



Multiflexmeter (MFM)  
Specificatie HW



ELECTRONICS  
SOFTWARE  
MECHATRONICS  
MANUFACTURING

Project : P22296  
Product : -  
Klant no. : -

Klant : Provincie Zeeland  
Auteur : Dekimo Goes  
Bestand : P22296-1-SPEC-2.0 MFM Hardware.docx

## Historie

Datum	Versie	Opmerkingen / Wijzigingen	Paraaf
28-06-2023	1,0	Initiële versie	
06-07-2023	1,1	Commentaar provincie verwerkt Update blokschema nav implementatie	
03-08-2023	1,2	Kleine wijzigingen nav schema/layout bespreking.	
10-08-2023	1,3	Commentaar MvE verwerkt (vrijgegeven door Mick 13-08-2023)	
27-09-2023	1,4	Definitie varianten (standaard/FOTA/optioneel) opgenomen Update Sensormodule Update connector pinout Power schema geupdate In tekst functie low power mode aangegeven Commentaar MvE verwerkt	
31-10-2023	1,5	Kleine wijzigingen Update sensormodule communicatie Update voedingsschema MFM	
12-12-2023	1,6	MTBF berekening eis op 10jaar gezet. Typo Vswitched naar Vsensormodule aangepast Digitale bus specificaties bijgewerkt naar laatste stand Afmetingen extension board aangepast. Spanningsrange toegevoegd aan voedingsrail blokschema Kristal optie verwijderd Wake up source gewijzigd in soldeerjumper Kleine wijzigingen	
12-02-2024	1,7	Commentaar MvE verwerkt BAT alert IRQ niet operationeel, bat monitor inactief is in slaap Layout opmerking vervallen, niet meer relevant.	
27-02-2024	1,8	Opmerking gratis / open circuitmaker verwijderd Stroomlimiet verduidelijkt	
03-06-2024	1,9	Refdessen bij jumpers toegevoegd.	
29-01-2025	2,0	Kopieren verklaring verwijderd.	

1	Lijst met afkortingen .....	4
2	Inleiding .....	5
2.1	Achtergrond .....	5
2.2	Referentie documenten .....	5
3	MFM basis systeem .....	6
3.1	MFM basis systeem details .....	6
3.1.1	MFM basis Lora .....	7
3.1.2	MFM basis voeding/energieanalyse .....	8
3.1.3	MFM basis configuratiemethode.....	11
3.1.4	MFM basis werking .....	11
3.1.5	MFM basis dataopslag .....	11
3.1.6	MFM basis digitale bus .....	12
3.1.7	Mechanische eisen MFM basismodule.....	14
3.2	MFM druksensor-module specificaties .....	14
3.2.1	MFM druk sensor module voeding .....	15
3.2.2	MFM druk sensor data inwinning.....	15
3.2.3	MFM druk sensor module communicatie.....	16
3.2.4	MFM druk sensor module sensor aansluiting RS485.....	16
3.2.5	MFM druk sensor module sensor aansluiting One Wire.....	16
3.2.6	Mechanische eisen MFM sensormodule .....	17
3.3	MFM expansion board .....	18
4	Software MFM basis module.....	19
4.1	Software MFM druk sensor module.....	20
5	Oplevering .....	21
6	EMC, veiligheid en omgeving.....	21

## 1 Lijst met afkortingen

Afkorting	Betekenis
AC	Alternating Current
ADC	Analog Digital Converter
AFE	Analog Front End
CDC	Communication Device Class
CLI	Command Line Interface
DC	Direct Current
FOTA	Firmware Over The Air
GPIO	General Purpose Input/Output
I2C	Inter IC communication
IC	Integrated Circuit
Lora	Long Range communicatie protocol
MFM	Multiflexmeter
MCU	Microcontroller
MSC	Mass Storage Class
NFC	Near Field Communication
PCB	Printed Circuit Board
PCIe	Peripheral Component Interconnect Express
PTC	Positive Temperature Coefficient
QFN	Quad flat no leads. (IC behuizing)
RTC	Real Time Clock
SPI	Serial Peripheral Interface
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
UFL	Miniature RF connector
USB	Universal Serial Bus

## 2 Inleiding

Dit document is de Specificatie HW van de Multiflexmeter.

### 2.1 Achtergrond

Provincie Zeeland gaat het grondwatermeetnet digitaliseren. De afgelopen jaren is er geïnvesteerd in het ontwikkelen van een oplossing op basis van de MultiFlexmeter (MFM). Dit heeft geresulteerd in een geslaagde veldtest en een goed werkend prototype. Om tot serieproductie te komen is een professionele doorontwikkeling van de MFM-Basismodule en de MFM-Grondwater-sensormodule noodzakelijk.

De basismodule van de huidige MultiFlexmeter bestaat uit een microcontroller, een voeding en een LoRa-communicatiemodule, samengebouwd in een robuuste, weer- en vandalismebestendige behuizing. De MFM is ontworpen om na installatie 10 jaar zonder onderhoud te kunnen werken. Het betreft hier dus een zeer energiezuinige oplossing. Op de MFM-Basismodule kunnen verschillende meetsensoren middels een (sensor-afhankelijke) module worden aangesloten. Hierdoor krijgt de MFM zijn toepassing.

Voor de grootschalige toepassing om het Zeeuwse grondwatermeetnet te digitaliseren is een professionele doorontwikkeling van het huidige prototype op basis van een andere microcontroller nodig, zie voor achtergrond informatie: <https://www.multiflexmeter.nl/pilot-druksensoren-voor-grondwater/>

Deze opdracht betreft op hoofdlijnen:

- Het doorontwikkelen (hard- en firmware) van de MFM-Basismodule op basis van de STM32WL55CCU6 microcontroller;
- Het doorontwikkelen (hard- en firmware) van de MFM-Grondwatersensor module waarop 2 digitale druksensoren worden aangesloten per module;
- Het produceren en leveren van 750 MFM-Basismodules en 500 MFM-Grondwatersensor modules.

Hierbij is het van belang dat de MultiFlexmeter een open source project is en blijft.

