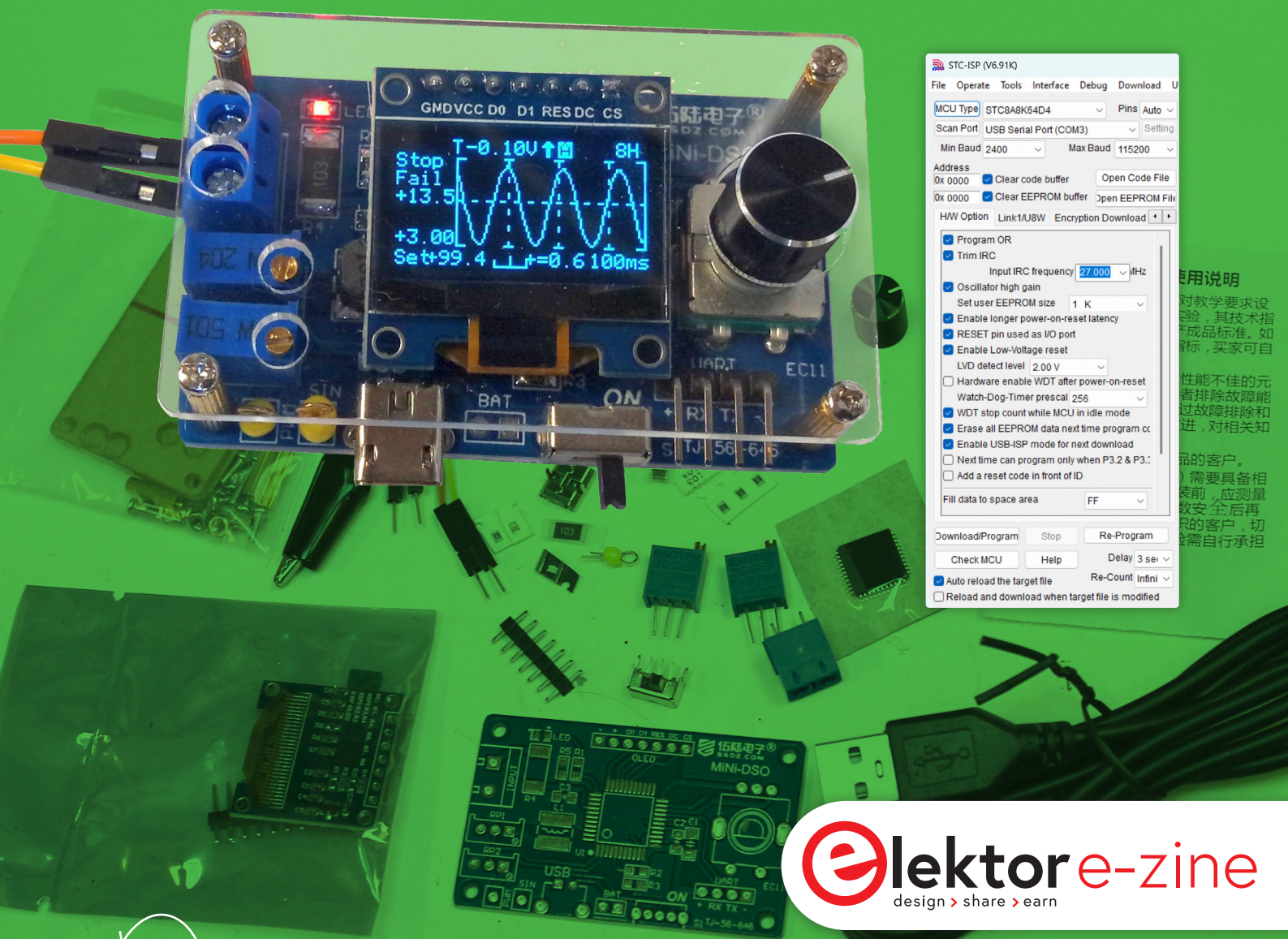


EEN MINI OLED OSCILLOSCOPE KIT HACKEN

Terug naar Open Source



MELD JE AAN

www.elektormagazine.nl/elektor-newsletter

电子组装套件使用说明

1. 电子组装套件(散件)针对教学要求设计, 仅用于科学研究和实验, 其技术指标和参数均可能达不到产成品标准。如要提升组装后产品性能指标, 买家可自行研究并改进。
2. 部分套件设置有故障或性能不佳的元器件, 其目的是考察组装者排除故障能力和性能提升的能力, 通过故障排除和配件的性能指标测量并改进, 对相关知识技能的提升有帮助。
3. 该套件不适用于需要成品的客户。
4. 组装调试该套件(散件)需要具备相应的知识和技能。套件组装前, 应测量全部配件, 确保其性能参数安全后再安装。不具备相应专业知识的客户, 切勿自行组装, 否则造成危险需自行承担。

Figuur 1: De inhoud van de Mini OLED Oscilloscoop kit. Wordt dit mijn nieuwe werkpaard?

