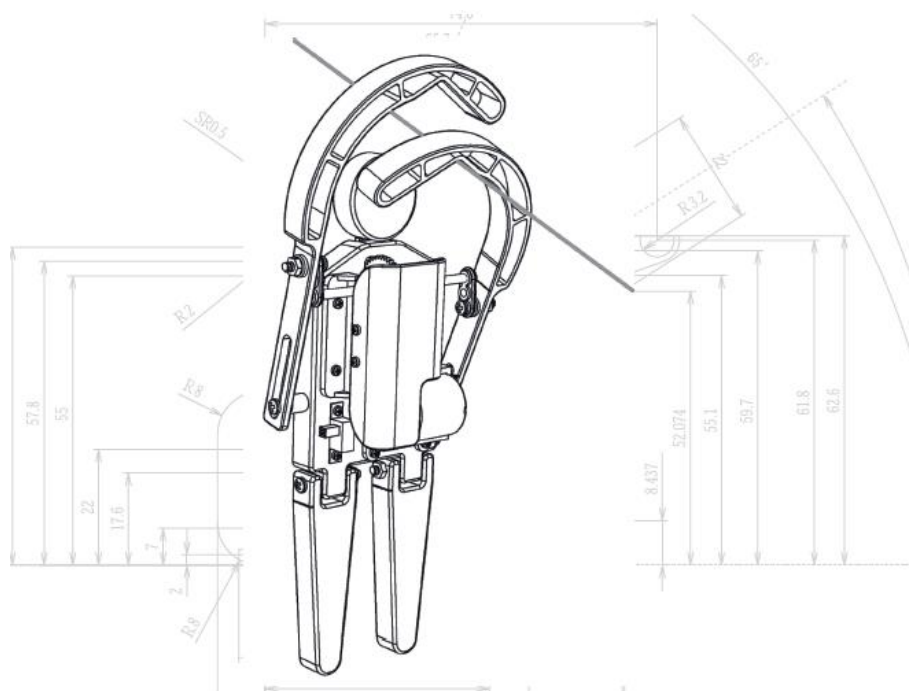


# Instrukcja użytkownika

## Robot chodzący „Tańczący” na linie Arexx WTR-RD1 (nr produktu: 191623)

Ver. 1.00.PL



## 1. Opis produktu "Robot Tańczący na linie"

Rope Dancer (Acrobat), czyli Robot, który tańczy na linie jest zestawem, który demonstruje zasady utrzymania równowagi i techniki poruszania się po linach, techniki wspinaczkowe. Robot jest zestawem do samodzielnego złożenia i doskonale nadaje się dla wszystkich, którzy chcą zapoznać się ze światem robotów, a nie mieli jeszcze doświadczenia w tej materii, lub ich doświadczenie jest niewielkie. Oczywiście zabawka ta, przysporzy wieceu miłych i fascynujących chwil również dla zaawansowanych elektroników czy robotyków. Za pomocą tego zestawu, zasilanego bateryjnie, można w prosty sposób nauczyć się podstaw mechaniki i poznać w jaki sposób poruszać robotem. Zestaw ten jest na tyle prosty, że cała mogą się nim zajmować dzieci już od 8 roku życia, przy niewielkiej tylko pomocy osób dorosłych. Aby zmontować i włączyć robota do działania wymaganych jest tylko kilka prostych narzędzi ręcznych, jak na przykład śrubokręta czy klucz płaski podwójny, aby zmontować i połączyć niektóre części. Montaż poszczególnych elementów składowych zespołu, oraz czytanie i zrozumienie instrukcje wspierają rozwój intelektualny i motoryczny, oddziaływanie gestem i spostrzegawczość, a także uczy czytania rysunków technicznych. Zmontowany robot wspina się na liny i wygląda jak prawdziwy linoskoczek!!

### Specyfikacja:

Napięcie pracy:	3V (2 AAA akumulatory do 1.5V (Baterie nie są zawarte w zestawie)
Pobór mocy:	100 mA max
Wysokość:	140 mm
Długość:	170 mm
Szerokość:	85 mm

### !!!!UWAGA!!!!

- Wraz z otwarciem opakowania z tworzywa zawierającego komponenty i części potrzebne do złożenia, użytkownik traci prawo do zwrotu produktu!
  - Przeczytaj, starannie instrukcję i zapoznaj się ze szczegółami dotyczącymi budowy robota!
  - Należy uważać ani włączać robota podczas korzystania z narzędzi, czy dokonywania jakichkolwiek prac przy nim!
  - Nie budować robota w obecności małych dzieci. Dzieci mogą uciepnieć przez nieodpowiedni kontakt z narzędziami lub mogą zadławić się małymi częściami, które mogą też utkwieć w uszach, nosie lub w innym miejscu.
  - Należy zwrócić uwagę na polaryzację baterii, zanim zostaną one założone do komory baterii robota!
  - Upewnij się, że baterie i uchwyt baterii pozostają suche.
- Jeśli TANCERZ NA LINIE jest mokry, należy niezwłocznie wyjąć baterie i wysuszyć wszystkie części najlepiej jak potrafimy!
- Wyjmij baterie z robota, jeśli nie będzie in używany więcej niż tydzień.
  - Dzieci w wieku 14 lat mogą budować robota z pomocą osoby starszej.
  - Używaj nowych baterii i nie mieszaj baterii (starych, nowych, akumulatorów, itp.)

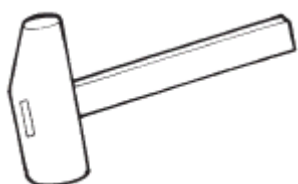
2. Informacje ogólne na temat części i potrzebnych narzędzi do złożenia robota

Uwaga: Ten rozdział jest bardzo ważny i należy go dokładnie przeczytać ze zrozumieniem!

