

**Beep Base breakdown**

Datum: 02-09-2019

Versie: 1.1

Titel: Beep Base Breakdown

Auteur: Adri Verhoef

# Revisie historie

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Versie** | **Datum** | **Wijziging** |
| 1.0 | 27-08-2019 | Eerste versie |
| 1.1 | 2-09-2019 | Uitbreiding op basis van feedback van Bart |

# Inhoudsopgave

[1 Revisie historie 2](#_Toc18332405)

[2 Inhoudsopgave 2](#_Toc18332406)

[3 Inleiding 4](#_Toc18332407)

[4 Onderdelen 4](#_Toc18332408)

[4.1 nRF52840 4](#_Toc18332409)

[4.2 AA batterijen 4](#_Toc18332410)

[4.3 DS18B20 temperatuur sensor 4](#_Toc18332411)

[4.4 HX711 rekstrook sensor 4](#_Toc18332412)

[4.5 Reedswitch 5](#_Toc18332413)

[4.6 TPS boostconverter en supply switch 5](#_Toc18332414)

[4.7 Buzzer 5](#_Toc18332415)

[4.8 Flash storage 5](#_Toc18332416)

[4.9 RFM95 5](#_Toc18332417)

[4.10 ATECC608A 5](#_Toc18332418)

[4.11 BME280 5](#_Toc18332419)

[4.12 TLV320ADC3100 5](#_Toc18332420)

[4.13 Logging 5](#_Toc18332421)

[5 BLE communicatie 6](#_Toc18332422)

[5.1 BLE services 6](#_Toc18332423)

[5.1.1 Device information service 6](#_Toc18332424)

[5.1.2 Battery service 6](#_Toc18332425)

[5.1.3 DFU 6](#_Toc18332426)

[5.1.4 BEEP en logging services 6](#_Toc18332427)

[5.1.5 Beep Control point 6](#_Toc18332428)

[5.1.6 Log uitlezen 7](#_Toc18332429)

[5.2 Beveiliging 7](#_Toc18332430)

[6 LoRaWAN 7](#_Toc18332431)

[6.1 Aanmelden 7](#_Toc18332432)

[6.2 Uplink 7](#_Toc18332433)

[6.3 Downlink 7](#_Toc18332434)

[7 Protocol 8](#_Toc18332435)

[7.1 Functionaliteit 8](#_Toc18332436)

[8 Applicatie gedrag 9](#_Toc18332437)

[8.1 Horizontaal 9](#_Toc18332438)

[8.2 Verticaal 9](#_Toc18332439)

[9 Breakdown 10](#_Toc18332440)

[10 Appendix 12](#_Toc18332441)

[10.1 Beep base Firmware specifications 12](#_Toc18332442)

[10.1 Beep app commissioning UX design 12](#_Toc18332443)

[11 User stories 12](#_Toc18332444)

[11.1 Commissioning the Beep base via the Beep app 12](#_Toc18332445)

[11.2 LoRa configuration 13](#_Toc18332446)

[11.3 Download sensor history 13](#_Toc18332447)

[11.4 Set measurement and LoRa transmission frequency 13](#_Toc18332448)

[12 Firmware 14](#_Toc18332449)

# Inleiding

Het Beep meet systeem (Beep Base) is een systeem voor het monitoren van een bijen kast 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.

# Onderdelen

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 voor DEVEUI.
* BME280 temperatuur, luchtvochtigheid en luchtdruk meten.
* TLV320ADC3100 Electret signaal conditioner en recorder voor Fourier analyse.

## 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.

## AA batterijen

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

## 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.

## 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.

## Reedswitch

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

## TPS boostconverter en supply switch

De TPS61291 boost converter wordt gebruikt om de batterij spanning te verhogen naar 3V als de batterij spanning 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 voedingspanning los te koppelen.

