

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA BRATISLAVA

Fakulta elektrotechniky a informatiky

VNORENÉ RIADIACE SYSTÉMY

Meteostanica

Denis Švec, Patrik Šafár, Peter Seňkevič, Roman Harmady

21.12.2022

X-NUCLEO-IKS01A2

Na snímanie teploty a tlaku vzduchu používame Nucleo dosku X-NUCLEO-IKS01A2.

X-NUCLEO-IKS01A2 je pohybová MEMS enviromentálna doska snímača prostredia pre STM32 Nucleo.

Je vybavený konektorom Arduino UNO R3, rozloženie a dizajn je navrhnutý okolo:

- LSM6DSL 3D akcelerometra a 3D gyroskopu
- LSM303AGR 3D akcelerometra a 3D magnetometra
- HTS221 snímača teploty
- LPS22HB senzora tlaku.

X-NUCLEO-IKS01A2 je prepojený s mikrokontrolérom STM32F303K8 cez I²C.

Konfigurácia senzorov

Pre každý senzor sme zadefinovali inicializačnú funkciu, ktorá overí pripojenie senzora a vykoná počiatočnú konfiguráciu senzora. Ako prvé overí či dokáže prečítať "WHO_AM_I" register a či hodnota, ktorú senzor vráti je totožná s hodnotou z dokumentácie. Následne zapíšeme do registrov našu konfiguráciu.

LPS22HB

Register description

9.5 CTRL_REG1 (10h)

Control register 1

7	6	5	4	3	2	1	0
g ⁽¹⁾	ODR2	ODR1	ODR0	EN_LPFP	LPFP_CFG	BDU	SIM

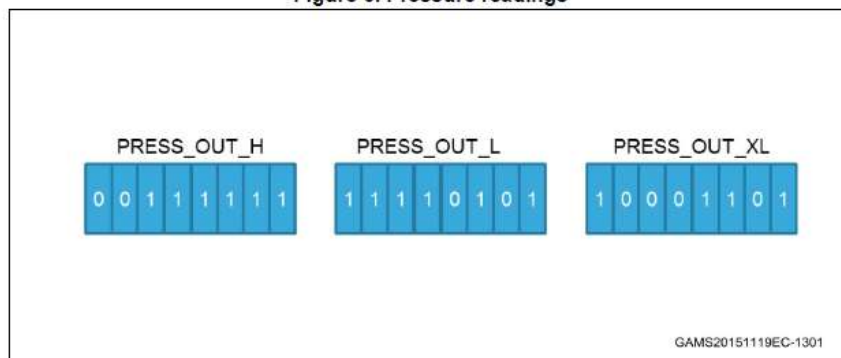
1. This bit must be set to '0' for proper operation of the device.

ODR[2:0]	Output data rate selection. Default value: 000 Refer to Table 17 .
EN_LPFP	Enable low-pass filter on pressure data when Continuous mode is used. Default value: 0 (0: Low-pass filter disabled; 1: Low-pass filter enabled)
LPFP_CFG	LPFP_CFG: Low-pass configuration register. Default value: 0 Refer to Table 18 .
BDU ⁽¹⁾	Block data update. Default value: 0 (0: continuous update; 1: output registers not updated until MSB and LSB have been read ⁽²⁾)
SIM	SPI Serial Interface Mode selection. Default value: 0 (0: 4-wire interface; 1: 3-wire interface)

Knižnice senzorov taktiež obsahujú funkciu na čítanie/zapisovanie dát zo/do senzora.

Údaje, ktoré sa majú zobrazovať ale nie sú priamo získateľné zo senzora sú vypočítané podľa postupu v dokumentácii alebo boli vypočítané s nameraných údajov.

Figure 6. Pressure readings



Equation 1

$$\text{Pressure Value (LSB)} = \text{PRESS_OUT_H (2Ah)} \& \text{PRESS_OUT_L (29h)} \& \text{PRESS_OUT_XL (28h)} \\ = 3FF58Dh = 4191629 \text{ LSB (decimal signed)}$$

