

Figure – I²C Timing Diagram

I2C Interface und Timing

Das Feuchtemodul besitzt zur Anbindung an den Mikrocontroller ein I²C-kompatibles Interface, das sowohl 100 kHz als auch 400 kHz Bitrate unterstützt. Die I²C 'Slave' Adresse ist default auf 0x28 programmiert und kann im gesamten Adressbereich von (0x00 to 0x7F) eingestellt werden. Somit können an einem I2C-Bus bis zu 128 Feuchtemodule betrieben werden.

PARAMETER	SYMBOL	MIN	MAX	EINHEIT
SCL Taktfrequenz	fSCL	100	400	kHz
Start Bedingung Haltezeit rel. zur SCL Flanke	tHDSTA	0,1		µs
Minimale SCL Takt low Pulsbreite	tLOW	0,6		µs
Minimale SCL Takt high Pulsbreite	tHIGH	0,6		µs
Start Bedingung 'setup' Zeit relativ zur SCL Flanke	tSUSTA	0,1		µs
Daten Haltezeit SDA relativ zur SCL Flanke	tHDDAT	0		µs
Daten 'setup' Zeit an SDA relativ zur SCL Flanke	tSUDAT	0,1		µs
Stop Bedingung 'setup' Zeit an SCL	tSUSTO	0,1		µs
Bus frei Zeit zwischen einer Stop Bedingung und Start Bedingung	tBUS	1		µs

Es gibt zwei I²C Kommandos, mit denen der Anwender auf das Feuchtemodul zugreifen kann:

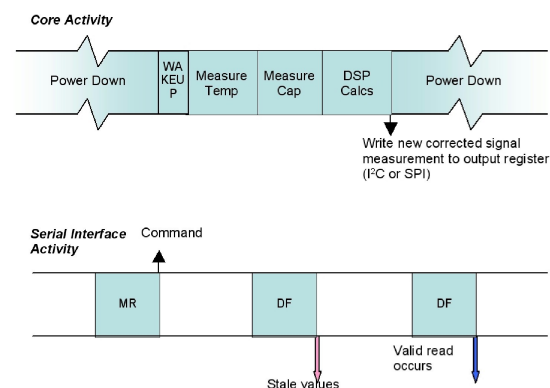
Kommando	Beschreibung
'Data Fetch' (DF)	Lieft den letzten Messwert Feuchte/Temperatur aus
'Measuring Request' (MR)	Start eines Messzyklus

Im Grundzustand ist das Feuchtemodul im 'Sleep-Mode' um den Stromverbrauch zu minimieren. Eine neue Messung wird erst ausgeführt, nachdem das Kommando 'Measuring Request' (MR) empfangen wurde.

Der Zugriff auf die Status Bits und die Messwerte erfolgt über das 'Data-Fetch'-Kommando.

Erst nachdem der Messzyklus komplett abgearbeitet wurde ist das 'ready' Status Bit gesetzt und die aktuellen Messwerte stehen zur Verfügung. Ob der Messzyklus schon abgeschlossen wurde, kann somit durch zyklisches Auslesen des Ausgangsregisters (polling) erfolgen.

Erfolgt der Zugriff auf die Messwerte zu früh, so werden die Messwerte des vorherigen Messzyklus übertragen und das 'stale' status Bit ist gesetzt.





MR (Measurement Requests)

Durch ein Measurement Request Kommando wird der Sleep Mode beendet und das Feuchtemodul führt einen Messzyklus aus. Der Messzyklus beginnt mit der Temperaturmessung, anschließende Feuchtemessung, digitaler Signalverarbeitung (Linearisierung, Temperaturkompensation) und abschließend dem schreiben der aufbereiteten Messwerte in das Ausgangsregister.

Das MR Kommando besteht aus der Adressierung des Feuchtemoduls, wobei das R/W bit auf 0 (=Write) übertragen wird. Nachdem das Feuchtemodul mit ACK geantwortet hat (=Messung eingeleitet), schließt der Master die Übertragung mit NACK (=Stop condition) ab.

I²C MR– Measurement Request: Slave starts a measurement cycle

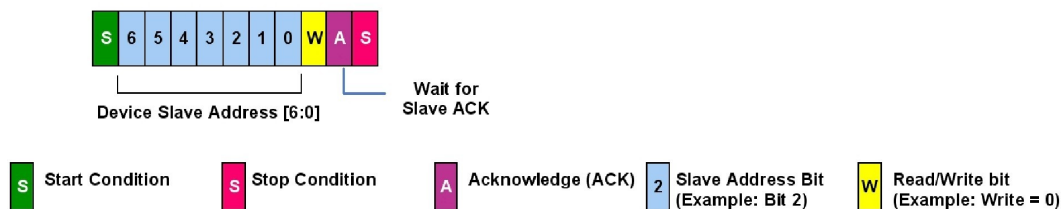


Figure – I²C MR

DF (Data Fetch)

Das 'Data Fetch' Kommando dient dazu, das Ausgangsregister auszulesen. Das DF Kommando wird vom Master an das Feuchtemodul (Slave) gesendet und beginnt mit der 7 Bit slave-adresse und dem 8. bit = 1 (READ). Das Feuchtemodul sendet bei korrekter Adressierung ein Acknowledge (ACK) zurück.

