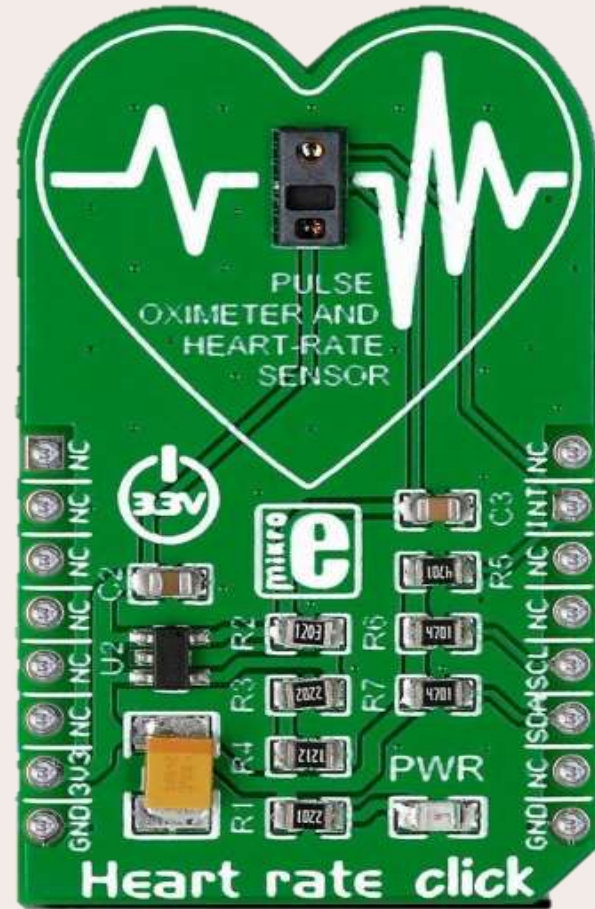


# **Mikroprocesorski merno- informacioni sistemi 2**


**Vežbe 3**

# Heart Rate click



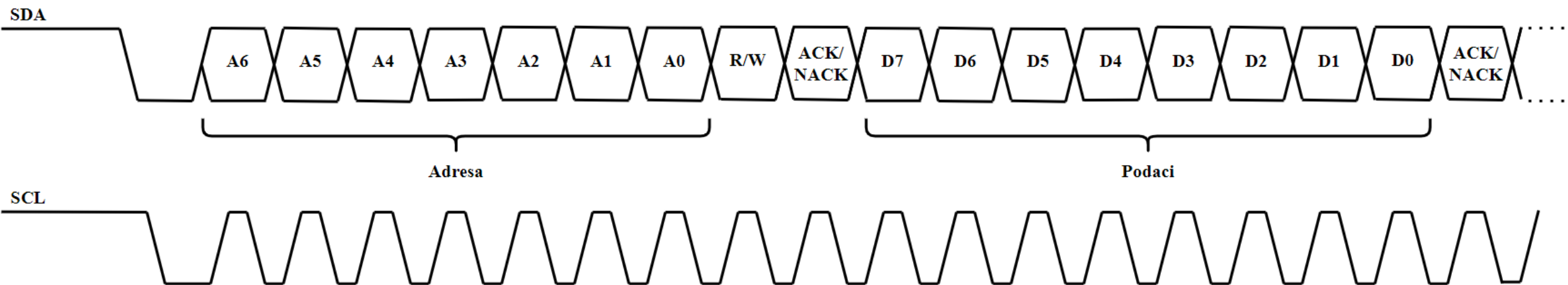
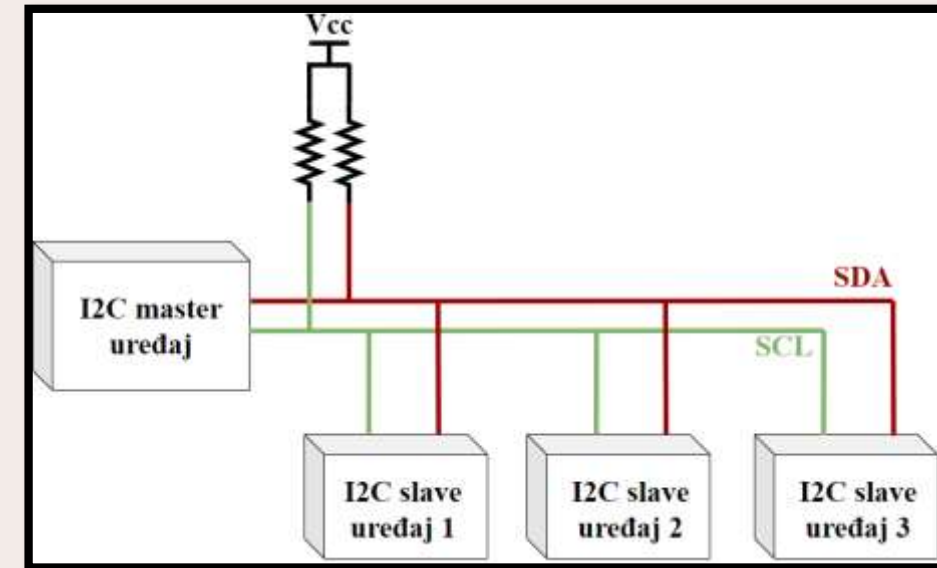
# Heart Rate click

