

Senzor tepu a okysličení krve - Dokumentace

Lubojacký Jan

May 2022

1 Popis projektu

V tomto projektu jsem se rozhodl implementovat senzor tepu a okysličení krve. Také jsem vytvořil grafickou aplikaci která data přímá a graficky zobrazuje.

Senzor tepu má řadu využití, například v chytrých hodinkách, kde se dá pomocí něj sledovat vývoj tepu v čase, což jednak poskytuje uživateli informace stavu o jeho kardiovaskulárním systému nebo ho může například i varovat v případě nebezpečných hodnot.

Kromě senzoru tepu zařízení sleduje i hladinu kyslíku v krvi. To se ukázalo jako důležité během pandemie Covid-19, kdy snížená hladina v kyslíku v krvi může signalizovat příchod onemocnění.

Projekt využívá senzor MAX30100 [1]. Hlavní součásti tohoto senzoru jsou červená led dioda, infračervená led dioda a fotodetektor. Na senzor se přiloží prst a diody ho prosvěćují, na základě množství absorbovaného červeného světla lze určit okysličení. A na základě množství absorbovaného infračerveného světla lze určit množství krve v cévách, při stahu srdce se světlo pohltí více, jinak méně, výsledkem je signál vzdáleně připomínající sinusovku 1, ze kterého můžeme určit tepovou frekvenci. [2]

Se senzorem komunikuje mikrokontrolér STM32F042F6P6 přes i2c sběrnici. Ten přijatá data zpracuje a spočítá tepovou frekvenci a okysličení krve v procentech, výsledky pak pošle přes USART do počítače, kde je zobrazí grafická aplikace.

2 Schémátko

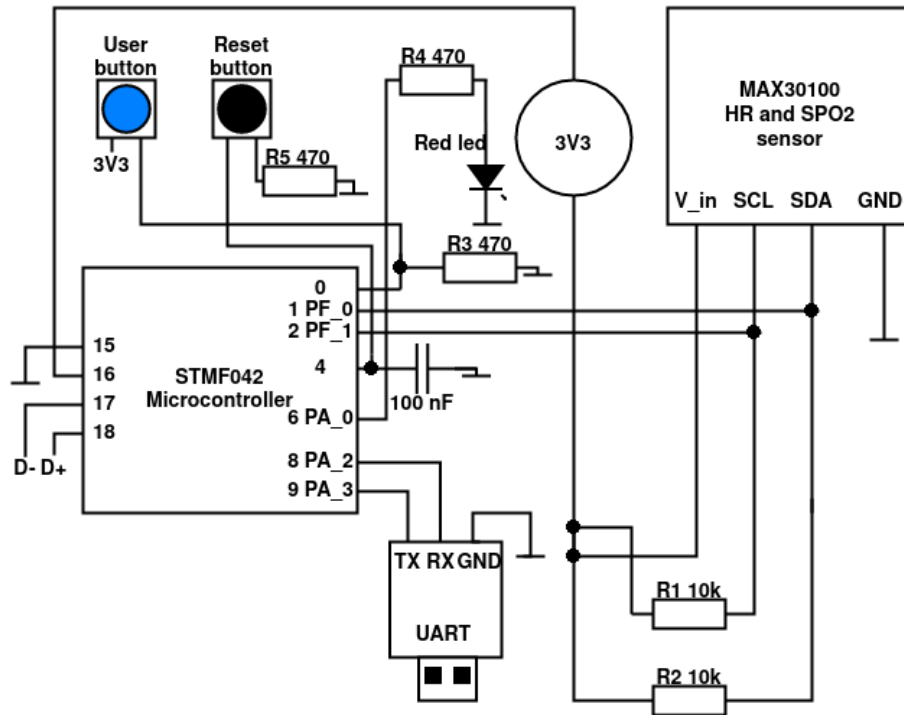


Figure 1: Kdepak schéma to on má

3 Implementace

3.1 Filtrování

Surový signál z fotosenzoru není moc použitelný, vypadá zhruba takto. Všimněme si hlavně pomalé komponenty která nám celý signál posouvá nahoru a dolů a pak ostrých špiček způsobených nedokonalostmi senzoru.

