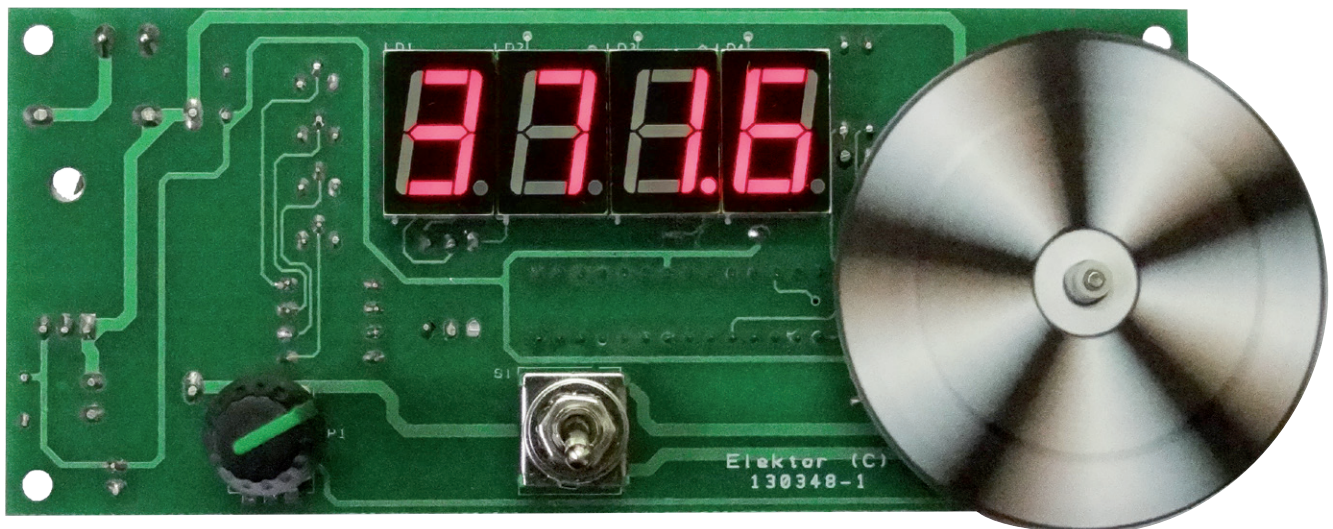


Spoelenwikkelaar

Draait en telt

Ontwerp: **Elektor-lab**
Tekst:
Rolf Gerstendorf (D)



Bij (relatief) laagfrequente toepassingen voor de lange- en middengolf hebben we al gauw te maken met spoelen met enkele honderden windingen. Het is een kwelling om die met de hand te moeten wikkelen. Deze automatische spoelenwikkelaar maakt een einde aan die ellende. Hij draait het spoellichaam linksom of rechtsom en de ingebouwde teller geeft het aantal windingen tot op een tiende nauwkeurig weer op het display.

Deze spoelenwikkelaar wikkelt, zoals de naam al zegt, spoelen. Daarbij worden het aantal omwentelingen en de draairichting van de motor bepaald met behulp van een op de motoras bevestigde zwart/witte schijf. De schijf is opgedeeld in tien gedeelten die afwisselend wit en zwart gekleurd zijn. Twee reflectie-optocouplers registreren de verplaatsing en de richting. Als de motor met de klok mee draait, wordt de tellerwaarde verhoogd; draait hij tegen de klok in, dan wordt de tellerwaarde verlaagd. De tellerstand wordt op een display weergegeven.

Hardware

In de schakeling in **figuur 1** kunnen we gemakkelijk vijf gedeelten herkennen: Het display bestaat uit vier 7-segment-displays. Verder zien we een draairichting/telimpulsge-

nerator, een microcontroller, een motorsturing en een voedingsspanningsstabilisatie.

De intelligentie van de spoelenwikkelaar bevindt zich in de ATmega328P-microcontroller (IC2). De controller werkt met zijn interne klokgenerator op 8 MHz. De hoofdfunctie van de controller is het aantal omwentelingen van de motoras (voor- of achteruit) te tellen en de vier 7-segment-displays aan te sturen. De maximale waarde is '999.9'.

