



D1HTU21D – Anwendungsbeispiel für den digitalen Feuchte- und Temperatursensor HTU21D

Mit miniaturisierten Sensoren und modernen Mikroprozessoren können heute relativ einfach leistungsstarke Messsysteme aufgebaut werden. Für die Feuchtigkeit und die Temperatur ist das im nachstehenden Artikel an dem Demonstrator D1HTU21D gezeigt.

Der D1HTU21D (Abbildung 1) basiert auf dem Kombinationssensor HTU21D [1] (siehe Abbildung 2), der sowohl Feuchte als auch Temperatur mit hoher Genauigkeit messen kann. Dieser OEM-Sensor ist auf einer kleinen Leiterplatte (PHTU21D) [2] montiert, die über eine einfache Steckverbindung mit dem D1HTU21D verbunden werden kann.

Der Demonstrator wird von einer Batterie versorgt und zeigt auf dem LC-Display die relative Feuchte in % und die Temperatur in °C auf eine Dezimalstelle genau an.

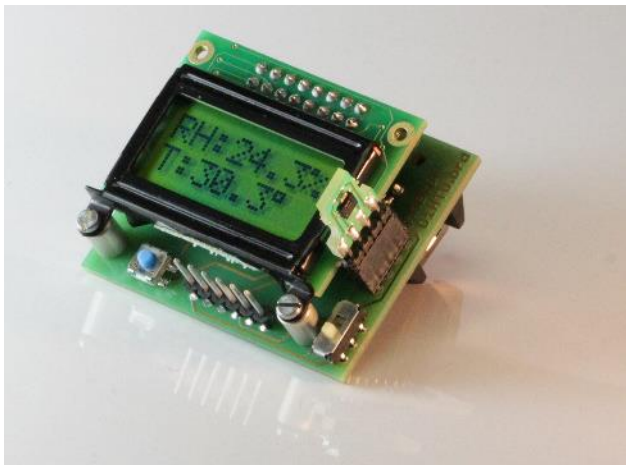


Abbildung 1: D1HTU21D mit seitlichem PHTU21D

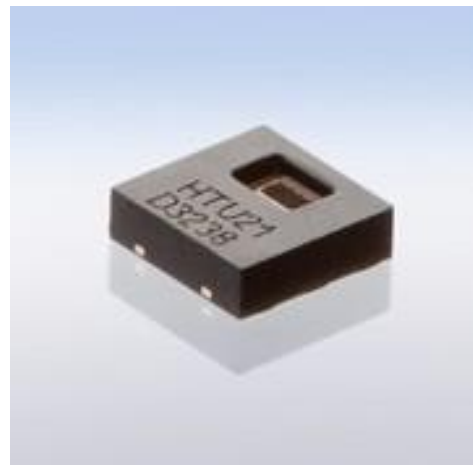


Abbildung 2: HTU21D

Aufbau des HTU21D

Bei dem OEM-Sensor HTU21D (Abbildung 2) handelt es sich um die integrierte Kombination einer kapazitiven Feuchtemesszelle und eines Temperatursensors.

Kapazitive Sensoren basieren prinzipiell darauf, dass zwei Elektroden (parallele Metallplatten) einen elektrischen Kondensator bilden, dessen Kapazität sich durch Feuchtigkeitsabsorption und Feuchtigkeitsdesorption eines porösen Polymers zwischen den Platten reproduzierbar ändert.

Diese Kapazitätsänderung wird in einem nachfolgenden ASIC verstärkt und in ein Digitalsignal gewandelt. Nach der elektronischen Kalibrierung in der integrierten Arithmetik Einheit stehen die digitalen Datenworte für Feuchte und Temperatur im I²C-Format am Ausgang zu Verfügung.

D1HTU21D – Anwendungsbeispiel für den digitalen Feuchte- und Temperatursensor HTU21D

