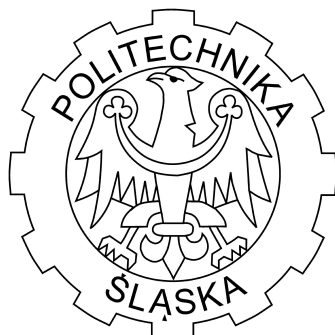


Politechnika Śląska w Gliwicach
Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki



Telemedycyna

Pulsoksymetr z aplikacją mobilną

Autorzy Sprawozdania :

Paweł Pawlik
Mateusz Łabuń

Prowadzący:

dr hab. inż. Tomasz Pander, prof. Pol. Śl.

Gliwice 2020

1. Opis tematu projektu

W oparciu o platformę arduino i czujnik MAX 30102 - czujnik tętna + bezinwazyjny pulsoksymetr zbudować układ rejestracji tętna człowieka z aplikacją mobilną.

Badanie saturacji krwi jest możliwe dzięki różnicy w pochłanianiu światła czerwonego i bliskiej podczerwieni (IR) przez krew natlenioną (O_2Hb) i odtlenioną (HHb). Te dwa rodzaje fali mają możliwość penetracji tkanek dlatego badanie pulsu i saturacji odbywa się bez potrzeby przebijania skóry pacjenta.

Krew natleniona pochłania większe ilości światła podczerwonego i mniejsze ilości światła czerwonego niż krew odtleniona. Można ten fakt obserwować badając odcień krwi; krew natleniona która rozprasza więcej światła czerwonego będzie miała jaśniejszy odcień czerwieni niż krew odtleniona, która pochłania więcej światła czerwonego.

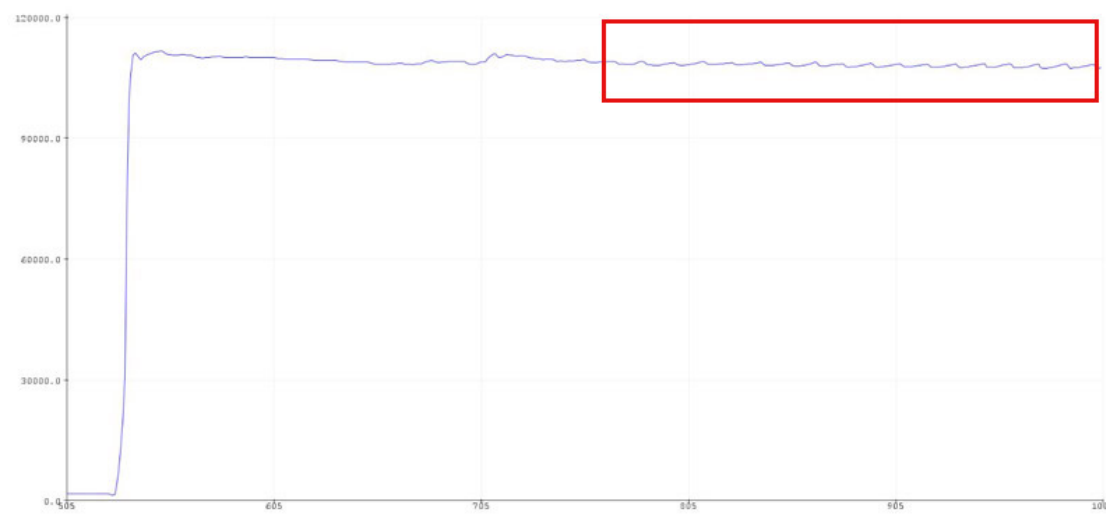
Pulsoksymetry wykorzystując tą zależność są w stanie prowadzić pomiary saturacji krwi. Układ pulsoksymetru wyposażony jest w dwie diody emitujące światło o dwóch długościach fali:

- światło czerwone: 660 [nm]
- światło bliskiej podczerwieni: 940 [nm]

Układ przy pomocy fotodiody bada względną ilość zaabsorbowanego światła czerwonego i podczerwonego i na podstawie wyników można określić puls oraz poziom saturacji krwi.