De schakeling rondom de twee reflectie-sensoren CNY-70 (IC3 en IC4) genereert de tellen- en richtingssignalen voor de controller. De optische sensoren zitten vlak naast elkaar en belichten de zwart/witte schijf. Als het licht van de interne LED een wit gedeelte van de schijf raakt, wordt het gereflecteerd en wordt

de bijbehorende fototransistor opengestuurd, zodat de daarop aangesloten ingang van de microcontroller aan massa wordt gelegd. Een zwart gedeelte van de schijf absorbeert het licht. De fototransistor wordt dan niet belicht en spert, zodat de overeenkomstige ingang van de controller dankzij pullup-weerstand R13/R14 hoog wordt.

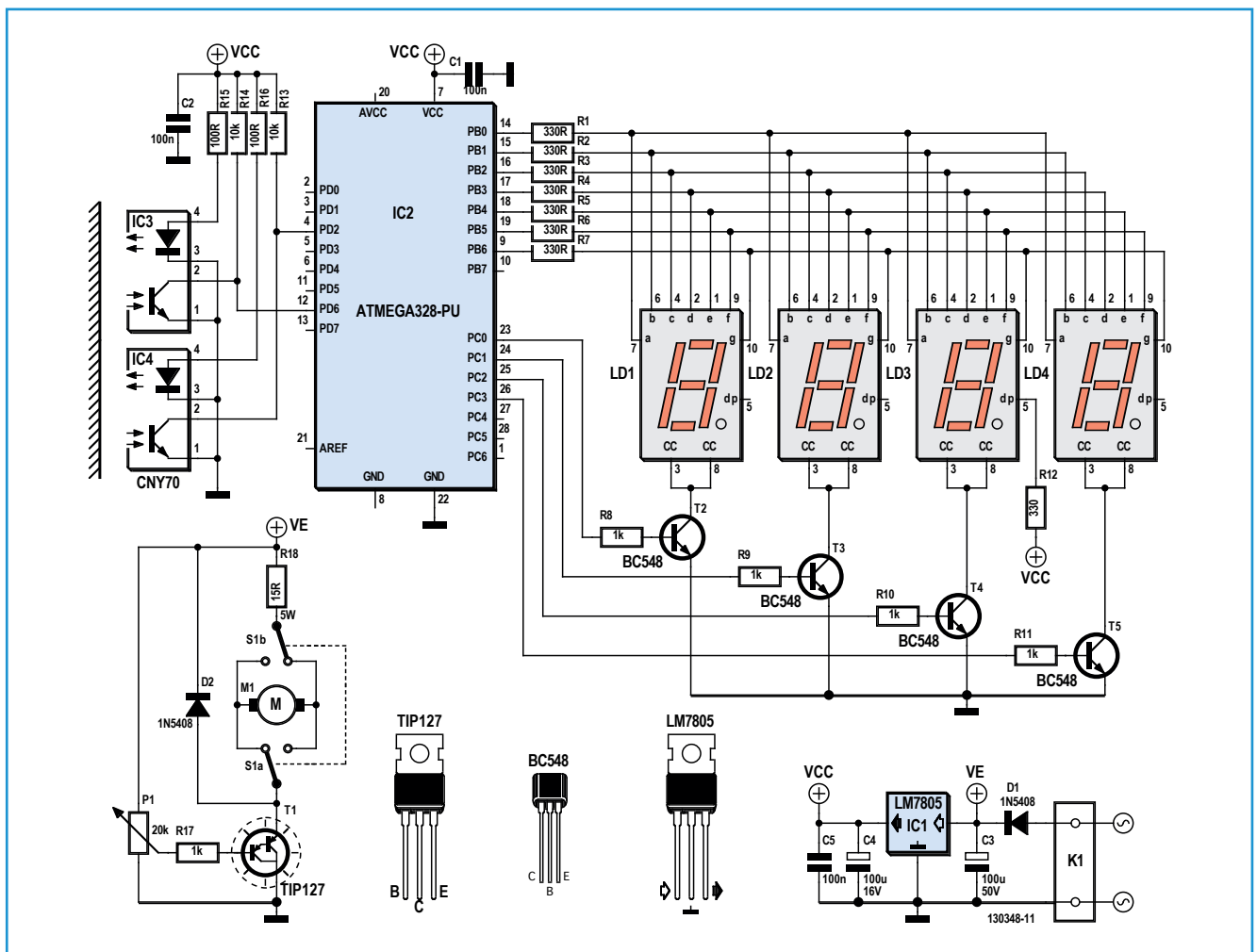
De schijf heeft vijf witte en vijf zwarte gedeeltes, dus worden per omwenteling tien niveauveranderingen gemaakt. De software herkent zo'n niveauverandering van IC4 op PD2 als een telimpuls en leest tegelijk de toestand van IC3 (aan PD6) uit. Als beide niveaus gelijk zijn, wordt de teller verhoogd; als ze verschillend zijn, wordt de teller verlaagd.

