

LED-licht in donkere dagen

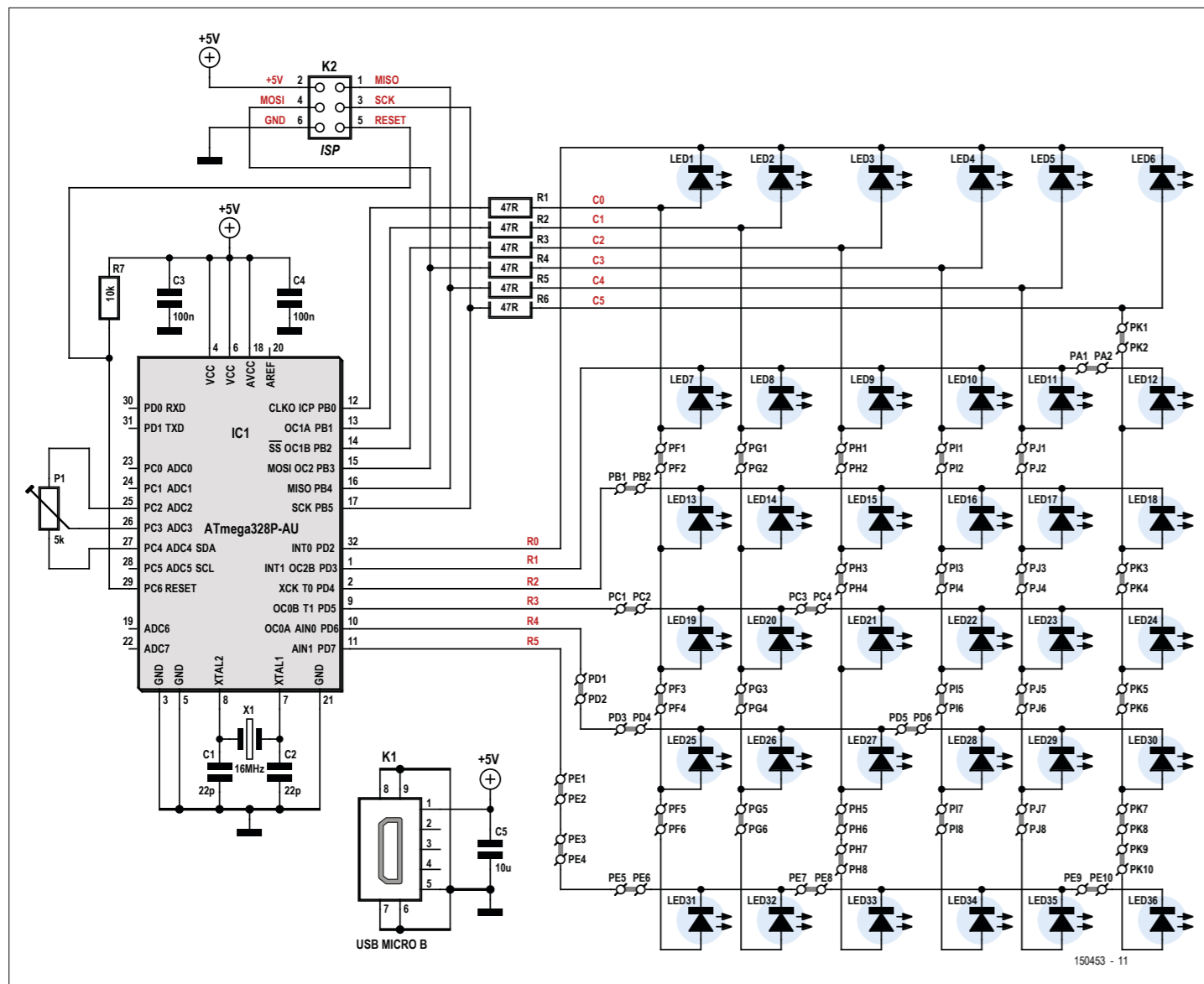


Ton Giesberts en Clemens Valens (Elektor-lab)

In de kersttijd wil iedereen zijn huis graag in de passende sfeer brengen met dennegroen, kerststukjes, kerstballen, een kerststal en... natuurlijk veel lichtjes! Dit jaar heeft Elektor voor u ook weer een leuk elektronica-project met veel lichtjes, nu eens in de vorm van een kerstboompje van printmateriaal dat in verschillende ringen is verdeeld. Daarop zijn 36 LED's ondergebracht die in verschillende patronen oplichten. Heel bijzonder en gegarandeerd niet te koop op de lokale kerstmarkt!

