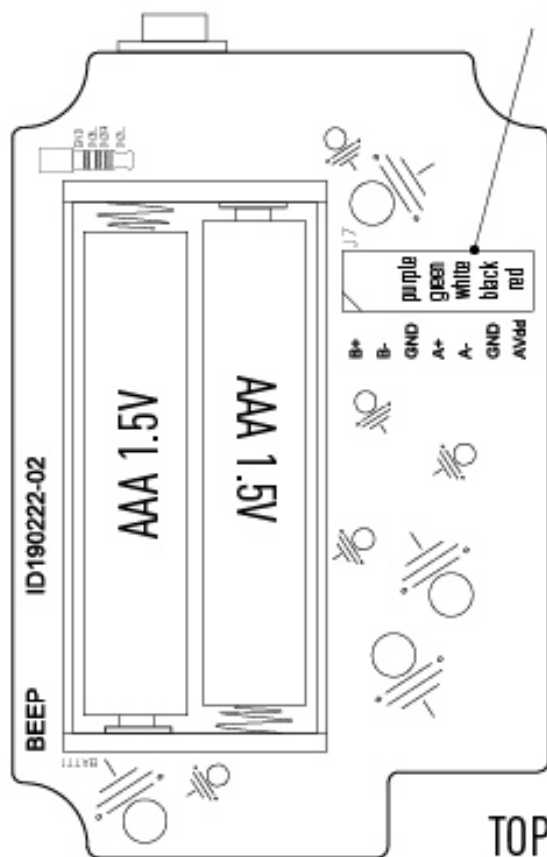


Beep Base - PCB ID190222-02

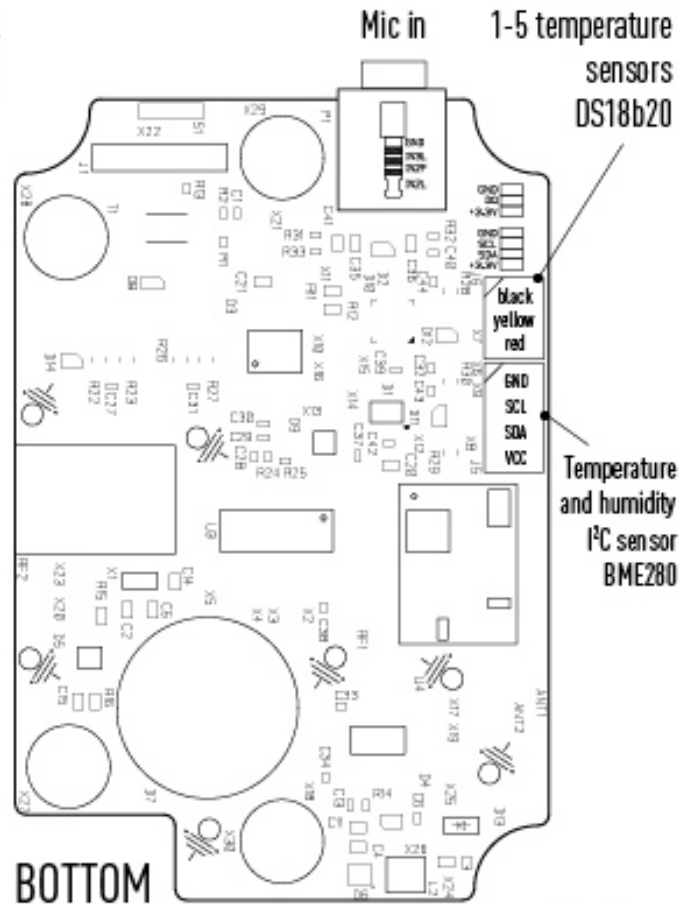
Firmware handleiding

BEEP PCB v3.0 Nordic BLE

Load cell
H40A



TOP



BOTTOM

Design by Ideation

Datum: 08-01-2020
 Versie: 1.3.3
 Titel: Beep Base - ID190222-02 - Firmware - Handleiding

1 Document revisie en verdeling

Document revisie:

Versie	Datum	Door	Wijzigingen
1.0	31-10-2019	Adri	1 ^e uitgave: Inleiding, Hardware, Software toegevoegd.
1.1	4-11-10	Adri	HX711 opdracht aangepast, HX711 meet configuratie toegevoegd, buzzer opdrachten toegevoegd, Programmeren hoofdstuk toegevoegd.
1.2	29-11-2019	Adri	Pincode lees/schrijf opdrachten gewijzigd, Flash opdrachten toegevoegd; read, erase, size, TX log karakteristiek toegevoegd, flash log inhoud. Pin code reset toegevoegd.
1.3	12-12-2019	Pim	Puur cosmetisch en functioneel: Google Drive doc ervan gemaakt om samenwerking te vergemakkelijken. Afbeelding op voorpagina, titel heeft geen versienummer meer.
1.3	18-12-2019	Adri	Versie nummer niet verhoogd, zodat dit gelijk is aan de firmware versie. Toegevoegd: <ul style="list-style-type: none"> - BME280 BEEP protocol berichten - Alarm instellingen protocol berichten - FFT beschrijving toegevoegd
1.3	20-12-2019	Adri	Beschrijving flash erase aangepast met extra erase optie
1.3.2	06-01-2020	Adri	Beschrijving BME280 alarm grenzen aangepast: verschil alarm wordt nu ook uitgeschakeld als de grenswaarde op 0 wordt gezet.
1.3.3	08-01-2020	Adri	Debug bootloader compilatie script, release compilatie en outputs en Segger Studio Licentie beschrijving uitgebreid. SES code editor tab en indent instellingen wijzigingen toegevoegd.
1.4.0	19-05-2020	Adri	SQ oriëntatie enable commando geïmplementeerd op de SQ-MIN-200 resultaat te negeren of niet.

2 Inhoudsopgave

DOCUMENT REVISIE EN VERDELING	2
INHOUDSOPGAVE	3
Inleiding	6
HARDWARE	6
nRF52840	6
AA batterijen	6
DS18B20 temperatuur sensor	6
HX711 rekstrook sensor	6
Reedswitch	7
TPS boost converter en supply switch	7
Buzzer	7
Flash storage	7
RFM95	7
ATECC608A	7
BME280	7
TLV320ADC3100	7
Logging	7
SOFTWARE	8
Beep Protocol	8
0d/0x00 – RESPONSE	9
1d/0x01 - READ_FIRMWARE_VERSION	10
2d/0x02 - READ_HARDWARE_VERSION	11
3d/0x03 - READ_DS18B20_STATE	11
131d/0x83 - WRITE_DS18B20_STATE	11
4d/0x04 - READ_DS18B20_CONVERSION	12
132d/0x84 - WRITE_DS18B20_CONVERSION	13
7d/0x07 - BME280_CONVERSION_READ	14
7d/0x87 - BME280_CONVERSION_START	14
9d/0x09 - READ_HX711_STATE	15
137d/0x89 - WRITE_HX711_STATE	16
10d/0x0A - READ_HX711_CONVERSION	16
138d/0x8A - WRITE_HX711_CONVERSION	17
11d/0x0B - READ_AUDIO_ADC_CONFIG	18
139d/0x8B - WRITE_AUDIO_ADC_CONFIG	19
12d/0x0C - READ_AUDIO_ADC_CONVERSION	20
13d/0x0D - START_AUDIO_ADC_CONVERSION	22
145d/0x91 - WRITE_BUZZER_DEFAULT_TUNE	23
146d/0x92 - WRITE_BUZZER_CUSTOM_TUNE	23
20d/0x14 - READ_LORAWAN_STATE	25
148d/0x94 - WRITE_LORAWAN_STATE	26

21d/0x15 - READ_LORAWAN_DEVEUI	26
149d/0x95 - WRITE_LORAWAN_DEVEUI	26
22d/0x16 - READ_LORAWAN_APPEUI	26
150d/0x96 - WRITE_LORAWAN_APPEUI	27
23d/0x17 - READ_LORAWAN_APPKEY	27
151d/0x97 - WRITE_LORAWAN_APPKEY	27
136d/0x98 - WRITE_LORAWAN_TRANSMIT	27
27d/0x1B - READ_nRF_ADC_CONVERSION	28
155d/0x9B - WRITE_nRF_ADC_CONVERSION	28
29d/0x1D - READ_APPLICATION_CONFIG	29
157d/0x9D - WRITE_APPLICATION_CONFIG	29
30d/0x1E - READ_PINCODE	30
158d/0x9E - WRITE_PINCODE	31
31d/0x1F - READ_BOOT_COUNT	24
32d/0x20 - READ_MX_FLASH	31
33d/0x21 - ERASE_MX_FLASH	32
34d/0x22 - SIZE_MX_FLASH	33
35d/0x23 - ALARM_CONFIG_READ	34
163d/0xA3 - ALARM_CONFIG_WRITE	37
36d/0x24 - ALARM_STATUS_READ	40
Bluetooth Low Energy	41
Pin code	41
Device information service	42
Battery service	42
DFU	42
Beep service	42
DS18B20 temperatuur resultaat karakteristiek	43
TX log data	43
Beep Control point	44
LoRaWAN	44
Standaard bericht types	44
Alarm bericht	44
APPLICATIE	46
Buzzer geluiden	46
Flash log	46
Bericht opbouw	46
Opstart-bericht	47
Meetgegevens bericht	47
PROGRAMMEREN	48
BEEPBASE	48
Programeer script.	49
nRFutil	49
Segger Embedded Studio	50

Code editor aanpassingen	50
Applicatie debuggen	51
Compilatie scripts	51
ELEKTRISCH SCHEMA BEEP BASE PCB	52

3 Inleiding

Het Beep meetsysteem (Beep Base) is een systeem voor het monitoren van een bijenkast door middel van het gewicht, temperatuur en geluid. Al deze gemeten data wordt gelogd door de Beep Base.

LoRaWAN wordt gebruikt om regelmatig dat te versturen richting het beep back-end, alarmering en om op afstand instellingen te wijzigingen.

Met bluetooth low energy kan de gelogde data worden uitgelezen door de Beep App. De Beep App wordt ook gebruikt voor de initiële configuratie van de Beep Base. Met de App kunnen de instellingen van de sensoren en meet intervallen worden aangepast, maar bijvoorbeeld ook de encryptie sleutels voor LoRaWAN worden aangepast.

4 Hardware

Voor Beep is de hardware voor dit project al ontworpen: ID190222. De print heeft de volgende onderdelen:

- nRF52840 BLE low power microcontroller (BMD-340 module).
- 2x AA batterij.
- DS18B20 temperatuur probe sensor met one-wire interface.
- HX711 dubbele weegbrug sensor voor het meten van het gewicht van de bijenkast.
- SQ-SEN-645 Tilt switch: horizontaal en verticaal detecteren.
- Reed switch voor gebruiker activatie
- TPS61292 boost converter.
- TPS22917 supply switch.
- Buzzer voor audio feedback aan de gebruiker.
- Flash voor loggen van meetgegevens.
- RFM95 voor LoRaWAN communicatie.
- ATECC608A encryptie en unieke key.
- BME280 temperatuur, luchtvochtigheid en luchtdruk meten.
- TLV320ADC3100 Electret signaal conditioner en recorder voor Fourier analyse.

4.1 nRF52840

De nRF52840 microcontroller van Nordic wordt gebruikt om de functionaliteit van de Beep Base te implementeren. De nRF52840 heeft een radio module die door middel van het SDK van Nordic bluetooth low energy ondersteund.

4.2 AA batterijen

Om de elektronica van energie te voorzien worden er twee lithium AAA batterijen van Energizer in serie gebruikt.

4.3 DS18B20 temperatuur sensor

Om de temperatuur op verschillende plekken in de bijenkast te meten worden er meerdere DS18B20 temperatuur probes gebruikt. Deze sensoren gebruiken een one-Wire protocol om de sensor in te stellen, een temperatuur conversie te starten en het resultaat uit te lezen.

4.4 HX711 rekstrook sensor

De HX711 rekstrook sensor wordt gebruikt om de rekstrook te meten waarop het gewicht van de bijenkast rust. Met het meetresultaat en de gevoeligheid van de rekstrook kan het gewicht van de bijenkast worden berekend.

4.5 Reedswitch

De gebruiker kan door middel van de reed switch de BLE communicatie activeren. Optioneel wordt de reed switch ook gebruikt om de pincode te resetten.

4.6 TPS boost converter en supply switch

De TPS61291 boost converter wordt gebruikt om de batterij spanning te verhogen naar 3V als de batterijspanning lager is. De boost converter kan worden uitgeschakeld waarna de batterij spanning direct aan de uitgang wordt doorgegeven.

Omdat niet alle onderdelen werken of zijn gespecificeerd voor onder de 3V is er nog een voedingsschakelaar gebruikt om die onderdelen van de voedingsspanning los te koppelen.

4.7 Buzzer

Als er met BLE parameters worden geschreven of de sensor in een nieuwe oriëntatie wordt geplaatst wordt de buzzer gebruikt voor feedback aan de gebruiker. De buzzer zal slechts een aantal tonen/melodieën ondersteunen.

4.8 Flash storage

De MX25R6435 flash storage IC wordt gebruikt om de gemeten gegeven op te slaan. Het flash IC heeft een opslag grote van 64Mb. Met BLE kan dit vervolgens worden uitgelezen met de Beep App.

4.9 RFM95

De RFM95 voor de 868MHz EU band wordt gebruikt voor LoRaWAN communicatie. Een antenne kan worden aangesloten door middel van een micro UFL connector.

4.10 ATECC608A

De ATECC608A is een crypto authenticatie IC die verschillende vormen van encryptie, decryptie, hash berekeningen, een 72 bits unieke serienummer en opslag van sleutels of certificaten ondersteund. Voor de Beep Base wordt echter enkel de unieke serienummer gebruikt om de Beep Base hardwarematig te identificeren in het back-end.

4.11 BME280

Temperatuur, luchtvochtigheid en luchtdruk sensor van Bosch die op een 1 meter lange kabel wordt gemonteerd, zodat deze in het bijenhok kan worden geplaatst. Wordt via I2C aangestuurd door middel van de nRF52840.

4.12 TLV320ADC3100

De TLV320ADC3100 is een audio ADC die twee electret microfoons kan voeden en kan uitlezen. De Audio meetdata wordt door middel van een I2S interface naar de nRF52840 getransporteerd. Met een I2C interface wordt de audio ADC ingesteld op de juiste ingang en filter responses.

In de nRF52840 wordt de gemeten audio data met een FFT omgezet naar amplitudes in een aantal frequentiebanden, wat vervolgens wordt gelogd.

4.13 Logging

Het logging protocol is nog niet gespecificeerd. Naar alle waarschijnlijkheid zal dit een ASCII protocol worden. Optioneel een binaire log in het Flash geheugen en bij het uitlezen vertalen naar een ASCII formaat.

