

# E-brace

Op de E&A-beurs die in juli in de Jaarbeurs te Utrecht werd gehouden, werd live een elektronica-gadget geproduceerd dat gratis werd aangeboden aan een groot aantal bezoekers. Deze zogenaamde E-brace is een intelligente armband met veel mogelijkheden. Hij bestaat in feite uit 4 afzonderlijke microcontroller-modules en een apart laadcircuit. Dat biedt heel veel ruimte om er zelf mee te experimenteren.

**Ontwerp: Metatronics**

**Tekst: Elektor**

Bij de grote elektronica-beurzen die door de FHI worden georganiseerd (zoals WoTS en E&A), is het al lange tijd traditie om tijdens zo'n beurs 'live' een elektronische schakeling te produceren die de bezoekers in verschillende stappen kunnen ver-

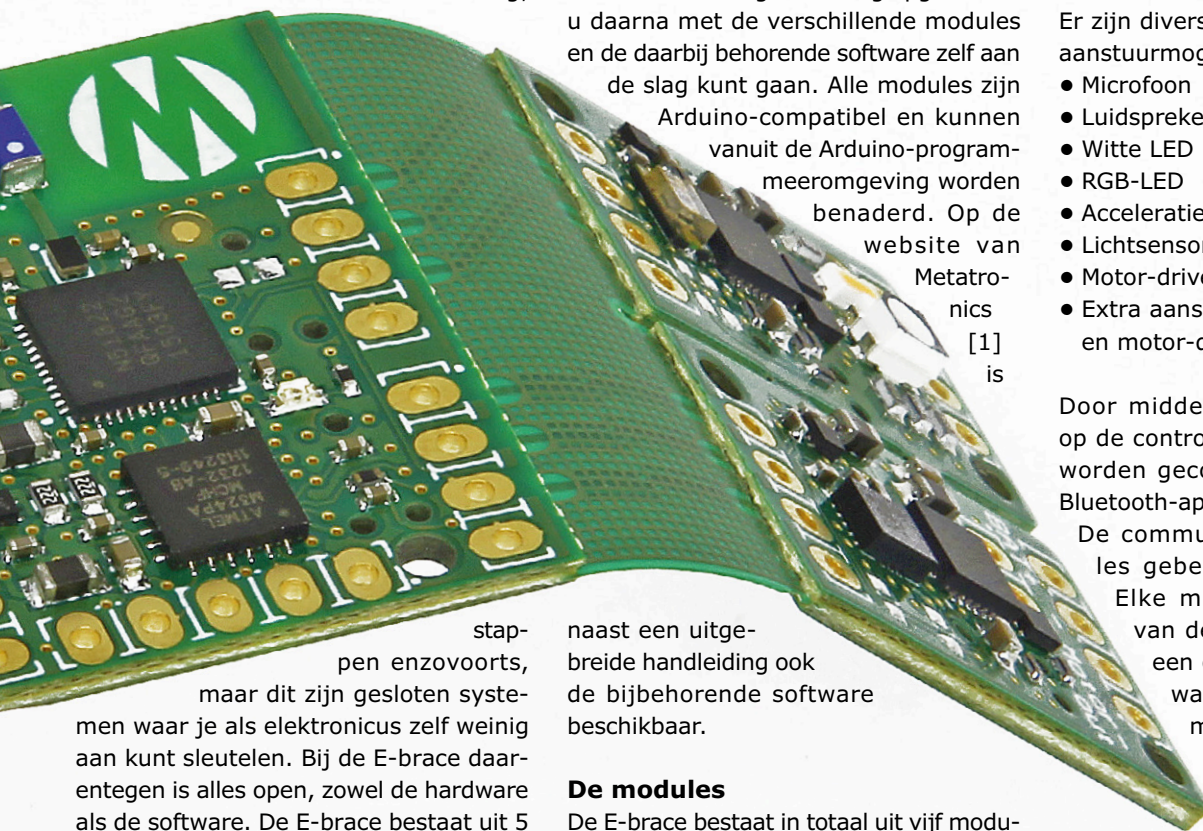
zamelen en vervolgens mee naar huis kunnen nemen. Dit is altijd een groot succes, maar vraagt van de deelnemende partijen aan dit zogenaamde gadget ook een flinke inspanning om alles op tijd klaar en goed werkend te hebben. Het

meeste werk zit vaak in het ontwerp, de organisatie en de voorbereidingen. Op de beurs volgt dan de uiteindelijke productie en verdeling.

