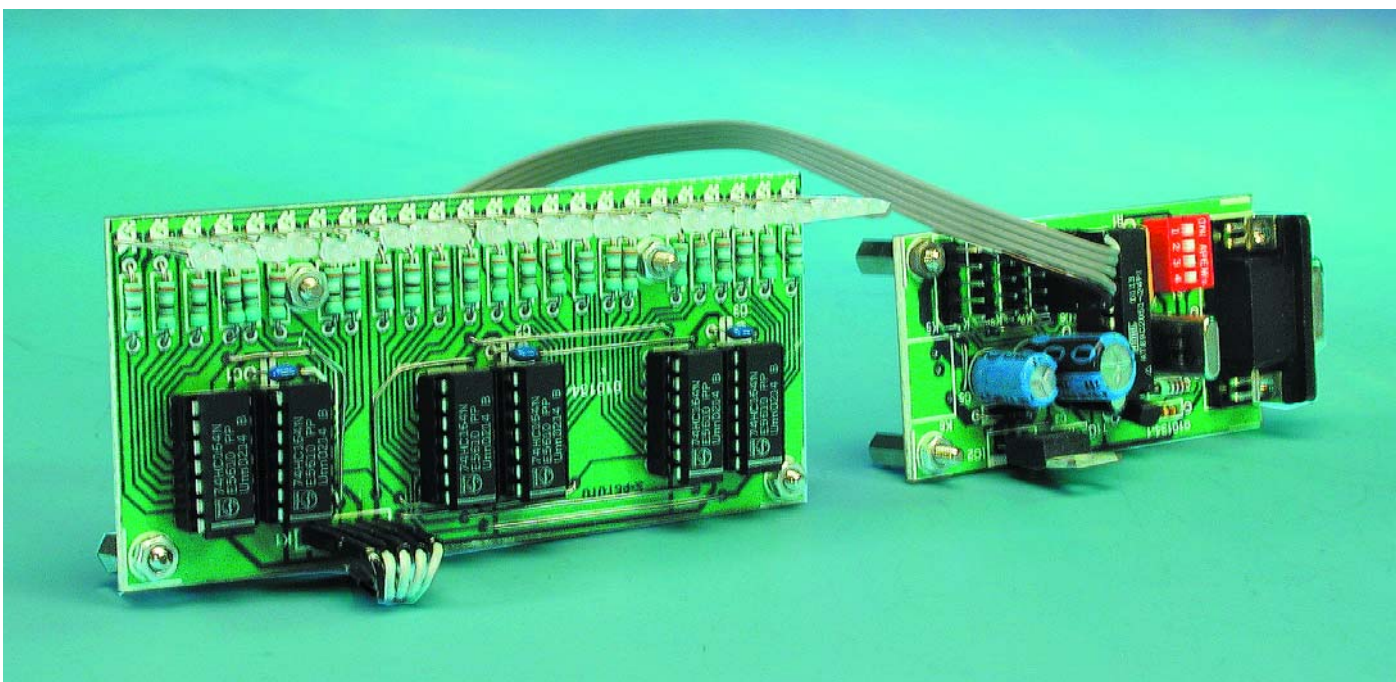


Duo-looplicht

Met microcontroller-sturing

A. Köhler

Licht- en geluidseffecten blijven onverminderd populair bij veel van onze lezers. Hier stellen we een schakeling voor die gebruik maakt van een microcontroller om maximaal 96 duo-LED's in diverse patronen te laten oplichten. De traagheid van het menselijk oog speelt bij dit ontwerp een belangrijke rol.



