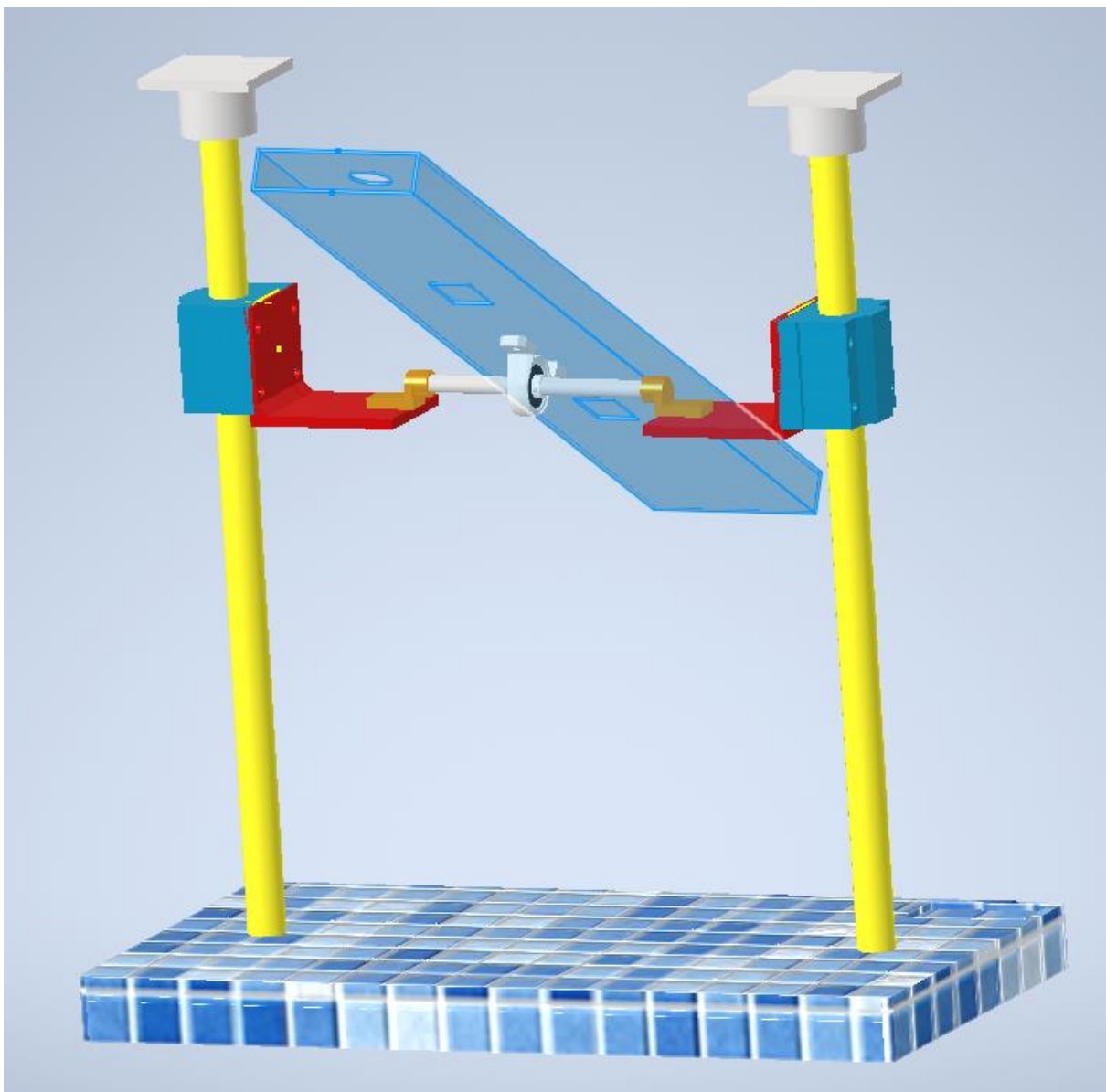


Projekt z przedmiotu „Mechatronika”

1. Opis urządzenia

Konstruowane urządzenie ma umożliwiać pozycjonowanie poprzecznej belki zarówno pod względem wysokości oraz kąta obrotu względem poziomej belki (**pitch** w układzie *roll, pitch, yaw*). Jest to uproszczony model połowy drona.