### 2.2 Referentie documenten

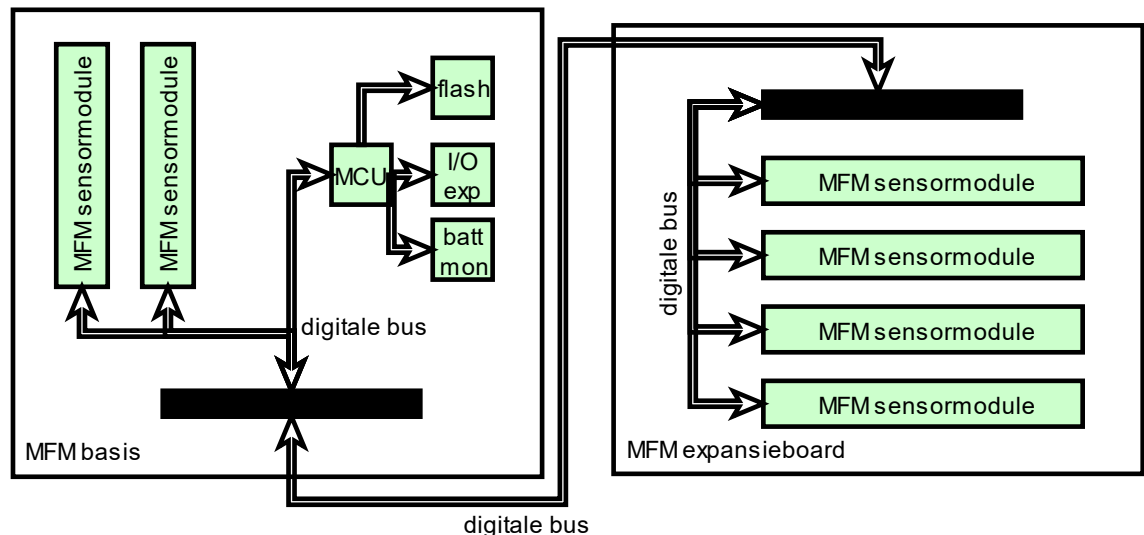
Onderstaande documenten vormen de basis van dit document. Omdat eisen verspreid zijn over meerdere documenten die niet meer up to date zijn vormt deze specificatie de basis van de MFM ontwikkeling.

Referentie	Document	Document naam
Ref1	Tender aanvraag	Offerteaanvraag aanbesteding onderzoek en doorontwikkeling Multiflexmeter(29061769).pdf
Ref2	Programma van eisen	Bijlage 3- Programma van Eisen(29061765).docx
Ref3	Vraag & Antwoord	Vraag & Antwoord export aanbieder 2 <sup>de</sup> ronde.xlsx
Ref4	MW offerte behuizing	Offerte P22-296-010-010 MW behuizing, 20230512.pdf
Ref5	MW offerte kans	Offerte P22-296-010-010 MW Fota, 20230512.pdf

### 3 MFM basis systeem

Het MFM systeem bestaat uit een basismodule welke samen met 2 sensormodules in een vooraf gedefinieerde behuizing moet passen. Op de basismodule is er nu ruimte voor maximaal 2 sensormodules. Er wordt een expansieboard ontwikkeld waarbij tot en met 4 extra sensormodules verbonden kunnen worden met de MFM basismodule dmv een kabel verbinding.

Zie hieronder het high level blokschema.



Figuur 1: high level blokschema MFM basis met sensormodules en expansionboard

#### 3.1 MFM basis systeem details

De MFM basismodule is opgebouwd rond een MCU, STM32WL55CCU6, een dual core ARM mcu in een 48 pins QFN behuizing. Deze MCU is de master en stuurt alle sensormodules aan. Een sensormodule is standaard afgeschakeld om het stroomverbruik zo laag mogelijk te houden. Deze MCU wordt direct gemonteerd op de PCB en bevindt zich niet in een module.

Sensormodules communiceren via een digitale bus. Deze wordt nader gespecificeerd in 3.1.6.

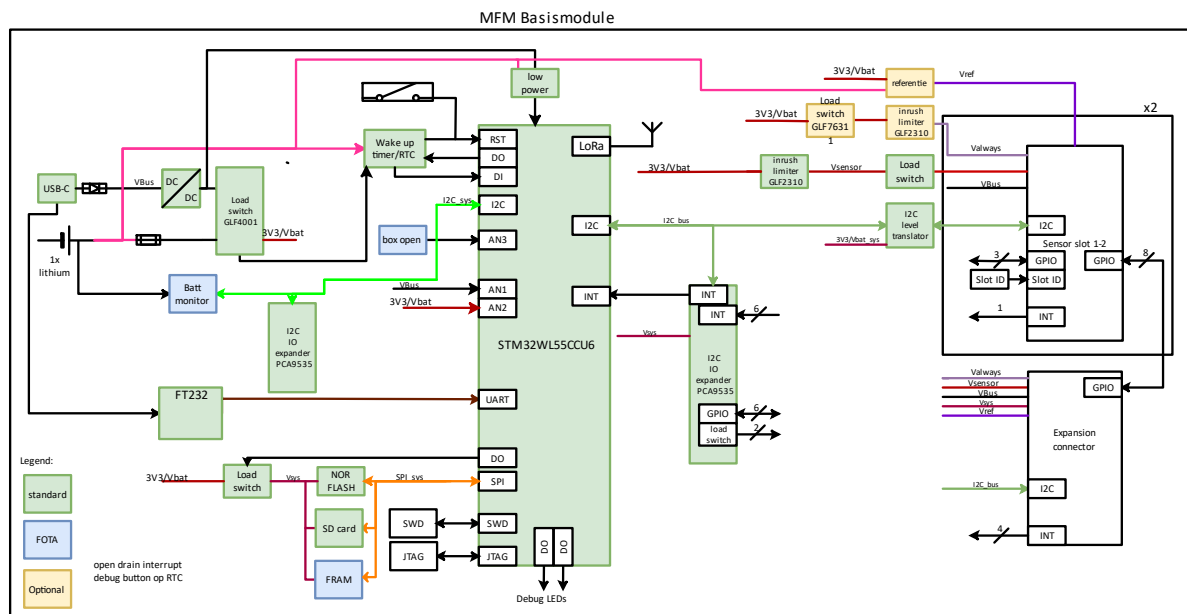
De vitale functies (I<sup>2</sup>C bus voor basismodule-functies, SPI-bus voor flash) van de MFM basismodule worden gescheiden van de sensormodules dmv aparte communicatie-bus voor de MFM sensormodules.

Op de basismodule kunnen 2 sensormodules aangesloten worden.

Er is een kastopen-detectie op basis van lichtmeting<sup>1</sup>. Als de kast open gemaakt wordt komt er meer licht in waardoor de detectie activeert. Deze zal dan direct de MCU wakker maken en die kan dan een melding doen.