Ilość pochłanianego światła czerwonego i podczerwonego zmienia się wraz z cyklem pracy serca. Objętość krwi tętniczej zwiększa się podczas skurczu mięśnia sercowego i zmniejsza się podczas rozkurczu. Objętość krwi w innych tkankach (mięśnie, kości, skóra) jest względnie stabilna w porównaniu z objętością krwi w naczyniach włosowatych dlatego też badając puls na palcu dłoni człowieka jesteśmy również w stanie określić rytm pracy serca.

Przykładowy wykres powstały z prowadzonych pomiarów (Rys. 1) prezentuje cykliczne zmiany w ilości odbitego światła. Przy pomocy algorytmu FFT jesteśmy w stanie obliczyć cykl rozkurczu i skurczu mięśnia sercowego.



Rys. 1 wykres powstały z prowadzonych wymiarów

2. Analiza Rozwiązań wraz z uzasadnieniem wybranych komponentów.

Jako trzon projektu użyto płytki Arduino UNO pozwalającą na programowanie oraz obsługę modułów potrzebnych do realizacji tematu. Do odczytu pulsu pacjenta użyto modułu MAX30102, a do komunikacji bezprzewodowej protokołem Bluetooth użyto modułu HC-05. W ramach projektu wymagane również było stworzenie aplikacji mobilnej na system Android, która powstała przy pomocy narzędzia MIT App Inventor.

Czujnik pulsu i saturacji krwi MAX30102 do poprawnego funkcjonowania wymaga użycia dedykowanych bibliotek. Jedną z nich zapewnia poprawne funkcjonowanie algorytmu wyliczającego wartość pulsu na podstawie zebranych pomiarów. Czujnik można dowolnie konfigurować z poziomu programu. Programista ma możliwość edycji takich parametrów jak:

- Jasność diody LED
- Częstotliwość próbkowania
- Tryb diody LED (3 tryby)
- Tempo próbkowania
- Szerokość pulsu
- Zakres ADC

W celu sprawnego przekształcenia wyników pomiarów w jasną dla użytkownika informację o pulsie zastosowana krótka algorytm uśredniający, który z czterech sekund pomiaru uśrednia odczytany puls i wysyła go na port szeregowy Arduino a następnie taki uśredniony wynik jest transmitowany przez Bluetooth do urządzenia mobilnego.

