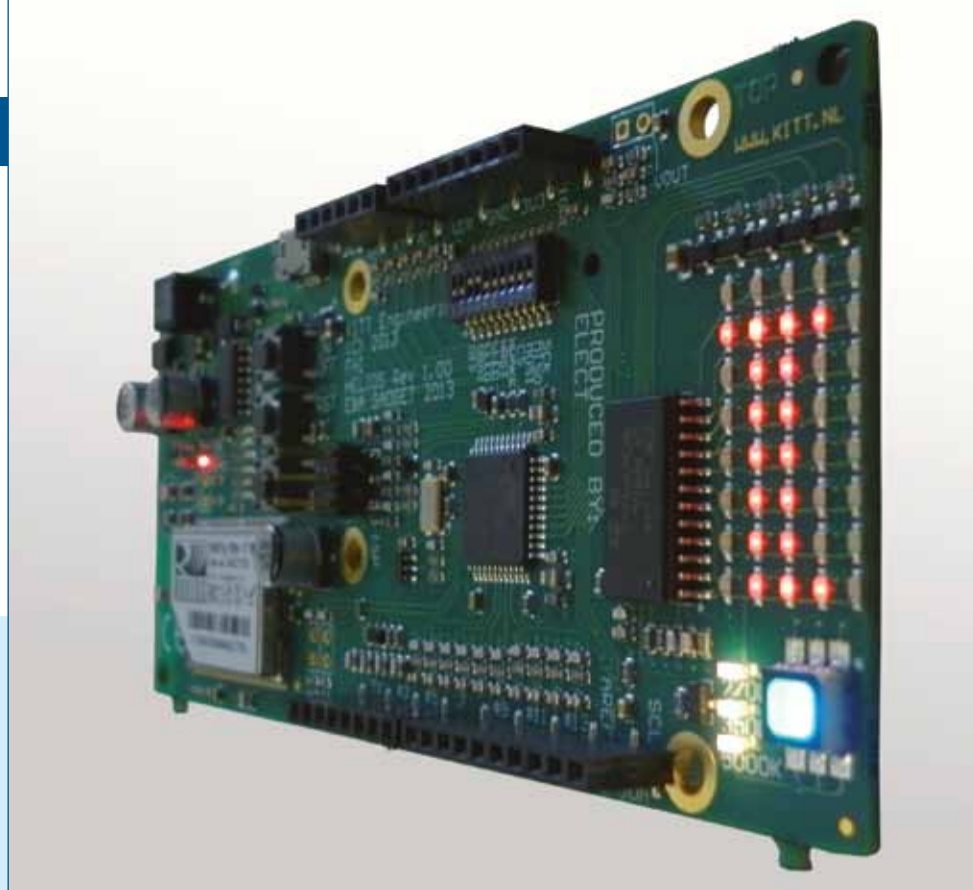


Gadget Helios

Meetinstrument en Arduino-compatible-ontwikkelfbord

Wie dit jaar de beurs Electronics & Automation bezoekt, kan in het bezit komen van de Helios, de gadget van dit jaar. In tegenstelling tot de voorgaande gadgets, gaat het deze keer om een serieus apparaat dat zeker niet in de la zal verdwijnen bij iemand die zich ook nog bezig houdt met elektronicaontwikkeling. De basis van de Helios is namelijk Arduino compatible en kan daarom ook gebruikt worden voor allerhande andere applicaties.



Een aantal jaren geleden benaderde Andries Lohmeijer van KITT Engineering tijdens een E&A Paul Petersen van FHI om aan te geven dat zijn bedrijf "wel eens" wilde nadenken over een Gadget. Naar aanleiding hiervan heeft hij in 2011 een voorstel gedaan met als uitgangspunten: Zeer Laag drempelig (inhaken op Arduino community), een meetinstrument dat iets te maken heeft met LED-verlichting, voorzien van wireless technologie voor communicatie met een APP en vooral ook bruikbaar na de beurs.

Tiuri de Jong, student Techniek en Kunst aan de Saxion in Enschede kreeg vervolgens de afstudeeropdracht om uitgaande van de door Andries gekozen componenten een prototype te maken. Daarna heeft KITT Engineer Ali van Gorkum het ontwerp verder uitgewerkt en de PCB ontworpen. Uiteindelijk is dit ontwerp uitgegroeid tot een project onder supervisie van Harm Wijsman van FHI waar ongeveer 45 bedrijven bij betrokken zijn en waarvan er tijdens de beurs ongeveer 2000 exemplaren geproduceerd worden om weg te geven aan bezoekers die bereid zijn om de nodige onderdelen voor het project bij elkaar te verzamelen.

