

Spiralige kerstboom

Knutselen met printmateriaal

Ton Giesberts (Elektor-lab)

Deze bijzondere kerstboom-variant is gemaakt van dun printmateriaal in de vorm van een spiraal, dat kan worden uitgerekt tot de vorm van een kerstboom. Op de spiraal bevinden zich 25 witte LED's die door een pseudo-toevalsgenerator worden aangestuurd.

Kerstbomen zijn er in alle soorten en maten, ook elektronische. In Elektor zijn in de loop der jaren heel wat elektronische varianten gepubliceerd. Op een gegeven moment had iemand in het Elektor-lab het lumineuze idee om een spiraalvormige kerstboom te ontwerpen, gemaakt van printmateriaal. Het printmateriaal wordt uitgerekt naar boven, zodat de vorm van een kerstboom ontstaat. Op de spiraal zijn (witte) LED's geplaatst. De elektronica zorgt ervoor dat de LED's met een onregelmatig knipperpatroon worden aangestuurd. Om het geheel zo eenvoudig mogelijk te houden, is geen microcontroller toegepast, maar een 'ouderwetse' schakeling met digitale logica. Deze bestaat uit een eenvoudige random-generator (opgebouwd rond een 4015 dual 4-bits statisch schuifregister en een quad-EXOR-gate 4070) en een aantal drivers voor het aansturen van de LED's.

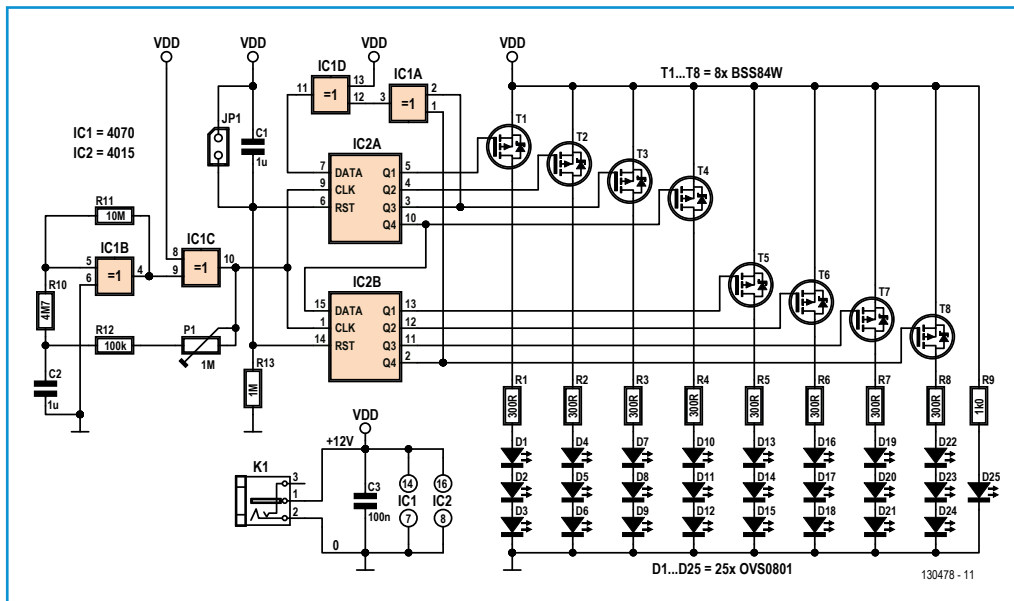
De knipperschakeling

De opzet van de schakeling is dus simpel: een schuifregister met terugkoppeling dat een willekeurig uitgangspatroon levert voor het aansturen van de LED's, een oscillator die het schuifregister van klokpulsen voorziet en een



aantal drivers die ketens van steeds drie in serie geschakelde LED's aansturen op basis van de uitgangsniveaus van het schuifregister (figuur 1).

Voor het eerste prototype werd een random-generator gemaakt met een 4-bits schuifregister, waarvan twee uitgangen via een EXOR werden teruggekoppeld. Dat leverde een reeks van 15 verschillende uitgangscombinaties op



Figuur 1. De knipperschakeling voor deze kerstboom bestaat uit een pseudo-toevalsgenerator die 8 takken met LED's aanstuurt.