Zoals u van ons gewend bent, publiceert Elektor voor de kerstperiode altijd wel een leuke schakeling die voorzien is van de nodige lichteffecten. Zo hebben we vorig jaar een Post-artikel gemaakt over een heel bijzondere 'Spiralige kerstboom'. Hierbij werd een dunne print gebruikt die kon worden 'uitgetrokken'

tot de vorm van een kerstboom. Helaas waren de productiekosten van deze print erg hoog, zodat het niet echt een nabouwproject was. Daarom hebben we voor dit jaar een variant bedacht die gebruik maakt van printmateriaal van een standaard dikte en dus wel betaalbaar is. In plaats van een uitgerekte spiraal is hier gekozen voor een aantal ringen die boven elkaar worden gemonteerd met behulp van stukjes stug montagedraad, zodat het geheel de vorm van een boom krijgt.



Figuur 1. Het schema van de kerstboom bestaat uit niet veel meer dan een microcontroller en 36 LED's.

Hardware

Bij de spirale kerstboom werd een eenvoudige aanstuurmechanisme toegepast die uit enkele standaard logica-IC's bestond, maar hier is toch maar gekozen voor een microcontroller om wat meer aanstuurmogelijkheden te hebben. Dat is hetzelfde type geworden als in de Arduino Uno zit, een ATmega328. In het schema van **figuur 1** is te zien dat de microcontroller via zijn poorten PB en PD rechtstreeks 36 LED's aanstuurt, die in een matrix zijn opgesteld. De weerstanden R1...R6 begrenzen de stroom door de LED's. Er wordt altijd maar één LED in de matrix aangestuurd (stroom circa 20 mA), door middel van multiplexing wordt ervoor gezorgd dat het lijkt alsof er meerdere LED's tegelijk oplichten.

Verder stelt het schema weinig voor: een kristal met enkele condensatoren, een weerstand aan de reset-pen, een micro-USB-connector die alleen voor de voedingsspanning gebruikt wordt en een 6-pens ISP-connector voor het programmeren van de controller. Met P1 kan tenslotte de loopsnelheid van de LED's worden aangepast.

Software

Aangezien we een controller tot onze beschikking hebben voor het aansturen van de LED's, is het programma voor de aansturing zodanig opgezet dat de LED's in bepaalde patronen oplichten en ze dus niet alleen maar willekeurig knipperen. Zoals het schema al liet zien, zijn de LED's aangesloten in een 6x6-matrix. Om de aansturing niet al te ingewikkeld

te maken, hebben we besloten om een multiplexing-techniek toe te passen waarbij steeds maar één LED uit de matrix oplicht. Om het in- en uitschakelen van de LED's onzichtbaar te maken voor het menselijke oog moet de refresh-rate per LED minstens 100 Hz bedragen, dat betekent voor 36 LED's 3600 Hz. Om aan de veilige kant te blijven, hebben we gekozen voor 5 kHz, wat resulteert in een refresh van bijna 140 Hz per LED. Voor deze taak wordt timer0 gebruikt, deze noemen we in het programma de systick-timer (system tick). Van deze timer wordt ook een milliseconde- en een seconde-timer afgeleid.

Voor het regelen van de helderheid wordt de lengte van de multiplexpuls per LED aangepast. De maximale helderheid wordt verkregen als een

LED de volledige duur van de multiplexperiode wordt aangestuurd, de minimale helderheid wordt bereikt wanneer de LED slechts een fractie van die periode wordt ingeschakeld.

Voor de helderheidsregeling wordt ook een timer (timer2) gebruikt. Bij het starten van deze timer wordt een LED ingeschakeld, bij het aflopen van de timer wordt de LED weer uitgeschakeld. Timer2 wordt steeds gestart als de systick-timer de LED-matrix updatet. Bij een klokfrequentie van 16 MHz en een prescaler-waarde van 32 kunnen we de helderheid in principe regelen tot 510 µs in stappen van 2 µs (8-bits waarde). In de praktijk is het bereik kleiner, omdat de systick-timer de helderheid-timer elke 200 µs herstart.