- SpO2 i senzor pulsa – [MAX30100](#)
- Temperaturni senzor
- I2C komunikacioni interfejs
- Standby mod potrošnje energije

Notes	Pin	 mikroBUS				Pin	Notes
	NC	1	AN	PWM	16	NC	
	NC	2	RST	INT	15	<b>INT</b>	
	NC	3	CS	TX	14	NC	
	NC	4	SCK	RX	13	NC	
	NC	5	MISO	SCL	12	<b>SCL</b>	I2C clock
	NC	6	MOSI	SDA	11	<b>SDA</b>	I2C data
Power supply	<b>+3.3V</b>	7	3.3V	5V	10	NC	
Ground	<b>GND</b>	8	GND	GND	9	<b>GND</b>	Ground

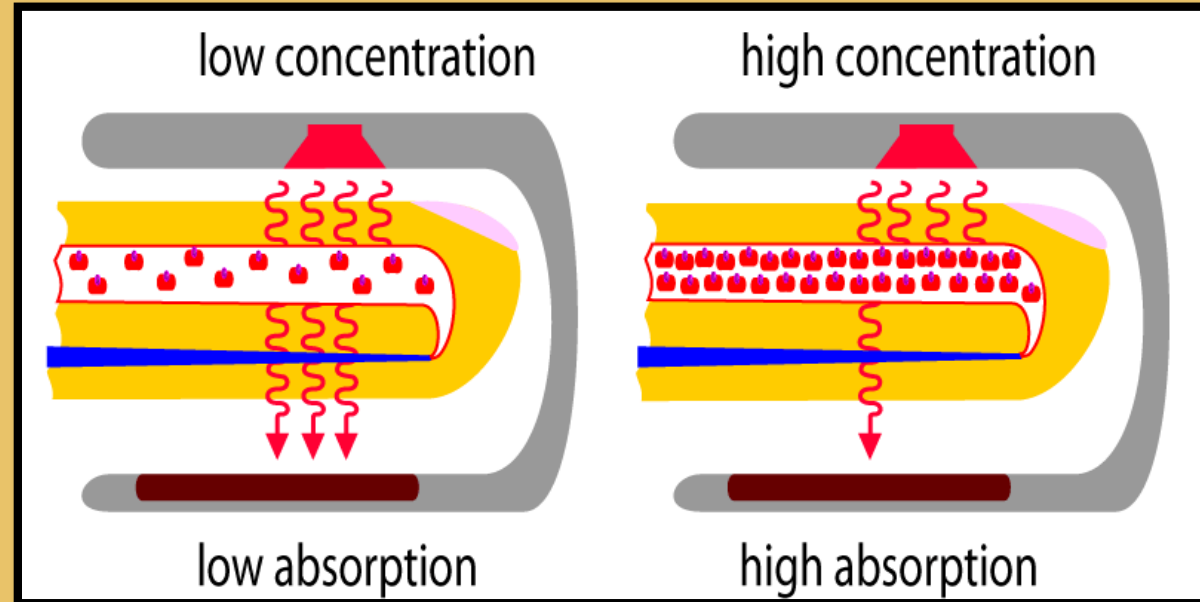
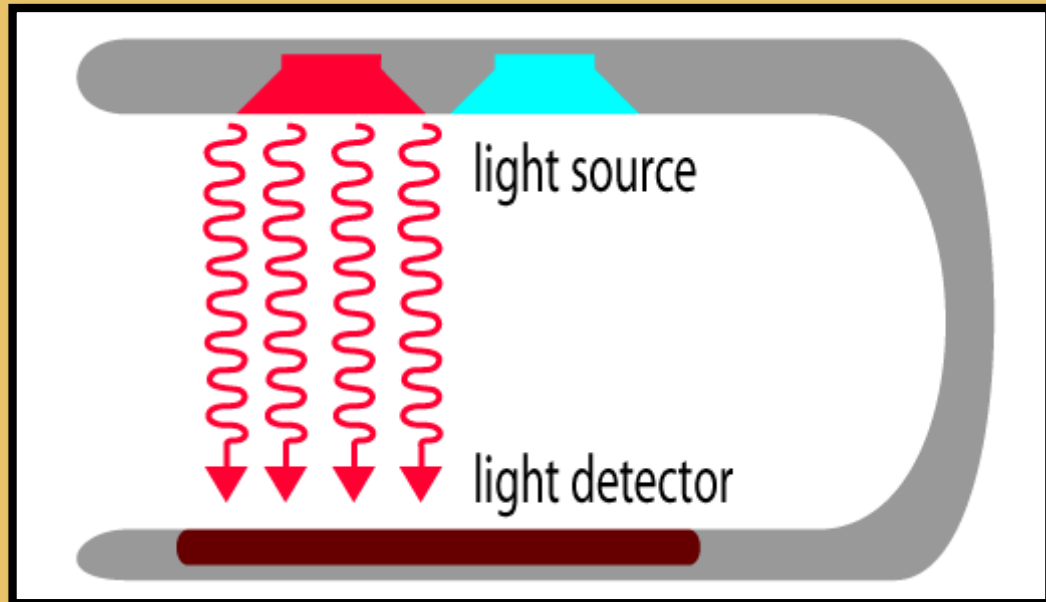
# I2C komunikacioni protokol

- ❑ I2C magistrala - **SCL** (*Serial Clock*), **SDA** (*Serial Data*)
- ❑ Half-duplex komunikacija
- ❑ Uređaji povezani na I2C magistralu – master (neograničen broj), slave ( $2^n$ ,  $n$  – broj bita slave adrese)
- ❑ Modovi brzine prenosa podataka:
  1. **Standard mode** – brzina prenosa podataka je 100 kbps.
  2. **Fast mode** – brzina prenosa podataka je 400 kbps.
  3. **High speed mode** – brzina prenosa podataka je 3.4 Mbps.
  4. **Ultra fast mode** – brzina prenosa podataka je 5 Mbps
- ❑ Open-drain konfiguracija



