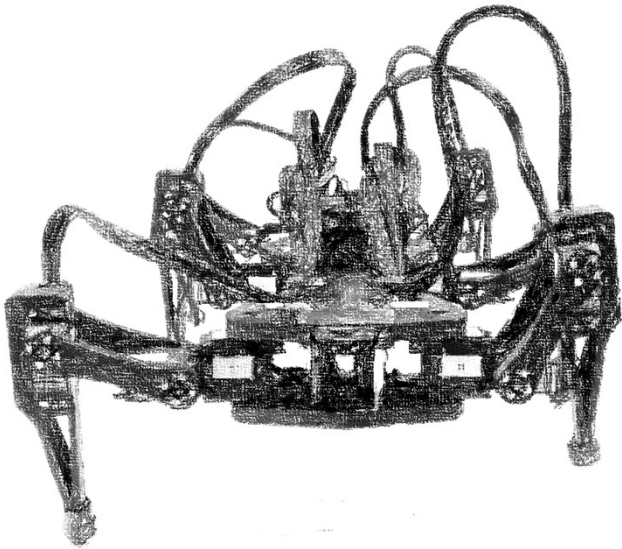


Politechnika Łódzka
Wydział Mechaniczny
Katedra Automatyki, Biomechaniki i Mechatroniki

Modelowanie biomechaniczne chodu wielonożnych robotów kroczących

dr inż. Bartosz Stańczyk



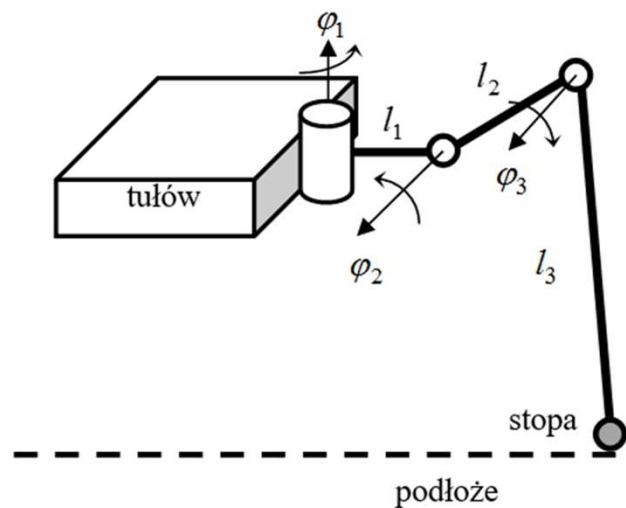
Konstrukcja robota



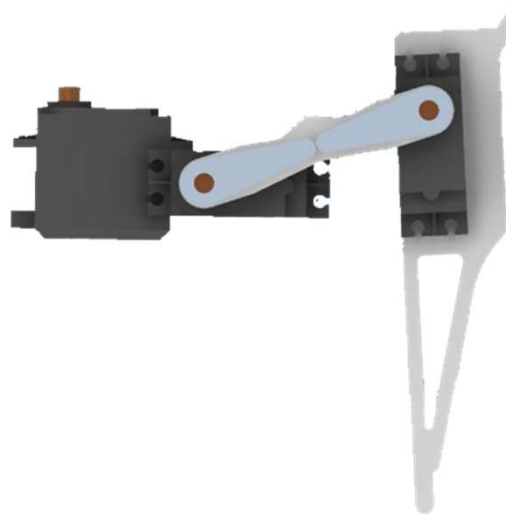
Konstrukcja hexapoda.

Budowa kończyny robota

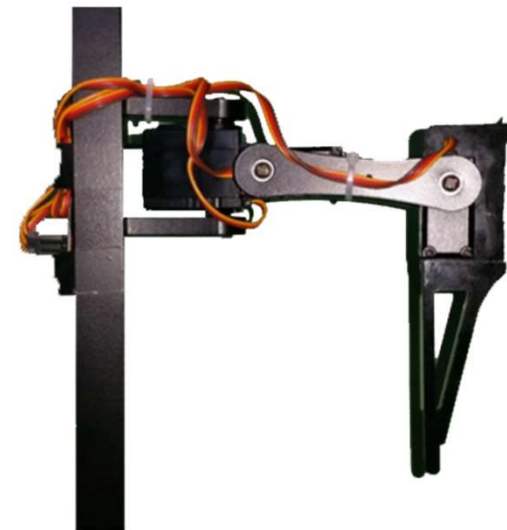
a)



b)