Dit jaar was het gadget de E-brace, een elektronische armband die is ontwikkeld

# Intelligente elektronische armband

door Metatronics. Tegenwoordig zijn er veel elektronische armbanden op de markt voor het meten van hartslag,



stap- en zovoorts, maar dit zijn gesloten systemen waar je als elektronicus zelf weinig aan kunt sleutelen. Bij de E-brace daarentegen is alles open, zowel de hardware als de software. De E-brace bestaat uit 5 modules die zijn ondergebracht op een deels flexibele print die speciaal voor dit project is geproduceerd door EuroCircuits.

## De opzet

De E-brace bestaat uit een opgebouwde print met gemonteerde componenten, een Lithium-polymeer-accu, een doorzichtig kunststof hoesje voor het opbergen van de print en de accu, en een USB-verbindingkabel. Na het aansluiten van de accu kan deze via de USB-kabel worden opgeladen. Deze kabel kan tevens worden gebruikt voor het programmeren van de modules.

Omdat de E-brace in eerste instantie een bepaalde functionaliteit moest hebben voor gebruik op een beurs, is door de ontwerpers software geschreven waarmee op de beurs informatie kon worden uitgewisseld tussen twee dragers van een E-brace. Hierbij hoorde een app voor een Android- of iOS-telefoon die de handdrukken registreerde en uitgewisselde gegevens tussen

de E-braces opsloeg. Na de beurs zal deze functionaliteit niet meer nodig zijn, maar de hele schakeling is zodanig opgezet dat u daarna met de verschillende modules en de daarbij behorende software zelf aan de slag kunt gaan. Alle modules zijn Arduino-compatibel en kunnen vanuit de Arduino-programmeeromgeving worden benaderd. Op de website van Metatronics [1] is

naast een uitgebreide handleiding ook de bijbehorende software beschikbaar.

## De modules

De E-brace bestaat in totaal uit vijf modules (zie **figuur 1**), vier microcontroller-modules en een laadmodule:

- Controller-module
- Movement-module
- Light-module

- Sound-module
- Charger-module

Er zijn diverse sensoren, indicatoren en aanstuurmogelijkheden aanwezig:

- Microfoon
- Luidsprekertje
- Witte LED
- RGB-LED
- Acceleratie-sensor
- Lichtsensor
- Motor-driver
- Extra aansluitingen voor I/O-lijnen en motor-drivers

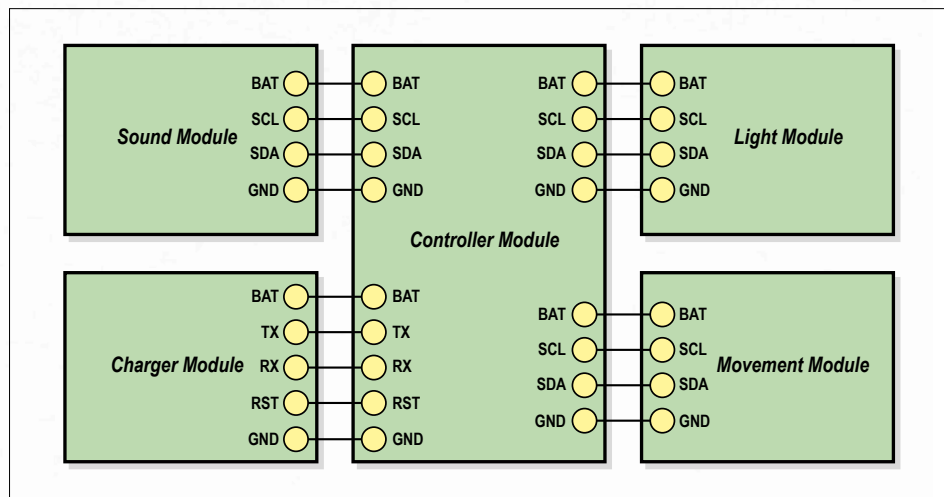
Door middel van een Bluetooth-chip op de controller-module kan draadloos worden gecommuniceerd met andere Bluetooth-apparatuur.

De communicatie tussen de modules gebeurt via I<sup>2</sup>C-commando's.