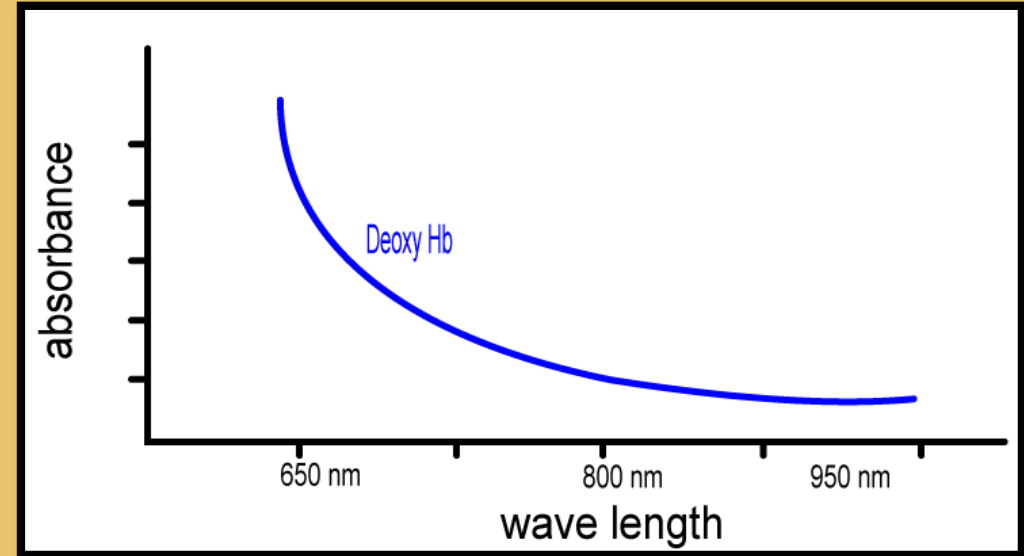
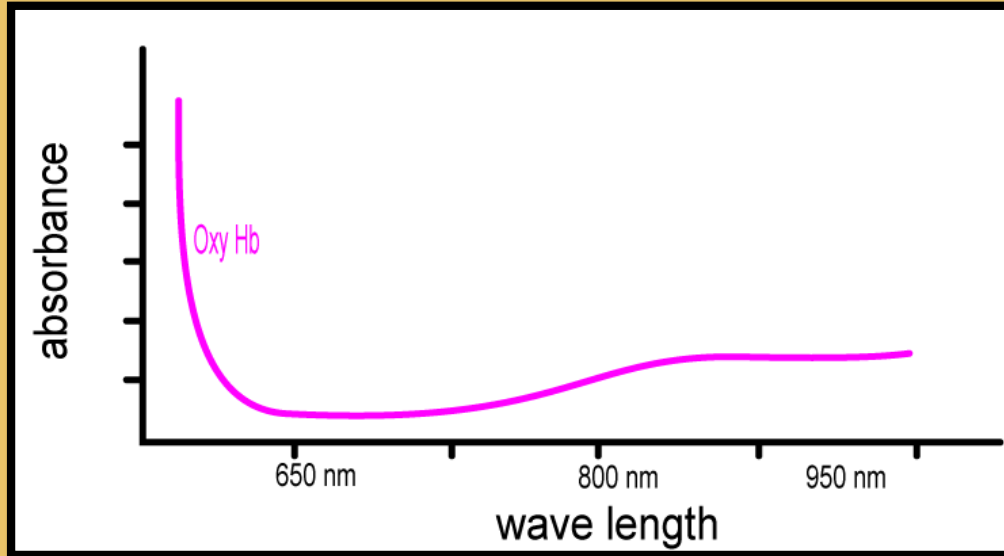
# Pulsna - oksimetrija

- ❑ Pulsni-oksimer -> uređaj koji meri zasićenost krvi kiseonikom
- ❑ Hemoglobin (Hb) – nosilac kiseonika u krvi
- ❑ Zasićenost krvi kiseonikom – odnos hemoglobina za koji je vezan molekul kiseonika (HbO<sub>2</sub>) i ukupnog hemoglobina u krvi (Hb)
- ❑ Venska krv – deokseigenisana
- ❑ Arterijska krv – oksigenisana
- ❑ Transmisiona oksimetrija – izvor svetlosti određene talasne dužine prosijava tkivo sa jedne strane, dok se sa druge strane na fotodetektoru detektuje deo svetlosti koji nije apsorbovan od strane tkiva
- ❑ Refleksiona oksimetrija – izvor svetlosti se usmerava na tkivo, a fotodetektor detektuje svetlost reflektovanu o tkivo



# Pulsna - oksimetrija

- ❑ Oksihemoglobin – apsorbuje više infracrvenu nego crvenu svetlost, deoksihemoglobin – apsorbuje više crvenu nego infracrvenu svetlost