Bij de Helios gaat het om een meetinstrument voor temperatuur en licht waarbij de meetwaarden via een LED-krant weergegeven worden. Ook zijn de meetresultaten via WiFi op een computer of smartphone af te lezen en te loggen. Daarnaast is de Helios een Arduino compatible Leonardo Opensource platform, dat in combinatie met de WiFi module, de ontwikkelaar/programmeur vele mogelijkheden biedt. Speciaal daarom is er voor de Helios een LinkedIn Group opgericht en is er een Wiki waarop alle nieuwtjes, beschikbare software en andere documenten geplaatst zullen gaan worden. Momenteel zijn studeren zelfs twee studenten van het Saxion binnen KITT af op dit project. Zo ontwikkelt Mitch Onk (Elektrotechniek) de ondersteunende software library en voorbeeldprogramma's en werkt Barry van Dam (Techniek en Kunst) aan de presentatie op de beurs zoals demo, APP en de support website.

Het begin

Om van LED-lampen een aantal belangrijke parameters te kunnen meten, is in eerste instantie een lichtsensor noodzakelijk. Na enig speurwerk vond Andries een sensor waarmee prima de kleurtemperatuur, de lichtingssterkte, de x-y-positie in een CIE kleurdiagram en de Colour Rendering Index gemeten kon worden. De sensor waar we het hier over hebben, is de TCS3414 waarvan in figuur 1 het blokschema te vinden is. De basis van de sensor is een array met 16 lichtgevoelige elementen. Vier hiervan zijn uitgerust met een groen filter, vier met een rood filter, vier met een blauw filter en vier zonder filter (figuur 2). Achter dit array zijn vier 16-bits ADC's geplaatst waarin de lichtwaarde omgezet wordt in een digitale waarde die vervolgens via een

I²C-poort uitgelezen kunnen worden. Hiervoor is er in het IC een achttal registers aanwezig waarin de 16-bits digitale waarden opgeslagen worden. Tevens is er een aantal registers waarmee het IC geconfigureerd kan worden.