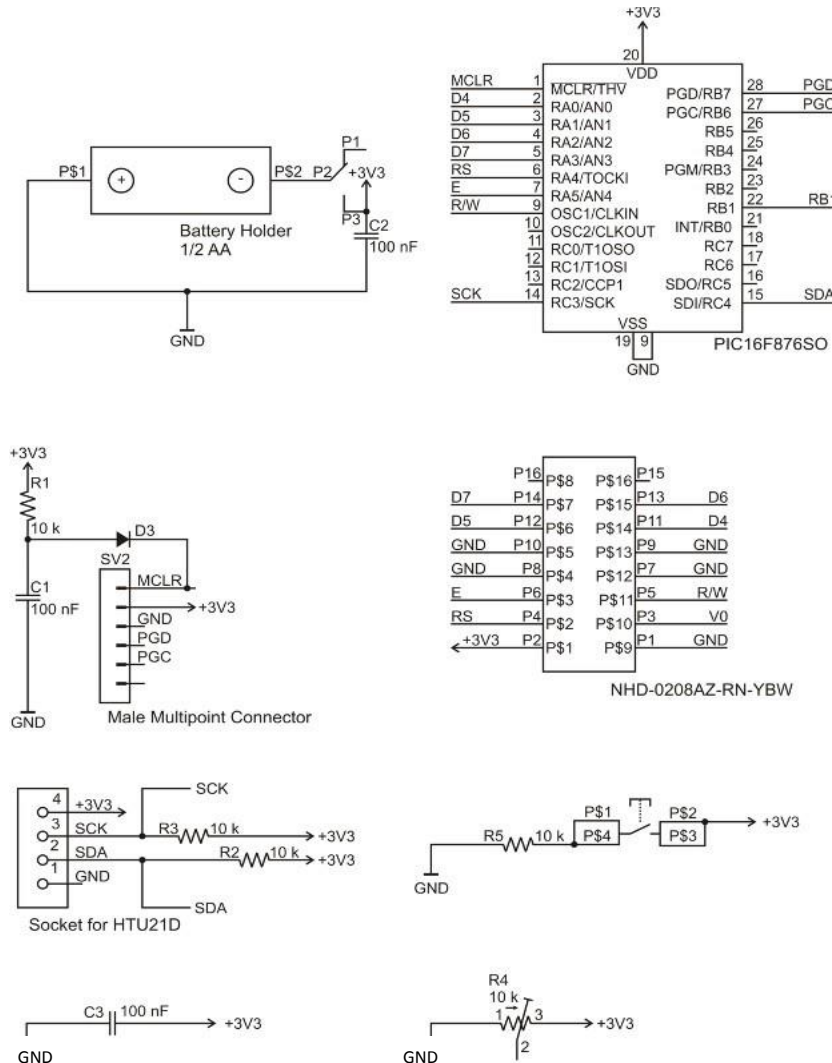


Abbildung 3: D1HTU21D Schaltplan

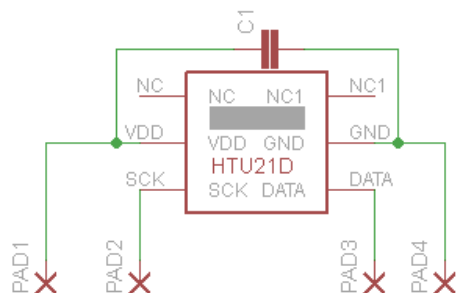


Abbildung 4: Belegung PHTU21D

D1HTU21D – Anwendungsbeispiel für den digitalen Feuchte- und Temperatursensor HTU21D

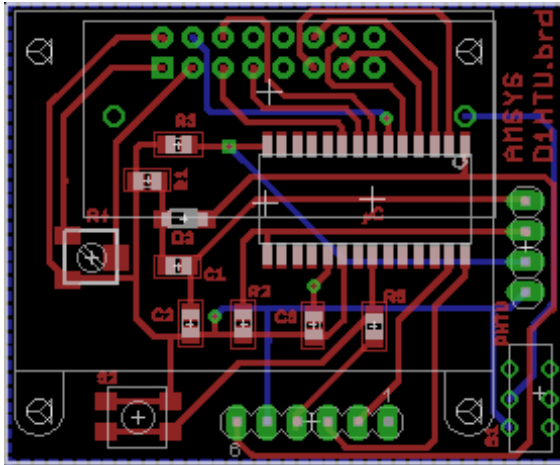


Abbildung 5: D1HTU21D Layout
Maße: 45.70 mm x 38.40 mm

Nr.	Bezeichnung	Anzahl
R1,R2,R3	Widerstand 10 k SMD 0805, $\pm 1\%$	3
R4	Trimmer 10 k SMD, $\pm 20\%$, 300 V	1
C1,C2,C3	Keramik 0,1 μF 0805, $\pm 10\%$, X7R	3
D3	DIODE 1N5711W Schottky, SOD123	1
IC1	μC Pic16LF1518 SMD SOIC28	1
LCD	LC-Display NHD-0208	1
S1	Schiebeschalter DPDT, 24 V	1
K1	4x1 Buchse 2,54RM	1
K2	6x1 Stiftheiste 2,54RM	1
Batterie	1/2AA Lithium 3.6 V	1

Tabelle 1: D1HTU21D Bestückungsliste

Beschreibung des D1HTU21D

Der D1HTU21D dient zur visuellen Ausgabe der relativen Feuchtigkeit und Temperatur. Er besteht aus dem Feuchte- und Temperatursensor PHTU21D, einem Mikrokontroller, einem Display, einer Batterie und einer Leiterplatte.