In plaats van 'gewone' LED's zijn bij deze schakeling zogeheten duo-LED's toegepast met twee kleuren, meestal rood en groen. Deze zijn verkrijgbaar in een uitvoering met drie aansluitingen (gemeenschappelijke kathode, gescheiden anoden) en in een uitvoering met twee aansluitingen. Bij de tweede variant (die hier gebruikt wordt) zijn de LED's anti-parallel geschakeld, zodat afhankelijk van de stroomrichting de ene of de andere oplicht. Om een duo-LED aan te sturen is dus een of

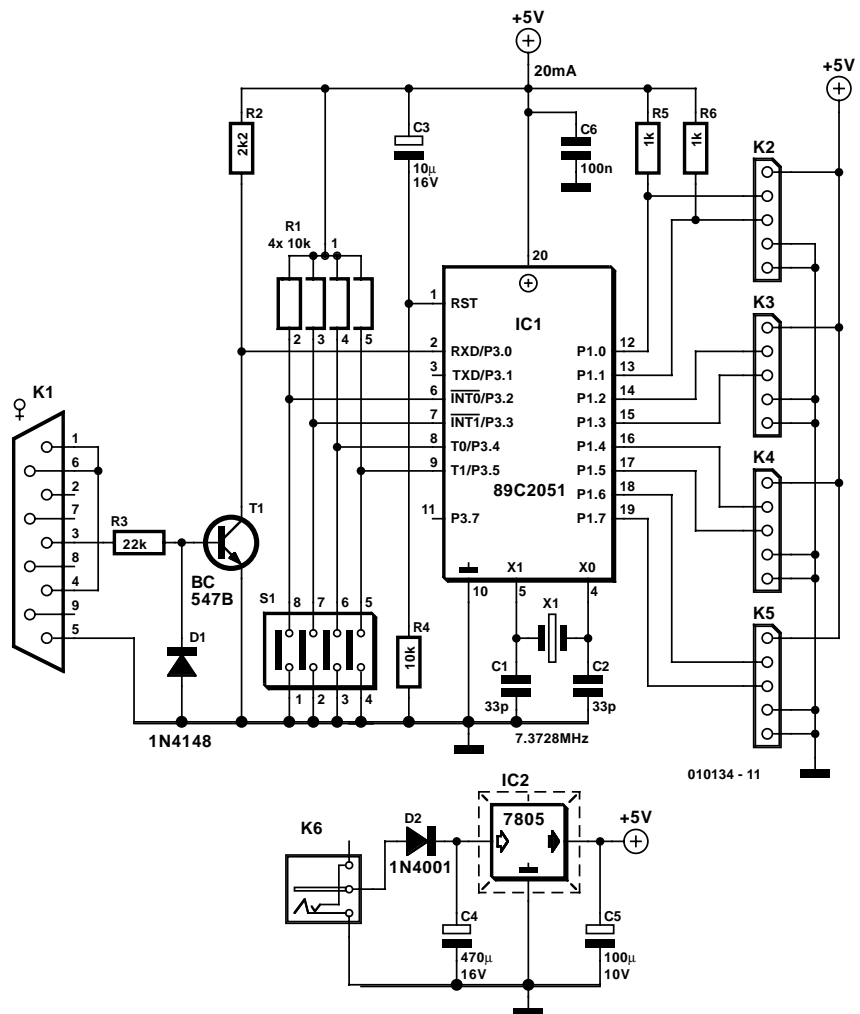
andere omschakelaar voor de stroomrichting nodig. Aangezien LED's voldoende hebben aan een stroom tussen 5 mA en 20 mA, hoeft zo'n omschakelaar geen al te grote stromen te schakelen, zodat hiervoor met een gerust hart naar HCT-logica kan worden gegrepen; die kunnen in 'hoog'- respectievelijk 'laag'-toestand een stroom van tenminste 8 mA leveren danwel opnemen. De duo-LED wordt tussen twee

van zulke uitgangen geschakeld. Zijn de beide uitgangsniveaus gelijk dan blijven de LED's gedoofd; zijn de niveaus verschillend, dan licht afhankelijk van de stroomrichting de rode of de groene LED op. Omdat voor elke LED twee uitgangen vereist zijn, is een rechtstreekse aansturing vanuit de microcontrollerpoortleidingen niet mogelijk. Daarom gebeurt de aansturing serieel, door middel van slechts twee lijnen. Met

een datalijn en een kloksignaal kunnen echter een heleboel LED's worden aangestuurd. De serieel/parallel-omzetting wordt verzorgd door HCT-schuifregisters. Tijdens de eerste fase worden zeer snel data door de schuifregisters geschoven, zo snel dat dit voor het menselijk oog niet zichtbaar is. In de tweede fase blijven de data enige tijd aan de uitgang van de schuifregisters staan en zijn daarmee zichtbaar stabiel. Na een korte pauze wordt vervolgens een nieuw patroon in het schuifregister geschoven. Door een geschikte grafische opstelling van de LED's kan het effect nog verbeterd worden.