Rozdział musi być przeczytany w odpowiedniej kolejności i nie wolno przeskakiwać do następnych punktów, bez wcześniejszego zrozumienia poprzednich. Pozwoli to uniknąć błędów montażowych. Kto nie przestrzega dokładnie kolejności i wybiórczo ogląda zdjęcia na pudełku lub w instrukcji, nie zbuduje w szybki sposób doskonale funkcjonującego Robota. Wytnij części tylko w momencie, gdy są one potrzebne (pojawia się informacja w instrukcji) a nie wcześniej. Pozwoli to uniknąć możliwości zagubienia jakiegoś elementu. Niektóre części są ponumerowane a niektóre opisane. Liczby jednak nie są umieszczone na samych częściach. Wszystkie części pasują dokładnie tam gdzie jest ich miejsce. Nie ma konieczności używania siły, alby spasować elementy. Należy pracować spokojnie i przeczytać dokładnie i ze zrozumieniem niniejszą instrukcję przed rozpoczęciem procesu składania i uruchamiania robota.

Narzędzia:

Mały młoteczek z tworzywa sztucznego:



Zestaw śrubokrętów do elektroniki (płaski i krzyżakowy)

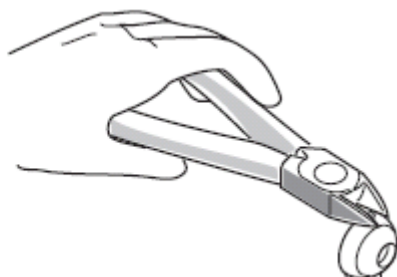
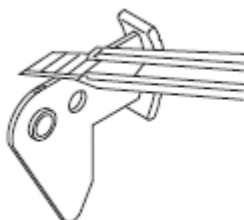


Nóż do tapet lub wykładzin  
(uwaga można się nim skaleczyć!)



Kombinerki (obciążki) i szczypce do miniaturowych komponentów

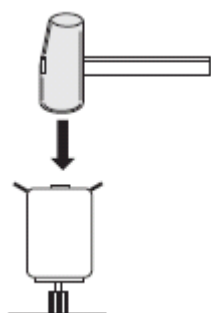
Niektóre elementy muszą zostać odcięte, a niektóre wyłamane zgonie z nacięciami:



Do odcinania może służyć nóż do tapet (wykładzin), cążki boczne, lub zwyczajny ostry nóż kuchenny. Wszystkie te przedmioty są ostre i niebezpieczne, dlatego należy postępować z nimi bardzo ostrożnie!

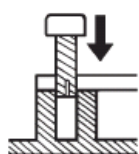
**UWAGA!** Należy wycinać tylko te elementy które są w danej chwili konieczne do złożenia robota i te które mają zostać wycięte!!

### Osadzanie osi:

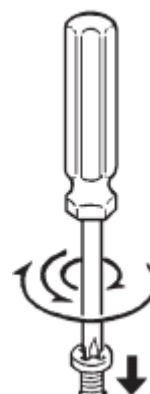


Podczas montażu osi (np.: osi silnika) musimy pracować bardzo ostrożnie. Spróbuj ustalić oś w miejscu zamontowania ręcznie. Dopiero po nieudanej próbie użyj małego plastikowego młotka. Należy postępować bardzo ostrożnie i zachować szczególną ostrożność przy uderzaniu, tak aby nie uszkodzić żadnego z elementów. Najlepiej użyć dodatkowej podkładki drewnianej, pomiędzy młotkiem a osią tak aby zapewnić dodatkowy bufor ochronny i upewnić się nic nie zostanie uszkodzone.

### Wkręty samogwintujące (Parker):



Wkręty z gwintem samogwintującym zachowują się jak śruby, czyli gdy wkręcane są do drewna, śruby wchodzi w materiał tworząc w nim mały gwint, co skutkuje tym, że śruba jest mocno przytwierdzona do materiału. W tym celu (wykonania przez śrubę gwintu), ten typ śruby jest większy i ostrzejszy niż normalne śruby.

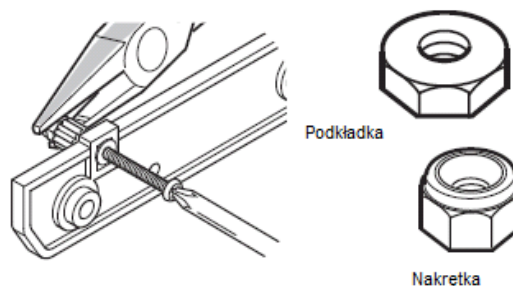
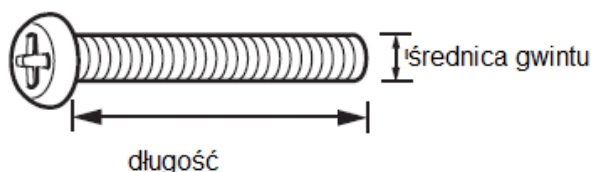


Wkręty z gwintem samogwintującym wkręcają się najlepiej od góry, przy użyciu odpowiedniej siły, która wspiera proces przechodzenia przez materiał na samym początku. Optymalny sposób wkręcania śruby jest taki:

1. Zaczynij wkręcać śrubę
2. Po paru obrotach odkręć lekko śrubę
3. Dokręć mocno i do końca śrubę

*Jeśli śruby są wykręcane i dokręcane zbyt często, otwór w którym jest osadzona śruba rozszerza coraz bardziej, aż w końcu śruba nie ma odpowiedniego trzymania i może sama wylecieć z otworu.*

### Śruby i nakrętki



Śruby i nakrętki powinny być odpowiednio zamocowane w urządzeniu mobilnym i odpowiednio mocno dokręcone. W celu ochrony przed poluzowaniem można, na styku śruby i nakrętki, po przykręceniu nanieść trochę lakieru do paznokci. Następnie można poluzować śrubę ponownie nieznacznie, albo troszkę więcej jeśli jest to konieczne. Przykładem kleju profesjonalnego (stosowanego zamiast lakieru do paznokci) jest, na przykład: Locktite. Ale wtedy śruba jest solidnie i bardzo mocno związana i odkręcenie jej w późniejszym terminie będzie bardzo trudne!

