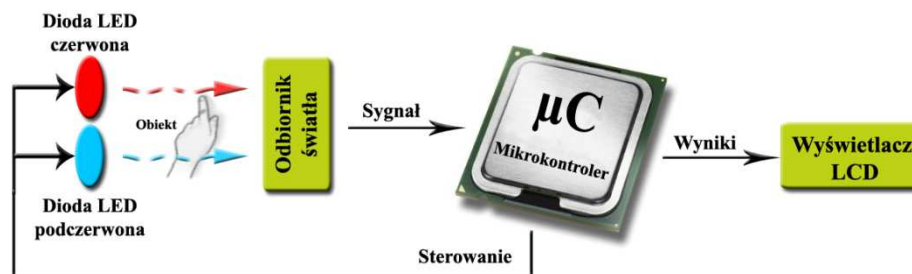




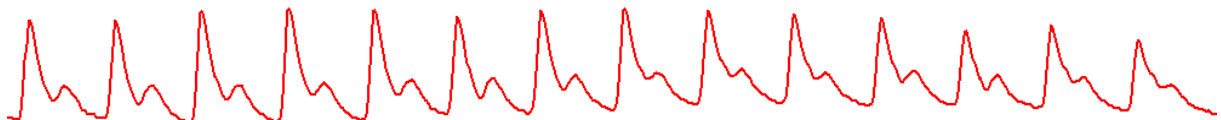
PROJEKT I WYKONANIE PULSOKSYMETRU PRZYRZĄDU DO NIEINWAZYJNEGO POMIARU NATLENIEŃ KRWI TĘTNICZEJ

Działanie pulsoksymetru opiera się na pomiarze pochłaniania przez hemoglobinę zawartą w czerwonych krwinkach promieniowania o dwóch różnych długościach fali - czerwonego (660nm) i podczerwonego (940nm). Pulsoksymetr służy również do pomiaru częstości tętna.



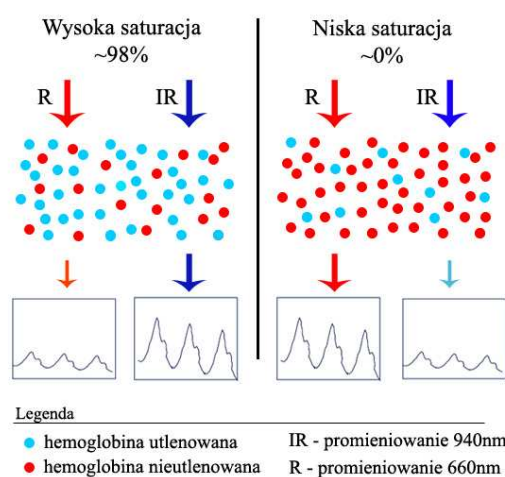
Rys. 1 Idea pracy pulsoksymetru.

Czujnik pulsoksymetru składa się z dwóch diod oraz pojedynczego fotodetektora. Podczas badania umieszcza się go najczęściej na końcu palca dłoni. Otrzymywany z niego sygnał podlega analogowemu oraz cyfrowemu przetworzeniu, co prowadzi do otrzymania oddzielnych sygnałów z obu diod. Są to tzw. krzywe fotopletyzmograficzne (PPG), których główną składową jest fala tętna.



Rys. 2 Przykładowa krzywa PPG.

Saturacja (inaczej natlenienie) krwi definiowana jest jako iloraz zawartości hemoglobiny utlenowanej do całkowitej zawartości hemoglobiny. Jej wartość jest ściśle związana z amplitudami sygnałów. Fakt ten pozwala na wyznaczenie tzw. współczynnika R wiążącego amplitudy oraz poziomy stałe sygnałów z obu diod. Następnie według krzywej kalibracyjnej obliczana jest saturacja. Całość procesu pomiarowego przebiega w sposób ciągły.



Rys. 3 Ilustracja wpływu saturacji na sygnał PPG.