5 Software

5.1 Beep Protocol

Het beep protocol is opgebouwd uit complementaire lees en schrijfoopdrachten die worden geïdentificeerd door een enkele byte waarvan altijd de zevende bit 1 is voor schrijfoopdrachten. Bijvoorbeeld het READ_DS18B20_CONVERSION commando met de waarde 4d/0x04h heeft een complementaire schrijf commando 132d/0x84h.

Hieronder een kort overzicht van de gedefinieerde commando's:

Dec/hex	Naam	Omschrijving
0	0x00	RESPONSE
1	0x01	READ_FIRMWARE_VERSION
2	0x02	READ_HARDWARE_VERSION
3	0x03	READ_DS18B20_STATE
131	0x83	WRITE_DS18B20_STATE
4	0x04	READ_DS18B20_CONVERSION
132	0x84	WRITE_DS18B20_CONVERSION
5	0x05	READ_DS18B20_CONFIG
6	0x06	BME280_CONFIG_READ
7	0x07	BME280_CONVERSION_READ
135	0x87	BME280_CONVERSION_START
8	0x08	READ_BME280_I2C
9	0x09	READ_HX711_STATE
137	0x89	WRITE_HX711_STATE
10	0x0A	READ_HX711_CONVERSION
138	0x8A	WRITE_HX711_CONVERSION
11	0x0B	READ_AUDIO_ADC_CONFIG
139	0x8B	WRITE_AUDIO_ADC_CONFIG
12	0x0C	READ_AUDIO_ADC_CONVERSION
13	0x0D	START_AUDIO_ADC_CONVERSION
14	0x0E	READ_ATECC_READ_ID
15	0x0F	READ_ATECC_I2C
16	0x10	READ_BUZZER_STATE
17	0x91	WRITE_BUZZER_DEFAULT_TUNE
18	0x92	WRITE_BUZZER_CUSTOM_TUNE
19	0x13	READ_SQ_MIN_STATE
20	0x14	READ_LORAWAN_STATE

148	0x94	WRITE_LORAWAN_STATE	Schrijf de LoRaWAN status: aan/uit, duty-cycle, Adaptive Data Rate
21	0x15	READ_LORAWAN_DEVEUI	Lees de DEVEUI, 8 bytes
149	0x95	WRITE_LORAWAN_DEVEUI	Schrijf de DEVEUI, 8 bytes
22	0x16	READ_LORAWAN_APPEUI	Lees de APPEUI, 8 bytes
150	0x96	WRITE_LORAWAN_APPEUI	Schrijf de APPEUI, 8 bytes
23	0x17	READ_LORAWAN_APPKEY	Lees de APPKEY, 16 bytes
151	0x97	WRITE_LORAWAN_APPKEY	Schrijf de APPKEY, 16 bytes
136	0x88	WRITE_LORAWAN_TRANSMIT	Zend een LoRaWAN bericht
25	0x19	READ_CID_nRF_FLASH	N.A.
26	0x1A	READ_nRF_ADC_CONFIG	N.A.
27	0x1B	READ_nRF_ADC_CONVERSION	Lees de laatste conversie waardes van de batterij, nRF voedingsspanning en batterij percentage.
155	0x9B	WRITE_nRF_ADC_CONVERSION	Start een ADC conversie
28	0x1C	READ_APPLICATION_STATE	N.A.
29	0x1D	READ_APPLICATION_CONFIG	Lees het meet interval en de verhouding tussen meten en versturen uit.
157	0x9D	WRITE_APPLICATION_CONFIG	Stel het meet interval en de verhouding tussen meten en versturen in.
30	0x1E	READ_PINCODE	Lees de BLE pin code, 6 getallen: '0' – '9'
158	0x9E	WRITE_PINCODE	Schrijf de BLE pin code, 6 getallen: '0' – '9'
31	0x1F	READ_BOOT_COUNT	Lees de bootcount van de Beepbase
32	0x20	READ_MX_FLASH	Commando om de log uit te lezen van het flash geheugen. Er kan een offset worden meegegeven om niet de complete flash geheugen uit te hoeven lezen.
33	0x21	ERASE_MX_FLASH	Commando om de log te wissen
34	0x22	SIZE_MX_FLASH	Commando om de grote van de log te lezen
35	0x23	ALARM_CONFIG_READ	Alarm configuratie voor een specifieke sensor uitlezen.
163	0xA3	ALARM_CONFIG_WRITE	Alarm configuratie voor een specifieke sensor instellen.
36	0x24	ALARM_STATUS_READ	De huidige actieve Alarmen uitlezen.

Tabel:1

Alle commando's en waardes zijn in big endian.

Voor LoRaWAN is het mogelijk om meerdere opdrachten in een enkel bericht te stoppen, bijvoorbeeld:

Hex	Opdrachten
0102	READ_FIRMWARE_VERSION, READ_HARDWARE_VERSION

Bij BLE wordt er maar 1 opdracht per bericht uitgevoerd en zal per opdracht een bericht moeten worden verzonden en het eventuele antwoord worden afgevangen.
LoRaWAN maximale buffer grote is 52 bytes en het BLE control point heeft een grote van 30 bytes.

5.1.1 0d/0x00 – RESPONSE

Antwoord op een opdracht met een status indicatie van de fout of succes. Wordt enkel door de BEEPBASE verstuurd

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
RESPONSE	UInt8_t	0x00	RESPONSE opdracht ID
command	UInt8_t	-	Het opdracht ID waarop een antwoord wordt gestuurd

Error code	UInt32_t	-	Zie de tabel hieronder voor de error code en de omschrijving
------------	----------	---	--

nRF SDK Foutcodes:

Error code	#	Omschrijving
NRF_SUCCESS	0	Successful command
NRF_ERROR_SVC_HANDLER_MISSING	1	SVC handler is missing
NRF_ERROR_SOFTDEVICE_NOT_ENABLED	2	SoftDevice has not been enabled
NRF_ERROR_INTERNAL	3	Internal Error
NRF_ERROR_NO_MEM	4	No Memory for operation
NRF_ERROR_NOT_FOUND	5	Not found
NRF_ERROR_NOT_SUPPORTED	6	Not supported
NRF_ERROR_INVALID_PARAM	7	Invalid Parameter
NRF_ERROR_INVALID_STATE	8	Invalid state, operation disallowed in this state
NRF_ERROR_INVALID_LENGTH	9	Invalid Length
NRF_ERROR_INVALID_FLAGS	10	Invalid Flags
NRF_ERROR_INVALID_DATA	11	Invalid Data
NRF_ERROR_DATA_SIZE	12	Invalid Data size
NRF_ERROR_TIMEOUT	13	Operation timed out
NRF_ERROR_NULL	14	Null Pointer
NRF_ERROR_FORBIDDEN	15	Forbidden Operation
NRF_ERROR_INVALID_ADDR	16	Bad Memory Address
NRF_ERROR_BUSY	17	Busy
NRF_ERROR_CONN_COUNT	18	Maximum connection count exceeded.
NRF_ERROR_RESOURCES	19	Not enough resources for operation

Tabel: 2

Als een opdracht wordt gestuurd dat nog een aantal extra bytes verwacht, maar er worden te weinig bytes meegestuurd met de opdracht. Dan wordt de error code "Invalid Length" terug gestuurd.

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x96	WRITE_LORAWAN_APPEUI
Antwoord	0x009600000009	RESPONSE voor WRITE_LORAWAN_APPEUI, error code: Invalid Length

Als een onbekend commando wordt gestuurd wordt

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0xFE	Geen gespecificeerde opdracht
Antwoord	0x00FE00000005	RESPONSE voor 0xFE, error code: Not found

5.1.2 1d/0x01 - READ_FIRMWARE_VERSION

Met dit commando wordt de firmware versie uitgelezen.

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_FIRMWARE_VERSION	UInt8_t	0x01	READ_FIRMWARE_VERSION opdracht ID
Major	UInt16_t	-	Firmware major number
Minor	UInt16_t	-	Firmware minor number
Sub	UInt16_t	-	Firmware sub number

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x01	READ_FIRMWARE_VERSION opdracht

Antwoord	0x0100000000000001	READ_FIRMWARE_VERSION antwoord: firmware versie 0.0.1
-----------------	--------------------	---

5.1.3 2d/0x02 - READ_HARDWARE_VERSION

Met dit commando wordt de Hardware versie en ID nummer uitgelezen.

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_HARDWARE_VERSION	UInt8_t	0x02	READ_HARDWARE_VERSION opdracht ID
Major	UInt16_t	-	Hardware major number
Minor	UInt16_t	-	Hardware minor number
ID	UInt32_t	-	Hardware ID number

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x02	READ_HARDWARE_VERSION opdracht
Antwoord	0x020001000000002E70E	READ_HARDWARE_VERSION antwoord: Hardware versie 1.0, ID= 190222

Firmware en hardware uitlezen

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x0102	READ_FIRMWARE_VERSION , READ_HARDWARE_VERSION opdracht
Antwoord	01000000000000102000100000002E70E	READ_FIRMWARE_VERSION= 0.0.01 READ_HARDWARE_VERSION=1.0, ID= 190222

5.1.4 3d/0x03 - READ_DS18B20_STATE

Lees de temperatuur resolutie en status uit.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_DS18B20_STATE	UInt8_t	0x03	READ_DS18B20_STATE opdracht ID

Antwoord2:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_DS18B20_STATE	UInt8_t	0x03	READ_DS18B20_STATE opdracht ID
status	UInt8_t		Bit[0] = Aan/Uit: 0=Uit, 1=Aan Bit [1:3] = Temperatuur Resolutie 1 = 9 Bit resolutie 2 = 10 Bit resolutie 3 = 11 Bit resolutie 4 = 12 Bit resolutie Bit[4:7]= ongebruikt

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x03	READ_DS18B20_STATE
Antwoord	0x0309	0b0000 1001 =Aan/uit=1 en resolutie=4:12 bit resolutie

5.1.5 131d/0x83 - WRITE_DS18B20_STATE

Zet de temperatuur resolutie en status.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_DS18B20_STATE	Uint8_t	0x83	WRITE_DS18B20_STATE opdracht ID
status	Uint8_t		Bit[0] = Aan/Uit: 0=Uit, 1=Aan Bit [1:3] = Temperatuur Resolutie 1 = 9 Bit resolutie 2 = 10 Bit resolutie 3 = 11 Bit resolutie 4 = 12 Bit resolutie Bit[4:7]= ongebruikt

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x8309	WRITE_DS18B20_STATE, aan/uit=1, 12-bit resolutie
Antwoord	0x008300000000	

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x8305	WRITE_DS18B20_STATE, aan/uit=1, 10-bit resolutie
Antwoord	0x008300000000	

5.1.6 4d/0x04 - READ_DS18B20_CONVERSION

Lees de laatste temperatuur conversie waardes van de aangesloten DS18B20's.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_DS18B20_CONVERSION	Uint8_t	0x04	READ_DS18B20_CONVERSION opdracht ID

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_DS18B20_CONVERSION	Uint8_t	0x04	READ_DS18B20_CONVERSION
N	Uint8_t	< 10	Aantal DS18B20 sensoren
Temperatuur sensor	N * int16_t		MSB van int16_t temperatuur in honderdste graden nauwkeurigheid

Voorbeeld enkele temperatuur sensor:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x04	READ_DS18B20_CONVERSION
Antwoord	0x04010898	READ_DS18B20_CONVERSION, 1 DS18B20, temperatuur[0] = 0x0898/2200d = 22.00°C

Voorbeeld meerdere temperatuursensoren:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x04	READ_DS18B20_CONVERSION
Antwoord	0x0403089809C4FF9C	READ_DS18B20_CONVERSION, 3 DS18B20 sensoren temperatuur[0] = 0x0898/2200d = 22.00°C temperatuur[1] = 0x09C4/2500d = 25.00°C temperatuur[2] = 0xFF9C/-10000d = -100.00°C

Als een gemeten temperatuur op -100.0C staat betekent dit dat de sensor een communicatie fout had tijdens het starten van de conversie of tijdens het uitlezen. Dit kan voorkomen tot nu toe als het soft device bezig is met een actie met hoge prioriteit, bijvoorbeeld het schrijven of lezen van het flash.

5.1.7 132d/0x84 - WRITE_DS18B20_CONVERSION

Start een temperatuur conversie voor een enkele DS18B20 met een opgegeven index of voor alle temperatuur sensoren.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_DS18B20_CONVERSION	UInt8_t	0x84	WRITE_DS18B20_CONVERSION opdracht ID
Index	UInt8_t	< 10	DS18B20 index. Voor waarden onder de 10 wordt er enkel een specifieke sensor gemeten. Voor waarden boven de 10 worden alle sensoren gemeten en uitgelezen.

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_DS18B20_CONVERSION/ WRITE_DS18B20_CONVERSION	UInt8_t	0x04	READ_DS18B20_CONVERSION voor alle temperatuursensoren of WRITE_DS18B20_CONVERSION voor een enkele specifieke sensor
Index	UInt8_t	< 10 of 0xFF	Voor WRITE_DS18B20_CONVERSION geeft dit de specifieke sensor waarde aan. Voor READ_DS18B20_CONVERSION is dit het aantal temperatuursensoren
Temperatuur sensor	N * int16_t		MSB van int16_t temperatuur in honderdste graden nauwkeurigheid

Voorbeeld enkele temperatuur sensor:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x8400	WRITE_DS18B20_CONVERSION, start een temperatuur conversie met de temperatuursensor op index 0.
Antwoord1	0x008400000000	NRF_SUCCESS, conversie wordt gestart. Dit bericht wordt bij de LoRaWAN interface niet terug gestuurd als de error code NRF_SUCCESS is.
Antwoord2	0x04000898	WRITE_DS18B20_CONVERSION, DS18B20 temperatuur sensor op index 0, temperatuur[0] = 0x0898/2200d = 22.00°C

Voorbeeld temperatuur index = 8, met maar 2 sensoren aangesloten

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x8408	WRITE_DS18B20_CONVERSION, start een temperatuur conversie met de temperatuursensor op index 8 met slechts 2 sensoren aangesloten.
Antwoord	0x008400000007	NRF_ERROR_INVALID_PARAM voor opdracht WRITE_DS18B20_CONVERSION

Voorbeeld alle temperatuur sensoren:

	Hex bericht	Inhoud
--	-------------	--------

Opdracht	0x84FF	WRITE_DS18B20_CONVERSION, start een temperatuur conversie met alle aangesloten temperatuursensor.
Antwoord1	0x008400000000	NRF_SUCCESS, conversie wordt gestart. Dit bericht wordt bij de LoRaWAN interface niet terug gestuurd als de error code NRF_SUCCESS is.
Antwoord2	0x0403089809C4FF9C	READ_DS18B20_CONVERSION, 3 DS18B20 sensoren temperatuur[0] = 0x0898/2200d = 22.00°C temperatuur[1] = 0x09C4/2500d = 25.00°C temperatuur[2] = 0xFF9C/-10000d = -100.00°C

Als een gemeten temperatuur op -100.0C staat betekent dit dat de sensor een communicatie fout had tijdens het starten van de conversie of tijdens het uitlezen. Dit kan voorkomen tot nu toe als het soft device bezig is met een actie met hoge prioriteit, bijvoorbeeld het schrijven of lezen van het flash.