Mit Hilfe des Mikrocontrollers PIC16LF1518 [3] werden die Messungen ausgewertet und das Ergebnis auf einem 8x2 LC-Display [4] ausgegeben. Der D1HTU21D wird über eine 1/2AA Lithium Batterie betrieben. Nach dem Einschalten erfolgt die Messung der relativen Feuchte und Temperatur im Minutentakt.

Die Programmierung wurde in C mit MPLAB X IDE [5] und dem XC8 Compiler [6] durchgeführt.

Das Brennen des Mikrocontrollers erfolgte über ICSP (In Circuit Serial Programming).

Der D1HTU21D erkennt, wenn die Spannung der Batterie unterhalb von 2,25 V fällt und zeigt auf dem Display: „Low Batt“ an.

Gemäß der Spezifikation des HTU21D beträgt die Genauigkeit des Feuchtesensors $\pm 3\%$ RH bei $T_R = 25\text{ }^\circ\text{C}$ im Bereich von 20 % RH bis 80 % RH. Für die Temperatur kann bei T_R eine Genauigkeit von $\pm 0,3\text{ }^\circ\text{C}$ erreicht werden. (Siehe dazu Datenblatt HTU21D [1].)

Inbetriebnahme

Zur Inbetriebnahme muss der PHTU21D [2] lediglich in die 4-polige Buchsenleiste gesetzt und die Batterie in die dafür vorgesehenen, rückseitigen Sockel-Pins gesteckt werden. Durch Betätigung des Schiebeschalters S1 wird das Gerät an- und ausgeschaltet. Der D1HTU21D ist für den Feuchtigkeitsbereich von 20 % RH bis 80 % RH und für den Temperaturbereich von 10 bis 60 $^\circ\text{C}$ ausgelegt.



D1HTU21D – Anwendungsbeispiel für den digitalen Feuchte- und Temperatursensor HTU21D

Batteriebetrieb

Der digitale Feuchtigkeits- und Temperatursensor HTU21D ist ein sehr energieeffizienter Sensor. Seine Stromaufnahme liegt bei ca. 450 µA, wodurch er für Batterie gebundene Anwendungen (ohne Nutzung des internen Heaters) eingesetzt werden kann.

Eine normale Standard 1/2AA Lithium Batterie hat eine Lebensdauer von ca. 1200 mAh und eine Ausgangsspannung von ca. 3.6 V. Die Batterie ist bei ungefähr 2 V entladen. Folgende Gleichung kann verwendet werden, wenn man die Batterielebensdauer berechnen möchte.

$$\text{Milliamperestunden (mAh)} = \text{Messungen pro Jahr} \times \text{A/D-Umwandlungszeit pro Messung(ms)} \times \frac{\text{Stromverbrauch}}{(1000 \text{ ms/s} \times 3600 \text{ s/h})}$$

Der HTU21D ist ideal für batteriegetriebene Geräte. Um aber die Lebensdauer zu bestimmen, muss der Verbrauch der übrigen Bauelemente mitberücksichtigt werden. Die Stromaufnahme für diese Komponenten können anhand der folgenden Tabellen einfach addiert werden.

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Voltage Supply	VDD	1.5	3.0	3.6	V
Current Consumption ¹⁾	Sleep mode		0.02	0.14	µA
	Measuring	300	450	500	µA
Power Dissipation	Sleep mode		0.06	0.5	µW
	Average 8 bit ²⁾		2.7		µW
Communication		Digital 2-wire interface, I ² C protocol			
Heater	VDD = 3 V	5.5 mW / ΔT = + 0.5 – 1.5 °C			
Storage		-40 °C .. 125 °C			

Tabelle 2: Auszug aus dem Datenblatt HTU21D

- 1) Conditions: V_{dd} = 3 V, SCK = 400 kHz at 25 °C
- 2) Conditions: V_{dd} = 3 V, SCK = 400 kHz, Temp < 60 °C, duty cycle < 10 %