Multitasking

Voor complexe animaties is het nuttig om een soort van multitasking-mechanisme in te bouwen waarmee meerdere simpele animaties tegelijk kunnen worden uitgevoerd zonder dat ze elkaar storen. De moeilijkheid daarbij is om een LED tussen meerdere taken te verdelen. Als een taak de LED aan wil hebben en een andere taak de LED juist uit, wat moet er dan gebeuren? Daartoe houden we bij hoe vaak een LED wordt gebruikt. Elke keer als een animatie-thread een LED wil activeren, wordt de 'usage counter' van die LED verhoogd. Wanneer een thread de LED wil uitschakelen, wordt de desbetreffende usage counter verlaagd. Een LED wordt alleen uitgeschakeld wanneer de inhoud van zijn usage counter nul is. Deze techniek geeft dus voorrang aan de ingeschakelde toestand. Dit resulteert in vloeiende animaties waarbij de LED's vrij kunnen oplichten zonder op onvoorspelbare momenten te worden afgeschakeld.

Animaties

We hebben gekozen voor twee soorten animaties die door elkaar heen lopen. De eerste soort bestaat uit het periodiek inschakelen van alle LED's op een ring. Het nummer van de ring (1...6) wordt bepaald door een random-number-generator. Elke LED in de ring krijgt bovendien een willekeurige timeoutperiode toegewezen, waarna deze wordt uitgeschakeld. Het effect is een compleet oplichtende ring waarvan de LED's de ene na de ander in een willekeurige volgorde uitdoven.

Het tweede soort animatie is de zogenaamde 'running LED'. Deze bestaat uit een oplichtende LED die een vooraf gedefinieerd pad over de ringen volgt met programmeerbare snelheid, versnelling, vertraging, richting en startvertraging. Met slechts één running LED ziet u dan een LED over alle ringen heen van onderen (LED1) naar de top (LED36) lopen, met de klok mee of tegen de klok in. De animatie begint langzaam, versnelt dan tot de maximale snelheid, blijft zo een tijdje doorlopen en vertraagt dan

totdat ze de laatste LED bereikt. Elke parameter is programmeerbaar. In totaal zijn er zes van deze running LED's. Om het geheel nog wat dynamischer te maken is er ook nog een random helderheidsmodulatie toegevoegd. Daarbij wordt gewerkt met exponentiële waarden om het helderheidsverloop voor het menselijk oog natuurlijk te laten uitzien. Dat verklaart waarom we gebruik hebben gemaakt van bit-shifting (dat komt overeen met vermenigvuldigen met 2) in plaats van een eenvoudige teller.

Onderdelenlijst

Weerstanden:

R1..R6 = 47 Ω, 5%, 0,1 W, SMD 0805
R7 = 10 k, 5%, 0,1 W, SMD 0805
P1 = 5 k instelpotmeter, 4,5 mm, 250 mW, SMD (Bourns 3314G-2-502E)

Condensatoren:

C1,C2 = 22 p/50 V, C0G/NPO, SMD 0805
C3,C4 = 100 n/50 V, X7R, SMD 0805
C5 = 10 µ/6,3 V, X5R, SMD 0805

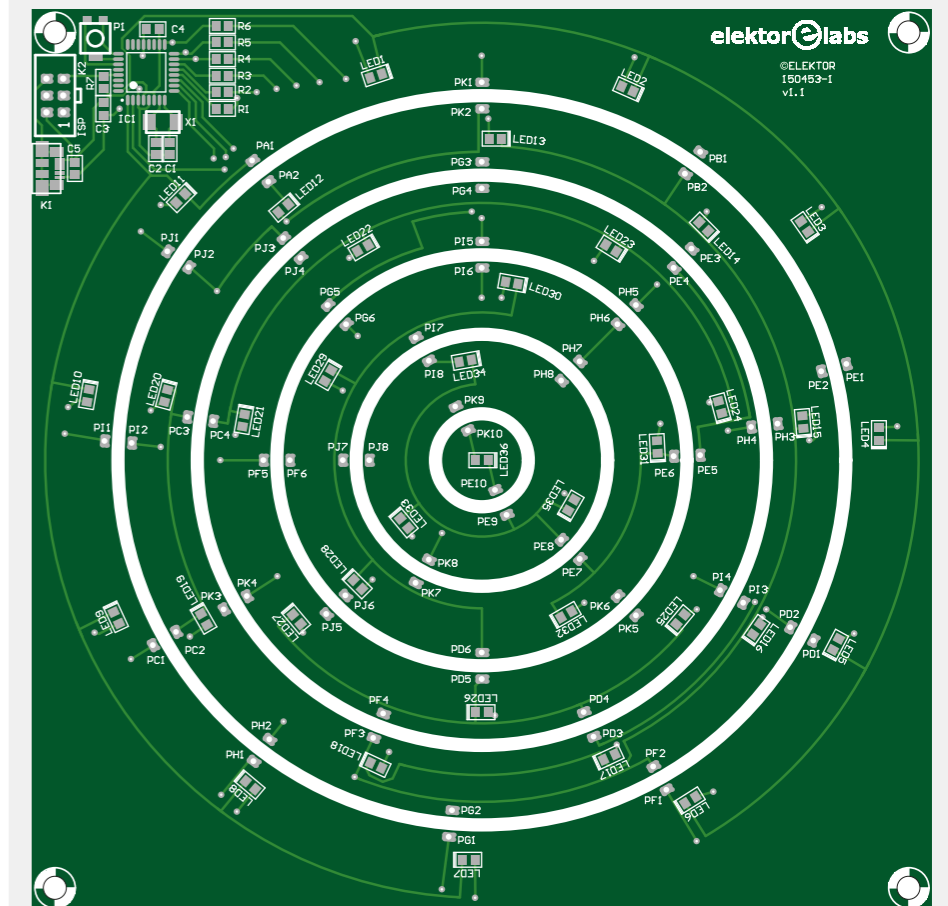
Halfgeleiders:

IC1 = ATmega328P-AU, SMD TQFP-32

(geprogrammeerd, nr. 150453-41)
LED1..LED36 = LED wit, OVS-0801, SMD 0805

Diversen:

K1 = Micro-USB-connector type B, SMD
K2 = 2x3-pens pinheader, steek 2,54 mm
X1 = kristal 16 MHz, 18 pF, SMD 5 x 3,2 mm
1,5 m massieve draad, diam. 0,7 mm, voor verbindingen tussen de niveaus
Print 150453-1



Figuur 2. De print voor deze schakeling bestaat uit een aantal ringen die zijn uitgefreesd in een vierkante basisprint.