Typ śruby jest określony a pomocą średnicy i długości. NA przykład oznaczenie śruby M3 x 20, oznacza śrubę o średnicy 3 mm i długości 20 mm. Litera jest stawiana tylko przy średnicy. Na przykład, M3 odpowiada gwint metryczny i stosowna nakrętka 3 mm.

Klucz płasko-oczkowy:



Zestaw podwójnych kluczy płasko-oczkowych jest zawarty w zestawie. Używane są one do przykręcenia nakrętek M2 i M3. Możesz kombinerek lub obcążków zamiast kluczy płasko-oczkowych.

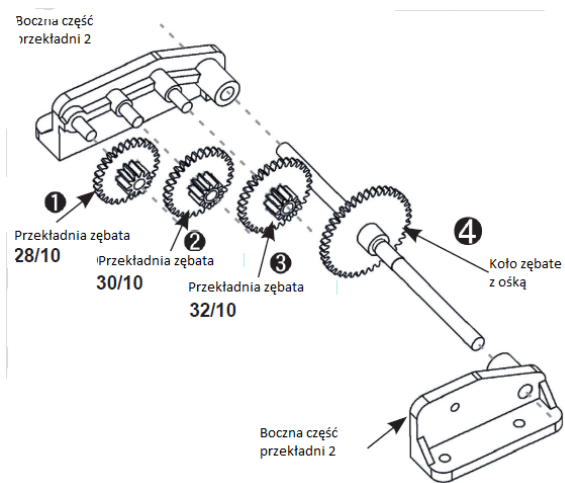
### 2.1 Lista części Robota Tańczącego na Linie:

Przed rozpoczęciem składania robota, sprawdź, czy w zestawie znajdują się wszystkie niezbędne do jego wykonania części:

<p>Śruba krótka</p> <p>M2 x 8 O 8 St.</p>	<p>Śruba średnia</p> <p>M3 x 14 O 2 St.</p>	<p>Śruba długa</p> <p>M3 x 24 O 2 St.</p>	<p>Podkładka</p> <p>M2 O 8 St.</p>	<p>Nakrętka na śrubę</p> <p>M3 O 4 St.</p>	
<p>Wkręty samogwintujące</p> <p>Wkręt okrągły cienki</p> <p>M2 x 5 O 2 St.</p>	<p>Wkręt okrągły gruby</p> <p>M2.3 x 6 O 5 St.</p>	<p>Wkręt samogwintujący</p> <p>M3 x 6 O 2 St.</p>	<p>Wkręt okrągły talerzowy</p> <p>M3 x 10 O 3 St.</p>		
<p>Zębátka silnika</p> <p>O 1 St. 8 Zacken</p>	<p>Mała przekładnia zębata</p> <p>O 1 St. 28 und 10 Zacken</p>	<p>Średnia przekładnia zębata</p> <p>O 1 St. 30 und 10 Zacken</p>	<p>Duża przekładnia zębata</p> <p>O 1 St. 32 und 10 Zacken</p>	<p>Koło zębate z osią</p> <p>O 1 St. 40 Zacken</p>	
<p>Miedziany pierścień</p> <p>O 3 St. Ø 4 - 4mm</p>	<p>Miedziany pierścień</p> <p>O 2 St. Ø 4 - 6mm</p>	<p>Korbówód</p> <p>O 2 St.</p>	<p>Silniczek z kablem</p> <p>O 1 St. mit Draht</p>	<p>Lina</p> <p>O 1 St.</p>	<p>Przewód wstępnie przygotowany</p> <p>Wstępnie zlutowany</p>
<p>Uchwyt silnika</p> <p>O 1 St.</p>	<p>Uchwyt baterii z przewodem</p> <p>O 1 St.</p>	<p>Głowa</p> <p>O 1 St.</p>	<p>Korpus</p> <p>O 1 St.</p>	<p>Zabezpieczenie przekładni</p> <p>O 1 St.</p>	<p>Uchwyt z drutem</p> <p>O 1 St.</p>
<p>Ramię</p> <p>O 2 St.</p>	<p>Noga</p> <p>O 2 St.</p>	<p>Boczna część przekładni 1</p> <p>O 1 St.</p>	<p>Boczna część przekładni 2</p> <p>O 1 St.</p>		

### 3. Instrukcja złożenia Robota Tańczącego na Linie

Zanim rozpoczniesz składanie robota, sprawdź czy są wszystkie części niezbędne do tego działania:



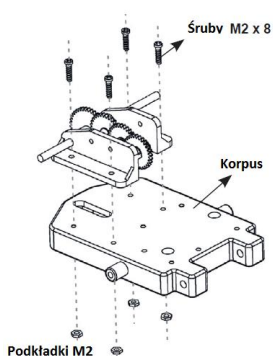
#### Krok 1: Montaż modułu przekładni:

Potrzebne będą:

- 1 szt. mała przekładnia zębata
- 1 szt. średnia przekładnia zębata
- 1 szt. duża przekładnia zębata
- 1 szt. boczna część przekładni 1
- 1 szt. boczna część przekładni 2
- 1 szt. koło zębate z ośką

Montaż modułu przekładni przedstawia dokładnie zamieszczony poniżej rysunek:

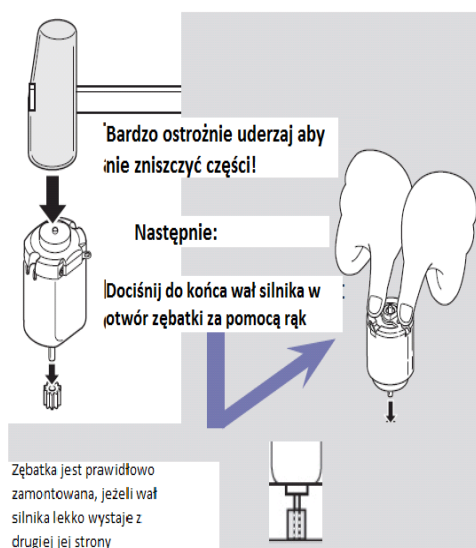
Zainstaluj przekładnie w porządku zgodnym z podanymi numerkami.



