



**Fundusze Europejskie**  
Wiedza Edukacja Rozwój



**Rzeczpospolita  
Polska**

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz Społeczny



# Technologie kosmiczne i satelitarne w praktyce

dr inż. Marek Chodnicki



**KASZUBSKI  
UNIwersytet  
LUDOWY**

HEVELIANUM

**Projekt**

**Politechnika Wielu Pokoleń**  
POWR.03.01.00-00-T062/18

**dr inż. Marek Chodnicki**

e-mail: [marchodn@pg.edu.pl](mailto:marchodn@pg.edu.pl)

tel.: 601650881

## Co to jest mechatronika?

Definicje [Gawrysiak 1997]:

- Integracja naturalnie różnych systemów konstrukcyjnych: mechanizmów, obwodów elektrycznych i oprogramowania. Ta konieczność integracji jest jasno widoczna w robotach. [ISHII 1983]
- Zastosowanie mikroelektroniki w inżynierii mechanicznej. [Oryginalna definicja Japońskiego Ministerstwa Przemysłu i Handlu (MITI)]
- System, w którym rozwinięty (advanced) ruch i rozwinięte sterowanie łączone są systematycznie w celu otrzymania systemu o wysokiej wartości, który może wykonywać rozwinięte funkcje zamierzone. [KAJITANI 1986]
- ... synergiczna kombinacja precyzyjnej inżynierii mechanicznej, sterowania elektronicznego i myślenia systemowego w projektowaniu produktów i procesów wytwórczych. [IRDAC 1986]
- Interdyscyplinarny obszar nauk inżynierskich, który wspiera się na klasycznych dyscyplinach budowy maszyn, elektrotechniki i informatyki. Typowy system mechatroniczny odbiera sygnały, przetwarza je i wydaje sygnały, które z kolei przetwarza np. w siły i ruchy. [SCHWEITZER 1989]
- Strategia, która daje odpowiednio zintegrowane połączenie inżynierii mechanicznej, elektroniki i oprogramowania, zastosowana do rozwoju konstrukcyjnego i wytwarzania produktu w celu osiągnięcia optymalnego rozwiązania konstrukcyjnego. [PRESTON 1989]
- Programowalne urządzenia i systemy mechaniczne z sensoryką, aktoryką i komunikacją. [HANSON 1994]
- Interdyscyplinarny obszar nauk inżynierskich, który wspiera się na klasycznych dyscyplinach budowy maszyn, elektrotechniki i informatyki. Wzajemne oddziaływania między częściami składowymi określają zachowanie się systemu mechatronicznego. Przy tym należy odróżniać pasywny system mechatroniczny od aktywnego; w systemie pasywnym te oddziaływania wykorzystywane są jednorazowo podczas fazy konstrukcyjnej, aby system idealnie dopasować do określonego przypadku zastosowania; system jest „projektowany mechatronicznie”. Jeżeli te oddziaływania są także wykorzystywane podczas stosowania i użytkowania systemu, a więc wpływają aktywnie również na zachowanie się systemu, to mówi się wtedy o aktywnych systemach mechatronicznych. [FELDERMANN 1995]
- Projektowanie systemów, urządzeń i produktów zorientowanych na osiągnięcie optymalnej równowagi między podstawową strukturą mechaniczną i jej całkowitym sterowaniem. [MECHATRONICS 1995]
- Synergiczna integracja inżynierii mechanicznej z elektroniką i inteligentnym sterowaniem komputerowym w projektowaniu i wytwarzaniu produktów i procesów. [proponycja Wspólnoty Europejskiej, wg KING 1995]
- Projektowanie i wytwarzanie produktów i systemów wykazujących zarówno funkcjonalność mechaniczną jak i zintegrowane sterowanie algorytmiczne. [HEWIT 1995, KING 1995]
- Projektowanie maszyn inteligentnych. [HEWIT 1995]
- Synergiczna kombinacja inżynierii mechanicznej, inżynierii elektrycznej i techniki informacyjnej dla zintegrowanego projektowania inteligentnych systemów – w szczególności mechanizmów i maszyn. [Międzynarodowa Federacja Teorii Maszyn i Mechanizmów (IFTOMM) 1995]

## Co to jest mechatronika?

[Schmid 2011]

Najbardziej istotne części mechatroniki to: sterowanie i regulacja procesami wytwarzania, sensoryka, napędy urządzeń wykonawczych, robotyka, informatyka, sterowanie procesami wytwarzania, jakość wytwarzania.

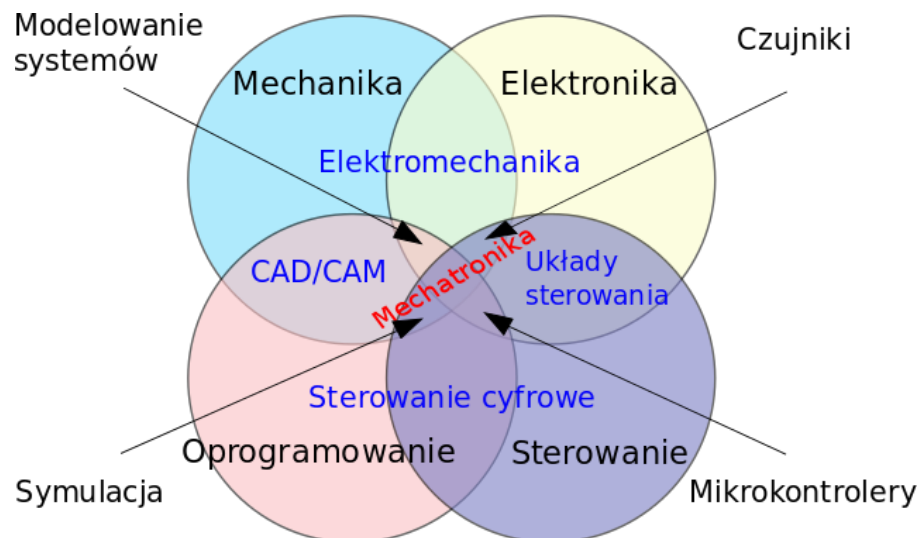
Spis treści książki:

- Sterowanie, regulacja, zarządzanie
- Podstawowe wiadomości z techniki sterowania
- Sensoryka
- Podstawy i techniki regulacji
- Techniki sterowania numerycznego NC
- Robotyka
- Komputerowo wspomagane wytwarzanie
- Zarządzanie jakością
- Technika komputerowa i telekomunikacyjna
- Bezpieczeństwo i zdrowie w pracy
- Podstawy zarządzania
- Szkolenie i techniki prezentacji

## Co to jest mechatronika?

Wikipedia:

- Technika interdyscyplinarna, której istotą jest dodawanie rozwiązań elektronicznych do mechanizmów w celu uzyskania możliwie najlepszych efektów.
- Mechatronikę można dziś określić jako dziedzinę inżynierii, która stanowi połączenie inżynierii mechanicznej, elektrycznej, komputerowej, automatyki i robotyki, służącą projektowaniu i wytwarzaniu nowoczesnych urządzeń.
- Zadaniem mechatronika nie jest naprawa konkretnego elementu mechanicznego ani elektrycznego, lecz jego zdiagnozowanie oraz jak najszybsza wymiana i regulacja.