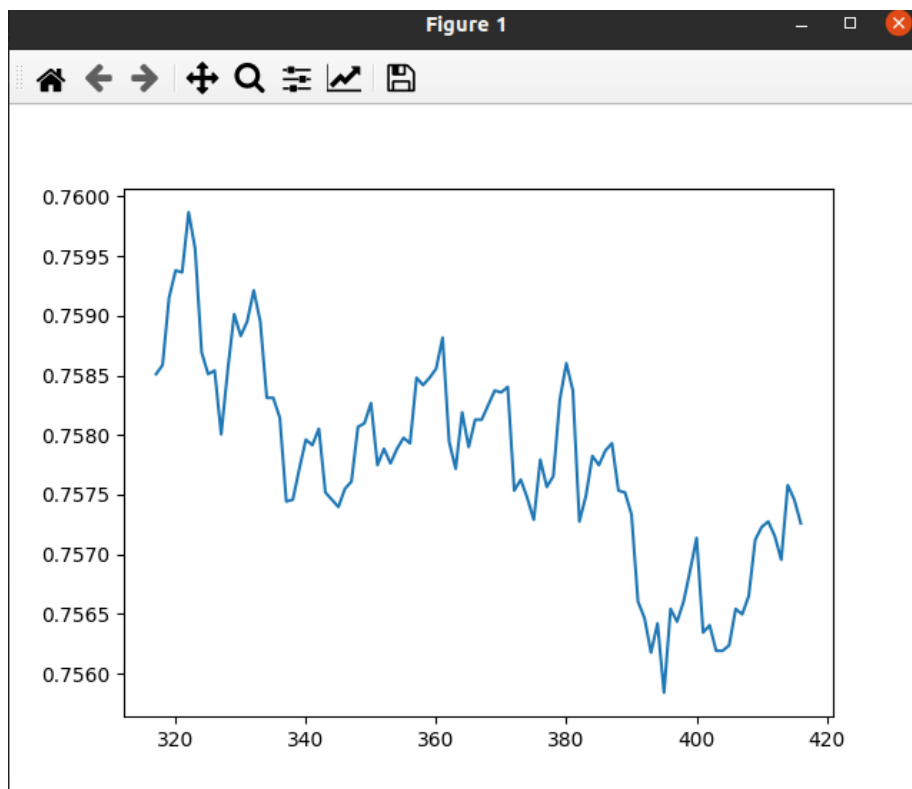


Figure 2: Nezpracovaný signál z fotosenzoru pro IR diodu

Je tedy potřeba ho vyfiltrovat. Pro tyto účely použijeme digitální implementaci butterworthovy dolní propusti druhého řádu, cutoff 0.67 Hz, která ze signálu odstraní pomalé frekvence a DC komponentu.

Dále použijeme moving window average z dvaceti posledních vzorků, který vyhladí rušení v signálu způsobené nedokonalostmi senzoru. Zpracovaný signál pak vypadá takto.