elektor PCB Service

wordt u aangeboden in samenwerking met

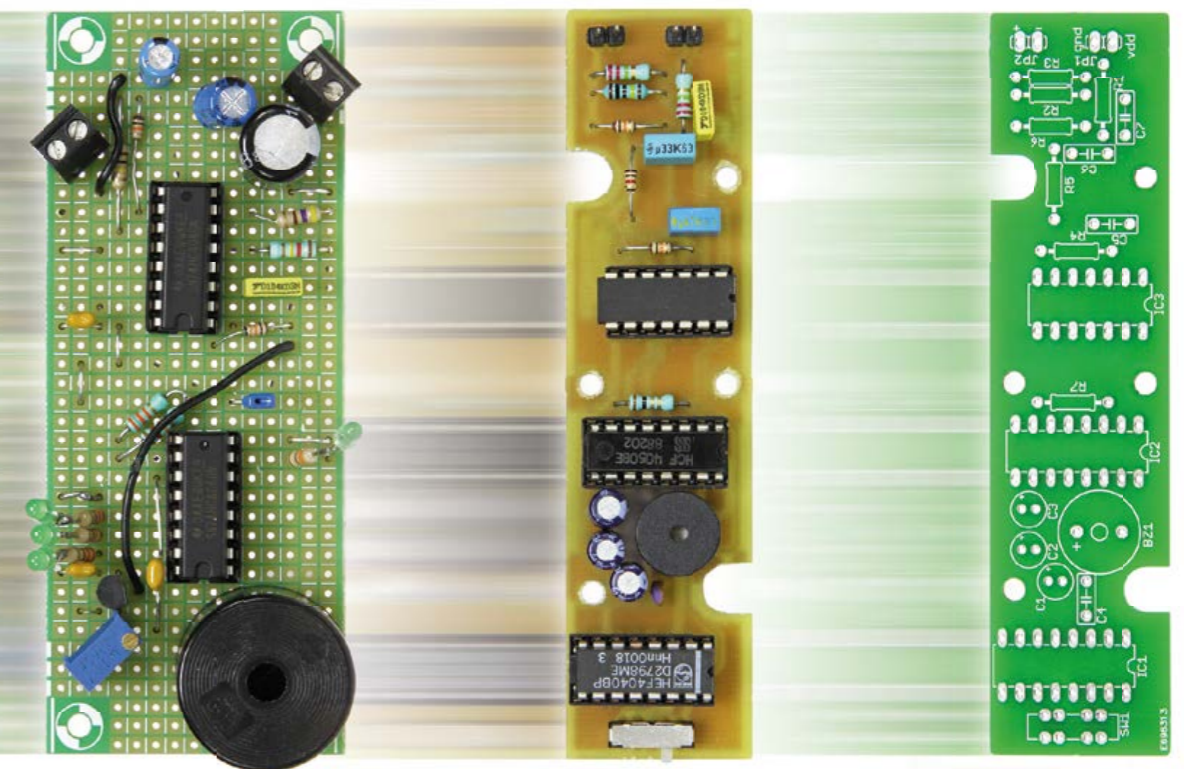


Laat uw eigen PCB produceren bij de Elektor PCB Service

➔ Betaalbaar!

➔ Hoge kwaliteit!

➔ Betrouwbaar!



De Elektor PCB Service is de uitgebreidste maatwerkservice voor printproductie in Europa. Met handige online tools die uw ontwerp visualiseren en analyseren vóórdt u bestelt en betaalt.

- Voor starters is er de **NAKED-protoservice**: hiermee produceert u enkel- en dubbelzijdige PCB's zonder soldeermasker.
- Voor gevorderden zijn er de **PCB Visualizer** die u toont hoe uw PCB eruit zal zien na productie, de **PCB Checker** die een DRC voor u uitvoert en de **PCB Configurator** waarmee u uw orderdetails aanpast.

Slimme menu's en keuze-opties leiden u door het bestelproces. U ziet van tevoren precies wat onze machines voor u produceren en u komt dus niet achteraf voor verrassingen te staan.

➔ Start hier dus met uw volgende zelfbouwproject:

www.elektorPCBservice.com

Het project is gemaakt in Atmel Studio 6.2 GCC zonder extra ASF (Atmel Software Foundation) spul. De functies zijn verdeeld over meerdere bestanden die allemaal zijn voorzien van duidelijke namen en commentaar waar dat nodig is, zodat het voor geïnteresseerden niet al te moeilijk moet zijn om de animaties te wijzigen. De fuse-instellingen staan in het hoofdbestand, voor de volledigheid geven we ze hier ook nog eens:

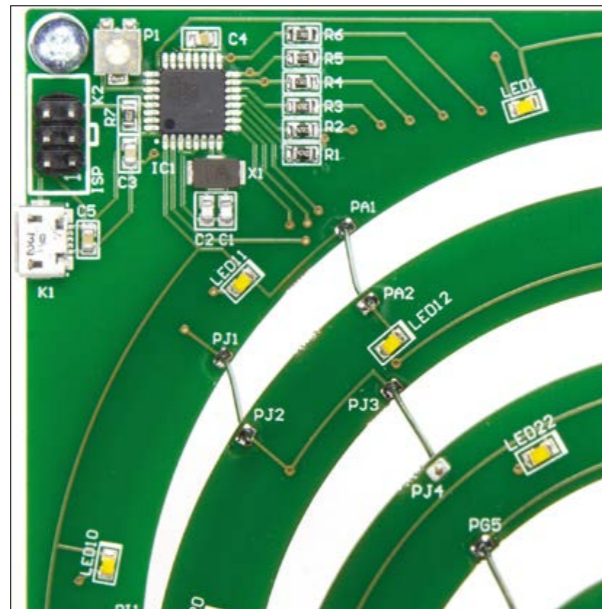
```
EXTENDED = 0x0FD
HIGH = 0x0DF
LOW = 0x0E6
```

Het hex-bestand is geschikt voor een ATmega328 en een ATmega328P. Uiteraard is er ook een kant-en-klaar geprogrammeerde controller bij Elektor verkrijgbaar [1].