## Mechatronika kosmiczna

Źródło: <https://www.cbk.waw.pl>

### Laboratorium Robotyki i Mechatroniki Satelitarnej

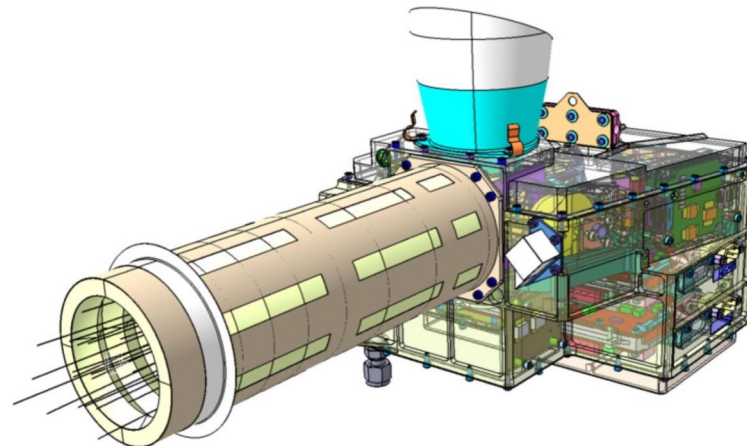
- analizy strukturalne i termiczne systemów i podsystemów satelitarnych,
- fizyka powierzchni planetarnych,
- mechanizmy kosmiczne,
- penetrometria planetarna,
- robotyka kosmiczna,
- sterowanie systemami mechanicznymi

## Mechatronika kosmiczna

Laboratorium brało, i bierze udział w wielu międzynarodowych projektach, m.in.:

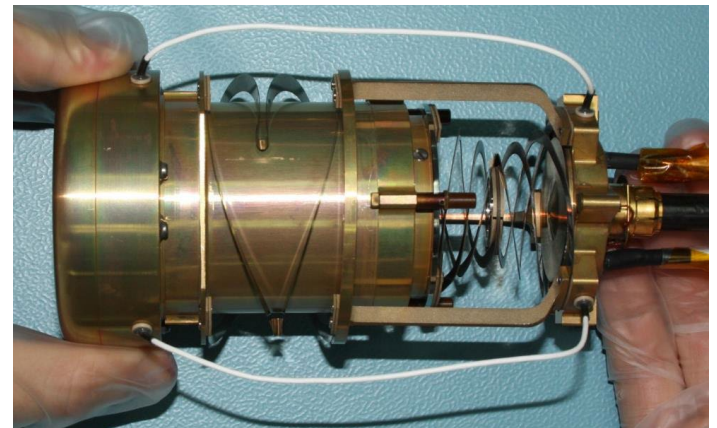
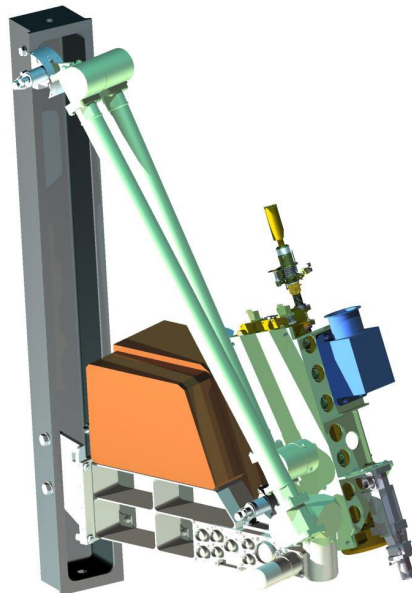
- **misja BepiColombo** – sondy do badania Merkurego.

Udział w opracowaniu MERTIS (MErcury Radiometer and Thermal infrared Imaging Spectrometer). Urządzenie dostarczy informacji o składzie mineralnym skał i właściwościach termicznych powierzchni Merkurego. Na tej podstawie naukowcy podejmą próbę odtworzenia przeszłości geologicznej planety. Mapy wykonane przez MERTIS będą unikatowe – instrument rejestruje bowiem zakres promieniowania podczerwonego, który nigdy dotąd nie był uwzględniany w misjach sond kosmicznych wysyłanych do Merkurego.



## Mechatronika kosmiczna

- **misja Fobos-Grunt** - rosyjska misja, do najważniejszych jej celów należało dostarczenie na Ziemię próbki materiału z powierzchni Fobosa, satelity Marsa. Niestety z powodu awarii po starcie, sonda pozostała na niskiej orbicie wokółziemskiej i na początku 2012 roku spłonęła w atmosferze Ziemi. Materiał z Fobosa miał zostać pobrany za pomocą polskiego CHOMIKA.

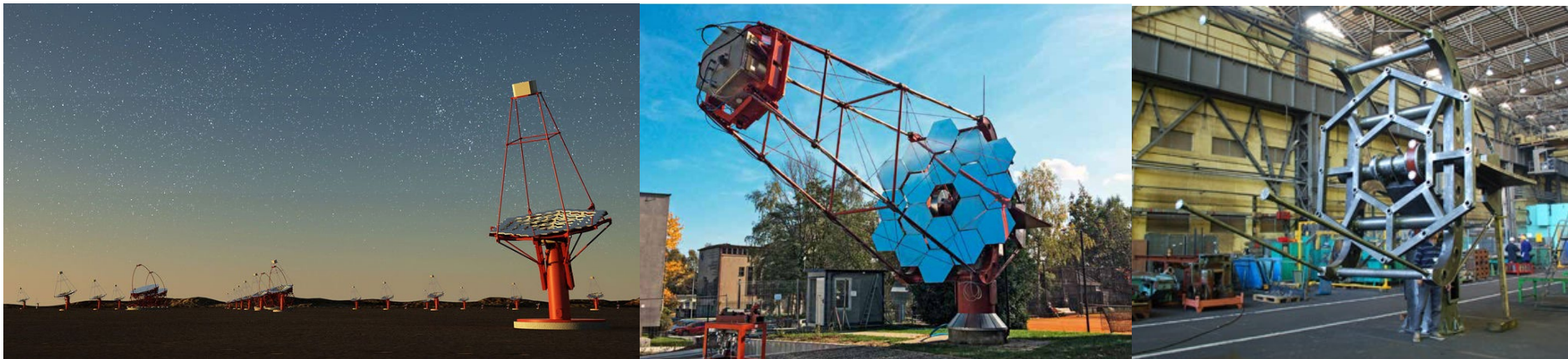




## Mechatronika kosmiczna

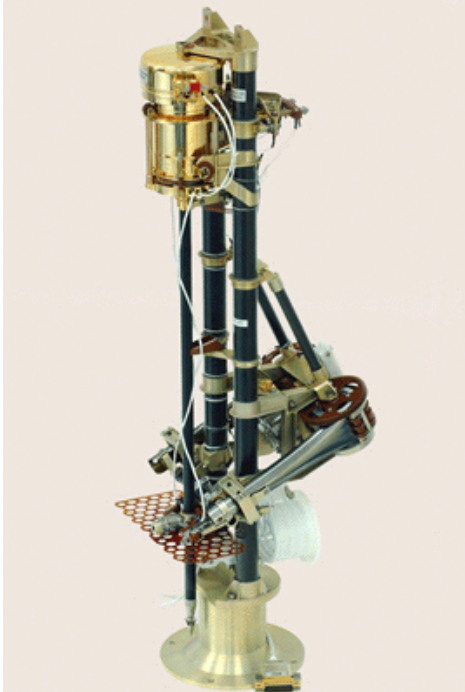
- **Cherenkov Telescope Array (CTA)** - sieć teleskopów do obserwacji w sposób pośredni promieniowania gamma pochodzącego z kosmosu. Obserwatorium ma posiadać część północną i południową. Jedna będzie zlokalizowana na Wyspach Kanaryjskich, a druga najprawdopodobniej w Europejskim Obserwatorium Południowym (ESO) na pustyni Atakama w Chile. W całym projekcie bierze udział około 1350 naukowców i inżynierów z 32 krajów.

Polacy opracowali w pełni cyfrową elektronikę do zbierania sygnałów, w konstrukcji brały udział też dwie inne polskie instytucje - Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN w Warszawie i w Toruniu, które zajmowały się komputerowym systemem rejestracji danych i układem pozycjonującym teleskopu. W przypadku układu pozycjonującego w pracach brało udział także Centrum Badań Kosmicznych PAN.