Equation 2

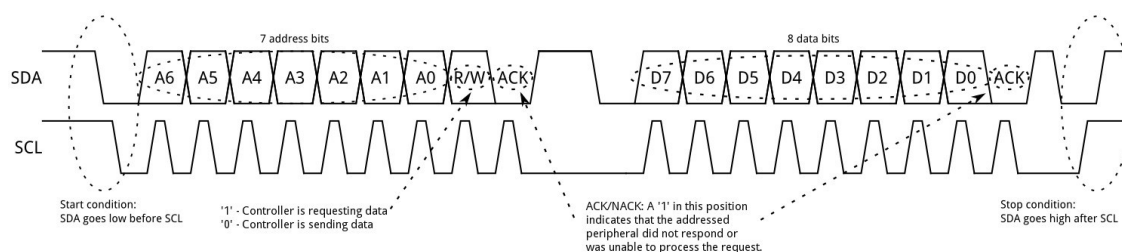
$$\text{Pressure (hPa)} = \frac{\text{Pressure Value (LSB)}}{\text{Scaling Factor}} = \frac{4191629 \text{ LSB}}{4096 \text{ LSB/hPa}} = 1023.3 \text{ hPa}$$

Inter-integrated circuit (I2C) interface

Rozhranie zbernice I2C zabezpečuje komunikáciu medzi mikrokontrolérom a sériovou I2C zbernicou.

Okrem prijímania a prenášania dát I2C prevádza dáta zo sériového na paralelný formát a naopak. Prerušená sú povolené alebo zakázané softvérom. Rozhranie je pripojené k zbernici I2C dátovým pinom (SDA) a hodinovým pinom (SCL).

V režime Master I2C rozhranie iniciuje prenos dát a generuje hodinový signál. A sériový prenos dát vždy začína podmienkou START a končí podmienkou STOP. Podmienky ŠTART aj STOP sú generované v hlavnom režime softvérom.

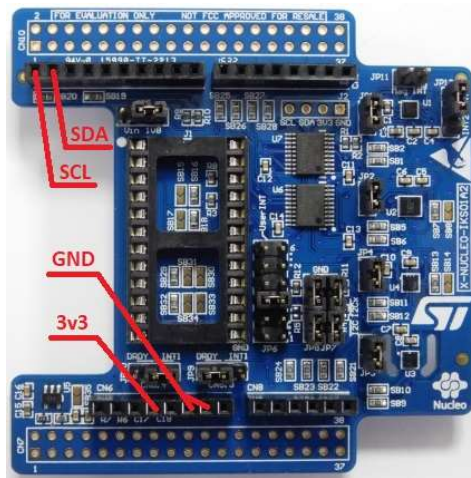


Konfigurácia & Pinout

Následne je uvedená konfigurácia pinov pre I2C a SPI interface k mikrokontroleru STM32F303K8

Napojenie X-NUCLEO-IKS01A2 dosky:

- SDA - pripojiť k PB7 pinu (D4)
- SCL - pripojiť k PB6 pinu (D5)
- GND – pripojiť na GND
- 3v3 - pripojiť na 3v3

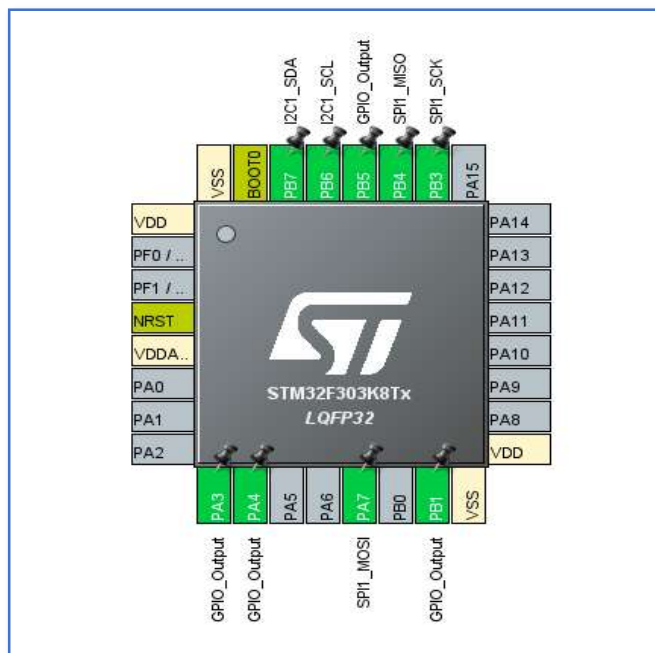


Serial Peripheral Interface (SPI)

SPI je synchronná sériová komunikácia používaná na krátke vzdialenosti, jej typickou aplikáciou je komunikácia s LCD displaymi alebo SD kartami. Operuje v móde Master/Slave, kde v našom prípade MCU je master a ili display je slave. Posielame dáta o dĺžke 8 bitov, využívame full-duplex. Vďaka knižnici nebolo nutné konfigurovať samotný display.

