

KONKURS NA NAJLEPSZE PRACE DYPLMOWE WIMiR

VI Konkurs Na Najlepsze Prace Dyplomowe Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Robotyki 2016/2017 – prace inżynierskie



Paweł WĘGIEL
MT



Układ sterowania dla sztucznej dłoni Control system for artificial hand

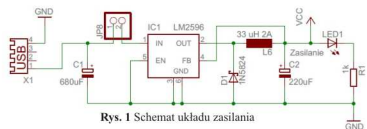
promotor: Dr inż. Grzegorz Karpień – Katedra Robotyki i Mechatroniki

Streszczenie: Celem pracy było zaprojektowanie oraz wykonanie prototypu układu sterowania sztucznej dłoni o sześciu stopniach swobody. Prototyp urządzenia składa się z sztucznej dłoni oraz rękawicy na której umieszczono czujniki do pomiaru kąta zginania. Zadaniem rękawicy jest pomiar ruchów dłoni ludzkiej. Jako założenie przyjęto że palce powinny poruszać się w jednej płaszczyźnie, uwzględniając przy tym ruch odwodzący kciuka. Każdy z palców posiada własny napęd oraz jest sterowany niezależnie od pozostałych. Całość konstrukcji przyjmuje rozmiary zbliżone do rozmiarów prawdziwej dłoni.

Układ elektroniczny

Układ zasilania

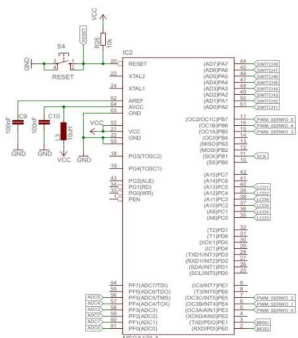
Zadaniem układu zasilania jest obniżenie oraz stabilizacja napięcia. Stabilizację napięcia zapewnia układ LM2596, który może być obciążony prądem do 2A bez chłodzenia. Głównym zadaniem diodki L6 jest sterowanie układem przetwornicy. Do filtracji napięcia użyto kondensatora C1 na wejściu układu oraz filtr dolnoprzepustowy LC na wyjściu układu. Dioda LED1 służy do sygnalizacji obecności napięcia. Źródłem zasilania może być zasilacz sieciowy, baterie lub akumulatory o napięciu źródła 12V i dopuszczalnym poborze prądu 2A.



Rys. 1 Schemat układu zasilania

Układ mikrokontrolera

Mikrokontroler stanowi integralne połączenie układu elektronicznego z układem sterującym, zadaniem którego jest prawidłowe wystereowanie wyjść na podstawie sygnałów odebranych na wejściach. Ze względu na dużą ilość urządzeń sterujących docelowo wybrano mikrokontroler ATMEGA128 z rodziny AVR.



Rys. 2 Schemat układu mikrokontrolera

Układ sensoryczny

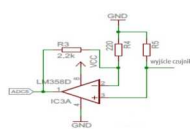
Pomiar kąta zginania dowolnego palca oraz wzmożenie sygnału jest realizowane w układzie sensorycznym. Kąt zginania jest mierzony za pomocą czujnika Flex-Sensor, którego rezystancja wzrasta pod wpływem zginania części roboczej czujnika. Zakres zmiany rezystancji mieści się w granicy od 35KΩ do 125KΩ w zależności od kąta zginania.



Rys. 3 Zasada działania czujnika Flex-Sensor



Rys. 4 Czujnik Flex-Sensor



Rys. 5 Schemat układu sensorycznego

Układ napędowy

Jednostką napędową stanowi sześć serwo mechanizmów Tower Pro SG90. Wybór był podyktowany głównie przez małe gabaryty tego urządzenia. Każdy z napędów jest sterowany sygnałem PWM (z ang. Pulse Width Modulation). Sterowanie polega na zmianie wypełnienia szerokości impulsu, przy zachowaniu stałego napięcia oraz częstotliwości, które w tym przypadku wynoszą kolejno 5V i 50Hz. Zakres użytecznego wypełnienia dla wybranych serwo mechanizmów mieści się w zakresie od 0,5 do 2,4 milisekund.

