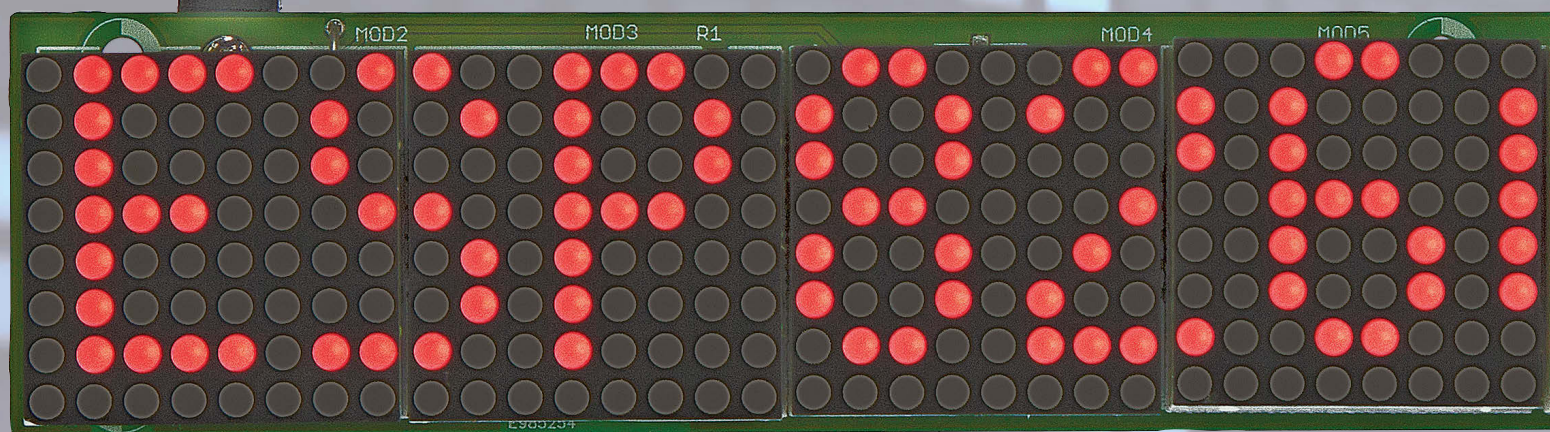


Lichtkrant



512 LED's via

Pascal Rondane, Bastian Bouchardon (Frankrijk), Luc Lemmens (Elektor Labs)

Met deze schakeling kunt u een tekst over een paneel met acht matrixdisplays van 8 x 8 LED's laten lopen. De schakeling bevat een WiFi-module ESP-12F (gebaseerd op de ESP8266), die via de Arduino-IDE kan worden geprogrammeerd. Via een mobiele telefoon of een ander WiFi-apparaat kunt u de weer te geven tekst, de loopsnelheid en de helderheid naar een ESP8266-webserver verzenden

In een eerdere versie werd dit display aangesloten met een netwerkkabel, en dat bleek niet zo handig te zijn. Daarom besloot Pascal om er een module met de ESP8266 aan toe te voegen, en gebruikte hierbij de software van Everett Robinson in een verbeterde versie van Pierre van de site Fabriqueurs.com [1]. Hij voegde ook een webserver toe, zodat een client die op een smartphone, tablet, PC of MAC is geïnstalleerd, met het display kan communiceren.

LED-matrix

Het lastigste onderdeel van deze schakeling is het meest zichtbare: de matrix met rode LED's. In online-shops wordt een groot aantal verschillende merken

aangeboden. Het belangrijkste verschil tussen deze modules is echter de oriëntatie van de LED-matrix, die helaas vóór de aankoop niet kan worden gecontroleerd. Toen de door het lab aangeschafte matrices op de print van Pascal waren gemonteerd liep de tekst van boven naar beneden! Let op: de schakeling in de hier beschreven vorm is ontworpen voor het besturen van matrices met de aanduiding 'FC-16'.

De matrices zijn bedoeld voor montage naast elkaar: de data-uitgang van de eerste bevindt zich naast de data-ingang van de tweede, enzovoorts. Op de print is met deze logische indeling rekening gehouden en daardoor is de routing simpel en zijn de verbindingen kort.