5.1.8 7d/0x07 - BME280_CONVERSION_READ

Lees de temperatuur, luchtvochtigheid en barometrische druk uit van de laatste conversie.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
BME280_CONVERSION_READ	Uint8_t	0x07	BME280_CONVERSION_READ opdracht ID

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
BME280_CONVERSION_READ	Uint8_t	0x07	BME280_CONVERSION_READ
Temperatuur	int16_t	-	Temperatuur in twee decimalen nauwkeurig signed integer getal
Relatieve luchtvochtigheid	uint16_t	-	Relatieve luchtvochtigheid in twee decimalen nauwkeurig unsigned integer getal
Barometrische druk	uint16_t	-	Barometrische druk in hPa

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x07	0x07 BME280_CONVERSION_READ
Antwoord	0x07086C11D602A8	BME280_CONVERSION_READ: Temp=21.56 C, RH=45.66%, Pressure=680 hPa

5.1.9 7d/0x87 - BME280_CONVERSION_START

Start een temperatuur, luchtvochtigheid en barometrische druk conversie door de BME280. Als de conversie is afgelopen wordt er een BME280_CONVERSION_READ bericht teruggestuurd.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
BME280_CONVERSION_START	Uint8_t	0x87	BME280_CONVERSION_START opdracht ID

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
BME280_CONVERSION_READ	Uint8_t	0x07	BME280_CONVERSION_READ

Temperatuur	int16_t	-	Temperatuur in twee decimalen nauwkeurig signed integer getal
Relatieve luchtvochtigheid	uint16_t	-	Relatieve luchtvochtigheid in twee decimalen nauwkeurig unsigned integer getal
Barometrische druk	uint16_t	-	Barometrische druk in hPa

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x87	0x87 BME280_CONVERSION_START
Antwoord	0x07086C11D602A8	BME280_CONVERSION_READ: Temp=21.56 C, RH=45.66%, Pressure=680 hPa

5.1.10 9d/0x09 - READ_HX711_STATE

Met de READ_HX711_STATE opdracht worden de HX711 kanalen en het aantal samples waarover een gemiddelde wordt berekend uitgelezen vanuit het flash geheugen van de nRF52840. Bij elke meeting op het meet interval worden deze instellingen gebruikt voor de HX711.

Er kunnen meerdere kanalen worden ingesteld waarover een gemiddelde wordt berekend. Voor elk kanaal worden wordt het ingestelde aantal samples gemeten en daarover het gemiddelde berekend.

Meet kanaal	Waarde
CH_A_GAIN128	0x01
CH_B_GAIN32	0x02
CH_A_GAIN64	0x04

Bericht opbouw:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_HX711_STATE	Uint8_t	0x09	READ_HX711_STATE opdracht ID

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_HX711_STATE	Uint8_t	0x89	WRITE_HX711_CONVERSION opdracht ID
Meetkanalen	Uint8_t	1 - 7	HX711 meet kanalen, zie bovenstaande tabel
Aantal samples	Uint8_t	>0	Aantal samples waarover het gemiddelde wordt berekend.

Voorbeeld 1:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x09	READ_HX711_STATE
Antwoord	0x090102	0x09=READ_HX711_STATE 0x01= CH_A_GAIN128 0x02= 2 samples per kanaal

Voorbeeld 2:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x09	READ_HX711_STATE
Antwoord	0x09070A	0x09=READ_HX711_STATE 0x07= CH_A_GAIN128, CH_B_GAIN32, CH_A_GAIN64 0x0A= 10 metingen per kanaal

5.1.11 137d/0x89 - WRITE_HX711_STATE

Met de WRITE_HX711_STATE opdracht worden de HX711 kanalen en het aantal samples waarover een gemiddelde wordt berekend ingesteld. Bij elke meeting op het meet interval worden deze instellingen gebruikt voor de HX711. Deze gegevens worden opgeslagen in het flash van de nRF52840.

Bericht opbouw:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_HX711_STATE	UInt8_t	0x89	WRITE_HX711_CONVERSION opdracht ID
Meet kanalen	UInt8_t	1 - 7	HX711 meet kanalen, zie bovenstaande tabel
Aantal samples	UInt8_t	>0	Aantal samples waarover het gemiddelde wordt berekend.

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x89070A	0x89= WRITE_HX711_STATE 0x07= CH_A_GAIN128, CH_B_GAIN32, CH_A_GAIN64 0x0A= 10 metingen per kanaal
Antwoord	0x008900000000	0x00=RESPONSE_COMMAND 0x89=WRITE_HX711_STATE 0x00000000=NRF_SUCCESS

5.1.12 10d/0x0A - READ_HX711_CONVERSION

Lees het laatste meetresultaat met de HX711. Vanaf 1.1 ondersteund de HX711 statemachine het meten van de verschillende kanalen achter een volgend. In plaats van het aantal klokpulsen wordt nu de kanalen door gegeven waarom gemeten is of gemeten moet worden en volgen er meerdere meetresultaten in een enkel bericht. Als een kanaal niet wordt gemeten wordt er geen meetresultaat of 0 waarde meegestuurd in het resultaat bericht. In de onderstaande tabel zijn de meet kanalen te vinden met de bit waarde voor elk kanaal.

Meet kanaal	Waarde
CH_A_GAIN128	0x01
CH_B_GAIN32	0x02
CH_A_GAIN64	0x04

Bericht opbouw:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_HX711_CONVERSION	UInt8_t	0x0A	READ_HX711_CONVERSION opdracht ID

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_HX711_CONVERSION	UInt8_t	0x0A	READ_HX711_CONVERSION opdracht ID
Meet Kanalen	UInt8_t	1 - 7	HX711 meet kanalen, zie bovenstaande tabel
Meet resultaat	Int24_t	-	Signed meet resultaat CH_A_GAIN128, CH_B_GAIN32 of CH_A_GAIN64

Meet resultaat (optional)	Int24_t	-	Signed meet resultaat CH_B_GAIN32 of CH_A_GAIN64
Meet resultaat (optional)	Int24_t	-	Signed meet resultaat CH_A_GAIN64

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x0A	READ_HX711_CONVERSION
Antwoord	0x0A010182E6	READ_HX711_CONVERSION, kanaal 0x01:CH_A_GAIN128:, resultaat: 99046/0x0182e6

5.1.13 138d/0x8A - WRITE_HX711_CONVERSION

Start een nieuwe gemiddelde meting op de opgegeven kanalen. Als de conversie wordt gestart volgt er eerst een bevestiging van de opdracht of een fout code indien een parameter fout is. Als het meten is voltooid worden de resultaten terug gestuurd.

Meet kanaal	Waarde
CH_A_GAIN128	0x01
CH_B_GAIN32	0x02
CH_A_GAIN64	0x04

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_HX711_CONVERSION	UInt8_t	0x8A	WRITE_HX711_CONVERSION opdracht ID
Meet kanalen	UInt8_t	1 - 7	HX711 meet kanalen, zie bovenstaande tabel
Aantal samples	UInt8_t	>0	Aantal samples waarover het gemiddelde wordt berekend.

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_HX711_CONVERSION	UInt8_t	0x8A	WRITE_HX711_CONVERSION opdracht ID
Meet Kanalen	UInt8_t	1 - 7	HX711 meet kanalen, zie bovenstaande tabel
Meet resultaat	Int24_t	-	Signed meet resultaat CH_A_GAIN128, CH_B_GAIN32 of CH_A_GAIN64
Meet resultaat (optional)	Int24_t	-	Signed meet resultaat CH_B_GAIN32 of CH_A_GAIN64
Meet resultaat (optional)	Int24_t	-	Signed meet resultaat CH_A_GAIN64

Voorbeeld 1:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x8A010A	WRITE_HX711_CONVERSION, CH_A_GAIN128, 10 samples
Antwoord1	0x008A00000000	WRITE_HX711_CONVERSION, NRF_SUCCESS. Wordt niet teruggestuurd bij een opdracht vanuit de LoRaWAN interface als de error code gelijk is aan NRF_SUCCESS.
Antwoord2	0x8A010183A4	0x8A = WRITE_HX711_CONVERSION

		0x01 = CH_A_GAIN128 0x0183A4 = 99.236decimaal
--	--	--

Voorbeeld 2:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x8A070A	WRITE_HX711_CONVERSION, CH_A_GAIN128, CH_B_GAIN32, CH_A_GAIN64 , 10 samples
Antwoord1	0x008A00000000	WRITE_HX711_CONVERSION, NRF_SUCCESS. Wordt niet teruggestuurd bij een opdracht vanuit de LoRaWAN interface als de error code gelijk is aan NRF_SUCCESS.
Antwoord2	8A030183B90058D1	0x8A = WRITE_HX711_CONVERSION 0x03 = CH_A_GAIN128, CH_B_GAIN32 CH_A_GAIN128: 99257/0x0183b9 CH_B_GAIN32: 22737/0x0058d1

Voorbeeld 3:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x8A010A	WRITE_HX711_CONVERSION, CH_A_GAIN128, CH_B_GAIN32, CH_A_GAIN64 , 10 samples
Antwoord1	0x008A00000000	WRITE_HX711_CONVERSION, NRF_SUCCESS. Wordt niet teruggestuurd bij een opdracht vanuit de LoRaWAN interface als de error code gelijk is aan NRF_SUCCESS.
Antwoord2	0x8A070183A700564100C1FE	0x8A = WRITE_HX711_CONVERSION 0x03 = CH_A_GAIN128, CH_B_GAIN32 CH_A_GAIN128: 99257/0x0183b9 CH_B_GAIN32: 22737/0x0058d1 CH_A_GAIN64 : 49662/0x00c1fe

5.1.14 11d/0x0B - READ_AUDIO_ADC_CONFIG

Lees de Audio ADC en FFT configuratie uit.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_AUDIO_ADC_CONFIG	Uint8_t	0x0B	READ_AUDIO_ADC_CONFIG opdracht ID

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_AUDIO_ADC_CONFIG	Uint8_t	0x0B	READ_AUDIO_ADC_CONFIG
Audio kanaal	uint8_t		AIN_IN3LM = 0, AIN_IN2LP = 1, AIN_IN2RP = 2,
Versterking + verzwakker	uint8_t		bit[7]: 1= -6dB, 0=0dB bits[6:0]= versterking in 0.5 dB per bit: 80d/0x50 = +40.0 dB 40d/0x28 = +20.0 dB 1d/0x01 = 0.5 dB 0d/0x00 = 0 dB
Volume	int8_t	-24 - 40	Volume in 0.5 dB per bits 40d/0x28 = +20.0 dB -24d/0xE8 = -12.0 dB

FFT bins	uint8_t	0 - 12	Aantal bins dat het FFT resultaat naar gereduceerd wordt.
FFT start	uint8_t	0-255	Start bin maal 2: 255 = 510
FFT stop	uint8_t	0-255	Stop bin maal 2 255 = 510

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x0B	0x07 READ_AUDIO_ADC_CONFIG
Antwoord	0x0B0228000A00FF	Zie onderstaande tabel

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_AUDIO_ADC_CONFIG	Uint8_t	0x0B	READ_AUDIO_ADC_CONFIG
Audio kanaal	uint8_t	02	AIN_IN2RP
verzwakker Versterking	uint8_t	0x28	bit[7]: 0 = 0dB bits[6:0] = 40d/0x28 = +20.0 dB
Volume	int8_t	00	Volume 0 dB
FFT bins	uint8_t	0x0A	10 Bins resultaat
FFT start	uint8_t	0x00	Start bin 0
FFT stop	uint8_t	0xFF	Stop bin 510

5.1.15 139d/0x8B - WRITE_AUDIO_ADC_CONFIG

Lees de Audio ADC en FFT configuratie uit.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_AUDIO_ADC_CONFIG	Uint8_t	0x8B	WRITE_AUDIO_ADC_CONFIGOpdracht ID

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_AUDIO_ADC_CONFIG	Uint8_t	0x8B	WRITE_AUDIO_ADC_CONFIG
Audio kanaal	uint8_t		AIN_IN3LM = 0, AIN_IN2LP = 1, AIN_IN2RP = 2,
Versterking + verzwakker	uint8_t		bit[7]: 1 = -6dB, 0=0dB bits[6:0]= versterking in 0.5 dB per bit: 80d/0x50 = +40.0 dB 40d/0x28 = +20.0 dB 1d/0x01 = 0.5 dB 0d/0x00 = 0 dB
Volume	int8_t	-24 - 40	Volume in 0.5 dB per bits 40d/0x28 = +20.0 dB -24d/0xE8 = -12.0 dB
FFT bins	uint8_t	0 - 12	Aantal bins dat het FFT resultaat naar gereduceerd wordt.
FFT start	uint8_t	0-255	Start bin maal 2: 255 = 510
FFT stop	uint8_t	0-255	Stop bin maal 2 255 = 510

Voorbeeld 1:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x8B0228000A00FF	Zie onderstaande tabel
Antwoord	0x008B00000000	NRF_SUCCESS

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_AUDIO_ADC_CONFIG	uint8_t	0x8B	WRITE_AUDIO_ADC_CONFIG
Audio kanaal	uint8_t	02	AIN_IN2RP
verzwakker Versterking	uint8_t	0x28	bit[7]: 0 = 0dB bits[6:0] = 40d/0x28 = +20.0 dB
Volume	int8_t	00	Volume 0 dB
FFT bins	uint8_t	0x0A	10 Bins resultaat
FFT start	uint8_t	0x00	Start bin 0
FFT stop	uint8_t	0xFF	Stop bin 510

Voorbeeld 1:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x8B0228000D00FF	Zie onderstaande tabel
Antwoord	0x008B00000007	NRF_SUCCESS

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_AUDIO_ADC_CONFIG	uint8_t	0x8B	WRITE_AUDIO_ADC_CONFIG
Audio kanaal	uint8_t	02	AIN_IN2RP
verzwakker Versterking	uint8_t	0x28	bit[7]: 0 = 0dB bits[6:0] = 40d/0x28 = +20.0 dB
Volume	int8_t	00	Volume 0 dB
FFT bins	uint8_t	0x0D	13 Bins resultaat
FFT start	uint8_t	0x00	Start bin 0
FFT stop	uint8_t	0xFF	Stop bin 510

5.1.16 12d/0x0C - READ_AUDIO_ADC_CONVERSION

Lees de laatste Audio ADC FFT resultaat. De Audio ADC neemt een aantal samples die vervolgens met een FFT worden geconverteerd naar een frequentiespectrum van 512 bins. Elke bin heeft een resolutie van 3,937752016 Hz per FFT bin.