Szkic poglądowy:



rysunek 1.1 - model 3D urządzenia

Całość układu będzie składać się z:

- Dwóch pionowych prętów, stanowiących rusztowanie,
- Łożyska liniowe na prętach pionowych,
- Pozioma belka, zamocowana do łożysk na belkach pionowych,
- Łożysko obrotowe, umieszczone na środku belki poziomej,
- Kolejna belka poprzeczna, zamocowana na łożysku obrotowym,
- Wirniki na obu końcach belki (wraz z osprzętem).

Widziany z przodu, układ przypomina literę „H” ,z dodatkową belką „wychodzącą” z kartki.

2. Założenia projektowe:

- urządzenie powinno realizować stabilizację kąta wychylenia belki poprzecznej względem platformy ruchomej
- urządzenie powinno realizować stabilizację wysokości platformy ruchomej
- obie powyższe stabilizacje powinny być realizowane za pomocą silników umieszczonych na dwóch końcach belki poprzecznej
- silniki powinny mieć na tyle dużą moc, aby możliwa była realizacja zmiany kąta wychylenia belki ruchomej
- platforma ruchoma powinna poruszać się w płaszczyźnie pionowej, wzdłuż prowadnic, którymi będą pionowe pręty
- pionowe pręty powinny być przymocowane do platformy nieruchomej tak, aby pręty te drgały możliwie jak najmniej
- układ będzie zasilany bateryjnie/akumulatorowo, więc całość układu nie będzie potrzebowała podłączania do zewnętrznych źródeł zasilania
- mikrokontroler zawarty w urządzeniu powinien wysyłać dane pomiarowe bezprzewodowo (za pomocą Wi-Fi) na serwer, który zostanie utworzony w momencie włączenia urządzenia
- urządzenie powinno być wyposażone w przewody, które wytrzymają prądy rozruchowe wirników
- platforma ruchoma powinna być wykonana z lekkiego materiału, wydrukowana w drukarce 3D, dzięki czemu silniki nie powinny mieć problemu z udźwignięciem jednocześnie prętu i platformy
- układ powinien wykonywać 3 pomiary: kąta wychylenia belki poprzecznej w trzech osiach, przyspieszenia belki poprzecznej w trzech osiach (przeliczone na wartość kąta wychylenia) oraz odległości platformy ruchomej od platformy nieruchomej, czyli wysokości platformy ruchomej
- mikrokontroler powinien realizować filtrację Kalmana pomiarów przyspieszenia i kąta wychylenia

3. Dwa pomysły realizacji projektu:

- realizacja ruchu platformy ruchomej za pomocą wózków, czyli pręty pionowe wykonane z profili aluminiowych (realizacja A)
- realizacja ruchu platformy ruchomej za pomocą łożysk, czyli pręty pionowe wykonane w inny sposób (realizacja B)

Zalety realizacji A:

- prostota realizacji
- prostota montażu i demontażu układu na prętach pionowych
- do realizacji ruchu platformy nie są potrzebne łożyska

Wady realizacji A:

- Profile aluminiowe są mniej wytrzymałe, mogą ulec wygięciom
- Możliwe luzy między wózkami a profilami aluminiowymi, w konsekwencji mogą występować drgania w urządzeniu
- krótsza żywotność konstrukcji, ze względu na mniejszą odporność na wygięcia

Zalety realizacji B:

- Wyższa sztywność konstrukcji, dzięki temu, że pręty mogą być wykonane z cięższego materiału, który zapewni wysoką stabilność konstrukcji
- Wyższa żywotność konstrukcji (elementy wózek mogą łatwiej ulec uszkodzeniu)
- Realizacja ruchu platformy dzięki łożyskom będzie płynniejsza i pozbawiona drgań i chwilowych blokad ruchu wynikających z luzów
- Łożyska liniowe, dzięki którym będzie realizowany ruch platformy, często posiadają otwory pozwalające na przymocowanie do nich innych elementów, co ułatwi montaż platformy

