



Rodzaj pracy: inżynierska
Dyplomant: **Natalia Pyszcza**
Promotor: **dr inż. Rafał Białek**

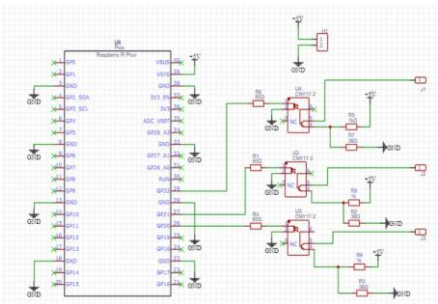
Projekt, wykonanie i badania laboratoryjne sterownika znaczników na potrzeby pomiaru i analizy ruchu

WPROWADZENIE

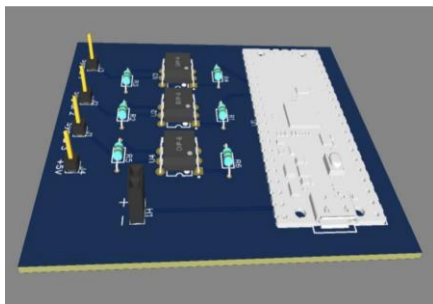
W dzisiejszych czasach medycyna pozwala na lepsze diagnozowanie i leczenie schorzeń, które do tej pory ciężko było zinterpretować. Takim przypadkiem jest np. diagnostyka wad zgryzu oraz planowanie operacji chirurgicznej dotyczącej żuchwy, gdzie lekarz musiał stawiać swoją diagnozę na podstawie obserwacji czy doświadczenia. Obecnie, rozwój technologii pozwala na wsparcie lekarzy również w tym przypadku. Podstawowym elementem tego stanowiska są czujniki PSD (z ang. Position-Sensitive Device) oraz znaczniki bazujące na diodach podczerwonych LED. Realizacja pomiarów ruchu badanego obiektu w przestrzeni wymaga określenia położenia więcej niż jednego. Zasada działania sensorów PSD wymaga sterowania diodami LED w określony sposób. Wyróżnia się dwie podstawowe metody: metodę sekwencyjnego sterowania diodami oraz metodę bazującą na FFT (z ang. Fast Fourier Transform). W artykule [1] przedstawiono wady i zalety każdej z metod. W niniejszej pracy wykonano sterownik umożliwiający sterowanie diodami za pośrednictwem metody bazującej na FFT. Wykonany w ramach pracy autorski sterownik może zostać wykorzystany do realizacji pomiarów biomedycznych.

PROJEKT

W ramach projektu został opracowany sterownik oparty na Raspberry Pi Pico. Dodatkowo, wykonano płytę znaczników wyposażoną w diody podczerwone. Płyta sterownika generuje sygnały prostokątne o określonej częstotliwości ze współczynnikiem wypełnienia pięćdziesięcioprocentowym. Ze względu na specyfikę programu generującego wyniki pomiaru napisanym w środowisku LabVIEW [1] wybrano częstotliwości dla trzech kolejnych znaczników odpowiednio 1 kHz, 1,7 kHz i 2,4 kHz. Dobranie częstotliwości determinuje również wybranie jednostki sterującej mającej zdolność do wygenerowania sygnałów spełniających wymagania niniejszego projektu. Na podstawie tych informacji wybrano Raspberry Pi Pico. Do układu przewidziano komponent dostosowany do danych technicznych wytypowanej diody podczerwonej. Wybrano optotranzystor firmy Avago Semiconductors nr CNY17-2-000E. Transoptor jest również używany w układzie sterowania diodami PK2N-2LJE-SD, w celu zapewnienia izolacji galwanicznej między sygnałem sterującym a diodą IR.



Rysunek 1 Schemat ideowy płytki znaczników

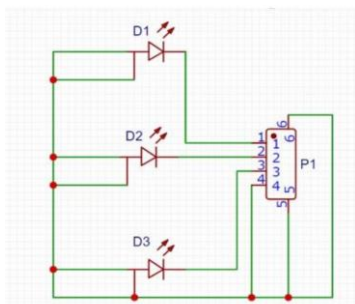


Rysunek 2 Widok projektu 3D

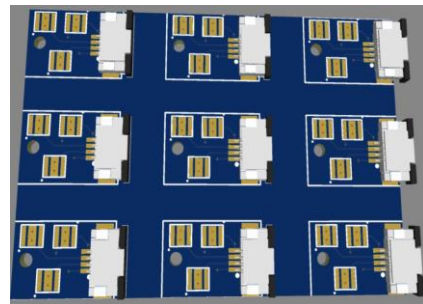


Rysunek 3 Rzeczywisty widok wykonanego sterownika znaczników

Zgodnie z założeniami w płytce ze znacznikami zastosowano trzy diody podczerwone LED, które zostały połączone cztero-żyłowym przewodem z płytą sterowania.