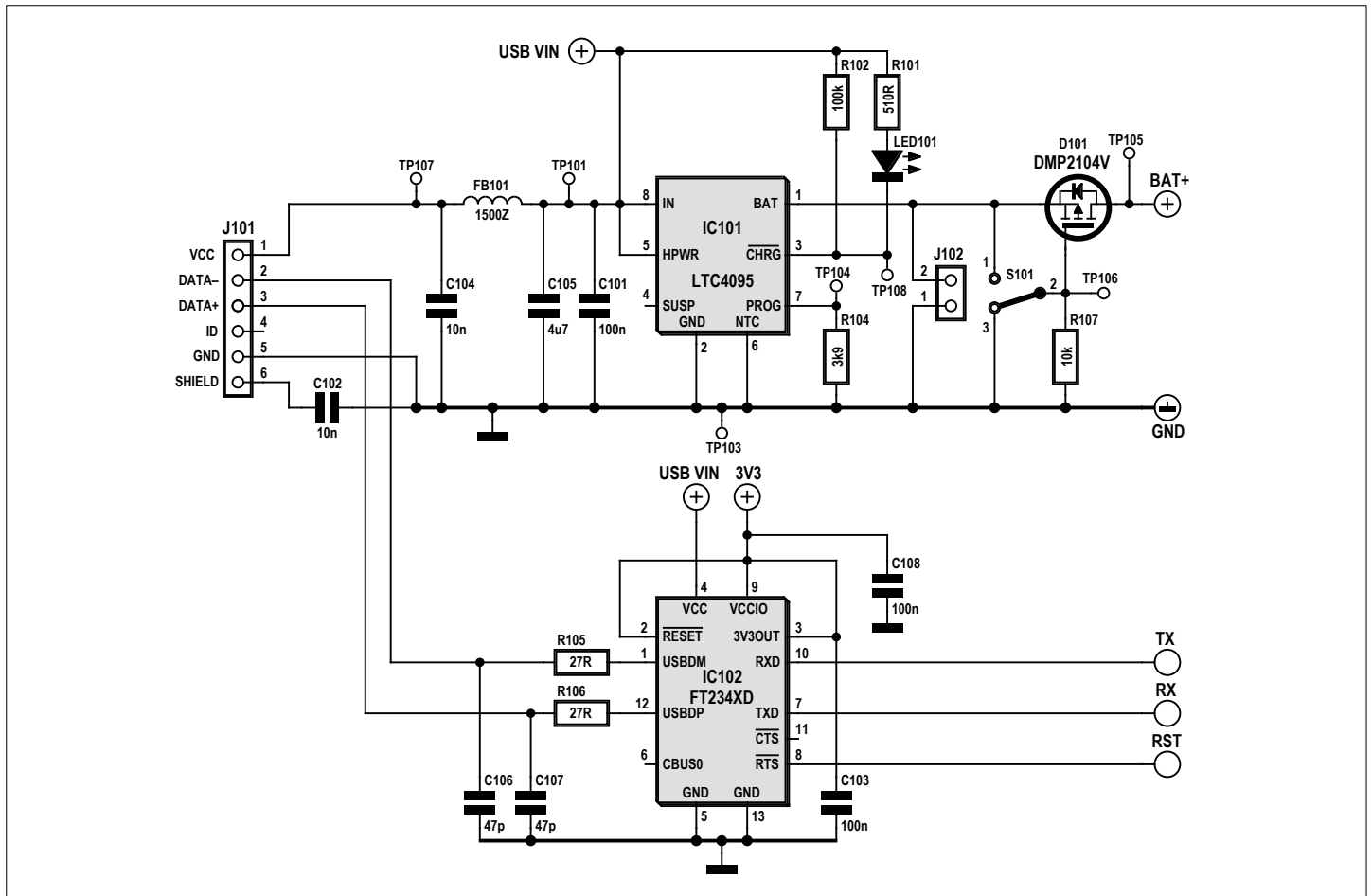
Elke module (met uitzondering van de charger) is voorzien van een gemodificeerde bootloader, waarmee het mogelijk is elke module te programmeren via de centrale controller-module. Maar het is ook mogelijk om de modules

apart te programmeren en gebruiken, ze kunnen eenvoudig van elkaar worden losgebroken.

Alles is weliswaar ondergebracht op een deels flexibele print, maar als u de arm-



Figuur 1. Overzicht van alle modules met de onderlinge verbindingen.



Figuur 2. De charger-module.

band veel gaat buigen is het verstandiger om de verbindingen tussen de modules uit te voeren via kleine stukjes flatcable. In figuur 1 is ook aangegeven om welke verbindingen het gaat. Op sommige modules zitten de aansluitingen vanwege de beschikbare ruimte in een iets andere volgorde, maar ze zijn voorzien van een goed zichtbare opdruk aan de onderzijde. Hieronder zullen we kort de hardware van de verschillende modules beschrijven, voor het programmeren verwijzen we naar de handleiding op [1], deze is heel duidelijk en daar valt weinig aan toe te voegen.

### De hardware

Voordat we beginnen met de beschrijving van de hardware op de verschillende modules, eerst nog een opmerking over de in de schema's zichtbare aansluitingen. Rechts in elk schema zijn de aansluitingen getekend die zorgen voor de onderlinge doorverbindingen tussen de modules en de aansluitingen voor extra I/O of drivers. In de schema's met controller is ook steeds een programmeeraansluiting te

vinden, die bestaat uit een aantal kleine kopervlakjes op elke module (J201, J301 enz.). Op de controller-module zit nog een twee programmeeraansluiting (J202) voor het Bluetooth-IC, met afwijkende aansluitingen.