De start en stop indexes samen met het aantal bins waar de FFT naar gereduceerd wordt bepaald hoeveel FFT bins er worden opgeteldt. De berekening hiervoor is als volgt:

$$\begin{aligned}
 \text{aantal opgetelde bins} &= \text{roundUp}(((\text{stop} - \text{start}) \times 2) \div N) \\
 \text{aantal opgetelde bins} &= \text{roundUp}(((255 - 0) \times 2) \div 10) \\
 \text{aantal opgetelde bins} &= \text{roundUp}(510 \div 10) \\
 \text{aantal opgetelde bins} &= 51
 \end{aligned}$$

In dit voorbeeld is het aantal gesommeerde bins een geheel getal. Als dat niet zo worden er in het laatste resultaat bin het overgebleven aantal bins opgeteld tot aan de stop index.

De frequentie voor een resultaat bin kan als volgt worden berekend:

$$F_{bin}[i = 10; 0:9] = ((\text{start} * 2) + i * \text{aantal opgetelde bins}) \times 3,937752016 \text{ Hz} / \text{FFT bin}$$

Voorbeeld:

start = 0, stop = 255, aantal opgetelde bins = 51

Resultaat bin	Frequentie
0	0.0 Hz
1	200.8 Hz
2	401.6 Hz
3	602.5 Hz
4	803.3 Hz
5	1004.1 Hz
6	1204.9 Hz
7	1405.8 Hz
8	1606.6 Hz
9	1807.4 Hz

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_AUDIO_ADC_CONVERSION	Uint8_t	0x0C	READ_AUDIO_ADC_CONVERSION opdracht ID

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_AUDIO_ADC_CONVERSION	Uint8_t	0x0C	READ_AUDIO_ADC_CONVERSION
Aantal bins N	uint8_t	0-12	Aantal meetresultaten
Start bin	uint8_t	0-255	Start bin maal 2
Stop bin	int8_t	0-255	Stop Bin maal 2
Meetresultaten[N]	uint16_t[N]	0 - 65535	Array met N meetresultaten

Voorbeeld 1:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x0C	
Antwoord	0x0C0A00FF014E0056 0039001B0019001700 1000130014000F	TLV FFT[10:0:255] 0.0 Hz = 334, 203.2 Hz = 86, 406.4 Hz = 57, 609.6 Hz = 27, 812.8 Hz = 25, 1016.0 Hz = 23, 1219.2 Hz = 16, 1422.4 Hz = 19, 1625.7 Hz = 20, 1828.9 Hz = 15

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_AUDIO_ADC_CONVERSION	Uint8_t	0x0C	READ_AUDIO_ADC_CONVERSION

Aantal bins N	uint8_t	0x0A	10 meetresultaten
Start bin	uint8_t	0x00	Start bin 0
Stop bin	int8_t	0xFF	Stop Bin 510
Meetresultaten[N]	uint16_t[N]	0 - 65535	Array met N meetresultaten

5.1.17 13d/0x0D - START_AUDIO_ADC_CONVERSION

Start een Audio ADC conversie en een FFT berekening

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
START_AUDIO_ADC_CONVERSION	Uint8_t	0x0D	START_AUDIO_ADC_CONVERSION opdracht ID

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_AUDIO_ADC_CONVERSION	Uint8_t	0x0C	READ_AUDIO_ADC_CONVERSION
Aantal bins N	uint8_t	0-12	Aantal meetresultaten
Start bin	uint8_t	0-255	Start bin maal 2
Stop bin	int8_t	0-255	Stop Bin maal 2
Meetresultaten[N]	uint16_t[N]	0 - 65535	Array met N meetresultaten

Voorbeeld 1:

Opdracht	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x0C	
Antwoord	0x0C0A00FF012B008 A004B0020001C0013 001100130013000D	TLV FFT[10:0:255] 0.0 Hz = 299, 203.2 Hz = 138, 406.4 Hz = 75, 609.6 Hz = 32, 812.8 Hz = 28, 1016.0 Hz = 19, 1219.2 Hz = 17, 1422.4 Hz = 19, 1625.7 Hz = 19, 1828.9 Hz = 13

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_AUDIO_ADC_CONVERSION	Uint8_t	0x0C	READ_AUDIO_ADC_CONVERSION
Aantal bins N	uint8_t	0x0A	10 meetresultaten
Start bin	uint8_t	0x00	Start bin 0
Stop bin	int8_t	0xFF	Stop Bin 510
Meetresultaten[N]	uint16_t[N]	0 - 65535	Array met N meetresultaten

5.1.18 145d/0x91 - WRITE_BUZZER_DEFAULT_TUNE

Met de WRITE_BUZZER_DEFAULT_TUNE opdracht wordt er een standaard ingestelde pwm patroon afgespeeld op de BEEPBASE. Tot op heden zijn er maar 3 patronen, maar dat kan door de klant worden uitgebreid.

Bericht opbouw:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_BUZZER_DEFAULT_TUNE	Uint8_t	0x91	WRITE_BUZZER_DEFAULT_TUNE opdracht ID
Geluids patroon index	Uint8_t	0-2	

Geluids patronen

Patroon	Duty cycle	Frequentie	Aan-tijd	Uit-tijd	Herhaling
0	50%	2.8 kHz	100ms	1000ms	4
1	50%	2.8 kHz	1000ms	1ms	1
2	50%	2.8 kHz	50ms	100ms	2

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x9101	0x91=WRITE_BUZZER_DEFAULT_TUNE 0x01=PWM patroon 1
Antwoord	0x009100000000	0x00=RESPONSE_COMMAND 0x91= WRITE_BUZZER_DEFAULT_TUNE 0x00000000=NRF_SUCCESS

5.1.19 146d/0x92 - WRITE_BUZZER_CUSTOM_TUNE

Met de WRITE_BUZZER_CUSTOM_TUNE opdracht wordt er een pwm patroon afgespeeld volgens de gegeven parameters.

Bericht opbouw:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_BUZZER_CUSTOM_TUNE	Uint8_t	0x92	WRITE_BUZZER_CUSTOM_TUNE opdracht ID
Duty Cycle	Uint8_t	0-100	Duty Cycle in procenten 1d=1% 100d=100%
Frequentie in /100 Hz	Uint8_t	1-255	1kHz = 10d 2kHz = 20d 2.8kHz = 28d
Uit-tijd	Uint16_t	>0	Tijd dat de PWM uit is in milliseconden
Aan-tijd	Uint16_t	>0	Tijd dat de PWM aan is in milliseconden
Herhalingen	Uint16_t	>0	Aantal keer dat de aan-uit cyclus wordt herhaald.

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x92321C03E801F403	0x92= WRITE_BUZZER_CUSTOM_TUNE 0x32=Duty Cycle: 50% 0x1C=Frequentie:2.8kHz 0x03E8=Uit-tijd:1000ms 0x01F4=Aan-tijd:500ms 0x03=Herhalingen:3
Antwoord	0x009200000000	0x00=RESPONSE_COMMAND 0x92= WRITE_BUZZER_CUSTOM_TUNE 0x00000000=NRF_SUCCESS

1.

5.1.20 19d/0x13 - READ_SQ_MIN_STATE

Met deze opdracht kan de instelling worden uitgelezen waarmee de BEEP BASE het meetresultaat van de SQ-MIN-200 negeert. Als de SQ is uitgeschakeld blijft de BEEP BASE altijd aan, ondanks oriëntatie wijzigingen. Deze instelling wordt opgeslagen in het flash geheugen, zodat ook bij resets de geprogrammeerde waarde behouden blijft.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_SQ_MIN_STATE	Uint8_t	0x13	READ_SQ_MIN_STATE opdracht ID

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_SQ_MIN_STATE	Uint8_t	0x13	READ_SQ_MIN_STATE opdracht ID
status	Uint8_t	0 - 1	bit 0=1 geeft aan dat de SQ-MIN-200 uitgeschakeld is en de BEEP BASE altijd actief is,=0 Beep base is actief wanneer horizontaal geplaatst.

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x13	READ_SQ_MIN_STATE opdracht
Antwoord	0x1300	Beep Base reageert op oriëntatie wijzigingen

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x13	READ_SQ_MIN_STATE opdracht
Antwoord	0x1301	Beep Base reageert niet op oriëntatie wijzigingen en blijft altijd actief

5.1.21 147d/0x93 - WRITE_SQ_MIN_STATE

Met deze opdracht kan worden ingesteld of het SQ-MIN-200 meetresultaat moet worden genegeerd om de BEEP BASE ook bij oriëntatie wijzigingen continue aan te laten of niet. Deze waarde wordt opgeslagen in het flash geheugen, zodat de instelling ook bij resets blijft behouden.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_SQ_MIN_STATE	Uint8_t	0x93	WRITE_SQ_MIN_STATE opdracht ID
status	Uint8_t	0-1	

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
RESPONSE_COMMAND	Uint8_t	0x00	RESPONSE_COMMAND

WRITE_SQ_MIN_STATE	UInt8_t	0x93	WRITE_SQ_MIN_STATE opdracht ID
status	UInt8_t	0 - 1	bit[0]=1 geeft aan dat de SQ-MIN-200 uitgeschakeld is en de BEEP BASE altijd actief is,=0 geeft aan dat de Beep base actief is wanneer horizontaal geplaatst.

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x9300	WRITE_SQ_MIN_STATE opdracht, orientatie wijzigingen actief
Antwoord	0x009300000000	Flash opslag gelukt

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x9301	WRITE_SQ_MIN_STATE opdracht, orientatie wijzigingen genegeerd
Antwoord	0x009300000000	Flash opslag gelukt

5.1.22 20d/0x14 - READ_LORAWAN_STATE

Lees de LoRaWAN status: aan/uit, joined, duty-cycle, Adaptive Data Rate, correcte sleutels.

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_LORAWAN_STATE	UInt8_t	0x14	READ_LORAWAN_STATE opdracht ID
Status	UInt8_t	-	Zie onderstaande status table voor bit waarden.

Bit	Funcie	Bit waarde
0	Aan/uit	0=LoRaWAN uit, 1=LoRaWAN aan
1	Joined	0=Nog niet gejoined, 1=netwerk gejoined
2	Duty-cycle restrictie	0=Duty cycle limitatie uit, 1= DutyCycle limitatie aan
3	Adaptive Datarate	0=ADR uit, 1= ADR aan.
4	Sleutels correct	0=Incorrecte sleutels, 1=Correcte sleutels,
5:7	Ongebruikt	Altijd 0

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x14	READ_LORAWAN_STATE
Antwoord	0x141F	0x1F = 0001 1111b: LoRaWAN aan, netwerk gejoined, DutyCycle limitatie aan, ADR aan, Correcte sleutels

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x14	READ_LORAWAN_STATE
Antwoord	0x141B	0x1B = 0001 1011b: LoRaWAN aan, netwerk gejoined, DutyCycle limitatie aan, ADR uit, Correcte sleutels

5.1.23 148d/0x94 - WRITE_LORAWAN_STATE

Schrijf de LoRaWAN status: aan/uit, duty-cycle, Adaptive Data Rate. De LoRaWAN stack wordt gereset na het overnemen van de nieuwe parameters.

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_LORAWAN_STATE	UInt8_t	0x94	WRITE_LORAWAN_STATE opdracht ID
Status	UInt8_t	-	Zie onderstaande status table voor bit waarden.

Bit	Funcitie	Bit waarde
0	Aan/uit	0=LoRaWAN uit, 1=LoRaWAN aan/uit
1	Ongebruikt	Wordt genegeerd
2	Duty-cycle restrictie	0=Duty cycle limitatie uit, 1= Duty Cycle limitatie aan
3	Adaptive Datarate	0=ADR uit, 1= ADR aan.
4:7	Ongebruikt	Altijd 0. Wordt genegeerd

Voorbeeld om de LoRaWAN stack te resetten:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	940D	0x0F = 0000 1101b: LoRaWAN aan, DutyCycle limitatie aan, ADR aan,
Antwoord	009400000000	NRF_SUCCESS voor WRITE_LORAWAN_STATE

Voorbeeld om de LoRaWAN testen zonder Duty-cycle limitatie:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	9409	0x0F = 0000 1001b: LoRaWAN aan, DutyCycle limitatie uit, ADR aan,
Antwoord	009400000000	NRF_SUCCESS voor WRITE_LORAWAN_STATE

5.1.24 21d/0x15 - READ_LORAWAN_DEVEUI

Lees de DEVEUI, 8 bytes

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_LORAWAN_DEVEUI	UInt8_t	0x15	READ_LORAWAN_DEVEUI opdracht ID

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x15	READ_LORAWAN_DEVEUI opdracht
Antwoord	0x150001020304050607	READ_LORAWAN_DEVEUI antwoord, DEVEUI: 01020304050607

5.1.25 149d/0x95 - WRITE_LORAWAN_DEVEUI

Schrijf de DEVEUI, 8 bytes

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_LORAWAN_DEVEUI	UInt8_t	0x95	WRITE_LORAWAN_DEVEUI opdracht ID
DEVEUI	8 x uint8_t	-	

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x950001020304050607	WRITE_LORAWAN_DEVEUI opdracht
Antwoord	0x009500000000	WRITE_LORAWAN_DEVEUI succesvol.

5.1.26 22d/0x16 - READ_LORAWAN_APPEUI

Lees de APPEUI, 8 bytes

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_LORAWAN_APPEUI	UInt8_t	0x16	READ_LORAWAN_APPKEY opdracht ID

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x16	READ_LORAWAN_APPEUI opdracht
Antwoord	0x160001020304050607	READ_LORAWAN_APPEUI succesvol.

5.1.27 150d/0x96 - WRITE_LORAWAN_APPEUI

Met deze opdracht wordt de APPEUI ingesteld. De APPEUI moet 8 bytes lang zijn

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_LORAWAN_APPEUI	UInt8_t	0x96	WRITE_LORAWAN_APPEUI opdracht ID
AppEUI	8 x UInt8_t		

Als het schrijven succesvol is, wordt dit door middel van een response met NRF_SUCCESS weergegeven.

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x960001020304050607	WRITE_LORAWAN_APPEUI opdracht
Antwoord	0x009600000000	WRITE_LORAWAN_APPEUI succesvol.