#### Krok 2: Przymocowanie modułu przekładni

Potrzebne będą:

- 1 szt. moduł przekładni zębatej z kroku 1
- 1 szt. Korpus
- 4 szt. śrub M2 x 8
- 4 szt. podkładka M2



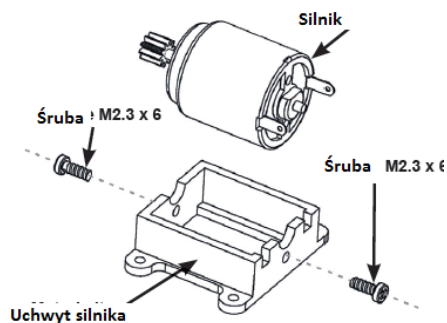
#### Krok 3: Montaż zębatki silnika:

Potrzebne będą:

- 1 szt. Silnik
- 1 szt. Zębatki silnika

Zamontuj zębatkę na silniku zgodnie z rysunkami obok.

Ustaw zębatkę pod wałem wychodzącym bezpośrednio z silnika. Za pomocą małego młoteczka z tworzywa sztucznego wbij bardzo delikatnie wał silnika w otwór w zębatce. Następnie dociśnij do końca wał silnika w otwór zębatki za pomocą rąk. Pamiętaj aby nie używać zbyt dużo siły, gdyż można w ten sposób uszkodzić delikatne części robota (patrz schemat obok):



**Krok 4: Montaż silnika:**

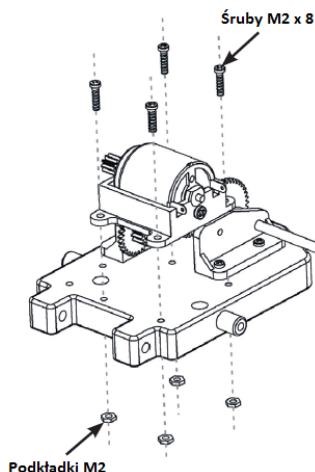
Potrzebne będą:

1 szt. Silnik z zębatką z kroku trzeciego

1 szt. Uchwyt silnika

2 szt. Śruby M2,3 x 6

Zamontuj silnik w specjalnym uchwycie zgodnie z pokazanym obok schematem montażowym



**Krok 5: Montaż silnika zamontowanego w uchwycie:**

Potrzebne będą:

1 szt. Silnik z zębatką w uchwycie z kroku czwartego (4)

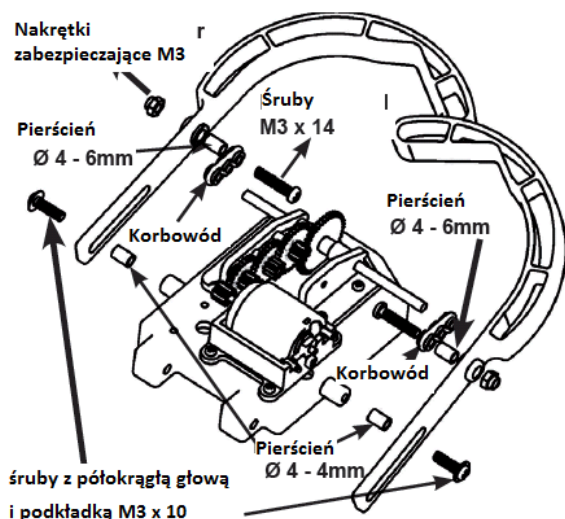
1 szt. Korpus z przekładnią z kroku drugiego (2)

4 szt. Śruby M2 x 8

4 szt. Podkładki x M2

Zamontuj silnik w specjalnym miejscu w korpusie zgodnie z pokazanym obok schematem montażowym.

Ten krok kończy fazę pierwszą zakładania robota tańczącego na linii! Mamy już gotową bazę (podstawę) wraz z napędem (silnikiem) robota. Czas na kolejną część! Zabawa trwa!



**Krok 6: Montaż Ramion robota**

Potrzebne będą:

1 szt. Kadłub wykonany w kroku poprzednim, piątym (5)

2 szt. Ramiona (ręce) robota tańczącego na linii

2 szt. Korbwodu

2 szt. Miedziany pierścień Ø 4 - 4mm

2 szt. Miedziany pierścień Ø 4 - 6mm

2 szt. Śrub średnich M3 x 14

2 szt. Nakrętka zabezpieczających M3

2 szt. śruby z półokrągłą głową

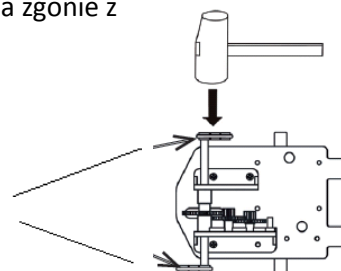
Podkładka M3 x 10

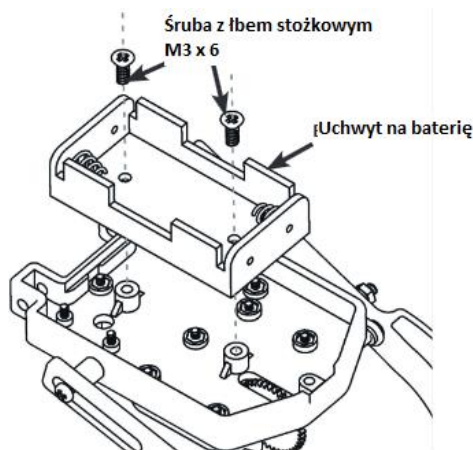
Zamontuj ramiona robota zgodnie z

rysunkiem znajdującym się obok

Uwaga!!