### Charger-module

We beginnen maar met de eenvoudigste module, de charger (**figuur 2**). Alle modules worden gevoed vanuit een Li-accu die is aangesloten op J102. Afhankelijk van de stand van aan/uitschakelaar S101 wordt MOSFET D101 in geleiding gestuurd en krijgt de hele schakeling voedingsspanning.

Laden van de accu is mogelijk via de micro-USB-aansluiting (J101). IC1 is een speciaal laad-IC voor het laden van Li-ion- en Li-polymeer-accu's. De laadstroom wordt bepaald door de waarde van weerstand R104 volgens de formule  $R104 = 800/I_{\text{charge}}$ . Dit is voor de meegeleverde accu ingesteld op circa 200 mA. Het IC kan laadstromen van 100 tot 950 mA leveren en is voorzien van verschillende ingebouwde

beveiligingsmechanismen.

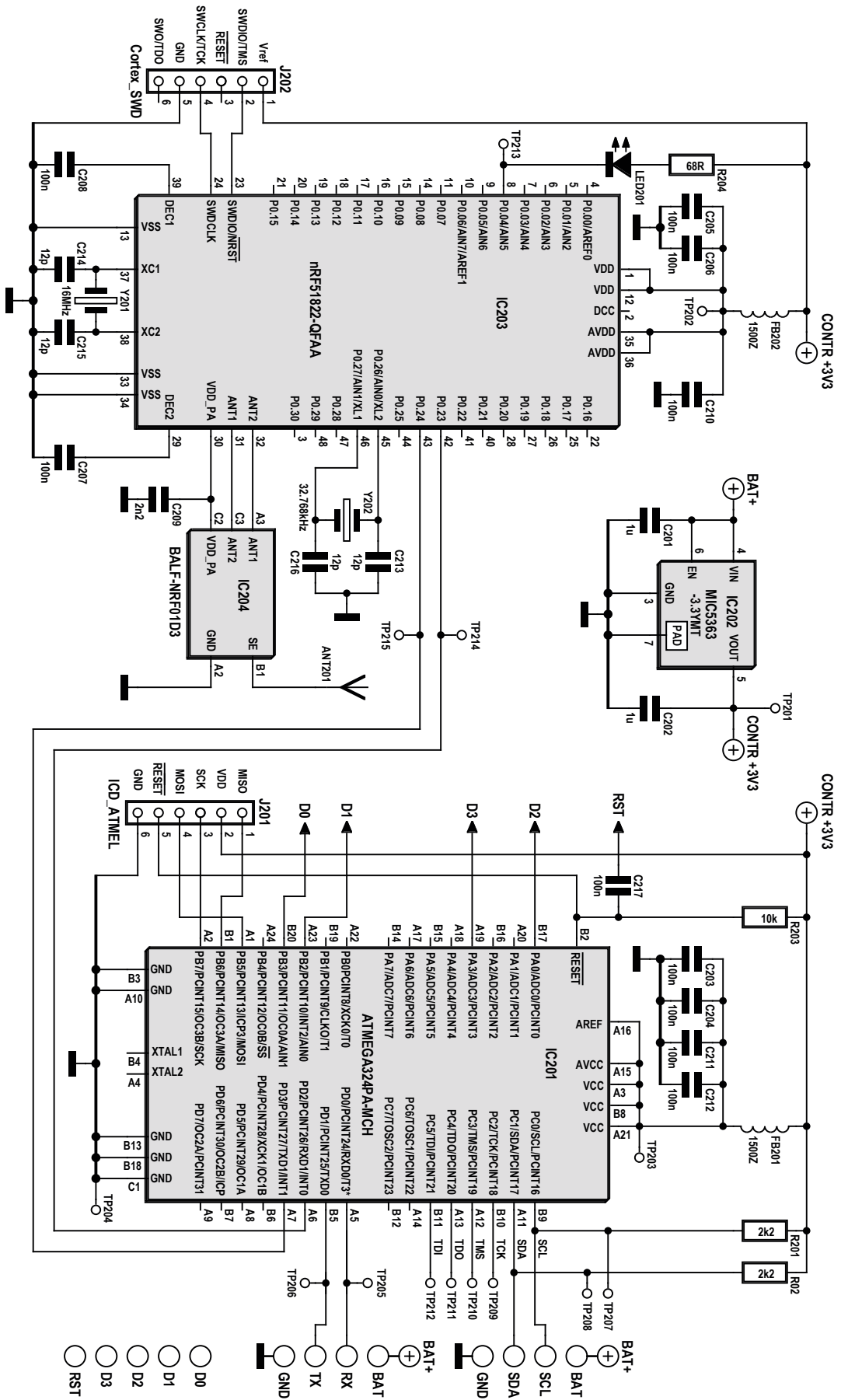
Verder zit op deze module nog een full-speed USB/UART-omzetter van FTDI (IC102). Deze zorgt voor de datacommunicatie tussen de aangesloten computer en de hoofd-controller op de controller-module.