Eén microcontroller

De schakeling bestaat uit een centrale microcontroller-stuureenheid en maximaal vier duo-LED-modules. Eerstgenoemde schakeling is afgebeeld in **figuur 1** en is opgebouwd rond een 89C2051-controller van Atmel. Het datablad daarvan is te vinden onder www.atmel.com/atmel/acrobat/doc1045.pdf. C3 en R4 vormen het power-up reset-netwerk. Via pen 2 is een primitieve RS232-interface gerealiseerd die wel kan lezen, maar via TxD-pen 3 niet zenden kan. Transistor T1 neemt de niveau-aanpassing voor zijn rekening, D1 onderdrukt negatieve signaalniveaus. Weerstand R3 begrenst zowel de basis- als de diodestroom. Deze schakeling maakt de gebruikelijke RS232-ladingspomp overbodig. De interne oscillator (pen 4 en 5) maakt gebruik van een gangbaar kristal van 7,3728 MHz. Deze frequentie beperkt weliswaar de te gebruiken RS232-baudrates, maar vereenvoudigt de programmering van lange tijdslussen. Natuurlijk kunnen ook andere kristalfrequenties worden gebruikt, alleen moeten dan wel enkele tijdconstanten in het programma worden aangepast. Aan de pennen 6...9 zijn vier DIP-schakelaars (S1) en pull-up-weerstanden (R1) aangesloten. Na aanpassing van het programma kunnen met S1 bijvoorbeeld specifieke lichtpatronen worden gekozen of de baudrate worden aangepast. Deze opties zijn echter nog niet in het programma gerealiseerd. De aansturing van de LED-module



Figuur 1. Deze uiterst simpele microcontroller-schakeling stuurt maximaal 96 duo-LED's.

gebeurt via poort 1. Elke uitleesmodule met zijn schuifregisters wordt gestuurd door een datalijn (P1.0, P1.2, P1.4 en P1.6) en een kloklijn (P1.1, P1.3, P1.5 en P1.7). Omdat we uitgegaan zijn van korte verbindingen, zijn er in de schakeling verder geen beveiligingsmaatregelen getroffen. Vermeldenswaard zijn nog de pull-up-weerstanden aan poort 1.0 en 1.1, die als niet-inverterende respectievelijk inverterende ingang van een interne comparator fungeren. Zonder pullups bleken de LED's niet goed te worden aangestuurd; blijkbaar beïnvloeden de comparatoringen het schakelgedrag van de poortingen. De stroom blijft altijd nog onder de toegestane 15 mA voor een poortuitgang. De verbinding tussen de stuureenheid en de LED-modules loopt via een vijfaderige flatcable, die naast data en klok