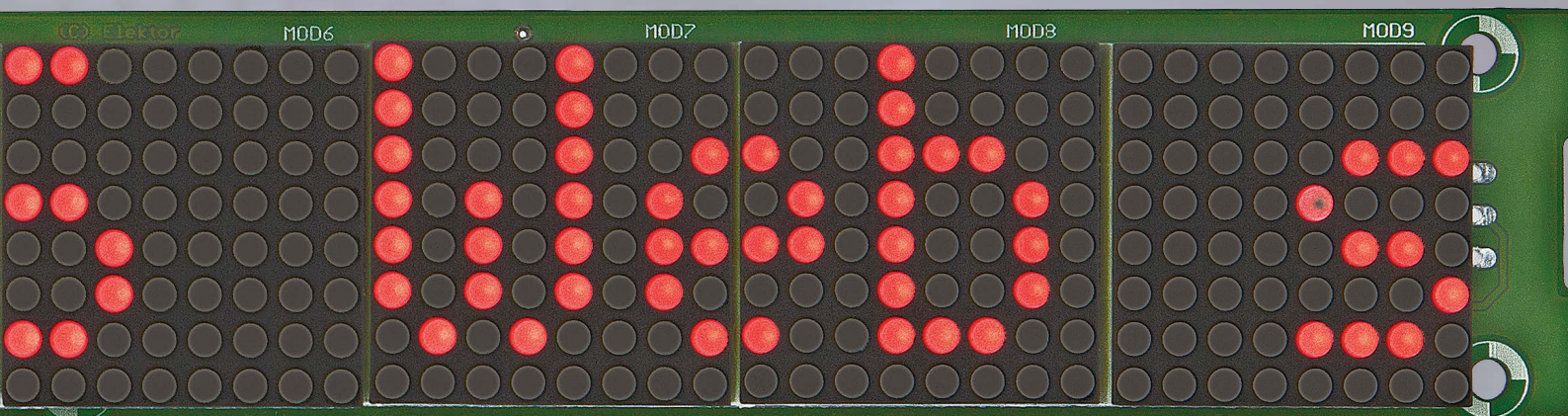
Hardware

In **figuur 1** ziet u het schema, dat is opgedeeld in vier blokken:

- 3,3-V-voeding
- WiFi-module ESP-12
- Acht LED-matrices
- Blauw omlijnd blok: wordt in deze versie niet gebruikt, die onderdelen hoeven dus niet te worden gemonteerd.

Op K2 moet een voeding van 5 V bij 2 A worden aangesloten. Diode D1 beschermt tegen verkeerde polariteit; bij foutieve aansluiting komt zekering F1 in actie. De matrices worden direct met de 5-V-spanning gevoed, terwijl regelaar

met ESP-12F



WiFi aansturen

IC1 de 3,3-V-voedingsspanning voor de ESP-12-module levert. Condensatoren C7 en C8 filteren de voedingsspanning van de ESP-12 om storingen door spanningspieken te voorkomen.

Hoewel de uitgangen van de ESP op 3,3-V-niveau liggen en de matrices met 5 V worden gevoed, is het 'hoog'-niveau van GPIO's 12, 14 en 16 voldoende voor een betrouwbare aansturing van de LED-matrices. LED1 licht op als de ESP-12-module van voedingsspanning wordt voorzien.

Driver

Elke led-matrix bevat een MAX7219-driver (de SPI-variant) die de communicatie tussen de microcontroller en de 64 LED's verzorgt. Op de twee connectoren vinden we de volgende signalen:

- +5 V
- 0 V
- Din en Dout: in- en uitgang voor seriële data
- CS/LOAD: enable-ingang voor data
- CLK: klok-ingang

Van de zestien verzonden databits bevatten de acht meest significante bits het adres van het geselecteerde register. De acht minst significante bits bevatten de waarde die in dit register moet worden geladen. De databits arriveren op Din en worden op de stijgende flank van het kloksignaal in het schuifregister geladen. Na zestien klokpulsen verschijnt het eerste databit op Dout en kan dan in de volgende MAX7219 worden ingelezen. Dit gaat zo door voor de hele rij matrices.