Zainstaluj korbwody zgodnie z rysunkiem obok, w odpowiednich miejscach! Pamiętaj, aby nie używać zbyt dużo siły!





**Krok 7: Montaż Uchwytu na baterię :**

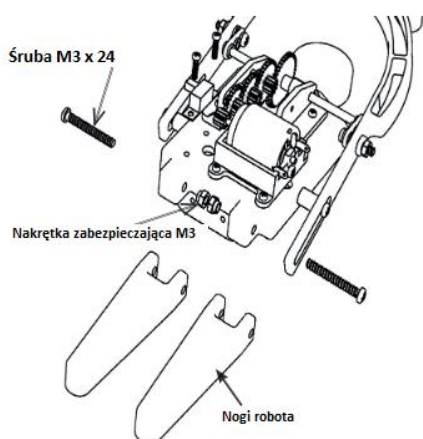
Potrzebne będą:

1 szt. Zmontowana część robota wraz z ramionami z kroku szóstego (6)

1 szt. Uchwyt na baterię

2 szt. Śruba z łbem stożkowym i podkładką M3 x 6

Zamontuj uchwyt na baterię do korpusu robota zgodnie z rysunkiem znajdującym się obok.



**Krok 8: Montaż Nóg robota :**

Potrzebne będą:

1 szt. Kadłuba wraz z ramionami wykonany w kroku siódmym (7)

2 szt. Nóg robota tańczącego na linii

2 szt. Śruby długie M3 x 24

2 szt. Nakrętka zabezpieczająca M3

Zamontuj Nogi robota tańczącego do korpusu robota złożonego w poprzednich krokach zgodnie z rysunkiem znajdującym się obok.

**Krok 9 Montaż przełącznika:**

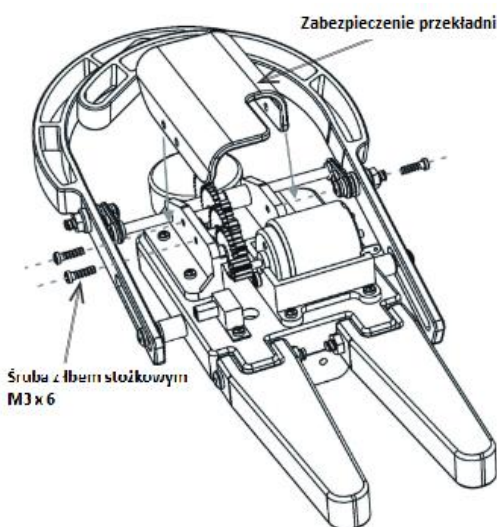


Potrzebne będą:

1 szt. Kadłuba wraz z ramionami i nogami wykonany w kroku ósmym (8)

1 szt. Przełącznika

2 szt. Śruby M2 x 5



**Krok 10 Montaż kończący:**

Potrzebne będą:

1 szt. Kadłuba wraz z ramionami nogami wykonany w kroku ósmym (8) (wraz z zamontowanym przełącznikiem z kroku dziewiątego (9))

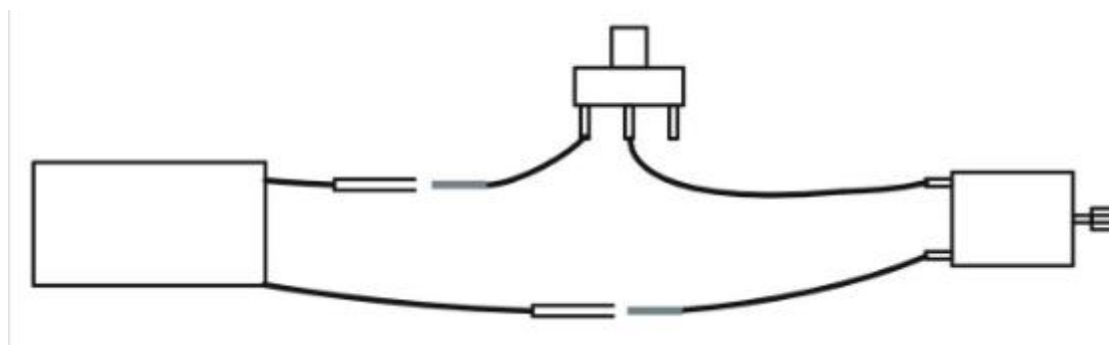
1 szt. Zabezpieczenia przekładni robota

2 szt. Śruba z łbem stożkowym i podkładką M3 x 6

Zamontuj zabezpieczenie przekładni robota tańczącego do korpusu robota złożonego w poprzednich krokach zgodnie z rysunkiem znajdującym się obok.



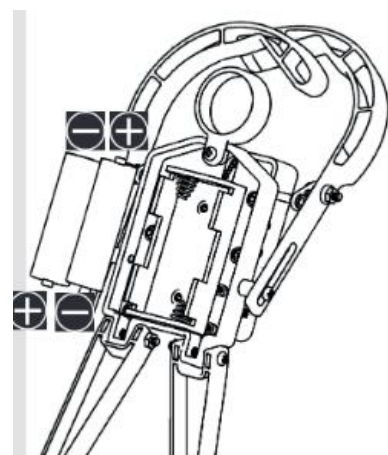
Krok 11 Podłączenie przewodów:



Bezpiecznie jest jedynie poprowadzenie przewodów jak podano na schematycznym rysunku znajdującym się powyżej. Inne połączenie może skutkować awarią, lub nieprawidłowym działaniem robota.