## Buzzer

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

## 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.

## 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.

## ATECC608A

De ATEC608A 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 DEVEUI van af te leiden en de Beep Base hardware-matig te identificeren in het back-end.

## BME280

Temperatuur, luchtvochtigheid en luchtdruk sensor van Bosch die op een 2 meter lange kabel wordt gemonteerd, zodat deze in het bijenhok kan worden geplaatst. Wordt via I2C aangestuurd door middel van de nRF52840.

## TLV320ADC3100

De TLV320ADC3100 is een audio ADC die twee electret microfoons kan voeden en kan uitlezen. De Audio meet data 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 frequentie banden, wat vervolgens wordt gelogd.

## 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.

# BLE communicatie

Bluetooth Low Energy (BLE) zal worden gebruikt om de Beep Base te configureren en om de gelogde gegevens uit te kunnen lezen. De BEEP Base zal niet continue adverteren via BLE, maar voor een bepaalde tijd als de gebruiker het reed-contact activeert met een magneet of de Beep Base in een nieuwe oriëntatie plaats.

## BLE services

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 BEEPXXXXXXXX (Voorbeeld). Waarbij de laatste 8 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 BEEP89ABCDEF.

Het DEVEUI wordt afgeleid van het unieke ID van de ATECC608A.

### Device information service

De device information service zal de volgende karakteristieken ondersteunen:

* Hardware versie: Enkel getal
* Firmware revisie: Major.Minor.Sub “buildname”. Bijvoorbeeld: 1.2.3 Debug
* Serial number: ATECC608A unieke key
* Manufacturer name: Beep

### 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.

### DFU

Nordic’s DFU service om de microcontroller van nieuwe firmware te voorzien via BLE en de bootloader. Er is voor de App ontwikkeling een SDK beschikbaar om de DFU uit te voeren.

### BEEP en logging services

De beep service wordt gebruikt om de sensoren te configureren, tijd instellingen te wijzigingen en handmatig een meting te laten uitvoeren door middel van een control point karakteristiek.

### Beep Control point

Het control point zal via een serieel protocol de verschillende commando’s uitvoeren en een reactie geven indien nodig. Een voorbeeld hiervoor is het Cycling Power Control point in de Cycling Power Service wat bestaat uit de volgende structuur:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Uint8\_t** | **Uint8\_t** | **Afhankelijk van Op code** |
| Op code | Response | Structuur |

De Opcode geeft het commando aan, bijvoorbeeld dat de fiets sensor de crank-lengte op een bepaalde lengte moet instellen. De response code wordt enkel voor het uitlezen van parameters gebruikt en geeft bijvoorbeeld aan of dat een bepaalde feature wel of niet wordt ondersteund of succes vol is uitgevoerd. De structuur bevat voor het lezen en schrijven de parameter of data waarvan het type wordt gespecificeerd in het protocol.

### Log uitlezen

Het uitlezen van de gelogde data wordt waarschijnlijk een bestaande BLE service zoals het Object Transfer Service (OTS). Dit vergemakkelijkt App ontwikkeling significant als er al reeds bestaande service zijn geïmplementeerd.

## Beveiliging

Omdat er via BLE parameters ingesteld kunnen worden zoals de LoRaWAN keys, is het nodig om de Beep Control Point en de log uitlees service te beveiligen met een Pin Code. Dit roept weer de volgende problemen op:

* Wijzigen van de pin code
* Resetten van de pincode als de pincode wordt vergeten of na reparatie of onderhoud.

# LoRaWAN

Voor het doorsturen van directe metingen, alarmering en status updates wordt LoRaWAN 1.1 gebruikt. Door middel van downlink berichten kan er op afstand intervallen of andere parameters worden gewijzigd.

## Aanmelden

Voor het aanmelden op het LoRaWAN netwerk wordt OTAA gebruikt aangezien dit de beveiligde manier van aanmelden is. Bij ABP zijn alle sessie parameter altijd hetzelfde.

