

Geen angst voor de cellulaire module!

Tam Hanna (Slowakije)

Velen beschouwen het ontwerpen van een communicatiesysteem op basis van een cellulaire draadloze module als zwarte magie. Niets is echter verder bezijden de waarheid! Tam Hanna had onlangs het genoeg diverse van dit soort ontwerpen aan de tand te voelen. Hier presenteren we enkele van zijn notities, om u te helpen uw eigen modules te ontwerpen.

Waarom zou u uw eigen cellulaire module ontwerpen?

Kant-en-klare 3G- en 4G-communicatiemodules en USB-dongles worden te links en te rechts op het internet aangeboden, maar zoals altijd zijn het de 'kleine lettertjes' die ze ongeschikt maken voor uw ontwerp en die u dwingen uw systeem te herontwerpen. Sommige providers en applicaties gebruiken bijvoorbeeld ongebruikelijke frequentiebanden die niet door de module worden ondersteund (de US-band 13 is een notoir probleem), terwijl voor andere systemen toepassing van een COTS USB-dongle onaanvaardbaar is. En dan zijn er applicaties die een ongebruikelijke antenne (zoals SMA) of ook GPS-functionaliteit nodig hebben.

Van start!

Het begint allemaal met het vinden van een communicatiemodule die past bij de door u geselecteerde communicatieband(en) en die past bij uw criteria voor afmetingen en kosten. De kwaliteit van het *field applications*-team van de fabrikant en van de verkoper of de distributeur van de communicatiemodule is ook belangrijk, omdat u op een gegeven moment misschien ondersteuning nodig hebt. De auteur vond Quectel bijzonder open en behulpzaam. Gemalto's distributeur YAWiD in Duitsland en Telit's Poolse distributeur waren ook in orde. De auteur zet de populaire Zwitserse fabrikant U-blox echter aan het andere uiteinde van de schaal, omdat hij ten gevolge van hun e-mail-systeem geen reactie kon krijgen. Maar dat is natuurlijk een persoonlijke ervaring. Het hangt allemaal af van de regio waarin u zich bevindt, en misschien hebt u andere ervaringen.

De volgende stap is de aanschaf van een ontwikkel- of evaluatiekit voor de communicatiemodule. Als u die eenmaal hebt, moeten uw software-engineers de management-software van de module voor 100% aan de praat krijgen, met de nadruk op 100%. Hoed u voor losse eindjes die uw ontwerp later wellicht – volgens Murphy is dat zelfs waarschijnlijk – in de problemen kunnen brengen. De logica schrijft bovendien voor dat het field application-team van de leverancier uw eerste aanspreekpunt is voor de softwareproblemen die u kunt tegenkomen. De mate van samenwerking die u hier ondervindt, dient tegelijk als lakmoesproef voor de samenwerking op hardwaregebied.

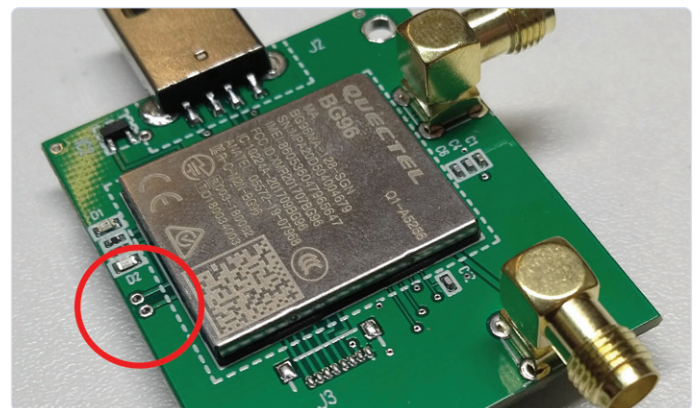
Zodra de software op orde is, wordt het tijd om de documentatie van de communicatiemodule te verzamelen; die is meestal verborgen op de website van de fabrikant achter een formulier waar u een account moet aanmaken. Twee documenten zijn van bijzonder belang: het schema van het evaluatieboard en het document dat de hardware van het eigenlijke systeem beschrijft. Waar u ook nodig hebt is de

PCB-footprint van de module en een opsomming van alle pinnen en de daaraan gekoppelde functie.

Interface ahoy!