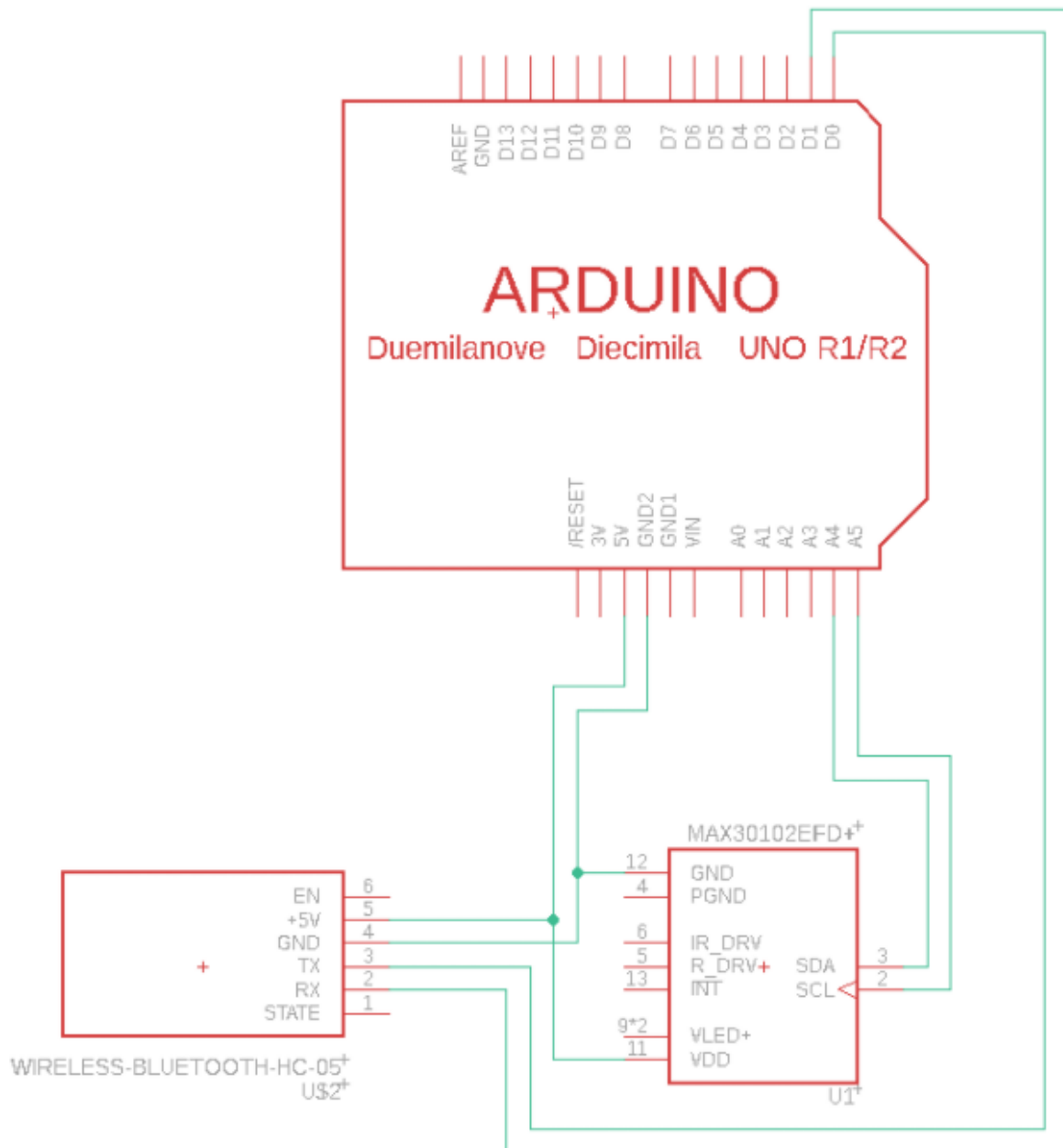
Zastosowany moduł bluetooth HC-05 pozwala na łatwą transmisję danych. Po podłączeniu do płytki Arduino nie wymaga dodatkowych bibliotek. Jedynym krokiem wymagającym do poprawnego komunikowania się pomiędzy arduino a aplikacją wymagane jest sparowanie modułu i telefonu przed uruchomieniem aplikacji.

Aplikacja mobilna powstała przy pomocy kreatora aplikacji mobilnych na system Android. Oferuje ona prosty i intuicyjny schemat tworzenia aplikacji dzięki czemu nie była wymagana wiedza z zakresu programowania takich aplikacji np w Kotlinie. W celu zainstalowania aplikacji należy pobrać na telefon aplikację MIT App, następnie zeskanować kod QR. Po zeskanowaniu, aplikacja zostanie zainstalowana na telefonie.

Realizacja programowa odczytu pulsu i saturacji krwi w tym samym czasie generuje problemy w momencie gdy jako mikrokontroler został użyty ATmega328p. Ten mikrokontroler posiada 32 [KB] programowalnej pamięci flash. Taka ilość pamięci nie pozwala na przechowywanie 100 próbek z pomiarów czujnika w 32 bitowym formacie. Możliwe jest podzielenie próbek na dwie części po szesnaście bitów każda, ale wtedy w momencie łączenia odczytów dochodzi do przekłamania pomiarów. Przetestowano rozwiązanie z podziałem próbek w tablicach, ale przy prowadzeniu testów wyniki przekraczały średnie wartości nawet dziesięciokrotnie. Lepszym rozwiązaniem byłoby użycie mikrokontrolera z większą ilością pamięci.