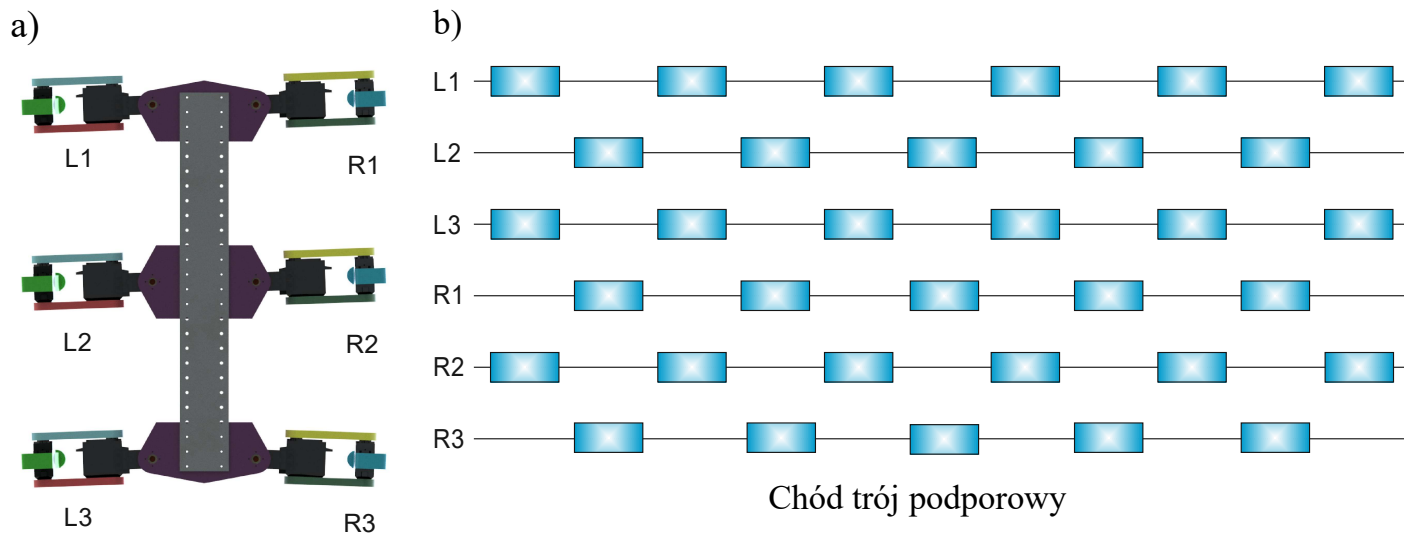
c)



Struktura kinematyczna (a), projekt CAD (b) i prototyp (c) nogi projektowanego robota hexapoda.

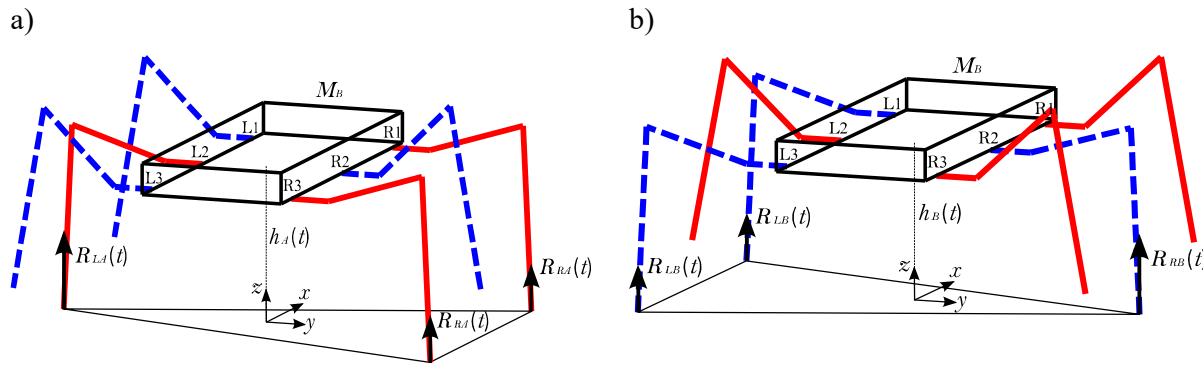
Nazwa	Symbol	Wartość
biodro	l_1	40 mm
udo	l_2	70 mm
goleń	l_3	120 mm
staw TC	φ_1	45° ... 135°
staw CT	φ_2	-90° ... 90°
staw FT	φ_3	0 ... 150°

Model dynamiczny robota dla chodu trójpodporowego

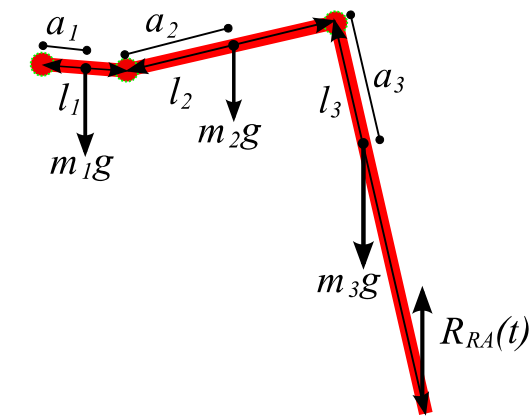


Oznaczenie poszczególnych nóg robota (a) i schematyczne przedstawienie chodu trójpodporowego (b). prostokąt oznacza fazę podparcia, natomiast czarna linia oznacza fazę przenoszenia nogi.

Model dynamiczny robota dla chodu trójpodporowego



Model rozważanego robota hexapoda w dwóch przeciwsobnych fazach ruchu trójpodporowego.



