

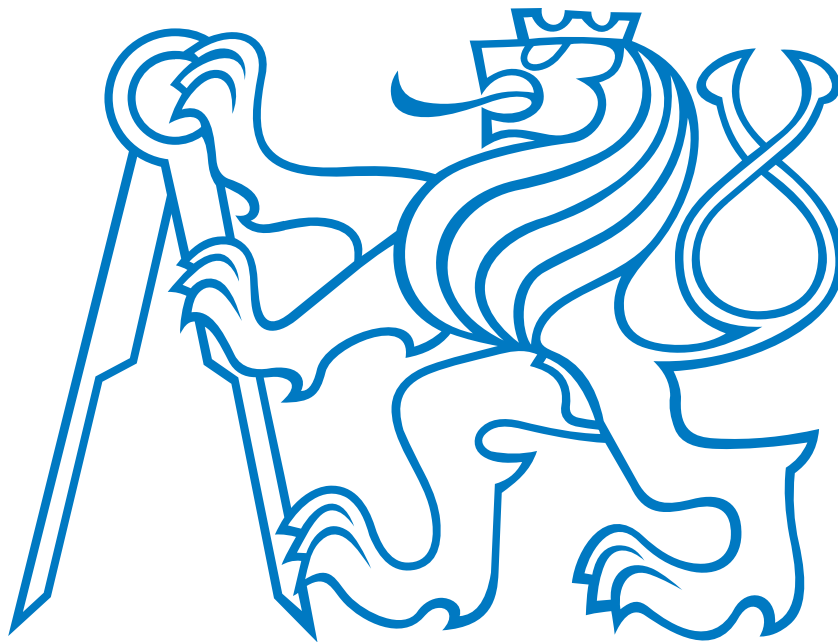
České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická

Katedra měření

Dokumentace

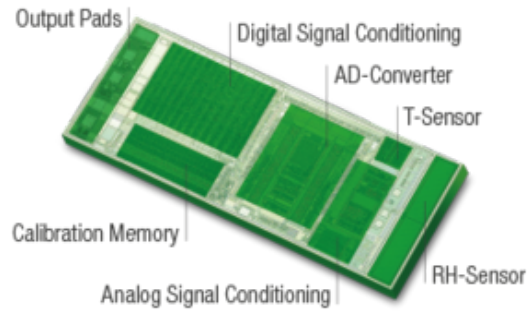
# Senzor teploty a vlhkosti SHT75

Zpracoval David Novotný  
4. dubna 2017



## 1 Základní informace

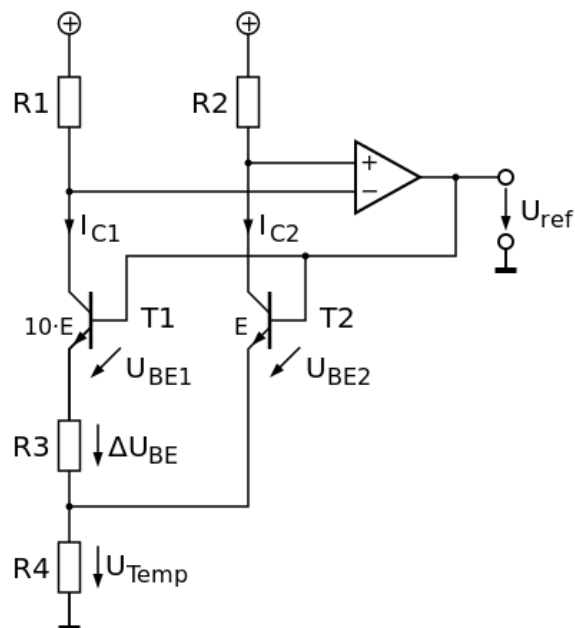
Senzor SHT75 od firmy Sensirion v sobě integruje teploměr a senzor relativní vlhkosti včetně AD převodníku, komunikačního rozhraní (I<sup>2</sup>C kompatibilní) a kalibračních dat od výrobce (senzor je z výroby již kalibrován, což usnadňuje jeho použití).



Obrázek 1: Snímek s popiskem obnaženého čipu (Zdroj obrázku: sensirion.com)

### 1.1 Teploměr

Teploměr v tomto senzoru funguje na principu band-gap buňky. Tento pojem je spíše spojovaný s napěťovou referencí, kde je naopak závislost na teplotě nežádoucí. Nicméně na obrázku 2 je zapojení band-gap reference, kde je vidět odkud se teplotní závislost dá měřit (R4). Zároveň na výstupu OZ je ono referenční napětí, dá se tedy předpokládat že v tomto senzoru slouží band-gap zároveň jako teplotní senzor a reference pro interní AD převodník. Výstup ADC se přepočítává na teplotu jednoduchou lineární rovnicí, jejíž parametry (offset) je třeba měnit se změnou napájecího napětí, viz tabulka 4.