Hieronder staat het gedetailleerde blokschema, de blauwe blokken zijn niet standaard bestucked. Dit zijn kansen die in de toekomst toegevoegd zouden kunnen worden.

<sup>1</sup> Kast open detectie optioneel, zie Tabel 1: MFM basis bestuckingsvarianten



Figuur 2: MFM basismodule overview. blauw ingekleurde blokken zijn kansen

Spec ID	Requirement
	Basismodule MCU is STM32WL55CCU6
	Op de basismodule is er ruimte voor 2 sensormodules
	Via een expansion-connector kan er een expansionboard aangesloten worden waarop 4 extra sensormodules bevestigd kunnen worden
	Tbv ontwikkeling wordt toegevoegd: <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 debug-leds</li> <li>- 1 reset-knop</li> <li>- Dipswitch met 2 posities</li> <li>- In voedingslijnen 0 Ohm weerstanden</li> <li>- Testpunten waar mogelijk</li> </ul>
	Op de basismodule komt een kastopen-detectie <sup>1</sup> op basis van omgevingslicht.

Hieronder staat ook een tabel waarin aangegeven wordt welke componenten wel/niet bestucked worden bij welke variant.

Tabel 1: MFM basis bestuckingsvarianten

Component	Standaard	FOTA	Optioneel
Batterij monitor	Niet	Wel	Wel
Kast open	Niet	Wel	Wel
SD kaart houder	Niet	Wel	Wel
RTC	Wel	Wel	Wel
Oscillator	Wel	Wel	Wel
2.5V referentie (Vref)	Niet	Niet	Wel
Always ON circuit (Valways)	Niet	Niet	Wel

### 3.1.1 MFM basis Lora

De gekozen MCU dient de verzamelde data te versturen via Lora. Er is een antenne voor gedefinieerd, de ANT-PUKDB van RF Solutions. In het ontwerp moet er rekening mee worden gehouden dat ook de ANT-868-WRT-SMA van Lynx kan worden toegepast. De antenne wordt aangesloten op een SMA connector op de MFM basismodule.

Spec ID	Requirement
	Er wordt alleen gebruik gemaakt van Lora voor EU op 868MHz.

Spec ID	Requirement
	Er is 1 antenne-aansluiting in de vorm van een straight-mounted SMA, female, standard polarity.
	Voor testen en verificatie wordt uitgegaan van antenne ANT-PUKDB van RF solutions.
	Er wordt een gecombineerde footprint toegepast om zowel een TCXO als XTAL als klokgenerator te kunnen gebruiken. (ivm evt eisen Lora class C)

### 3.1.2 MFM basis voeding/energieanalyse

#### Voeding

De primaire voeding bestaat uit 1 primary lithiumbatterij van het type Li-SOCl<sub>2</sub>. Deze voedt het hele systeem en heeft voldoende capaciteit om minimaal 10 jaar lang ieder uur een meting te doen en deze te verzenden via Lora<sup>2</sup>.

De batterij wordt in clips op de MFM basismodule geklikt en is te vervangen. Er kunnen 2 type batterij houders gemonteerd worden. Uiteindelijk kan er maar 1 type bestucked worden. Voor dit ontwerp wordt uitgegaan van een AA type batterij clip. Mocht een MFM combinatie (basis+sensor module(s)) meer vermogen vragen dan kan een grotere batterij toegepast worden.

Ten behoeve van aansluiten van een externe batterij wordt een 2-polige JST-connector voorzien. Deze wordt standaard niet geplaatst.

De MFM is ook te voeden via de USB-connector. De Vusb is verbonden met de ingang van de DC/DC converter. Tevens is de ingang van de DC/DC converter ook verbonden aan de Vbus van de sensor-slots. Het systeem kan dan ook gevoed worden via één of meerdere sensor modules. De USB-ingang is beveiligd tegen terugleveren aan een USB-device.

Er vindt geen vermogensonderhandeling plaats tussen MFM en evt. USB adapter.

Via een load-switch wordt er gekozen via welke voedingsrail (Vbat of 3V3 via DC/DC uit Vbus) het systeem gevoed wordt. Voeding via de Vbus-rail heeft de hoogste prioriteit. De hardware regelt dit.

Er is een optie ingebouwd die de VCC rail van spanning kan blijven voorzien (uitgang low\_power switch + 0Ohm weerstand van Vlow\_power naar VCC). In deze mode kunnen componenten aan blijven mits deze weinig stroom vragen (<1mA). (bijv. geen Lora Rx/Tx of memory read/writes, maar wel de MCU in low power mode). Als componenten actief moeten worden zal de main switch aan gezet moeten worden.

Als dit niet gewenst is dient de 0Ohm weerstand tussen Vlow\_power en VCC verwijderd te worden.

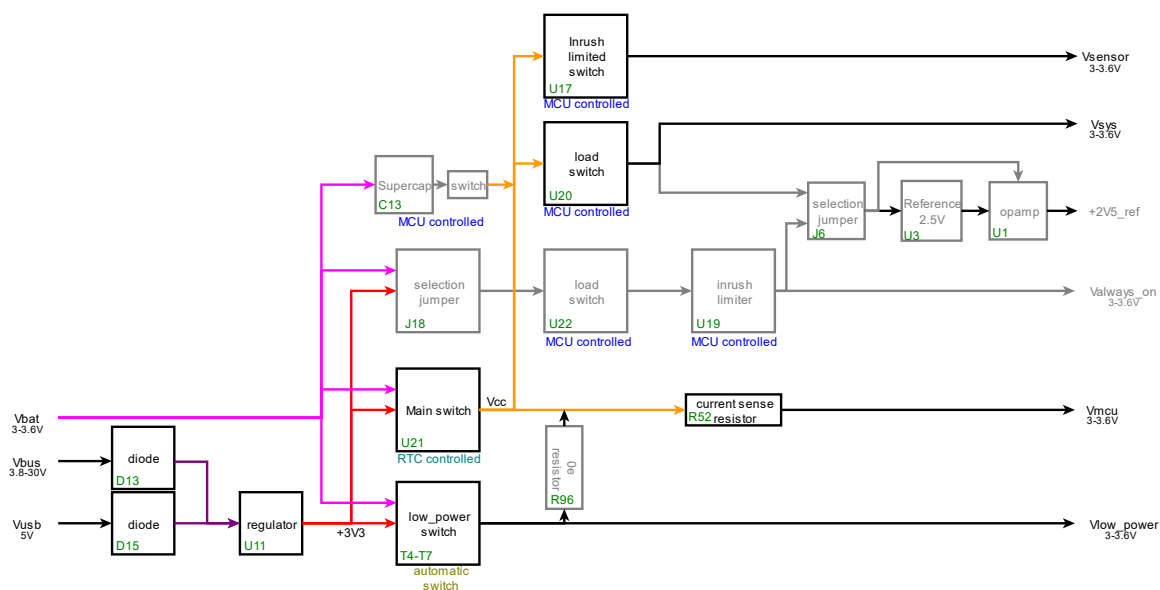
Er wordt een batterijmonitor<sup>3</sup>, die speciaal voor primary batterijen geschikt is, toegevoegd. Deze geeft de End Of Service (EOS) in % aan, wat informatie geeft over wanneer de batterij vervangen dient te worden. (vanaf ~50% ontlading is er pas informatie over achteruitgang van de batterij) Tevens zijn de stroom/spanning/temperatuur uit te lezen als de batterijmonitor actief is.