Model nogi rozważanego robota hexapoda.

$$h_A(t) \geq h_B(t)$$

$$M_B \ddot{z}_C(t) + 2 \sum_{i=1}^3 m_i \ddot{z}_{iRA}(t) + \sum_{i=1}^3 m_i \ddot{z}_{iLA}(t) + 2 \sum_{i=1}^3 m_i \ddot{z}_{iLB}(t) + \sum_{i=1}^3 m_i \ddot{z}_{iRB}(t) =$$

$$= 2R_{RA}(t) + R_{LA}(t) - \left(6 \sum_{i=1}^3 m_i + M_B \right) g$$

$$h_A(t) < h_B(t)$$

$$M_B \ddot{z}_C(t) + 2 \sum_{i=1}^3 m_i \ddot{z}_{iRA}(t) + \sum_{i=1}^3 m_i \ddot{z}_{iLA}(t) + 2 \sum_{i=1}^3 m_i \ddot{z}_{iLB}(t) + \sum_{i=1}^3 m_i \ddot{z}_{iRB}(t) =$$

$$= 2R_{LB}(t) + R_{RB}(t) - \left(6 \sum_{i=1}^3 m_i + M_B \right) g$$

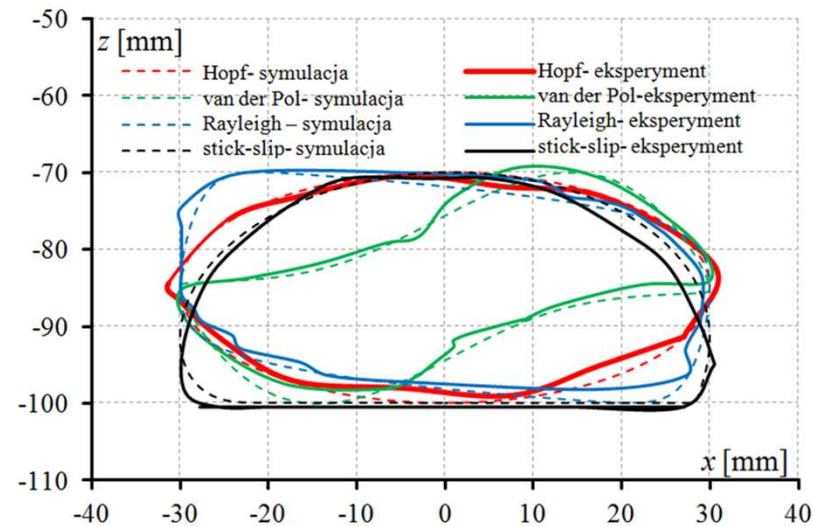
$$R_{LA}(t) = 2R_{RA}(t)$$

$$R_{RB}(t) = 2R_{LB}(t)$$

Równania ruchu postępowego
w kierunku pionowym

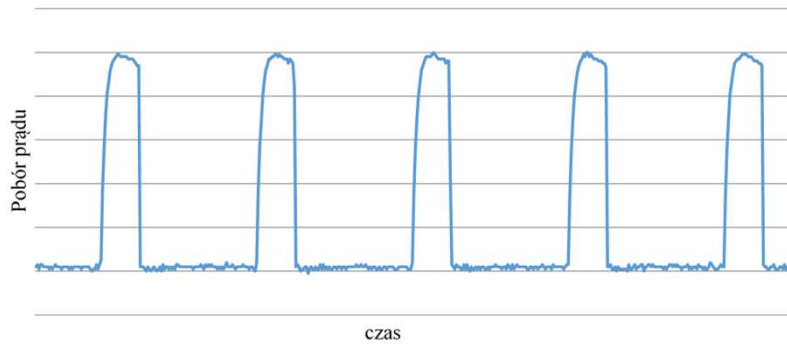
Badania eksperymentalne chodu robota

pojedyncza kończyna



Stabilne trajektorie w przestrzeni fazowej końcówki nogi robota wyznaczone numerycznie i zweryfikowane eksperymentalnie dla różnych modeli CPG.

Badania eksperymentalne chodu robota serwomechanizm



Pobór prądu przez serwomechanizm przed transformacją sygnału.

$$y_{\min} \text{ dla } 0 < t < D \cdot T$$

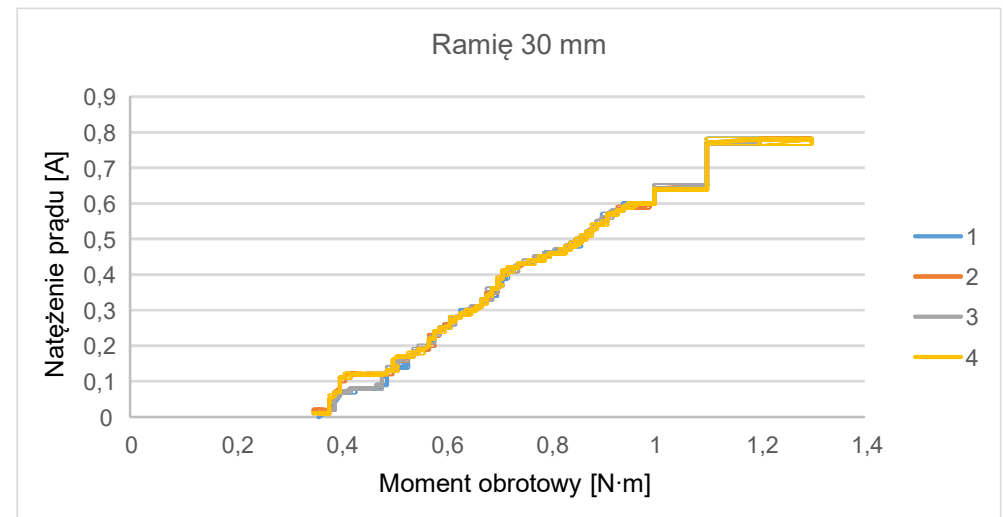
$$y_{\max} \text{ dla } D \cdot T < t < T$$