Arduino compatible

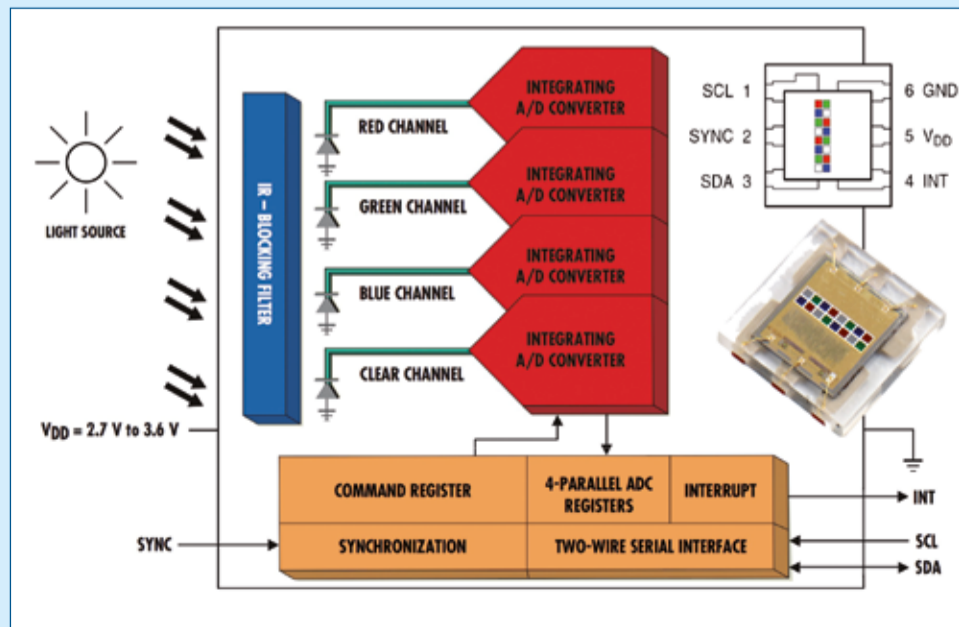
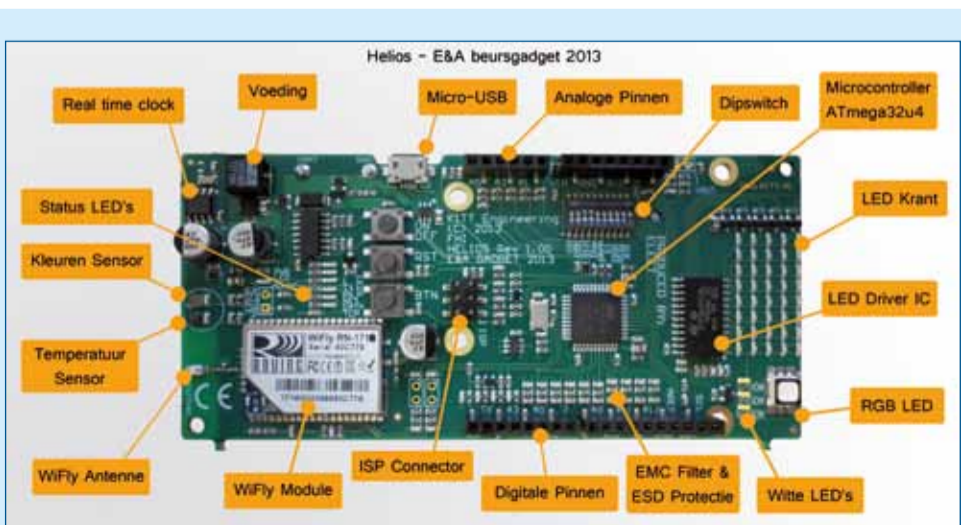
Voor het uitlezen van de TCS3414 en het verwerken van de meetgegevens, is natuurlijk een intelligente verwerkingseenheid nodig. Tiuri had natuurlijk voor zijn afstudeerproject een eigen microcontrollersysteem kunnen ontwikkelen, maar Andries had voor hem een gemakkelijker weg uitgestippeld, namelijk het Arduino-platform dat voldoende basis biedt voor de uitlezing van de sensor, het verwerken van de meetgegevens en het weergeven hiervan. In figuur 2 treft u het schema van het microcontrollergedeelte aan. Voor de kenners van Arduino ziet dit er vrij standaard uit. Noemenswaardig zijn de twee filternetwerken (linksboven) die er voor zorgen dat de voedingsspanning uit de schakelende voeding op de print schoon aan de microcontroller aangeboden wordt. Zoals te zien is, heeft men hier een smoorspoel in opgenomen. Dit is een spoel op een ferrietkraal en het is juist de slechte eigenschappen van het ferriet waar hiervan gebruik gemaakt wordt. Bij hoge frequenties, raakt het ferriet zeer snel in de verzadiging met als gevolg dat de impedantie van de spoel zeer sterk toeneemt. De filterende werking op hogere frequenties is hierdoor optimaal terwijl voor DC de spoel nagenoeg geen weerstand vormt.

Om er voor te zorgen dat de Helios ook als gewone Arduino-compatible controller bruikbaar is, heeft men dipswitch SW1 aan de schakeling toegevoegd. Hiermee is de periferie van de Helios los te koppelen wanneer er problemen ontstaan met Arduino-uitbreidingen die dezelfde I/O-lijnen en adressen gebruiken.