(0000 is niet toegestaan omdat dit een hang-up zou veroorzaken). Het resultaat was niet zo bevredigend. Omdat er toch nog een tweede schuifregister in de 4015 zit, is dat in serie met het eerste geschakeld om het knipperen een meer willekeurige indruk te geven (IC2A en IC2B). Dat levert bovendien in totaal 8 uitgangen op voor het aansturen van de LED's. Na het uitproberen van verschillende terugkoppelconfiguraties is uiteindelijk gekozen voor het terugkoppelen van Q3 van IC2A en Q4 van IC2B. Aangezien de uitgangen van de 4015 slechts enkele milliampères kunnen schakelen, zijn hieraan drivers (T1...T8) toegevoegd voor het aansturen van de LED-takken. De keus is hier gevallen op kleine P-kanaals MOSFET's van het type BSS84W, die leverbaar zijn in een zeer kleine SOT323-behuizing. Elke MOSFET stuurt een serieschakeling van 3 LED's aan, waarbij een serieweerstand van 300 Ω de stroom door de LED's bepaalt. In totaal worden er dus 24 LED's geschakeld, waarvan er steeds drie tegelijk oplichten. Die zijn overigens steeds zodanig verdeeld over de spiraal dat het (bijna) niet opvalt dat ze tegelijk branden. In de top van de kerstboom zit nog een vijftiende LED (D25) die continu brandt. Omdat de LED's oplichten wanneer een uitgang van het schuifregister laag is (de MOSFET's inverteren), ontstaat bij een terugkoppeling met één enkele EXOR een toestand waarbij alle uitgangen hoog zijn en dus alle LED's uit zijn. Om er zeker van te zijn dat altijd min-

stens één uitgang actief (laag) is, hebben we een extra poort IC1D achter IC1A opgenomen, die als EXNOR werkt doordat een ingang met de voedingsspanning is verbonden.

Voor het aansturen van het schuifregister is nog een klokgenerator nodig. Deze is opgebouwd met de twee resterende EXOR-poorten van de 4070. Het gaat hier om de veelgebruikte opzet met een inverter met Schmitt-trigger-ingang. Poort IC1B is als niet-inverterende buffer geschakeld door een ingang aan massa te leggen. R10 en R11 bepalen de Schmitt-trigger-niveaus. Hierachter is een tweede EXOR opgenomen, die als inverter fungeert doordat een ingang aan de voedingsspanning is gelegd. R12, P1 en C2 in de terugkoppeling bepalen de frequentie waarop de oscillator werkt. Met behulp van de instelpotmeter kan de frequentie worden ingesteld over een breed bereik.

Bij het inschakelen van de voedingsspanning wordt het schuifregister gereset via R13/C1, waardoor alle LED's even oplichten. Om te kunnen testen of alle LED's functioneren, kunnen alle uitgangen laag worden gemaakt door een jumper op JP1 te plaatsen. Wanneer men deze functie niet gebruikt, kan JP1 worden weggelaten.

Om de elektronica zo weinig mogelijk te laten opvallen in de kerstboom, zijn voor alle onderdelen met uitzondering van de voedingsconnector SMD-uitvoeringen gekozen. Het schuifregister en de EXOR zitten in een

