



Ronde kerstboom 2023

een high-tech manier
om de feestdagen te vieren

Ton Giesberts (Elektor)

De WS2812D-F8 is een high-tech, digitaal programmeerbare 8 mm RGB-LED die individueel kan worden geadresseerd in serieschakelingen van maximaal 255 stuks. In dit driedimensionale ronde kerstboomproject kunnen 36 van deze LED's extern of door een on-board Arduino Nano ESP32 aangestuurd worden. De lichteffecten zijn verbluffend – deze stralende Elektor-kit mag met de feestdagen niet in je woonkamer ontbreken!

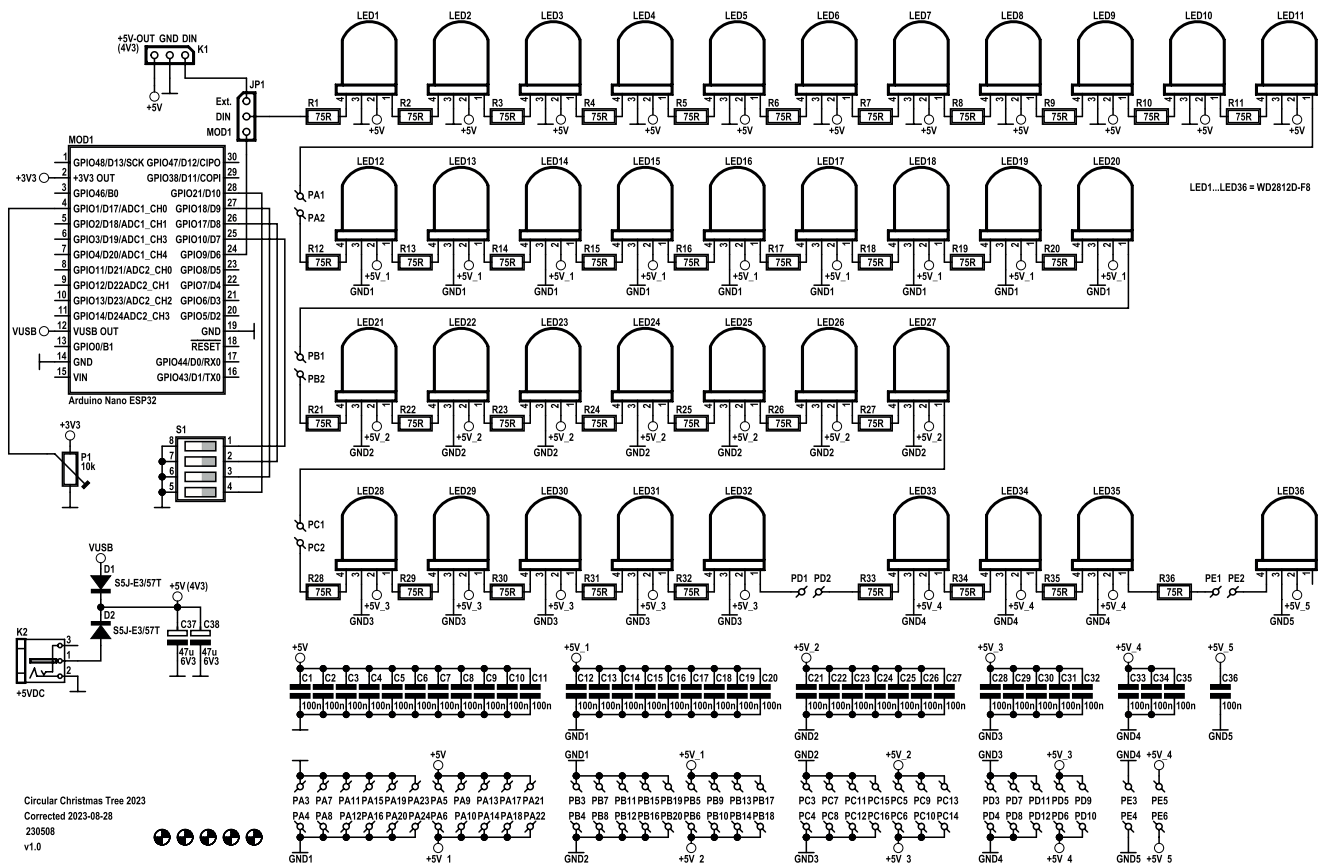
Bij deze kerstboom draait alles om de vorm van de constructie en het gebruik van 8 mm digitale RGB-LED's. Hij lijkt meer op een echte boom dan de meeste platte printen met een kerstboomachtige omtrek. In plaats van een gewoon 2D-ontwerp is dit een echt 3D-ontwerp, en het is gebaseerd op de twee eerdere versies [1] en [2]. Dit nieuwe ontwerp wordt gerealiseerd door de vijf ringvormige, concentrische secties van de print die bij de kit wordt geleverd, te scheiden en ze boven elkaar te monteren met enkele stijve draden die de print van elkaar scheiden, waardoor dit project dat typische naaldboom-uitelijk krijgt.