$$\ddot{y} = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$$

$$\ddot{y} = D \cdot y_{\max} + (1 - D)y_{\min}$$



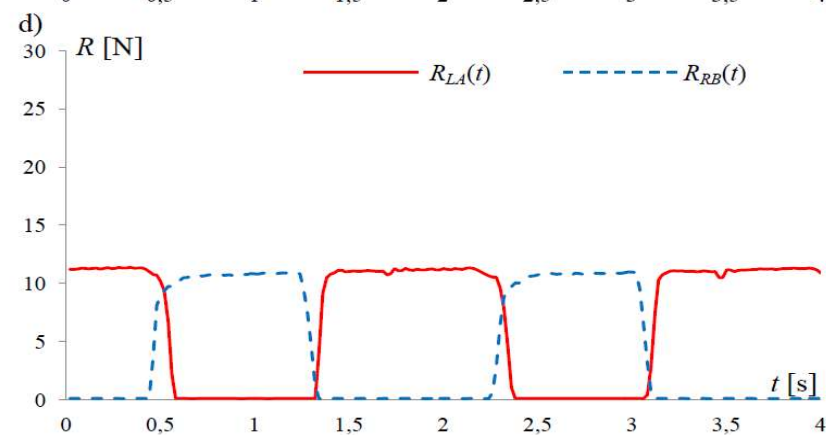
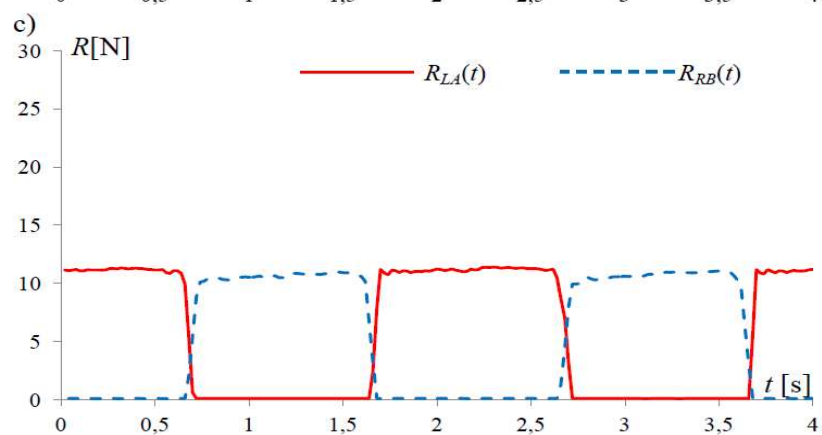
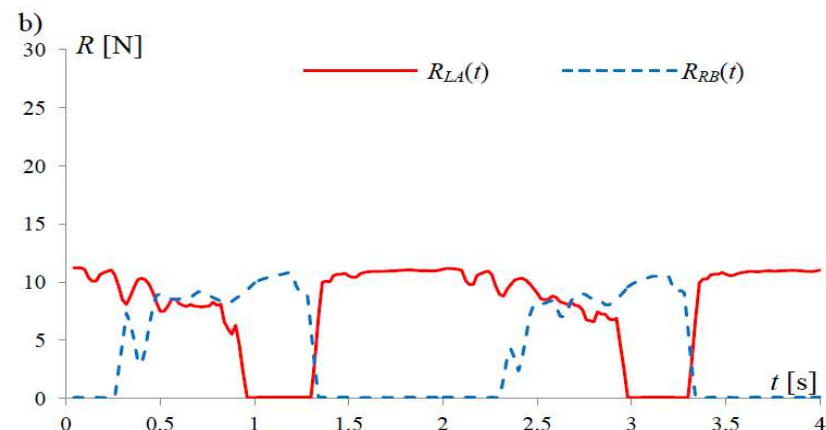
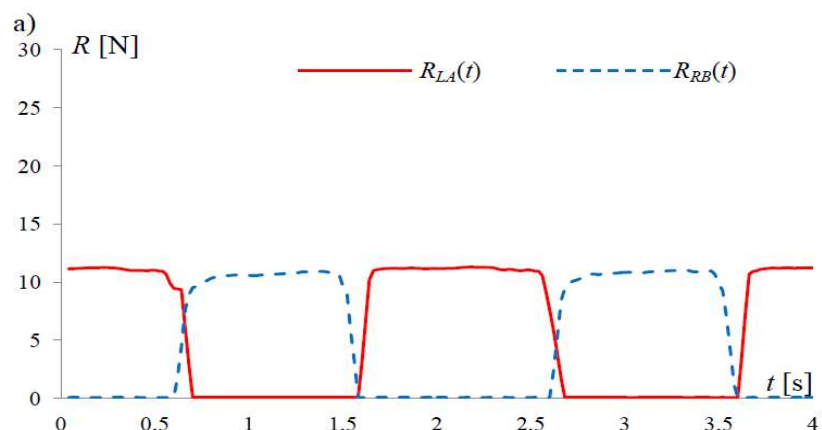
Pobór energii przez serwomechanizm po całkowaniu.