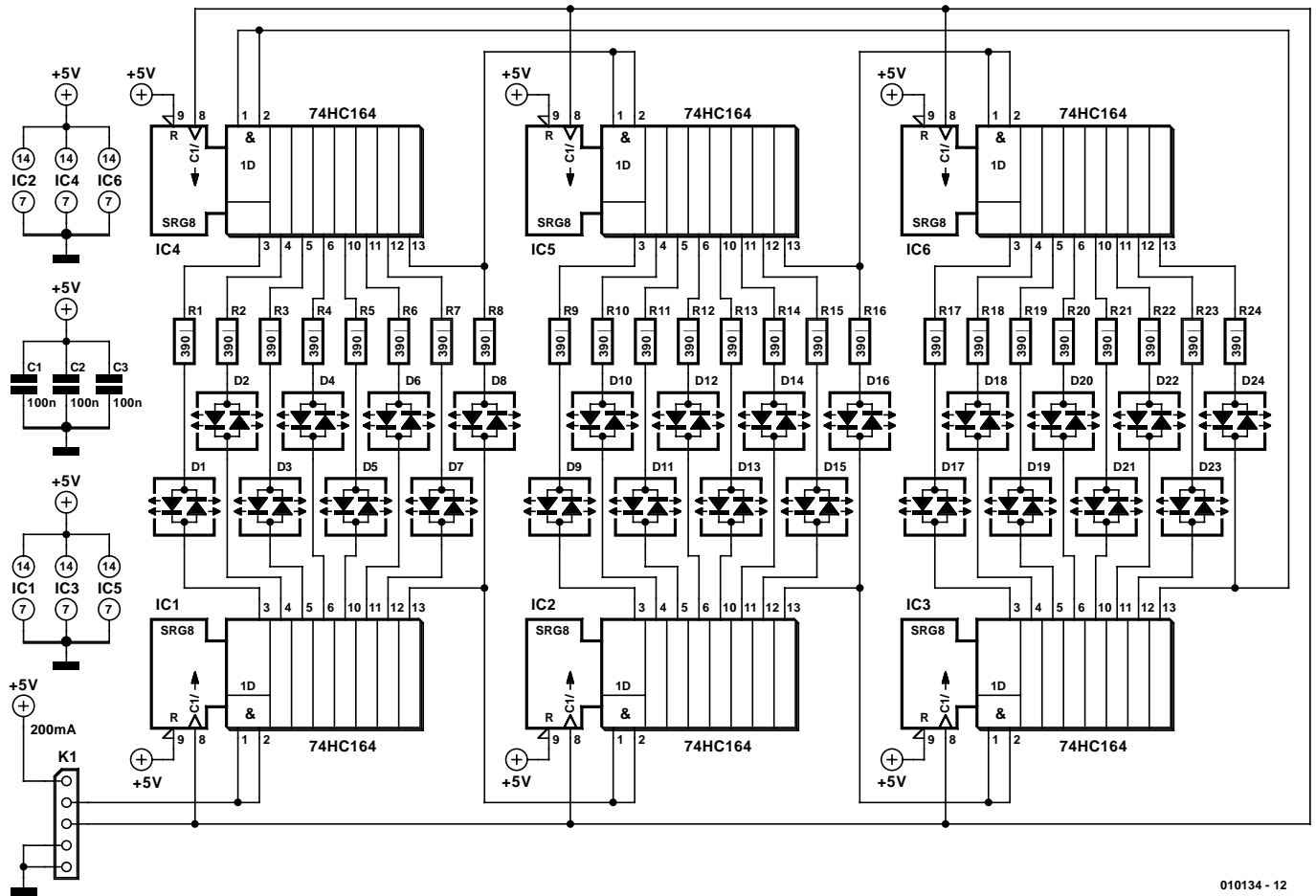
ook voor het transport van de voedingsspanning zorgt.

Nu we het daar toch over hebben: De op K6 aan te sluiten voeding (netadapter) dient een spanning van 9 V of meer te leveren bij een stroom van 200 mA per LED-print plus 20 mA voor de stuureenheid. Die stroom kan dus aardig oplopen en daarom is een koellichaam voor spanningsregelaar IC2 beslist geen luxe.

Vier LED-modules

Zoals **figuur 2** illustreert, bevat een LED-module 24 duo-LED's en zes schuifregisters van het type 74HCT164. De data worden toegevoerd aan de data-ingangen (pen 1 en 2) van het eerste schuifregister (IC1) en vervolgens verder geleid van de meest significante uitgang (pen 13) naar het volgende schuifregister. Zo ontstaat een keten van zes schuifregisters die gemeenschappelijk worden geklokt (pen 8).

Op de uitgangen van de schuifregisters zijn



010134 - 12

Figuur 2. Elke duo-LED 'hangt' tussen twee schuifregister-uitgangen.

de LED's met hun voorschakelweerstand aangesloten. Met een weerstandswaarde van 390 Ω loopt er bij een rode LED een stroom van 9 mA en bij een groene ongeveer 7 mA. Deze waarde vormt de grens van de 74HC164's, maar de lichtsterkte is hierbij echt meer dan voldoende.

