

PRZEKŁADNIA ODPOWIADAJĄCA ZA OBRÓT ORAZ PODSTAWA OBROTU RAMIENIA PODAJĄCEGO CUKIERKI

JAN FIDOR, ERYK CZOP, KACPER FILA
*AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława
Staszica*

*Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki,
Katedra Robotyki i Mechatroniki,
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków*

janfidor@student.agh.edu.pl, erykczop@student.agh.edu.pl

*AGH Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława
Staszica*

*Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki,
Katedra Robotyki i Mechatroniki,
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków*

kacperfila@student.agh.edu.pl

SŁOWA KLUCZOWE

OBRÓT, PODSTAWA, OŁOŻYSKOWANIE, RAMIĘ, PRZEKŁADNIE, ZGIĘCIE, MECHANIZM, SILNIK, MECHATRONIKA, KLOCKI „LEGO”

STRESZCZENIE

Niniejszy artykuł traktuje, jak wskazuje tytuł, o przekładni odpowiadającej za obrót obiektu mechatronicznego oraz o jego podstawie. Zostały w nim przedstawione sposób rozumowania wiodący do powstania formy danych komponentów oraz proces stojący za całością projektu obiektu. Z uwagi na obszerność całego zagadnienia, artykuł skupia się głównie wokół aspektu mechanicznego komponentu, przez co szczegółowo przybliży do sedna problemu. W dalszej części poruszone zostają również kwestie użytego oprogramowania oraz materiałów czy pomocy naukowych będących niezbędnymi do odpowiedniej budowy wyżej wymienionych komponentów.

1. WSTĘP

Problematyką związaną z projektowaniem mechatronicznym jest wydajne oraz efektywne połączenie segmentów mechanicznych, elektronicznych, programistycznych oraz sensorycznych w sposób symultaniczny. Opisywane zagadnienie skupia się wokół segmentu mechanicznego z uwagi na złożoność procesu projektowania, która przedstawiona zostaje przy pomocy dostępnych narzędzi bądź rozwiązań, gdzie za przykład może służyć tablica morfologiczna – element niezbędny w fazie początkowej oraz środkowej projektu. Najważniejszą kwestią podczas procesu projektowania, którego podejmuje się osoba fizyczna jest ustalenie najbardziej newralgicznych elementów bądź problemów dotyczących się istoty komponentu [1].

2. CEL I ZAKRES PRACY

Celem pracy jest przedstawienie rozwiązań oraz problematyki stojącej za wybudowaniem oraz zaprojektowaniem komponentu będącego odpowiedzialnym za obrót ramienia podającego cukierki.

Zakres owej pracy:

- w rozdziale pierwszym dokonano wprowadzenia do tematu projektowania mechatronicznego oraz problemów z nim związanych,
- w rozdziale drugim przedstawiono cele i zakres pracy w artykule,
- w rozdziale trzecim przedstawiono przegląd istniejących rozwiązań,
- w rozdziale czwartym opisano proces rozumowania stojącego za powstaniem danej formy komponentu,
- w rozdziale piątym przedstawiono model komponentu, przeprowadzone symulacje,
- w rozdziale szóstym przeanalizowano wyniki oraz wykonane obliczenia,
- w rozdziale siódmym przedstawiono wnioski oraz podsumowano pracę,
- w rozdziale ósmym zamieszczono bibliografię oraz odpowiednie załączniki.

3. PRZEGLĄD ISTNIEJĄCYCH ROZWIĄZAŃ

W początkowej fazie pracy nad projektem znaleziono parę rozwiązań dostępnych na rynku, które mogły potencjalnie znaleźć swoje zastosowanie w rozważanym problemie badawczym dotyczącym przekładni odpowiedzialnej za obrót oraz podstawy tegoż obrotu. Powstało pytanie dotyczące tego z czego zbudowana ma być dana przekładnia – jest to bowiem ważne z uwagi na to, iż całość projektu z założenia w większości złożona miała być z klocków typu „LEGO” [2]. Pod uwagę wzięte zostały następujące rozwiązania:

- elektromagnes zasilany prądem DC o średnicy 75 milimetrów i maksymalnym kącie obrotu 95 stopni firmy MAGNET SCHULTZ [3],
- przekładnia planetarna napędzana serwomechanizmem,
- przekładnia kątowa napędzana serwomechanizmem,
- łożyskowanie w sposób płaski,
- łożyskowanie przy użyciu zębatek,
- łożyskowanie przy użyciu rolek.

