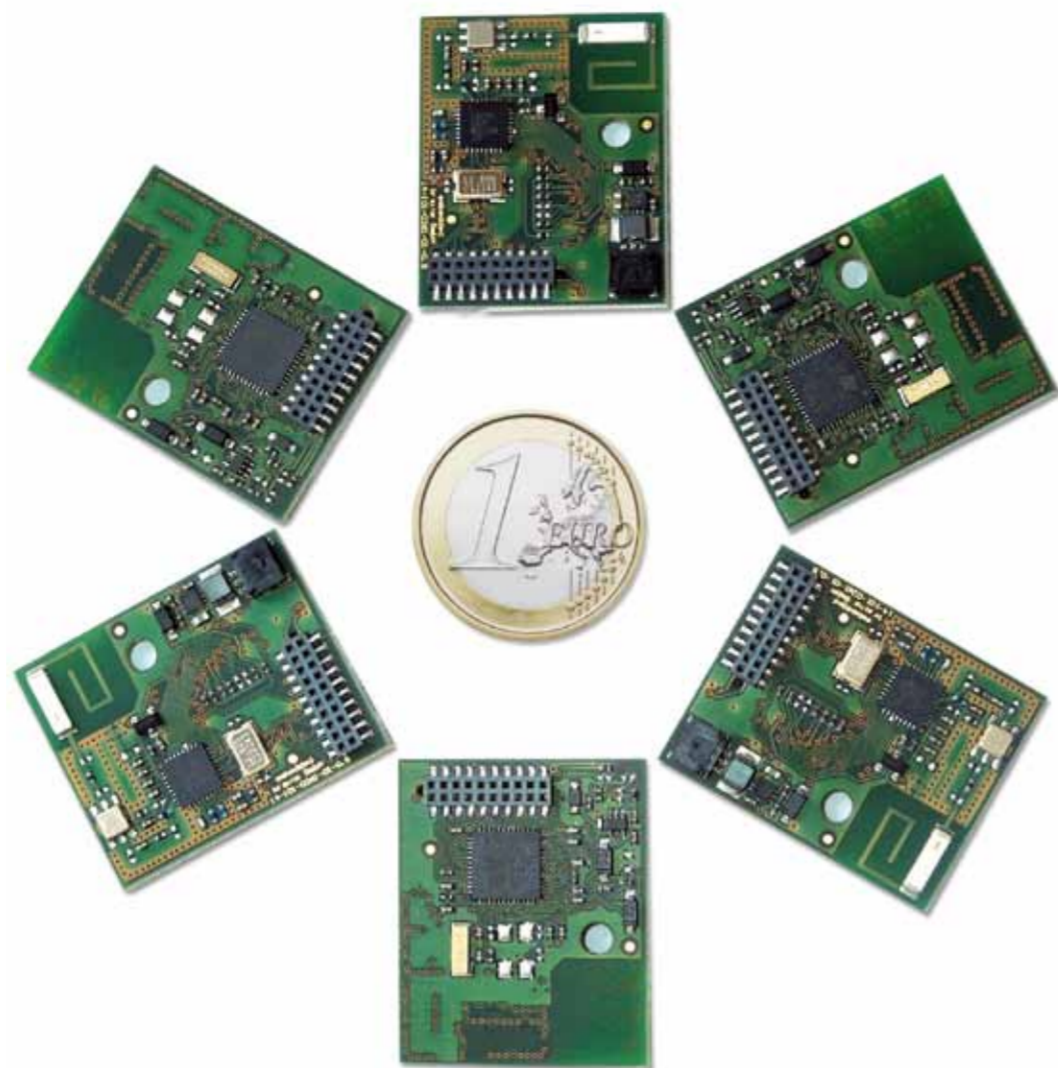


Draadloos sensornetwerk ELEPHANT

Ontwikkeld als ultra low power netwerk

Draadloos werkende sensoren hebben vele voordelen, maar zijn lang niet altijd toepasbaar als het gaat om metingen die een lange tijd in beslag nemen. Het grootste probleem is dan de energievoorziening. Regelmatig batterijen moeten vervisselen is omslachtig, relatief kostbaar en voor bepaalde metingen niet wenselijk omdat de metingen onderbroken worden. Voor een goede draadloze sensor is dan ook het energiegebruik het belangrijkste thema, iets waar het Duitse ingenieursbureau embedded brains een fraaie oplossing voor bedacht heeft.