## Mechatronika kosmiczna

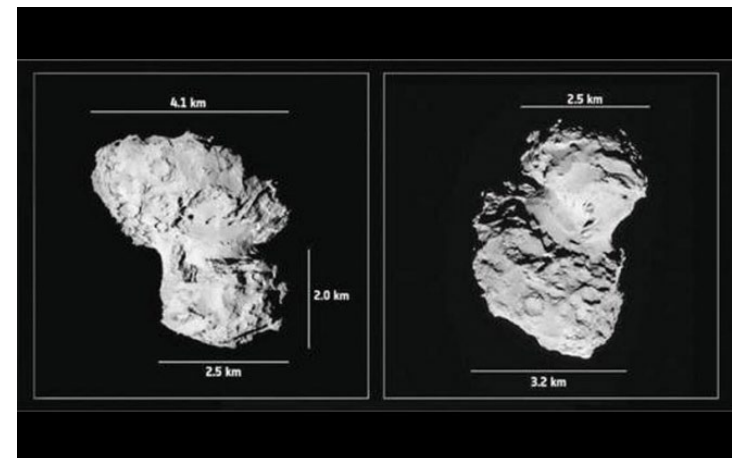
- **misja Rosetta** - badanie komety krótkookresowej 67P/Czuriumow-Gierasimienko. Opracowany w Centrum Badań Kosmicznych PAN penetrator MUPUS (*Multi purpose Sensors for Surface and Subsurface Science*) wraz z aparaturą naukową został zrzucony z orbitera na komętę 67P/Churyumov-Gerasimenko na pokładzie lądownika Philae.



<https://www.youtube.com/watch?v=AvkPFXdpOQQ&t=152s>

<https://www.youtube.com/watch?v=33zw4yYNGAs>

...



## Mechatronika kosmiczna

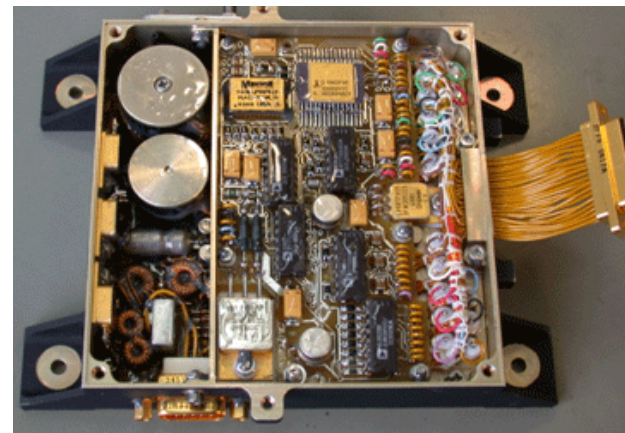
- **misja Chandrayaan-1** - jest pierwszą indyjską sondą naukową wysyłąną w przestrzeń pozaziemską. Jej celem jest Księżyc - naturalny satelita Ziemi. Misja została przygotowana we współpracy z ESA.

Spektrometr SIR-2 ma służyć do badania powierzchni Księżyca w bliskiej podczerwieni ( $0,9\text{-}2,5\ \mu\text{m}$ ) z orbity o wysokości ok. 100 km. Pomiarzy te mają dostarczyć dane dotyczące składu mineralogicznego gruntu księżycowego. Naukowcy z CBK opracowali system zasilania przyrządu, programowane źródło prądowe dla chłodziarki oraz system monitorujący podstawowe parametry urządzenia.



<https://www.youtube.com/watch?v=ipBOotJDJ1k>

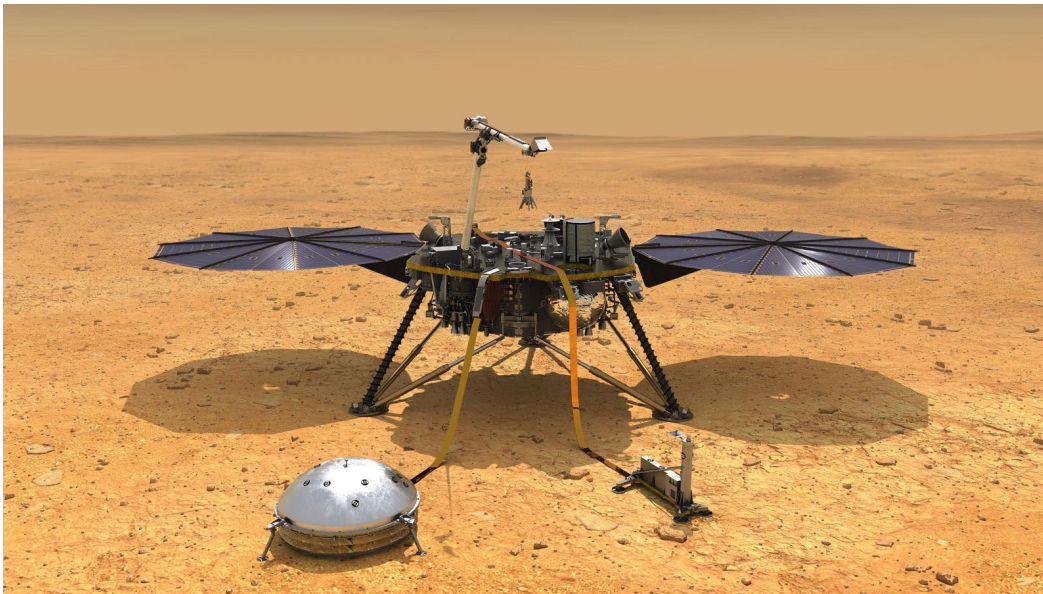
<https://www.youtube.com/watch?v=Ro995WUKFGs>



## Mechatronika kosmiczna



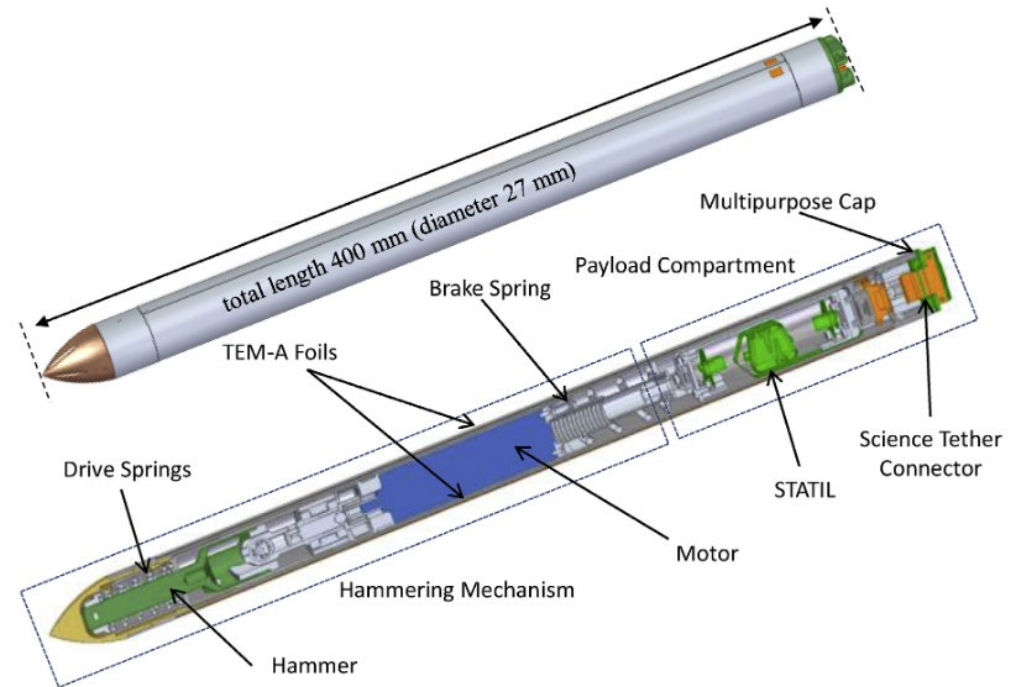
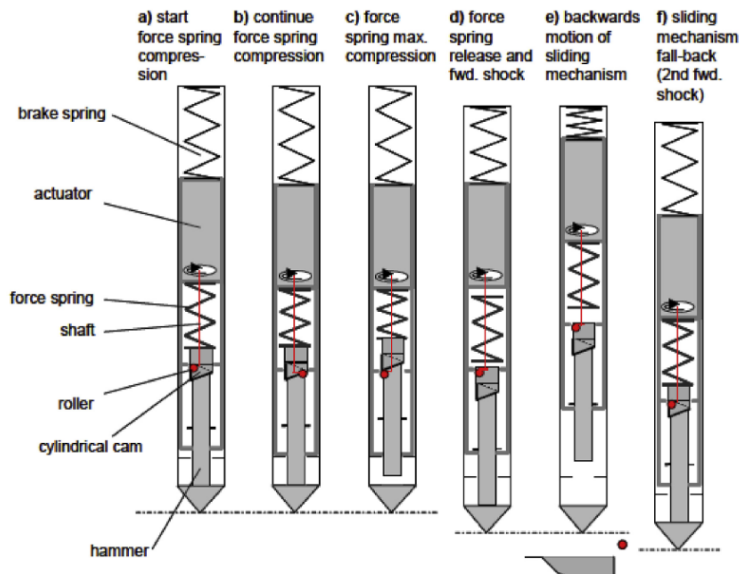
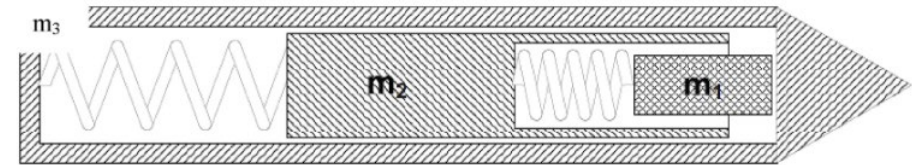
- Mechanizm penetrujący "kret,, -ASTRONIKA Sp. ogród zoologiczny. jest podwykonawcą DLR (Niemieckiej Agencji Kosmicznej) w zakresie przeprojektowania i rozwoju mechanizmu młotkowego penetratora HP3, jednego z trzech instrumentów w misji NASA InSight



