'intelligence de l'ATmega328P (IC2), cadencé ici par le signal d'horloge interne de 8 MHz. Sa tâche principale est de compter le nombre de tours effectués par l'arbre du moteur dans un sens ou dans l'autre, de convertir le nombre obtenu pour les quatre afficheurs à 7 segments, puis d'afficher le résultat. La valeur maximale est 999,9.

La circuiterie qui entoure les deux optocoupleurs à réflexion CNY-70 (IC3 et IC4) produit les signaux que traite ensuite l'ATmega pour compter le nombre de tours et déterminer le sens de rotation. Les optocoupleurs sont placés l'un à côté de l'autre et éclairent le disque noir et blanc. La lumière émise par une des LED internes est réfléchié lorsqu'elle frappe un secteur blanc du disque. Le

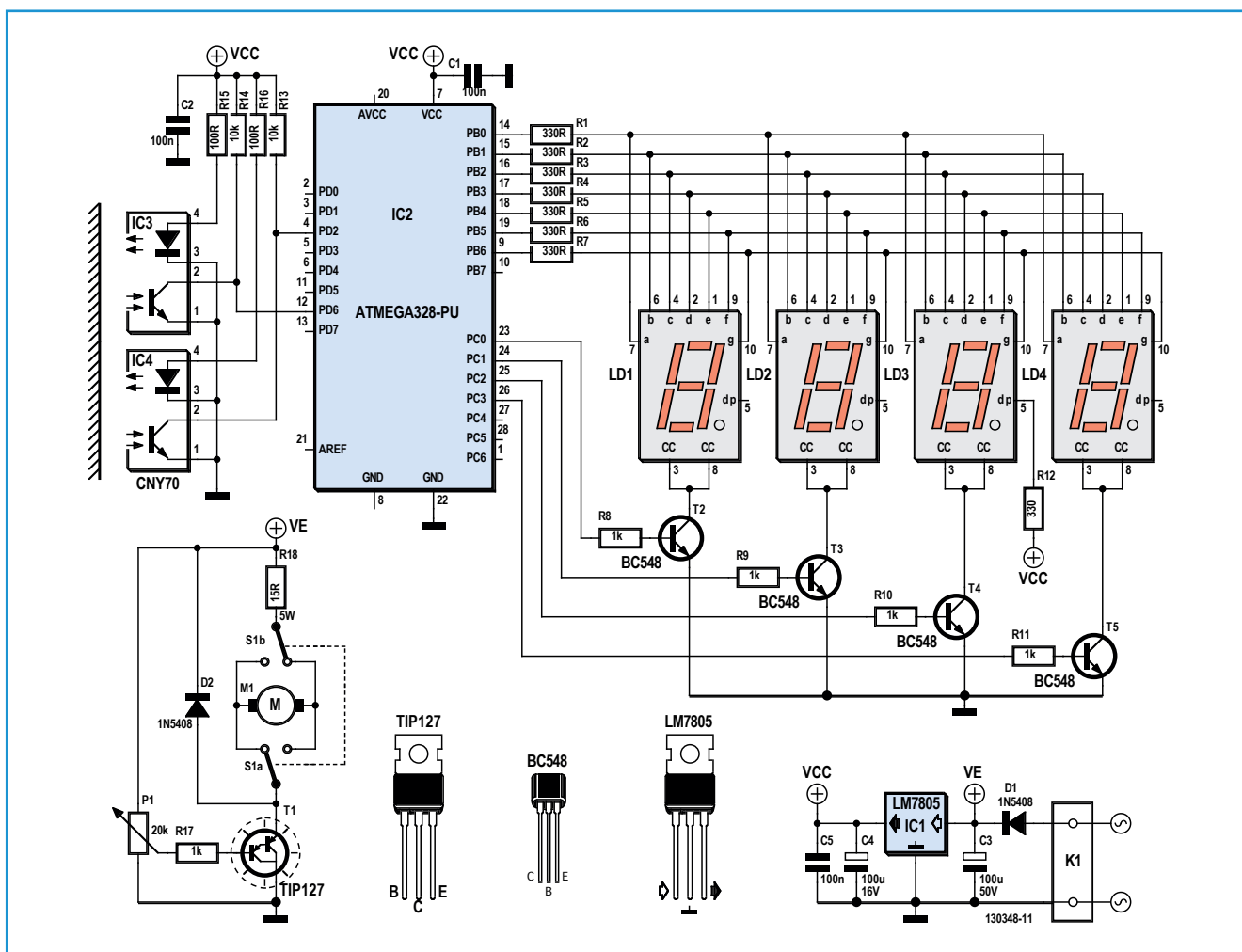
phototransistor correspondant devient alors conducteur et met à la masse l'entrée du microcontrôleur à laquelle il est relié. Lorsque la lumière est absorbée par un secteur noir, le phototransistor n'est pas éclairé. Il est donc à l'état bloqué, et l'entrée correspondante du microcontrôleur passe au niveau haut en raison des résistances de rappel R13 et R14. Puisque le disque comporte 5 secteurs blancs et 5 secteurs noirs, il se produit 10 changements de niveau par tour. Le programme interprète un changement de niveau d'IC4 sur la broche PD2 comme une impulsion de comptage ; il évalue de même l'état d'IC3 (relié à PD6). Le compteur est incrémenté si les deux niveaux sont identiques, décrémenté dans le cas contraire.