Als de sensor opnieuw opstart zal deze zich opnieuw aanmelden bij het LoRaWAN netwerk met OTAA.

Met de App zal er eerst via BLE de DEVEUI, APP KEY en APPEUI ingesteld moeten worden voordat de Beep Base zich zal kunnen aanmelden bij het back-end. Als de LoRaWAN instellingen worden aangepast zal de sensor zich opnieuw moeten aanmelden en alle bestaande sessie, encryptie en levensduur gegevens moeten wissen.

## Uplink

Met uplink berichten kan er met de FPORT waarde een bericht type worden gespecificeerd, zolang als er valide FPORT waardes worden gebruikt die niet door het LoRaWAN protocol al reeds worden gebruikt.

Het eerste LoRaWAN bericht na het aanmelden kan bijvoorbeeld altijd een bericht type zijn met daarin de volgende gegevens:

* Firmware versie
* Hardware versie
* Unieke ID ATECC608A

Bij grote veranderingen in meet resultaten kan er een alarm LoRaWAN bericht worden gestuurd met specifiek die sensor’s meet resultaten.

## Downlink

Via Downlink berichten zal via het zelfde protocol als de Beep control point parameter ingesteld kunnen worden. In tegen stelling tot BLE zullen meerdere berichten in een enkel LoRaWAN bericht worden samengevoegd.

# Protocol

Voor LoRaWAN en BLE is het handig als beide communicatie methodes zoveel mogelijk gelijk zijn, zodat de implementaties zo simpel mogelijk is. LoRaWAN zal wel een aantal standaard berichten hebben die er op het LoRaWAN interval worden verstuurd, maar voor downlink berichten is het handig als die dezelfde structuur gebruiken als de Beep control point voor het schrijven en lezen van parameters.

Enkel het uitlezen van de logging zal niet gaan over LoRaWAN.

## Functionaliteit

De volgende functionaliteit is er gewenst die instelbaar of uitleesbaar moet zijn.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **#** | **Functionaliteit** | **Opmerking** |
| 1 | Uitlezen firmware versie | Hard coded in firmware |
| 2 | Uitlezen firmware string | Hard coded in firmware |
| 3 | Uitlezen hardware versie | Lezen en schrijven |
| 4 | DEVEUI | Lezen en schrijven |
| 5 | APPKEY | Lezen en schrijven |
| 6 | APPEUI | Lezen en schrijven |
| 7 | LoRaWAN status: uit/aan, joined, dutycycle limiet | Lezen |
| 8 | LoRaWAN bericht trigger | Schrijven |
| 9 | LoRaWAN bericht frequentie | Lezen en schrijven |
| 10 | Meet interval sensoren instellen | Lezen en schrijven |
| 11 | Flash opslag interval instellen | Lezen en schrijven |
| 12 | Sensor verandering alarm trigger % | Lezen en schrijven per sensor |
| 13 | Sensor conversie trigger. | Lezen en schrijven |
| 14 | ATECC608A 72 bit (9 bytes) uniek serie nummer | Lezen |
| 15 | Batterij spanning / percentage | Lezen |
| 16 | DS18B20 temperatuur[index] | Lezen per sensor |
| 17 | DS18B20 resolutie optioneel ID | Lezen en schrijven per sensor |
| 18 | HX711 meetresultaten A & B | Lezen |
| 19 | HX711 versterking en offset instellen | Lezen en schrijven |
| 20 | Tilt sensor positie | Lezen |
| 21 | Tilt sensor hysteresis instellingen | Lezen en schrijven |
| 22 | Reedswitch state | Lezen |
| 23 | ADC FFT resultaat lezen | Lezen |
| 24 | ADC FFT instellen: frequentie, bins. | Lezen en schrijven |
| 25 | BME280 temperatuur, luchtvochtigheid en luchtdruk resultaten lezen | Lezen |
| 26 | BME280 instellingen wijzigen | Lezen en schrijven |
| 27 | BLE Pincode wijzigen | Lezen en schrijven |
| 28 | Buzzer activeren/uitschakelen | Lezen en schrijven |
| 29 | Buzzer aansturen: freq, Ton, Toff, repeatCount | Schrijven |

# Applicatie gedrag

De Beep base applicatie heeft de volgende oriëntatie staten:

* Verticaal
* Horizontaal

Afhankelijk van de oriëntatie zal de sensor extreem low power zijn om een zo laag mogelijk batterij verbruik te hebben of periodiek alle sensoren meten.