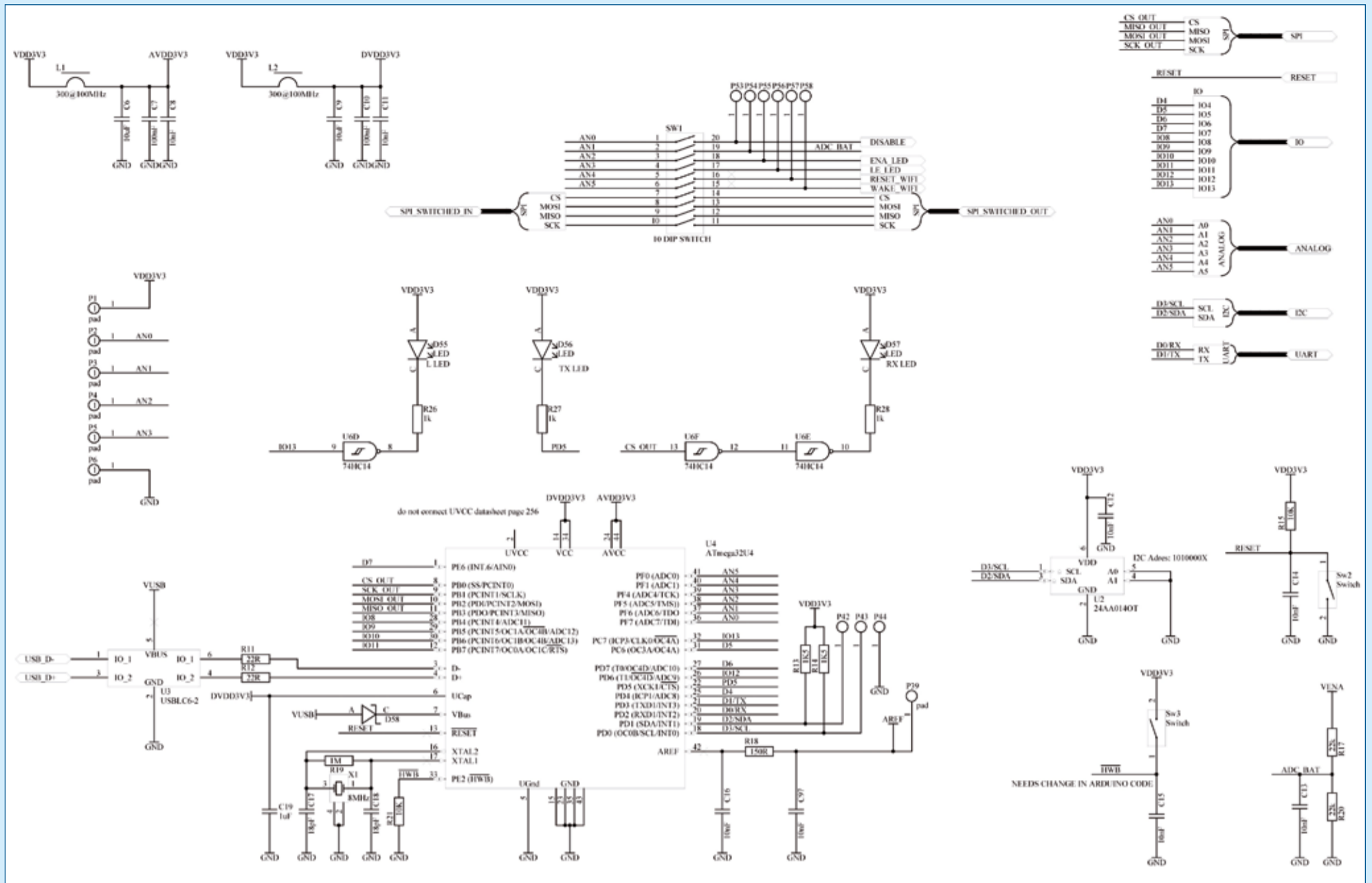
Aan de rechterkant treft u U2 aan. Dit is een geheugen waarin kalibratiewaarden en ID-setting opgeslagen worden. De programmatuur zelf wordt opgeslagen in het interne geheugen van de microcontroller. Verder ziet u in dit schema een drietal status-LED's, een tweetal schakelaars voor o.a. het resetten van de schakeling en de I/O-aansluitingen naar de rest van de schakeling.

In blokken

Figuur 3 geeft een blokschema van de gehele schakeling. Hierin ziet u dat er naast de controller en de lichtsensor nog een temperatuursensor, een real time clock, een LED-matrix aanwezig zijn plus een WiFi-module en een USB-interface. Hiervan zijn de twee sensoren (de TC3414 als lichtsensor en de TMP006 als temperatuursensor) en de RN-171 WiFi-module vrij standaard volgens de datasheet aangesloten en laten we een verdere uitleg achterwegen. Het schema, dat u op onze site als PDF kunt ophalen, laat precies zien hoe deze IC's



Figuur 1. De lichtsensor TCS3414.