Software

Het programma maakt gebruik van de bibliotheek [MD_MAX72xx](#). Deze ondersteunt verschillende types LED-matrices met geïntegreerde MAX7219-driver. Ook kan de oriëntatie van de weergegeven tekst ermee worden gewijzigd.

De bibliotheek is goed gedocumenteerd en in de download [2] vindt u talloze voorbeelden. Er is zelfs een voorbeeld dat sterk lijkt op onze toepassing, maar in dat voorbeeld wordt anders omgegaan met de netwerkverbinding. De

PROJECT-INFO



WiFi
LED-matrix
ESP-12



beginners
→ gevorderden
experts



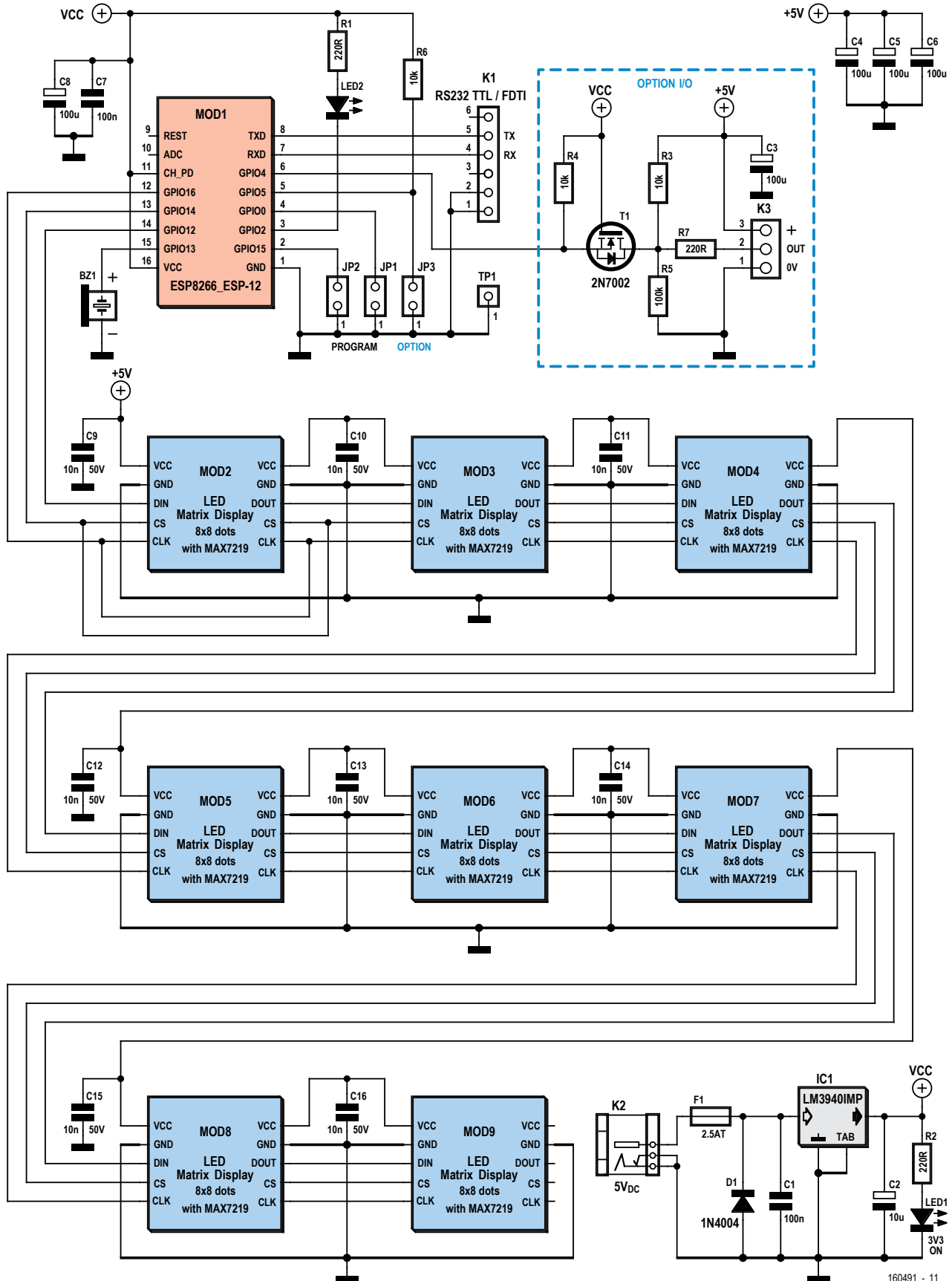
Ca. 3 uur



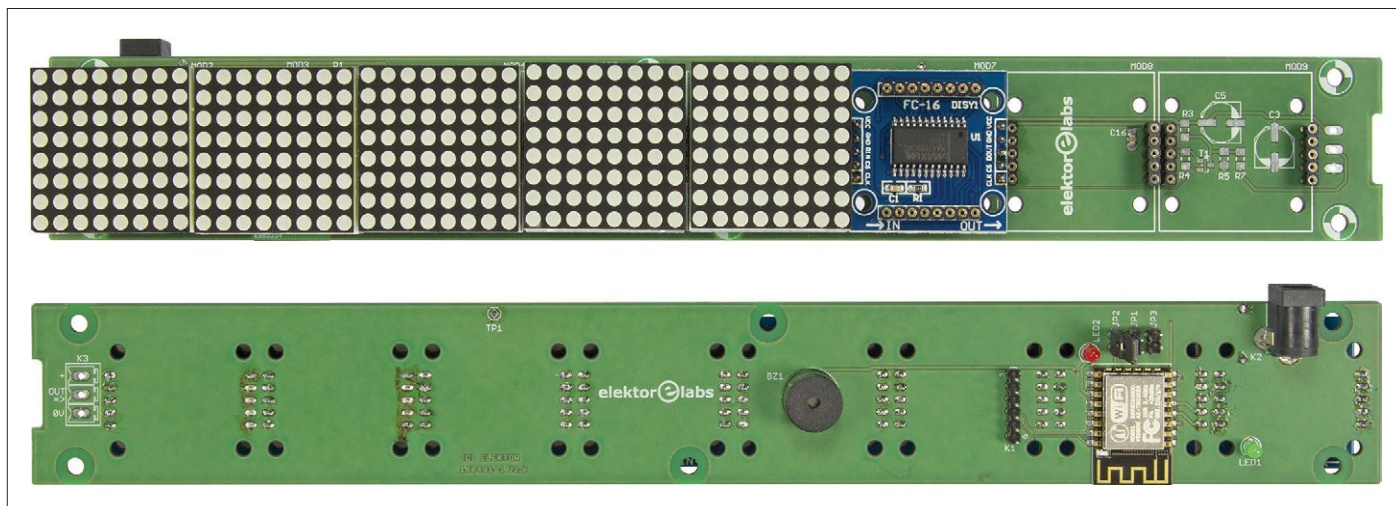
PC,
soldeerbout met fijne punt



Ca. € 50



Figuur 1. Het schema toont de twee voornaamste functies zien: de WiFi-communicatie met de ESP-12 en het display met de LED-modules. Het met een blauwe streepjeslijn omkaderde gedeelte wordt hier nog niet gebruikt.



Figuur 2. Hier zijn duidelijk de verschillende lagen te herkennen: de Elektor-print, de print van een LED-module en tenslotte de LED-module zelf. De WiFi-module en de signalering (buzzer en LED's) bevinden zich aan de achterkant.

ESP8266 werkt in dat voorbeeld namelijk in de 'station'-modus, wat betekent dat deze zonder wachtwoord met uw lokale WiFi-netwerk kan worden verbonden; daardoor kan iedere andere gebruiker van het netwerk het weergegeven bericht of de instellingen wijzigen. Wij geven de voorkeur aan de 'AP'-modus (Access Point) waarbij een wachtwoord nodig is om toegang tot het display te krijgen. De font-gegevens zijn opgeslagen in het bestand [fontdata.h](#). Elk karakter wordt gedefinieerd door een regel zoals deze:

```
5, 0x1c, 0x2a, 0x49, 0x49, 0x22,  
// 150 - Euro sign
```

Het commentaar bevat (ter informatie) het adres van het karakter in de tabel; de sketch berekent automatisch het adres van het weer te geven karakter. Aan het eind van de tabel hebben we de karakters met accenten toegevoegd.