Als de gebruiker de reed switch bekrachtigd, wordt de Beep Base wakker en begint deze BLE te adverteren voor X minuten. Via de BLE interface kan de Beep Base worden ingesteld met de Beep App.

Als de BLE verbinding vervalt blijft de sensor nog X minuten adverteren. Zonder activiteit gaat de Beep Base terug naar de oriëntatie modus.

## Horizontaal

De Beep Base gaat zonder activiteit of actieve BLE verbinding naar een zo laag mogelijk energie verbruik waarbij er geen LoRaWAN berichten worden verstuurd.

## Verticaal

Wanneer de Beep Base in een verticale staat wordt geplaatst worden alle sensoren geconfigureerd en probeert de sensor zich via OTAA op het LoRaWAN netwerk aan te melden.

De Beep base meet vervolgens alle sensoren periodiek en logt de data in het flash geheugen. Periodiek verstuurd de Beep Base ook een LoRaWAN bericht met daarin de meetwaarden van enkele sensoren. Bij een grote verandering in meetwaarde van een sensor wordt er door middel van een LoRaWAN bericht alarm geslagen.

Bij wijzingen van sensor parameters wordt bij de eerst volgende meting de nieuwe parameters overgenomen.

Als er een of meerdere LoRaWAN parameters via de BLE control point worden gewijzigd, wordt de huidige LoRaWAN sessie direct gestopt. Nadat de gebruiker de BLE verbinding heeft verbroken of handmatig de LoRaWAN communicatie heeft aangezet, zal er een nieuwe OTAA aanmelding worden uitgevoerd.

# Breakdown

Breakdown van taken en uren inschatting:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Taak** | **Inhoud** | **Uren** |
| **Opzetten project** | SES project beginnen, SDK van Nordic toevoegen, repository toevoegen. | 2 |
| Bestaande LoRaWAN code importeren en flash opslag, timestamping. | 2 |
| Beep PCB pin definities. | 1 |
| Compilatie scripts voor hex file en DFU zip file generatie. | 1 |
| Bootloader | nRF52 Bootloader toevoegen aan project. | 4 |
| IO configureren | 1 |
| Low power maken | 1 |
| Invalid Applicatie bootloader sleep | 1 |
| **Applicatie** | |  |
|  | Sensoren samenvoegen en reageren op BLE, LoRaWAN berichten en de verschillende stimuli. | 16 |
|  | Low power optimaliseren van alle sensoren | 16 |
|  | Pin code resetten | 2 |
| **Sensoren/actuatoren** | |  |
| IO | IO beheren voor power switch en boost converter. Bit-bangen RFM sleep mode. | 2 |
| Batterij spanning | Batterij spanning meten met ADC | 4 |
| DS18B20 | One-wire implementeren: | 8 |
| Meerdere sensoren ID’s uitlezen, aansturen en uitlezen | 4 |
| HX711 | communicatie implementatie | 8 |
| Instellen gain en offset. |
| SQ-SEN-645 tilt | Debouncen en pinchange detectie | 2 |
| Reed switch | Gebruikers interactie | 1 |
| Buzzer | PWM opzetten en deuntjes maken | 8 |
| nRF52840 Intern flash | Opslaan instellingen | 4 |
| Extern Flash | Loggen via een nader te bespreken protocol. | 16 |
| Uitlezen log via BLE. | 8 |
| Wissen log via BLE. | 1 |
| Audio | I2S opzetten | 8 |
| TLV320ADC3100 aansturen via I2C. | 4 |
| FFT over de sample data. | 16 |
| ATECC608A | Microchip library implementeren en combineren met I2C code. | 8 |
| ID uitlezen |
| BME280 | Aansturen en uitlezen met I2C | 8 |
| **LoRaWAN communicatie** | |  |
|  | Integreren in project. | 8 |
| Uplink berichten samenstellen, | 8 |
| Downlink berichten afhandelen | 8 |
| Instelbaar maken van LoRaWAN keys voor LoRaWAN 1.1 | 4 |
| **BLE communicatie** | |  |
| DIS service | Hardware versie nummer, Firmware versie en serienummer | 2 |
| BAS service | Batterij percentage simpele implementatie, niet nauwkeurig. | 2 |
| DFU service | Nordic’s Firmware update service integreren | 4 |
| Zip file generatie testen |
| Pin code bescherming | Lezen en schrijven van de pincode, niet hardcoded | 8 |
| Beep service | BEEP control point implementeren. | 24 |
| Commando’s implementeren |
| Commando’s testen en documenteren. |
| Object transfer service | Service implementeren | 8 |
| Testen met flash uitlezen en verzenden in combinatie met het softdevice. | 8 |
| **Documenteren** | |  |
|  | Documenteren applicatie gedrag | 4 |
|  | BLE BEEP control point en andere services. | 8 |
| LoRaWAN berichten documenteren |
| **Overig** | |  |
|  | Overleg | 16 |
|  | Testen met klant | 8 |
|  | Ondersteuning App ontwikkeling | 8 |
|  | **totaal** | 285 |

