

VYSOKÉ UČENÉ TECHNICKÉ V BRNĚ  
FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

MIKROPROCESOROVÉ A VESTAVĚNÉ SYSTÉMY  
**ESP32: MĚŘENÍ SRDEČNÍHO TEPU [DIGITÁLNÍ SENZOR]**

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>2</b>
1.1	OLED displej . . . . .	2
1.2	Senzor MAX30102 . . . . .	2
1.3	Zapojení . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Řešení</b>	<b>3</b>
2.1	Instalace a spuštění . . . . .	3
2.2	Programová část aplikace . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Shrnutí</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Příloha</b>	<b>4</b>

# 1 Úvod

Cílem projektu byl návrh a implementace vestavné aplikace, která měří srdeční tep a výsledek zobrazí na displej. Byla využita deska WeMos D1 R32<sup>1</sup>, která obsahuje čip ESP32, modul pro měření srdečního tepu MAX30102<sup>2</sup> a grafický OLED displej<sup>3</sup>.

## 1.1 OLED displej

Grafický displej OLED 0,96" má rozlišení displeje 128x64 bodů a 7 pinů. Tato verze displeje komunikuje na rozhraní SPI. Pracovní napětí je 3.3 nebo 5V.

## 1.2 Senzor MAX30102

Senzor MAX30102 dokáže měřit srdeční tep i okysličením krve. Měření probíhá neinvazivně optickou metodou. Komunikace probíhá na rozhraní I2C. Podrobné informace o tom, jak senzor funguje, jsou zde.

## 1.3 Zapojení

Nejprve bylo VCC(3.3V) a GND z desky Wemos napojeno na "breadboard bus strips"(+ a -). Piny SCL a SDA byly použity pro I2C komunikaci mezi senzorem MAX30102 a deskou Wemos D1 R32. OLED displej komunikuje s deskou na rozhraní SPI a proto byly použity odpovídající piny. Konkrétní zapojení je vidět na videu.

Periferní pin	ESP32 pin	Název v kódu
Senzor VCC	3V3	–
Senzor GND	GND	–
Senzor SCL	SCL(IO22)	–
Senzor SDA	SDA(IO21)	–
OLED VCC	3V3	–
OLED GND	GND	–
OLED D0	IO18	OLED_CLK
OLED D1	IO23	OLED_MOSI
OLED RES	IO17	OLED_RESET
OLED DC	IO16	OLED_DC
OLED CS	IO5	OLED_CS

Tabulka 1: Hardwarové zapojení

<sup>1</sup>[https://www.fit.vutbr.cz/simekv/IMP\\_projekt\\_board.ESP32\\_Wemos\\_D1\\_R32.pdf](https://www.fit.vutbr.cz/simekv/IMP_projekt_board.ESP32_Wemos_D1_R32.pdf)

<sup>2</sup><https://www.hwKitchen.cz/max30102-snimac-pro-srdecni-tep-a-pulzni-oxymetr/>

<sup>3</sup><https://www.hadex.cz/m508a-displej-oled-096-128x64-znaku-7pinu-bily/>

## 2 Řešení

Řešení je implementováno v jazyce C v prostředí Arduino IDE s využitím knihoven pro MAX30102<sup>4</sup> a OLED displej<sup>5</sup>.

### 2.1 Instalace a spuštění

Projekt vyžaduje ke spuštění Arduino IDE<sup>7</sup> verze 1.8.19 nebo vyšší. Pak je nutné přidat desku esp32 prostřednictvím Board Manageru a nastavit položku Board na ESP32 Dev Module. Dále je potřeba nainstalovat knihovny v Tools-Manage Libraries :

1. SparkFun MAX3010x Pulse and Proximity Sensor Library: pro senzor měření tepu.
2. Adafruit GFX Library (a potřebné komponenty): graphics core knihovna pro OLED displej
3. Adafruit SSD1306: driver knihovna pro OLED displej

Po nastavení Upload Speed na hodnotu 115200 a Portu projekt je možné spustit. Pokud se po kompilaci a nahrání projektu na desku rozsvítí u senzoru červená LED a na OLED displeji je napsáno přiložit prst na senzor, program běží a nainstaloval se správně.

### 2.2 Programová část aplikace

- Na začátku kódu jsou připojeny potřebné knihovny, jsou nastaveny velikosti displeje a hodnoty jeho pinů. Rovněž jsou vytvořeny 2 bitmapové obrázky srdce, z nichž jeden je větší, při čtení dat budou tyto obrázky střídavě zobrazovat na obrazovce, napodobující srdeční tep. Pro výpočet hodnot srdečního tepu jsou také vytvořeny globální proměnné.
- Funkce setup() inicializuje senzor a displej a v případě selhání vypíše chybu. Displej se vymaže a senzor se rozsvítí červeným LEDem, což znamená, že senzor běží.
- Funkce loop() obsahuje programový kód, který bude opakovaně prováděn v nekonečné smyčce. Konkrétně následující: senzor načte hodnotu IR a na základě ní program rozhodne, zda je prst na senzor přiložen. Pokud ano, na displeji se zobrazí malý symbol srdce a průměrná hodnota srdečního tepu. Dále po detekci jednoho srdečního tepu program vypočítá průměrnou hodnotu srdečního tepu za minutu(BPM) z rychlosti posledních 4 tepů a zobrazí tuto hodnotu na OLED displeji spolu s velkým symbolem srdce. Pokud je hodnota IR malá, zobrazí se na OLED displeji žádost o přiložení prstu na senzor.

---

<sup>4</sup>[https://github.com/sparkfun/SparkFun\\_MAX3010x\\_Sensor\\_Library](https://github.com/sparkfun/SparkFun_MAX3010x_Sensor_Library)

<sup>5</sup><https://github.com/lexus2k/ssd1306>

<sup>6</sup><https://github.com/adafruit/Adafruit-GFX-Library>

<sup>7</sup> <https://www.arduino.cc/en/software>

### **3 Shrnutí**

Při psaní tohoto projektu byly implementovány všechny požadavky uvedené v zadání. Autoevaluace složek E, F, Q, P, D je 14.

Při testování implementace byly výsledky měření porovnány s výsledky měření chytrých hodinek Apple Watch a výsledky lišily jenom nepatrně.

### **4 Příloha**

Video: <https://drive.google.com/drive/u/1/folders/1VMrUQWalsoRiYowo8jg8U5sH7tqxdGtw>