Pripojenie ILI9163 displeja:

- Pin LED - pripojiť na 3v3
- SCK - pripojiť k PB3 pinu (D13)
- SDA - pripojiť k PA7 pinu (A6)
- A0 - pripojiť k PA4 pinu (A3)
- RESET - pripojiť k PA3 (A2)
- CS - pripojiť k PB5 pinu (D11)
- GND - pripojiť na GND
- Vcc - pripojiť na 3v3



Algoritmus na predpoveď počasia

Algoritmus na predpoveď počasia vychádza zo Zambrettiho algoritmu, ktorý zohľadňuje absolútnu hodnotu tlaku, trend tlaku a ročné obdobie (hoci ročné obdobie má malý vplyv na výsledok).

Pri výpočte tabuľkového čísla prognózy Z funguje algoritmus nasledovne:

- Z nameraného tlaku [P], teploty v stupňoch Celzia [T] a nadmorskej výšky v metroch [h] vypočíta atmosférický tlak znížený na hladinu mora P₀.
VZOREC POUŽITÝ NA VÝPOČET:

$$P_0 = P \left(1 - \frac{0.0065h}{T + 0.0065h + 273.15} T + 0.0065h + 273.15 \right)^{-5.257}$$

- Zo získaného tlaku sa vypočíta trend tlaku

-ak tlak klesá: $Z = 130 - \frac{P_0}{81}$

-ak je tlak stabilný: $Z = 147 - \frac{5P_0}{376}$

-ak tlak stúpa: $Z = 179 - \frac{2P_0}{129}$

- Úprava Z podľa ročného obdobia
 - ak je zima a tlak klesá: $Z=Z-1$
 - ak leto a tlak stúpa: $Z=Z+1$

V nasledujúcej tabuľke je zobrazené počasia pre konkrétne hodnoty Z:

Forecast (Z)	Forecast Text number
1	Settled Fine
2	Fine Weather
3	Fine Becoming Less Settled
4	Fairly Fine Showery Later
5	Showery Becoming more unsettled
6	Unsettled, Rain later
7	Rain at times, worse later.
8	Rain at times, becoming very unsettled
9	Very Unsettled, Rain
10	Settled Fine
11	Fine Weather
12	Fine, Possibly showers
13	Fairly Fine , Showers likely
14	Showery Bright Intervals
15	Changeable some rain
16	Unsettled, rain at times
17	Rain at Frequent Intervals
18	Very Unsettled, Rain
19	Stormy, much rain
20	Settled Fine
21	Fine Weather
22	Becoming Fine
23	Fairly Fine, Improving
24	Fairly Fine, Possibly showers, early
25	Showery Early, Improving
26	Changeable Mending
27	Rather Unsettled Clearing Later
28	Unsettled, Probably Improving
29	Unsettled, short fine Intervals
30	Very Unsettled, Finer at times
31	Stormy, possibly improving
32	Stormy, much rain

Na základe výsledkov získaných zo Zambrettiho algoritmu dokázala funkcia odhadnúť predpoveď počasia. Na základe odhadovanej predpovede funkcia posielala návratovú hodnotu počasia.

Návratová hodnota počasia	Skutočné počasie
1	slnečno
2	polooblačno
3	oblačno
4	sychravo
5	daždivo

Algoritmus obsahuje fixne zadané parametre ako Nadmorská výška a ročné obdobie. Parametre použité v algoritme sú špecifické pre Bratislavu v zimnom období.

Main cyklus

Začneme výčítaním hodnôt tlaku a teploty zo senzorickej dosky. Tieto dáta sa následne spracúvajú v algoritme na predpoveď počasia, ako aj pre výpis na ili display. Po spracovaní dát dostaneme integer 1 až 5, na základe ktorého volíme funkcie na vykresľovanie grafiky a predpovede. Tieto funkcie voláme len v prvom cykle, a následne len vtedy keď sa zmení návratová hodnota počasia. Týmto zamedzíme aby sa display prekresľoval každý cyklus. Pridaná funkcia – v prípade že je teplota pod nulou a predpoveď je na úrovni daždivo – sneženie.