Hieronder wordt schematisch weergegeven welke voedingsrails er zijn met de belangrijkste parameters en hoe deze rails geschakeld worden:

<sup>2</sup> Zie condities bij energie analyse

<sup>3</sup> Batterij monitor optioneel igv FOTA variant, zie Tabel 1: MFM basis bestuckingsvarianten





Figuur 3: Voedingsschema MFM

Note1: In de meeste voedingen zijn 0 Ohm weerstanden opgenomen zodat van afzonderlijke onderdelen de stroom bepaald kan worden.

Note2: Het ontwerp is geschikt om de MCU actief te laten, vanwege het stroomverbruik van de MCU in deze mode is hiermee niet de gewenste levensduur haalbaar. Hierom wordt de MCU alleen gevoed vanuit 3V3/Vbat\_switch en bewaakt de RTC de tijd.

Spec ID	Requirement
	Er kan 1 primary batterij gemonteerd worden in batterij clips (standaard AA-type)
	Er wordt een dubbele footprint voorzien zodat ook batterijclips voor 1 C-type batterij gemonteerd kan worden
	De MFM kan gevoed worden via USB
	Vermogen van USB is minimaal 5V/1A
	USB ingang is beveiligd tegen terugleveren mbv diode
	USB connector is USB type C, straight mounted
	Er wordt automatisch geschakeld tussen Vbus en batterij waarbij Vbus altijd de hoogste prioriteit heeft.
	Vbus primeert tot een spanning van $3V \pm 5\%$ komend vanaf 3V3, daarna wordt altijd overgeschakeld op batterij
	Ingangsbereik van Vbus is 3.8-30 VDC
	Er wordt een ondersteuning gerealiseerd voor een low-power voedingselector voor de MCU als deze in sleep mode is.
	DC/DC-converter kan maximaal 2A leveren op uitgang
	Batterijmonitor <sup>3</sup> voor primary batterijen (Li-SOC <sub>2</sub> )
	Batterijmonitor <sup>3</sup> wordt standaard niet geplaatst (zie overzicht Tabel 1: MFM basis bestuckingsvarianten)
	Een standaard JST PH 2-polige connector wordt voorzien als extra batterijaansluiting.
	Vanwege max piekstroom zullen er niet gelijktijdig Lora berichten kunnen worden verstuurd en andere zaken gedaan door het MFM systeem (uitlezen modules, schrijven naar SD kaart, etc) zie ook Tabel 2. <b>Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.</b>
	Er zal een schakelbare stroom-limiet zijn voor AA, low/high C type batterij en een limiet voor andere batterijen, $\pm 10\%$ nauwkeurig Zie ook Tabel 3 en Tabel 4 <b>Fout! Verwijzingsbron niet gevonden..</b> In te stellen via pinheader met jumper.

Spec ID	Requirement
	Er wordt rekening gehouden voor een 1x standaard supercap om optioneel tijdens Tx zendtijd van Lora voldoende stroom te leveren. <sup>4</sup>
	MFM monitort via basis MCU ADC de Vbus en Vswitched spanning $\pm 5\%$ nauwkeurig.

De batterij aansluiting is beveiligd met een 2A (@25°C) thermische zekering.

Tabel 2 geeft de type batterijen waar rekening mee gehouden is met het ontwerp.

*Tabel 2: batterij types*

MPN batterij	Is14500	Is26500	LSH14	other
type cel	AA	C	C	AA/C/JST
max cont stroom (mA)	50	150	1300	2000
pulse stroom (mA)	250	300	2000	2000

Tabel 3 geeft de stroom limiet weerstand met de typical stroomlimit per jumper voor Vsensor. Meer info over de min/max waardes zie datasheet GLF2310 figuur 22 en tabel 1.

*Tabel 3: Stroomlimiet configuratie Vsensor (J12)*

Vsensor	Geen jumper	Jumper 1 (J12:1-2)	Jumper 2 (J12:3-4)	Jumper 3 (J12:5-6)
Weerstand ( $R_{LIM}$ )	15k	10k	2k5	1k45
Limit continue(mA)	150	230	1050	1800
Limit piek (mA)	195	280	1170	1910

Tabel 4 geeft de stroom limiet weerstand met de typical stroomlimit per jumper voor Valways. Meer info over de min/max waardes zie datasheet GLF2310 figuur 22 en tabel 1.

*Tabel 4: Stroomlimiet Valways (J17)*

Valways	Jumper (low) (J17:1-2)	Jumper (high) (J17:3-4)
Weerstand ( $R_{LIM}$ )	47k	20k
Limit continue(mA)	35	100
Limit piek (mA)	60	150

Bij het ontwikkelen van hardware geschikt voor de MFM basismodule dient verificatie van de stromen (continue en piek) plaatst te vinden conform batterij specificatie van de fabrikant.

### Energieanalyse

Spec ID	Requirement
	<p>Energieanalyse wordt uitgevoerd op uiteindelijk product met:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 sensormodule met 2 sensoren max 25mJ per sensor per meting(50mJ totaal)</li> <li>- Energieconsumptie van systeem max. 0.64mAh per dag.</li> <li>- 25mW Tx vermogen ingesteld in MCU</li> <li>- +5°C temperatuur</li> <li>- Nominale batterijspanning van 3.6VDC</li> <li>- Alleen opslag op NOR flash</li> <li>- 1x sample per uur</li> <li>- 1x per uur een Lora Tx met meetdata</li> <li>- Geen batterijmonitor (extra kans)</li> <li>- Geen kast open detectie (extra kans)</li> </ul>

<sup>4</sup> Supercap is niet noodzakelijk voor de lora transmit piek stroom obv uitgevoerde metingen. De supercap heeft nadelige gevolgen voor baterij verbruik door hogere lekstroom, welke bij hogere temperaturen sterk oploopt, wordt de supercap niet meer geplaatst.