Krok 12 Wymiana i zakładanie baterii:

Włóż baterie do komory baterii jak podano na schematycznym rysunku znajdującym się obok: Kierunek obrotów silnika zależy od polaryzacji założonych baterii!



Krok Ostatni: Wielki test przed rozpoczęciem zabawy!

Umieść ramiona Tańcząc liny wokół liny (jak pokazano na rysunku obok) i ustawić przełącznik w pozycji ON. Jeśli robot tancerz nie przesuwa się do przodu po lina, należy zmienić biegunowość baterii (założyć je odwrotnie)! Jeśli silnik nie obraca się (nie działa), należy sprawdzić kolejno:

- Czy baterie są w pełni naładowane
- Ułożenie przewodów, ( czy jest zgodne z tym pokazanym w kroku jedenastym 11)
- Koła zębate (boczne)

Najbardziej prawdopodobną przyczyną może być:

Błędne dopasowanie kół na przekładni lub uszkodzone baterie (akumulatorki).

W najgorszym przypadku, należy robota tancerza rozłożyć i zbudować od początku, przestrzegając dokładnie kolejności składania oraz zwracając szczególną uwagę na każdy element składowy!

#### 4. Zasada działania mechaniki Robota Tańczącego na Linie

Mechanika i zasada działania robota tańczącego na linii składa się zasadniczo z dwóch (2) części. Pierwszą jest przekazanie mocy wytworzonej przez ruch obrotowy na wyjściu z silnika elektrycznego na oś napędową robota.

Druga część to przełożenie tego ruchu obrotowego wału napędowego na ruch całego robota z pomocą zestawu przekładni.

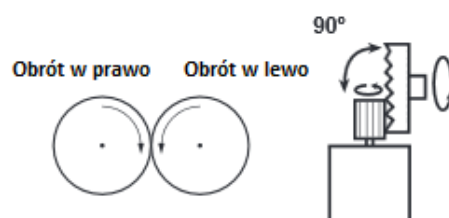
#### Przekazywanie mocy mechanicznej:

Koła zębate, paski napędowe, osie, wały korbowe są to elementy (podzespoły) przeniesienia napędu. Cztery koła zębate przenoszą moment obrotowy z wału silnika elektrycznego silnika na osi napędową Robota Tańczącego na Linie. Ta transmisja jest nazywany przełożeniem. Siły są przenoszone na koła zębate. Podczas tej czynności zachodzą trzy reakcje zachodzą jednocześnie:

- Odwrócenie kierunku obrotów
- Zmiana prędkości obrotowej
- Przyrost momentu obrotowego

#### a. Odwrócenie kierunku obrotów

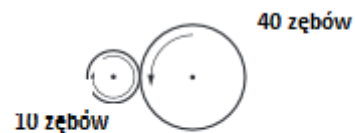
Odwrócenie kierunku obrotu pokazuje rysunek znajdujący się obok: pierwsze koło zębate porusza się w prawo, a drugie koło zębate jest w lewo. Przekładnia zmienia więc kierunek obrotów.



#### b. Zmiana prędkości obrotowej

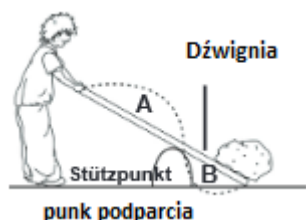
Zmiana prędkość obrotowej jest zależna od ilości zębów znajdujących się na kołach przekładni.

Jako przykład, opisujemy przekładnie z kołem z 10 zębami i z drugim kołem z 40 zębami. Gdy pierwsze koło robi pełny obrót, drugie koło wykona tylko jedną czwartą swojego całkowitego obrotu. Tak więc drugie koło zębate sprawia, żeby wykonać pełny obrót, pierwsze koło musi wykonać cztery pełne obroty. Zasada ta jest również wykorzystywana do zmniejszenia prędkość obrotowej.

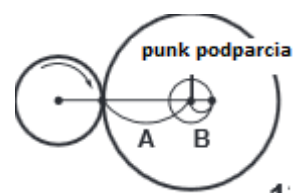


**Przełożenie= Prędkość obrotowa silnika/  
prędkość ostatniego koła zębatego  
przekładni**

#### c. Przyrost momentu obrotowego



Moment obrotowy przenoszony jest porównywalny sposób jak zasada działania dźwigni. Wyobraź sobie, co robi osoba, która chce podnieść kamień używając do tego celu dźwigni. Osoba, która podnosi dany przedmiot za pomocą dźwigni musi użyć więcej siły, gdy odległość od punktu podparcia jest mniejsza i / lub odległość B jest dłuższa. To samo odnosi się do przekładni zębatej robota tańczącego na a linie. Siła przenoszona przez zęby kół zębatach wzrasta wraz z odległością do wnętrza koła. Odpowiada za to przekładnia.



## 5. Silnik elektryczny

### Słowo wstępne:

W naszym środowisku, obserwujemy wiele urządzeń które wykorzystują do swojego działania silniki. Liczba silników o których wiemy w stosunku do tych, które naprawdę nas otaczają jest mocno zaniżona. Do tych, które są, a o których nie wiemy (lub nie byliśmy pewni) zaliczyć można: Silniki wibracyjne w telefonach komórkowych, silnik napędzający wentylator wyciągowy (np.: w okapie kuchennym, suszarka do włosów, kompresor samochodowy, itd. Wszystkie wymienione urządzenia zawierają silniki!