Les quatre afficheurs à 7 segments à LED (LD1 à LD4) ont une hauteur de chiffre de

12,7 mm et sont à cathode commune. Leurs sept segments sont reliés en parallèle aux sorties PB0 à PB6 du contrôleur. Les broches PC0 à PC3 pilotent les cathodes communes des afficheurs via les transistors d'attaque T2 à T5. Le point décimal de LD3 est relié via R12 à la tension d'alimentation : le format de l'afficheur est donc « 000.0 ».

Le moteur à courant continu de l'enrouleur est petit, léger (environ 70 g), facile à trouver et bon marché. Ce N2738 de chez Igarashi [1], par ailleurs bien connu des amateurs de modélisme, fonctionne sous 12 V. La vitesse de rotation est de 13000 tr/min pour un courant de charge de 1,43 A (11,4 W). Le rendement est alors maximum et vaut 66,7 %. Il est évident qu'à cette vitesse vos doigts fumeraient et que le bobinage ne doit pas se faire à cette allure. Ces chiffres montrent sim-

Figure 1. Schéma de l'enrouleur.



plement que le moteur développe un couple suffisant (8,37 mNm) pour notre application. La commande du moteur ne dépend pas du circuit du contrôleur, c'est une commande « simple ». Le moteur est attaqué par le Darlington T1. La vitesse de rotation se contrôle avec P1 par modification du courant de base de ce transistor. Servez-vous donc de P1 pour régler la vitesse de votre choix. Plus le diamètre du fil est grand et plus la vitesse doit être faible. La résistance R18 est indispensable : elle limite le courant qui traverse le moteur, car si celui-ci se bloque le courant absorbé peut atteindre la dizaine d'ampères. Le sens de rotation du moteur est déterminé à l'aide du commutateur S1 à deux positions de contact (*DPDT ON-OFF-ON*). D2 est une 1N5408, diode de roue libre classique dotée d'un courant nominal de 3 A.

Le circuit est alimenté par un bloc-secteur de 12 V CC relié à K1. La diode D1 protège contre les inversions de polarité, le condensateur C3 tamponne la tension d'entrée. Le moteur est alimenté directement par cette tension non stabilisée. L'habituel régulateur 7805 (IC1) abaisse jusqu'à +5 V et régule la tension qui alimente le reste de l'électronique, à savoir le contrôleur, les capteurs et l'afficheur.

## Programme

Le programme est écrit en C et a été développé sous AVR Studio. Vous pouvez télécharger gratuitement le code source ou compilé depuis la page associée à cet article [2]. Référez-vous à la **figure 2** pour la configuration des fusibles sous AVR Studio.

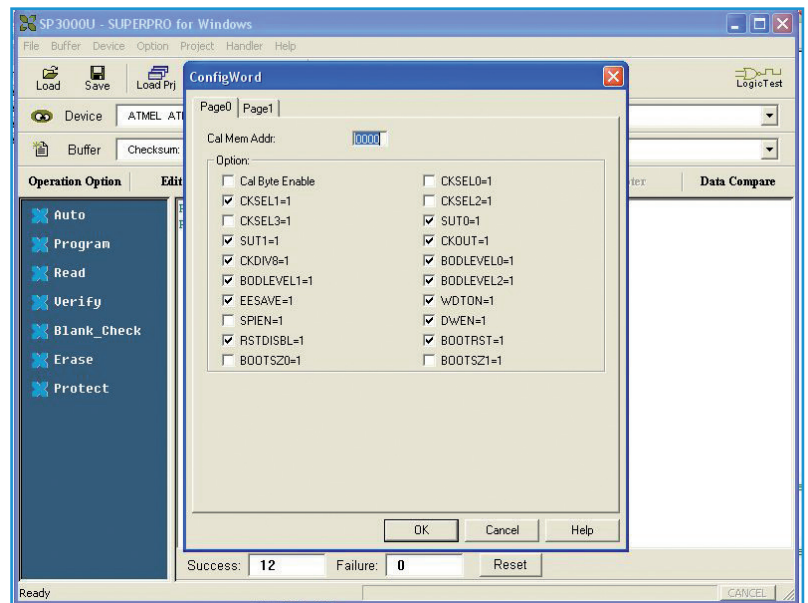
Le programme principal comprend deux fonctions :

### Fonction *Display\_seg*

Elle prend comme argument la valeur contenue dans la variable *count*, décompose la valeur en chiffres, et les envoie sur les afficheurs à 7 segments.