### 3.1.3 MFM basis configuratiemethode

De MFM basismodule is te configureren via een custom PC-applicatie. Zie de MFM software specificatie: P22296-10-SPEC-x.y.pdf

Spec ID	Requirement
	De MFM is te configureren via een PC applicatie welke communiceert via een COM-poort(CDC device over USB)

### 3.1.4 MFM basis werking

De MFM is altijd in slaap, of voert een meting uit en logt deze informatie en verzendt het.

Verschillende onderdelen kunnen de MFM voortijdig wakker maken:

- o IRQ vanuit een module die draait op always-ON spanning
- o Als USB power aangesloten wordt op MFM
- o Batterij monitor ALERTn pin
- o Kast open detectie.
- o Mbv schakelaar op MFM basis
- o RTC

Spec ID	Requirement
	Tbv logging is een SD-kaart <sup>5</sup>
	SD-kaart wordt aangesloten als SDIO-interface (1databit/klok)
	MFM basismodule heeft 6 wake up sources: <ul style="list-style-type: none"><li>- IRQ vanuit always-ON sensor module</li><li>- USB power aangesloten</li><li>- Batterij monitor ALERTn pin<sup>6</sup></li><li>- Kast open detectie</li><li>- Soldeerjumper op MFM basis</li><li>- RTC</li></ul> Hiervoor moet de RTC geconfigureerd worden

### 3.1.5 MFM basis dataopslag

De MFM-dataopslag is op een embedded flash geheugen. Dit is goedkoop en energiezuinig. Deze wordt aangesloten op de SPI\_sys bus.

De flash is groot genoeg om 10 dagen sensor data op te slaan. Er kan per byte geschreven worden. Data retentie is meer dan 20 jaar.

Het dataopslag heeft een capaciteit van:

- 64-Mbit (8.388.608 bytes)
- 256 byte page (32.768 pages)

Spec ID	Requirement
	Tbv dataopslag is er een NOR flash beschikbaar van 64Mbit aangesloten op de SPI_sys bus.
	Mocht energiebudget te krap zijn dan wordt er gekozen voor een FRAM van 16kbit waarin de MCU administratie in bijgehouden kan worden omdat dan de MCU afgeschakeld wordt in slaap.
	Tbv logging is op dezelfde bus (SPI_sys) een microSD kaarthouder aangesloten. <sup>5</sup>
	microSD kaart is toegankelijk als MFM is ingebouwd in behuizing
	De voeding voor NOR-flash en SD-kaart is geschakeld. (Vsys)
	Het geheugen is groot genoeg om minimaal 10 dagen(elke 5 minuten 4 sensoren) aan meetdata op te slaan.

<sup>5</sup> SD-kaart optioneel, zie Tabel 1: MFM basis bestuckingsvarianten.

<sup>6</sup> Batterij monitor ALERTn pin is niet functioneel. De batterijmonitor is uit geschakeld in de slaapstand, vanwege het in verhouding hoge stroomverbruik van de batterij monitor.

### 3.1.6 MFM basis digitale bus

Er is gekozen voor een opzet waarbij er, als er extra sensormodules ontwikkeld worden, geen aanpassingen gedaan hoeven te worden aan de MFM basismodule software. Hiermee blijft de ontwikkeling van nieuwe sensormodules beperkt tot alleen de sensormodule.

De MFM sensormodules worden door middel van een PCIe x4 connector verbonden met de MFM basismodule. Hiermee kan er een generieke interface met verschillende functionaliteiten gerealiseerd worden. Om meer dan 2 sensormodules te verbinden is er ook een mogelijkheid tot verbinding van een expansion board.

De digitale bus heeft de volgende aansluitingen:

- **Valways**<sup>7</sup> spanning.  
Max. 100mA beschikbaar voor alle modules afhankelijk van type batterij. Inrush current limited en standaard uitgeschakeld. Aan te zetten door de MFM basis MCU. Dmv een jumpersetting (J18) kan gekozen worden voor voeding vanuit 3V3 of vanuit de batterij.
- **Vsensor** spanning, per module is een geschakelde voedingsspanning beschikbaar. Spanningsrange van Vsensor is 3.0-3.6VDC. De totale bus is inrush current limited op 1A. Dit is ook de max stroom voor de complete bus. Iedere sensor module heeft een PTC element wat inrush current limiteert om te voorkomen dat de complete bus uitschakelt.
- **Vref**<sup>7</sup>.  
Dit is een referentie van 2.5VDC met een initiele nauwkeurigheid van  $\pm 0.05\%$ . Voeding van de referentie is te schakelen dmv jumper (J6) schakeling.
- **Vbus**. Dit is een niet gecontroleerde bus wat betreft piekstromen en max stroom. Max spanning is 30VDC ivm de DC/DC converter die gebruikt wordt voor voeding vanuit de USB connector.
- **I2C**-bus, iedere sensor slot heeft een eigen level translator die ingeschakeld wordt met de betreffende load switch om te voorkomen dat als de sensor module geen spanning heeft de bus bezet blijft.
- **INT1-6**, 1x signaal naar de MFM basis MCU per sensormodule. Signalen zijn open drain uitgevoerd en verbonden aan de I2C I/O expander en allemaal parallel aan 1 pin van de RTC. Elke sensormodule kan 1 signaal uitsturen, dit is gedefinieerd in de sensormodule connector pinout en implementatie op MFM basis/expansionboard. Signalen zijn hoog actief.
- **SLOT\_GPIO1-2**. Dit zijn per sensor module 3 GPIO signalen die gebruikt kunnen worden om bepaalde statussen door te geven of om een actie te starten op een sensor module. Deze signalen zijn verbonden aan de I2C I/O expander.
- **ID1-3**. Binaire code waarmee de sensormodule weet in welk slot de sensor module zit. Dit moet meegenomen worden in de communicatie naar MFM basis module.
- **CARD\_GPIO1-8**. Parallel aangesloten tussen de connectoren van de sensormodules onderling. Deze signalen zijn vrij te gebruiken naar eigen inzicht. Er is geen verbinding met de MFM basis module MCU.
- **Reserved**. Deze pinnen zijn over de sensorsloten 1 op 1 doorverbonden. Maw reserved0 is verbonden met reserved0.