Draadloos betekent altijd meer energiegebruik dan niet draadloos. Het grote verschil zit immers in het onderhouden van de communicatie tussen de sensor en de verwerkingseenheid. Bij een bedraad netwerk krijg je de communicatie op zich bijna cadeau, want daar zijn het voornamelijk de verliezen in de bekabeling, het omladen van de ingangs- en kabelcapaciteiten en de eventuele ingangsstroom van de eerste trap van de verwerkingseenheid die bepalen hoe groot het energiegebruik is. Bij draadloos is het in eerste instantie de energie die noodzakelijk is voor de radioverbinding (het zendvermogen om de gewenste afstand te overbruggen en de energie die de ontvanger nodig heeft), maar niet vergeten mag worden dat ook de processor die het communicatieprotocol verzorgt, ook de nodige energie gebruikt. Daarnaast speelt de intervaltijd tussen de metingen en daaraan gekoppeld de hoeveelheid data die verzonden moet worden, ook een belangrijke rol. Hoe meer en hoe vaker, wil ook zeggen meer energiegebruik.

Energy Harvesting

Om de problemen met lege batterijen te voorkomen, is het zinnig om te gaan kijken of de sensoren plus de gehele communicatiemodule te voeden zijn uit een systeem dat de energie haalt uit de omgeving. We hebben het dan over Energy Harvesting waarvoor verschillende oplossingen beschikbaar zijn. Zo kan er natuurlijk gewerkt worden met zonnecellen, maar ook warmte en trillingen zijn bronnen waaruit energie gehaald kan worden. Uiteraard is het hier van belang dat de totale sensor plus alle bijkomende elektronica een minimaal energiegebruik heeft. Het is immers niet zinvol om een zonnepa-

neel van een vierkante meter te moeten gebruiken voor een temperatuursensor. Zoiets ga je alleen gebruiken als het echt niet anders kan. Er zijn namelijk voldoende oplossingen om het totale energiegebruik tot een minimum te beperken.

Waar te besparen

Voor het opzetten van een draadloos, energiezuinig sensornetwerk is het als eerste van belang om te gaan kijken wat de eisen zijn waaruit een inschatting gemaakt kan worden van het energiegebruik om zo te zien of het zinnig is om verder te gaan. De grootste besparing is te bereiken door de communicatie tot een minimum te beperken. Is het voor de meetopstelling zinnig om elke seconde een temperatuurwaarde door te geven als de uitkomst van de meting alleen gebruikt wordt om het temperatuurverloop in een geconditioneerde ruimte gedurende een heel jaar vast te leggen? In dat geval volstaat het wanneer de sensor alleen significante veranderingen doorgeeft. Een goed ontworpen sensorsysteem waarbij de grootste energiegebruikers het merendeel van de tijd uitgeschakeld zijn of in een sleep-mode gebracht worden, bespaart heel veel energie. Waar ook naar gekeken moet worden is de frequentie waarop de draadloze communicatie plaats vindt. Wordt de frequentieband rond 433 MHz gebruikt, dan is dat vragen om moeilijkheden. Deze frequentieband wordt voor zeer veel verschillende toepassin-

gen gebruikt waardoor de kans op interferentie heel groot is. Data moet daardoor vaker verzonden worden voordat de ontvanger de complete boodschap binnen heeft. Ook het frequentiegebied rond 2,4 GHz is niet optimaal. Op deze frequenties is het veel lastiger om een redelijke afstand te overbruggen door de grotere afscherming van bijvoorbeeld gebouwen op het HF-signaal. De 868 MHz-band is door de strengere regels veel schoner en het HF-signaal heeft minder last van dat wat er in de omgeving staat. De communicatie zal op deze frequentie veel soepeler verlopen. Wel moet men rekening houden met het feit dat de bandbreedte op 868 MHz veel lager moet zijn dan op 2,4 GHz. De snelheid van de te versturen datastroom dient dan ook veel lager te zijn. Dit is voor veel sensorapplicaties geen enkel probleem, omdat er toch maar een beperkt aantal bits heen en weer hoeven te gaan. Bedenk daarbij dat een kleine bandbreedte ook weer gunstig is voor het energiegebruik ten opzichte van de maximaal te overbruggen afstand. Bij gelijkblijvend zendvermogen is de te overbruggen afstand bij smalbandige communicatie veel groter dan bij breedbandsignalen.