5.1.28 23d/0x17 - READ_LORAWAN_APPKEY

Lees de APPKEY, 16 bytes

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_LORAWAN_APPKEY	UInt8_t	0x17	READ_LORAWAN_APPKEY opdracht ID

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x17	READ_LORAWAN_APPKEY opdracht
Antwoord	0x17000102030405060708090A0B0C0D0E0F	READ_LORAWAN_APPKEY succesvol.

5.1.29 151d/0x97 - WRITE_LORAWAN_APPKEY

Schrijf de APPKEY, 16 bytes

Met deze opdracht wordt de APPKEY ingesteld. De APPKEY moet 16 bytes lang zijn

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_LORAWAN_APPKEY	UInt8_t	0x97	WRITE_LORAWAN_APPKEY opdracht ID
Appkey	16 x UInt8_t	0 - 9	

Als het schrijven succesvol is, wordt dit door middel van een response met NRF_SUCCESS weergegeven.

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x97000102030405060708090A0B0C0D0E0F	WRITE_LORAWAN_APPKEY opdracht
Antwoord	0x009700000000	WRITE_LORAWAN_APPKEY succesvol.

5.1.30 136d/0x98 - WRITE_LORAWAN_TRANSMIT

Zend een LoRaWAN bericht met de gegeven payload op fport 5.

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
------	-------	--------	--------------

WRITE_LORAWAN_APPKEY	UInt8_t	0x97	WRITE_LORAWAN_APPKEY opdracht ID
Lengte	UInt8_t	< 28	Maximale grote van 28 bytes
Payload	N x uint8_t		Maximum payload van 28 Bytes, aangezien de control point een maximum grote heeft van 30 bytes.

Als het schrijven succesvol is, wordt dit door middel van een response met NRF_SUCCESS weergegeven.

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x9810000102030405060708090A0B0C0D0E0F	WRITE_LORAWAN_APPKEY opdracht met een lengte van 16 bytes.
Antwoord	0x009800000000	WRITE_LORAWAN_APPKEY succesvol. Wordt enkel gestuurd wanneer de communicatie interface BLE is.

5.1.31 27d/0x1B - READ_nRF_ADC_CONVERSION

Lees de laatste conversie waarden van de batterij, nRF voedingsspanning en batterij percentage.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_nRF_ADC_CONVERSION	UInt8_t	0x1B	READ_nRF_ADC_CONVERSION opdracht ID

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_nRF_ADC_CONVERSION	UInt8_t	0x1B	READ_nRF_ADC_CONVERSION opdracht ID
Batterij spanning	UInt16_t		Batterij spanning in millivolts
Voedingsspanning	UInt16_t		nRF52840 voeding spanning in millivolts
Batterij percentage	UInt8_t	0-100%	Batterij percentage, zie batterij spanning hoofdstuk voor de berekening.

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	1B	
Antwoord	1B0B530BB85C	Batterij spanning 0x0B53=2899mV, nRF spanning=3000mV, Batterij percentage 92%

5.1.32 155d/0x9B - WRITE_nRF_ADC_CONVERSION

Start een ADC conversie.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_nRF_ADC_CONVERSION	UInt8_t	0x9B	WRITE_nRF_ADC_CONVERSION opdracht ID

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_nRF_ADC_CONVERSION	UInt8_t	0x9B	WRITE_nRF_ADC_CONVERSION opdracht ID

Batterij spanning	Uin16_t		Batterij spanning in millivolts
Voedingsspanning	Uin16_t		nRF52840 voeding spanning in millivolts
Batterij percentage	Uin8_t	0-100%	Batterij percentage, zie batterijspanning hoofdstuk voor de berekening.

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x9B	WRITE_nRF_ADC_CONVERSION, start conversie
Antwoord	0x9B0B530BB85C	Batterijspanning 0x0B53=2899 mV, nRF spanning=3000 mV, Batterij percentage 92%

5.1.33 29d/0x1D - READ_APPLICATION_CONFIG

Lees het meet interval in minuten en de verhouding tussen het aantal sensor metingen en LoRaWAN berichten uit.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_APPLICATION_CONFIG	Uin8_t	0x1D	READ_APPLICATION_CONFIG opdracht ID

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_APPLICATION_CONFIG	Uin8_t	0x1B	READ_APPLICATION_CONFIG opdracht ID
Ratio meetingen-zenden	Uin8_t	-	De verhouding tussen het aantal metingen en de LoRaWAN berichten die worden verzonden. Als dit getal drie is, wordt een op de drie metingen met LoRaWAN verstuurt, mits de duty-cycle dit niet beperkt.
Interval	Uin16_t	>0	Het meetinterval in minuten.

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x1D	READ_APPLICATION_CONFIG
Antwoord	0x1D03000A	Ratio van 1:3 voor meten en verzenden. 1 op de drie metingen wordt met LoRaWAN verstuurt. Meet interval is 0x000A/10d minuten.

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x1D	READ_APPLICATION_CONFIG
Antwoord	0x1D000001	Alle metingen worden verzonden.. Meet interval is 0x0001/1d minuut.

5.1.34 157d/0x9D - WRITE_APPLICATION_CONFIG

Stel het meet interval en de verhouding tussen meten en versturen in. Reacties op downlink berichten en het opstart-bericht met de firmware en hardware versie negeren deze configuratie en worden altijd direct op het volgende bericht interval gestuurd.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
------	-------	--------	--------------

WRITE_APPLICATION_CONFIG	UInt8_t	0x9D	WRITE_APPLICATION_CONFIG opdracht ID
--------------------------	---------	------	--------------------------------------

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_APPLICATION_CONFIG	UInt8_t	0x9D	WRITE_APPLICATION_CONFIG opdracht ID
Ratio metingen-zenden	UInt8_t	-	De verhouding tussen het aantal metingen en de LoRaWAN berichten die worden verzonden. Als dit getal drie is, wordt een op de drie metingen met LoRaWAN verstuurd, mits de duty-cycle dit niet beperkt.
Interval	UInt16_t	>0 && < 1440	Het meetinterval in minuten. Moet minimaal 1 zijn en maximaal 1440. Anders error code NRF_ERROR_INVALID_PARAM

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x9D03000A	Ratio van 1:3 voor meten en verzenden. 1 op de drie metingen wordt met LoRaWAN verstuurd. Meet interval is 0x000A/10d minuten.
Antwoord	0x009D00000000	NRF_SUCCES voor WRITE_APPLICATION_CONFIG

Voorbeeld met incorrecte sample interval:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x9D03FFFF	Ratio van 1:3 voor meten en verzenden. 1 op de drie metingen wordt met LoRaWAN verstuurd. Meet interval is 0xFFFF/65535d minuten, wat hoger is dan het maximum interval van 1440 minuten.
Antwoord	0x009D00000007	NRF_ERROR_INVALID_PARAM

Testen:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x9D000001	Ratio van 1:0 voor meten en verzenden. Alle metingen worden met LoRaWAN verstuurd. Meet interval is 0x0001/65535d minuten, wat hoger is dan het maximum interval van 1440 minuten.
Antwoord	0x009D00000000	NRF_SUCCES voor WRITE_APPLICATION_CONFIG

5.1.35 30d/0x1E - READ_PINCODE

Lees de BLE pin code, 6 getallen: '0' – '9'

Met deze opdracht wordt de BLE pin code uitgelezen. Het antwoord is opgebouwd volgens het WRITE_PINCODE opdracht, maar dan met de READ_PINCODE command. De BLE standaard specificeert een pin code van 6 getallen. De lengte moet dus altijd 6 zijn.

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_PINCODE	UInt8_t	0x1E	WRITE_PINCODE opdracht ID

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x1E	READ_PINCODE opdracht
Antwoord	0x1E06303132333435	READ_PINCODE antwoord, pincode 8 bytes: "012345"

5.1.36 158d/0x9E - WRITE_PINCODE

Met deze opdracht wordt de BLE pin code ingesteld. De pin code moet tussen 6 ASCII getallen bevatten tussen '0' (0x30h) en '9' (0x39h).

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
WRITE_PINCODE	UInt8_t	0x9E	WRITE_PINCODE opdracht ID
lengte	UInt8_t	6	Aantal bytes van de pincode moet 6 zijn, anders errorcode: NRF_ERROR_INVALID_LENGTH
pincode	6 x UInt8_t	'0' - '9'	Byte waardes moeten tussen de 0x30 en 0x39 zijn, anders errorcode: NRF_ERROR_INVALID_DATA

Als het schrijven succesvol is, wordt dit door middel van een response met NRF_SUCCESS weergegeven.

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x9E06303930393035	WRITE_PINCODE opdracht: "090905"
Antwoord	0x009E00000000	WRITE_PINCODE succesvol.

Voorbeeld van foutbericht:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x9E06003930393035	WRITE_PINCODE opdracht: "/090905"
Antwoord	0x009E0000000B	WRITE_PINCODE error: NRF_ERROR_INVALID_DATA.

5.1.37 31d/0x1F - READ_BOOT_COUNT

Met deze opdracht kan het aantal resets worden opgevraagd vanuit het flash geheugen.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_BOOT_COUNT	UInt8_t	0x1F	READ_BOOT_COUNT opdracht ID

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_BOOT_COUNT	UInt8_t	0x1F	READ_BOOT_COUNT opdracht ID
lengte	UInt32_t	-	Boot count

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x1F	READ_BOOT_COUNT opdracht
Antwoord	0x1F00000005	Reset teller staat op 5

5.1.38 32d/0x20 - READ_MX_FLASH

Met deze opdracht kan het uitlezen van de log in het FLASH geheugen van de MX25R6435F. Met deze opdracht wordt ook een offset meegegeven vanaf het begin van de log. Hiermee is het mogelijk om een deel van het flash geheugen uit te lezen.

Als de offset waarde groter is dan de grote van het log dan wordt de complete log uitgelezen vanaf offset 0.

Als de opdracht wordt geaccepteerd, dan wordt er in de beep service een RESPONSE gestuurd met NRF_SUCCESS. De flash data wordt verstuurd via de TX karakteristiek onder de BEEP service. Als de TX notificaties niet zijn ingeschakeld wordt het uitlezen genegeerd en een foutcode terug gegeven.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_MX_FLASH	UInt8_t	0x20	READ_MX_FLASH opdracht ID
Offset	UInt32_t	-	Offset in bytes

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
RESPONSE	UInt8_t	0x00	RESPONSE opdracht ID
command	UInt8_t	0x20	READ_MX_FLASH opdracht ID
Error code	UInt32_t	-	Zie tabel 2

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x2000000000	READ_MX_FLASH opdracht, offset 0
Antwoord	0x0020000000	RESPONSE: READ_MX_FLASH, error code = NRF_SUCCESS

5.1.39 33d/0x21 - ERASE_MX_FLASH

Met deze opdracht wordt de beeplog in het flash geheugen van de MX25R6435F gewist. Er zijn echter twee erase opties: fatfs erase en full erase. Bij optie 0 wordt enkel de log verwijderd uit het bestandssysteem. Bij de erase MX optie wordt op chip niveau de complete flash opslag terug naar 1 geschreven.

Als de fatfs erase opdracht wordt geaccepteerd, dan wordt er in de beep service een RESPONSE gestuurd met een fatfs error code.

Voor de MX erase wordt er enkel NRF_SUCCESS teruggestuurd zodra de erase klaar is. Data opslag of uitlezen tijdens het wissen is niet mogelijk. De nRF controleert op een timeout van 250 seconden. Volgens de datasheet van de MX duurt een erase maximaal 240 seconden. In het geval van een time-out tijdens een MX erase wordt er NRF_ERROR_TIMEOUT teruggestuurd.

Na het wissen wordt er altijd weer een nieuwe opstart bericht in de nieuwe log geschreven.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
READ_MX_FLASH	UInt8_t	0x21	ERASE_MX_FLASH opdracht ID
Erase option	uint8_t		0 = fatfs verwijderd beeplog 1-0xFF = MX flash IC doet een full erase die max 250s kan duren.

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
RESPONSE	UInt8_t	0x00	RESPONSE opdracht ID
command	UInt8_t	0x21	ERASE_MX_FLASH opdracht ID
fatfs error Error code	UInt32_t	-	Zie onderstaande tabel 2

Waarde	Omschrijving fatfs error code
0	Succeeded
1	A hard error occurred in the low level disk I/O layer
2	Assertion failed
3	The physical drive cannot work
4	Could not find the file
5	Could not find the path
6	The path name format is invalid
7	Access denied due to prohibited access or directory full
8	Access denied due to prohibited access
9	The file/directory object is invalid
10	The physical drive is write protected
11	The logical drive number is invalid
12	The volume has no work area
13	There is no valid FAT volume
14	The f_mkfs() aborted due to any problem
15	Could not get a grant to access the volume within defined period
16	The operation is rejected according to the file sharing policy
17	LFN working buffer could not be allocated
18	Number of open files > _FS_LOCK
19	Given parameter is invalid

Tabel 2 – fatfs error codes

Voorbeeld 1:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x2100	ERASE_MX_FLASH opdracht, erase fatfs
Antwoord	0x0020000000	

Voorbeeld 2:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x2101	ERASE_MX_FLASH opdracht, erase MX
Antwoord	0x0020000000	Wordt verstuurd na max 240 seconden.

5.1.40 34d/0x22 - SIZE_MX_FLASH

Met deze opdracht wordt de grote van de log in het flash geheugen van de MX25R6435F opgehaald. Als de opdracht wordt geaccepteerd wordt er een antwoord gestuurd met daarin de grote van de log in bytes.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
SIZE_MX_FLASH	Uint8_t	0x22	SIZE_MX_FLASH opdracht ID

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
Command	Uint8_t	0x22	SIZE_MX_FLASH antwoord
Log grote	Uint32_t	-	Grote van de log in bytes

Voorbeeld:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x22	SIZE_MX_FLASH opdracht
Antwoord	0x220000FB40	Grote van de log: 0x0000FB40/64320d bytes

5.1.41 35d/0x23 - ALARM_CONFIG_READ

Lees de alarm configuratie voor een specifieke sensor.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_CONFIG_READ	UInt8_t	0x23	ALARM_CONFIG_READ opdracht ID
Sensor type	uint8_t	Sensor	0 = DS18B20 1 = BME280 2 = HX711 4 = nRF ADC

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_CONFIG_READ	UInt8_t	0x23	ALARM_CONFIG_READ
Sensor type	uint8_t	Sensor	0 = DS18B20 1 = BME280 2 = HX711 4 = nRF ADC
Sensor specifieke data			

DS18B20

Als de gemeten temperatuur boven de maximum temperatuur, onder de minimum temperatuur of het absolute verschil ten opzichte van de vorige meetwaarde boven de ingestelde grenswaardes komt wordt er een alarm aangegeven. In de alarm status wordt de DS18B20 bit vervolgens op 1 gezet.