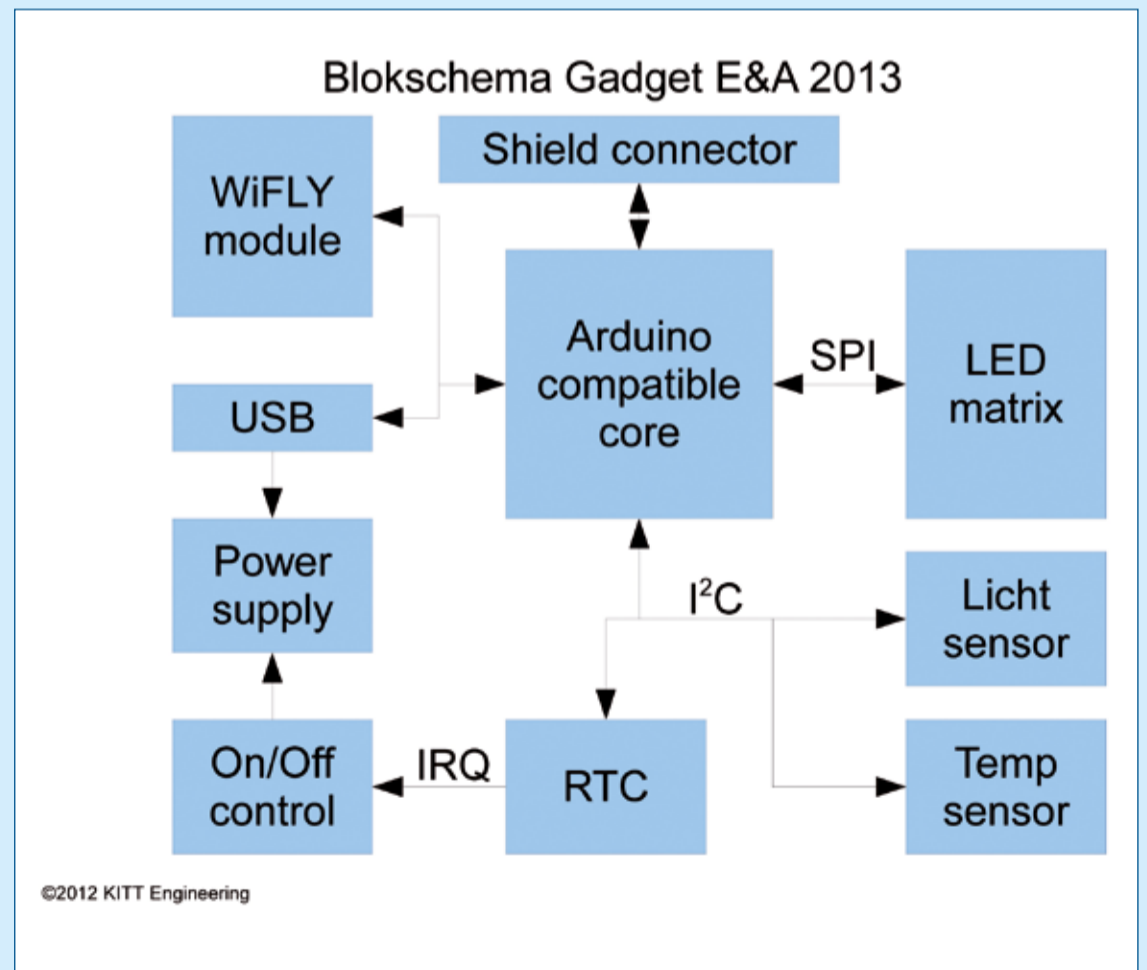
Figuur 2. Het schemageedeelte van de microcontroller.

en module aangesloten worden. Het enige dat we over deze delen willen vertellen, is de manier van ont koppeling van de voedingsspanning. Ook nu weer worden hoogfrequente stoorspulsen met ferrietkralen weggefilterd. Bij de temperatuursensor zien we dat hier een iets andere ont koppeling is gebruikt. Aangezien het IC vrij gevoelig is voor laagfrequente spanningsvariaties is er in de voedingslijn een RC-netwerk opgenomen bestaande uit een weerstand van 150 Ω in serie en twee condensatoren van 100 nF parallel aan het IC. Dit filter houdt de spanning over de sensor netjes constant bij kleine veranderingen van de voedingsspanning. Overigens moet u niet raar opkijken als de voedingsspanning op diverse plekken niet echt constant is. Met name als de WiFi-module een burst data moet uitzenden, wordt er even vrij veel energie gebruikt. Een condensator van 47 μF direct parallel aan de WiFi-module moet echter al te grote veranderingen weten tegen te gaan.