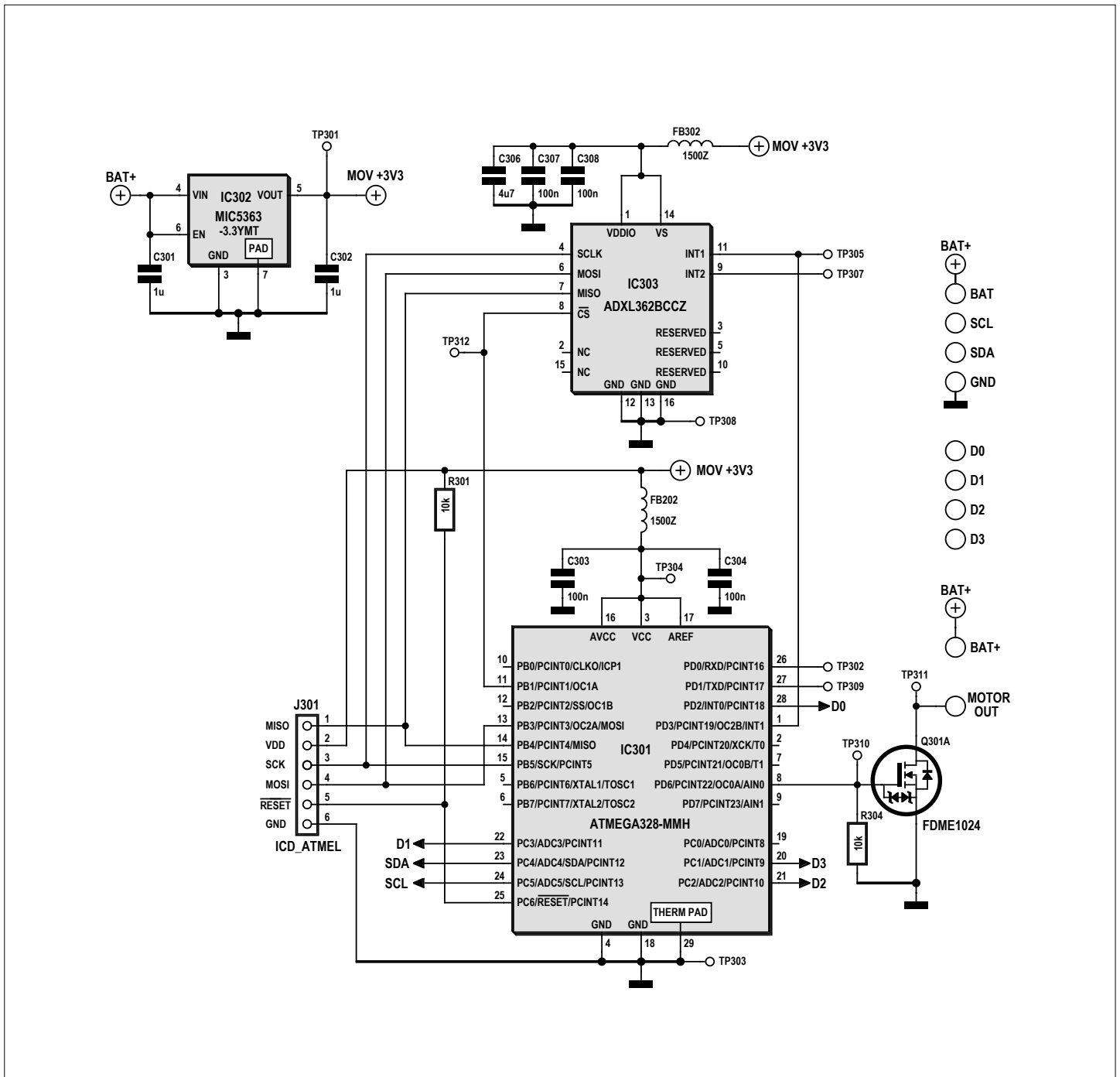
### Controller-module

De hoofd-module (**figuur 3**) bevat twee zwaargewichten, te weten een zuinige maar krachtige ATmega324PA-microcontroller met 32 KB flash-geheugen, 1 KB EEPROM en 2 KB RAM. Voor eventueel in-circuit programmeren is aansluiting J201 aanwezig.