Veld	Grote	Omschrijving
ALARM_CONFIG_READ	UInt8_t	0x23 = ALARM_CONFIG_READ
Sensor type	UInt8_t	0 = DS18B20
Max	Int16_t	INT16_MAX (32767) zet deze controle uit, temperatuur is in 2 decimalen nauwkeurig int16_t
Min	Int16_t	INT16_MIN (-32768) zet deze controle uit, temperatuur is in 2 decimalen nauwkeurig int16_t
Diff	uint16_t	UINT16_MAX (65535) zet deze controle uit, temperatuur is in 2 decimalen nauwkeurig int16_t

Voorbeeld:

	Hex bericht
Opdracht	0x2300
Antwoord	0x23001F40F63C03E8

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_CONFIG_READ	Uint8_t	0x23	ALARM_CONFIG_READ
Sensor type	Uint8_t	0x00	DS18B20
Maximum	Int16_t	0x1F40	8000d = 80.00 C°
Minimum	Int16_t	0xF63C	-2500d = -25.00 C°
Vershil	uint16_t	0x03E8	1000d = 10.00 C°

BME280

De BME280 meet temperatuur, luchtvochtigheid en de barometrische druk, voor elk meetresultaat is er een maximum, minimum en verschil waarde in te stellen.

Veld	Grote	Omschrijving
ALARM_CONFIG_READ	Uint8_t	0x23 = ALARM_CONFIG_READ
Sensor type	Uint8_t	0x01 = BME280
Temperatuur maximum	Int16_t	INT16_MAX (32767) zet deze controle uit
Temperatuur minimum	Int16_t	INT16_MIN (-32768) zet deze controle uit
Temperatuur verschil	Uint16_t	UINT16_MAX (65535) zet deze controle uit
Luchtvochtigheid maximum	Uint16_t	UINT16_MAX (65535) zet deze controle uit
Luchtvochtigheid minimum	Uint16_t	UINT16_MAX (65535) zet deze controle uit
Luchtvochtigheid verschil	Uint16_t	UINT16_MAX (65535) zet deze controle uit
Barometrische druk maximum	Uint16_t	UINT16_MAX (65535) zet deze controle uit
Barometrische druk minimum	Uint16_t	UINT16_MAX (65535) zet deze controle uit
Barometrische druk verschil	Uint16_t	UINT16_MAX (65535) zet deze controle uit

Voorbeeld:

	Hex bericht
Opdracht	0x2301
Antwoord	0x23011F40F63C03E8232803E801F4271000C800C8

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_CONFIG_READ	Uint8_t	0x23	0x23 = ALARM_CONFIG_READ
Sensor type	Uint8_t	0x01	0x01 = BME280
Temperatuur maximum	Int16_t	0x1F40	8000 = 80.00
Temperatuur minimum	Int16_t	0xF63C	-2500 = 25.00
Temperatuur verschil	Uint16_t	0x03E8	1000 = 10.00
Luchtvochtigheid maximum	Uint16_t	0x2328	9000 = 90.00% RH
Luchtvochtigheid minimum	Uint16_t	0x03E8	1000 = 10.00% RH
Luchtvochtigheid verschil	Uint16_t	0x01F4	500 = 5.00% RH
Barometrische druk maximum	Uint16_t	0x2710	10000 hPa
Barometrische druk minimum	Uint16_t	0x00C8	200 hPa
Barometrische druk verschil	Uint16_t	0x00C8	200 hPa

HX711

Per kanaal worden dezelfde grenzen gebruikt. Het is dan ook niet de bedoeling om op een specifieke waarde een alarm te laten genereren. Dat kan ik het back-end het beste worden opgelost. Maar meer op een indicatie te krijgen als bijvoorbeeld de load-cell niet meer aangesloten is.

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_CONFIG_READ	UInt8_t	0x23	ALARM_CONFIG_READ
Sensor type	UInt8_t	2	HX711
Maximum	Int32_t	-	INT32_MAX (0xFFFFFFFF) zet deze controle uit
Minium	Int32_t	-	INT32_MIN (0x00000000) zet deze controle uit
Verschil	UInt32_t	-	Een waarde boven de 0xFFFFFFFF zet deze controle uit

Voorbeeld:

	Hex bericht
Opdracht	0x2302
Antwoord	0x230200003E80FFFC180000003E8

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_CONFIG_READ	UInt8_t	0x23	ALARM_CONFIG_READ
Sensor type	UInt8_t	0x02	HX711
Maximum	Int32_t	0x00003E80	16000
Minium	Int32_t	0xFFFFC180	-16000
Verschil	UInt32_t	0x000003E8	1000

nRF ADC

Met de grenswaardes voor de ADC in de nRF52840 worden de batterij spanning en de nRF52 voedingsspanning gecontroleerd.

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_CONFIG_READ	UInt8_t	0x23	ALARM_CONFIG_READ
Sensor type	UInt8_t	0x04	nRF ADC
Maximum	UInt16_t		UINT16_MAX (65535) zet deze controle uit
Minimum	UInt16_t		UINT16_MAX (65535) zet deze controle uit
Verschil	UInt16_t		UINT16_MAX (65535) zet deze controle uit

Voorbeeld:

	Hex bericht
Opdracht	0x2304
Antwoord	0x23040CE4070801F4

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_CONFIG_READ	UInt8_t	0x23	ALARM_CONFIG_READ
Sensor type	UInt8_t	0x04	nRF ADC
Maximum	UInt16_t	0x0CE4	3300 mV

Minimum	Uin16_t	0x0708	1800 mV
Verschil	Uin16_t	0x01F4	500 mV

5.1.42 163d/0xA3 - ALARM_CONFIG_WRITE

Stel de alarm configuratie voor een specifieke sensor in. De DS18B20, BME280, HX711 en nRF ADC kunnen ingesteld worden met het volgende bericht:

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_CONFIG_WRITE	Uin8_t	0xA3	ALARM_CONFIG_WRITEopdracht ID
Sensor type	uin8_t	Sensor	0 = DS18B20 1 = BME280 2 = HX711 4 = nRF ADC
Sensor afhankelijke data payload	X	X	X

Antwoord:

Als het bericht wordt geaccepteerd wordt er een status bericht terug gestuurd met NRF_SUCCESS. Als de bericht opbouw of een parameter een invalide waarde hebben, dan wordt er een gepaste status error code terug gestuurd.

DS18B20

Als de gemeten temperatuur boven de maximum temperatuur, onder de minimum temperatuur of het absolute verschil ten opzichte van de vorige meetwaarde boven de ingestelde grenswaardes komt wordt er een alarm aangegeven. In de alarm status wordt de DS18B20 bit vervolgens op 1 gezet.

Veld	Grote	Omschrijving
ALARM_CONFIG_WRITE	Uin8_t	0xA3 = ALARM_CONFIG_WRITE
Sensor type	Uin8_t	0 = DS18B20
Max	Int16_t	INT16_MAX (32767) zet deze controle uit, temperatuur is in 2 decimalen nauwkeurig int16_t
Min	Int16_t	INT16_MIN (-32768) zet deze controle uit, temperatuur is in 2 decimalen nauwkeurig int16_t
Diff	uin16_t	UINT16_MAX (65535) zet deze controle uit, temperatuur is in 2 decimalen nauwkeurig int16_t

Voorbeeld:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_CONFIG_WRITE	Uin8_t	0xA3	ALARM_CONFIG_WRITE
Sensor type	Uin8_t	0x00	DS18B20
Maximum	Int16_t	0x1F40	8000d = 80.00 C°
Minimum	Int16_t	0xF63C	-2500d = -25.00 C°
Verschil	uin16_t	0x03E8	1000d = 10.00 C°

	Hex bericht
Opdracht	0xA3001F40F63C03E8
Antwoord	0x00A300000000

BME280

De BME280 meet temperatuur, luchtvochtigheid en de barometrische druk, voor elk meetresultaat is er een maximum, minimum en verschil waarde in te stellen.

Veld	Grote	Omschrijving
ALARM_CONFIG_WRITE	UInt8_t	0xA3 = ALARM_CONFIG_WRITE
Sensor type	UInt8_t	0x01 = BME280
Temperatuur maximum	Int16_t	INT16_MAX (32767) zet deze controle uit
Temperatuur minimum	Int16_t	INT16_MIN (-32768) zet deze controle uit
Temperatuur verschil	UInt16_t	UINT16_MAX (65535 of 0) zet deze controle uit
Luchtvochtigheid maximum	UInt16_t	UINT16_MAX (65535) zet deze controle uit
Luchtvochtigheid minimum	UInt16_t	0 zet deze controle uit
Luchtvochtigheid verschil	UInt16_t	UINT16_MAX (65535 of 0) zet deze controle uit
Barometrische druk maximum	UInt16_t	UINT16_MAX (65535) zet deze controle uit
Barometrische druk minimum	UInt16_t	0 zet deze controle uit
Barometrische druk verschil	UInt16_t	UINT16_MAX (65535 of 0) zet deze controle uit

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_CONFIG_WRITE	UInt8_t	0xA3	0xA3 = ALARM_CONFIG_WRITE
Sensor type	UInt8_t	0x01	0x01 = BME280
Temperatuur maximum	Int16_t	0x1F40	8000 = 80.00
Temperatuur minimum	Int16_t	0xF63C	-2500 = 25.00
Temperatuur verschil	UInt16_t	0x03E8	1000 = 10.00
Luchtvochtigheid maximum	UInt16_t	0x2328	9000 = 90.00% RH
Luchtvochtigheid minimum	UInt16_t	0x03E8	1000 = 10.00% RH
Luchtvochtigheid verschil	UInt16_t	0x01F4	500 = 5.00% RH
Barometrische druk maximum	UInt16_t	0x2710	10000 hPa
Barometrische druk minimum	UInt16_t	0x00C8	200 hPa
Barometrische druk verschil	UInt16_t	0x00C8	200 hPa

Voorbeeld:

	Hex bericht
Opdracht	0xA3011F40F63C03E8232803E801F4271000C800C8
Antwoord	0x00A300000000

HX711

Per kanaal worden dezelfde grenzen gebruikt. Het is dan ook niet de bedoeling om op een specifieke waarde een alarm te laten generen. Dat kan ik het back-end het beste worden opgelost. Maar meer op een indicatie te krijgen als bijvoorbeeld de load-cell niet meer aangesloten is.

De grenswaarden zijn

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_CONFIG_WRITE	UInt8_t	0xA3	ALARM_CONFIG_WRITE
Sensor type	UInt8_t	0x02	HX711
Maximum	Int24_t	-	INT32_MAX (0x7FFFFFFF) zet deze controle uit
Minium	Int24_t	-	INT32_MIN (0x80000000) zet deze controle uit
Verschil	Int24_t	-	Een waarde boven de 0xFFFFF zet deze controle uit

Voorbeeld 1:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_CONFIG_WRITE	UInt8_t	0xA3	ALARM_CONFIG_WRITE
Sensor type	UInt8_t	0x02	HX711
Maximum	Int32_t	0x00003E80	16000
Minium	Int32_t	0xFFFFC180	-16000
Verschil	UInt32_t	0x000003E8	1000

	Hex bericht
Opdracht	0xA30200003E80FFFC180000003E8
Antwoord	0x00A300000000

Voorbeeld 2:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_CONFIG_WRITE	UInt8_t	0xA3	ALARM_CONFIG_WRITE
Sensor type	UInt8_t	0x02	HX711
Maximum	Int32_t	0x7FFFFFFF	2147483647
Minium	Int32_t	0x80000000	-2147483648
Verschil	UInt32_t	0xFFFFFFFF	1000

	Hex bericht
Opdracht	0xA3027FFFFFFF80000000FFFFFFFF
Antwoord	0x00A300000000

nRF ADC

Met de grenswaarden voor de ADC in de nRF52840 worden de batterij spanning en de nRF52 voedingsspanning gecontroleerd.

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_CONFIG_WRITE	UInt8_t	0xA3	ALARM_CONFIG_WRITE
Sensor type	UInt8_t	0x04	nRF ADC
Maximum	UInt16_t		UINT16_MAX (65535) zet deze controle uit
Minimum	UInt16_t		0 zet deze controle uit

Verschil	Uint16_t	UINT16_MAX (65535)zet deze controle uit
----------	----------	---

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_CONFIG_WRITE	Uint8_t	0x23	ALARM_CONFIG_WRITE
Sensor type	Uint8_t	0x04	nRF ADC
Maximum	Uint16_t	0x0CE4	3300 mV
Minimum	Uint16_t	0x0708	1800 mV
Verschil	Uint16_t	0x01F4	500 mV

Voorbeeld:

	Hex bericht
Opdracht	0xA3040CE4070801F4
Antwoord	0x00A300000000

5.1.43 36d/0x24 - ALARM_STATUS_READ

Lees de huidige alarm status uit. Een alarm wordt gegenereerd of uitgezet bij een nieuwe meting van de betreffende sensor. De DS18B20 temperatuur, HX711, BME280 en nRF ADC hebben maximum, minimum en verschil grenswaardes waar de meetwaarde tussen moet vallen om geen alarm te genereren. De verschil grens is ten opzichte van de vorige meetwaarde, mits de vorige meetwaarde valide is en dezelfde aantal meetwaardes of resolutie heeft.

Opdracht:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_STATUS_READ	Uint8_t	0x24	ALARM_STATUS_READ opdracht ID

Antwoord:

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
ALARM_STATUS_READ	Uint8_t	0x24	ALARM_STATUS_READ
Alarms status bits	uint8_t		bit 0 = DS18B20 bit 1 = BME280 bit 2 = HX711 bit 3 = Audio ADC bit 4 = nRF ADC

Alarmeren worden enkel gegenereerd op de DS18B20, BME280, HX711 en de nRF ADC. De index waarde wordt gebruikt om een bit hoog of laag te zetten in de alarm status byte die wordt teruggegeven.

Sensor	(Bit) Index
DS18B20	0
BME280	1
HX711	2

Audio ADC	3
nRF ADC	4
SQ_MIN	5
ATECC	6
BUZZER	7
LORAWAN	8
MX_FLASH	9
nRF_FLASH	10
Application	11

Voorbeeld 1:

	Hex bericht	Inhoud
Opdracht	0x24	ALARM_STATUS_READ
Antwoord	0x2404	ALARM_STATUS_READ, HX711

5.2 Bluetooth Low Energy

De nRF52840 zal de volgende services ondersteunen:

1. DIS: Device information service.
2. BAS: Battery service.
3. BEEP unieke service
4. Log uitlezen.
5. DFU: Nordic's firmware update service

Het apparaat zal zich adverteren als BEEPXXXX (Voorbeeld). Waarbij de laatste 4 karakters de 4 minst belangrijke karakters zijn van het DEVEUI in hexadecimaal. Als het DEVEUI bijvoorbeeld 0x01 23 45 67 89 AB CD EF is, dan is de BLE advertentie naam BEEPCDEF.