### Routine *ISR0*

La commande de programme est transmise à cette routine à chaque changement d'état de PD2, la broche qui fait office d'entrée pour les interruptions. La routine vérifie la valeur de PD6 et, selon les cas, incrémente le compteur (PD6 est identique) ou le décrémente (PD6 est différent).



### Fonction principale

Elle définit la direction des broches, initialise les variables, autorise les interruptions et appelle la fonction *Display\_seg*.

## Mécanique

Tous les composants, électriques et mécaniques, sont logés sur la carte (**fig. 3**). Le circuit a été créé avec le logiciel de conception gratuit Design Spark PCB [3]. Le dessin de la carte est disponible sur la page du projet [2]. Vous pouvez également vous procurer une carte nue et le contrôleur programmé dans l'e-choppe d'Elektor.

La carte a été conçue de façon à pouvoir être logée facilement dans un boîtier simple. Pour le potentiomètre P1, l'interrupteur S1, les quatre afficheurs (placés sur la face supérieure) et l'arbre, vous aurez à percer ou découper des trous dans le boîtier (opaque). Ne soudez pas les afficheurs sur la carte, reliez-les à des barrettes à contact. L'écart entre la surface des afficheurs et le dessus du disque doit être de quelques millimètres. Les deux optocoupleurs sont eux aussi placés sur la face supérieure de la carte double face ; tous les autres composants sont au dos. Prévoyez un bon refroidisseur pour T1. Le disque doit comporter 10 secteurs. Le plus simple pour obtenir le diamètre correct de 50 mm est de copier la **figure 4**. Une façon d'obtenir un disque stable est de coller et

Figure 2. Configuration des fusibles pour la programmation.

**Liste des composants**

**Résistances :**

- R1 à R7, R12 = 330 Ω
- R8 à R11, R17 = 1 kΩ
- R13, R14 = 10 kΩ
- R15, R16 = 100 Ω
- R18 = 15 Ω, 5 W
- P1 = potentiomètre 20 kΩ

**Condensateurs :**

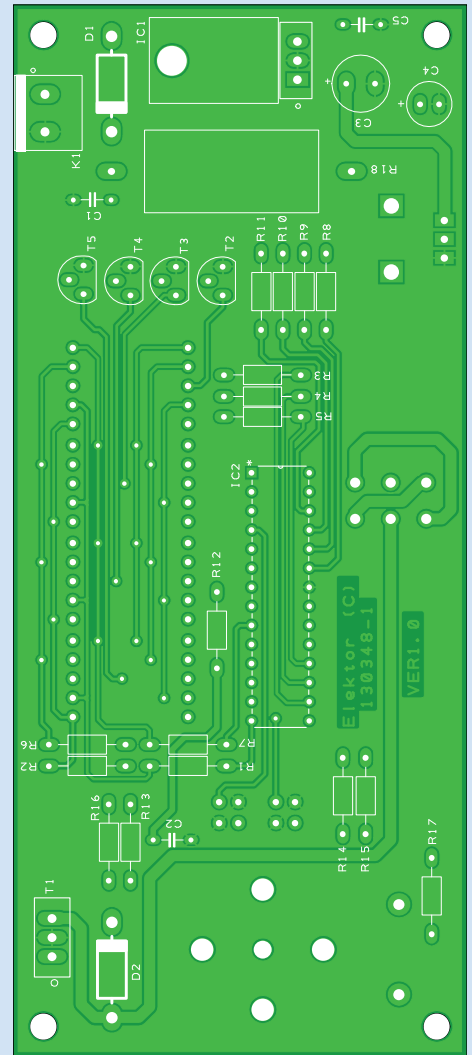
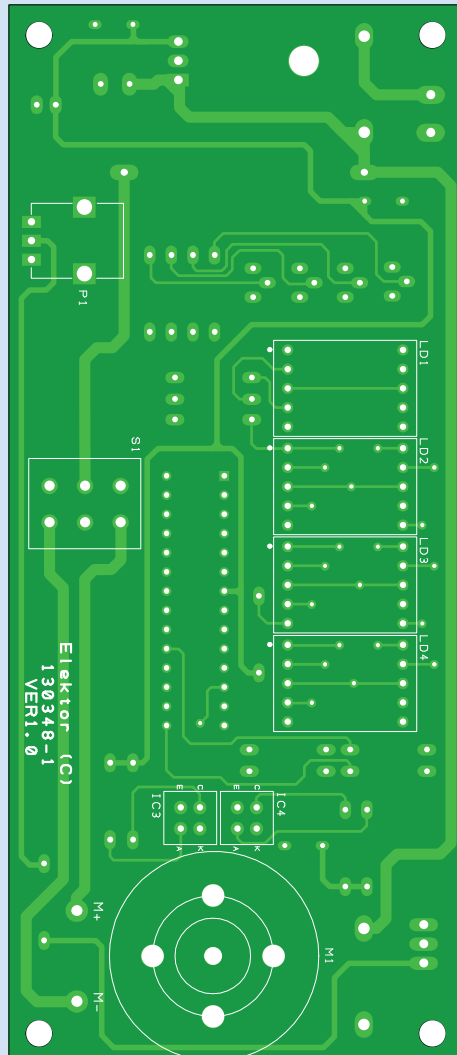
- C1, C2, C5 = 100 nF
- C3 = 100 µF/50 V
- C4 = 100 µF/15 V