Wady realizacji B:

- Trudniejszy montaż (szczególnie prętów pionowych do platformy) i demontaż
- Łożyska liniowe przy żądanej średnicy ($\varnothing 12\text{mm}$) mają wyższą masę od wózków, co negatywnie wpływa na dynamikę ruchomej części układu.

Ostatecznie wybrany został wariant B, ze względu na to, że wariant ten zapewnia większą sztywność i żywotność konstrukcji. Luzy występujące w przypadku realizacji A mogą powodować drgania, a co za tym idzie, mogą skrócić żywotność urządzenia. W przypadku lekkiego wykrzywienia się platformy, może się ona również zablokować.

4. Dobór sensorów i aktuatorów

Aby dobrać silniki do wirników, oszacowaliśmy masę ruchomej części konstrukcji na około 1,5 kilograma. Stelaż i platforma nie są brane pod uwagę, gdyż w założeniu są one stacjonarne.

4.1 Aktuatory:

Do powyższego projektu, potrzebny jest jeden aktuator, jakim jest silnik (dwie sztuki). Dobrany został silnik T-MOTOR F40 PRO IV 2400kV ([Przykładowy link z ceną oraz danymi technicznymi](#)), który posiada udźwig odpowiedni, aby być w stanie podnosić za pomocą śmigła ruchomą część konstrukcji. Dobrany udźwig silnika jest większy niż aktualnie aproksymowany ciężar części ruchomej urządzenia, ponieważ na ten moment nie możemy określić, ile będzie ważyła część elektroniczna urządzenia, która będzie znajdowała się w części ruchomej.

4.2 Sensory:

Do projektu potrzebne są trzy sensory: żyroskop, akcelerometr oraz czujnik odległości.

- żyroskop i akcelerometr:
W tym przypadku oba czujniki są w jednej obudowie i mieszczą się w dobranym układzie MPU6050 ([przykładowy link](#)). Układ ten został dobrany ze względu na niski koszt, kompatybilność z modułem ESP8266, który jest używany do komunikacji z tymże układem. Kolejną zaletą jest to, że żyroskop i akcelerometr są w jednej obudowie, co ułatwia realizację filtru Kalmana ze względu na w przybliżeniu jednakowe zakłócenia obu sensorów