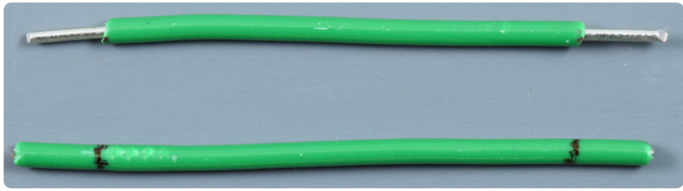
Het project in [1] gebruikte een eenvoudige toevalsgenerator met twee standaard logische IC's en kleine witte SMD-LED's. [2] was gebaseerd op een microcontroller, met de LED's aangesloten in een 6x6 matrix. Deze nieuwste versie gebruikt 36 stuks 8 mm digitale RGB-LED's voor through-hole montage van het type WS2812D-F8. Dit maakt de schakeling eenvoudig. In plaats van een matrix zijn de in- en uitgangen van de digitale LED's in serie geschakeld, waarbij elke LED is aangesloten op een 5V-voeding. De keten van LED's kan worden aangesproken als een NeoPixel LED-strip. Er is een groot aantal programma's op het web te vinden, in vele talen, die in detail uitleggen hoe je deze componenten kunt aansturen.

Connector K1 is verbonden met de interne +5 V (4,3 V), massa en de ingang van de eerste LED (via jumper JP1). Op deze manier kunnen verschillende externe microprocessors, microcontrollers of modules worden gebruikt om de LED's van onze ronde kerstboom aan te sturen. Om de boom onafhankelijk van externe elektronica te maken, kan een Arduino Nano ESP32-module [3] op de basisprint worden gemonteerd.

Het schema

De schakeling bestaat in wezen uit 36 digitale RGB-LED's van het type WS2812D-F8, waarvan de ingangs- (D_{in}) en uitgangspinnen (D_{out}) in serie zijn geschakeld; elke LED wordt gevoed met een 4,3V-voedingspanning (**figuur 1**). De werkelijke spanning over de LED's is lager vanwege de spanningsval die wordt veroorzaakt door de beveiligingsdiodes D1 en D2. De LED's kunnen worden aangestuurd door een externe microprocessor, microcontroller, module of optionele on-board Arduino Nano ESP32-module (MOD1).





Figuur 3. De onderste draad is gemarkeerd en de bovenste is gestript. De overblijvende isolatie moet 3 cm lang zijn.

Als een Arduino Nano ESP32 wordt gebruikt om de LED's aan te sturen, kunnen DIP-schakelaar S1 en de kleine instelpot P1, beide te zien in figuur 2, ook op de print worden gemonteerd. Software kan deze componenten uitlezen om verschillende patronen te selecteren of de helderheid aan te passen. Zonder de onboard-module hebben deze componenten echter geen functie.

Voeding

Als voeding voor de LED's dient een +5 V AC/DC-adapter met een voedingsplug die wordt aangesloten op K2. De kit die je in onze shop kunt kopen, bevat alleen de onderdelen voor de print, inclusief de kleine instelpot en de DIP-schakelaars. De AC/DC-adapter en optionele Arduino Nano ESP32-module zijn niet inbegrepen en moeten apart worden aangeschaft.