Poziom wiedzy na temat projektowania mechatronicznego nieustannie wzrasta z uwagi na ciągły wzrost zapotrzebowania na co raz to nowsze oraz efektywniejsze rozwiązania z zakresu systemów mechatronicznych znajdujących zastosowanie w wielu aspektach prac technologicznych [4].

4. TABLICA MORFOLOGICZNA

Kluczowym elementem tworzenia komponentu mechanicznego bądź całego projektu jest wykorzystanie możliwości, jakie oferuje tablica morfologiczna. Pozwala ona w sposób wydajny i całościowy rozpatrzyć oraz ocenić drogę, w kierunku której ma zmierzać praca nad danym komponentem.

TABLICA MORFOLOGICZNA						
Nr	Problem/Funkcja	Rozważane możliwe rozwiązania problemu				
Mechanika - Ramię chwytające cukierka - 1. Przekładnia obrót						
1.	Jaki rodzaj napędu?	silnik lego NXT	serwonapęd	silnik lego XL	silnik krokowy	
	Kryterium 1	mały	średni	mały	duży	
	Kryterium 2	duży	mały	średni	mały	
	Kryterium 3	niska	średni	niska	wysoki	
	Kryterium 4	średnia	niska	średnia	wysoka	
2.	Jaka przekładnia?	kątowa	planetarna	liniowa	pasowa	ślimakowa
	Kryterium 1	mały	średni	mały	średni	średni
	Kryterium 2	średni	średni	mały	duży	mały
	Kryterium 3	średnia	wysoka	niska	średnia	średnia
	Kryterium 4	wysoka	wysoka	niska	wysoka	średnia
3.	Ilość silników?	1	2	3		
	Kryterium 1	mały	średni	duży		
	Kryterium 2	mały	średni	duży		
	Kryterium 3	niska	średnia	wysoka		
	Kryterium 4	niska	średnia	wysoka		
4.	Podstawa obrotu?	lego 24121	selwing ring A3	lego 48168		
	Kryterium 1	duży	duży	mały		
	Kryterium 2	duży	duży	mały		
	Kryterium 3	średnia	wysoka	niska		
	Kryterium 4	średnia	średnia	niska		
5.	Łożyskowanie podstawy obrotu?	zębátky	rolki	płaskie		
	Kryterium 1	-	-	-		
	Kryterium 2	mały	średnia	mały		
	Kryterium 3	średnia	wysoka	niska		
	Kryterium 4	średnia	wysoka	niska		
		Kryteria				Waga (Ocena)
		Moment obrotowy	duży	średni	mały	4
		Rozmiar	duży	średni	mały	2
		Trudność implementacji	niska	średnia	wysoka	3
		Wartość edukacyjna	niska	średnia	wysoka	1

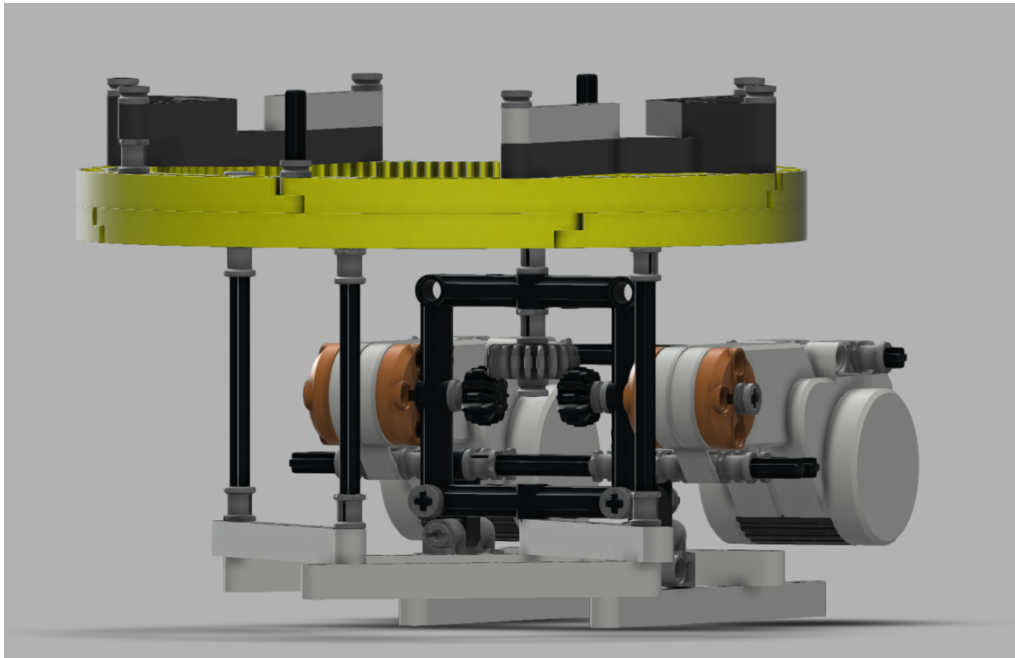
Rys. 1. Tablica morfologiczna użyta w procesie projektowania komponentu mechanicznego.