Printen

Wanneer men zich netjes houdt aan de componentenopstelling en onderdelenlijst én de draadbruggen niet vergeet, is de opbouw van de schakeling een vrij probleemloze aangelegenheid. De microcontroller op de in **figuur 3** afgebeelde stuurprint mag in een voetje worden gemonteerd. Wanneer een PC-verbinding niet nodig is, kan de sub-D-connector inclusief niveau-aanpastrap T1 gewoon worden weggelaten. Hetzelfde geldt voor de DIP-schakelaars; als hier geen behoefte aan is, hoeven S1 en R1 niet te worden gemonteerd. De vrije ingangen dienen echter per se op een vast niveau te worden gelegd; RxD op +5 V. Bij het ontwerp van de enkelzijdige print van de LED-module (**figuur 4**) bleken een aantal draadbruggen helaas onvermijdelijk. Omdat

deze deels dicht bij elkaar liggen, in een hoek gebogen zijn en soms zelfs onder IC-voetjes door lopen, moet hiervoor geïsoleerde draad worden gebruikt. Verder valt er over de printen niet veel bijzonders te melden.

Software-varianten

Aangezien de hardware niet bepaald sensationeel van opzet is, moet de clou van de schakeling wel in de software zitten. Deze software kan gratis van onze website (www.elektuur.nl) worden gedownload; zoek onder de downloads van november het nummer 010134-11. De software staat niet alleen als kant-en-klaar hex-bestand ter beschikking, maar ook als assembler-broncode.

In de basisversie van de software worden de DIP-schakelaars niet gebruikt. Ze zouden bijvoorbeeld kunnen dienen om een specifiek patroon te kiezen.

De belangrijkste routines van de software zijn de volgende:

TAKT 1...TAKT 4

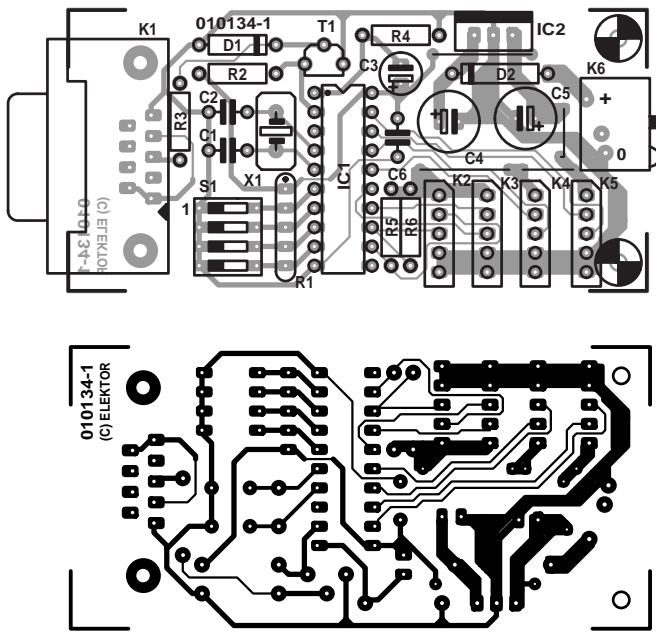
Met deze routines worden de kloksignalen voor de schuifregelaars opgewekt. Om de uitlezing op verschillende tijdstippen te kunnen actualiseren, is voor elke indicatie een eigen routine aanwezig.

MUAU 1...MUAU4

Deze routine stuurt de patronen naar de uitgang. De routines zijn bedoeld voor LED-modules met zes schuifregisters. In R2 is het aantal schuifregisters vastgelegd. R1 is de bitteller. Er wordt een byte uit de patroontabel gehaald en met behulp van het carrybit ontleed. Als een byte volledig naar de uitgang is doorgegeven, is het de beurt aan het volgende byte uit de tabel.

ZEIKO

Omdat alle LED-modules hetzelfde patroon dienen weer te geven, moet de tabelwijzer na elke indicatie gecorrigeerd worden.



Figuur 3. De print van de microcontroller-stuureenheid.