<https://www.youtube.com/watch?v=03wlo7Kz6xg&t=152s>

## Mechatronika kosmiczna

### Mechanizm penetrujący "kret,"



## Centrum Badań Kosmicznych

<http://cbkpan.pl/badania/instrumenty/zakonczone/>

## Podsystemy statków kosmicznych

- Statki kosmiczne można różnie klasyfikować: w zależności od funkcji, wielkości, miejsca pracy, cywilne/wojskowe, załogowe/bezzałogowe
- Do najważniejszych należą satelity naukowe ESA, nanosatelity, cubesat'y, satelity obserwacyjne, satelity technol.

<https://www.youtube.com/watch?v=yGUWTxV0r8c>



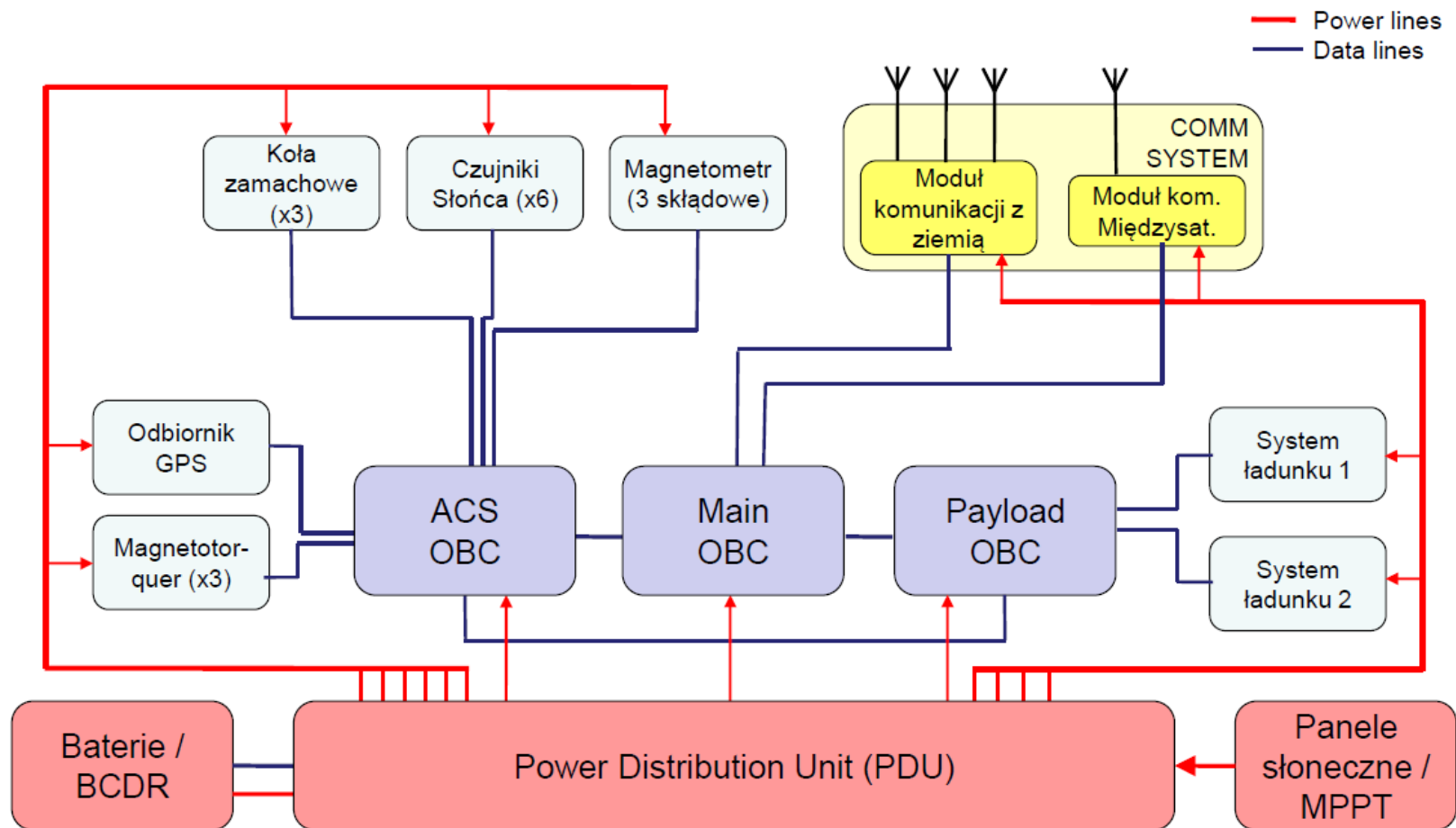
## Podsystemy satelitów

- Część ładunkowa (payload) – ładunek użytkowy, przyrządy pomiarowe
- Moduł napędowy
- Komunikacja
- Zarządzanie i przechowywanie danych
- System wymiany ciepła
- Mechanika (struktura satelity oraz mechanizmy)
- System kontroli orientacji i położenia (AOCS)
- Zasilanie