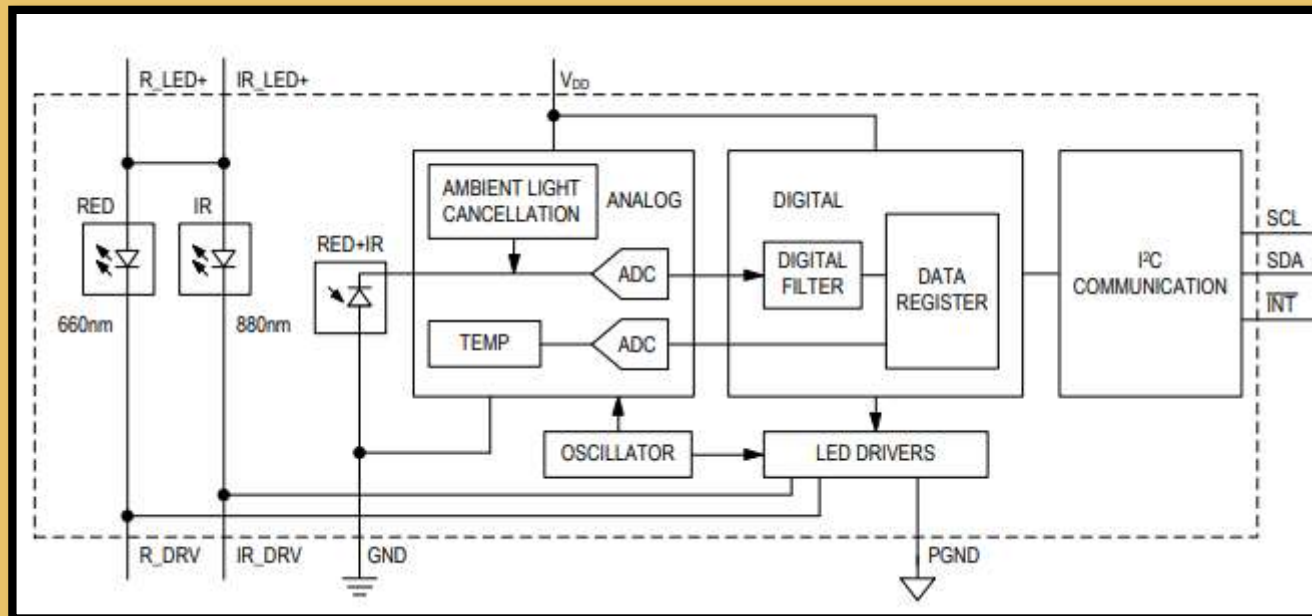
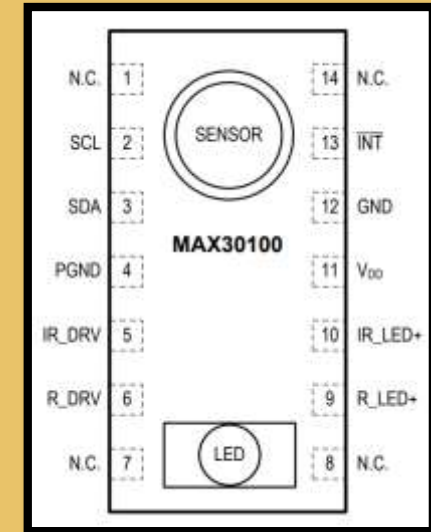
- ❑ Odnos apsorbovane crvene i infracrvene svetlosti odgovara odnosu oksihemoglobina i deoksihemoglobina, odnosno, količini kiseonika u krvi.

$$SpO_2 = HbO_2/Hb$$

- ❑ Puls je moguće odrediti samo na osnovu signala sa IR diode – sa otkucajima srca menja se volumen krvnih sudova, što utiče na apsorpciju svetlosti