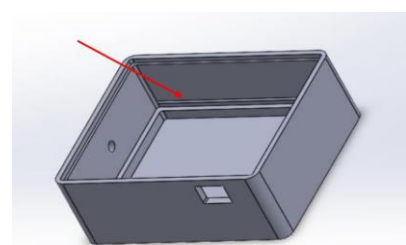


Rysunek 4 Schemat ideowy płytki znaczników

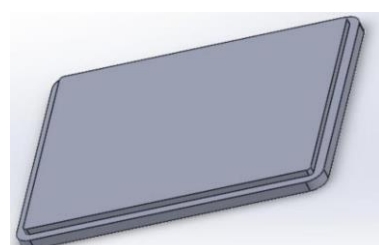


Rysunek 5 Widok 3D płytek znaczników

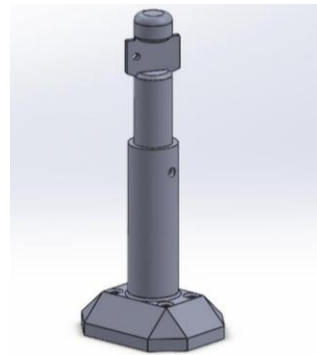
Dodatkowo została wykonana obudowa wraz z pokrywą. W obudowie uwzględniono położenie płytki ponad powierzchnię dna za pomocą dwóch pólek położonych naprzeciwległe, oznaczonych czerwonym znacznikiem. Uwzględniono także możliwość programowania i zasilania. W obudowie znalazł się również otwór na przewód czterożyłowy sygnałowy poprowadzony do płytki znacznika. Dla stanowiska pomiarowego zostały wykonane konstrukcje na podstawie danych katalogowych czujnika PSD C10443-01 oraz wymiarów i mocowania płytki znaczników. Statywy mają możliwość regulacji poprzez wysuwanie trzonu i blokowanie danego położenia śrubą. Elementy zostały wykonane w programie SolidWorks.