LOE 1...LOE 4

Hiermee wordt in alle schuifregisters een weergave van de waarde 'nul'

geschreven. Daardoor zijn alle LED's gedoofd.

Onderdelenlijst stuurprint

Weerstanden:

- R1 = 4x10 k SIL-array
- R2 = 2k2
- R3 = 22 k
- R4 = 10 k
- R5,R6 = 1 k

Condensatoren:

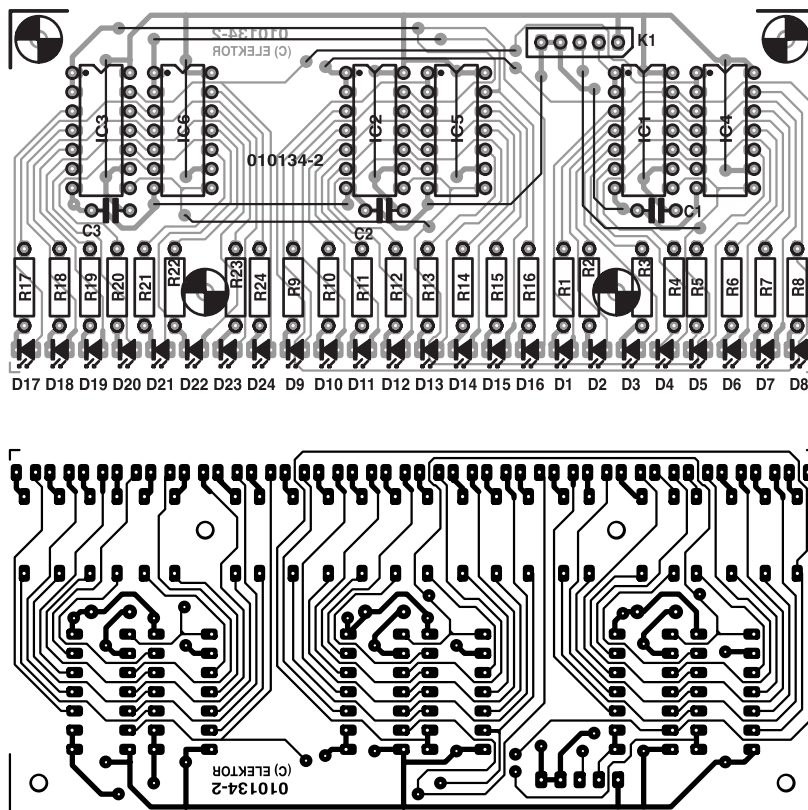
- C1,C2 = 33 p
- C3 = 10 µ/16 V radiaal
- C4 = 470 µ/16 V radiaal
- C5 = 100 µ/16 V radiaal
- C6 = 100 n

Halfgeleiders:

- D1 = 1N4148
- T1 = BC547B
- IC1 = AT89C2051-12PC
(geprogrammeerd, bestelnr. EPS 010134-41)
- IC2 = 7805

Diversen:

- K1 = 9-polige haakse female sub-D-connector voor printmontage
- K2...K5 = 1 x 5-polige header
- K6 = netadapterbus voor printmontage print EPS 010134-1 floppy met software: EPS 010134-11



Figuur 4. Op de print van de LED-module bevinden zich nogal wat draadbruggen; vergeet er geen!

ZEIT

Deze bevat een kleine tijdlus om de LED-indicatie beter te kunnen volgen. Een aanpassing van de oplichttijd is zo eenvoudig mogelijk.

Het grootste deel van het programma wordt gevormd door negen patroontabellen. Aan de hand van de beschrijving moet het mogelijk zijn zelf patronen te ontwerpen.

(010134)

Onderdelenlijst LED-print

Weerstanden:

- R1...R24 = 390 Ω

Condensatoren:

- C1...C3 = 100 n

Halfgeleiders:

- D1...D24 = duo-LED met twee aansluitingen, 3 mm
- IC1...IC6 = 74HC164

Diversen:

- K1 = 1 x 5-polige header print EPS 010134-2

Print-layouts en software zijn ook gratis beschikbaar op www.elektuur.nl