Obrázek 2: Zapojení band-gap buňky (Zdroj obrázku: analog.com)

Výpočet teploty z výstupu AD převodníku:

$$T = d_1 + d_2 * ADC_{RAW} [^{\circ}\text{C}]$$

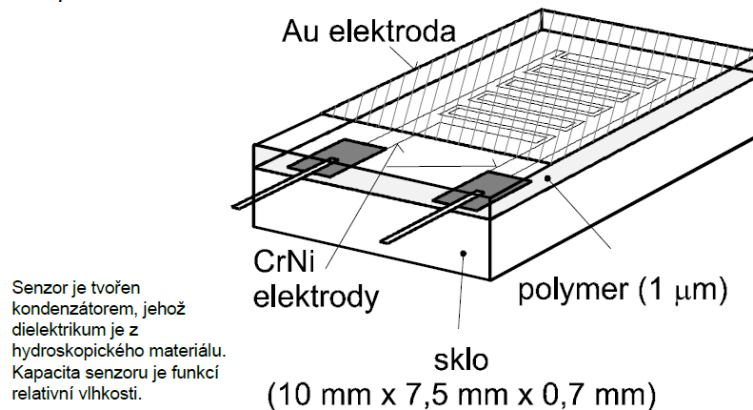
Tabulka 1: Koeficienty

VDD	$d_1$ ( $^{\circ}\text{C}$ )
5 V	-40.1
4 V	-39.8
3.5 V	-39.7
3 V	-39.6
2.5 V	-39.4
Rozliš.	$d_2$ ( $^{\circ}\text{C}$ )
14 bit	0.01
12 bit	0.04

## 1.2 Vlhkoměr (Relative Humidity)

### Sorpční senzory vlhkosti

#### Kapacitní senzor vlhkosti



Obrázek 3: Uspořádání kap. vlhkoměru (Zdroj obrázku: přednášky SME)

Senzor vlhkosti je kapacitního principu, tzn. snímá se kapacita mezi dvěma elektrodami, které jsou vystaveny vlhkosti a jejich vzájemná kapacita s rostoucím objemem vody ve vzduchu roste. Rozlišení měření je nastavitelné na 8 nebo 12 bit. Měření vlhkosti tímto senzorem vykazuje mírnou nelinearitu a teplotní závislost, proto výrobce doporučuje zavést následující kompenzace:

Linearizace:

$$RH_{lin.} = c_1 + c_2 * ADC_{RAW} + c_3 * ADC_{RAW}^2$$

Tabulka 2: Koeficienty linearizace

Rozliš.	$c_1$	$c_2$	$c_3$
12 bit	-2.0468	0.0367	-1.5955E-6
8 bit	-2.0468	0.5872	-4.0845E-4

Teplotní kompenzace:

$$RH_{true} = (T(^{\circ}C) - 25) * (t_1 + t_2 * ADC_{RAW}) + RH_{lin.}$$

Tabulka 3: Koeficienty tep. komp.

Rozliš.	$t_1$	$t_2$
12 bit	0.01	8E-5
8 bit	0.01	0.00128

### 1.3 Rosný bod (Dew Point)

Rosný bod udává teplotu, při které by při současném objemu vody ve vzduchu došlo k úplnému nasycení vzduchu vodou - saturace (RH = 100%), další voda by se již nemohla odpařovat. Pokud teplota klesne pod rosný bod, nezbývá páře ve vzduchu než se srážet. Rosný bod lze tímto senzorem měřit nepřímou - dopočítat z teploty a RH. Existuje několik rovnic pomocí kterých lze více či méně přesně rosný bod počítat, výrobce senzoru uvádí tuto:

$$T_d(RH, T) = T_n * \frac{\ln(\frac{RH}{100}) + \frac{m*T}{T_n+T}}{m - \ln(\frac{RH}{100}) - \frac{m*T}{T_n+T}}$$

Tabulka 4: Koeficienty

Rozsah tepl.	$T_n$ (°C)	m
0 až 50 °C	243.12	17.62
-40 až 0 °C	272.62	22.46

### 1.4 Základní parametry

Tabulka 5: Základní parametry

Rozsah teploměru	-40 až 123.8	°C
Rozsah vlhkoměru	0 až 100*	%
Přesnost teploměru (typ.)	± 0.3	°C
Přesnost vlhkoměru (typ.)	± 1.8	%
Napájecí napětí	2.4 až 5.5	V

\* Dlouhodobé vystavení RH > 80 % poškozuje senzor (zrychluje stárnutí a způsobí offset v měření)

## 2 Připojení senzoru k Nucleo kitu

Senzor se připojí pomocí libovolných dvou pinů Nucleo kitu, je jen potřeba v kódu při inicializaci zadat na které piny je senzor připojen. Pro správnou funkci je ještě potřeba připojit mezi SDA a VCC senzoru pull-up rezistor, hodnota může být cca 4K7-15K. Pokud je senzor napájen z 5 V, pak je potřeba použít 5 V tolerantní piny (většina).

### 3 Popis knihovny pro čtení ze senzoru

Senzor není třeba po zapnutí inicializovat, data se z něj mohou rovnou číst. Na začátku kódu je třeba zinicilizovat pouze třídu SHT75(sck, sda) - předat informaci o tom, na kterých pinech je senzor zapojen. Čtení dat je jednoduché - pomocí funkcí readHumidityTicks() a readTempTicks(), kterým se v parametru předá pointer na proměnou, kam se mají data uložit. Data jsou v podstatě surová data AD převodníku ( $ADC_{RAW}$ ). Rozlišení jsou defaultně nastavena na maximum (14 bit teplota a 12 bit vlhkost), touto knihovnou nelze rozlišení měnit, případní zájemci si mohou doprogramovat.

### 4 Jednoduchá ukázka - výpis dat na UART

Příklad použití knihovny sht7x.h je obsažen (zakomentovaný) v souboru samotné knihovny. Jedná se o jednoduchý program obsahující inicializaci senzoru a kontinuální čtení aktuálních hodnot a jejich posílání přes UART.