Badania eksperymentalne chodu robota

przebiegi czasowe sił reakcji między nogami robota a podłożem

- a) oscylator Hopfa;
- b) oscylator van der Pola;
- c) oscylator Rayleigha;
- d) oscylator stick-slip



Inspiracje



Napęd



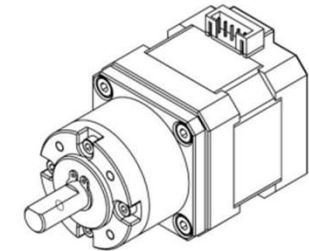
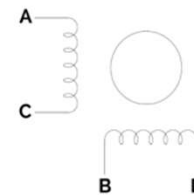
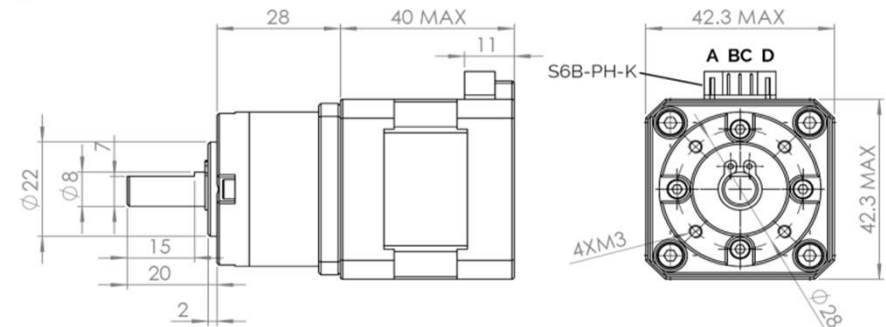
NEMA17 PLANETARY GEARED STEPPER MOTOR

COMMON RATINGS

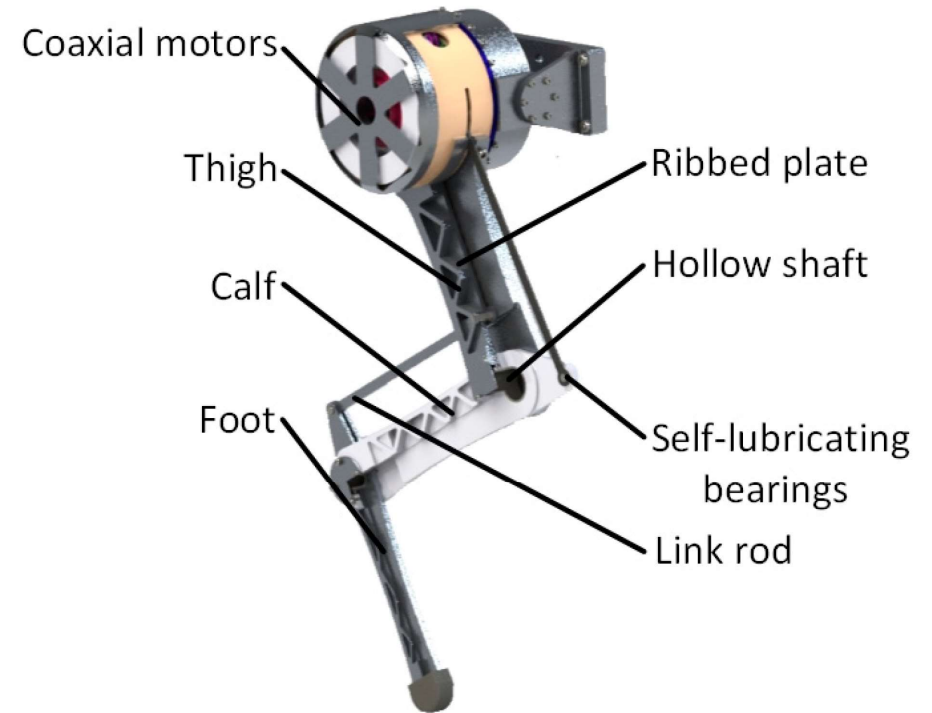
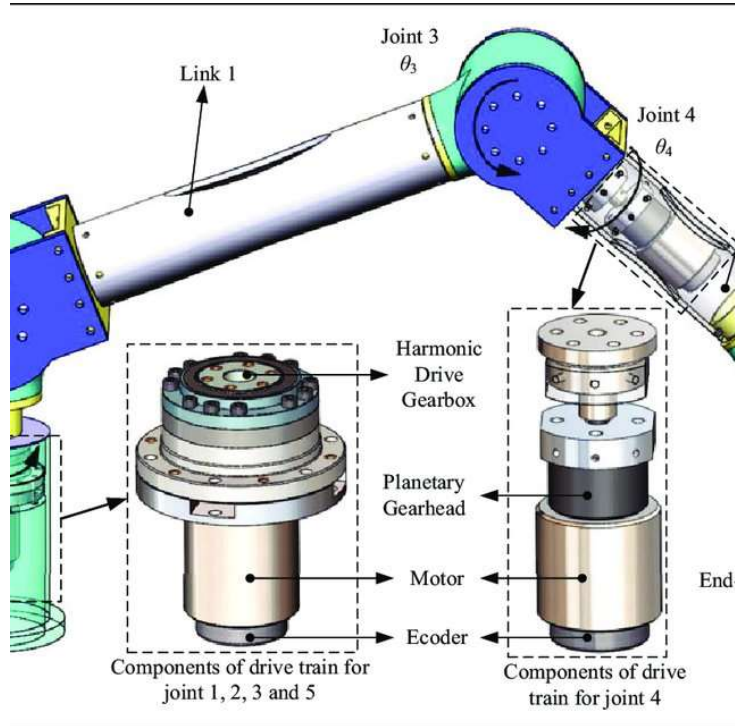
Step angle:	1.8°
Number of Phases:	2
Insulation resistance:	100MΩ min. (500V DC)
Insulation class:	Class B
Temperature max:	80°C
Rotor inertia:	57g.cm ²
Mass:	240g (motor)