Deze module heeft een USB-C connector die ook de LED's voedt via zijn VBUS-pin. Zoals al opgemerkt voorkomen twee diodes (D1, D2) dat de beide voedingen rechtstreeks met elkaar worden verbonden. VBUS is intern verbonden met de 5 V van de USB-C connector via een Schottky-diode van het type PMEG6020AELR (Nexperia). Deze diode is gespecificeerd voor een nominale stroom van 2 A. Op dit moment is de maximale stroom van de VBUS-pin niet gespecificeerd in de datasheet [5]. De stroom voor de WS2812D-F8 is 12 mA, volgens een overzicht van deze familie op de website van de fabrikant.

De datasheet vermeldt echter 15 mA bij de specificaties, en veel parameters zijn gemeten bij $I_F = 20$ mA. In ons prototype was de maximale stroom bij maximale instelling (3×255 decimaal per LED) net iets minder dan 11 mA per kleur – ver van 20 mA verwijderd. Deze verschillen met de specificaties zijn een beetje verwarrend. Blijkbaar is een meer realistische waarde voor de stroom ongeveer 12 mA. Ervan uitgaande dat dit de juiste waarde is, bedraagt de maximale stroom bij maximale LED-helderheid:

$$36 \text{ (LED's)} \times 3 \text{ (kleuren)} \times 12 \text{ mA} = 1,3 \text{ A.}$$

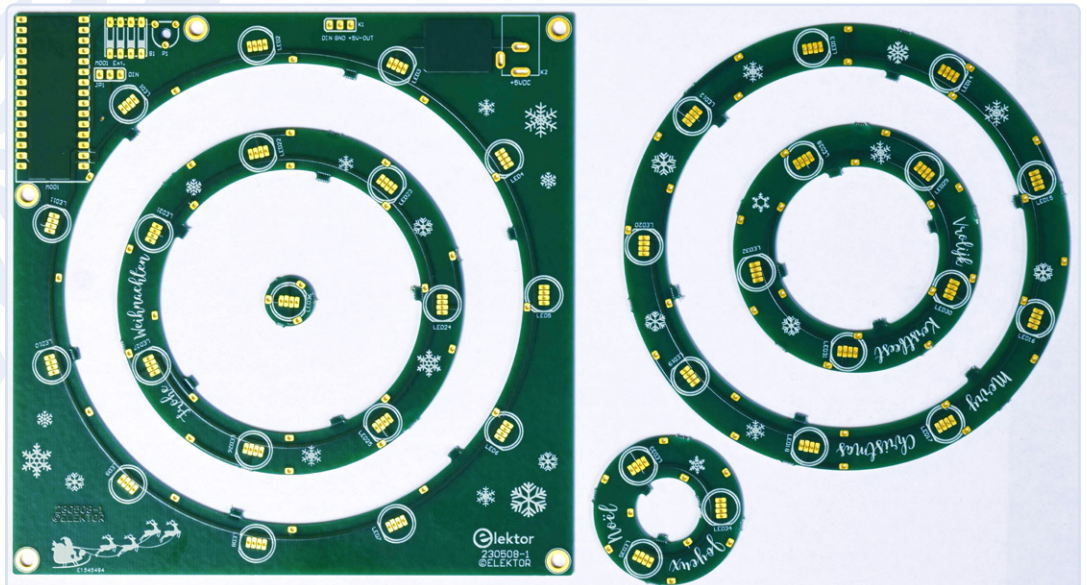
In ons kerstboom-prototype bedroeg de totale gemeten maximale stroom 1156 mA. De VBUS-pin op MOD1 zou geen probleem moeten hebben met deze stroom. Maar in het algemeen raden we je sterk aan om de LED's nooit bij de maximale stroom te gebruiken, omdat dit de levensduur van de LED's aanzienlijk verkort! Het helderheidsverschil tussen bijvoorbeeld een derde en de maximale nominale stroom is niet groot. Houd hier rekening mee bij het schrijven van de software. Als je alle LED's instelt om wit licht te geven, voor zeer heldere verlichting in een goed verlichte kamer, heb je een totale stroom van ongeveer 200 mA nodig. Dit zal in de meeste gevallen meer dan genoeg zijn en je kunt elke standaard USB type-A poort gebruiken om de module van stroom te voorzien.