De andere dikke chip (IC203, een nRF51822 van Nordic Semiconductor) neemt de Bluetooth-communicatie voor zijn rekening. Deze SoC bevat naast een 2,4-GHz-receiver een 32-bits ARM Cortex M0-kern en een grote hoeveelheid flash en RAM. Hij is geschikt voor Bluetooth Smart/Bluetooth Low Energy vol-

Figuur 3. De controller-module.





Figuur 4. De movement-module.

gens Bluetooth-specificatie 4.0, wat er voor zorgt dat hij heel zuinig omspringt met energie. Op de antenne-uitgangen van dit IC is een ultraminiatuur balun (IC204) aangesloten voor de impedantie-aanpassing tussen IC203 en de antenne (ANT201) op de print. Low-drop spanningstabilisator IC202 verzorgt alle IC's met een voedingsspanning van 3,3 V.

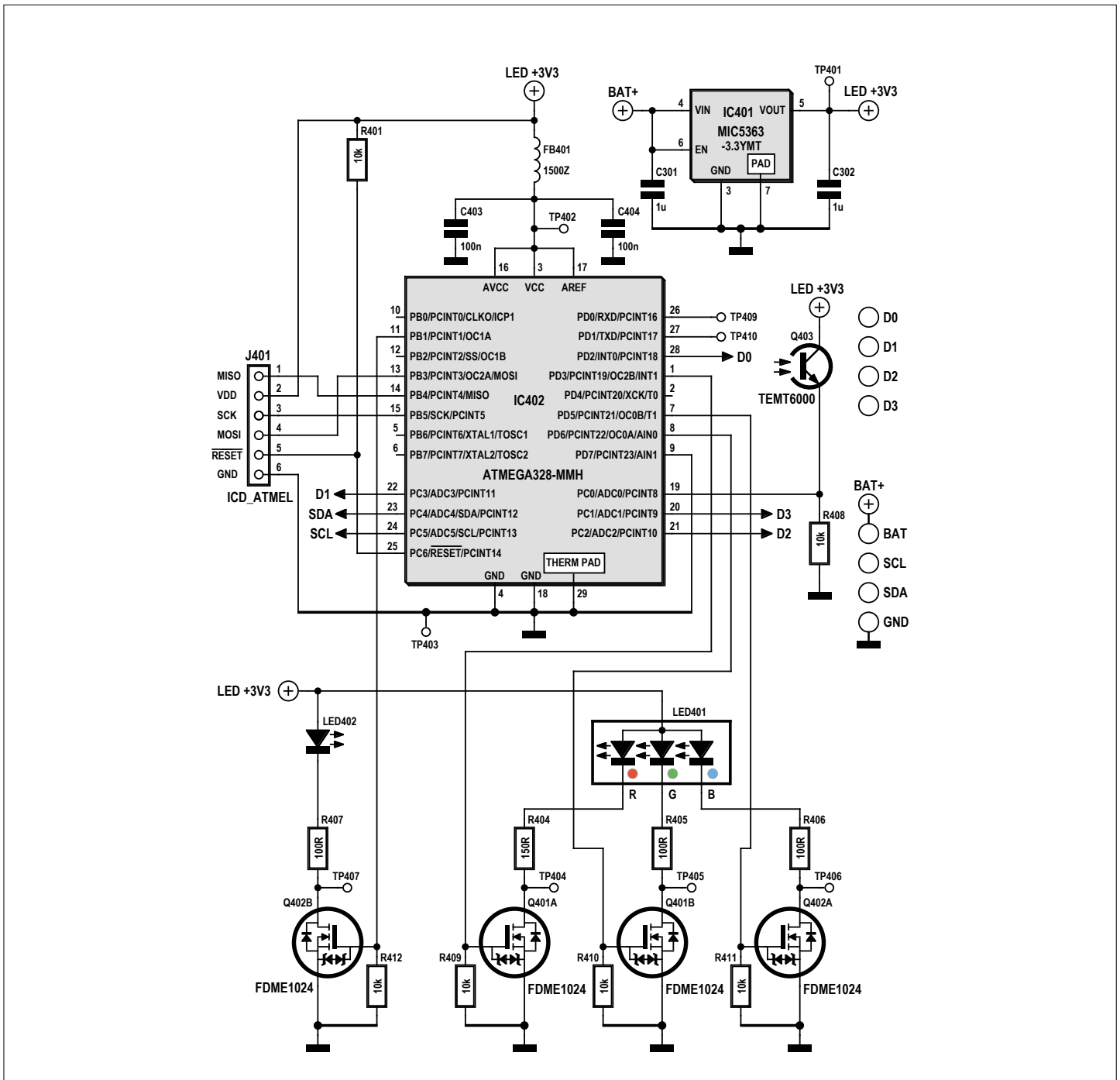
### Movement-module

De microcontroller ATmega328 op deze module (**figuur 4**) is het kleine broertje