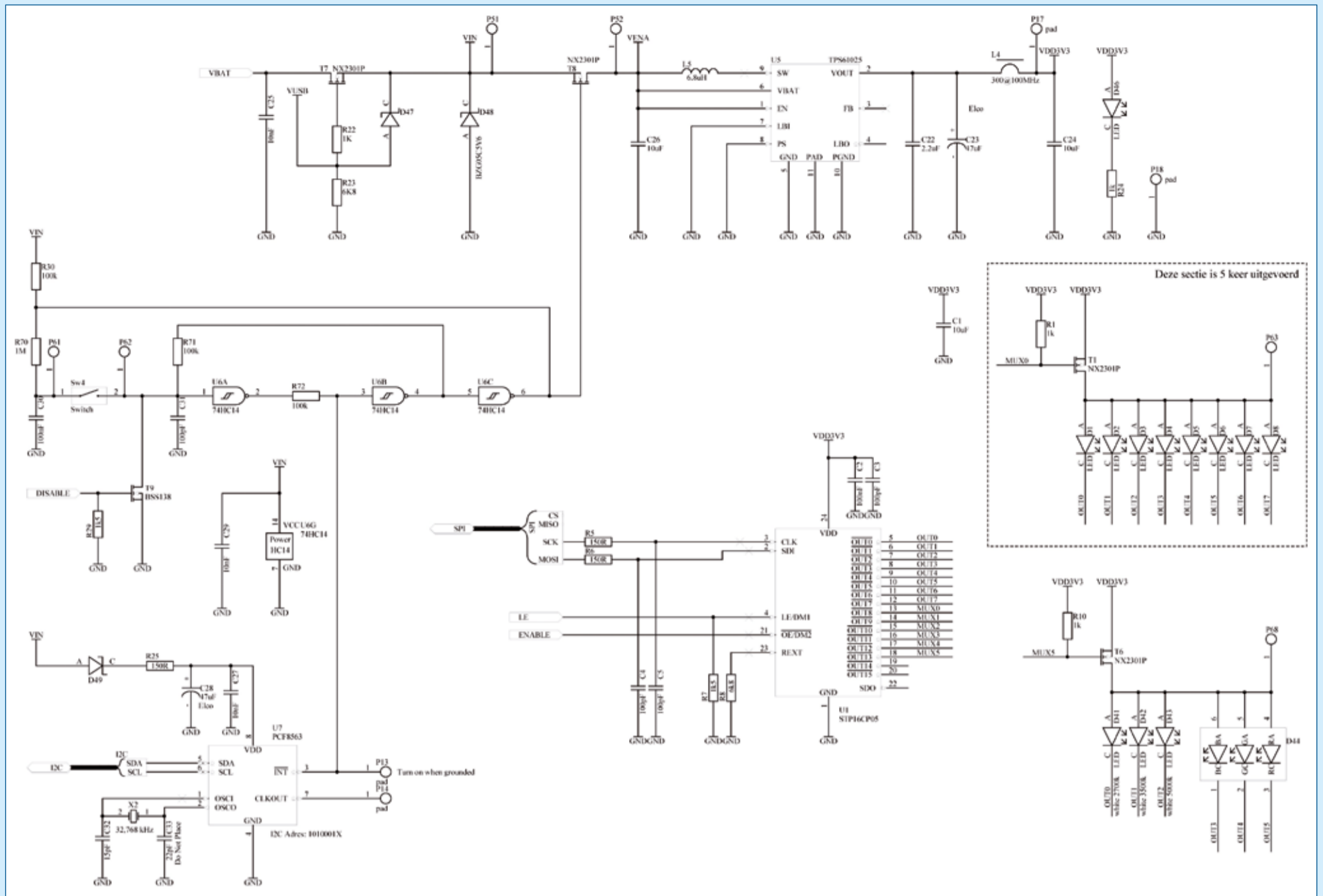
Voeding en RTC

Het voedingsgedeelte van de Helios ziet u in figuur 4. Linksboven ziet u de aansluiting voor de batterij. Direct daarnaast heeft men met de P-channel MOSFET een slimme schakeling gemaakt die moet voorkomen dat de Helios defect raakt als de batterijen verkeerd om geplaatst worden en tevens voor afschakeling van de batterijen zorgt als de schakeling via de USB-poort gevoed wordt. Normaal zorgen de weerstanden R22 en R23 er voor dat de gate van de FET 'laag' is wat tot gevolg heeft dat de FET geheel in geleiding is. Wordt er nu op de USB-aansluiting een spanning gezet, dan wordt de gate 'hoog'. De FET gaat uit geleiding en de schakeling wordt nu via D47 gevoed. Op het moment dat de batterij omgepoold wordt, gaat de FET uit geleiding en voorkomt D48 dat het lek door de FET voor schade aan de elektronica kan zorgen.