De print

Het zal je niet verbazen dat de print van 136×136 mm uit de basisprint bestaat plus de vijf cirkelvormige printen die daaruit losgebroken kunnen worden.

De figuren bij de onderdelenlijst tonen de print zoals die wordt geleverd, terwijl **figuur 4** alle deelprinten toont na het doorsnijden van de verbindingstabs. Bedenk dat het enige kracht kost om ze te breken. Een montagehandleiding, beschikbaar op Elektor Labs [6], geeft alle details over het bouwen van de boom. Het koper van de 39 draadsegmenten is 0,8 mm dik. Deze draden helpen ook om de boom vorm te geven en daarom hebben we groene geïsoleerde draad gekozen. Maar als je een naakte vertinde draad mooier vindt, kun je natuurlijk alle isolatie verwijderen.

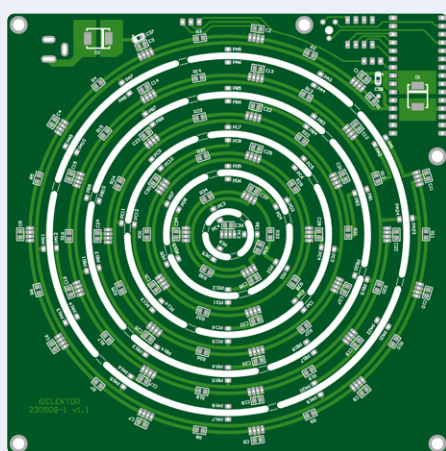
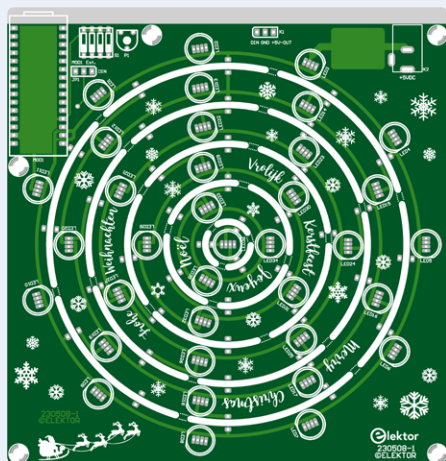
Let goed op dat alle printplaten evenwijdig worden gemonteerd, met een onderlinge afstand van 3 cm. Het grote aantal draden maakt de constructie vrij stijf, zoals je kunt zien in **figuur 5**. Dat toont het voltioede prototype zonder de extra module. Om de spanningsval van onder naar boven minimaal te houden, zijn alle draden, behalve de signaaldraad, om en om verbonden met +5 V en massa. Pas bij het strippen van alle isolatie op voor kortsluiting tussen de naakte draden!



Figuur 4. Alle printplaten van elkaar gescheiden. De breekstabs die de 6 printen bij elkaar hielden, kunnen nu verwijderd worden met een draadtang.



Onderdelenlijst



Weerstanden:

R1...R36 = 75 Ω , 0,125 W, 5%, SMD 0805

P1 = instelpotmeter liggend 10 k Ω , 0,1 W, 20 %, 6 mm rond
(Piher PT6KV-103A2020)

Condensatoren:

C1...C36 = 100 n, 50 V, 5%, X7R, SMD 0805

C37, C38 = 47u, 6V3, 10%, tantaal, case A (1206)

Halfgeleiders:

D1, D2 = S5J-E3/57T, SMD-behuizing SMC

LED1-LED36 = WS2812D-F8, 8 mm, THT

MOD1 (optioneel) = Arduino Nano ESP32 met headers

Diversen:

K1, JP1 = pinheader, 3x1, verticaal, raster 2,54 mm

Jumper voor JP1, steek 2,54 mm

K2 = MJ-179PH (Multicomp Pro), DC-voedingsconnector, 4 A,
pindiameter 1,95 mm

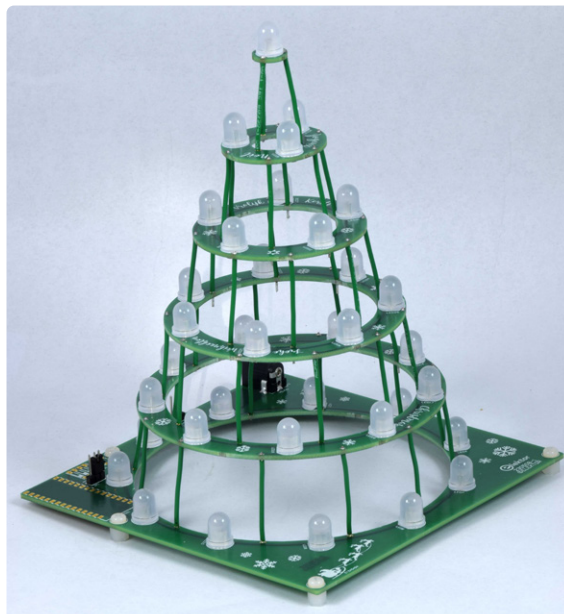
S1 = DIP-schakelaar, 4-voudig

PA1...PE6 = 2 m draad, 0,81 mm massief, 0,52 mm²/20AWG, groene
isolatie (Alpha Wire 3053/1 GR005)

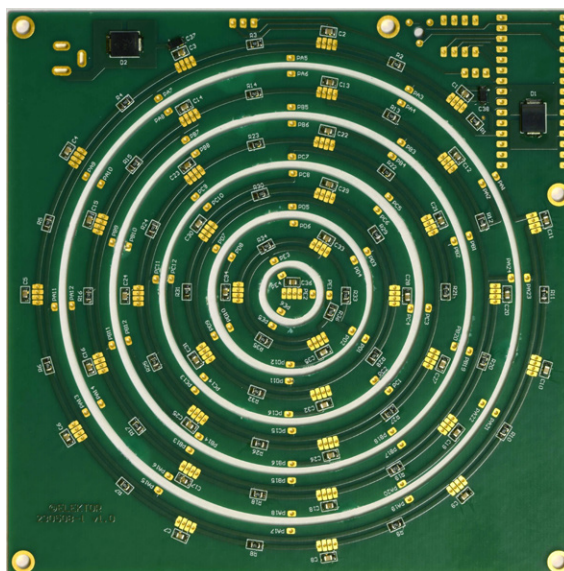
H1...H5 = nylon afstandsbus, female/female, M3, 5 mm

H1...H5 = nylon boutje, M3, 5 mm

Print 230508-1



Figuur 5. Het voltooid prototype, zonder de optionele Arduino-module.



Figuur 6. Alle SMD's zijn aan de onderkant van de printen gesoldeerd: R1...R36, C1...C38, D1 en D2.

De sporen voor de voeding zijn 1 mm breed. Alle SMD-componenten worden aan de onderkant van de printen gemonteerd, zoals te zien is in **figuur 6**. Zorg ervoor dat je de printen van elkaar scheidt voordat je begint te solderen. Behalve de LED's zitten er geen andere componenten aan de bovenkant van de cirkelvormige printen; de aansluitdraden van die LED's moeten worden doorgeknipt zoals te zien in **figuur 7**. De through-hole componenten JP1, K1, K2, P1, S1 en MOD1 worden aan de bovenzijde van de vierkante basisprint geplaatst. Aangezien in dit project SMD-componenten worden gebruikt, is enige ervaring met het solderen daarvan aanbevolen.

Met een soldeerbout met een fijne punt en dunne soldeerdraad zijn de 0805-weerstanden en -condensatoren niet zo moeilijk te solderen. We raden je aan om heel dun soldeer te gebruiken met een doorsnede van 0,35 mm, zodat er niet te veel tin wordt gebruikt voor de soldeerverbindingen. De boom staat op vijf witte nylon afstandsbusen van 5 mm die zijn vastgezet met 5 witte nylon schroeven. Deze vallen minder op.



Figuur 7. De aansluitdraden van de RGB-LED's van het type WS2812D-F8 zijn net boven de verbreding afgeknipt.

De optionele module MOD1 wordt in een hoek van de print geplaatst om de basis zo klein mogelijk te houden. P1 en S1 worden naast de module gemonteerd.