3. Schemat ideowy projektu i lista użytych elementów.

Schemat ideowy projektu:

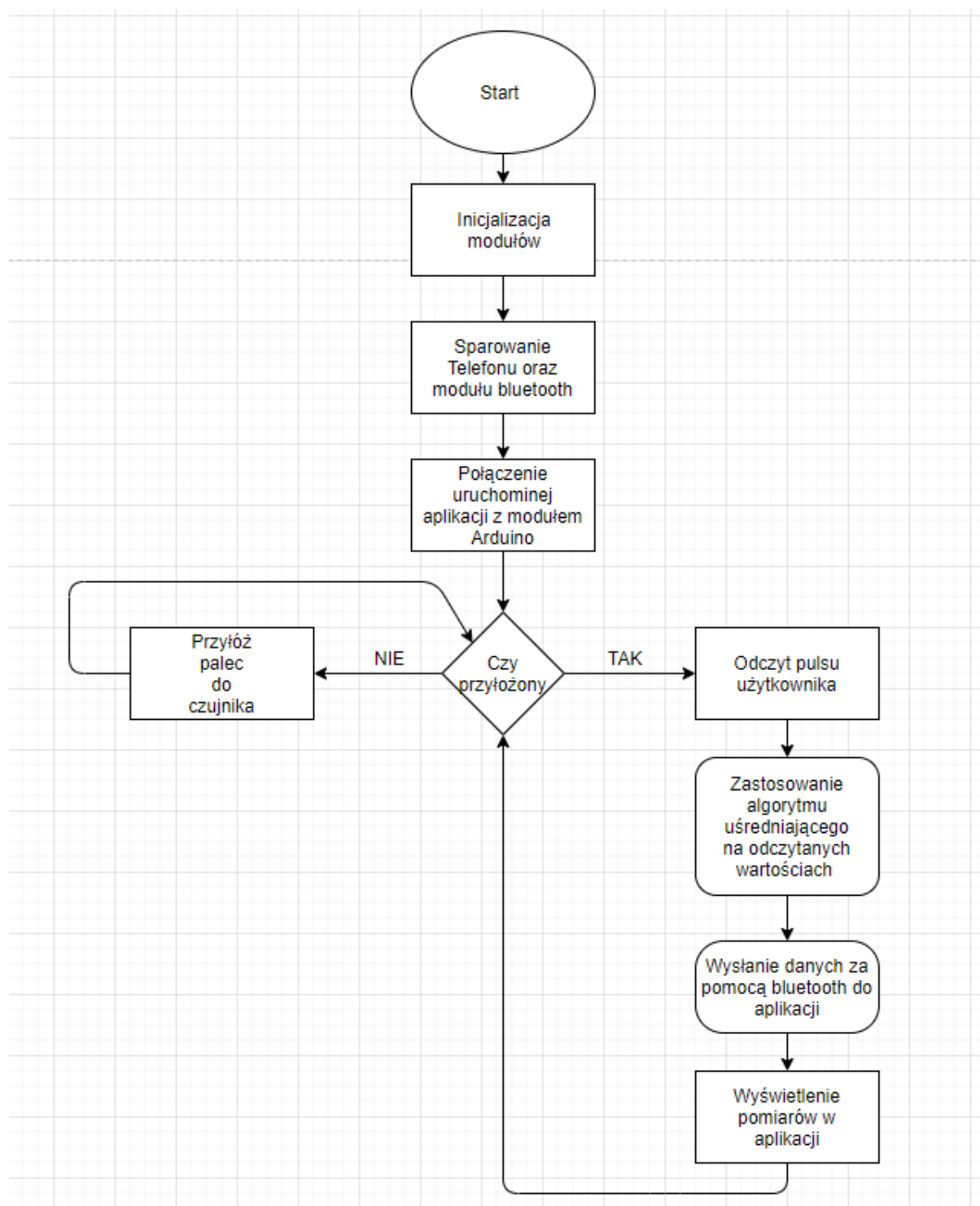


Rys. 2 schemat ideowy projektu

Lista użytych elementów (hardware) :