Voor een sensornetwerk dat volledig gevoed kan worden door middel van Energy Harvesting, moet de totale hardware alsmede het overdrachtsprotocol zeer doordacht zijn. Universele systemen zoals ZigBee of de aangepaste, bestaande norm Bluetooth Low Energy zijn te universeel en zullen nooit een echt laag energiegebruik krijgen. Alleen als het totale systeem, van sensor naar communicatie en van meetbehoefte tot netwerk volledig op elkaar zijn afgestemd, mag men de optimale oplossing verwachten.

Basisplatform ELEPHANT

ELEPHANT of te wel "Extensible Low Energy sensor Platform for Harvesting Applications and different Network Topologies" is het nieuwe basisplatform dat is ontwikkeld door embedded brains GmbH. Met zijn flexibele structuur is ELEPHANT zo ontworpen dat het een compacte, modulaire sensor node is die zeer weinig vermogen vraagt en dus voldoet aan alle eisen met betrekking tot Energy Harvesting. Met zijn verscheidenheid aan interfaces is het geschikt voor de meeste soorten sensoren. Daarbij omvat het basisplatform reeds een groot aantal klantspecifieke toepassingen.

Figuur 1 toont het blokschema van de elektronica van de node. De toegepaste processor komt uit de STM32L15x-serie en voor het communicatiegedeelte is de SX1211 van Semtech toegepast (figuur 2). De frequentie die gebruikt wordt is 868 MHz (SRD-band) en optioneel is de ISM-band op 915 MHz te leveren. Het opgenomen vermogen bedraagt ongeveer 50 µW gemiddeld (afhankelijk van de hoeveelheid te verzenden data) en de voedingsspanning mag liggen tussen 2,1 V en 6 V. Er wordt gewerkt met een bitsnelheid van maximaal 200 kBit/s (beperkt door de regelgeving voor de SRD-band en de beschikbare hoeveelheid energie). De schakeling is opgebouwd op een print van slechts 26 mm x 32 mm. Als I/O zijn aanwezig poorten voor I²C, een SPI, analoge signalen, GPIO en er is een UART beschikbaar. Als operating system wordt Contiki gebruikt. Dit is een open source operating system speciaal ontwikkeld voor the Internet of Things. Contiki is bedoeld voor de verbinding tussen kleine low-cost, low-power microcontrollers en het internet. Binnen ELEPHANT vormt het de basis voor het uiteindelijke netwerkprotocol.

Besparen door tijdstempel en low-power oscillator

Naast de componenten voor de draadloze verbinding is de microcontroller één van de grootste energiegebruikers. Deze kan ook - net als het radio-gedeelte - voor het grootste deel van de tijd in een energiebesparende stand geschakeld staan en moet uitsluitend actief zijn voor metingen of voor bewerking van de data. Nadeel van een microcontroller die in een diepe slaap is gebracht, is dat hij niet meer de tijd bij kan houden die noodzakelijk is voor het geregeld uitvoeren van metingen. Dit is gemakkelijk op te lossen met een tijdstempel. In plaats van hiervoor de systeemklok van de microcontroller te gebruiken, wordt een zuinige low-power oscillator ingezet die de basis van een extra klok vormt die op de gewenste tijden het systeem wekt voor het uitvoeren van metingen en het versturen van de data. Dit resulteert er in dat de ruststroom onder 1 µA ligt.

Energie geoptimaliseerde protocol

Zoals reeds vermeld, heeft het protocol een niet te verwaarlozen invloed op het stroomgebruik. Veel protocollen vereisen lange periodes waarin wordt gezonden of ontvangen. Veelal wil het protocol ook dat er geregeld contact is met de diverse nodes om zo de topologie van het netwerk in de gaten te houden of om data van een ver gelegen node via andere nodes naar de uiteindelijke ontvanger te sturen. Alleen al dit kost veel energie waardoor er extra veel energie geogost moet worden. Beduidend beter functioneren protocollen waarbij er een paar centrale knooppunten aanwezig zijn die voorzien zijn van een voeding uit een vaste bron of een groot Energy Harvesting systeem. Bij ELEPHANT worden dergelijke centrale knooppunten gebruikt. Deze zijn voortdurend klaar om gegevens te ontvangen. Alle andere knooppunten kunnen dan data versturen op elk moment en zo het beheer van hun energie veel beter in de gaten houden. Om bepaalde besturingsinformatie ook in de andere richting te sturen, hebben deze centrale knooppunten een buffer om datapakketten te bewaren. Als nu een knooppunt zich meldt waar ook data naar verstuurd moet worden, dan wordt nadat de node eerst zijn eigen data verstuurd heeft, de inhoud van de buffer doorgezonden.