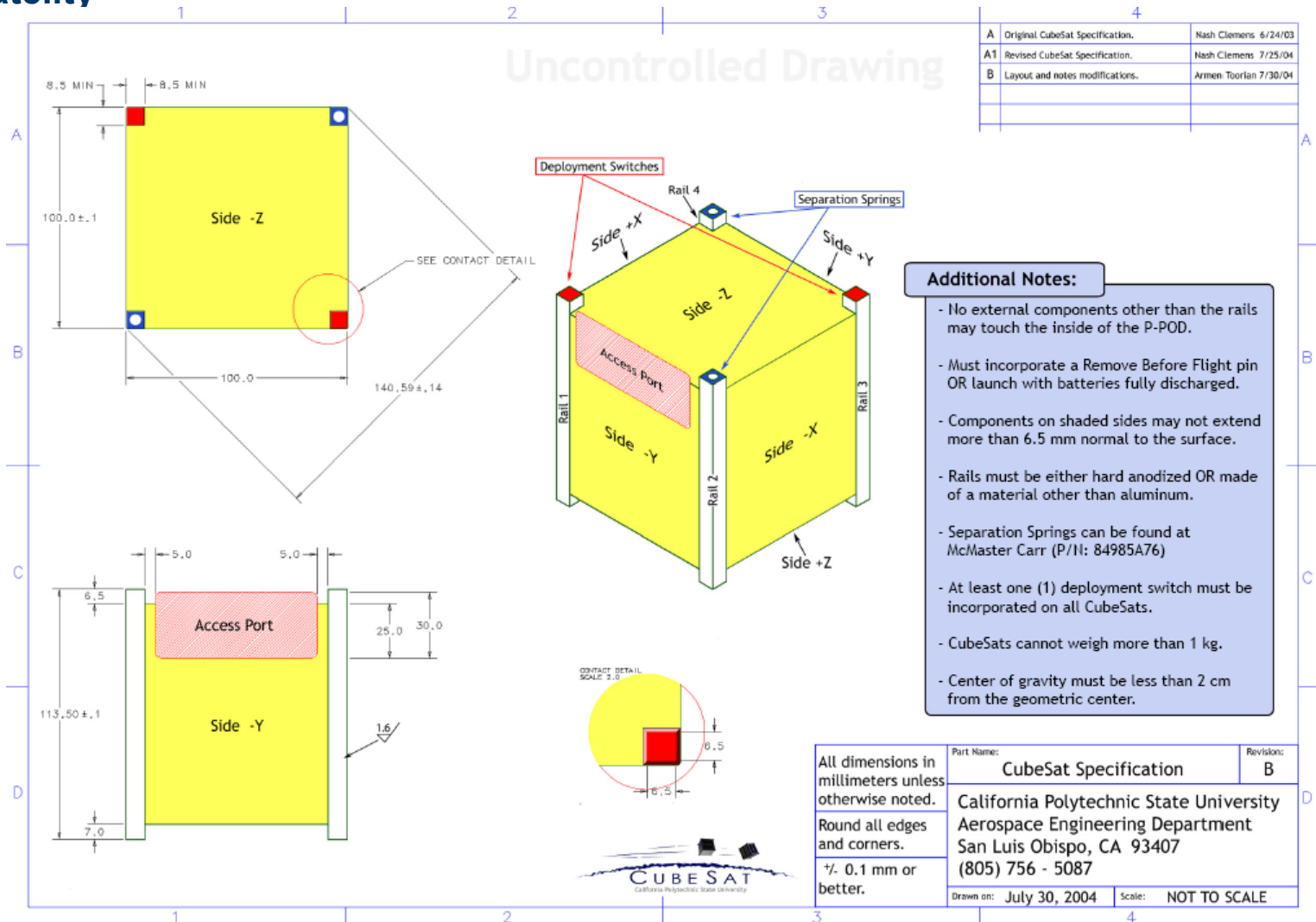
[https://www.youtube.com/watch?v=r0r4P1UAv\\_g](https://www.youtube.com/watch?v=r0r4P1UAv_g)



## Podsystemy satelity



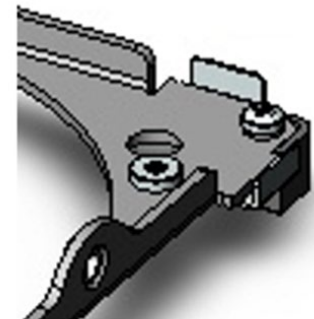
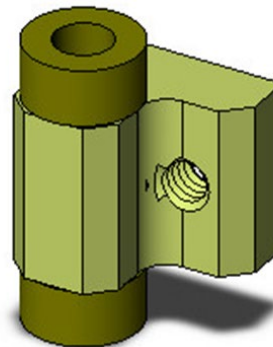
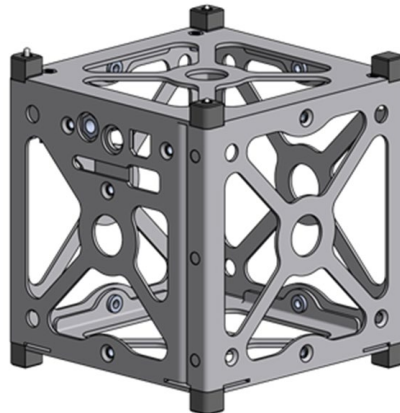
# Struktura satelity



## Struktura satelity

Struktura to element mechaniczny do którego mocowane są wszystkie podzespoły satelity.

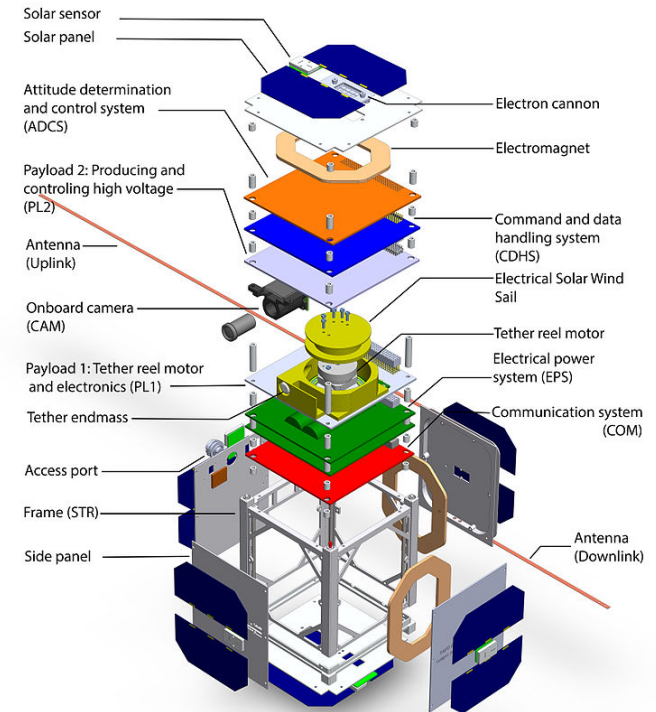
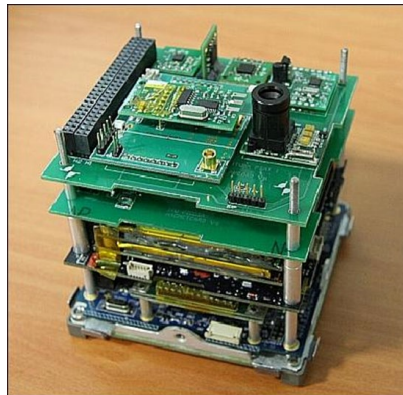
- W szczególności, struktura musi posiadać interfejs mechaniczny kompatybilny z interfejsem do którego satelita będzie mocowany na rakiemie lub z pośrednim mechanizmem wyrzutnika (XPOD, p-POD, inne)
- Ze względów wytrzymałościowych struktura musi przenieść bez uszkodzeń obciążenia panujące podczas startu rakiety
- Struktura stanowi podstawowy kanał odprowadzania ciepła z podsystemów
- Struktura powinna być lekka (w przypadku dużych satelitów chętnie korzysta się z rozwiązań typu 'plaster miodu').