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Operating Temperature Range	Top	Absolute Max	-20		70	°C
Storage Temperature Range	Tst	Absolute Max	-30		80	°C
Supply Voltage	VDD			3.3	5.5	V
Supply Current	IDD	Ta = 25 °C, VDD = 3.3 V		1.0	1.5	mA
Supply for LCD (contrast)	VDD – V0	Ta = 25 °C		3.2		V
“H” Level Input	Vih		0.7*VDD		VDD	V
“L” Level Input	Vil		0		0.6	V
“H” Level Output	Voh		0.75*VDD			V
“l” Level Output	Vol				0.2*VDD	V
Backlight Supply Voltage	Vled					V
Backlight Supply Current	Iled					mA

Tabelle 3: Auszug aus dem Datenblatt Display NHD-0208AZ-RN-YBW-33V

D1HTU21D – Anwendungsbeispiel für den digitalen Feuchte- und Temperatursensor HTU21D

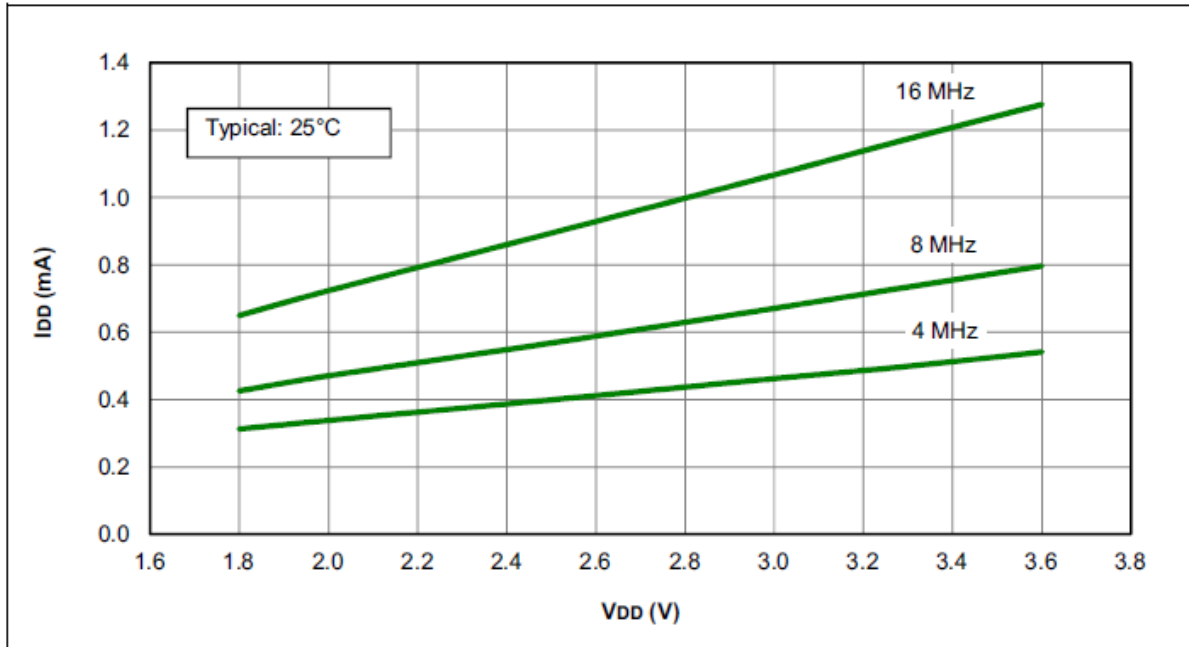


Abbildung 6: Typische Stromaufnahme des PIC16LF1518 im HFINTOSC Mode

Beispielrechnung der Betriebsdauer bei Sekundentakt

Falls eine Messung jede Sekunde erfolgt, sind dies 31.5×10^6 Messungen pro Jahr. Bei einer Auflösung von 12 bit für die relative Feuchte und 14 bit für die Temperatur ergibt sich eine Konvertierungszeit von ca. 58 ms (siehe Datenblatt HTU21D S.4 und S.6). Der OEM-Sensor benötigt 0,45 mA, der Mikrokontroller hat eine typische Stromaufnahme von 0.5 mA und das LCD von 1 mA. Insgesamt ergibt sich eine Stromaufnahme für den D1HTU21D von 1,95 mA.