van de 324 op de controller-module. Hij heeft dezelfde kern en rekenkracht, maar moet het doen met iets minder interne periferie en I/O-lijnen. De ATmega328 is hier verantwoordelijk voor het verwerken van de gegevens van de accelerometer (IC303) en het aansturen van een motortje (via PD6 en Q301A). Deze MOSFET kan in principe enkele ampères schakelen, maar in verband met de printsporen en de accu is het aan te raden om niet meer dan een gemiddelde stroom van een paar honderd mA te schakelen. Er zijn

ook nog vier I/O-lijnen via soldeerpunten naar buiten uitgevoerd (D0...D4), hierop kan men eventueel nog meer motor-drivers aansluiten.

De accelerometer ADXL362 is een ultrazuinig 3-assig MEMS-type dat 2  $\mu$ A verbruikt bij een uitgangsdatarate van 100 Hz. De sensor heeft een uitgangresolutie van 12 bits en hij heeft drie uitgangsbereiken met een minimale resolutie van 1 mg/LSB. Het IC is voorzien van een SPI-interface voor communicatie met



Figuur 5. De licht-module.

de controller. Ook hier zorgt een MIC5363 (IC401) voor een gestabiliseerde voedingsspanning van 3,3 V.

**Light-module**

Net zoals bij de movement-module wordt hier een ATmega328 gebruikt (zie **figuur 5**). Deze kan worden ingezet voor het schakelen van diverse lichtelementen. Standaard zitten op de light-module twee LED's, een RGB-LED (LED401) en een witte LED (LED402). Deze worden vanuit enkele I/O-lijnen van de controller

aangestuurd via MOSFET-buffertrappen (Q401A/B, Q402A/B).

Er zijn vier extra aansluitingen (D0...D4, verbonden met resp. PD2, PC3, PC2, PC1) waarmee men naar behoefte nog meer LED's via buffers kan aansturen.

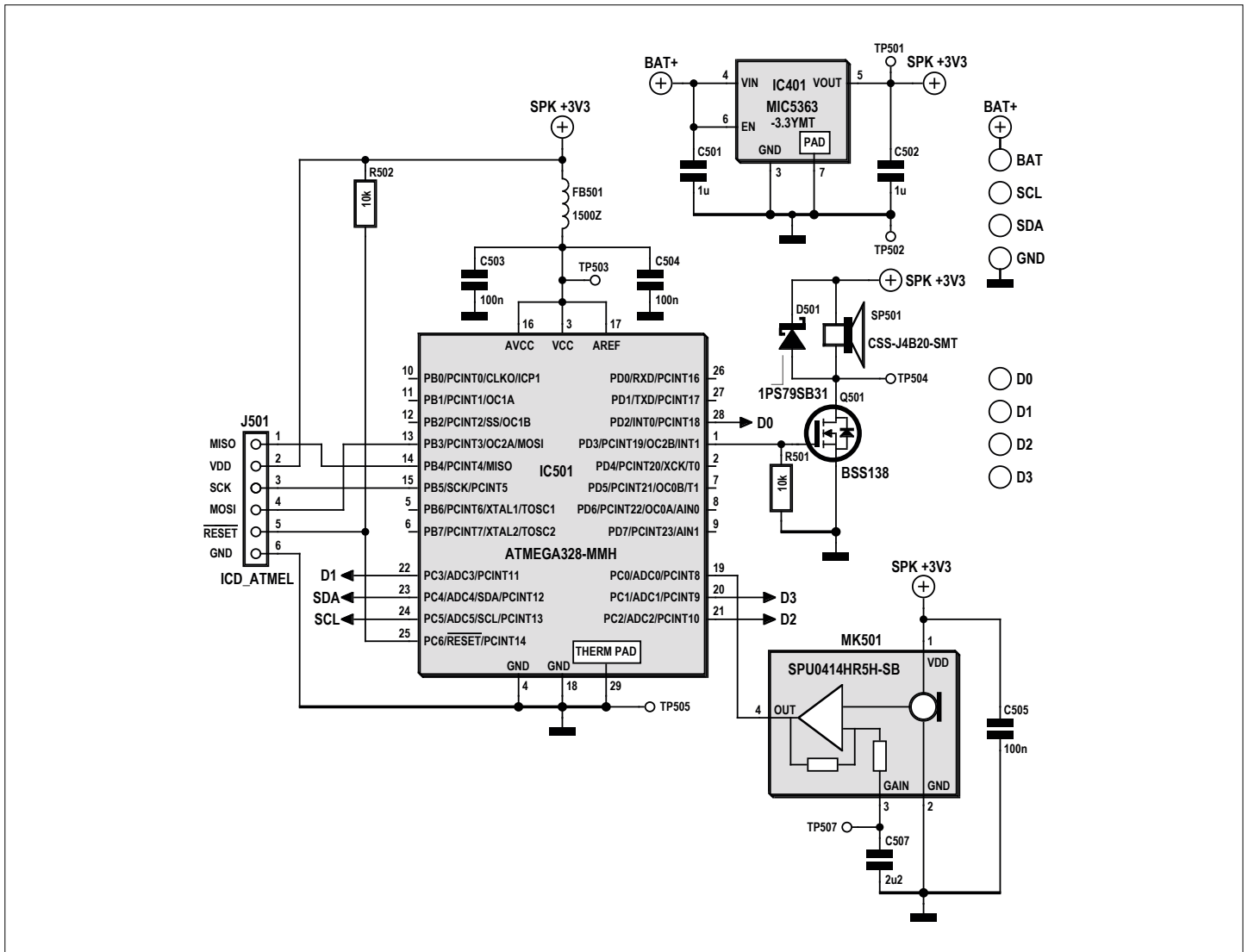
De lichtintensiteit kan worden gemeten met behulp van lichtsensor Q403. Deze fototransistor heeft een spectrale gevoeligheid die vergelijkbaar is met die van een menselijk oog. De door de sensor