ELECTRICAL SPECIFICATION

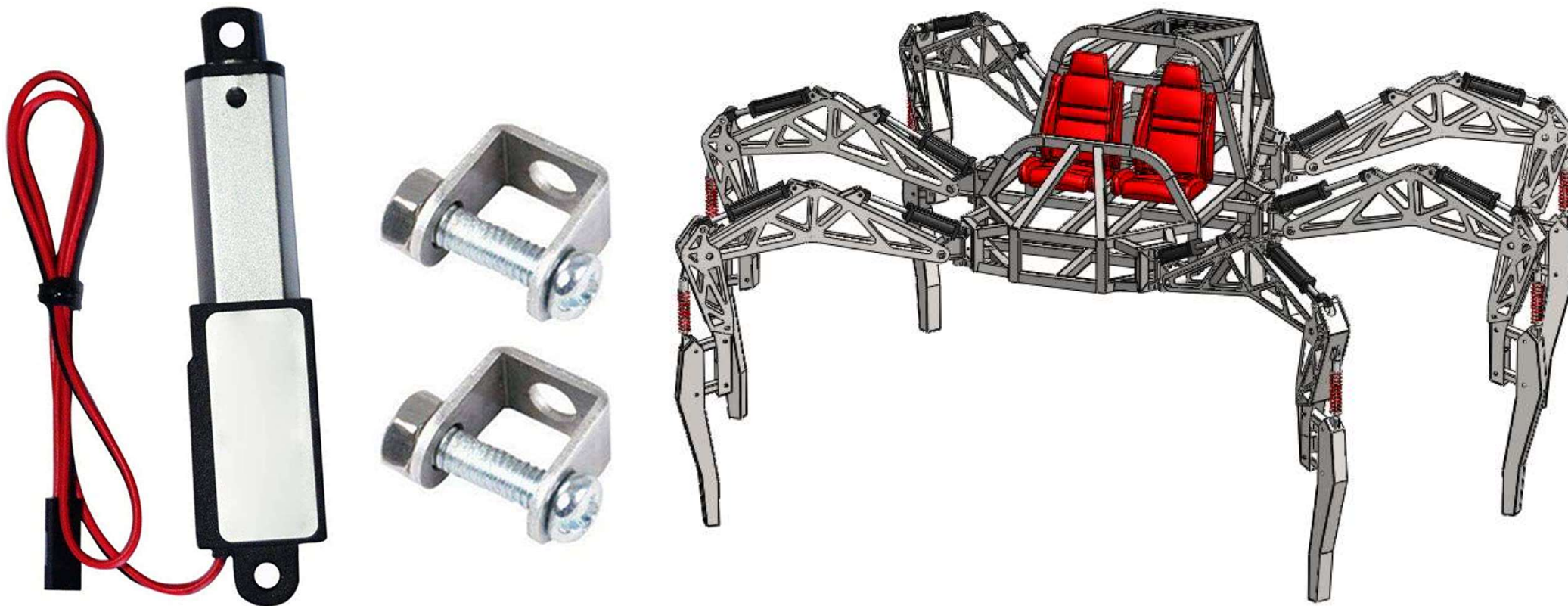
Rated voltage:	2V
Rated current:	1.2A
Resistance per phase:	1.7Ω±10%
Inductance per phase:	4.5mH±20%
Holding torque:	320 mNm (motor)
Gear ratio:	1:5,18
Total weight:	408g with gearbox