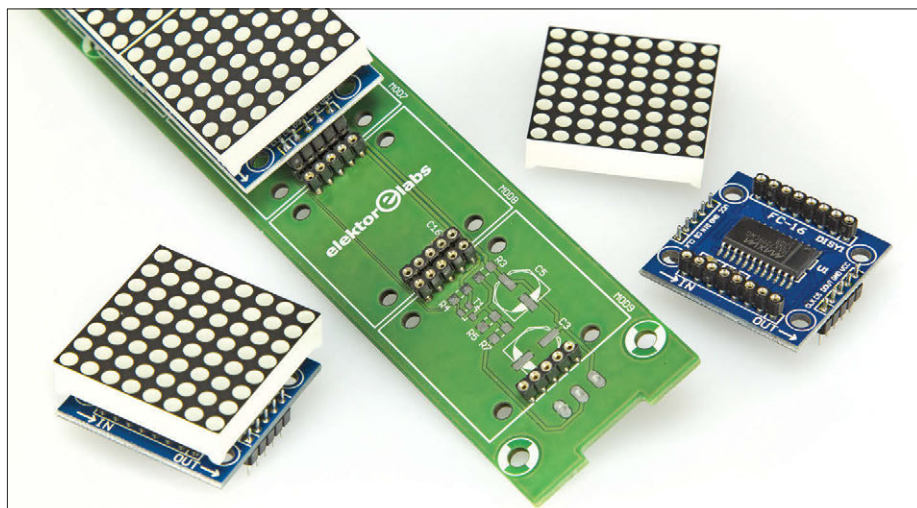
Het van de webpagina afkomstige bericht is gecodeerd volgens 'ISO-8859-1', de karakters moeten dus worden geconverteerd naar karakters conform 'fontdata.h'. Voor de standaard-karakters is dit eenvoudig want de ASCII-code komt overeen met plaats in de tabel (bijvoorbeeld regel 64 voor het karakter @). Voor de andere karakters wordt de instructiereeks `switch case` gevolgd; dit is niet echt elegant maar maakt het mogelijk om speciale karakters toe te voegen. De maximale lengte van de karakterreeks is vastgelegd in `const uint8_t MSG_SIZE = 255;`.

De sketch is voorzien van uitgebreid commentaar in het Frans en het Engels.

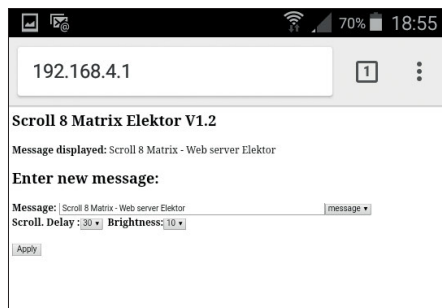
Bouw

De print is dubbelzijdig. Met het oog op de geringe afmetingen van sommige sporen kunt u deze het best in onze store kopen. Hoewel er veel SMD-onderdelen worden gebruikt, kunnen deze allemaal met de hand worden gesoldeerd. De through-hole onderdelen worden op de zijde met de witte opdruk gemonteerd. Begin met de montage van de ESP-12-module, richt deze zorgvuldig uit aan de hand van de opdruk op de print en soldeer één hoekpen vast. Controleer nogmaals de uitlijning, corrigeer indien nodig en soldeer vervolgens de diagonaal tegenoverliggende pen en de veertien andere pennen. Ga dan verder met de andere SMD-onderdelen, dan de through-hole onderdelen en tenslotte de LED-matrices (figuur 2).