Het display is opgebouwd uit vier LED-displays met gemeenschappelijke kathode. De

zeven segmenten van LD1...LD4 zijn parallel aangesloten aan de uitgangen PB0...PB7 van de controller. De pennen PC0...PC3 sturen de gemeenschappelijke kathodes van de displays aan via de driver-transistors T2...T5. De decimale punt van LD3 is via R12 permanent verbonden met de voedingsspanning, het display heeft dus het formaat '000.0'.

De spoelenwikkelaar gebruikt een kleine 12 V-gelijkspanningsmotor van het type N2738 van Igarashi [1], die ongeveer 70 g weegt. Deze motor is onder modelbouwers heel geliefd en is daardoor gemakkelijk en goedkoop verkrijgbaar. Bij een stroom van 1,43 A (11,4 W) bereikt hij een toerental van 13.000 omw/min en zijn grootste rendement van 66,7%. Natuurlijk wikkelen we onze spoelen niet met deze snelheid; dan zouden we onze vingers branden! Maar het geeft wel

Figuur 1. Schema van de spoelenwikkelaar.



aan dat de motor voldoende draaimoment (8,37 mNm) genereert voor onze toepassing. De motorsturing is helemaal onafhankelijk van de microcontrollerschakeling en hoort dan ook tot de categorie 'simpel'. De motor wordt aangedreven via Darlington-transistor T1. Met P1 kunnen we, door de basisstroom van T1 te veranderen, het toerental van de motor regelen. Stel met P1 een prettig toerental in. Hoe dikker het draad, hoe langzamer de motor moet draaien. Omdat de motor bijna 10 A kan trekken als hij blokkeert, is stroombegrenzingsweerstand R18 nodig. Met de dubbelpolige wisselschakelaar S1 (ON-OFF-ON) wordt de draairichting van de motor bepaald. D2, een 1N5408, is de gebruikelijke vrijloopdiode met een nominale stroom van 3 A.

De schakeling krijgt voedingsspanning uit een 12-V_{DC}-netvoeding (of netadapter). Deze wordt aangesloten aan K1. D1 dient als beveiliging tegen ompolen, C3 buffert de ingangsspanning. De motor wordt rechtstreeks gevoed uit deze ongestabiliseerde spanning, terwijl de rest van de elektronica wordt gevoed uit een door IC1 naar +5 V omlaag geregelde spanning.

Software

De software is geschreven in AVRstudio in de programmeertaal C. Zowel de source-code als de gecompileerde versie kan gratis van [2] gedownload worden. In **figuur 2** zijn de juiste fuse-instellingen voor het programmeren in AVR-studio weergegeven.

Het hoofdprogramma heeft twee functies:

Display_seg-functie

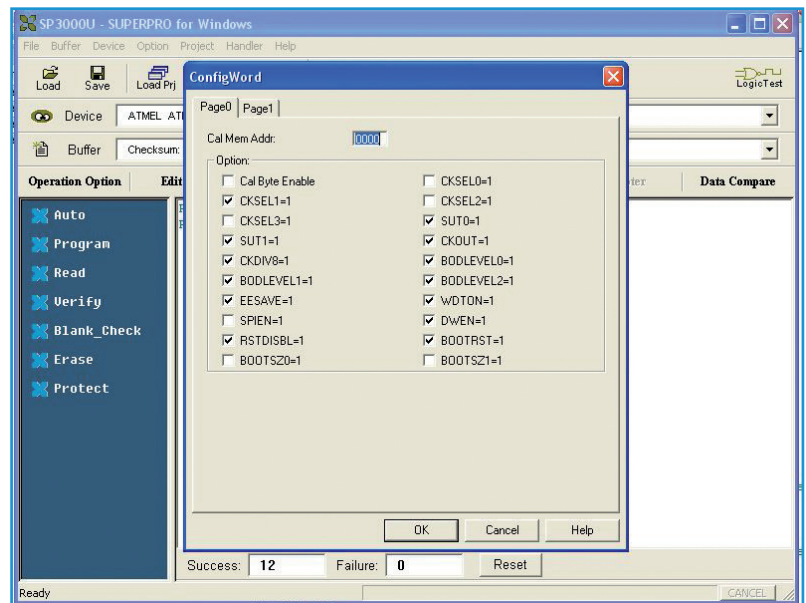
Deze functie krijgt de waarde van count als parameter, zet die om in individuele cijfers en geeft die weer op de 7-segment-displays.