5.2.1 Pin code

De pincode is standaard "123456". Door middel van het BEEP protocol kan de pin code worden gewijzigd. De Pin code moet van de BLE specificatie altijd bestaan uit 6 ASCII getallen ('0' – '9').

De Pincode kan handmatig worden gereset door met een magneet de reed switch te bekrachtigen voor 30 seconden. De BEEPBASE zal direct bij het bekrachtigen van de reed switch twee korte tonen laten horen ter indicatie dat de BEEPBASE de BLE advertising heeft gestart. Als de pincode wordt gereset geeft de BEEPBASE dit aan met een lange piep met de standaard buzzer melodie 1. Melodie 1 is een lange pieptoon van 4 seconden.

5.2.2 Device information service

De device information service ondersteund de volgende karakteristieken met de volgende waarden:

- Manufacturer Name String: "BEEP"
- Model Number String: "BEEPBASE"
- Serial number String: "TODO:ATTEC"
- Hardware Revision String: "1.0"
- Firmware Revision String: "0.0.1"

5.2.3 Battery service

De Batterij service (BAS) geeft een grove geschatte batterij percentage aan. Het percentage is slechts een indicatie, aangezien batterijen een zeer sterke temperatuur en stroomverbruik afhankelijkheid hebben.

De batterij percentage wordt berekend over de som van 10 ADC metingen waarmee een gemiddelde batterijspanning in mV wordt berekend. Aan de hand van de nominale batterijspanning en de cutt-off batterij spanning wordt lineair een batterij percentage berekend.

Batterij cutt – off spanning: $mV_{cutt-off} = 1600\text{ mV}$

Battery nominaal spanning: $mV_{nom} = 3000\text{mV}$

gemiddelde batterij spanning: mV_{batt_gem}

$$mV_{batt_gem} = \frac{\sum ADC_{samples} \times 3600.0}{N_{samples} \times 4096.0}$$

$$Percentage = \frac{(mV_{batt_gem} - mV_{cutt-off}) * 100}{mV_{batt_gem} - mV_{cutt-off}}$$

Voorbeeld:

$$mV_{batt_gem} = \frac{32993 \times 3600.0}{10 \times 4096.0} = 2899.77\text{mV}$$

$$Percentage = \frac{(2899.77\text{mV} - 1600\text{ mV}) * 100}{3000\text{mV} - 1600\text{ mV}} = 92.84\%$$

De percentages worden afgerond op hele procenten, dus het batterij percentage wordt dan 92%

5.2.4 DFU

Nog niet geïmplementeerd, deze vereist altijd een bootloader met SDK15.3.

5.2.5 Beep service

De beep service heeft de volgende UUID:

UUID:	1bc3f8c5-ebc6-4050-ad4b-9f71d4a647be
Hex UUID	{0x1b, 0xc3, 0xf8, 0xc5, 0xeb, 0xc6, 0x40, 0x50, 0xad, 0x4b, 0x9f, 0x71, 0xd4, 0xa6, 0x47, 0xbe}

De volgende short UUID worden gebruikt voor de karakteristieken in de service:

Karakteristiek	Short UUID	Long UUID
Beep Service	0x68A1	BE4768A1-719F-4BAD-5040-C6EBC5F8C31B
DS18B20 meetresultaat	0x68A2	BE4768A2-719F-4BAD-5040-C6EBC5F8C31B
TX log	0x68A3	BE4768A3-719F-4BAD-5040-C6EBC5F8C31B
Beep Control Point	0x68B0	000068B0-0000-1000-8000-00805F9B34FB

Let op! NRF Connect geeft de Long UUIDs weer in omgekeerde volgorde!

5.2.5.1 DS18B20 temperatuur resultaat karakteristiek

De DS18B20 temperatuur resultaat karakteristiek geeft de laatste temperatuurmeting weer. Net als in het Beep protocol is de eerste byte het aantal sensoren en volgt er daarna een int16_t voor elke sensor met de temperatuur in honderdste graden nauwkeurigheid. Dus om de temperatuur om te rekenen naar graden Celsius moet het temperatuur getal worden gedeeld door honderd.

Byte	Inhoud
0	Aantal DS18B20 sensoren
(N * 2) + 0	MSB van int16_t temperatuur in honderdste graden nauwkeurigheid
(N * 2) + 1	LSB van int16_t temperatuur in honderdste graden nauwkeurigheid

Bijvoorbeeld:

01-08-98

Byte 0 is 1, dus maar 1 temperatuur sensoren.

De temperatuurwaarde is 0x0898/2200d, maar moet geïnterpreteerd worden als int16_t voor signedness. Door de waarde van 2200 te delen door honderd worden de temperatuur in graden berekend: $2200 / 100 = 22.00^{\circ}\text{C}$.

5.2.5.2 TX log data

De TX log karakteristiek wordt gebruikt om de data van de flash log te versturen naar de client, zodra hiervoor de opdracht wordt gegeven met de Beep Control Point.

Als het READ_FLASH command wordt gestuurd naar het BEEP control point met een valide offset, dan begint vervolgens de datastroom uit de log. Van alle berichten die worden ontvangen met de TX karakteristiek zijn de eerste twee bytes een frame counter in big endian, die altijd bij nul begint. Hiermee kan de cliënt controleren of dat er berichten ontbreken. De rest van alle data is log data. Alle log data bytes moeten samengevoegd worden voordat de data geïnterpreteerd kan worden volgens de omschrijving in het hoofdstuk "Flash log".

Voorbeeld vanuit nRF Connect:

```

I      09:34:06.734  Notification received from be4768a3-719f-4bad-5040-c6ebc5f8c31b, value: (0x)
00-00-02-25-30-31-30-30-30-31-30-30-30-32-30-30-30-30-30-30-31-30-30-30-30-32-45-37-30-
45-30-45-30-31-32-33-33-44-32-33-30-38-45-43-38-45-39-31-45-45-31-46-30-30-30-30-30-30-31-30-33-30-39-
31-44-30-30-30-30-30-31-0A-03-11-31-42-30-41-41-45-30-41-41-34-36-32-30-41-30-31-30-31-38-35-38-30-30-34-
30-32-30-38-35-46-30-38-35-39-0A-03-11-31-42-30-41-41-37-30-41-41-35-36-32-30-41-30-31-30-31-38-35-43-34-
30-34-30-32-30-38-35-33-30-38-35-46-0A-03-11-31-42-30-41-41-44-30-41-41-38-36-32-30-41-30-31-30-31-38-34-
45-46-30-34-30-32-30-38-35-33-30-38-35-33-0A-03-11-31-42-30-41-41-44-30-41-41-34-36-32-30-41-30-31-30-31-
38-35-30-35-30-34-30-32-30-38-34-44-30-38-35-39-0A-03-11-31-42-30-41-41-46-30-41-41-35-36-32-30-41-30
I      09:34:06.783  Notification received from be4768a3-719f-4bad-5040-c6ebc5f8c31b, value: (0x)
00-01-31-30-31-38-34-31-42-30-34-30-32-30-38-35-33-30-38-35-39-0A-03-11-31-42-30-41-41-39-30-41-41-38-36-
32-30-41-30-31-30-31-38-34-35-37-30-34-30-32-30-38-35-46-30-38-35-46-0A
received

```

De oranje gekleurde bytes geven de frame counters aan met de waardes 0 en 1.

5.2.5.3 Beep Control point

Het control point ondersteund het beep protocol, maar kan in tegenstelling tot LoRaWAN slechts een commando per keer aan. Als er geen notificaties aan staan worden gestuurde commando's wel uitgevoerd, maar wordt het antwoord nooit ontvangen door de zender.

5.3 LoRaWAN

De LoRaWAN stack zal zodra de BEEPBASE in een horizontale positie is beginnen met het initialiseren van de hardware en de LoRaWAN sleutels ophalen. Als LoRaWAN is uitgeschakeld door middel van het BEEP protocol of als een van de sleutels invalide is blijft de LoRaWAN communicatie uitgeschakeld.

De LoRaWAN sleutels zijn invalide als de gehele DEVEUI, APPKEY of APPEUI 0x00 of 0xFF is. Ook al is LoRaWAN aangezet via het BEEP protocol, als een van de sleutels incorrect is dan gaat de LoRaWAN stack naar een uit stand.

Als er nieuwe LoRaWAN sleutels via het BEEP protocol worden ingesteld moet de LoRaWAN stack gereset worden, zodat de nieuwe sleutels worden geladen. Totdat dit wordt uitgevoerd gebruikt de LoRaWAN stack de oude sleutels.

Als LoRaWAN opstart omdat het via het BEEP protocol is gereset of als de BEEPBASE in een horizontale positie wordt gelegd, dan gaat deze zich aan proberen te melden bij het back-end met de aangeleverde sleutels. De LoRaWAN stack gaat dan Join Request berichten versturen. Als er een gateway binnen het bereik van de BEEPBASE is en de mote is aangemeld bij het back-end, dan krijgt de BEEPBASE een Join Accept bericht terug.

Zodra de BEEPBASE is aangemeld bij het back-end, gaat deze eerst een bericht versturen met de firmware en hardware versie en het unieke ID van de ATECC. Als het back-end dit bericht mist, kan er met een downlink altijd achterhaald worden wat de firmware en hardware versies zijn.

Als er een downlink bericht wordt ontvangen wordt de payload gecontroleerd met het BEEP protocol. Indien er valide commando's zijn worden deze uitgevoerd. Eventuele antwoorden worden gebufferd door de LoRaWAN stack en verzonden met het eerste volgende uplink bericht.

5.3.1 Standaard bericht types

De volgende bericht types zijn gedefinieerd en worden aangegeven door de Fport waarde.

Berichttype	Fport	Bevat Beep Protocol veld
Sensor on	2	READ_FIRMWARE_VERSION, READ_FIRMWARE_VERSION
Keep alive	3	READ_nRF_ADC_CONVERSION, READ_HX711_CONVERSION, READ_DS18B20_CONVERSION
Alarm	4	De eerste byte in de payload geeft de actieve alarmen weer.
Uplink custom	5	Uplink payload wordt gespecificeerd door het beep protocol commando.
Downlink response	6	Bevat het antwoord op een downlink beep commando.

Tabel 3 – Berichttypes

5.3.2 Alarm bericht

Een LoRaWAN alarm bericht toont de alarmen die sinds het laatste LoRaWAN bericht actief zijn geweest. Dit betekent dat als er een alarm was gegenereerd voor een bepaalde meetwaarde,

maar de volgende meetwaarde heeft de de actieve alarm status al weer gereset, dat het alarm toch wordt verstuurd.

De inhoud van de alarm byte is als volgt:

Sensor	Sensor bit	Opmerking
DS18B20	0	
BME280	1	
HX711	2	
Audio ADC	3	Kan geen alarm genereren
nRF ADC	4	

De rest van de payload is volgens het beep protocol zoals voor een Keep-alive bericht.

Voorbeeld:

LoRaWAN Bericht:	0x041B0B370B2D640A01018BBA040208BD08D00C0A00FF0117006D0045002A001E0019001700150015000C07086C11D602A8
Inhoud:	Alarm: 0x04, bits: HX711 Saadc: Vcc: 2871 mV, Vbat: 2861 mV, Battery: 100% HX711: A128: 101306/0x018bba DS18B20 2 results:[0]: 0x08BD - 22.370 C, [1]: 0x08D0 - 22.560 C TLV FFT[10:0:255]0.0 Hz=279,401.7 Hz=109,803.3 Hz=69,1205.0 Hz=42,1606.6 Hz=30,2008.3 Hz=25,2409.9 Hz=23,2811.6 Hz=21,3213.2 Hz=21,3614.9 Hz=12 BME read: Temp=21.56 C, RH=45.66%, Pressure=680 hPa

6 Applicatie

6.1 Buzzer geluiden

De buzzer wordt gebruikt om de gebruiker te informeren van de staat van de BEEPBASE. Via BLE of LoRaWAN berichten kan de buzzer ook worden aangestuurd. De BEEPBASE geeft de volgende status indicaties:

Staat	Melodie/indicatie
Als de Beepbase verticaal wordt geplaatst en de Beep base uitschakelt.	Een lange piep
Als de BEEPBASE horizontaal wordt geplaatst of opstart nadat de batterijen zijn geplaatst.	Vier piepjes
Als de reed schakelaar wordt bekrachtigd met een magneet	Twee korte piepjes

6.2 Flash log

Om meetgegevens en andere informatie op te slaan wordt de MX25R6435 flash IC gebruikt met het fatfs bestand systeem om de gegevens op te slaan. Bij het opstarten wordt er altijd een opstart bericht geschreven naar de log met relevante gegevens zoals de bootcount en firmware en hardware versie nummers. Na elke meting op basis van het sample interval worden de meetgegevens volgens het BEEP protocol opgeslagen.

Data: ADC; Batterij en voedingsspanning, HX711 (1 kanaal), DS18B20 (2 temperatuur sensoren), FFT (10 resultaten), BME280

Hex payload :48*2 + 3	= 99 bytes per keer
Binair payload :48 + 3	= 51 bytes per keer
Hex payload: 5 minuten interval	= 0,8 Jaar
Hex payload 15 minuten interval	= 2.4 Jaar
Binaire payload 5 minuten	= 1.56 Jaar
Binaire payload 15 minuten	= 4.69 Jaar

6.2.1 Bericht opbouw

Om een opstart-bericht en een meetgegevens-bericht te onderscheiden begint elk bericht met een byte die het bericht type specificeert, vervolgens een byte die het aantal data bytes op geeft. Hierna volgt de data in binair formaat. Eerdere firmware versies <= 1.2.2 hadden de payload in ASCII karakters, maar dit haalde niet de gewenste data opslag. Aan het eind van elk bericht volgt er nog een new line feed karakter '\n'. Dit de weergave van de data in een tekst editor zoals notepad++ makkelijker aangezien elk bericht op een aparte regel wordt weergegeven.