Jak widać na powyższym rysunku numer 1, rozpatrzono możliwe opcje budowy danej części komponentu i oceniono według kryteriów podanych w dolnej części tabeli, którym również została przydzielona skala ważności. Wnioskując z powyższej tabeli zostały wybrane następujące rozwiązania:

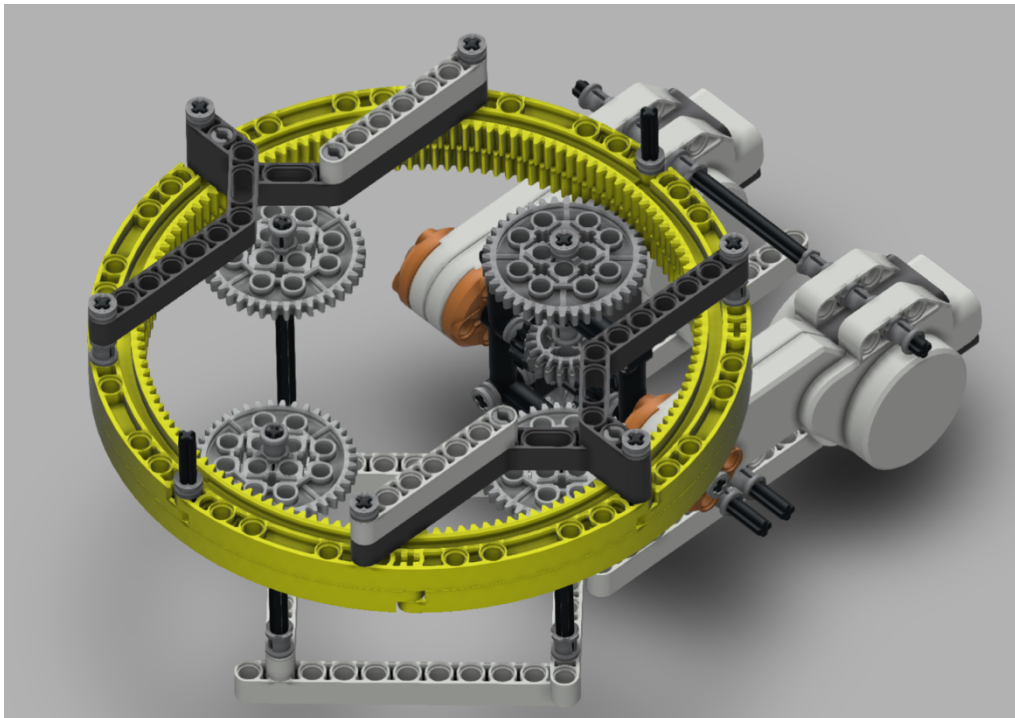
- rodzaj napędu: silnik krokowy,
- rodzaj przekładni: kątowa,
- ilość silników: dwa,
- podstawa obrotu: skonstruowana przy pomocy elementu „LEGO” model 24121,
- łożyskowanie podstawy obrotu: przy użyciu zębatek oraz rolek.

5. MODEL I SYMULACJE

Model wirtualny, o którym mowa w tym artykule skonstruowany został w programie Autodesk Fusion 360 [5] przy użyciu wcześniej narysowanych klocków „LEGO”. Była to symultaniczna praca członków zespołu, dzięki której forma tego komponentu prezentuje się w dany sposób. Rysunki przedstawiające wygląd CADowskiego modelu zostały przedstawione poniżej (numery dwa oraz trzy).



Rys. 2. Przekładnia odpowiadająca za obrót ramienia.



Rys. 3. Podstawa obrotu wraz z łożyskowaniem.

Potencjalne działanie tych modeli zbadano przy użyciu narzędzi wymiarowania oraz doświadczenia empirycznego – członkowie zespołu mieli bowiem styczność z klockami tego typu, jednakże brak dostępu do takiej ilości specjalistycznych klocków „LEGO” uniemożliwił zbudowanie tego modelu w świecie rzeczywistym.