Een mini OLED oscilloscoop Hacken

Terug naar Open Source

Clemens Valens (Elektor)

De mini OLED oscilloscoop is een goedkoop bouw pakket om een kleine digitale oscilloscoop mee te maken. Naast de aan/uit-schakelaar heeft hij maar één draaiknop met een ingebouwde drukschakelaar. De microcontroller van de kit is voorgeprogrammeerd en er is geen software beschikbaar. Hmm. Eens kijken wat we daaraan kunnen doen.

De Mini OLED Oscilloscoop is inderdaad piepklein, want hij meet slechts 57 bij 38 mm. De hoogte van de "behuizing" (twee kleine transparante acrylplaatjes) is 26 mm. Klein betekent ook dat een aantal componenten SMT zijn, inclusief de 44-pins microcontroller (**figuur 1**). Daarom

betekent het in elkaar zetten van de kit het solderen van SMT-onderdelen, een goede oefening. Het display is een klein OLED scherm met een resolutie van 128 bij 64 pixels. De scope heeft één kanaal dat signalen tot 100 kHz kan meten. De maximale ingangsspanning is 30 V, de minimale spanning is 0 V.

Specificaties

- › Verticaal bereik: 0 tot 30 V
- › Horizontaal bereik: 100 μ s tot 500 ms
- › Triggertype: auto, normaal en single
- › Triggerflank: stijgend en dalend
- › Triggerniveau: 0 tot 30 V
- › Run/Stop-modus
- › Automatische frequentiemeting
- › Voeding: 5 V micro-USB
- › 10 Hz, 5 V sinusgolf-uitgang
- › 9 kHz, 0 tot 4,8 V blokgolf-uitgang