MyriaNed

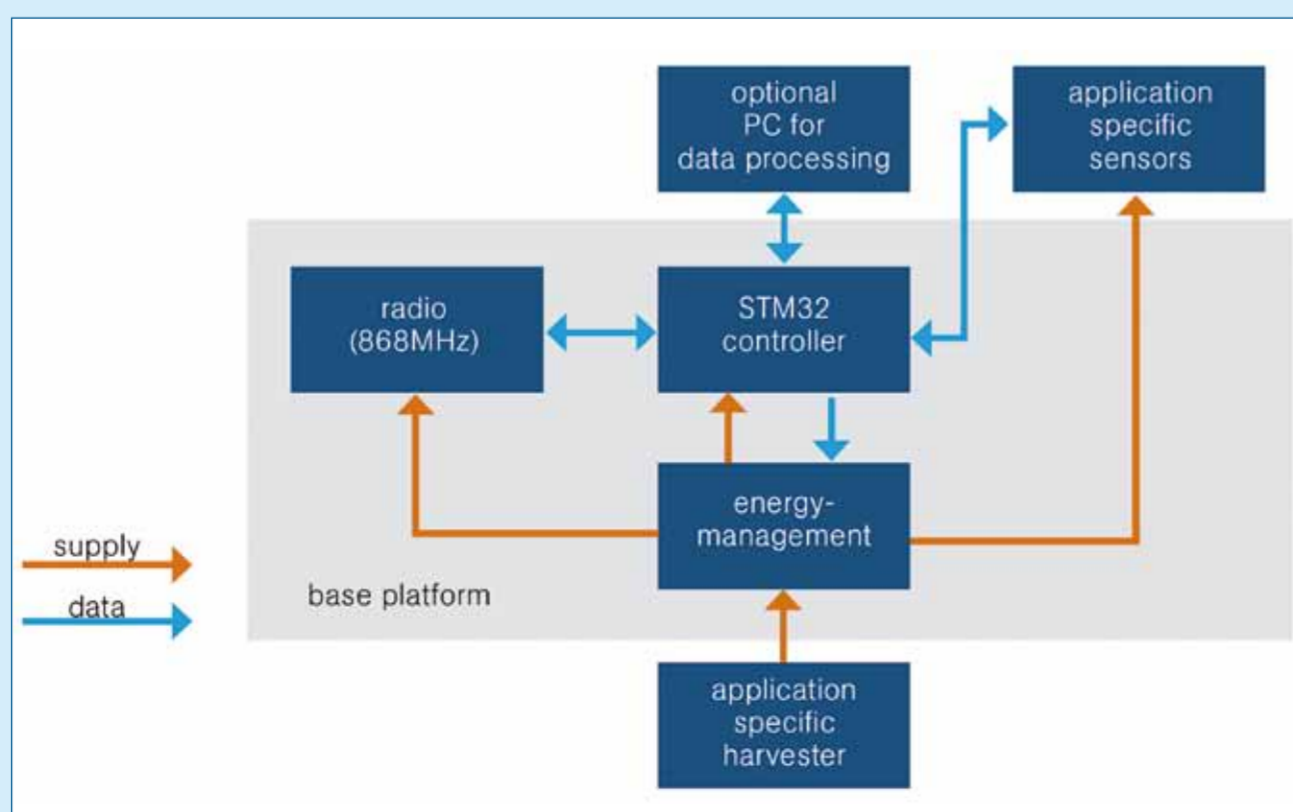
ELEPHANT is niet het enige draadloze sensornetwerk dat op de markt beschikbaar is. Zo is er ook MyriaNed waarover we vorig jaar in het novembernummer uitgebreid geschreven hebben. Beide oplossingen hebben dezelfde filosofie, een energiezuinig netwerk voor heel veel sensoren. Het grote verschil tussen beide is de centraal gelegen nodes die constant uitluisteren of er berichten zijn om door te geven naar de centrale verwerkingseenheid. Bij MyriaNed is deze niet aanwezig. MyriaNed is ook vanuit een andere filosofie ontwikkeld, namelijk het maken van een netwerk met heel veel nodes, terwijl ELEPHANT uitgaat van een energiezuinig netwerk. De topologie van het netwerk is hierdoor anders en ook de weg die data af moet leggen, verschilt. Bij ELEPHANT zijn de verbindingen veel korter, hetgeen ook de nodige consequenties heeft.