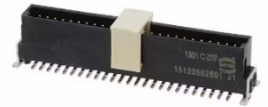
---

<sup>7</sup> Valways en Vref optioneel: zie Tabel 1: MFM basis bestuursvarianten

Pin	Side B	Side A
1	Vbus	Vbus
2	Vbus	Vbus
3	GND	GND
4	Valways	GND
5	GND	GND
6	Vsensor	Vsensor
7	GND	GND
8	VREF	VREF
9	GND	GND
10	GPIO0	GPIO1
11	GPIO2	GND
	<b>Key notch</b>	
12	GND	GND
13	reserved2	reserved0
14	GND	GND
15	reserved3	reserved1
16	GND	GND
17	GND	GND
18	SDA	GND
19	SCL	GND
20	GND	GND
21	INT4	INT1
22	INT5	INT2
23	INT6	INT3
24	GND	GND
25	ID1	GPIO1
26	ID2	GND
27	ID3	GPIO2
28	GND	GND
29	GPIO5	GPIO3
30	GPIO6	GND
31	GPIO7	GPIO4
32	GPIO8	GND



Pin	Row 1	Row 2
1	Vbus	Vbus
2	Vbus	Vbus
3	GND	GND
4	GND	GND
5	Vsensor	Vsensor
6	GND	GND
7	Vsys	VREF
8	Valways	GND
9	GND	GND
10	reserved0	reserved1
11	reserved2	reserved3
12	GND	GND
13	SDA	SCL
14	GND	GND
15	INT4	INT5
16	GND	GND
17	INT3	INT6
18	GND	GND
19	GPIO2	GPIO1
20	GND	GND
21	GPIO4	GPIO3
22	GND	GND
23	GPIO6	GPIO5
24	GND	GND
25	GPIO8	GPIO7



Figuur 4 indeling PCIe x4 connector voor sensor module(links) en indeling van connector naar expansion pcb (rechts)

Spec ID	Requirement
	Indeling MFM sensormodule connector is zoals weergegeven in Figuur 4
	Vref spanning <sup>7</sup> is 2.5VDC. Deze spanning zal altijd gebufferd moeten worden op een sensormodule.
	I2C-communicatiesnelheid is initieel 400kHz, kan omlaag gebracht worden naar 100kHz.
	Max stroom per module via Vsys is 1A (gedeeld over de op dat moment aangesloten modules)
	Stroom voor alle modules is inrush-limited

Spec ID	Requirement
	Max stroom per Vbus pin is 1A. (totaal 4A max. layout wordt hierop uitgelegd)
	Spanningsrange van Vbus is 3.8-30VDC (onbeveiligd)
	Spanningsrange van alle I2C en reserved pinnen is Vsens. (pullup weerstanden TBD)
	Spanningsrange van INTx 3.0-5.0VDC
	INTx pennen zijn hoog actief.
	IDx pennen hebben een max. spanningsrange van Vsens.
	Valways <sup>7</sup> is current limited op max 100mA afhankelijk van type batterij (gedeeld over alle sensorsloten)
	Valways <sup>7</sup> is minimaal batterij-gevoed
	Ieder sensorslot heeft een voedingsspannings-geschakelde I2C level-translator
	Voedingsspanning Vsens wordt per module geschakeld.
	Connector naar MFM expansionboard is 15110502601000 van Harting. (of vergelijkbaar)

### 3.1.7 Mechanische eisen MFM basismodule

De MFM basismodule en 2 stuks MFM druksensor-modules moeten samen passen in de standaard behuizing Hammond 1555F2F42GY.

Een plastic locker is voorzien zodat sensormodules in de connector gefixeerd worden.

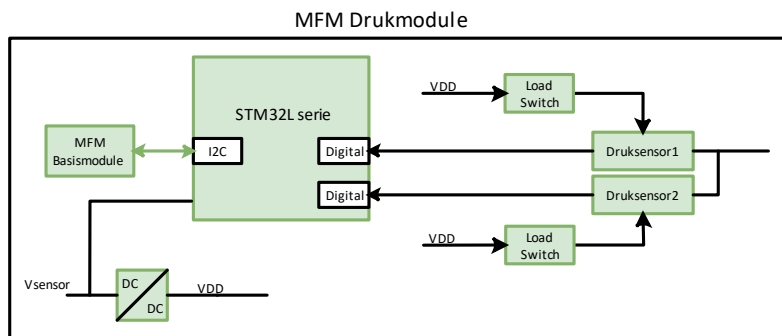
Spec ID	Requirement
	Gat voor wartel in PCB is 27m±0.2mm. Positie nader af te stemmen.
	Op de PCB is ruimte om 2 sensormodules te plaatsen
	Per sensormodule wordt een lock-mechanisme voorzien om de sensormodule te fixeren.
	Er wordt rekening gehouden met een kabel doorvoer voor de antenne aan de bovenkant van de behuizing
	Er wordt rekening gehouden met plaatsing van 2 typen antennes in behuizing. <ul style="list-style-type: none"> <li>- ANT-PUKDB, montage in deksel. Dekimo bepaalt locatie. (afhankelijk van plaatsing componenten) Als MFM liggend geplaatst wordt</li> <li>- 712-ANT-868-WRT-SMA, montage in rand van behuizing. Dekimo bepaalt locatie. (afhankelijk van plaatsing componenten) Als MFM staand geplaatst wordt.</li> </ul>
	PCB wordt ontworpen voor passing in behuizing <a href="#">1555F2F42GY</a> (staande behuizing MFM) en <a href="#">1554F2GY</a> (liggend behuizing MFM) van Hammond
	Montagegaten 4x, komen overeen met montagegaten in behuizing
	MFM basis PCB is 6-laags PCB, FR-4, NiAu selective finish, 1.55mm±0.2mm dik

## 3.2 MFM druksensor-module specificaties

De MFM druksensor-module leest 2 digitale druksensoren uit. De gemeten waarde wordt doorgegeven via de I<sup>2</sup>C-bus aan de MFM basismodule vanuit de MCU op de sensormodule.

Tevens kan deze voor de communicatie zorgen met de MFM basismodule.

De sensormodule is standaard uitgeschakeld en wordt afhankelijk van het ingestelde interval alleen ingeschakeld om een meting te doen.



Figuur 5: blokschema MFM drukmodule

### 3.2.1 MFM druk sensor module voeding

Afhankelijk van het type druksensor zal er een hogere of lagere spanning nodig zijn dan de batterij-spanning. Dit wordt gerealiseerd mbv een DC/DC buck-boost converter. Deze buck/boost converter trekt stroompieken die groter dan dat de batterij aankan. Daarom is er een stroom limiteer weerstand toegepast. Als de buck/boost is opgestart kan deze stroom limiteer weerstand overbrugt worden.