# MAX30100

- ❑ Integrirani pulsni-oksimer i senzor pulsa
- ❑ Dve LED (crvena i infracrvena) + fotodetektor
- ❑ Programabilna struja za LED, frekvencija odabiranja, širina impulsa za upravljanje sa LED
- ❑ Sadrži sigma-delta ADC, programabilne rezolucije
- ❑ Digitalni izlaz se skladišti u FIFO baferu dubine 16 odbiraka



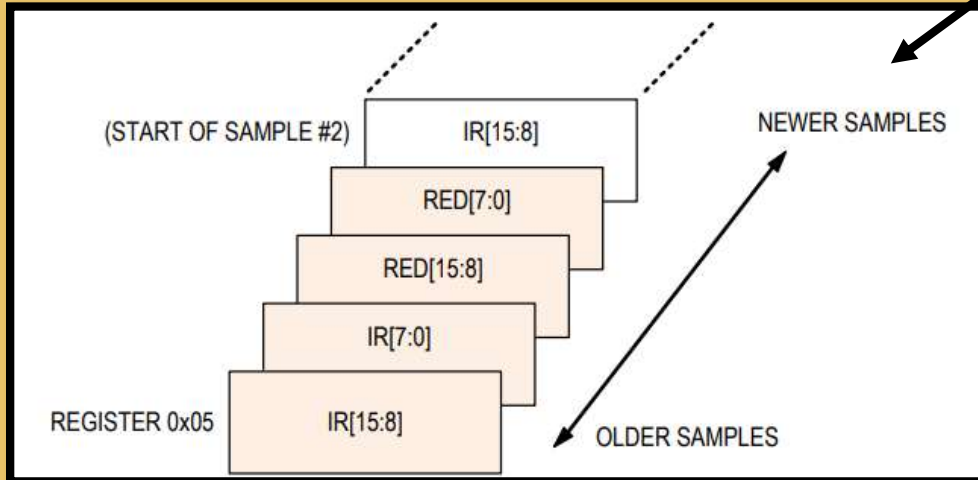
Pin	Funkcija
1, 7, 8, 14 - NC	No Connection
2 - SCL	I2C linija za signal takta
3 - SDA	I2C linija za podatke
4 - PGND	Masa (LED driver blok)
5 - IR_DRV	IR LED katoda
6 - R_DRV	R LED katoda
9 - R_LED+	R LED anoda
10 - IR_LED+	IR LED anoda
11 - VDD	Napajanje
12 - GND	Masa
13 - INT	Linija za interrupt (active low)



# MAX30100

## □ FIFO

- Write Pointer
  - Read Pointer
  - Data
  - Overflow counter
- } Cirkularni bafer
- FIFO bafer je dubine 16 odbiraka – svaki odbirak čine 4 bajta podataka (2 bajta podataka za IR diodu i 2 bajta podataka za RED diodu)
  - FIFO treba pročitati četiri puta da bi se rekonstruisao jedan odbirak



REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REG ADDR	POR STATE	R/W
<b>STATUS</b>											
Interrupt Status	A_FULL	TEMP_RDY	HR_RDY	SPO2_RDY				PWR_RDY	0x00	0X00	R
Interrupt Enable	ENB_A_FULL	ENB_TEMP_RDY	ENB_HR_RDY	ENB_SPO2_RDY					0x01	0X00	R/W
<b>FIFO</b>											
FIFO Write Pointer								FIFO_WR_PTR[3:0]	0x02	0x00	R/W
Over Flow Counter								OVF_COUNTER[3:0]	0x03	0x00	R/W
FIFO Read Pointer								FIFO_RD_PTR[3:0]	0x04	0x00	R/W
FIFO Data Register	FIFO_DATA[7:0]								0x05	0x00	R/W
<b>CONFIGURATION</b>											
Mode Configuration	SHDN	RESET			TEMP_EN	MODE[2:0]			0x06	0x00	R/W
SPO2 Configuration		SPO2_HI_RES_EN	RESERVED	SPO2_SR[2:0]		LED_PW[1:0]			0x07	0x00	R/W
RESERVED									0x08	0x00	R/W
LED Configuration	RED_PA[3:0]			IR_PA[3:0]					0x09	0x00	R/W
RESERVED									0x0A - 0x15	0x00	R/W
<b>TEMPERATURE</b>											
Temp_Integer	TINT[7:0]								0x16	0x00	R/W
Temp_Fraction					TFRAC[3:0]				0x17	0x00	R/W
RESERVED									0x8D	0x00	R/W
<b>PART ID</b>											
Revision ID	REV_ID[7:0]								0xFE	0xXX*	R
Part ID	PART_ID[7]								0xFF	0x11	R/W