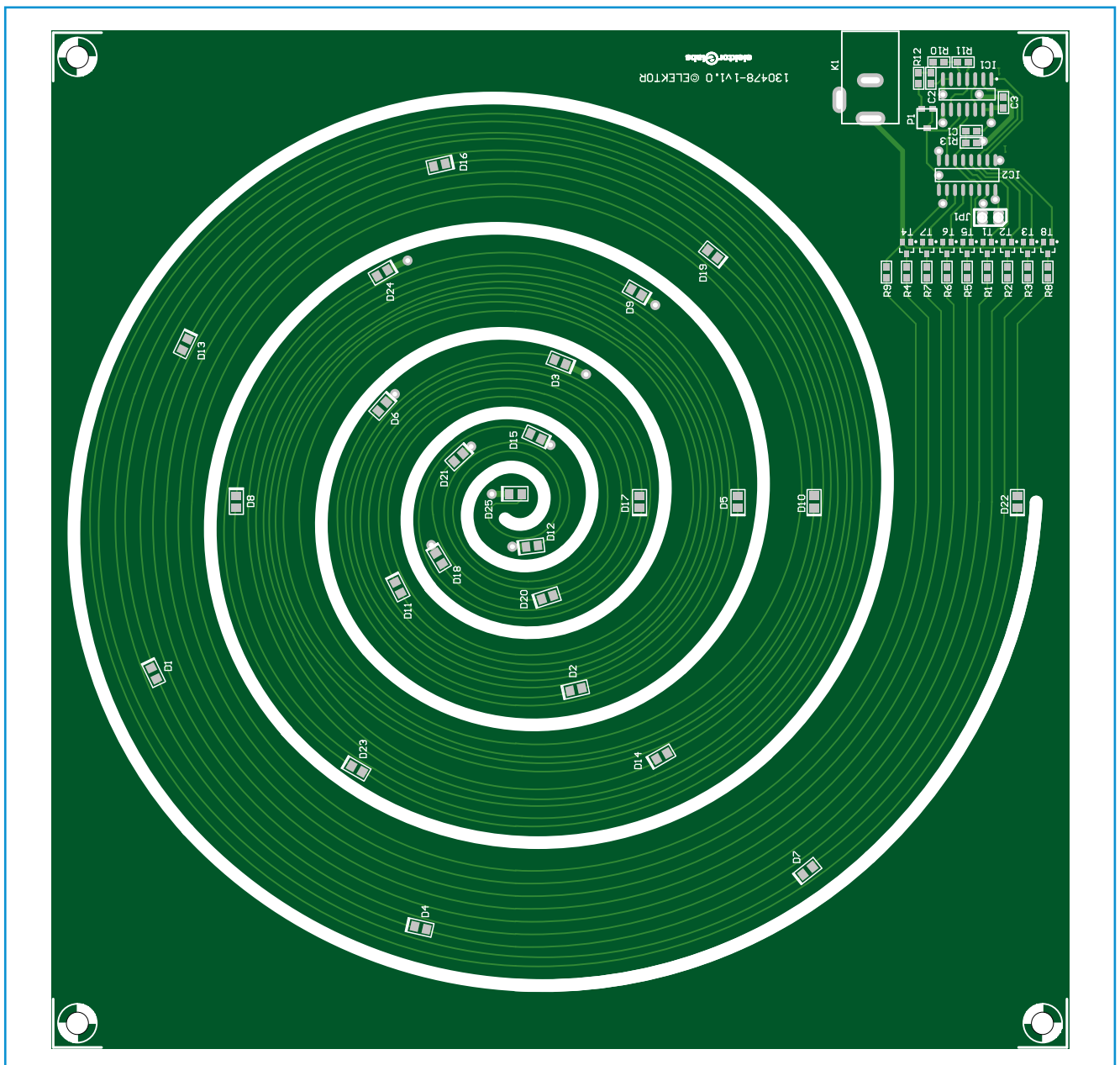
SOIC-behuizing. Zelfs de instelpotmeter voor de knipperfrequentie is een zeer kleine SMD-versie, de overige onderdelen zijn 0603-exemplaren. De witte LED's die we gebruikt hebben, zijn 0805-types met een openingshoek van 140°, die recht omhoog stralen maar door de relatief grote afstralhoek ook nog vanaf de zijkant duidelijk zichtbaar oplichten (ze leveren typ. 400 mcd bij 20 mA, we sturen hier circa 10 mA door elke LED). Dankzij het gebruik van CMOS-IC's uit de 4000-serie mag de ingangsspanning tot 15 V

bedragen en kan de hele schakeling gewoon worden gevoed uit een netadapter die een gelijkspanning van circa 12 V levert. Een extra stabilisatie is verder niet nodig. De netadapter moet minimaal 250 mA kunnen leveren.

Praktische uitvoering

De in Altium Designer ontworpen print-layout is afgebeeld in **figuur 2**. De gebruikelijke dikte van een gewone print bedraagt ongeveer 1,6 mm. Zo'n print is totaal niet flexibel en het zou dan niet mogelijk zijn om de spiraal uit

Figuur 2. De print is gemaakt van extra dun printmateriaal van 0,2 mm, zodat dit goed kan worden uitgerekt tot de vorm van een kerstboom.