FET T8 vormt met de drie inverters en schakelaar Sw4 de aan/uit-schakelaar. In rust is de uitgang van U6C 'hoog' en geleidt de FET niet. Condensator C30 is dan geladen via de weerstanden R30 en R70. Wordt nu Sw4 ingedrukt, >>



Figuur 3. Het blokschema van de Helios



Figuur 4. De voeding en lichtkrant van de Helios.

dan wordt de ingang van U6A ‘hoog’ en zullen de drie inverters omschakelen en wordt de uitgang van U6C ‘laag’ en schakelt de FET de voedingsspanning in. Via R71 wordt nu de ingang van U6A ‘hoog’ gehouden waardoor deze situatie gehandhaafd blijft.

Doordat de uitgang van U6C nu laag is, wordt condensator C30 ontladen. Het nogmaals indrukken van de schakelaar heeft dan tot gevolg dat de ingang van U6A ‘laag’ wordt en alles weer terugschakelt naar de beginstand.

Zoals te zien is, kan de schakeling met behulp van T9 ook vanuit de microcontroller uitgeschakeld worden. Hiermee heeft men een automatische uitgeschakelaar gemaakt wanneer het apparaat enige tijd niet gebruikt wordt. Ook vanuit U7 kan de Helios ingeschakeld worden. Dit IC is een real time clock die op een vooraf ingestelde tijd de schakeling kan activeren voor het verrichten van een meting.

Fraai in deze voeding is het gebruik van de schakelende regelaar U5. Deze TPS61025 is hier zo geconfigureerd dat hij zowel als step up als LDO-regelaar werkt. Hierdoor is de uitgangsspanning bij hoge en lage ingangsspanningen altijd 3,3 V.

Display

In figuur 4 is ook een gedeelte van de lichtkrantschakeling te zien. Hierin wordt gebruik gemaakt van een STP16CP05. Dit is een 16 bits LED-driver met ingebouwde stroom sinks. Hierop kunnen in principe direct 16 LED’s aangesloten worden. In de Helios moeten echter voor de lichtkrant 43 LED’s aangestuurd worden plus nog een driekleuren-LED. Om dit met dit IC mogelijk te maken, heeft men alle LED’s in een matrix geschakeld. Hiervoor zijn er in de schakeling vijf van de getoonde LED-combinaties opgenomen die via de in serie staande FET gestuurd worden. Op deze manier heeft men zonder al te veel moeite directe controle over de lichtkrant.

Testen

Om te garanderen dat iedereen op de E&A-beurs ook een werkend exemplaar ontvangt, zal de Helios eerst worden getest door middel van een SmartFixture testoplossing van Romex BV.

Omdat in eerste instantie de ontwikkelaar er niet vanuit is gegaan dat zijn ontwerp uiteindelijk in een aanzienlijk aantal automatisch geproduceerd zou kunnen gaan worden, is naar testbaarheid nooit goed gekeken. Aangezien de

microcontroller over Bscan beschikt, was het mogelijk om hiermee te testen. Het bleek echter dat de microcontroller ook direct het enige Bscan-component was en dat er verder maar heel weinig locaties op de print met externe probes bereikt konden worden. Na een grondige testanalyse bleek al snel dat het initiële ontwerp niet zinvol te testen was op typische productie fouten waaronder; short, opens en eventueel verkeerd geplaatste componenten. Nadat KITT Engineering het ontwerp op het laatste moment nog heeft voorzien van een 80-tal extra testpunten (in de schema’s terug te vinden als een rondje met de aanduiding P) kon uiteindelijk een redelijk goede testdekking worden gehaald.

Tot slot

Tot nu toe hebben we het alleen over de hardware gehad en daar nog niet eens alles over verteld. Daarnaast valt ook over de software uiteraard ook het nodige te vertellen. Helaas hebben we niet voldoende ruimte in deze uitgave. Voor meer informatie moeten we u dan ook verwijzen naar de diverse internetpagina’s over de Helios.

Voor meer informatie zie www.etotaal.nl/achtergrond. Artikel “Gadget Helios”.