Montagehandleiding met wachtwoord

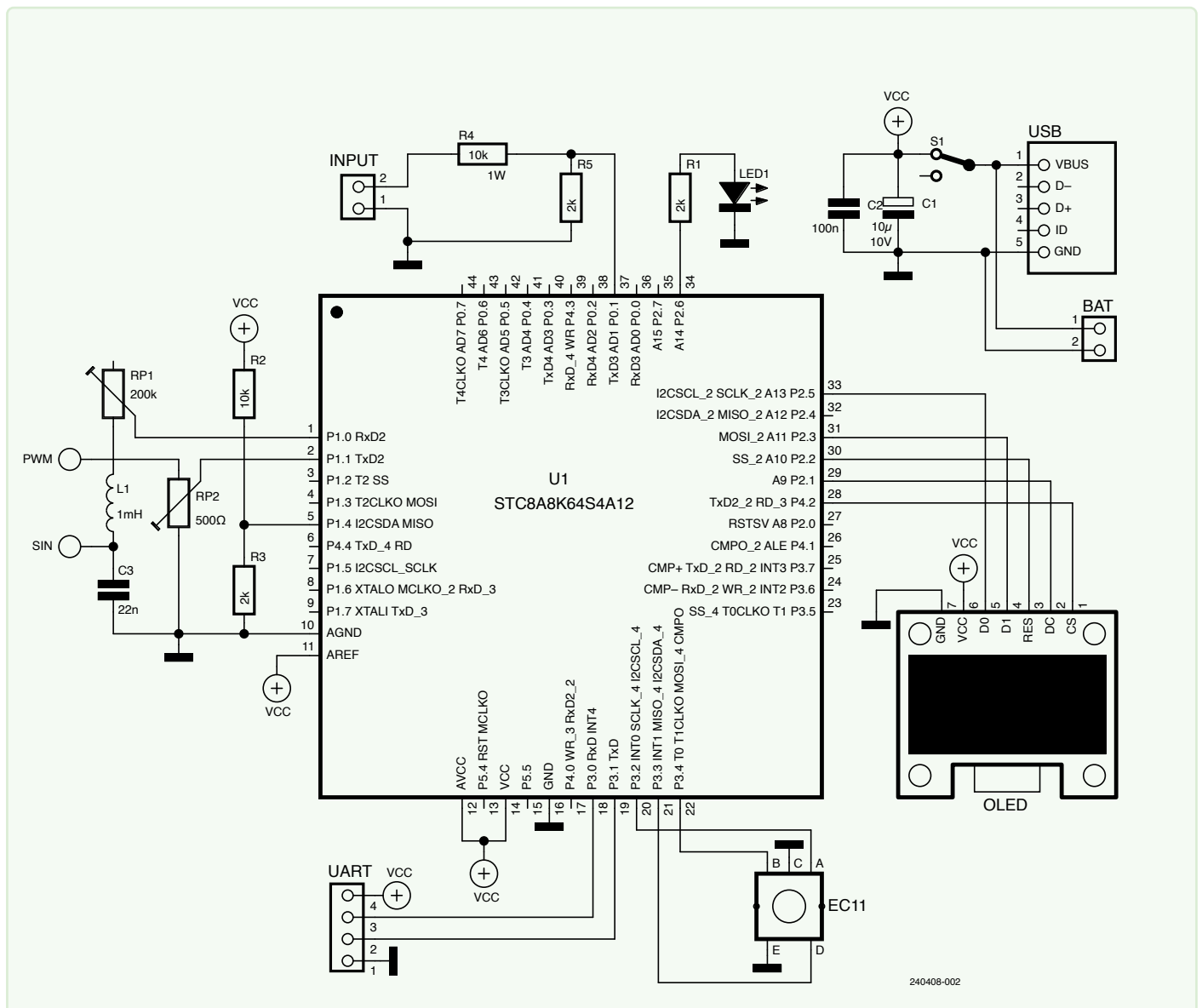
Er zit geen montagehandleiding bij de kit, alleen een klein stukje papier met Chinese opdruk en een QR-code. De QR-code brengt je naar een webpagina in het Chinees [1]. Als het je eenmaal lukt om deze te vertalen, ontdek je dat er een wachtwoord nodig is om de documentatie en andere ondersteunende bestanden van het product te downloaden. Als je Chinees kan lezen, wist je dit al, want het staat onder de QR-code (duh). Om je de moeite te besparen, het wachtwoord is "DFRE".

Alle bestanden in het archief dat je op deze manier downloadt hebben Chinese namen en de inhoud is in het Chinees, maar met behulp van ChatGPT kun je je

er wel doorheen werken. Het in elkaar zetten van de kit is eenvoudig als je het schema ernaast legt. Dit is mogelijk omdat de oscilloscoop niet veel meer is dan een microcontroller met een spanningsdelers op een analoge ingang samen met een paar ontkoppelcondensatoren (zie **Figuur 2**). Daarom kost het in elkaar zetten van het apparaatje niet meer dan een half uur. Je moet ook zelf het meetsnoer in elkaar zetten (het is tenslotte een bouw pakket). Het bestaat uit twee krokodillenklemmen aan 20 cm lange jumper draden.

Als alles in elkaar zit, kun je het uitproberen. Sluit een 5 V telefoonoplader met micro-USB connector aan op het apparaatje en schakel het in. Het testsnoer sluit je aan op de printkroonsteen links van het scherm.

Figuur 2: Kan een digitale oscilloscoop zo eenvoudig zijn?



240408-002

Figuur 3: Gebruik het hulpprogramma STC-ISP om informatie over de MCU te krijgen.

```
Checking target MCU ...
MCU type: STC8A8K64D4
FW version: 7.4.3U

Current HW Option:
. ISP-IRC frequency: 24.038MHz
. IRC frequency: 27.026MHz
. Wakeup Timer frequency: 36.025KHz
. Oscillator gain is HIGH
. User EEPROM size is 1 K
. Do not detect the level of P3.2 and P3.3 next download
. Power-on reset, use the extra power-on delay
. RESET pin behaves as IO pin
. Reset while detect a Low-Voltage
. Thresh voltage level of the built-in LVD : 2.00 V
. Hardware do not enable Watch-Dog-Timer
. Watch-Dog-Timer pre-scalar : 256
. Watch-Dog-Timer stop count in idle mode
. Erase user EEPROM area at next download
. Do not control 485 at next download
. Do not check user password next download
. Reference voltage: 1187 mV (Range: 1100~1300mV)
. Testing time: 2024-1-2

MCU type: STC8A8K64D4
FW version: 7.4.3U

Complete ! (2024-08-09 09:57:57)
```