Onderdelenlijst

Weerstanden:

- R1...R8 = 300 Ω, 0,1 W, 5%, SMD 0603
- R9 = 1k0, 0,2 W, 5%, SMD 0603
- R10 = 4M7, 0,1 W, 5%, SMD 0603
- R11 = 10 M, 0,1 W, 5%, SMD 0603
- R12 = 100 k, 0,1 W, 5%, SMD 0603
- R13 = 1 M, 0,1 W, 5%, SMD 0603
- P1 = 1 M SMD-instelpotmeter, 0,1 W, 30% (bijv. Murata PVZ3G105C01R00)

Condensatoren:

- C1,C2 = 1 μ/25 V, 10%, X5R, SMD 0603
- C3 = 100 n/25 V, 10%, X7R, SMD 0603

Halfgeleiders:

- D1...D25 = Witte LED, SMD 0805 (bijv. Multicomp OVS-0801)
- T1...T8 = BSS84W, P-kanaals MOSFET, SMD SOT323
- IC1 = 4070, SMD SOIC14
- IC2 = 4015, SMD SOIC16

Diversen:

- JP1 = 2-pens pinheader, steek 2,54 mm, met jumper
- K1 = DC-voedingsconnector voor printmontage, middenpen 1,95 mm, 12 V/3 A (bijv. Lumberg NEB 21 R)
- Print-layout 130478-1

te trekken tot een kerstboom-vorm (kegel). Daarom is voor het prototype een printmateriaal met een dikte van 0,2 mm gekozen, wat het geheel een stuk flexibeler maakt. Om het kleiner worden van de spiraal naar de top toe te compenseren is deze zo ontworpen dat hij naar het midden toe steeds smaller wordt volgens een logaritmisch verloop. Daardoor is de verticale afstand tussen spiraaldelen overal vrijwel gelijk (zie de foto's). Bijkomend voordeel van deze constructie is dat aan het begin van de spiraal meer ruimte is voor printsporen. Hoe meer we bij het centrum/top komen, des te minder sporen zijn ook nodig voor het aansturen van de LED's.

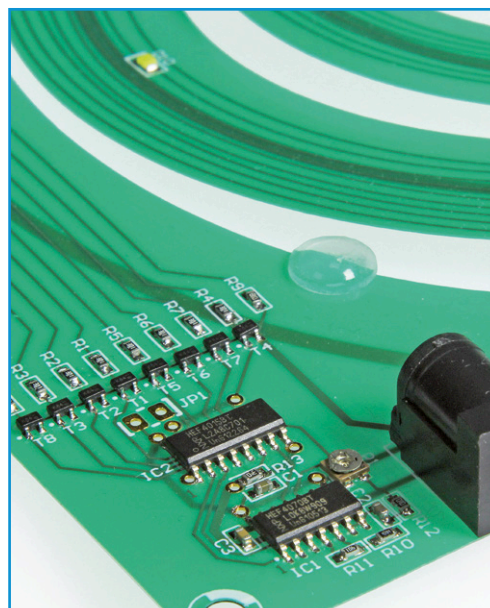
In verband met de hoge productiekosten voor zo'n speciale print hebben we besloten om deze niet in de Elektor-shop op te nemen. De print-layout is echter wel als gratis download verkrijgbaar [1] voor degene die met deze opzet zelf eens wil experimenteren.

Het grootste gedeelte van de schakeling, met uitzondering van de LED's, zit op de basis van de print bij de voedingsconnector. Zoals al opgemerkt is vrijwel alles in SMD uitgevoerd om het zo weinig mogelijk te laten opvallen. Wie wat ervaring heeft met SMD-solderen, kan de schakeling wel met de hand opbouwen. Het is aan te bevelen om de opgebouwde print op een stevige ondergrond te monteren (bijv. een stuk plexiglas) en de 'stam' van de kerstboom eveneens uit een doorzichtig stukje kunststof te maken voor een fraai eindresultaat.

(130478)

Weblinks

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



Figuur 3. Met uitzondering van de LED's zit de hele elektronica op de voet van de kerstboom.