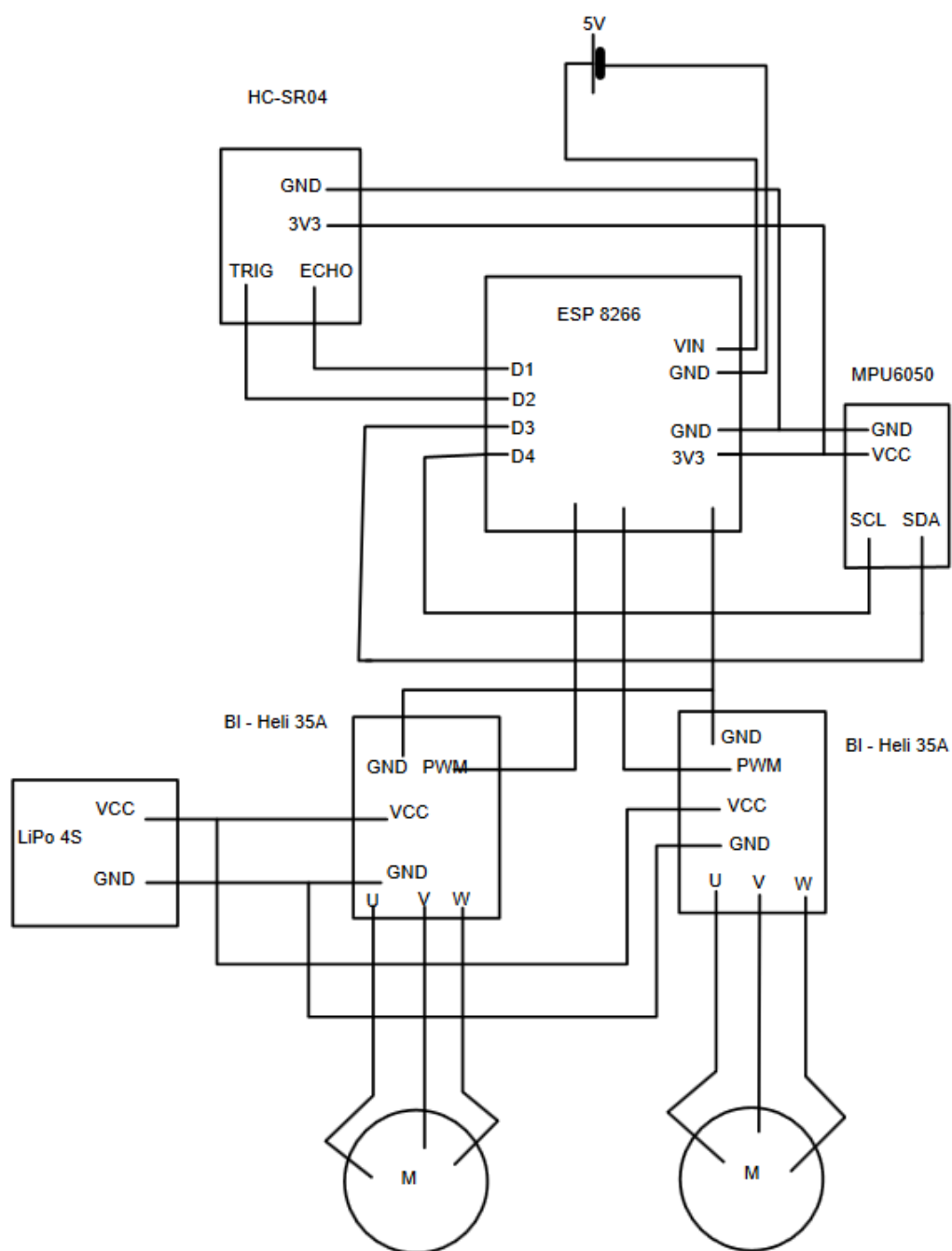
- czujnik odległości

Jako czujnik odległości został dobrany czujnik HC-SR04 ([przykładowy link](#)), który jest czujnikiem ultradźwiękowym. Jest to czujnik tani oraz posiadający zasięg pomiarowy od 2 do 200 cm, co w przypadku tego projektu w zupełności wystarczy.

5. Analiza wytrzymałościowa

W ramach analizy wytrzymałościowej obciążyliśmy ciśnieniem kątownik łączący łożyska pionowe z poziomym. Ciśnienie było skierowane w dół, miało za zadanie symulować próbę „złamania” kątownika. Wyniki są przedstawione w raporcie wygenerowanym przez AUTOCAD INVENTOR.

6. Schemat elektryczny



rys 5.1 Schemat elektryczny urządzenia

7. Kosztorys projektu

Element	Cena za sztukę (netto)	Ilość sztuk	Cena łączna elementów (netto)
Łożysko liniowe w obudowie SMA12UU	17,07 zł	2	34,14 zł
Stalowy pręt o średnicy 12mm	9,37 zł	1	9,37 zł
Łożysko kulkowe w obudowie KP08	6,34 zł	1	6,34 zł
Silnik T-Motor F40 PRO IV 2400KV	80 zł	2	160 zł
Akumulator LiPo 2200mAh 14,8V 30C	93,50 zł	2	187 zł
Filament do drukarki 3D ABS 0,25 kg	28,46 zł	1	28,46 zł
Godziny robocze	35 zł	10	350 zł

Łączna cena urządzenia: 775,31 zł