# Appendix

## 10.1 Beep base Firmware specifications

Copied 2-09-2019 10:24 from Beep Google docs.

|  |
| --- |
| Beep base firmware specifications  The Beep measurement system (Beep base) is a system to put under a bee hive that measures weight, temperature and sound in the hive, and temperature and humidity outside the hive. https://lh6.googleusercontent.com/Yg-l8RY7pAKXjlPluE85J1qhJw5nBz5aJuzdNWIfpz8dQPWsBJdLtX-WpJg7p4CCHjIVsHE_7hk15o_2Z8gTZmGC8SWsIQvSlGHRvj3aephjbrcYX68sEwUjMg3KaTQvc4n9qEHU  The Beep app is a native app that will aid in commissioning the Beep base and add it to the users’ Beep account. A Beep account is a user account for storing hive, inspection and measurement data on the Beep server. The Beep API is available for both native app, as well as web app and measurement data provider HTTP integration (e.g. TTN, Simpoint, third party, etc.). Beep app commissioning UX design Hereby the link to the testable XD design flow for adding a Beep base, Apiary, and/or Hive.  <https://xd.adobe.com/view/fc682c62-f0ae-4440-7396-94ef358d4e89-8a59/> User storiesCommissioning the Beep base via the Beep app As a Beep user, I would like to setup the Beep Base with my phone over Bluetooth:   1. I download the Beep app 2. I create a Beep account (email, password) with e-mail verification 3. I select the app option: “Add a Beep Base measurement system” 4. I hold the magnet near the magnet indicator icon on the grey box of the Beep base, or tilt it to wake it up and enable the Bluetooth connection. A short Beep sounds. 5. The Beep app indicates that it sees a new Beep Base 6. The Beep app checks the last sensor values    1. If there are no sensor values, it triggers the Beep base to measure the sensors 7. The Beep app displays the last measured sensor values  LoRa configuration As a user I would like to add a new Beep base to my Beep account.   1. I select ‘auto configuration’    1. The Beep app reads the Dev EUI from the Beep Base    2. The Beep app creates a TTN Device via the Beep backend and TTN API    3. The Beep app receives the LoRa credentials    4. The Beep app sets the LoRa credentials into the Beep Base    5. The Beep app triggers the Beep Base to send a simple LoRa message, that checks the TTN LoRa connection via the Beep backend and TTN API    6. If TTN received a message from the Dev EUI, there is LoRa reception       1. Finish the setup and choose a PIN for the bluetooth connection       2. The PIN is stored in the users’ Beep account    7. If not, try again for 2 times.    8. If there is no connection, go to manual configuration 2. I select ‘manual configuration’    1. The Beep app displays documentation on how to set custom LoRa to HTTP REST API commands    2. The Beep app reads the Dev EUI from the Beep Base    3. The Beep app provides the means to set OTAA or ABP settings       1. Dev EUI (pre-filled with connected Beep base Dev EUI)       2. Application EUI       3. App key    4. The Beep app sets the LoRa credentials into the Beep Base    5. The Beep app triggers the Beep Base to send a simple LoRa message, that checks the LoRa connection via the Beep backend    6. If TTN received a message from the Dev EUI, there is LoRa reception       1. Finish the setup and choose a PIN for the bluetooth connection       2. The PIN is stored in the users’ Beep account    7. If not, try again for 2 times.    