Het display verkennen

Als het apparaatje is ingeschakeld, toont het een DSO-achtig scherm met een raster van 2 bij 3,7 (de cellen rechts passen niet helemaal op het scherm) met daaromheen getallen. Dit zijn de oscilloscoopinstellingen. Rechtsonder is de horizontale tijdschaal en die kun je aanpassen met de draaiknop. Om naar een andere parameter te gaan, moet je aan de knop draaien terwijl je hem ingedrukt houdt.

Linksonder staat *Set*. Als je dit selecteert en vervolgens aan de knop draait zonder hem ingedrukt te houden, wordt een instelmenu geopend. Hier kun je kiezen tussen punt- en vectordisplay, de helderheid van het display wijzigen en een mysterieuze parameter genaamd *LSB* aanpassen.

Auto-ranging bereik

De parameter verticaal bereik (midden links) heeft een verrassing. Als je de knop maar naar rechts blijft draaien, voorbij het minimale bereik, schakelt hij over op automatisch bereik. Dit is handig om het ingangssignaal te vinden als het niet zichtbaar is. Als je weer naar links draait, keert hij terug naar handmatig bereik.

Als je met de encoder aan het spelen bent, merk je al snel dat het niet de beste regelaar ter wereld is. De encoder is prima, maar de software ervoor niet. Vooral parameters die maar twee waarden kunnen aannemen (bijvoorbeeld triggerflank) zijn moeilijk om aan te passen. De druk-en-draai manier om over het scherm te bewegen is ook niet eenvoudig en laat de DSO steeds wisselen tussen Run

en Stop modus. Het is ingewikkeld om een signaal op het scherm te krijgen, maar zoals eerder gezegd kan het gebruik van de auto-ranging optie je hierbij helpen.

Extra Functies

Waarom is me niet helemaal duidelijk, maar de Mini OLED Oscilloscoop heeft een 10 Hz, 5 V sinusuitgang. Deze wordt verkregen door een 9 kHz PWM signaal door een laagdooraat filter te sturen. Trimpotmeter RP2 is er ook bij betrokken, maar lijkt niets te doen tenzij je hem dicht bij zijn minimumwaarde zet. Dan wordt de sinus lelijk. Als je het schema raadpleegt, zul je zien dat RP2 de afsnijfrequentie van het laagdoorlaatfilter regelt. Als je hem dus te hoog instelt, filtert hij niet erg goed en wordt de uitgang een interessant testsignaal.

Er is ook een PWM uitgang, maar in de praktijk is er alleen een 9 kHz, 50% duty cycle blok golf beschikbaar. De amplitude kan worden ingesteld met RP1.

Tenslotte is er een seriële poort. Deze wordt niet gebruikt door de oscilloscoop, maar kan gebruikt worden om nieuwe firmware te uploaden naar de microcontroller.

Terug naar het begin

Het archief met de assemblage-instructies bevat geen broncode of voorgecompileerde binaries. Toen ik echter googelde op de titel van het schema (*STC8A8K-MiniDSO*), vond ik meteen wat de oorsprong lijkt te zijn van de Mini OLED Oscilloscoop. Blijkbaar is het originele ontwerp van Creative Lau [2]. Zijn project getiteld Mini-DSO heeft een schema dat erg lijkt op het schema in dit artikel. Nog beter is dat het de broncode bevat en een link naar een video die het apparaatje in actie laat zien. Het bekijken van de video [3] is leerzaam omdat het niet alleen informatie geeft over het gebruik van de Mini DSO (en waar de eerder genoemde *LSB*-parameter voor is: het kalibreren van de ingangsspanning), maar ook hoe het ontwerp bedoeld was om te worden gebruikt. Als je eenmaal weet dat het om een hand-held pen-type oscilloscoop gaat die je met je duim kunt bedienen, beginnen bepaalde ontwerpkeuzes begrijpelijk te worden. Helaas heeft de ontwerper van de Mini OLED Oscilloscoop kit blijkbaar niet naar deze video gekeken en er iets onpraktisch en nutteloos van gemaakt.