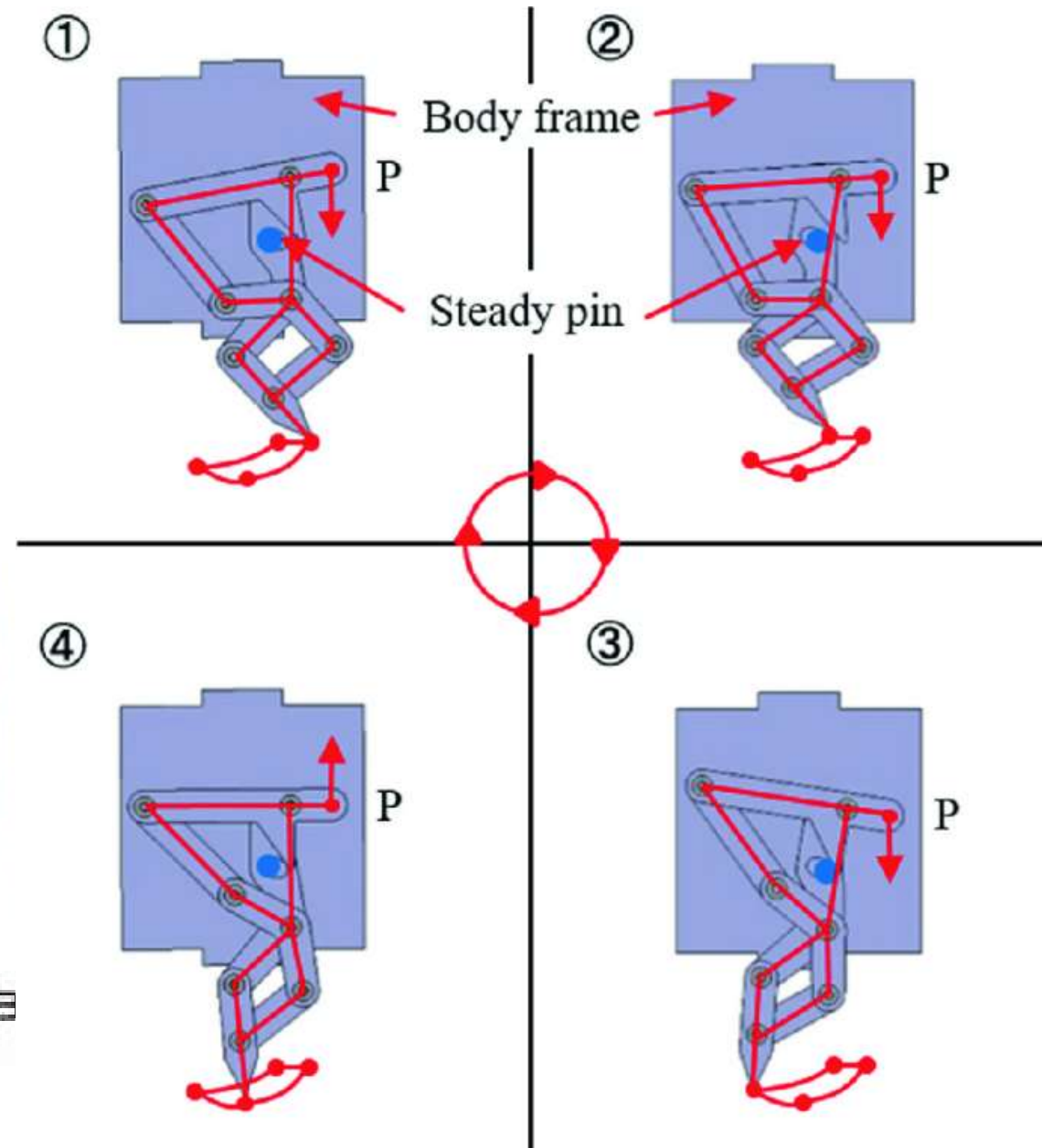
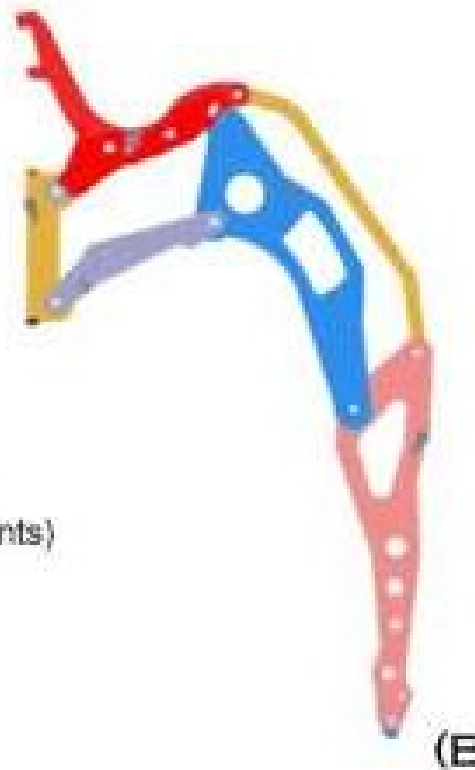
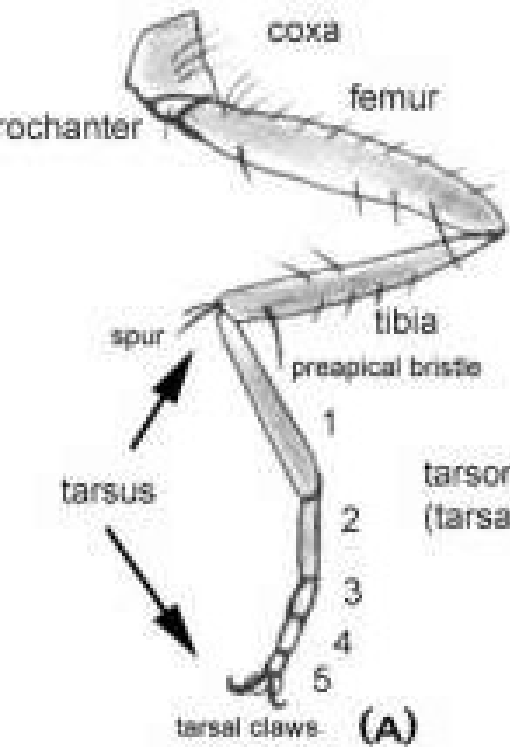
Rozwiązanie obrotowe