Opbouw

In **figuur 2** is de layout van de print voor de ringvormige kerstboom afgebeeld. Het is niet eenvoudig om de print zelf te etsen en uit te zagen, maar bij het exemplaar dat u in de Elektor-webshop kunt kopen is alles netjes uitgefreesd en voorzien van breekpunten om de ringen gemakkelijk van elkaar te kunnen losmaken. Alle onderdelen met uitzondering van de programmeerconnector zijn SMD's, voor het handmatig solderen is dus wel wat ervaring nodig (en voor de USB-connector bovendien een hetelucht-soldeerbout), handiger is natuurlijk een SMD-oven. Wie gebruik maakt van een print uit de Elektor-shop, kan het beste eerst alle onderdelen op de print solderen en de ringen pas daarna van elkaar los breken. Hebt u een SMD-oven tot u beschikking, dan is dat in elk geval de aanbevolen methode. Let goed op bij de LED's, de kathode is te herkennen aan een groen puntje aan de zijkant (aan de onderkant staat ook nog een markering, zie de datasheet van de OVS-0801).

Zijn alle componenten goed gesoldeerd en is alles nog eens zorgvuldig gecontroleerd met een loep, dan kunt u de ringen van elkaar losmaken en kunt



Figuur 3. Detail van de elektronica op de basisprint.

u verder gaan met het monteren van de draadstukjes die de ringen op afstand houden en tevens als signaal- en voedingsleidingen dienen naar de verschillende ringen. Knip eerst van massief montagedraad van 0,7 mm 35 stukjes met een lengte van 3,5 cm. Neem dan de grootste ring (niet de bodemplaat), leg die ondersteboven en steek dan de draadstukjes in de betreffende gaatjes op de print. Zorg dat de draadjes net door de print steken en soldeer ze dan zo vast dat ze iets naar



Figuur 4. De draadstukjes moeten zorgvuldig worden geplaatst en gesoldeerd, zodat de afstanden tussen de ringen overal hetzelfde zijn.

buiten wijzen (de gaatjes in de print zijn iets groter dan 0,7 mm). Neem enkele kleine voorwerpen die als tijdelijke afstandshouder (hoogte 3 cm) kunnen fungeren en plaats deze op de basisprint (wij gebruikten drie blokcondensatoren met een lengte van 3,1 cm). Keer de reeds van draadstukjes voorziene ring om en leg hem dan op de afstandshouders. Nu is het even priegelen om alle draadstukjes in de juiste gaatjes op de basisprint te krijgen. Elk draadstukje moet in het gaatje op de basisprint met dezelfde letteraanduiding komen, dus PC1-PC2, PE1-PE2 enz.. Daarna kunt u ze aan de basisprint vast solderen. Dan is de volgende print aan de beurt. Deze soldeert en monteert u op dezelfde manier als hiervoor beschreven. Het laatste ronde

printje met één LED wordt tenslotte met twee draadstukjes bevestigd.

Om een mooi strak geheel te krijgen, is het belangrijk dat u nauwkeurig werkt, dat de draadstukjes mooi recht lopen en dat tussen alle ringen dezelfde afstanden worden aangehouden.

En dan kan de voeding in de vorm van een netvoedingsstekker met micro-USB-connector worden aangesloten. Als u een voorgeprogrammeerde controller hebt gebruikt, dan zal uw kerstboom meteen allerlei fraaie lichtpatronen gaan produceren! Anders moet u de op [1] beschikbare hexcode nog in de microcontroller 'branden' via ISP-connector K2.

Nu kunt u de kerstboom eventueel nog wat aankleden, bijv. met enkele kleine dennetakjes of een gekleurde kerstbal die u tussen de ringen ophangt. Met potmeter P1 kunt u de snelheid variëren, voor meer ingrijpende aanpassingen kunt u de software aanpassen (source-code ook beschikbaar op [1]). Veel plezier en alvast prettige kerstdagen gewenst! ◀

(150453)

Weblinks

[1] www.elektormagazine.nl/150453