Het inschakelen dient als volgt geïmplementeerd te worden. Buck/boost inschakelen, 25ms wachten, overbrugging en sensoren inschakelen.

Voor het uitschakelen moet de overbrugging tegelijkertijd met het uitschakelen van de buck/boost gaan.

Spec ID	Requirement
	Sensormodule heeft, indien nodig, 1 DC/DC converter welke de voedingsspanning maakt voor beide druksensoren.
	Sensormodule maakt enkel gebruik van de geschakelde Vsensor spanning.
	Uitgangsbereik van DC/DC converter is: 3.2- 5 VDC <sup>8</sup>
	Max stroomopname uit de DC/DC converter (richting sensor(s)): 20mA continue (mbv andere spoel kan de stroom hoger worden gekozen)
	Standaard wordt de DC/DC converter output gedefinieerd op 3.3V voor RS485 variant en op 5V voor de One Wire variant.
	Maximaal energieverbruik van sensormodule <25mJ per meting. (inclusief middeling, enkele sensor, incl andere componenten op sensormodule. Voor 2 sensoren is dat 50mJ)
	DC/DC converter output current is maximaal ~1.5A

### 3.2.2 MFM druk sensor data inwinning

Er wordt uitgegaan van een digitale sensor.

Er zijn twee module varianten beschikbaar met een digitale interface:

- RS485-interface (P4750)
- one-wire-interface (P4758)

Beide digitale interfaces zijn opgenomen in schema en layout.

De druk sensor module kan detecteren dmv een digitale pin welk type interface er bestuurd is. ( laag = RS485, hoog = one-wire).

<sup>8</sup> Met weerstand in ontwerp te wijzigen, voor RS485 variant ingesteld op 3.3VDC, voor One wire variant op 5VDC.  
 File: P22296-1-SPEC-2.0 MFM Hardware.docx  
 Specificatie HW Multiflexmeter

### 3.2.3 MFM druk sensor module communicatie

Primair zal de MFM druksensor-module communiceren met de MFM basismodule via I<sup>2</sup>C.

Spec ID	Requirement
	Sensormodule MCU communiceert via I2C (400kHz/100kHz) met de basismodule
	Sensormodule MCU is STM32L010C6T6

### 3.2.4 MFM druk sensor module sensor aansluiting RS485

De druksensoren worden aangesloten door middel van een steek-connector op de PCB. De aders van de sensorkabel worden geschroefd in het tegendeel van de connector. Er wordt rekening gehouden met een druksensor met 4 aansluitingen per sensor (Vin, GND, Data)



Figuur 6 Druk sensor connector

Spec ID	Requirement
	2 digitale RS485 sensoren kunnen aangesloten worden op 1 sensormodule
	Per aansluiting is er 1 connector waarbij het tegendeel steekbaar is
	Connector tegendeel aansluitingen voor sensor zijn schroefbaar
	Sensor connector heeft 4 polen, GND, VSS, RS485_A, RS485_B
	Baudrate van sensor is maximaal 115k2 bps
	Standaard wordt een afsluitweerstand van 120 Ohm voorzien als een RS485 verbinding wordt toegepast.
	Elke sensor ingang kan individueel ingeschakeld worden voor het configureren van de adressering.

### 3.2.5 MFM druk sensor module sensor aansluiting One Wire

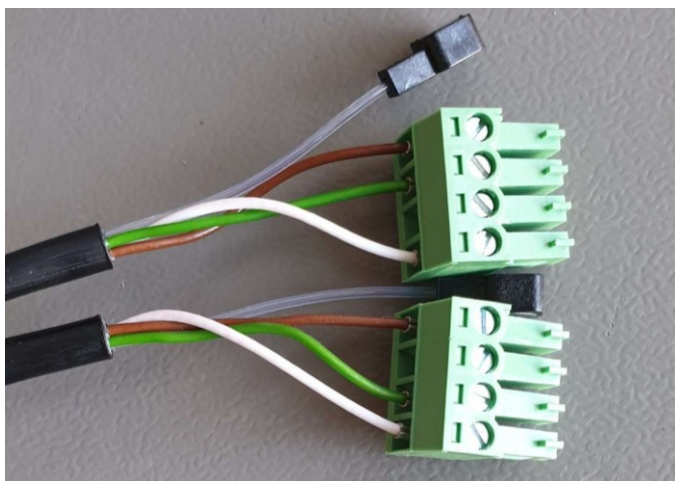
De MFM druk sensor module is ook beschikbaar in een One Wire bestuckingsvariant. Let wel op dat je afhankelijk van de sensor bestucking alleen One Wire druk sensoren of alleen RS485 druk sensoren kan uitlezen. Je kunt dus niet een RS485 sensor uitlezen op de One wire variant en andersom.

Spec ID	Requirement
	2 digitale One Wire sensoren kunnen aangesloten worden op 1 sensormodule
	Per aansluiting is er 1 connector waarbij het tegendeel steekbaar is (gelijk aan de RS485 uitvoering)
	Connector tegendeel aansluitingen voor sensor zijn schroefbaar (gelijk aan de RS485 uitvoering)
	Sensor connector heeft 4 polen, GND, VDD, OneWire-Data1, OneWire-Data2. Er wordt maar 1 sensor per connector aangesloten. Zie Figuur 7 One wire connector aansluiting hieronder.
	Baudrate van sensor is maximaal 36kHz



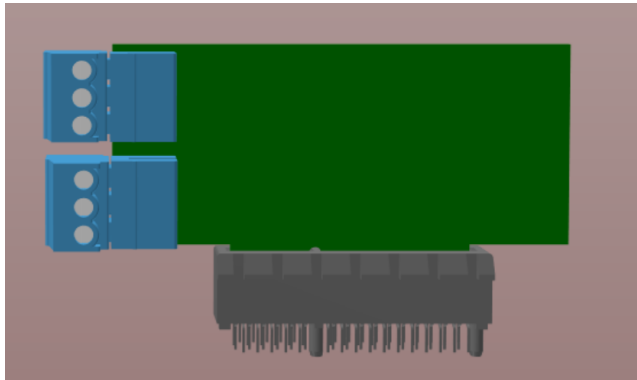
Tabel 5:connector aansluiting druksensormodule