**Semi-conducteurs :**

- D1, D2 = 1N5408
- LD1 à LD4 = afficheur à 7 segments 0,5" (cathode commune)  
p. ex. Kingbright SC05-11EWA
- T1 = TIP127
- T2 à T5 = BC548
- IC1 = LM7805
- IC2 = Atmega328-PU (Atmel),  
programmé par Elektor  
130348-41 [2]
- IC3, IC4 = CNY70 (Vishay)

**Divers :**

- S1 = interrupteur à bascule DPDT  
(TE Connectivity A203SYZQ04)
- K1 = connecteur à 2 contacts
- RM5  
circuit imprimé Elektor  
130348-1 [2]
- barrettes à contacts au pas de  
2,54 mm
- moteur 12 V N2738-051-G-5  
RS385SH (Igarashi),  
Conrad 244520
- moyeu d'hélice Reely pour arbre  
de 2,3 mm (10583),  
Conrad 224235



centrer (pour éviter tout balourd) cette copie sur un morceau de plaquette circulaire. Le diamètre du trou central dépend du type de montage de l'arbre.

Le moteur se fixe sur la carte à l'aide de deux vis ordinaires M3 de 0,5 x 5 mm. Les points d'ancrage sont indiqués sur le dessin de la carte. Ne vissez pas dans le bloc-moteur sur plus de 3 mm ! Il existe plusieurs façons de fixer le disque, et bien sûr le corps de la bobine, sur l'arbre de 2,3 mm de diamètre [4]. L'essentiel est que la fixation soit stable et ne présente aucun jeu. Nous avons opté pour un moyeu d'hélice, une solution qui permet de coller directement le disque sur la tige. Quel que soit le type de montage adopté, laissez environ 2 mm entre disque et optocoupleurs.

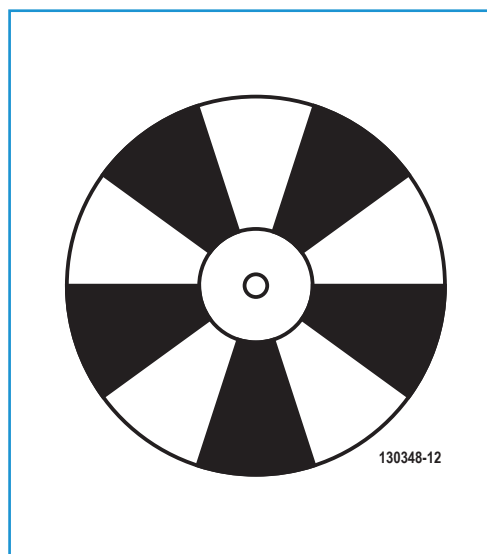


Figure 3. Tous les composants tiennent sur la carte double face, y compris le moteur.

Figure 4. Gabarit à l'échelle 1/1 du disque noir et blanc.

Il est évident que la présence des optocoupleurs est inutile si à la place du moteur vous utilisez p. ex. l'entraînement d'une perceuse. Quel que soit votre montage, n'oubliez pas deux choses : d'abord de relier les optocoupleurs à la carte à l'aide d'un câble multiconducteur blindé : il empêchera les pics

de tension de gagner le microcontrôleur et de fausser le comptage du nombre de tours. Ensuite de vous assurer, bien sûr, que les optocoupleurs sont protégés de la lumière ambiante.

(130348 – version française : Hervé Moreau)

## Liens

- [1] [www.igusa.com/pages/motors/N2738.html](http://www.igusa.com/pages/motors/N2738.html)
- [2] [www.elektor.fr/post](http://www.elektor.fr/post)
- [3] <http://designshare.designspark.com/eng/projects/122/view/files>
- [4] [www.rn-wissen.de/index.php/Räder\\_an\\_der\\_Motorwelle\\_befestigen\\_\(Welle/Nabe-Verbindung\)](http://www.rn-wissen.de/index.php/Räder_an_der_Motorwelle_befestigen_(Welle/Nabe-Verbindung))  
(en allemand)