De matrices met 8 x 8 LED's worden als kit geleverd met een print waar de SMD-onderdelen al op zijn gemonteerd. Voor de aansluiting van de matrices gebruiken we niet de haakse connectors uit de kit maar monteren we 5-polige pin-headers ('board to board connectors') op de printjes. De zijde met de dikste pennen wordt op de matrixprint gesoldeerd, de andere, met de dünnere pennen wordt op onze print geprikt (figuur 3). Elke matrix wordt op de bijbehorende print gemonteerd, boven de SMD-onderdelen. De juiste oriëntatie is niet echt duidelijk aangegeven, maar op een van de zijkan-ten zit een soort uitstulping en staat ook het typenummer. Deze kant moet tegenover de bovenrand van de print komen. De gemonteerde matrices worden op busstrips geprikt om voldoende ruimte



Figuur 3. Detail van de gestapelde circuits.



Figuur 4. Configuratie-webpagina voor het display.

vrij te laten voor de onderdelen (elektrolytische condensatoren) die eronder worden gemonteerd. De mechanische stabiliteit kan met schroeven en afstand-busjes worden verbeterd (als uw modules van montagegaten zijn voorzien), of eventueel met wat siliconenkit. Voordat u de matrices plaatst kunt u de

voedingsspanning op het Elektor-board aansluiten om te controleren of de 3,3 V aanwezig is en LED1 oplicht.

Pascal heeft ook ambergele matrices aangeschaft met dezelfde afmetingen als de rode, maar de aansluitingen blijken niet hetzelfde te zijn en sommige signalen zijn geïnverteerd... en als klap op de vuurpijl is de weergave 90 graden gedraaid! Ons advies: als u matrices met een andere kleur wilt, probeer deze dan eerst even op breadboard uit.

Soldeer nu de busstrips voor de matrices op de print, en de schakeling is klaar om te worden geprogrammeerd.

Programmeren van de ESP-module

Bij normaal bedrijf moet JP1 open zijn als de voedingsspanning wordt aangesloten. Jumper JP3 heeft op dit moment geen functie. Sluit om de firmware te

laden jumpers JP1 en JP2, installeer een USB/UART-interface (3,3 V) tussen K1 en uw computer, en sluit vervolgens een 5 V/2 A-voeding aan op K2. Noot: het board wordt niet via K1 gevoed om kortsluiting van de voeding te voorkomen als K2 ook is aangesloten. Bovendien loopt u zo niet het risico om de programmeer-interface te overbelasten.

Het zip-bestand dat op [3] beschikbaar is, bevat de complete projectmap voor de Arduino-IDE, met inbegrip van de voor dit project aangepaste bibliotheek MD_MAX72xx:

- **MD_MAX72xx.h**: definitiebestand (vanaf regel 217, met `#define USE_PAROLA_HW 0`) voor het selecteren van het merk/type van de matrices. Alle definities staan op '0', behalve `#define USE_FC16_HW 1`.
- **MD_MAX72xx_lib.h**: vanaf regel 498 bepalen de volgende constanten de oriëntatie van de weergave:


```
#if USE_FC16_HW
// tested MC 23 Feb 2015
// #pragma message "FC16 HW selected"
#define HW_DIG_ROWS 1
///< MAX72xx digits are mapped to rows in on the matrix
#define HW_REV_COLS 0
///< Normal orientation is col 0 on the right. Set to 1 if reversed
#define HW_REV_ROWS 1
///< Normal orientation is row 0 at the top. Set to 1 if reversed
#endif
```

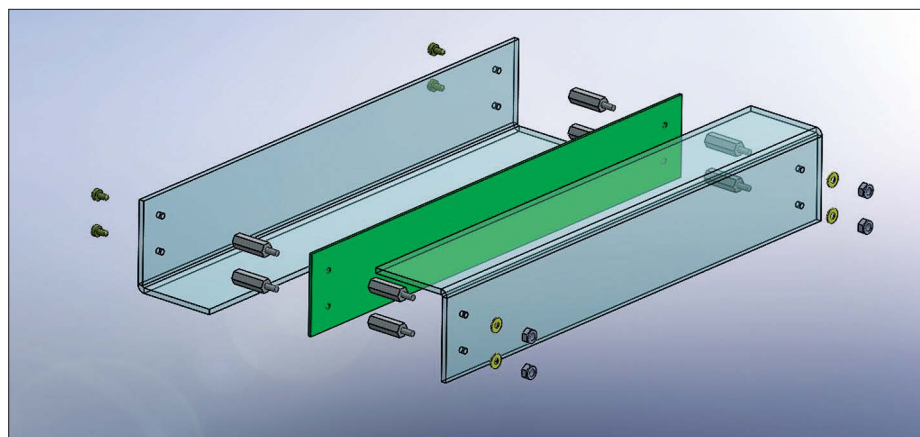
Het bestand `fontdata.h` moet zich in dezelfde map bevinden als de sketch `140491-11_V3.0.ino`. Open de sketch in de Arduino-IDE.