De meeste communicatiemodules kennen maar twee manieren om met de host te communiceren: een seriële poort en USB. Andere interfaces zoals I²C en SPI zijn meestal gereserveerd voor het aansluiten van randapparatuur en zijn voor ons hier niet interessant. Dus moeten we het doen met USB en serieel. Laten we beginnen met USB, de voorkeursinterface voor Linux-gebaseerde hostsystemen vanwege de eenvoudiger integratie van stuurprogramma's. De module manifesteert zich meestal als een of meer TTY-apparaten. Hoewel USB 2.0 al met een paar jumperkabeltjes kan werken, houdt dat niet in dat u hersenloos te werk kunt gaan: probeer de basisregels van de PCB-layout in acht te nemen en houd de connector zo dicht mogelijk bij de module. U hoeft zich echter geen zorgen te maken over de exacte impedantie van de USB-printsporen.

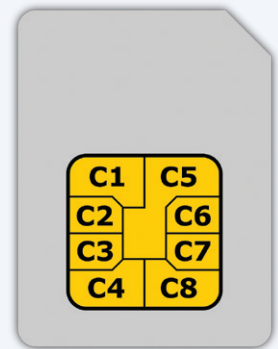
De seriële poort is een ander verhaal. Hoewel de auteur nog niet heeft gezien dat een op Linux gebaseerd systeem de seriële poort gebruikt voor de verbinding met een communicatiemodule, zijn ze op de boards van de auteur vaak wel toegankelijk. Fabrikanten van modules reserveren meestal een van de UART's als debug-interface en als deze niet toegankelijk is, kan een niet-functionerend ontwerp niet worden geanalyseerd wanneer het naar het laboratorium van de



Figuur 1. De twee niet-aangesloten soldeereilandjes links zijn verbonden met de debug-UART van de module. De connector wordt alleen op aanvraag gemonteerd.

Tabel 1. De standaard-pinout van een sim-kaart (smartcard).

Pin	Naam	Omschrijving
C1	VCC	+5 VDC voedingsspanning (optioneel gebruik door de kaart).
C2	Reset	Resetsignaal, gebruikt om de communicatie van de kaart te resetten. Ofwel zelf gebruikt (resetsignaal geleverd door het interface-apparaat) of in combinatie met een interne reset-stuurschakeling (optioneel gebruik door de kaart). Als een interne reset is geïmplementeerd, is voedingsspanning op VCC verplicht.
C3	Clock	Voorziet de kaart van een kloksignaal waarvan de timing van de datacommunicatietiming wordt afgeleid.
C4	Gereserveerd	AUX1, optioneel gebruikt voor USB-interfaces en andere toepassingen.
C5	GND	Massa (referentiespanning).
C6	Vpp	Programmeerspanningsingang (optioneel). Dit contact kan worden gebruikt om de spanning te leveren die nodig is om te programmeren of om het interne niet-vluchtige geheugen te wissen. ISO/IEC 7816-3: 1997 noemt dit een programmeerspanning: een ingang voor een hogere spanning om permanent geheugen te programmeren (bijv. EEPROM). ISO/IEC 7816-3: 2006 noemt het SPU, voor standaard of eigen gebruik, als invoer en/of uitvoer.
C7	I/O	Ingang of uitgang voor seriële gegevens (half-duplex) naar het IC in de kaart.
C8	Gereserveerd	AUX2, optioneel gebruikt voor USB-interfaces en andere toepassingen.



(Bron: pinoutguide.com [1])

leverancier wordt gestuurd. Hieruit volgt dat de seriële poort op zijn minst op de een of andere manier toegankelijk moet worden gemaakt. De auteur gebruikt vaak een connector die ergens geplaatst is waar er plaats voor is; wanneer het ontwerp dan in serieproductie gaat, wordt de betreffende connector niet gemonteerd (**figuur 1**).

Diversen

Bijna alle communicatiemodules maken deel uit van een familie. Hoewel het denkbaar is dat een ontwerp meerdere moduletypen uit een familie ondersteunt, is dit niet altijd even verstandig. Vooral wanneer u met low power-modules werkt (LTE M1 enzovoort), kunt u zonder 'interfamilie-compatibiliteit' een kleinere voeding gebruiken, wat kosten bespaart. Ook zijn resetschakelingen en dergelijke soms niet voor alle familieleden nodig, en dat kan ook wat kosten sparen.