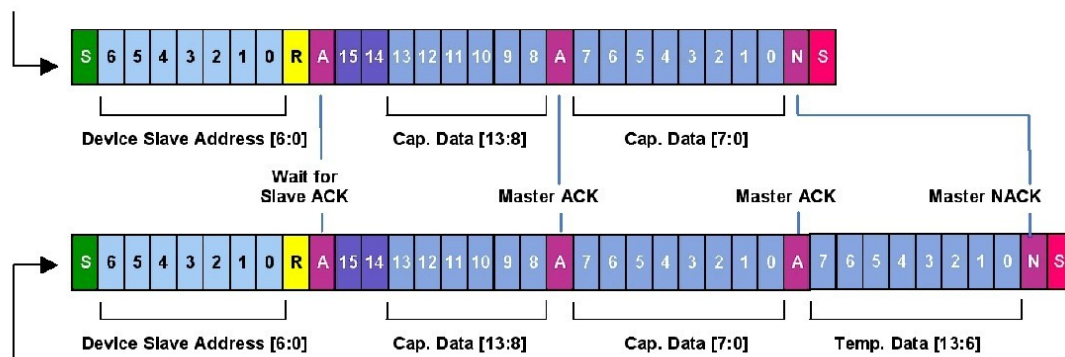
Die Anzahl der Bits, die das Feuchtemodul zurück sendet wird bestimmt, wann der Master ein NACK('Stop Condition) sendet. Die ersten zwei Bytes der Messdaten enthalten als MSB die zwei Status Bits, danach folgen der Feuchtwert mit 14 bit.

Falls die Temperaturdaten auch gelesen werden sollen, so können diese nach dem Feuchtwert gelesen werden.

Als drittes Byte werden die höchstwertigen 8 bits des Temperaturwerts übertragen. Danach kann als viertes Byte die niederwertigen 6 Bit des Temperaturwertes gelesen werden. Die letzten zwei Bits sind nicht benutzt und sollten wegmaskiert werden.

Der Master hat die Möglichkeit das Auslesen nach jedem gelesenen Byte durch ein NACK zu beenden. Es ist somit möglich nur das erste Byte auszulesen um die Statusbits auszuwerten und bei noch nicht abgeschlossenem Messzyklus kann der Master die Übertragung beenden. Falls nur die oberen 8 bit Tempweratur übertragen werden sollen (8 bit Auflösung) so kann die Übertragung nach dem dritten Byte durch ein NACK abgebrochen werden.

I²C DF –2 Bytes: Slave returns only capacitance data to the master in 2 bytes



I²C DF – 3 Bytes: Slave returns 2 capacitance data bytes & temperature high byte (T[13:6]) to master

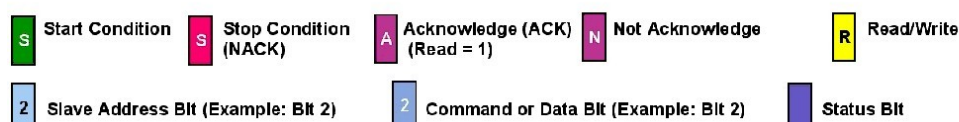


Figure – I²C Measurement Packet Reads



Skalierung der Messwerte

T_{raw} und rF_{raw} sind die vom Sensor gelieferten digitalen 16 bit Werte.

Die obersten beiden Bits sind Status Bits mit folgender Bedeutung:

Bit15: CMode Bit, falls 1 ist der Baustein im Command Mode

Bit 14: Stale bit, falls 1 ist seit dem letzten Auslesen kein neuer Messwert gebildet worden.

Um die 2 oberen Statusbits in dem 16 bit Wert zu maskieren, wird dieser mit 3FFF logisch UND-verknüpft. Die verbleibenden 14 bit repräsentieren den Messwert.

Die maskierten Messwerte müssen dann in die physikalische Einheit skaliert werden:

$$T [^{\circ}\text{C}] = 165 / 2^{14} * T_{\text{raw}} - 40$$

Beispiel:

0x0 entspricht - 0 %rF

0x3FFF entspricht 100 %rF

Die Feuchtwerte werden entsprechend folgender Formel berechnet:

$$rF [\%] = 100 / 2^{14} * rF_{\text{raw}}$$

Beispiel:

0x0 entspricht - 0 %rF

0x3FFF entspricht 100 %rF

Auf Anfrage erhalten Sie C-Code Beispiele.