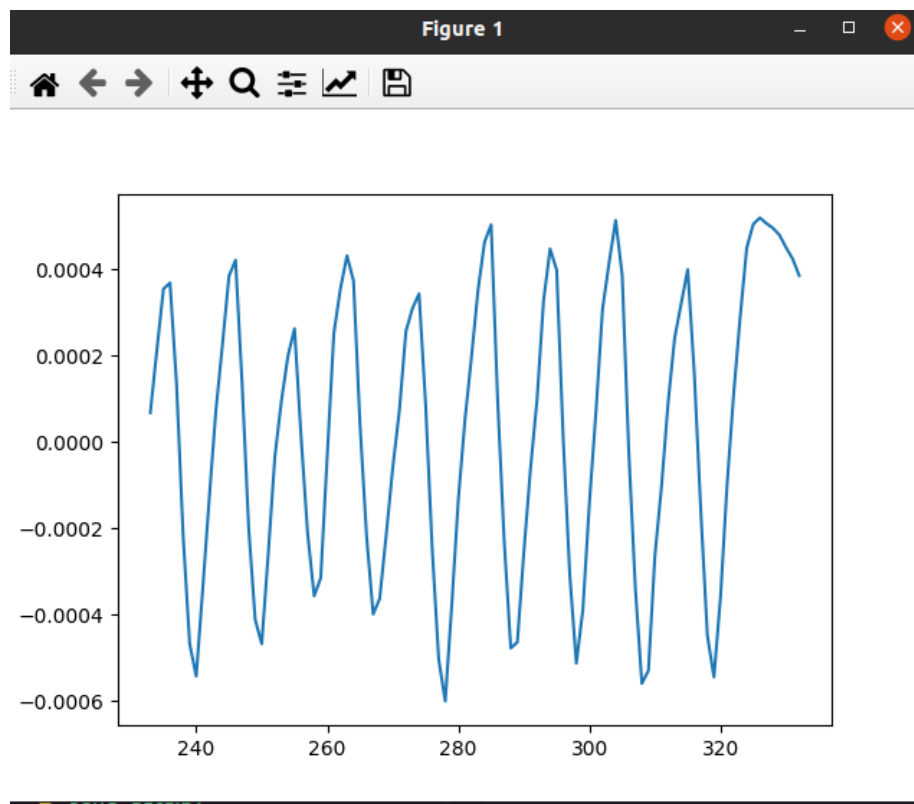


Figure 3: Zpracovaný signál z fotosenzoru pro IR diodu

4 Výpočet tepové frekvence

Nyní máme již předvídatelný signál, u kterého můžeme snadno zjistit periodu na základě intervalů mezi kladnými průchody nulou. Ze znalosti vzorkovací frekvence pak spočítáme tepovou frekvenci.

$$HR = 60 \cdot \frac{\text{sampling frequency}}{\text{samples since last zero pass}} \quad (1)$$

5 Grafická aplikace

Výsledky přijaté od mikrokontroléru přes sériovou linku pak vykreslíme v grafickém okně.

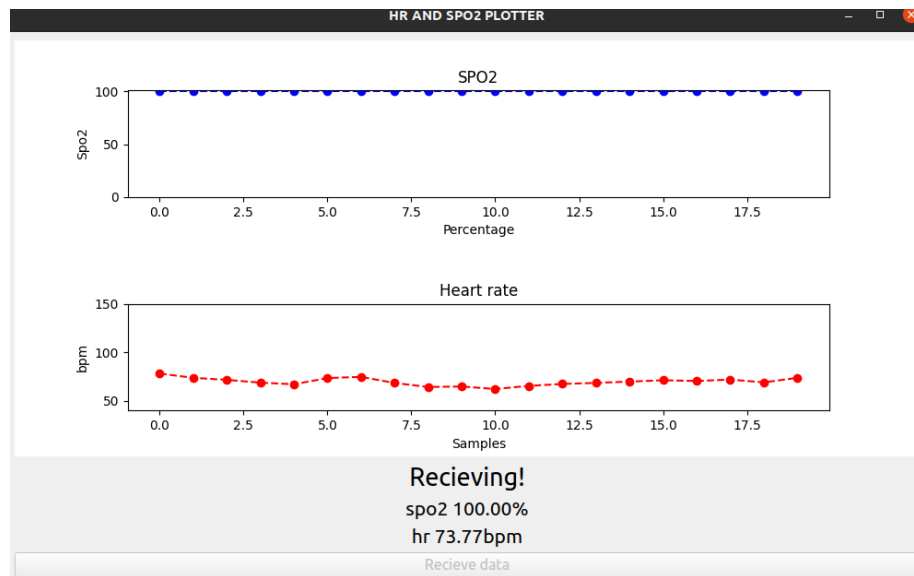


Figure 4: GUI s grafy

References

- [1] Senzor tepu a okyslyčení krve MAX30100
<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30100.pdf>
- [2] Tutorial for making sensor work: <https://lastminuteengineers.com/max30100-pulse-oximeter-heart-rate-sensor-arduino-tutorial/>