ISR0-routine

PD2 werkt als interrupt-ingang. Bij elke niveauverandering op PD2 wordt deze functie aangeroepen. Ze controleert de waarde van PD6 en verhoogt (als PD6 gelijk is aan PD2) of verlaagt (als PD6 ongelijk is aan PD2) de tellerstand.

Hoofdfunctie

Deze functie stelt de datarichting van de penen in, initialiseert, schakelt de interrupts in en roept de functie display_seg aan.



Mechanische opbouw

Alle onderdelen, elektrisch en mechanisch, zijn op de print (**figuur 3**) ondergebracht. De print is ontworpen met het gratis software-pakket *DesignSpark PCB* [3]. De layout is, net als de software, te vinden op de projectpagina [2].

De vormgeving van de print maakt inbouwen in een eenvoudige behuizing goed mogelijk. Voor potmeter P1, schakelaar S1, de vier displays (deze onderdelen bevinden zich op de bovenkant van de print) en de motoras moeten gaten in de (lichtdichte) behuizing gemaakt worden. De displays worden niet rechtstreeks op de print gesoldeerd, maar in contactstrips gestoken.

Ook de beide optische sensoren komen op de bovenkant. Alle andere onderdelen horen op de achterkant van de dubbelzijdige print. Transistor T1 moet worden voorzien van een goed koellichaam.

De zwart/witte schijf wordt in tien gedeelten onderverdeeld en gekleurd. Het is het beste om een kopie van **figuur 4** te maken, dan heeft de schijf meteen de juiste grootte van 50 mm diameter. Plak de kopie (in het midden, om onbalans te voorkomen) op een cirkelvormig stukje printmateriaal, dan is de schijf ook mooi stevig. De diameter van het gat in het midden is afhankelijk van de manier van bevestigen op de motoras.

Figuur 2.
Instelling van de fuses bij het programmeren.

Onderdelenlijst

Weerstanden:

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

Condensatoren:

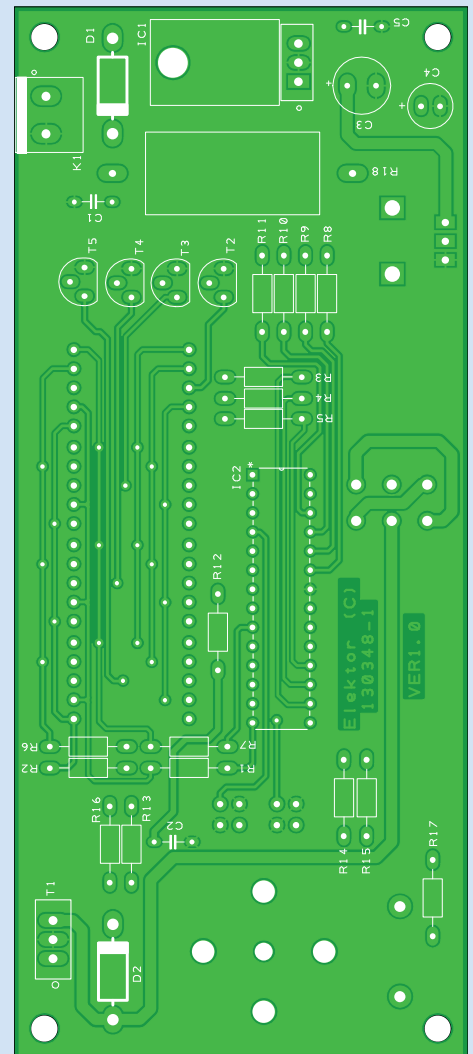
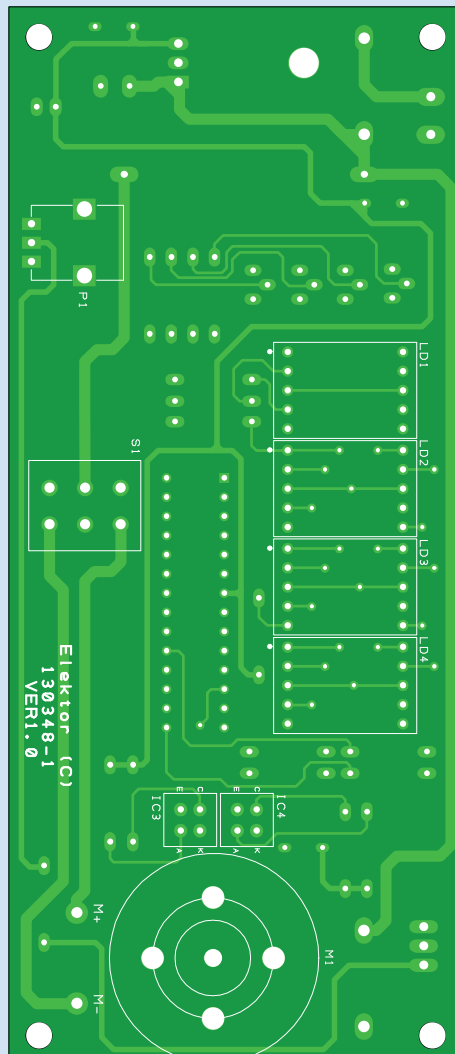
- C1,C2,C5 = 100 n
- C3 = 100 μ/50 V
- C4 = 100 μ/15 V