Als een goed gedefinieerde resetpuls nodig is, gebruik dan een *micro-controller reset supervisor* zoals de STM1001 van STMicroelectronics. Deze SOT23-IC's zijn niet duur en zijn betrouwbaarder dan een RC-netwerkje dat u zelf in elkaar knutselt.

Over de voeding hoeft niet veel te worden gezegd – de keuze tussen

een schakelende of een lineaire regelaar is grotendeels aan uzelf. Bezuinig echter niet op ontkoppelcondensatoren. 4G-modules zijn bijvoorbeeld berucht om hun 'burststromen'.

Iets anders om op te letten: 'magic pins'. Lees de hardwarebeschrijving voor elke pin uiterst zorgvuldig, zodat u zeker weet wat ermee gedaan moet worden. Sommige moeten aan een specifieke spanning worden gelegd, terwijl andere (zoals de bootmodus-selectiepin) toegankelijk moeten zijn (soldeereilandje of tenminste een via). Als u niet zeker bent, kunt u een structuur zoals in **figuur 2** gebruiken om bij het prototype keuzemogelijkheid te hebben.

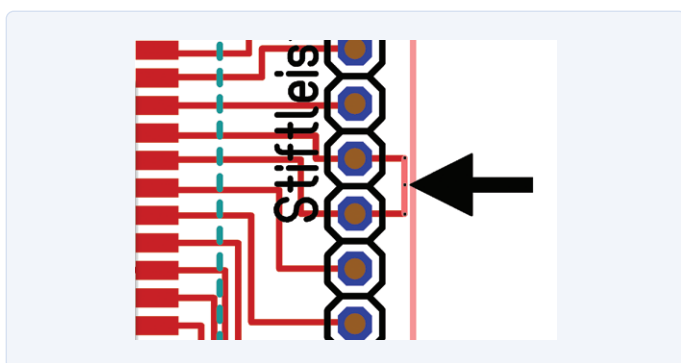
Sim-kaart

De verbinding van de sim-kaart met de communicatiemodule is altijd een interessante uitdaging. Sim-kaarthouders hebben meestal genummerde contacten, terwijl de module labels gebruikt (zoals Vcc, Rst, Data en Clk). Gelukkig zijn de contacten op de sim-kaart gestandaardiseerd (**tabel 1**). Afhankelijk van de schakeling kan een pullup-weerstand tussen Data en Vcc nodig zijn. Soms worden ontkoppelcondensatoren gebruikt bij Rst, Clk en Data. De auteur laat de ESD-protectiediodes meestal weg, omdat de gebruiker bij zijn ontwerpen nooit toegang krijgt tot de sim-kaarthouder.

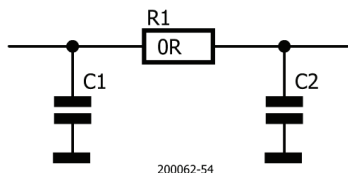
Bij sommige communicatiemodules loert hier gevaar. De aanwezigheid van een sim-kaart wordt gedetecteerd door een spanningsniveau op een bepaalde pin. Als u deze functie niet gebruikt, moet u die pin aan een spanning leggen die 'sim-kaart aanwezig' signaleert. En als u van plan bent deze functie te gebruiken, moet u controleren hoe die is geïmplementeerd bij uw sim-kaarthouder.

Houd ook rekening met de mechanische aspecten. Sommige sim-kaarthouders klappen open terwijl bij andere de (onbuigzame) sim-kaart in een bepaalde richting naar binnen moet worden geschoven.

En ten slotte moet u de gedachte van u af zetten dat communicatiemodules altijd op vierlaags-printen moeten worden gemonteerd. Met alle moderne PCB-ontwerptools kunt u kopervlakken 'gieten'. Massavlakken aan beide zijden van het board, met veel via's met elkaar verbonden, zijn meestal voldoende.



Figuur 2. Het spoor waar de pijl naar wijst, kan eenvoudig worden doorsneden en indien nodig weer worden doorverbonden.



Figuur 3. Een pi-netwerk is vereist als antenne-aanpassing gepland is. Het kan tijdens de productie worden geneutraliseerd door voor R1 een 0Ω-exemplaar te gebruiken en C1 en C2 niet te monteren.