### Rozwój technologii silników:

Silnik elektryczny to urządzenie służące do przetwarzania energii elektrycznej na pracę mechaniczną. Głównymi jego częściami z reguły są: stojan z jedną lub kilkoma parami elektromagnesów oraz wirnik z uzwojeniem twornikowym. Ze względu na rodzaj pobieranego prądu rozróżnia się silniki prądu stałego oraz zmiennego (synchroniczne i asynchroniczne). Ze względu na charakter prądu przemiennego: jednofazowe i trójfazowe. Z uwagi na zasadę działania: silniki indukcyjne (najczęściej spotykane), synchroniczne i komutatorowe (coraz rzadziej używane). W zależności od budowy wirnika wyodrębnia się silniki indukcyjne klatkowe i pierścieniowe. Wspólną grupę stanowią też silniki uniwersalne, które mogą być zasilane prądem stałym i zmiennym, stosowane najczęściej do napędu sprzętu AGD i elektronarzędzi. A są jeszcze silniki indukcyjne liniowe, które upowszechniły się niedawno, o których nadmieniamy na koniec, osobno.

Pośród narzędzi albo ich agregatów, czyli urządzeń, które są najbardziej znamienne dla cywilizacji technicznej, do najważniejszych z pewnością należy silnik elektryczny. Jego nazwa oddaje najlepiej charakter ewolucji technicznej, a tym samym rozwoju przemysłu, do którego zalicza się energetykę. Elektryczność natomiast była znana człowiekowi od niepamiętnych czasów. Kojarzyła się głównie z piorunami i różnymi ładunkami elektrycznymi, których efektem było iskrzenie albo zdolność przyciągania innych materiałów. Trzeba było jednak długich wieków rozwoju nauki i techniki, zanim człowiek zdołał w pełni ją rozpoznać, zapanować nad nią i dostosować do swoich potrzeb. A odkrycie silnika elektrycznego i prądnicy – bo oba te urządzenia właściwie trzeba traktować zamiennie – łączy się bezpośrednio z odkryciem związku magnetyzmu z elektrycznością.

### Działanie silnika elektrycznego:

I tak, w roku 1820, Duńczyk Christiaan Orested zauważył, że igła magnetyczna umieszczona równolegle do przewodu odchyła się, kiedy przez przewód ten przepływa prąd elektryczny. Odkrycie to zaintrygowało znamienitego już angielskiego uczonego Michaela Faradaya. Zadał on sobie pytanie, czy za pomocą pola magnetycznego nie da się wytworzyć elektrycznego prądu? Próbując znaleźć odpowiedź, przeprowadził wiele doświadczeń, w wyniku których udało mu się zaobserwować zjawisko, nazwane później indukcją elektromagnetyczną. Wykazał zatem, że przewód, w którym płynie prąd, działa podobnie jak magnes. Następnie zauważył, że w przewodniku powstaje prąd elektryczny, kiedy zbliżamy lub oddalmy od niego magnes. Odkrycie to stanowi podstawę działania prądnicy. A działanie prądnicy można w zasadzie zawsze odwrócić –



gdy zasilamy ją prądem elektrycznym, zacznie pracować jak silnik. Samo doświadczenie Faradaya natomiast, zwane „obwody elektryczne”, było bardzo proste. Polegało na zanurzeniu jednego końca drutu w rtęci wypełniającej naczynie. Pośrodku naczynia umieścić magnes sztabkowy. Podłączając baterię do góry przewodu i rtęci w naczyniu, wprowadził drut w ruch obrotowy wokół magnesu – zaczęło się kręcić.



Wykorzystując odkrycie Faradaya, już w roku 1822 Philip Barlow jako pierwszy skonstruował prototyp

silnika elektrycznego – zwanego później Kołem Barlowa. Za twórcę maszyny elektrycznej uznaje się jednak Faradaya, który w 1831 roku zbudował pierwszy model silnika elektrycznego – była to owa słynna tzw. tarcza Faradaya. Pierwszą maszyną elektryczną mającą praktyczne znaczenie skonstruował jednak w 1834 roku fizyk rosyjski, niemieckiego pochodzenia, M.H. Jacobi. Jego silnik prądu stałego z komutatorem zastosowany został do napędu małego statku rzeczny. Natomiast pierwszy patent silnika elektrycznego został opracowany w roku 1837 przez Thomasa Davenporta (swoją pierwszy silnik prądu stałego zbudował on już w roku 1834 i użył go do napędu kolejki elektrycznej – zabawki). Silnik z 1837 roku wyposażony był w elektromagnes i osiągał prędkość 450 obr./min, a konstruktor używał go do napędu wiertarki i tokarki do drewna. Nieco później Davenport zbudował jeszcze większy silnik, napędzający rotacyjną prasę drukarską, na której rozpoczął druk pierwszego w USA czasopisma poświęconego elektryczności.

Jak nadmieniliśmy wcześniej – gdy zasilać prądnicę prądem, zaczyna działać jak silnik – dlatego prądnica i silnik mają też wspólną historię. I tak, około 1845 roku, w prądnicach zaczęto wytwarzać potrzebne pole magnetyczne za pomocą elektromagnesów, zasilanych prądem z ogniw galwanicznych lub z innych prądnic (co pozwalało uzyskiwać silniejsze prądy). Doniosłym upowszechnieniem konstrukcyjnym był wynalazek prądnicy samowzbudnej (słynne dynamo) dokonany przez W. von Siemens w 1866 roku. Wykorzystał on znane od kilku lat zjawisko, że elektromagnes, przez który nie płynie żaden prąd, ma niewielkie, szczątkowe pole magnetyczne. Dzięki temu, po obrocie wirnika, pojawia się w tym ostatnim bardzo słaby prąd. Siemens obmyślił układ, w którym ten słaby prąd z wirnika zasilał elektromagnesy, aby wzmocnić ich pole magnetyczne, to zaś z kolei zwiększało natężenie prądu w wirniku itd., tak że po chwili prądnica pracowała już pełną mocą.