Een handbediende oscilloscoop

De probe is aangesloten op de ingang links omdat het een metalen staaf (een pen) moet zijn, geen draden met krokodillenklemmen. Ten tweede wordt de oscilloscoop alleen met je duim bediend door aan de encoder te draaien en erop te drukken. Dit is simpelweg onmogelijk met de kleine, gladde knop die in de kit zit. Creative Lau heeft niet voor niets een andere knop gebruikt.

Omdat het bedoeld is als handinstrument, zou de voeding een batterij moeten zijn, geen USB telefoonlader. Batterijvoeding is mogelijk omdat er een batterijconnector kan worden gemonteerd, maar de spanningsregelaar die de

batterijspanning omzet in een mooie en stabiele 5 V uit de kit weggelaten.

Een betere gebruikersinterface

De gebruikersinterface van de Mini-DSO in de video verschilt iets van die van de Mini OLED Oscilloscoop. De Mini-DSO ziet er iets fraaier uit. Daarom rees de vraag: zou het mogelijk zijn om de Mini-DSO software op de Mini OLED Oscilloscoop te zetten? De schakelingen zijn vrijwel identiek.

Beide oscilloscopen zijn gebaseerd op een STC8A8K64S4A12 van STCmicro (een naam die merkwaardig bekend klinkt). Dit is een van die supergoedkope, supersnelle 8051 klonen. Het heeft een zogenaamde 1T core, wat betekent dat een instructie in een enkele klokcyclus wordt uitgevoerd. De STC8A8K64S4A12 is het topmodel van de STC8F familie, met 63 KB flashgeheugen, 1 KB EEPROM en 8 KB RAM. Het kan in-circuit worden geprogrammeerd via een seriële poort zonder dat daar speciale tools voor nodig zijn. De STC-ISP tool [4], een interessant stukje werk, overigens) waarmee je dit kunt doen kun je gratis downloaden van de STCmicro website.

De firmware overzetten naar SDCC

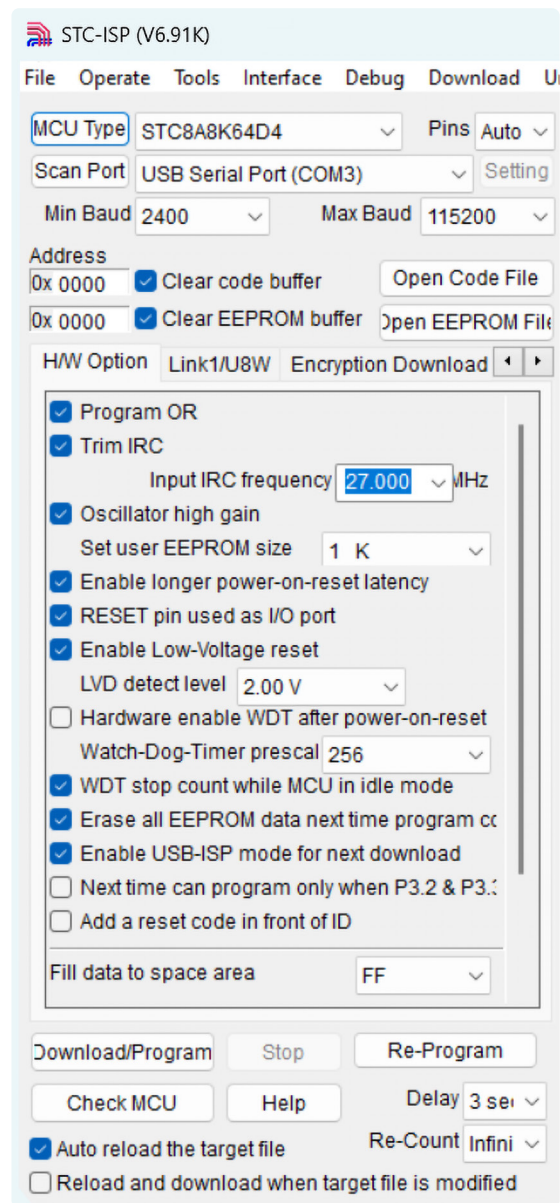
Het ingewikkelde deel van het porten van de Mini-DSO software naar de Mini OLED oscilloscoop is het feit dat het een project is voor Keil's C51 compiler. Deze compiler is alles behalve gratis, en de evaluatieversie zal het HEX bestand niet aanmaken omdat het project te groot is. Een manier om dit te omzeilen is door in plaats daarvan de open-source compiler SDCC te gebruiken. Helaas gebruikt SDCC niet dezelfde syntaxis voor het definiëren van processorspecifieke zaken zoals speciale functie-registers (SFR's) en adresseerbare bits, wat betekent dat je door de code moet gaan en alles moet veranderen. Er is ook een headerbestand nodig met registerdefinities voor de STC8A8K64S4A12 en natuurlijk een Makefile om alles te compileren en aan elkaar te linken. Een ander project dat ik vond op GitHub, een generieke ondersteuningsbibliotheek voor sommige STC8 MCUs [5], bleek hier erg nuttig te zijn omdat het compatibel is met zowel C51 als SDCC. Hierdoor kon ik zowel een Makefile maken die werkte, als een bruikbaar procesor register definitie bestand samenstellen.