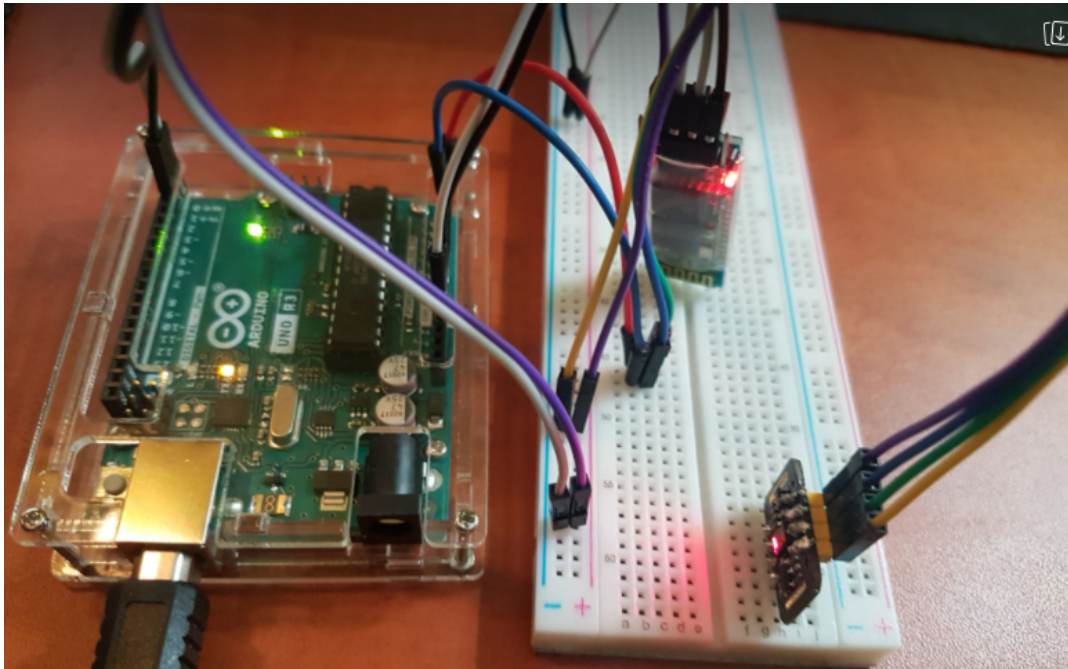
- Arduino Uno
- Moduł MAX30102
- Moduł bluetooth HC-05