8. If no connection, show how to download sensor measurements via bluetooth.  Download sensor history As a Beep base user, I would like to occasionally download the measurement data from the Beep base via BlueTooth in case of missing data, or not having a LoRa network reception. I would like to only download the missing data, or data from the last consecutive measurement date until now.   1. I select app menu option: ‘Download data’ 2. The app tells me to wake up the Beep base by a magnet, or tilt action 3. App tries to connect to Beep base    1. I hold the magnet near the magnet indicator icon on the grey box of the Beep base, or tilt it to wake it up and enable the Bluetooth connection. A short Beep sounds.    2. The Beep app indicates that it sees the Beep Base. 4. App gives the command to read all sensor measurement history from the last point that I have a consecutive measurement log (2019-08-01) 5. App translates the downloaded BLE data to sensor measurements and feeds it to the Beep API, so that the measurements are up to date.  Set measurement and LoRa transmission frequency As a user, I would like to set the measurement and transmission frequency from once per 15 minutes to once per 4 hours to save battery power in winter time. Firmware The firmware should expose BTLE commands with which the following items can be set and requested by the native iOS and Android app, providing the functionality given in the above mentioned use cases and UX design.   * Timing measurements   + Set frequency for wakeup   + Set frequency for reading and saving sensor values to Flash * Timing verzenden LoRa   + Set frequency in sec (8-604800 sec) of minimal send time (send\_min\_sec)   + Set threshold per sensor for % change on basis of running average of past 3 sensor measurements     - Over threshold: directly send a LoRa message => direct\_sent\_count++     - Set next sending windiw: max(8, send\_min\_sec\*(direct\_sent\_count/10))     - If sent by timer, than direct\_sent\_count = 0 * Read sensor values   + Chip Device EUI     - Value   + Battery     - Voltage (2 decimals)   + DS18B20     - Sensor index [0-100]: (2 decimals Degrees Celsius)   + HX711     - Raw value channel 0 (0 decimals)     - Raw value channel 1 (0 decimals)   + Tilt sensor     - State (0/1 laying down)   + Reed switch     - State (0/1 closed)   + ADC FFT     - 10 bins van 100-600 Hz (count per bin)   + I2C BME280     - Temperature (1 decimal Degrees Celsius)     - Humidity (0 decimals %RH)     - Air pressure (0 decimals hPa) * Set sensor values   + HX711     - Gain     - Offset   + DS18B20     - mode (for output precision)   + LoRa     - Dev EUI (Hex 8 byte string)     - App EUI (Hex 16 byte string)     - App key (Hex 16 byte string)   + ADC amount of bins for FFT     - Min frequency (Hz, int)     - Max frequency (Hz, Int)     - Amount of bins (int) |