geleverde analoge spanning wordt door ADC0 van de ATmega328 omgezet in een digitale waarde die door de software verder verwerkt kan worden.

Tenslotte zorgt ook hier weer een MIC5363 (IC401) voor een gestabiliseerde voedingspanning van 3,3 V.

**Sound-module**

Ook bij de laatste module (**figuur 6**) treffen we een ATmega328-controller aan. Deze kan geluiden opwekken met behulp van luidsprekertje SP501 dat via MOS-



Figuur 6. De sound-module.

FET Q501 wordt aangestuurd door I/O-lijn PD3 aan. Bij het luidsprekertje gaat het om een piëzo-exemplaar dat slechts weinig energie verbruikt en een flinke geluidsdruk kan halen van 90 dB. Het frequentiebereik loopt van circa 500 Hz tot 10 kHz met enkele flinke pieken en dalen, maar dat is bij de meeste mini-luidsprekers het geval.

Heel leuk is ook de microfoon (MK505), een MEMS-exemplaar dat is ondergebracht op een stukje silicium combinatie met een ruisarme ingangsbuffer en een uitgangsversterker. De versterking kan worden ingesteld tussen 0 en 20 dB met behulp van een weerstand en condensator aan pen 3, maar is hier vastgelegd op 20 dB. Volgens de fabrikant loopt de frequentiecurve vrijwel recht van 100 Hz tot 10 kHz. Ook hier levert een MIC5363 (IC501) voor een gestabiliseerde voedingsspanning van 3,3 V.

### Aan de slag

Nu we de hardware hebben besproken, komt het moment dat u er zelf mee aan de slag gaat. Wie al ervaring heeft met het programmeren van Arduino's, kan enkele stappen van de software-handleiding overslaan. Beginners kunnen het beste starten met het installeren van de Arduino IDE. Het is in elk geval aan te bevelen om die handleiding toch eenmaal door te kijken, zodat u weet op welke specifieke punten u moet letten. Ook wordt er beschreven op welke wijze u vanuit de controller-module toegang krijgt tot de andere modules.

Nu hebt u nog de mooie taak om een

praktische toepassing voor de E-brace te bedenken en hiervoor een programma te maken. Een stappenteller (accelerometer) ligt natuurlijk voor de hand, net zoals een geluidsdetector (microfoon) of een kalender met alarm (luidspreker/LED's). Het wordt helemaal mooi als u verschillende van deze functies weet te combineren tot een grotere applicatie. Houd ons op de hoogte.

Op het Elektor-forum is een aparte gebruikersgroep [2] opgezet voor de E-brace, waar u anderen op de hoogte kunt houden van uw vorderingen of vragen kunt stellen bij problemen. ◀

(150352)

### Weblinks

- [1] [www.metatronics.nl/project/e-brace-gadget-ea-beurs-2015/](http://www.metatronics.nl/project/e-brace-gadget-ea-beurs-2015/)
- [2] <http://forum.elektor.com/viewforum.php?f=2698582>