Dalszym udoskonaleniem tego rozwiązania była prądnica prądu stałego pomysłu A. Pacinottiego, którą ulepszył niejaki Gramme, młody stolarz modelowy z paryskiej fabryki maszyn elektrycznych, który później stał się zdolnym konstruktorem. Maszyna Gramme'a, choć pomyślana była jako prądnica samowzbudna, okazała się też dość dobrym silnikiem, pierwszym bardziej znanym silnikiem elektrycznym.

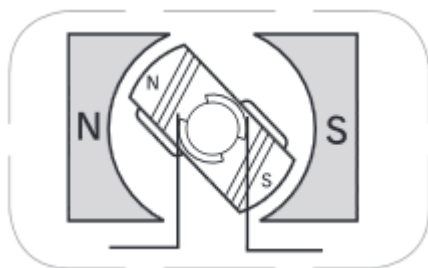
Po wynalezieniu w latach 1884-85 transformatora, pozwalającego przesyłać prąd zmienny o wysokim napięciu prawie bez strat na duże odległości, zaczęły wywalczać sobie pierwszeństwo maszyny prądu zmiennego. Decydującym krokiem w rozwoju silnika zmiennego prądu było wynalezienie silnika asynchronicznego, czyli indukcyjnego.

Nazwa „asynchroniczny” (niezgodny w czasie) pochodzi stąd, że prędkość obrotowa wirnika jest nieco mniejsza od prędkości wirowania pola magnetycznego. W silniku tym wirujące pole magnetyczne, powstające przy przepływie prądu zmiennego przez uzwojenie stojana, działa na prąd, który jest indukowany przez to pole w uzwojeniu wirnika. Powstają dzięki temu siły mechaniczne powodujące obrót wirnika. Takie silniki są pewne w działaniu i proste w budowie. Ważne jest przy tym to, że same ruszają po włączeniu prądu.

Pierwszy silnik asynchroniczny zbudował J. N. Tesla w 1887 roku, opierając się na wcześniejszych studiach G. Ferrarisa nad wirującym polem magnetycznym. Silnik Tesli był dwufazowy i dlatego obarczony poważnymi wadami. Znakomitym natomiast okazał się silnik trójfazowy, z wirnikiem klatkowym, zbudowany przez Polaka M. Doliwo-Dobrowolskiego w 1889 roku.

W tym mnogim obszarze odkryć wypadało by też wspomnieć „wynałzcę wynalazków”, czyli Thomasa Alva Edisona, który w 1880 roku zbudował miniaturowy silnik, aby napędzać pióro do sporządzania kropkowanych matryc powielaczowych. Silnik Edisona miał wymiary 2,5 cm na 4 cm i osiągał 4 tysiące obr./min, napędzając drgającą igłą w obsadce, która wykluwała w matrycy otworki, układające się w kontur liter. Całość zasilala dwuogniskowa bateria. Elektroniczne pióro Edisona – wyprodukowano ich około 60 tysięcy sztuk! – skutecznie powiełało dokumenty, a wyeliminował je dopiero wynalazek maszyny do pisania.

Kolejnym przełomem w wykorzystaniu i produkcji silników elektrycznych były silniki indukcyjne liniowe. I choć odkryto je jeszcze w XIX wieku, upowszechniły się dość późno, bo dopiero w drugiej połowie XX wieku. Trzeba nam przy tym nadmienić, iż silniki liniowe działają na podobnej zasadzie jak silniki indukcyjne prądu przemiennego, z tą różnicą, że zamiast pola magnetycznego wirującego występuje w nich pole przemieszczające się liniowo. Tym samym, zamiast ruchu obrotowego, który powstaje w zwykłym silniku wirującym, w silniku liniowym występuje ruch postępowy. To, co je bezspornie wyróżnia, to prędkość, niezawodność i szeroki zakres zastosowań – od super szybkich pociągów, przez cały szereg przesuwaczy, popychaczy, itd., po instalacje reaktorów atomowych i rakiet.



Pierwszy patent odnoszący się do silników indukcyjnych liniowych złożony był już ponoć w 1890 r. przez burmistrza Pittsburgha. W 1895 r. powstał brytyjski patent złożony przez Jacquarda, Weavera i Electric Shuttle Company na silnik elektryczny do napędzania czółenka w krośnie. Pierwszą propozycję zastosowania silnika liniowego do napędu pociągu zgłoszono w 1905 r., ale dopiero po pół wieku zastosowano taki silnik w trakcji. Tak duże opóźnienie nie wynikało z przyczyn technicznych czy materiałowych, ale z braku potrzeb. Inne tańsze i prostsze formy napędu spełniały istniejące wówczas potrzeby, co do prędkości, przyspieszenia i pewności ruchu.

Pierwsze na większą skalę praktyczne zastosowanie silnika liniowego w transporcie nastąpiło dopiero w 1946 roku w USA – firma Westinghouse wykonała urządzenie pod nazwą „Electropult” do nadawania przyspieszenia samolotom na pasach startowych. Poczynając od 1950 roku silnik

indukcyjny liniowy staje się obiektem ogólnego zainteresowania, a zakres tych zastosowań nie ogranicza się już tylko do przemysłu tekstylnego i trakcji.

W roku 1954, na przykład, zbudowano w Franborough w Anglii silnik liniowy prądu stałego o dużej prędkości, który w tunelu aerodynamicznym mógł nadawać masom kilku kg prędkość ok. 450 m/s. W latach sześćdziesiątych XX wieku wprowadzona zostaje nowa wersja, pośrednia, silników indukcyjnych o ruchu wahadłowym. A w ostatnich dziesięcioleciach XX wieku mnożą się już prace teoretyczne i wdrożeniowe nad silnikami liniowymi, skupiając uwagę badaczy i inżynierów zainteresowanych konstrukcją pojazdów bardzo szybkich.