4. Schemat blokowy



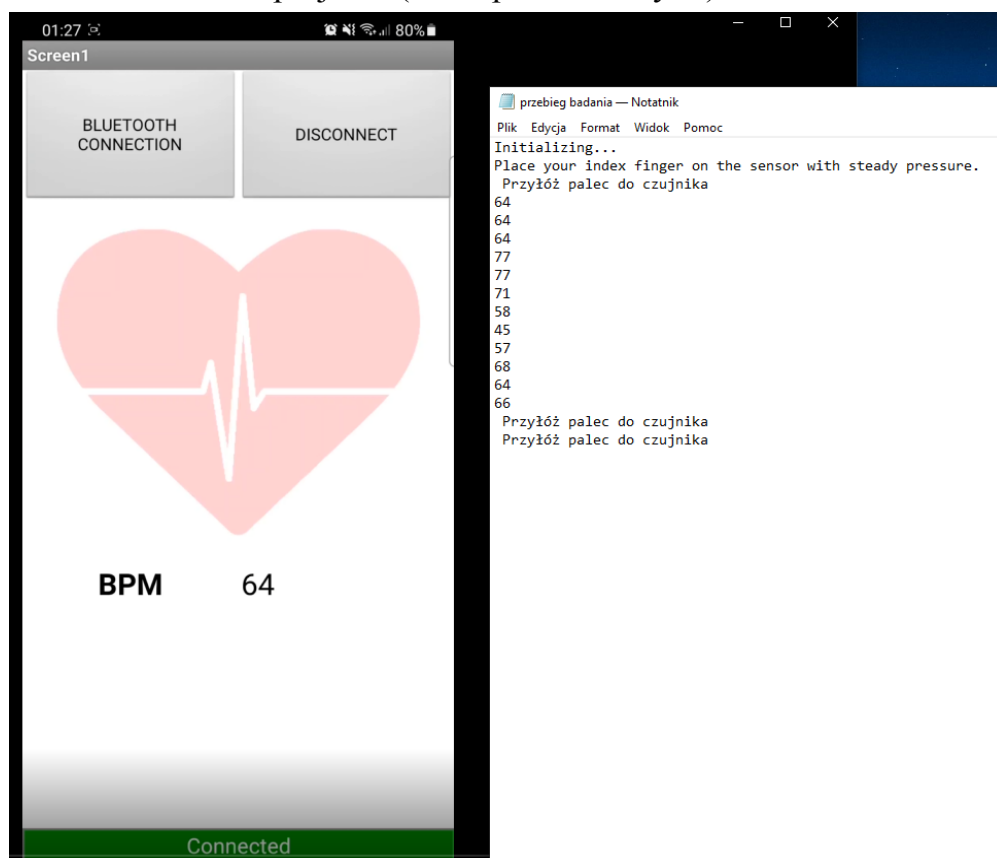
Rys. 3 schemat blokowy projektu

5. Dokumentacja projektu



Rys. 4 Zdjęcie układu

Zrzut ekranu z testowania projektu (w etapie końcowym)



Rys.5 Zrzut ekranu z etapu testowania aplikacji

6. Podsumowanie oraz wnioski

Projekt pulsoksymetru okazał się bardzo interesującym i rozwijającym projektem pod względem wielu różnych aspektów. Realizując go, dokładnie zrozumieliśmy na jakiej podstawie odbywa się pomiar pulsu oraz saturacji krwi. W dzisiejszych czasach pandemii urządzenia tego typu stały się bardzo popularne oraz pomocne dla wielu ludzi, szczególnie zarażonych wirusem Covid-19. Dowiedzieliśmy się również o możliwości tworzenia prostych aplikacji mobilnych za pomocą przeznaczonych do tego kreatorów.

Podczas tworzenia projektu próbowano połączyć funkcjonalność mierzenia pulsu oraz saturacji krwi jednakże przez zbyt małą ilość pamięci na płytce Arduino UNO nie jesteśmy w stanie jednocześnie wykonywać poprawnych pomiarów pulsu i saturacji krwi. Przed przystąpieniem do realizacji projektu nie byliśmy świadomi tych problemów przez co zdecydowaliśmy się na płytkę UNO. Gdybyśmy mieli ponownie wykonywać projekt z pewnością wykorzystalibyśmy inną architekturę, która posiadała by więcej pamięci wbudowanej dzięki czemu byłby możliwy jednoczesny odczyt obu tych parametrów.

7. Literatura

<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30102.pdf>

https://components101.com/asset/sites/default/files/component_datasheet/HC-05%20Datasheet.pdf

<https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>

<https://www.maximintegrated.com/en/products/interface/sensor-interface/MAX30102.html>

<https://makersportal.com/blog/2019/6/24/arduino-heart-rate-monitor-using-max30102-and-pulse-oximetry>

<https://how2electronics.com/blood-oxygen-heart-rate-monitor-max30100-arduino/>

<https://www.instructables.com/Pulse-Oximeter-With-Much-Improved-Precision/>

<https://www.electronicclinic.com/max30100-pulse-oximeter-arduino-code-circuit-and-programming/>

<https://hackaday.io/project/26103-preemiealert/log/64833-max30102-how-does-it-work#:~:text=The%20MAX30102%20uses%20a%20method,of%20the%20blood%20is%20measured.&text=The%20photo%20Diode%20in%20the,can%20use%20as%20comprehensible%20data>

<https://howtomechatronics.com/tutorials/arduino/how-to-build-custom-android-app-for-your-arduino-project-using-mit-app-inventor/>