In-circuit programmering

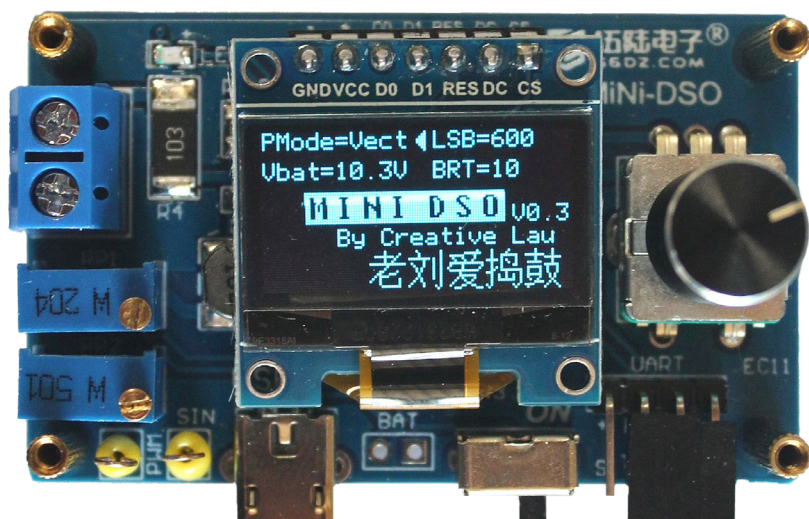
Na een paar uur zoeken, vergelijken en bewerken lukte het me om SDCC het Mini-DSO project te laten compileren zonder waarschuwingen en fouten. Ik heb de MCU pintoewijzing van de Mini-DSO aangepast aan de Mini OLED Oscilloscoop (pindefinities staan in het bestand *config_stc.h*). Daarna sloot ik een USB-naar-serieel omzetter aan op de seriële poort van het apparaatje en startte de STC-utility.

Schakel het apparaatje uit, klik op de *Check MCU* knop en

schakel het apparaatje weer in. Informatie over de MCU verschijnt nu in het uitvoervenster (**Figuur 3**). Een interessant detail hierbij was dat de MCU werd weergegeven als een STC8A8K64D4 in plaats van een S4A12. Merk op dat ik STC-ISP versie V6.91K heb gebruikt. Het biedt aan om een nieuwere versie (V6.94K) te downloaden, wat ik heb gedaan, maar deze versie lijkt de *Check MCU* knop niet te hebben. Tenminste, ik kon hem niet vinden. Vervolgens heb ik mijn nieuwe HEX bestand geüpload. Dit is eenvoudig. Nogmaals, zet eerst het board uit, laad het HEX bestand in de STC-ISP tool en klik op de *Download/Program* knop, zet dan het board aan om te beginnen met programmeren. Dit duurt ongeveer tien seconden. En wat bleek? Inderdaad, het werkte niet. En hoewel het min of meer was wat ik verwachtte, was ik toch wel een beetje teleurgesteld.



Figuur 4: Dit zijn de fuse-instellingen die ik heb gebruikt en die lijken te werken.



Figuur 5: Missie voltooid: Mini-DSO heeft Mini OLED Oscilloscoop vervangen.