## Interfejsy mechaniczne

- miejsca mocowania przyrządów,
- przenikanie się różnych przyrządów, wzajemne zachodzenie na siebie ruchomych mechanizmów,
- MICD (Mechanical Interface Control Drawing),
- specyfikacja połączeń - materiały, płaskość, gładkość, momenty dokręcania śrub,
- masa, środek ciężkości, momenty bezwładności,
- problem MGSE - projektowanie aparatury z myślą o jej testach przed startem, a nie tylko o pracy na orbicie,
- wymagania dotyczące obciążeń na jakie narażone są mechanizmy i obudowy,

<https://www.youtube.com/watch?v=bjYpWKu7Peo>

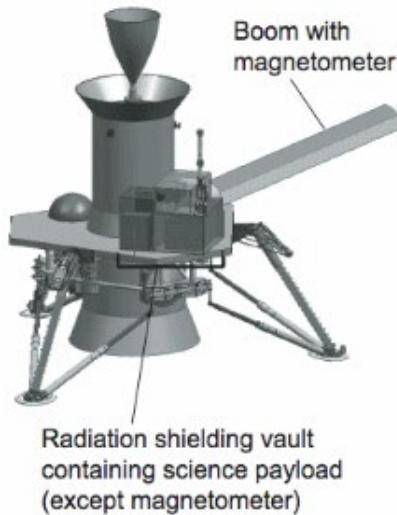


The structure of cubesat ESTCube-1

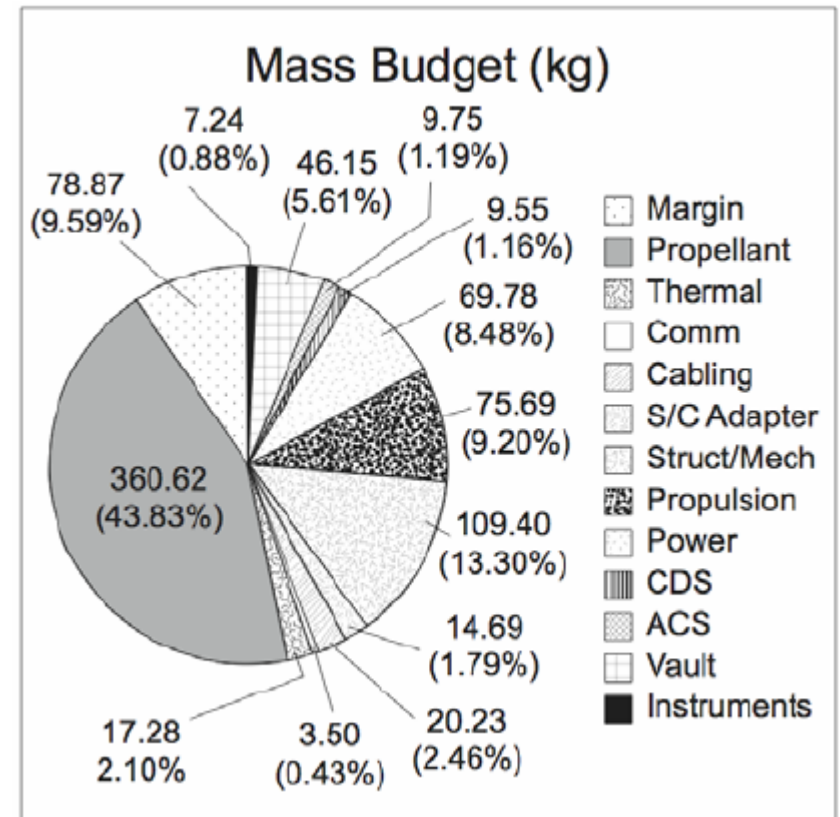
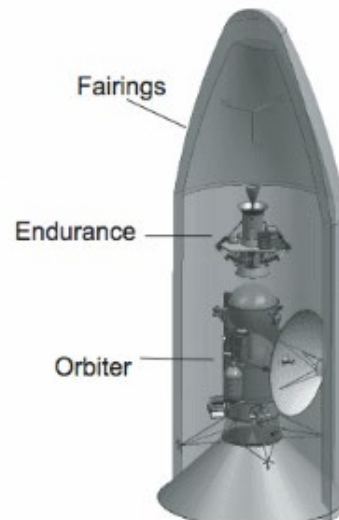
## Budżet masy

Endurance – lądowanie na Europie, księżycu Jowisza

Landed Configuration

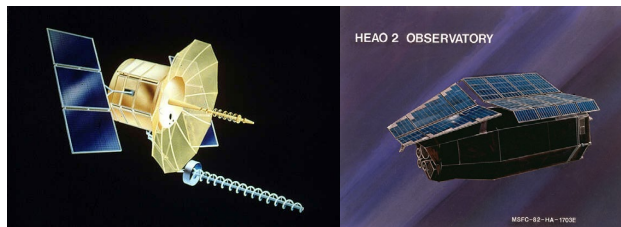


Launch Configuration



1978 r.

## Budżet masy



	Hispasat	IUE	FlSatCom	Heao-B	SPOT	OTS	LandSat	Intelsat VI	Intelsat V	DomSat	TVSat
Payload	280.19	117	222	1468	734	56.5	299	635	234	97	252
Spacecraft Bus	693.92	293	618	1414.5	662	270.8	398	932	522	323	716
Propulsion	98.26	45	29.5	25.5	27	27	120	96	41	123	
GNC	47.76	45	57.7	124	106	38.2	21	70	73	23	52
Communications	44.71	46	26.3	71.6	10	21.7	200	80	28	27	29
Thermal	56.34	11	14.5	35.4	18	18.7	14	52	26	18	85
Power	179.23	61	243.4	301.9	158	75	71	330	142	124	249
Solar Arrays	98.61	23	92.6	77.1	29.7	29.7	71	122	55	22	60
Structure	169.01	62	154	779	370	60.5	92	280	157	90	178
Margin	81.29	41	148	148	44.6	44.6	63	122	55	22	60
Dry mass	1055.4	451	840	3030.5	1396	371.9	1564	1689	811	442	1028
Propellant	242.3	19	83	138	238	45.2	77	538	197	105	1287
B.O.L. mass	1297.7	470	923	3168.5	1634	417.1	1641	2227	1008	547	2315
Kick stage	857.8	199	855	3168.5	178	433	1641	1449	861	493	2315
Injected mass	2155.5	669	1778	3168.5	1812	850.1	1641	3676	1869	1040	2315
Adapter			19.5	18.1							
Total mass	2155.5	669	1797.5	3186.6	1812	850.1	1641	3676	1869	1040	2315
Characteristics											
Orbit (km)	Geosyn.	—	Geosyn.	540	832	Geosyn.	700	Geosyn.	Geosyn.	Geosyn.	Geosyn.
Mission	Comm.	Scientif.	M. & Com.	Scientif.	Scientif.	Scientif.	Scientif.	Comm.	Comm.	Comm.	Comm.
Stabilization	3 axis	3 axis	3 axis	3 axis	3 axis	3 axis	3 axis	Spin	3 axis	Spin	3 axis
Propulsion System	Combi.	Classic	Classic	Classic	Combi.	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic	Classic

Comm. = communications; Scientif. = scientific; M. & Com. = military and communications; Combi. = liquid bi-prop.; Classic = solid propulsion.