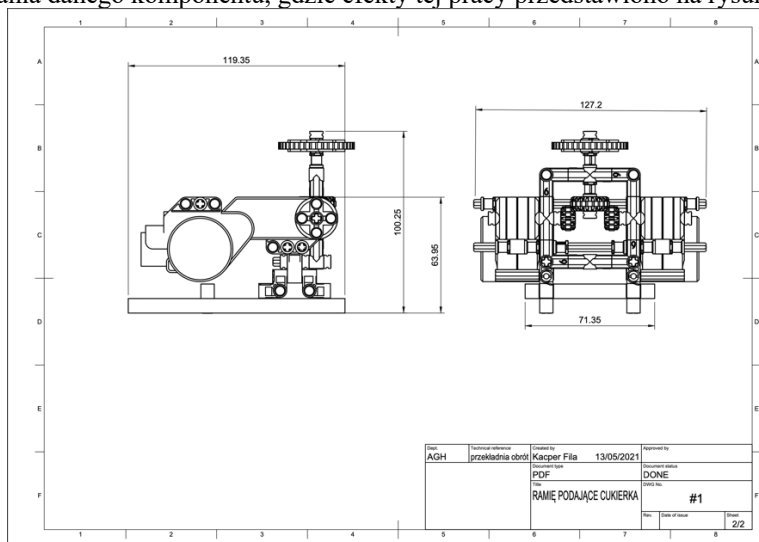
6. POMIARY ORAZ ANALIZA WYNIKÓW

Dużym wyzwaniem dla tego rodzaju komponentu jest osiągnięcie odpowiedniego momentu obrotowego przekładni, aby była ona w stanie spełnić odpowiednio swoją funkcję, to znaczy powodować obrót całego ramienia wokół własnej osi, aby to mogło osiągnąć założoną funkcjonalność. W tym celu przeprowadzono obliczenia mające na celu zbadanie przełożenia momentu silnika przy użyciu danych części składowych, to jest zębatek. Obliczenia te przedstawione zostały na rysunku numer 4.

Element	Moment obrotowy (na wyjściu)
silnik	M_s
przekładnia 12/20 zębów (kątowna)	$\frac{5}{3} M_s$
przekładnia 40/140 zębów (pierścieni)	$\frac{35}{6} M_s$

Rys. 4. Obliczenia prowadzące do wyznaczenia momentu obrotowego podstawy obrotu.

Dzięki przeprowadzonym rachunkom można wnioskować, iż moment obrotowy uzyskany po zastosowaniu odpowiednich przekładni oraz zębatek wzrósł blisko sześciokrotnie i wyniósł 21,6 kg/cm. Po uzyskaniu momentu wystarczającego do obracania ramieniem, dokonano wymiarowania danego komponentu, gdzie efekty tej pracy przedstawiono na rysunku numer 5;



Rys. 5. Wymiarowanie opisywanego komponentu.

7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Efektom wykonanych prac jest przekładnia z dużym momentem obrotowym wraz z wytrzymałą podstawą. Dzięki temu komponent odpowiednio spełnia swoją rolę w całym projekcie, poruszając ramieniem wokół jego osi, dzięki czemu jest ono funkcjonalne.

Dzięki wybranym rozwiązaniom mechanicznym komponent działa odpowiednio. Analizy funkcjonalności dokonano przy użyciu narzędzi wymiarowania oraz wiedzy empirycznej. Czynnikiem mającym największy wpływ na proces badawczy była potrzeba dobrania odpowiedniego rozwiązania będącym najlepiej zoptymalizowanym dla opisywanego komponentu. Największym wyzwaniem towarzyszącym realizacji budowy tego komponentu było odpowiednie łożyskowanie podstawy obrotu, dzięki któremu nie przesuwają się ona w płaszczyźnie działania oraz jest bardziej odporna na zużycie mechaniczne spowodowane wysoką siłą tarcia, która z kolei wynika z relatywnie wysokiej masy ramienia. Poszczególne elementy przekładni działają poprawnie, jednakże problemem okazało się być łożyskowanie podstawy, które zostało wykonane poprawnie dopiero po czterech przeprowadzonych próbach oraz analizach działania.

Komponent może zostać rozwinięty w ten sposób, iż zostanie zwiększona jego wytrzymałość chociażby poprzez rozbudowę podstawy obrotu oraz jednoczesne zmniejszenie jej masy – może się to odbyć poprzez użycie klocków „LEGO” innego rodzaju bądź dołączenie elementów spoza bazy „LEGO”.

8. BIBLIOGRAFIA I ZAŁĄCZNIKI

- [1] <https://pl.wikipedia.org/wiki/Mechatronika>
- [2] <https://www.lego.com/pl-pl/themes/technic/about>
- [3] <https://astat.pl/dostawcy/magnet-schultz/>
- [4] https://pbc.gda.pl/Content/23973/buchholz_cezary_dr.pdf
- [5] <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/overview>