Enkele problemen debuggen

Nu zijn er veel plaatsen waar het fout kan gaan met het overzetten van software. Mogelijke verdachten zijn de programmeeropties, die ik op hun standaardwaarden had laten staan. Check MCU gaf waarden aan voor deze opties, dus dit kunnen een soort configuratiezerekingen zijn. Het nogmaals uitvoeren van Check MCU liet zien dat er twee waarden waren veranderd: de EEPROM-grootte en de IRC-frequentie. Nadat ik het programma een tweede keer had geüpload, maar nu met de gewijzigde MCU-configuratie-instellingen ingesteld op de waarden die ik de eerste keer had uitgelezen (Figuur 4), kwam de LED plotseling tot leven. Sterker nog, draaien aan de encoder beïnvloedde het gedrag van de LED. Zoals Creative Lau in zijn video uitlegt, toont deze LED de bemonsteringsstatus, wat betekent dat het programma leek te draaien. Dus misschien was het display nu het enige dat nog niet werkte.

Rondneuzen op de OLED pinnen met een echte oscilloscoop onthulde veel activiteit op de DO en D1 pinnen, maar niets op CS en DC. De broncode laat zien dat deze pinnen worden gebruikt voor synchronisatie (het OLED display verwacht een 4-pins SPI protocol), dus er zou wat activiteit moeten zijn. Nadere inspectie met de echte oscilloscoop suggereerde dat de pinnen niet goed geconfigureerd waren, omdat ze wel een klein

beetje activiteit vertoonden. In de functie main waren de nieuwe I/O pinnen inderdaad niet geactiveerd. Nadat ik dit had gecorrigeerd, begon het display ook te werken. Het was niet perfect, maar het liet in ieder geval zien dat de software draaide. Belangrijker nog, het liet zien dat ik nu SDCC kon gebruiken om nieuwe software voor het kleine board te schrijven en uit te voeren. Nu was het nog slechts een kwestie van tijd om de Mini-DSO aan de praat te krijgen.

Gekraakt!

Om een lang verhaal kort te maken, na nog een paar uur debuggen ontdekte ik uiteindelijk dat het probleem was dat SDCC niet de juiste code produceerde voor het lezen van een string uit een tabel in het programmeergeheugen. De Mini-DSO gebruikt twee van deze tabellen en het lezen ervan op de SDCC-manier laat het programma crashen. Het vervangen van de tabellen door functies heeft het probleem opgelost. Nu draait het Mini-DSO programma niet alleen op de Mini OLED Oscilloscoop hardware (Figuur 5), maar kan het ook gecompileerd worden met open-source gereedschappen. De naar SDCC overgezette Mini-DSO software is te vinden op Elektor Labs [6]. Veel plezier! ◀

240408-03

Vragen of opmerkingen?

Heeft u technische vragen of opmerkingen naar aanleiding van dit artikel, stuur dan een e-mail naar de auteur via clemens.valens@elektor.com of naar de redactie van Elektor via redactie@elektor.com.



Gerelateerde producten

- Zelfbouw mini digitale oscilloscoop
www.elektor.nl/20938
- C. Valens, *Mastering Microcontrollers Helped by Arduino* (Elektor, 2017)
www.elektor.nl/17967

WEBLINKS

- [1] Mini OLED Oscilloscope kit: <https://www.56dz.com>
- [2] Mini-DSO door Creative Lau (GitHub): <https://github.com/CreativeLau/Mini-DSO>
- [3] Video door Creative Lau: <https://www.youtube.com/watch?v=-8PadIS7c4c>
- [4] STC-ISP tool: <https://www.stcmicro.com/rar/stc-isp-en.rar>
- [5] FwLib_STC8, een algemene bibliotheek voor de STC8G/STC8H MCU series (GitHub):
https://github.com/IOsetting/FwLib_STC8
- [6] Downloads voor dit artikel: <https://www.elektormagazine.com/labs/reverse-project-mini-oscilloscope>

Word lid van de Elektor Community



Neem **nu** een
lidmaatschap!



- ✓ Toegang tot het compleet web-archief t/m 1960!
- ✓ 8x Elektor Magazine (Print)
- ✓ 8x digitaal (PDF)
- ✓ 10% korting in de Elektor Store, en exclusieve aanbiedingen
- ✓ Toegang tot meer dan 5000 Gerberfiles



Ook verkrijgbaar

Het digitale
lidmaatschap!



- ✓ Toegang tot het compleet web-archief
- ✓ 10% korting in de Elektor Store
- ✓ 8x Elektor Magazine (PDF)
- ✓ Toegang tot meer dan 5000 Gerberfiles



www.elektormagazine.nl/abo