Antennekwesties

Dan moeten we het nog over de antenne hebben. Tot dusverre is de auteur erin geslaagd het ontwerpen en evalueren van PCB-antennes te vermijden. (De HP 8753C vector-netwerkanalyzer die hij ooit op verzoek van een klant aanschafte, staat sindsdien stof te verzamelen maar heeft zowel onderhoud als dure kalibratiekits nodig...). Zonder PCB-antenne is voor het aansluiten van een antenne op het bord een connector nodig. Of het daarbij om een SMA- of U.FL-type gaat: overleg altijd met de ontwerper van de behuizing.

Probeer de verbinding met de antenneconnector fysiek zo kort mogelijk te houden. Gebruik bovendien een transmissielijn-calculator (die zijn online beschikbaar) en probeer enigszins de aanbevolen geometrie aan te houden (dus goede massa aan weerszijden en **geen** via's in de signaalweg). Maar meestal zullen er weinig problemen zijn zolang de printsporen kort blijven.

De meeste referentieontwerpen van leveranciers raden aan om voor de zekerheid een pi-netwerkje te gebruiken – zoiets als in **figuur 3**. Bij de productie wordt dat dan vaak geneutraliseerd met een 0Ω-weerstand terwijl de twee condensatoren niet gemonteerd worden. Als u niet van plan bent om de antenne exact aan te passen, kan in veel gevallen een betere resultaat worden verkregen door de afstand tussen de communicatiemodule en de antenneconnector te verkleinen en het pi-netwerk weg te laten.

Merk op dat er twee soorten GPS-antennes bestaan: actief en passief. Actieve antennes hebben een fantoomvoeding nodig die met een paar passieve componenten kan worden gemaakt; meestal is dat te vinden in het referentieschema van de fabrikant.

Nu wordt het spannend

Zodra al deze kwesties zijn geregeld, wordt het tijd om de echte hardware te produceren. Afhankelijk van de relatie die u hebt met de field application-engineers van de fabrikant waar we het eerder over hadden, kunt u het PCB-ontwerp en het schema opsturen voor beoordeling. De auteur was bijzonder onder de indruk van de service die Quectel in dit opzicht bood.

Het grootste probleem bij het handmatig bouwen van een prototype is het solderen van de onderdelen. Hoewel de auteur erin is geslaagd om een paar modules in zijn reflow-oven te solderen, maken de nauwkeurigheid van de plaatsing van stencils en onderdelen en

het gebrek aan apparatuur voor röntgeninspectie dit tot een klus die beter kan worden uitbesteed aan een bedrijf dat gespecialiseerd is in het bouwen van prototypes (inclusief een herinnering om een röntgeninspectie uit te voeren).

Als het geassembleerde prototype een USB-dongle is, kunt u voor de eerste tests het beste een USB-hub met eigen voeding gebruiken – dit beschermt uw dure werkstation tegen beschadiging van het moederbord.

De klus klaren

Zoals bij zoveel andere ondernemingen is beginnen de belangrijkste horde die moet worden genomen. Bijna alle ontwerpen van de auteur werkten in eerste of tweede instantie. Het ontwerp aan de praat krijgen is echter slechts een klein deel van de complete oplossing – software-problemen kunnen bijvoorbeeld de systeemintegratie bemoeilijken. Wees echter niet bang. Gewapend met de ervaring die de auteur op de moeilijke manier heeft verzameld en hier heeft gepresenteerd, kunt u de klus ook klaren. ◀

200062-03

CERTIFICERING

Afhankelijk van de vraag of u een gehoorzaam burger bent, kan voor de afronding van het ontwerp overheids-certificering nodig zijn. Dat is echter weer een heel ander verhaal.

Vragen of opmerkingen?

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

Een bijdrage van

Idee en tekst: **Tam Hanna**

Redactie: **Clemens Valens**

Vertaling: **Eric Bogers**

Layout: **Giel Dols**

WEBLINK

- [1] **Pinout sim-kaart:**
https://pinoutguide.com/Memory/SmartCardIso_pinout.shtml



GERELATEERDE PRODUCTEN

➤ **SeedStudio RF Explorer 3G Combo – Handheld Spectrum Analyzer**
www.elektor.nl/seedstudio-rf-explorer-3g-combo-handheld-spectrum-analyzer