Optionele Arduino Nano ESP32-module

Om deze kerstboom onafhankelijk van externe schakelingen te laten werken, kan de Arduino

Nano ESP32-module (MOD1) op de basisprint worden gemonteerd, samen met instelpot P1 en DIP-schakelaars S1. Zet jumper JP1 in de stand MOD1. De twee extra componenten kunnen worden gebruikt om de helderheid/snelheid en verschillende patronen/modi in te stellen en/of te selecteren.

De module kan worden geprogrammeerd met de nieuwste versie van de Arduino IDE en de programmeertaal C. Als je op zoek bent naar een MicroPython-project, dan is deze kerstboom ook een goede keuze. Een speciale IDE met de naam *Arduino Lab for MicroPython* [7] kan worden gedownload van GitHub. Ook is een MicroPython-installer [8] nodig; die is ook beschikbaar op GitHub. Het is allemaal goed gedocumenteerd op de Arduino-website en geeft beginners goede mogelijkheden om het geheel aan de praat te krijgen [9].

Elektor heeft basissoftware ontwikkeld die kan worden gedownload van de Elektor Labs-webpagina van dit project [6], waar je ook wat details over de functionaliteit vindt.

Tijdens de ontwikkeling van de software zou je het project moeten kunnen voeden via de USB-connector van een PC, maar een AC/DC-adaptor met een UCB-C connector is nodig om de boom van stroom te voorzien als hij klaar is. De maximaal beschikbare stroom hangt natuurlijk af van de specifieke poort. Via een USB-C/USB-A adapter of adapterkabel kan de Arduino Nano ook worden aangesloten op een 'legacy' USB-poort als de helderheid beperkt blijft. De stroom is dan beperkt tot 500 mA, iets om in gedachten te houden bij het testen van de software! Of sluit ook een voeding aan op K2 en maak de spanning iets hoger dan 5 V, zodat de LED's van stroom worden voorzien. **Figuur 8** laat niet echt de volle, heldere kleur van de LED's zien, maar geeft toch een goede indruk van wat er met verschillende instellingen bereikt kan worden. ◀

230665-03



Over de auteur

Ton Giesberts begon na zijn studie bij Elektuur (nu Elektor), toen daar gezocht werd naar iemand met affiniteit voor audio. In de loop der jaren heeft hij voornamelijk aan audioprojecten gewerkt. Analoog ontwerpen heeft altijd zijn voorkeur gehad. Projecten op andere gebieden van de elektronica horen er natuurlijk ook bij. Een van Ton's motto's is: "Als je iets beter wilt hebben, doe het dan zelf". Bij een print voor een audioproject met vervormingscijfers in de orde van grootte van 0,001% is een goede layout bijvoorbeeld cruciaal!

Vragen of opmerkingen?

Hebt u technische vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel? Stuur een e-mail naar de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.



Gerelateerde producten

- > **Circular Christmas Tree Kit**
www.elektor.nl/20672
- > **Arduino Nano ESP32 with Headers**
www.elektor.nl/20529



Figuur 8. Testopstelling van de kerstboom.

WEBLINKS

- [1] Kerstboom V1: <https://elektormagazine.com/labs/130478-xmas-tree-2014>
- [2] Kerstboom V2: <https://elektormagazine.com/labs/circular-christmas-tree-150453>
- [3] Documentatie van de Arduino Nano ESP32: <https://docs.arduino.cc/hardware/nano-esp32>
- [4] WS2812D-F8 datasheet [PDF]: https://soldered.com/productdata/2021/03/Soldered_WS2812D-F8_datasheet.pdf
- [5] Arduino Nano ESP32 datasheet [PDF]: <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/ABX00083-datasheet.pdf>
- [6] Dit project op Elektor Labs: <https://elektormagazine.com/labs/circular-christmas-tree-2023-230508>
- [7] Arduino Lab for Windows [Zip]: <https://tinyurl.com/arduino4win>
- [8] Arduino MicroPython Installer: <https://github.com/arduino/lab-micropython-installer/releases/tag/v1.2.1>
- [9] MicroPython course MicroPython 101 by Arduino: <https://docs.arduino.cc/micropython-course/>