## System wymiany ciepła

Pokrycia (coatings and finishes):

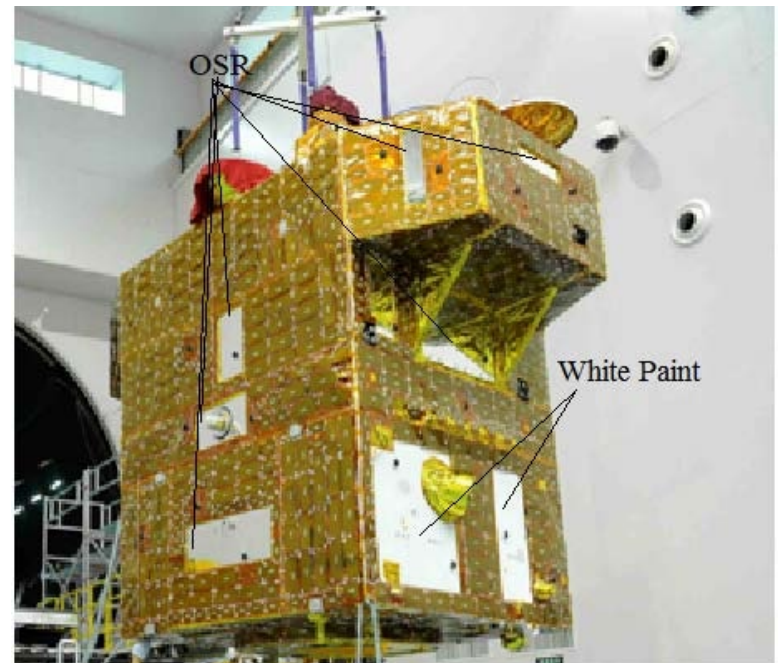
- Materiały zgodne z normami ESA lub innych agencji kosmicznych,  
„Z reguły nie jest wymagana obróbka powierzchni stali nierdzewnej, berylu, włókna szklanego lub włókna węglowego, z wyjątkiem potrzeby kontroli termicznej (jeśli jest stosowana na powierzchniach zewnętrznych). Każdy inny materiał powinien zostać poddany obróbce powierzchniowej”

Typowe wartości emisyjności różnych pokryć:

- malowanie na czarno - 0.95,
- bardzo dobra anodyzacja - 0.8,
- chromianowanie (alodine) - 0.2 do 0.5
- złoto - 0.1
- MLI (Multi Layer Isolation) - 0.15 do 0.5

Kontakt cieplny pomiędzy przyrządem a satelitą:

- pokrycie MLI razem z satelitą,
- specjalne przewodniki ciepła „heat pipes”,
- punkty lub płaszczyzny mocowania



## System wymiany ciepła

PODSYSTEM	ELEMENT	NAZWA	OPERACYJNY ZAKRES TEMPERATUR
OBUDOWA/ STRUKTURA	Struktura główna	1U CubeSat Structure, ISIS	-40°C - 80°C
	Cover Plate Assembly	<i>moduł antenowy</i>	-20°C - 60°C
KOMUNIKACJA	Anteny	Deployable dipole antenna, ISIS	-20°C - 60°C
	Transceiver	UHF downlink/VHF uplink Full Duplex Transceiver, ISIS	-20°C - 60°C
ZASILANIE	Panele słoneczne	CubeSat Solar panel DHV-CS-10	-120°C - 150°C
	Akumulatory	20Whr standalone battery	-10°C - 50°C
	Management board	3rd Generation 1U EPS	-40°C - 85°C
KOMPUTER	Płyta główna	CubeSat Kit™ Motherboard (MB) FM430	-40°C - 85°C
	Moduł pamięci Flash	-	
	Processor module	PPM A1 z mikroprocesorem TI @ MSP430F2618	
PAYLOAD	Ogniwa barwnikowe	-	-100°C - 120°C
	Układ pomiaru charakterystyki UI	-	d/u
	Układ do pomiaru orientacji względem Słońca	NSS Cubesat Sun Sensor	-25°C - 50°C

Wyróżnia się cztery źródła ciepła wpływające na temperaturę satelity.

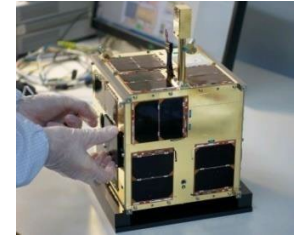
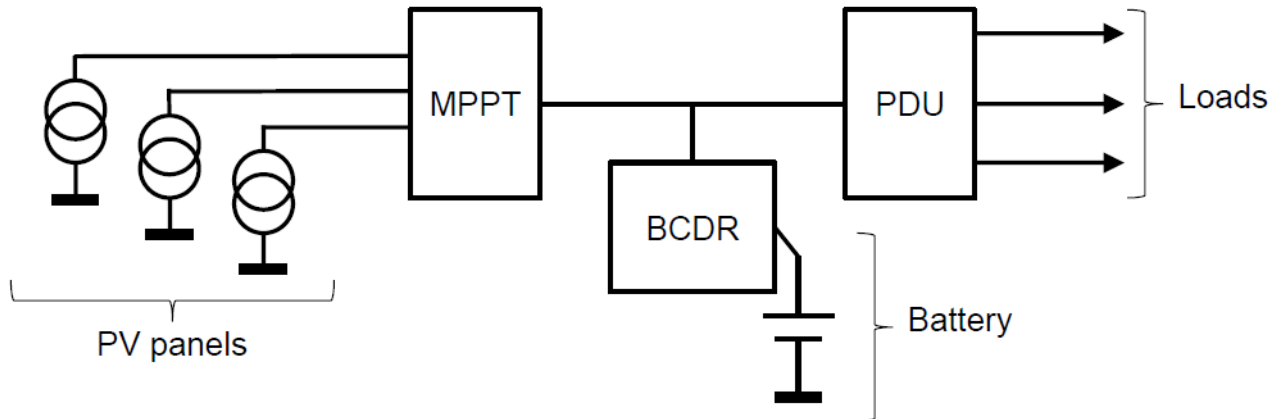
- Pierwszym źródłem ciepła jest promieniowanie słoneczne emitowane przez serce układu słonecznego.
- Drugie to promieniowanie podczerwone emitowane przez Ziemię.
- Trzecie to promieniowanie słoneczne odbite od Ziemi.
- Ostatnim źródłem ciepła jest energia rozpraszana przez pracujące instrumenty satelity, tj. moduł zasilania, antena, komputer pokładowy czy pracujące akumulatory).

Mechanizmy wymiany ciepła:

- Przewodnictwo cieplne (w ciałach stałych i w połączeniach między nimi)
- Promieniowanie cieplne (pomiędzy ciałem a próżnią i pomiędzy ciałami)



## Zasilanie



**MPPT:** Maximum Power Point Tracking – technika kontroli punktu pracy pozwalająca na efektywne przejście energii z paneli słonecznych.

**BCDR:** Battery charge and Discharge Regulator – moduł elektroniki zarządzający baterią i kontrolujący jej stan (głębokość rozładowania, prąd ładowania, punkty pracy, temperatura).

**PDU:** Power Distribution Unit – konwertuje energię dostarczaną przez „surowe” linie zasilania na stabilizowane napięcia o wartościach wymaganych przez poszczególne komponenty. Zawiera klucze, przetworniki pomiarowe dla pomiaru prądów i napięć, systemy ograniczeń prądowych, zabezpieczenia.

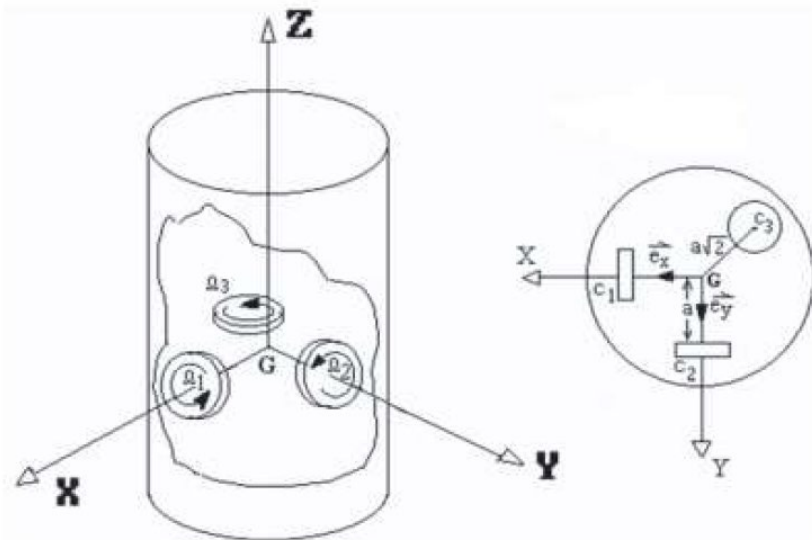
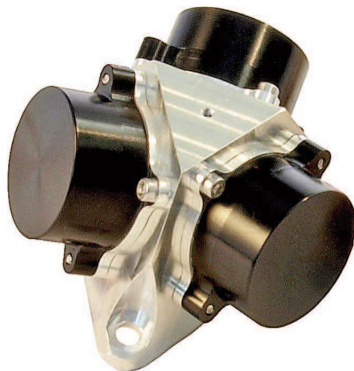
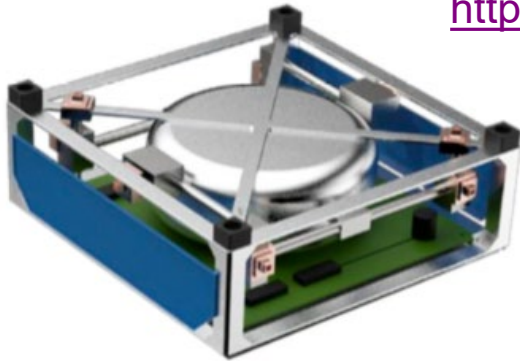
## Budżet mocy