Halfgeleiders:

- D1,D2 = 1N5408
- LD1..LD4 = 7-segment-display 0,5" (gem. kathode, bijv. King-bright SC05-11EWA)
- T1 = TIP127
- T2..T5 = BC548
- IC1 = LM7805
- IC2 = ATmega328-PU (Atmel), geprogrammeerd (Elektor-nr. 130348-41 [2])
- IC3,IC4 = CNY70 (Vishay)

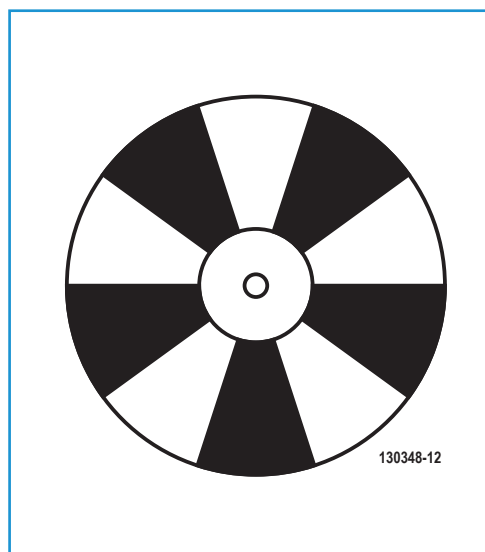
Diversen:

- S1 = dubbelpolige schakelaar (TE Connectivity A203SYZQ04)
- K1 = 2-polige printkroonsteen, steek 5 mm
- Contactstrips 2,54 mm
- 12-V-motor Igarashi N2738-051-G-5 RS385SH (Conrad-bestelnr. 244520)
- Propellernaaf-Reely voor 2,3-mm-as (10583) (Conrad-bestelnr. 224235)
- Print nr. 130348-1 [2]



De motor zelf wordt op de in de layout aangeduide plaats met twee schroeven (M3 x 0,5 x 5 mm) aan de print bevestigd. Ze mogen niet verder dan 3 mm in het motorblok gedraaid worden! Er zijn verschillende manieren om de schijf en natuurlijk ook het spoellichaam stabiel op de motoras van 2,3 mm doorsnede te bevestigen [4]. We hebben gekozen voor de variant met een propellernaaf. De schijf kan dan rechtstreeks op de schacht gelijkmd worden. Welke bevestigingswijze u ook gebruikt, let er op dat de afstand tussen de schijf en de optische sensors ongeveer 2 mm moet zijn.

Als u de motor niet aan de print bevestigt, maar bijvoorbeeld een boormachine als aandrijving gebruikt, dan mogen de optische sen-



Figuur 3. Alle onderdelen inclusief de motor komen op de dubbelzijdige print.

Figuur 4. 1:1-voorbeeld om te kopiëren voor de zwart/witte schijf.

soren natuurlijk niet op de print geplaatst worden. Welke oplossing er ook gekozen wordt, twee dingen zijn belangrijk: Ten eerste moet voor de aansluiting van de sensoren aan de print een meeraderige afgeschermd kabel gebruikt worden om te voorkomen dat sto-

ringen de microcontroller in de war brengen en tot foutieve tellingen leiden. En ten tweede moet er natuurlijk voor gezorgd worden dat er geen omgevingslicht op de optocouplers valt.

(130348)

Weblinks

- [1] www.igusa.com/pages/motors/N2738.html
- [2] www.elektor-magazine.nl/post
- [3] <http://designshare.designspark.com/eng/projects/122/view/files>
- [4] www.rn-wissen.de/index.php : Bevestigen van wielen aan de motoras.