Veld	Grote	Waarde	Omschrijving
Bericht identificatie	UInt8_t	1 of 3	Bericht types zijn volgens tabel 3. Enkel het Sensor on (1) en Keep alive bericht (3) types worden gebruikt
Payload grote	UInt8_t	> 0	
Payload	UInt8_t array [Payload grote]		
Bericht einde	UInt8_t	'\n' = 0x0A/10d	

Elk bericht type heeft een hexadecimale data payload met de volgende parameters die volgens het BEEP protocol zijn opgebouwd:

Berichttype	Fport	Bevat BEEP Protocol veld
Sensor on	2	READ_FIRMWARE_VERSION = 1d, READ_FIRMWARE_VERSION = 2d, READ_ATECC_READ_ID = 14d, READ_BOOT_COUNT = 31, READ_DS18B20_STATE = 3, READ_APPLICATION_CONFIG = 29,
Keep alive	3	READ_nRF_ADC_CONVERSION = 27, READ_HX711_CONVERSION = 10, READ_DS18B20_CONVERSION = 4
Alarm	4	Niet gebruikt
Uplink custom	5	Niet gebruikt
Downlink response	6	Niet gebruikt

Tabel 4 – Bericht inhoud

6.2.2 Opstart-bericht

Voorbeeld van een opstart bericht:

```
0x02250100010003000002000100000002e70e0e01233d2308ec8e91ee1f0000000b03091d0000010a
```

Bericht opbouw:

Veld	Inhoud
Berichttype	0x02/2d
Payload lengte	0x25/37d data bytes,
Payload[37]	0100010003000002000100000002e70e0e01233d2308ec8e91ee1f0000000b03091d000001
Bericht einde	0x0A/10d '\n'

Payload parameters

Hex	ID	Parameters
01000100030000	READ_FIRMWARE_VERSION = 1d	Firmware version: 1.3.0
02000100000002e7	READ_FIRMWARE_VERSION = 2d	Hardware version: 1.0 ID:190222
0e0e01233d2308ec8e91ee	READ_ATECC_READ_ID = 14d	ATECC ID: 01233D2308EC8E91EE
1f0000000b	READ_BOOT_COUNT = 31	Boot count: 11
0309	READ_DS18B20_STATE = 3	DS18B20 state: 9
1D000001	READ_APPLICATION_CONFIG = 29	App Config: ratio:0, interval 1 min

6.2.3 Meetgegevens bericht

Voorbeeld van een meetbericht:

```
0x03301b0a410a33590a0101893c040208e308e30c0a00ff00710014000f000d000d000a000a00090007000707086c11d602a80a
```

Bericht Opbouw:

Veld	Inhoud
Berichttype	0x03/3d

Payload lengte	0x30/48d data bytes
Payload[48]	1b0a410a33590a0101893c040208e308e30c0a00ff00710014000f000d000d000a000a00090007000707086c11d602a8
Bericht einde	0x0A/10d '\n'

Payload parameters

Hex	ID	Parameters
0x1B0AAE0AA462	READ_nRF_ADC_CONVERSION 0x1B/27d	Vcc: 2734 mV, Vbat: 2724 mV, Battery: 98%
0x0A01018580	READ_HX711_CONVERSION 0x0A/10d	HX711: A128: 99712/0x018580
0x0402085f0859	READ_DS18B20_CONVERSION 0x04/4d	DS18B20 2 results: [0]: 0x085F - 21.430 C, [1]: 0x0859 - 21.370 C
0x0c0a00ff00710 014000f000d000d 000a000a000900 070007	READ_AUDIO_ADC_CONVERSION 0x0C/12d	TLV FFT[10:0:255] 0.0 Hz = 113, 203.2 Hz = 20, 406.4 Hz = 15, 609.6 Hz = 13, 812.8 Hz = 13, 1016.0 Hz = 10, 1219.2 Hz = 10, 1422.4 Hz = 9, 1625.7 Hz = 7, 1828.9 Hz = 7,
0x07086c11d602 a8	BME280_CONVERSION_READ 0x07/7d	Temp=21.56 C, RH=45.66%, Pressure=680 hPa

7 Programmeren

7.1 BEEPBASE

De Beepbase moet na assemblage worden geprogrammeerd. Vanuit Ideeetron worden zip en hex files aangeleverd per release. De Hex file is voor het programmeren met een programmer, bijvoorbeeld een ARM flasher of een nRF528xx development board. De zip bestanden zijn voor firmware update via BLE, bijvoorbeeld de nRF Connect desktop of telefoon App. Om de zip en hex files te generen wordt een batch file gebruikt die de bootloader, applicatie en bootloader settings onder "Release" configuratie compileert en samenvoegt.

Voor de zip files wordt er ook nog gebruik gemaakt van encryptie door middel van nrfutil.exe, zodat enkel firmware die met dezelfde sleutels is gecompileerd als de bootloader geaccepteerd wordt door de bootloader.

Er worden altijd twee zip files aangeleverd: enkel de applicatie en bootloader, softdevice en applicatie in een. Die laatste is erg handig tijdens ontwikkeling, zodat altijd alle firmware compatibel is met elkaar en niet dat een oude bootloader een nieuwere applicatie niet kan laden. Hiervoor is wel de bootloader en applicatie versie nummer controle uitgeschakeld, omdat die anders niet accepteert dat bootloader of applicatie firmware met hetzelfde versienummer wordt overschreven. Als dit niet is uitgeschakeld weigert de bootloader de complete firmware update.

Voor de uiteindelijk product release is het aan de klant of dat de versie nummer controle weer ingeschakeld moet worden. Het voegt namelijk wel wat extra eisen en controle toe aan firmware releases en de firmware kan niet meer gedowngrade worden naar een vorige versie.

7.2 Programeer script.

Om de beepbase met de aangeleverde hex file te programmeren wordt de volgende batch file gebruikt:

```
@ECHO OFF
SET hw_major=1
SET hw_minor=0
SET hw_ID=190222
SET /A hw_reg_val=%hw_major%*65536 + %hw_minor%
SET jlink_id=682613435

ECHO Start programming HW %hw_major%.%hw_minor%; reg:%hw_reg_val%
start /B /wait nrfjprog --snr %jlink_id% --eraseall
start /B /wait nrfjprog --snr %jlink_id% --memwr 0x10001080 --val %hw_reg_val%
start /B /wait nrfjprog --snr %jlink_id% --memwr 0x10001084 --val %hw_ID%
start /B /wait nrfjprog --snr %jlink_id% --program Release/Beepbase.hex
start /B /wait nrfjprog --snr %jlink_id% --reset
ECHO Programming Done

GOTO End
:End
pause
```

Dit batch script zet niet de readback protectie aan!

Met de SET hw_major, hw_minor en hw_ID worden de hardware versie en id nummers in de UUICR geprogrammeerd. Deze waardes worden in de firmware gebruikt voor het tonen van de hardware versie in de DIS service en kunnen worden uitgelezen via het BEEP protocol.

Bovenstaande batch file heeft wel een vast Jlink ingesteld met ID 682613435. Dit zal aangepast moeten worden voor de programmer die wordt gebruikt. Het ID kan ook worden weggelaten, dan toont de driver een pop-up met de beschikbare interface bij elk batch commando als er meerdere programmers zijn.

7.3 nRFutil

Om de zip bestanden te creëren wordt er gebruik gemaakt van nRFutil.exe, een programma van Nordic dat hex bestanden kan encrypten voor DFU. Zorg er voor dat die in de map Util staat, aangezien deze executable niet in de repository systeem zit vanwege de grote van de applicatie. > 10Mb.

Voor ontwikkeling is nRFutil 5.2.0 gebruikt. Oudere versies kunnen problemen opleveren die geen duidelijke fout weergeven.

7.4 Segger Embedded Studio

Voor de ontwikkeling van de firmware is er gebruik gemaakt van Segger Embedded Studio, oftewel SES afgekort in de Nordic SDK. Om dit programma te gebruiken is er wel een gratis licentie nodig die wordt gekoppeld aan een hardware ID van de PC.

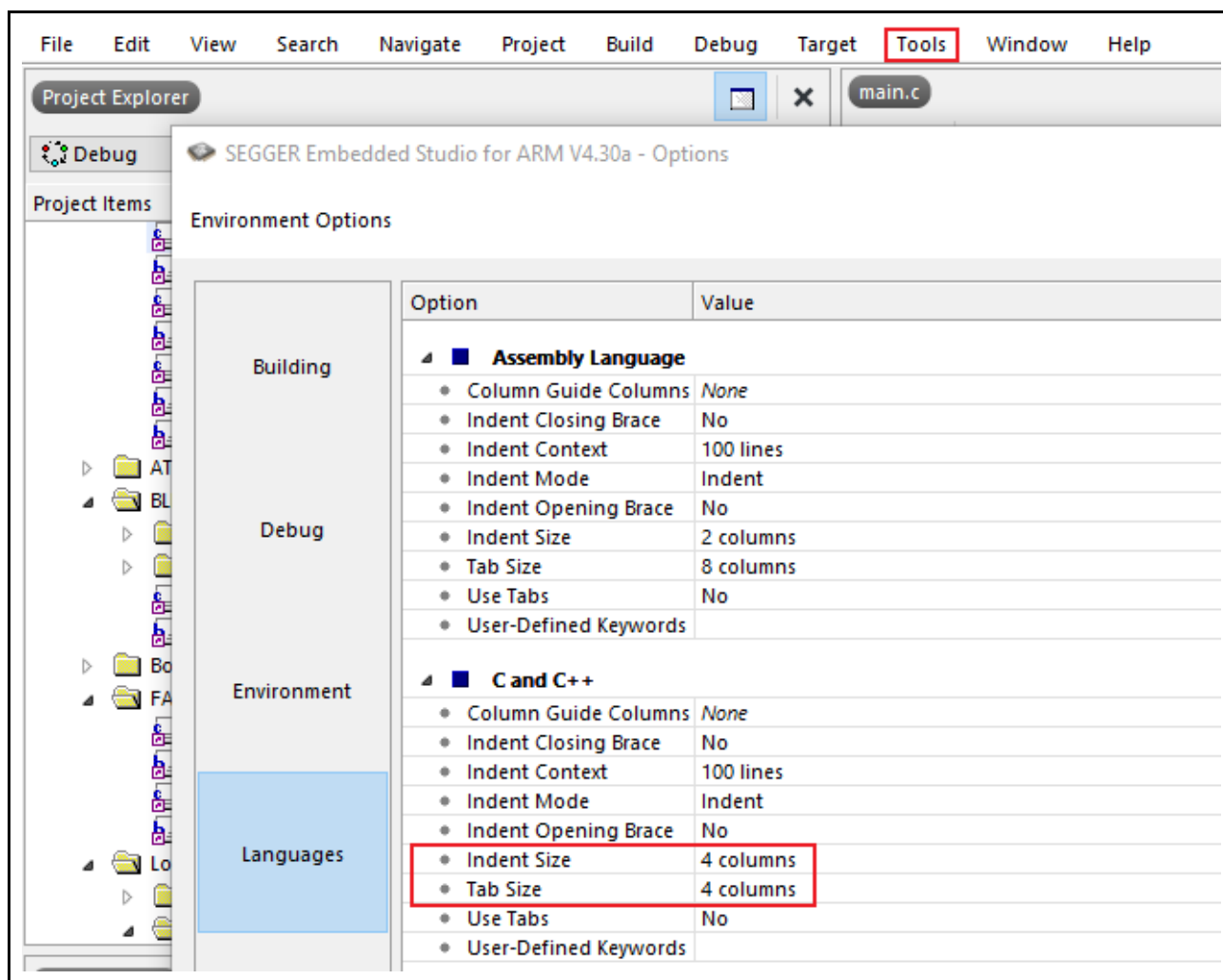
Een youtube video van Nordic Semiconductor hoe de licentie wordt aangevraagd via een browser is te vinden met de volgende link:

https://www.youtube.com/watch?v=fRAG6yOqt_4

7.5 Code editor aanpassingen

Standaard staat de editor op een incorrecte weergave van spaties en tabs. Hierdoor kan code die in SES netjes uitgelijnd lijkt te zijn een chaotische uitlijning te hebben wanneer er met een andere teksteditor de code wordt gelezen.

Om dit te verhelpen moet er in SES de Tab size ne Indent size worden ingesteld op andere waarden. Het opties scherm is te vinden onder het menu "Tools" > "Options" wat het options pop-up menu toont. Klik op de tab "Languages". Onder C and C++ wijzig de Indent size naar 4 columns en de tab size ook naar 4 columns. Klik op Ok om de instellingen op te slaan.



7.6 Applicatie debuggen

Om de applicatie te debuggen met de DFU service is er een bootloader nodig die de CRC check niet uitvoert en mee wordt geladen tijdens het debuggen. Om een bootloader te compileren is er een batch file gemaakt genaamd "Compile_Bootloader_SkipCRC" die de bootloader compileert onder een release die de CRC check negeert. Dit script is te vinden in de folder: \\Code\\nRF\\Util\\Program.

Als de bootloader firmware is aangepast of de source code is gedownload dient dit script eerst een keer te worden uitgevoerd om de hex file te creëren. SES zal bij het laden van alle files voor het debuggen wel een waarschuwing geven als de hex file ontbreekt.

Mocht er al een bootloader aanwezig is in de nRF52840 dan moet die eerst gewist worden om de nieuwe bootloader zonder crc check te programmeren.

7.7 Compilatie scripts

De volgende batch script zijn er in de source code in de map util/Program:

Batch file naam	Functie
Compile_Beep_release	<p>Compileert release versies van de applicatie en bootloader. Vervolgens worden die samengevoegd met het soft device om de hex file te creëren. Vanuit de verschillende gecreëerde batch hex files worden de zip file gecreëerd voor het updaten van de firmware over BLE.</p> <p>Outputs:</p> <p>Beepbase.hex: Hex file met bootloader, applicatie en soft-device die wordt geprogrammeerd bij productie. Om deze te programmeren is een programmer nodig zoals een nRF52 development kit of een SEGGER programmer.</p> <p>Beepbase_app: Zip bestand voor firmware update via Bluetooth Low Energy (DFU). Bevat enkel de applicatie</p> <p>Beepbase_sd_boot_app: Zip bestand voor firmware update via Bluetooth Low Energy (DFU). Bevat de applicatie, softdevice en de bootloader. Updaten wordt in twee stappen uitgevoerd. Eerst worden de bootloader en het softdevice ge-update en bij de tweede DFU actie wordt de nieuwe bootloader gebruikt om de applicatie te programmeren.</p>
Compile_Bootloader_SkipCRC	<p>Compileert een bootloader die geen CRC check uitvoert. Nodig voor het debuggen van een applicatie in SES.</p>
EnableRBP	<p>Zet de readback protectie aan. Hierna moet de BEEPBASE worden gerecoverd waarbij de volledig FLASH geheugen van de nRF52840 wordt gewist.</p>
erase	<p>Hiermee wordt een microcontroller die aan een programmer gewist.</p>
erase_682613435	<p>Hiermee wordt een microcontroller die aan een programmer met id 682613435 gewist.</p>

FICR_read	Batch file waarmee enkele hardware parameters van een nRF52840 chip kan worden uitgelezen, zoals silicon version.
program_BeepFirmware	Batch file die een aangesloten BeepBase programeerd met de gecompileerde hex file in de release map.

8 Elektrisch schema BEEP base PCB