Zbudowany przez autorów pulsoksymetr składa się z:

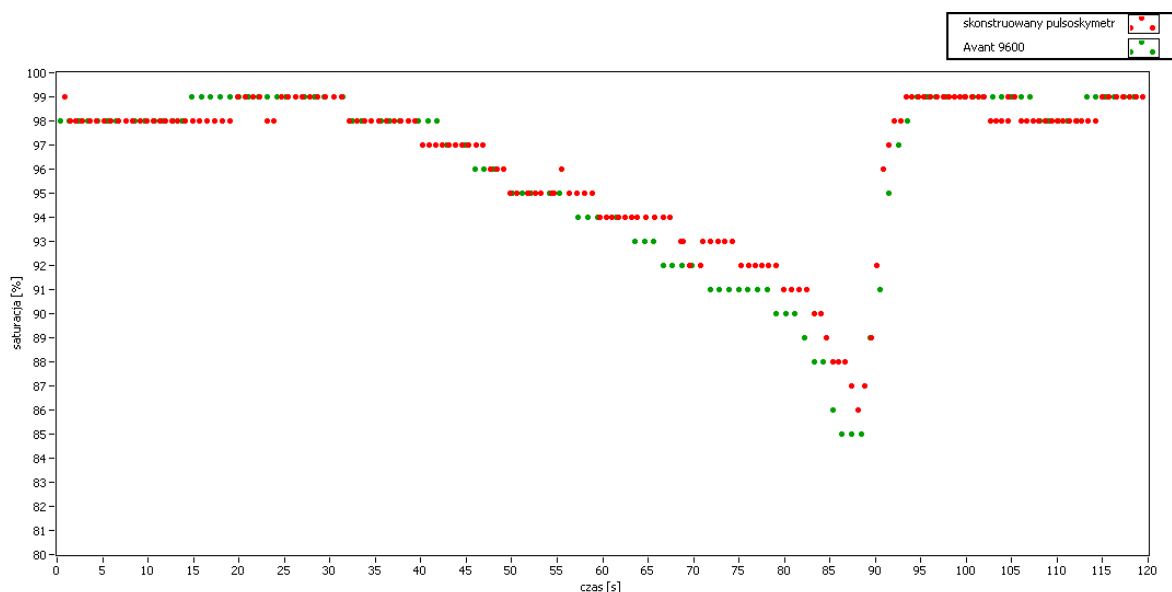
- mikrokontrolera z rdzeniem ARM7 firmy Atmel, stanowiącego serce układu,
- czujnika, zawierającego dwie, naprzemiennie zasilane, diody LED oraz fotodetektor. Autorzy wykonali czujnik na bazie klipsu z pulsoksymetru, w którym uszkodzona część elektryczna została zastąpiona odpowiednio dobranymi elementami.
- analogowego toru kondycjonowania, którego zadaniem jest filtracja oraz wzmocnienie sygnałów.



Rys. 4 Zdjęcie skonstruowanego pulsoksymetru.

W celu zweryfikowania poprawności otrzymywanych ze skonstruowanego przyrządu wyników saturacji, autorzy przeprowadzili szereg eksperymentów porównawczych z wykorzystaniem pulsoksymetru Avant 9600 firmy NONIN. Eksperymenty polegały na jednoczesnym zarejestrowaniu wyników natlenienia krwi tętnicznej z obu urządzeń. Tabela zawiera porównanie otrzymanych wyników. Jak wynika z powyższego zestawienia 70,7% otrzymanych wyników saturacji nie różni się więcej niż +/- 1% od wartości uzyskanych z pulsoksymetru komercyjnego, z czego 28,8% wyników jest identycznych. Według autorów potwierdza to poprawność pracy zbudowanego pulsoksymetru.

Otrzymane wyniki względem pulsoksymetru Avant 9600	Procent całości wyników
Większe o co najmniej 4%	2,7
Większe o 3%	3,4
Większe o 2%	8,7
Większe o 1 %	19,6
Równe	28,8
Mniejsze o 1%	22,3
Mniejsze o 2%	7,7
Mniejsze o 3%	4,6
Mniejsze o co najmniej 4%	2,2



Rys. 5 Przebieg saturacji przy wstrzymanym oddechu.