# MAX30100

## ❑ Interrupt Status

- Naznačava pet mogućih vrsta prekida na INT pinu (koji je aktivan na logičku 0) - FIFO almost full, Temperature ready, HR data ready, SpO2 data ready, Power ready

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REG ADDR	POR STATE	R/W
Interrupt Status	A_FULL	TEMP_RDY	HR_RDY	SPO2_RDY				PWR_RDY	0x00	0X00	R

## ❑ Interrupt Enable

- Svi prekidi (osim PWR\_RDY mogu biti omogućeni softverski)

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REG ADDR	POR STATE	R/W
Interrupt Enable	ENB_A_FULL	ENB_TEMP_RDY	ENB_HR_RDY	ENB_SPO2_RDY					0x01	0X00	R/W

## ❑ Mode Configuration

- HR only ili HR i SpO2 mod

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REG ADDR	POR STATE	R/W
Mode Configuration	SHDN	RESET			TEMP_EN	MODE[2:0]			0x06	0x00	R/W

MODE[2:0]	MODE
000	Unused
001	Reserved (Do not use)
010	HR only enabled
011	SPO <sub>2</sub> enabled
100–111	Unused

# MAX30100

## ❑ SpO2 Configuration

- Podešavanje frekvencije odabiranja, ADC rezolucije i širine LED impulsa

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REG ADDR	POR STATE	R/W
SPO <sub>2</sub> Configuration		SPO2_HI_RES_EN	Reserved	SPO2_SR[2:0]			LED_PW[1:0]		0x07	0x00	R/W

SPO2_SR[2:0]	SAMPLES (PER SECOND)
000	50
001	100
010	167
011	200
100	400
101	600
110	800
111	1000

LED_PW[1:0]	PULSE WIDTH (µs)	ADC RESOLUTION (BITS)
00	200	13
01	400	14
10	800	15
11	1600	16

## ❑ LED Configuration

- Podešavanje struje RED i IR diode

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REG ADDR	POR STATE	R/W
LED Configuration	RED_PA[3:0]				IR_PA[3:0]				0x09	0x00	R/W

Red_PA[3:0] OR IR_PA[3:0]	TYPICAL LED CURRENT (mA)*
0000	0.0
0001	4.4
0010	7.6
0011	11.0
0100	14.2
0101	17.4
0110	20.8
0111	24.0
1000	27.1
1001	30.6
1010	33.8
1011	37.0
1100	40.2
1101	43.6
1110	46.8
1111	50.0

## ❑ Temperature

- Integer – celobrojna vrednost temperature (od -128 °C do 127 °C)
- Fraction – vrednost temperature iza decimalnog zareza (korak: 0,0625 °C)

REGISTER	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0	REG ADDR	POR STATE	R/W
Temp_Integer	TINT[7:0]								0x16	0x00	R/W
Temp_Fraction					TFRAC[3:0]				0x17	0x00	R/W

# Zadatak:

- ❑ Implementirati Heart Rate click pločicu – napisati funkcije za očitavanje Part ID senzora, konfigurisanje moda rada, sample rate, pulse width, struje LED dioda, očitavanje FIFO bafera, očitavanje temperaturnog senzora, resetovanje registara...
- ❑ Prenos podataka između mikrokontrolera i MAX30100 senzora vršiti putem I2C2 modula (pinovi RA2 – SCL2, RA3 – SDA2).
- ❑ Signale sa dioda prikazati u okviru Data Visualizer-a.