Connector	Pin	RS485 (=P4750)	OneWire (=P4758)
1	1	VDD (3V3)	VDD (5V)
	2	A	Data
	3	B	- (niet aansluiten)
	4	GND	GND
2	1	VDD (3V3)	VDD (5V)
	2	A	- (niet aansluiten)
	3	B	Data
	4	GND	GND



Figuur 7 One wire connector aansluiting

### 3.2.6 Mechanische eisen MFM sensormodule



Figuur 8 artist impression van afmetingen Sensormodule en locatie connectoren

Spec ID	Requirement
	Sensormodule kan in een PCIe x4 connector gestoken worden
	Afmetingen sensormodule zijn 58.5x37.8 mm $\pm$ 1mm (LxH)
	Sensormodule past op het locking mechanisme <sup>9</sup> van de basismodule zodat deze niet los kan komen van de basismodule
	Connectors zullen geplaatst worden zoals afgebeeld in Figuur 8 hierboven aan de zijde van de overige componenten
	SensorPCB is een 4-laags PCB, FR-4, selective Au finish, 1.6mm $\pm$ 0.2mm dik
	Er wordt geen gebruik gemaakt van edge connector bevestiging <sup>10</sup>

<sup>9</sup> locking type: VMCGLE-31M-01 van Essentra components

<sup>10</sup> sensormodules worden eenmalig gemonteerd. Bevestiging maakt PCB onnodig duur en is niet meegenomen in initiële offerte

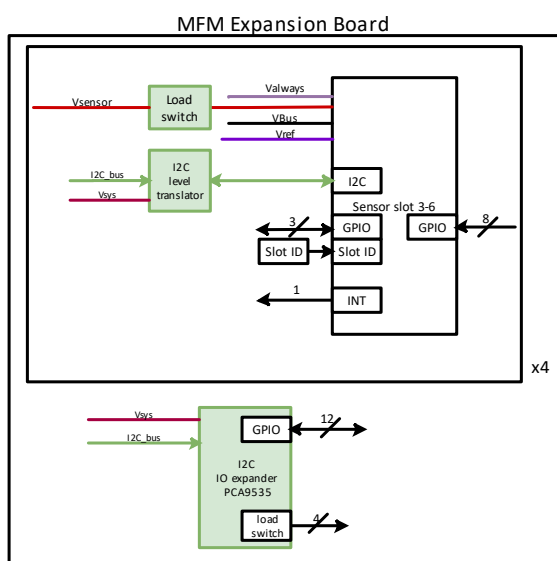
### **3.3 MFM expansion board**

Het MFM expansionboard geeft de mogelijkheid aan de MFM om tot een totaal van 6 sensoren aan te sluiten. Op het expansion board kunnen 4 sensoren aangesloten worden. Interface en aansluitingen zijn gelijk aan die van de MFM basismodule zie ook 3.1.6. Het expansionboard wordt verbonden aan de basismodule via een connector met kabel. (IDC-achtig type)

Ieder slot heeft een uniek adres. Deze adressen worden gebruikt in de communicatie met de MFM basismodule en dienen door de sensormodule ingelezen te worden. De gedefinieerde adressen voor de sensorsloten staan in Tabel 6.

Tabel 6: Module adressering.

Sensormodule slot	Locatie	SLOTID2	SLOTID1	SLOTID0
1	MFM basis	0	0	1
2	MFM basis	0	1	0
3	MFM expansie	1	0	0
4	MFM expansie	1	0	1
5	MFM expansie	1	1	0
6	MFM expansie	1	1	1



Figuur 9: blokschema expansionboard

Spec ID	Requirement
	MFM expansionboard connector is 15110502601000 van Harting. (als tegendeel kan gebruik gemaakt worden van 15290502502000)
	Connector indeling tussen MFM basismodule en expansionboard is zoals weergegeven in Figuur 4
	Max kabel lengte tussen MFM basis en expansion board is 10 cm.
	Afmetingen expansionboard zijn 103.433x145.5mm ±1mm
	Locking mechanisme <sup>11</sup> 1x per sensormodule connector
	4x sensormodule connector, PCIe x4 type.
	Expansion PCB is een 4-laags PCB, FR-4, HAL Leadfree finish
	4 schroefgaten, 3.5mm±0.2mm

#### 4 Software MFM basis module

Zie de MFM software specificatie: P22296-10-SPEC-x.y.pdf

<sup>11</sup> locking type: VMCGLE-31M-01 van Essentra components

#### **4.1 Software MFM druk sensor module**

Zie de MFM software specificatie: P22296-10-SPEC-x.y.pdf

## 5 Oplevering

De volgende documenten zijn onderdeel van de levering:

- Specificaties, hardware en software
- PCB-ontwerp in formaat dat geopend kan worden in Circuitmaker.  
Footprints en Symbols van gebruikte componenten zijn inbegrepen in het ontwerp.
- Gerber-files tbv productie van PCB's
- Hardware-documentatie, waarin opgenomen schema's, componentenopstelling en componentenlijst
- Software-sources van zowel Basismodule als Sensormodule
- Software-documentatie met gebruikmaking van Doxygen
- Configuratie-softwaretool
- FAT-procedure en -rapportage

Spec ID	Requirement
	Voor de MTBF berekening wordt er uitgegaan van Telcordia SR-332 versie 3
	MTBF berekening geeft een MTBF getal van $\geq 10$ jaar voor een MFM bestaande uit: <ul style="list-style-type: none"><li>- Basismodule</li><li>- 1 sensor module voor grondwatermetingen op basis van RS485</li></ul>

## 6 EMC, veiligheid en omgeving

De schakeling wordt ontworpen om te kunnen voldoen aan de relevante eisen mbt:

Veiligheid:

- EN 62368-1, Audio/video, information and communication technology equipment

EMC:

- EN 61000-6-3, Emission for residential, commercial and light-industrial environments
- EN 61000-6-1, Immunity for residential, commercial and light-industrial environments

Verificatie zal worden uitgevoerd dmv pre-compliance metingen. Is volledige verificatie vereist dan zullen aanvullende testen door een externe instantie moeten worden uitgevoerd.

De gebruiker zal moeten zorgdragen voor de juiste wijze van inbouw conform deze normen.

Spec ID	Requirement
	Er wordt geen specifieke lightning protectie aangebracht op de MFM basismodule als wel op de MFM sensormodule/Expansion board
	Operating temperature: -40-85°C <sup>12 13</sup>
	Storage temperature: 10-30°C (voor batterij wordt 30 graden geadviseerd)

<sup>12</sup> Uitgezonderd JST connector en dipswitch -25-85°C

<sup>13</sup> Uitgezonderd reset schakelaar -25-70°C