De sketch creëert een webpagina die op een mobiel apparaat kan worden geopend om het display te besturen. Met regel 41 kan de taal van deze pagina worden gekozen (Frans '0', Engels '1'). U kunt eenvoudig een andere taal toevoegen.

Selecteer in het 'tools'-menu **Generic ESP8266 module** als board, en vergeet niet de juiste COM-poort voor uw programmeerinterface te kiezen. Compileer en upload de sketch naar de ESP-module, open jumpers JP1 en JP2 en sluit de voedingsspanning aan: de tekst zal nu over het display lopen.



Figuur 5. Polycarbonaat-behuizing van Pascal's prototype.



Figuur 6. De auteur levert ook de tekeningen van de behuizing.

Aanpassen

van de weergegeven tekst

De ESP8266 presenteert zich als een WiFi access point (AP) met de SSID 'Scroll 8 Matrix Elektor' en het wachtwoord 'Elektor2017'. U kunt deze instellingen wijzigen in de regels 71 en 72 van de sketch. De bibliotheek [ESP8266WiFi.h](https://github.com/MajicDesigns/MD_MAX72XX) dient voor het beheer van het access point [WiFi-Client.h](https://github.com/MajicDesigns/MD_MAX72XX), en [ESP8266WebServer.h](https://github.com/MajicDesigns/MD_MAX72XX) voor het beheer van de webserver.

Maak met uw mobiele apparaat verbinding met dit netwerk, open uw browser en zoek naar het IP-adres 192.168.4.1. De webpagina van de ESP zal worden geopend (**figuur 4**). U kunt hier de weer te geven tekst invoeren, en ook de 'loopsnelheid' en de helderheid van het display regelen. Als u op de knop 'verzenden' drukt wordt het nieuwe bericht en/of de nieuwe instelling naar het display gezonden en geeft buzzer Bz1 een piepje om de ontvangst te bevestigen. Met de pixeltest kan de goede werking van de matrices worden gecontroleerd. Als u het bericht wilt veranderen terwijl de webserver bezig is met het verwerken van een verzoek, dan duurt het even voordat het bericht verschijnt en klinken er twee piepjes inplaats van één.



ONDERDELENLIJST

Weerstanden

(dunnefilm, 5%, 0,1 W, 150 V, 0805)

R1 = 220 Ω

R2 = 330 Ω

R6 = 10 k

R3*, R4* = 10 k

R5* = 100 k

R7* = 220 Ω

Condensatoren

C1, C7, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16 = 100 n, 50 V, X7R, 0805

C2 = 10 μ /16 V, FK-reeks van Panasonic

C4, C5, C6, C8 = 100 μ /16 V, FK-reeks van Panasonic

C3* = 100 μ /16 V, FK-reeks van Panasonic

Halfgeleiders

D1 = 1N4007, 1000 V, 1 A

LED1 = LED groen, 3 mm

LED2 = LED geel, 3 mm

IC1 = LDO-spanningsregelaar

LM3940IMP-3.3, behuizing: SOT-223-3

MOD1 = WiFi-module ESP-12F

MOD2, MOD3, MOD4, MOD5, MOD6,-

MOD7, MOD8, MOD9 = 8x8 LED-matrix

FC-16 met MAX7219

Diversen

K1 = zespelige pinheader, steek 2,54 mm

K2** = voedingsconnector, female, 2,35 mm, 4 A (MJ-180-PH)