Voor beide netwerken geldt dat ze geheel zijn af te stemmen op de eisen van de gebruiker. Beide vormen een basis van waaruit gewerkt kan worden om uiteindelijk het voor de toepassing optimale sensornetwerk te verkrijgen, dat u in staat stelt om jarenlang metingen te kunnen uitvoeren zonder ook maar ergens een batterij te moeten vervangen.

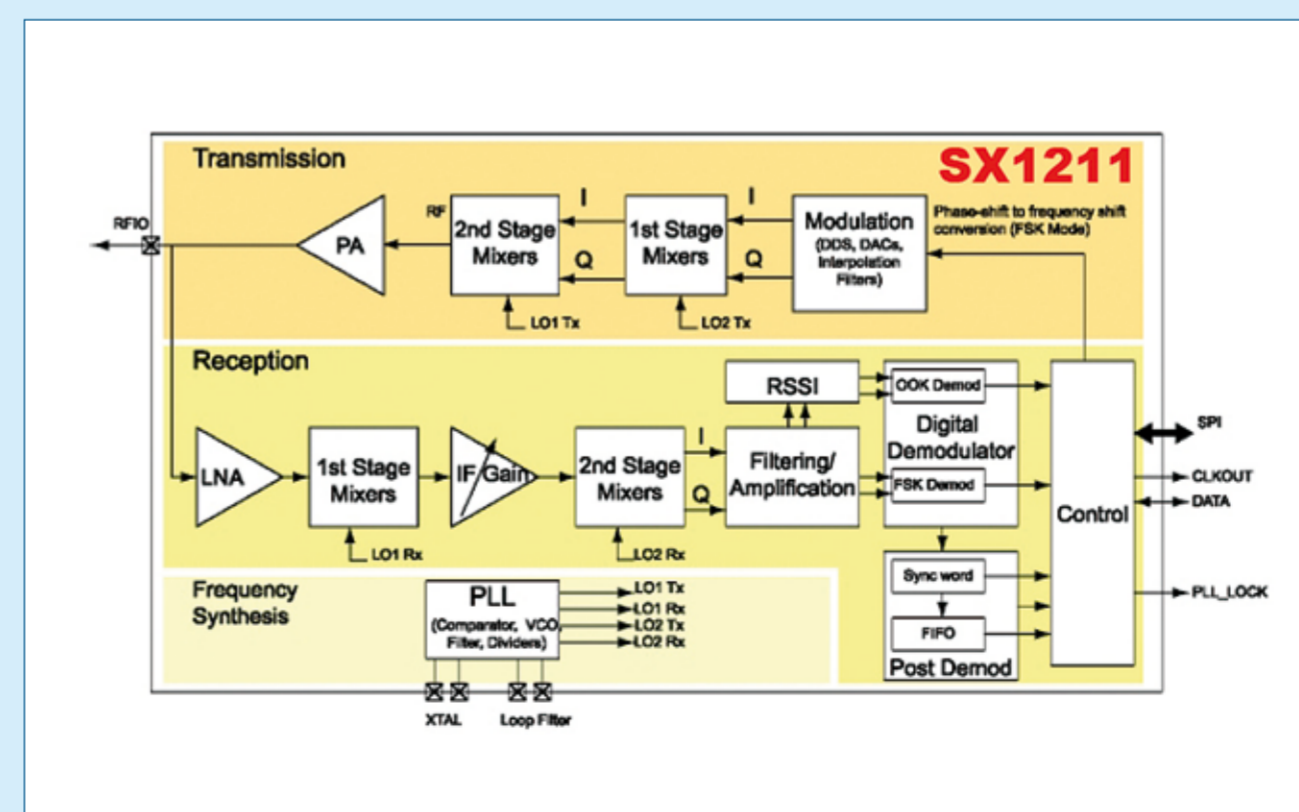
Voor meer informatie zie www.etotaa.nl/achtergrond.
Artikel "Draadloos sensornetwerk ELEPHANT".

Voor meer informatie embedded brains GmbH, www.embedded-brains.de

Ewout de Ruiter



Figuur 1. Het blokschema van de node voor het draadloze netwerk.



Figuur 2. De SX1211 verzorgt de draadloze communicatie.