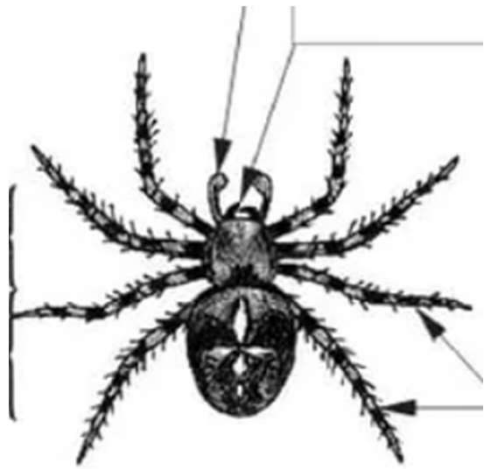
Rozwiązanie obrotowe



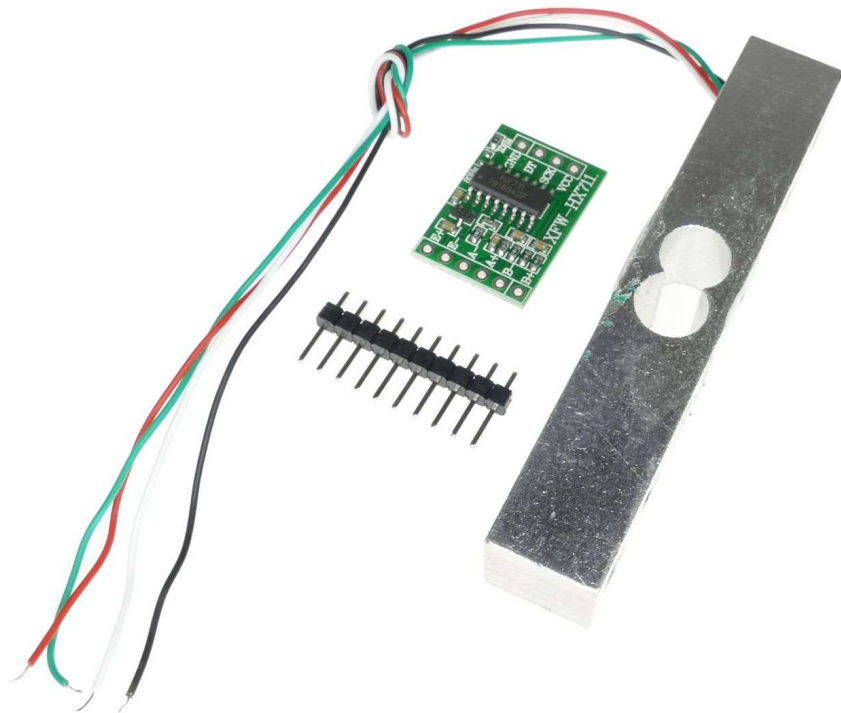
Rozwiązania jedno napędowe



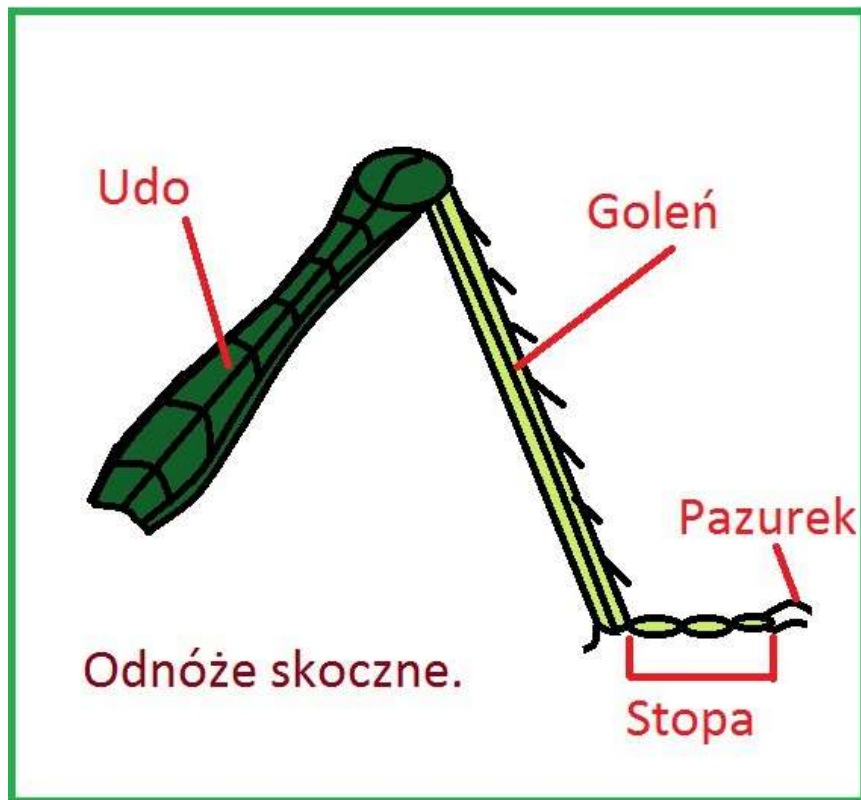
Ułożenie kończyn



Układ pomiarowy



Porównanie stopy



Stopa sztuczna



Literatura

- Zbieranie materiałów w celu poszerzenia zakresu badań

Zapraszam do dyskusji