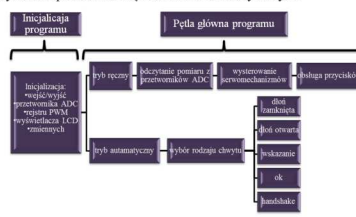
Anatomia dłoni a Inżynieria

Dłoń ludzka stanowi strukturę anatomiczną o unikatowej budowie. Pod względem technicznym jest skomplikowanym mechanizmem o wielu stopniach swobody. Ruch palców następuje w skutek współpracy układu mięśniowego z układem szkieletowym. Funkcjonalność oraz zakres ruchów sprawia, że możliwe jest wykonywanie zarówno czynności wymagających użycia dużej siły, jak również umożliwia wykonanie precyzyjnych ruchów. Aktualny stan techniki pozwala na dokładną realizację ruchów dłoni ludzkiej, jednak powoduje to wiele problemów technicznych w budowie układów zrobotyzowanych. Najczęściej spotykane są rozwiązania, w których mechanizm dłoni posiada od trzech do pięciu stopni swobody. Taka ilość pozwala uzyskać większość rodzajów chwytów dłoni.

Program sterujący

Program sterujący został napisany w języku C. Składa się z dwóch części: inicjalizacji oraz pętli głównej programu, w której użytkownik może wybrać interesujący go tryb pracy: ręczny bądź automatyczny, wyboru dokonuje poprzez naciśnięcie odpowiedniego przycisku.

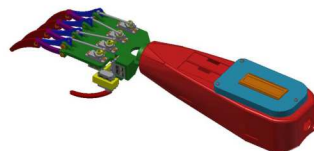
Tryb automatyczny umożliwia wykonanie kilku podstawowych ruchów dłoni które wymieniono na poniższym schemacie. W trybie ręcznym urządzenie współpracuje z czujnikami zamocowanymi na rękawicy. Po nałożeniu rękawicy na dłoń, użytkownik może wykonywać ruchy palcami które zostaną wykonane przez sztuczną dłoń w czasie rzeczywistym.



Rys. 6 Schemat blokowy programu sterującego

Szybkie prototypowanie

W projekcie wykorzystano szybkie prototypowanie z użyciem druku przestrzennego. Pozwoliło to na sprawne i szybkie przeprowadzenie bieżących testów urządzenia w czasie których można było wykręcić a następnie wyeliminować błędy konstrukcyjne. Prototyp urządzenia wykonano metodą FDM (Fused Deposition Modeling). Technologia ta polega na warstwowym nakładaniu materiału na kolejne przekroje modelu. Materiał przed nałożeniem jest podgrzewany do temperatury topnienia w głowicy drukarskiej przemieszczającej się w płaszczyźnie poziomej po ustalonej ścieżce. Do druku elementów konstrukcji wybrano ABS (kopolimer akrylonitrylu-butadieno-styrenowy) głównie ze względu na dobre właściwości mechaniczne.



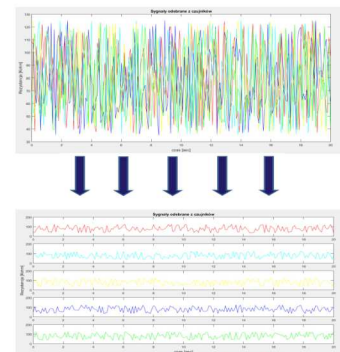
Rys. 7 Model sztucznej dłoni

Prototyp urządzenia



Rys. 8 Prototyp sztucznej dłoni

Zasada działania sztucznej dłoni



Układ sensoryczny

Układ sterujący

Układ wykonawczy

Wzmocnienie sygnałów pobranych z czujników za pomocą wzmacniaczy operacyjnych.

Zadaniem mikrokontrolera jest generowanie pięciu niezależnych sygnałów PWM proporcjonalnych do aktualnych wartości rezystancji na kolejnych kanałach przetwornika analogowo-cyfrowego.

Na podstawie sygnału sterującego PWM serwo mechanizmy wykonują ściśle określony ruch powodujący ruch sztucznej dłoni zgodny z ruchem dłoni użytkownika. Napęd przekazywany jest za pośrednictwem śruby rzymskiej zakończonej z obu stron przegubem kulowym