K3* = printkroonsteen, steek 3,81 mm, haaks

K3* = Insteekconnector, steek 3,81 mm

MOD2, MOD3, MOD4, MOD5, MOD6,- MOD7, MOD8, MOD9 = board-to-board-connector, 5-polig, steek 2,54 mm, D01-9922046

MOD2, MOD3, MOD4, MOD5, MOD6,- MOD7, MOD8, MOD9 = busstrip, SIL, 5-polig, steek 2,54 mm, D01-9972042

JP1, JP2, JP3 = 2-polige pinheader, steek 2,54 mm

BZ1 = buzzer 5 V DC, 12 mm

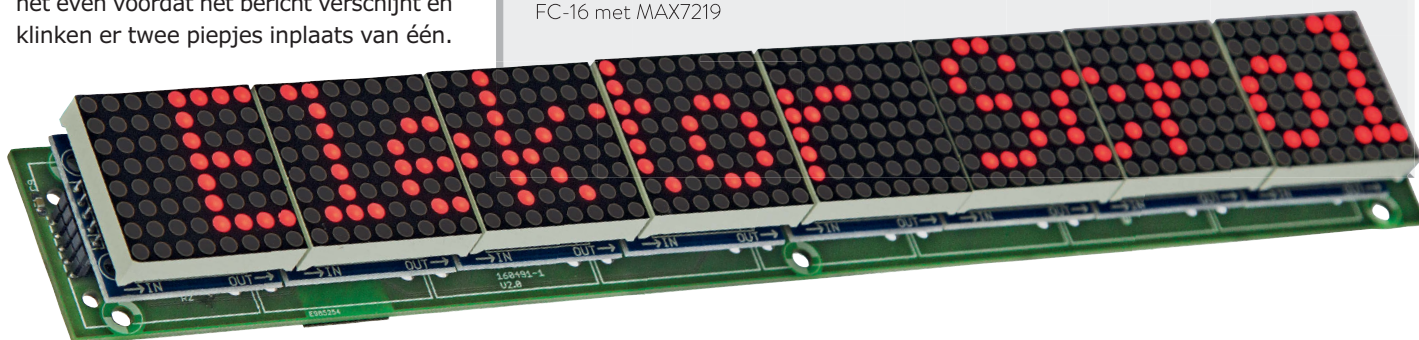
F1 = zekering 2 A, 1206-reeks

Printplaat nr. 160491-1

voeding 5 V/2 A met connector 2,35 mm

* niet-gebruikte onderdelen, gereserveerd voor toekomstige functies.

** Let op: dit is voor 4 A geen standaardconnector!



Als u de voeding uitschakelt gaat het bericht verloren. Bij opnieuw inschakelen van de voeding neemt het display de standaardinstellingen aan.

Afwerking

Pascal heeft zijn display ondergebracht in een polycarbonaat-behuizing (**figuur 5**) die uit L-vormige delen bestaat en wordt gefixeerd met schroeven en afstands-

houders. Voor het omvouwen maakte hij gebruik van een zetbank. Het is ook mogelijk om een stuk plexiglas van de bouwmarkt voorzichtig te verwarmen met een heteluchtpistool en dan steeds verder om te buigen.

Begin met het monteren van het display-blok tegen de voorkant van de behuizing. Houd vervolgens, voordat u de gaten boort, de achterkant hier tegenaan om

te controleren of de merktekens op de juiste plaats zitten. Soms is een kleine correctie nodig. U kunt de bouwtekeningen downloaden van [3] (**figuur 6**).

Met dank aan Jacques en de makers David, Vincent, Jean Louis en Pierre.

(160491)

Weblinks

- [1] Project van de makers: www.fabriqueurs.com/arduino-et-matrices-de-leds-un-afficheur-pilote-depuis-internet-v2
- [2] Bibliotheek voor de led-matrices: github.com/MajicDesigns/MD_MAX72XX, majicdesigns.github.io/MD_MAX72XX/index.html
- [3] Webpagina bij dit artikel: <http://www.elektormagazine.nl/160491>
- [4] Lab-pagina: www.elektormagazine.com/labs/scrolling-text-display-160491



IN DE STORE

→ 160491-1
print

→ 160100-92
ESP-12F-module

→ 18422
LED-matrices type FC-16