Der Ruhestrom des Sensors beträgt ca. 100 nA. Dadurch ergibt sich folgender Stromverbrauch:

- a) Während den Messungen:

$$\text{Milliamperestunden (mAh)} = 31.5 \times 10^6 \times 58 \text{ms} \times \frac{1.95 \text{mA}}{(1000 \text{ms/s} \times 3600 \text{s/h})} = 989.63 \text{mAh}$$

- b) In Ruhephase:

$$\text{Milliamperestunden (mAh)} = \frac{8760}{(10^6 \text{ nA/mA})} = 0.876 \text{mAh}$$

Das bedeutet, dass der Demonstrator eine Stromaufnahme von ca. 990,5 mAh im Jahr hat. Daraus folgt bei Benutzung einer 1/2AA Batterie eine Lebensdauer von über 1 Jahr.



D1HTU21D – Anwendungsbeispiel für den digitalen Feuchte- und Temperatursensor HTU21D

Taupunkt

Der D1HTU21D könnte so programmiert werden, dass zusätzlich der Taupunkt, sowie die absolute Feuchte angezeigt werden.

Das Ergebnis ergibt sich nach mathematischen Formeln [\[7\]](#) über die zwei gemessenen Größen: relative Feuchte und Temperatur:

$$TD(r,T) = b \cdot v / (a - v) \text{ mit } v(r,T) = \log_{10} (DD (r,T) / 6.1078)$$

Parameter:

$a = 7.5, b = 237.3$ für $T \geq 0$

$a = 7.6, b = 240.7$ für $T < 0$ über Wasser (Taupunkt)

$a = 9.5, b = 265.5$ für $T < 0$ über Eis (Frostpunkt)

Bezeichnungen:

r = relative Luftfeuchte

T = Temperatur in °C

TD = Taupunkttemperatur in °C

DD = Dampfdruck in hPa

Die Ausgabe erfolgt abwechselnd zur relativen Feuchte und Temperatur im 3 Sekunden Zeitintervall. Eine Änderung der Messzeitabstände in beliebigen Zeitabständen kann wie auch die Einstellung der Auflösung des Messergebnisses per Software vorgenommen werden, Dabei können die Feuchtigkeits- und Temperaturwerte programmierbar in 8/12 bit oder 12/14 bit Datenworte gewandelt werden.

Der Demonstrator lässt sich durch die ICSP Programmierschnittstelle über ein sechsadriges Kabel mit einem Programmer/Debugger wie z.B. dem PIC-kit 3 [\[8\]](#) auch individuell programmieren. Der C-Code kann bei AMSYS angefragt werden. Der Sourcecode für den Betrieb des HTU21D steht unter den Anwendungsnotizen [\[9\]](#) zur Verfügung.

Der Demonstrator D1HTU21D kann auf Nachfrage bei AMSYS unter der Produktnummer D1HTU21D bestellt werden.

Weitere..... NEUE MODULE



D1HTU21D – Anwendungsbeispiel für den digitalen Feuchte- und Temperatursensor HTU21D

Weiterführende Literatur

Allgemeine Informationen unter www.amsys.de

[1] Produktseite und Datenblatt HTU21D:

<http://www.amsys.de/produkte/feuchtigkeitssensoren/htu21d-digitaler-feuchte-und-temperatursensor/>

[2] PHTU Produktbeschreibung:

<http://www.amsys.de/downloads/notes/PHTU21D-Produktbeschreibung-AMSYS-003d.pdf>

[3] Datasheet Display:

<http://www.amsys.de/downloads/notes/D1HTU21D-PIC16-AMSYS-datasheet-405e.pdf>

[4] Datasheet Microcontroller:

<http://www.amsys.de/downloads/notes/D1HTU21D-NHD0208A-AMSYS-datasheet-404e.pdf>

[5] <http://www.microchip.com/mplab/mplab-x-ide>

[6] <http://www.microchip.com/mplab/compiler>

[7] <http://www.wetterochs.de/wetter/feuchte.html>

[8] <http://de.rs-online.com/web/p/entwicklungskits-prozessor-mikrocontroller/6872750>

[9] Softwaretreiber HTU21: <http://www.amsys.de/downloads/notes/Softwaretreiber-fuer-HTU21-AMSYS-002.zip>

Kontakt

AMSYS GmbH & Co. KG
An der Fahrt 4
55124 Mainz
Deutschland

Telefon: +49 (0) 6131/469 875 0
Telefax: +49 (0) 6131/469 875 66
E-Mail: info@amsys.de
Internet: <http://www.amsys.de>