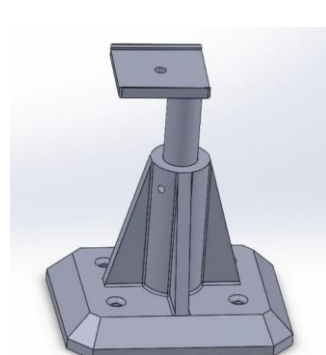
Rysunek 6 Obudowa sterownika znaczników



Rysunek 7 Pokrywa do obudowy

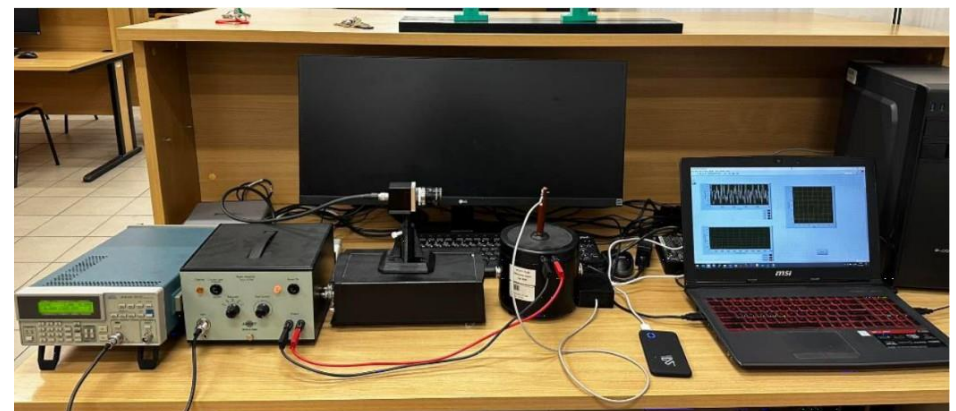


Rysunek 8 Regulowana podstawa do płytki znacznika



Rysunek 9 Regulowana podstawa do czujnika PSD

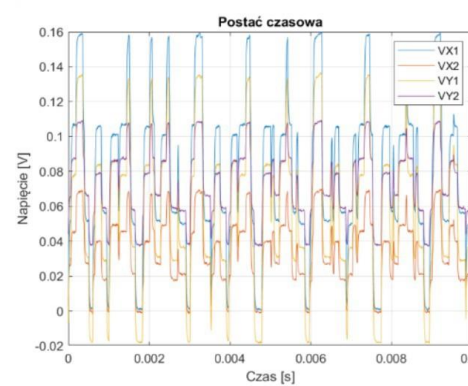
STANOWISKO POMIAROWE



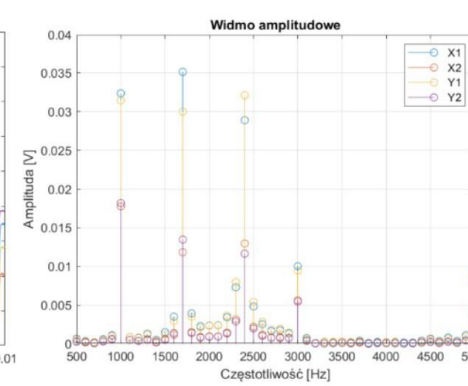
Rysunek 10 Stanowisko pomiarowe

POMIAR

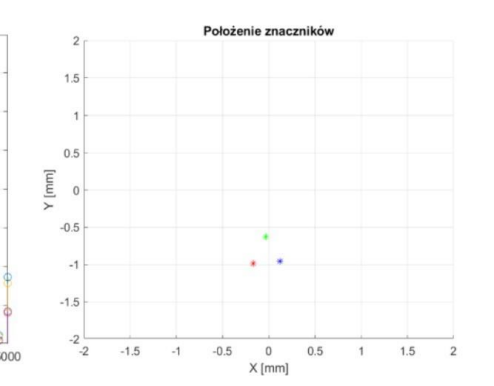
Wykonano pomiar z wykorzystaniem zaprojektowanych układów. Do uzyskania wyników pomiarów w formie .txt zastosowano laptop z oprogramowaniem napisanym w środowisku LabVIEW. Na podstawie pomiaru wygenerowano wykres postaci czasowej. Celem wyznaczenia położenia plamek świetlnych na matrycy PSD wyznaczono widma amplitudowe sygnałów: VX1, VX2, VY1, VY2. Przy użyciu dedykowanych wzorów obliczono położenie plamek świetlnych. Zadanie zostało zrealizowane za pośrednictwem środowiska MATLAB



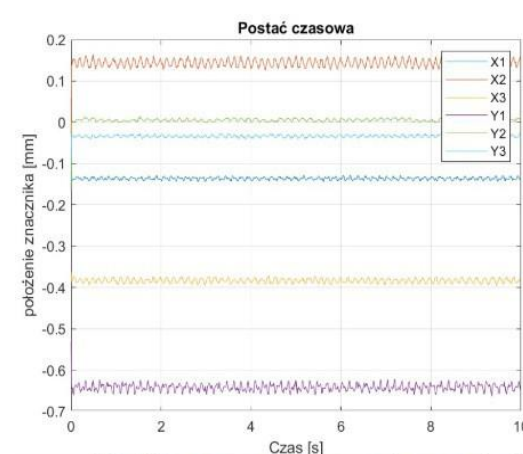
Wykres 1. Postać czasowa sygnałów [opracowanie własne]



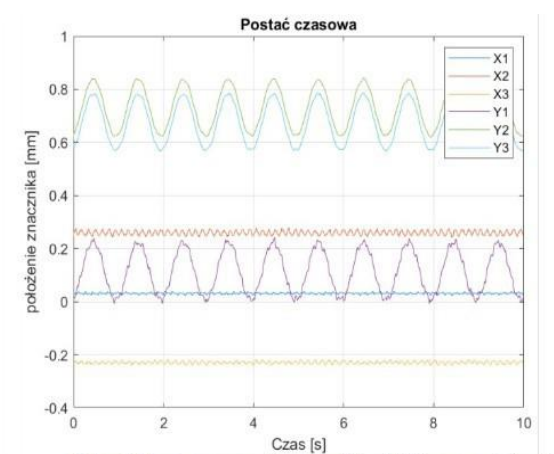
Wykres 2. Wykres widma amplitudowego [opracowanie własne]



Wykres 3. Wykres przedstawiający położenie plamek świetlnych [opracowanie własne]



Wykres 4. Wykres postaci czasowej pomiaru statycznego [opracowanie własne]



Wykres 5. Wykres postaci czasowej/częstotliwości drgań 1 Hz [opracowanie własne]

WNIOSKI

Przedstawione stanowisko może posłużyć wykonaniu stanowiska pomiarowego do analizy ruchu stawu skroniowo-żuchwowego. Wykorzystując technologię czujników PSD i płytki sterownika z Raspberry Pi Pico, opracować można stanowisko do wyznaczania Diagramów Posselta. Kolejnym zastosowaniem układu jest zastąpienie kamery i markerów w postaci kolorowych gumek recepturek w badaniu Finger Tapping. Projekt może znaleźć zastosowanie w dziedzinie edukacji i badań naukowych, umożliwiając precyzyjne pomiary ruchów dłoni w różnych kontekstach. Może być używany do prowadzenia eksperymentów nad charakterystyką ruchów ludzkich, co może być przydatne w dziedzinie nauk medycznych czy biomechaniki. Projekt może znaleźć zastosowanie w procesach rehabilitacji ruchowej, zwłaszcza po urazach lub zabiegach chirurgicznych. Monitoring ruchów dłoni za pomocą diod i czujnika PSD pozwala na precyzyjne śledzenie postępów rehabilitacji i dostosowywanie programów terapeutycznych do indywidualnych potrzeb pacjenta. Zastosowanie diod i czujnika PSD w interaktywnych systemach sterowania, na przykład wirtualnych interfejsach Użytkownika.

ŹRÓDŁA

[1] dr. inż. R. Białek, mgr inż. K. Białek, Three Dimensional Membrane Vibration Measurement Using a Two Dimensional Position Sensitive Device, Warszawa, 2023r

Specjalność: **ELEKTRONIKA BIOMEDYCZNA**