<b>Subsystem</b>	<b>FLTSATCOM Power Budget (W)</b>	<b>HEAO-B Power Budget Cruise Mode (W)</b>	<b>HEAO-B Power Budget Ground Pass (W)</b>
<i>Payload</i>	1,070*	217.0	217.0
<i>Spacecraft Bus</i>			
<i>Propulsion</i>	40	17.4	17.4
<i>Attitude Control</i>	33†	201.0	201.0
<i>Communications</i>	9‡	13.4	78.4
<i>Data Handling</i>	—	33.8	41.6
<i>Thermal</i>	17	30.2	30.2
<i>Electric Power</i>	56	26.0	33.7
<i>Operating Power</i>	1,224	538.8	619.3
<i>Orbital Average Power</i>	—	546.8	
<i>Battery Recharge Power</i>	167	244.0	
<i>End-of-Life Power</i>	1,391		
<i>Beginning-of-Life Power</i>	1,800		

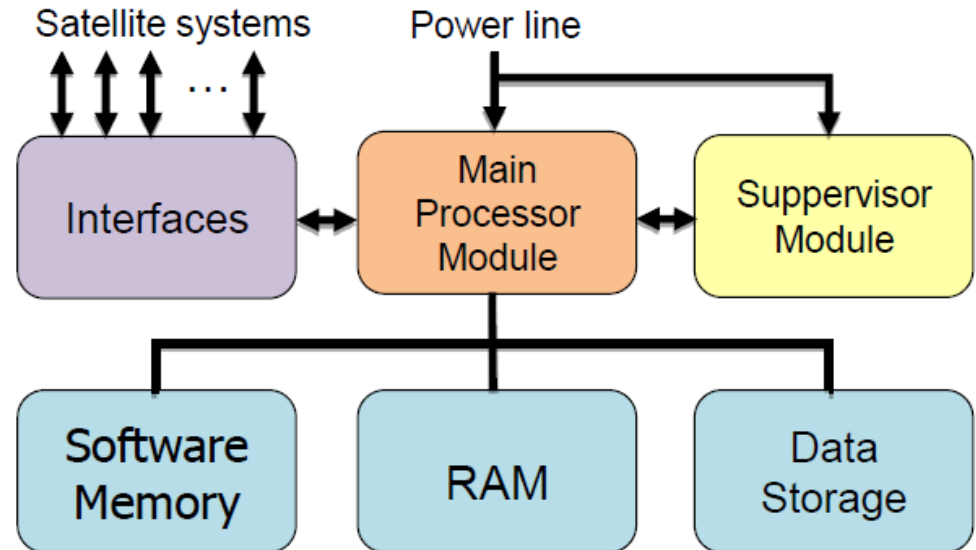
## AOCS (Attitude/Orbit Control System)

- Podstawowym zadaniem systemu kontroli orientacji jest utrzymanie lub osiągnięcie zadanej orientacji satelity z odpowiednią dokładnością.
- Kontrola orientacji satelity odbywa się głównie poprzez sterowanie momentami obrotowymi działającymi na satelitę

<https://www.youtube.com/watch?v= UnAryf8r5Q>



## Komputer pokładowy



Funkcje komputera głównego:

- Zarządzanie podsystemami satelity w RT przez cały okres trwania misji,
- Kontrola i zarządzanie modami pracy satelity,
- Interpretacja i realizacja rozkazów otrzymanych za pośrednictwem systemów komunikacyjnych,
- Zbieranie danych o systemie satelity (tzw. dane House Keeping - HK)
- Przygotowanie danych do przesłania na ziemię
- Zadania komputera AOCS:
  - Zbieranie i interpretacja danych z czujników
  - Realizacja obliczeń algorytmu kontroli, generowanie rozkazów dla elementów wykonawczych (aktuatorów)

## Komputer pokładowy - cubesat

Parametr	Opis	Wartość	Jednostka
Architektura procesora		16	bit
Częstotliwość taktowania		7,4	MHz
Pamięć kodu		55	KB
Pamięć SRAM		5	KB
Temperatura pracy		-40 do +85	°C
Napięcie krytyczne	Wartość napięcia nie dopuszczającego do uszkodzenia modułu	-0.3 do +6.0	V
Napięcie operacyjne	Wartość napięcia standardowej pracy	3,3	V
Natężenie operacyjne	Tryb normalnej pracy	3	mA
	Tryb uśpienia	0.4-1	

## System komunikacji

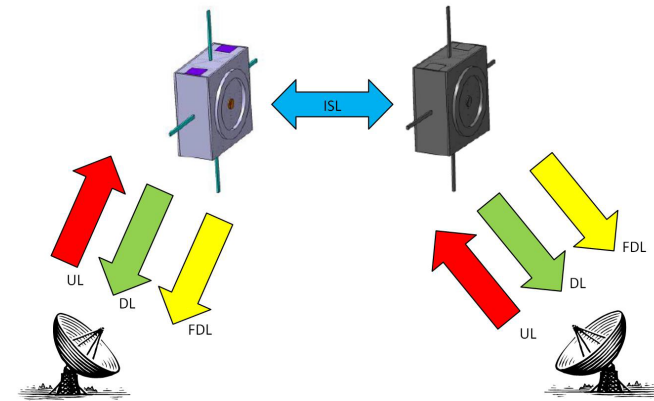
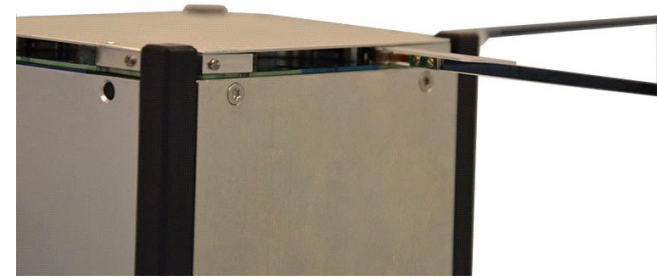
Zapewnienie komunikacji pomiędzy satelitą a stacją naziemną, w tym w szczególności odbiór danych eksperymentu i telemetrii.

### Uplink

- Komenda rozpoczęcia transmisji - wysyłana gdy satelita jest widoczny dla stacji naziemnej i może ona odbierać dane eksperymentu
- Komenda zatrzymania wszelkiej transmisji - wysyłana w momencie potrzeby wyłączenia nadawania przez satelitę

### Downlink

- Dane telemetryczne – wysyłane w sposób ciągły do radioamatorów i zbierane poprzez Internet
- Dane eksperymentu – wysyłane w momencie widoczności dla stacji naziemnej



Name	Band	Min BR	Max BR
Up-Link	VHF 145.800 MHz	1.2 kbps	9.6 kbps
Down-Link	UHF 437.000 MHz	1.2 kbps	9.6 kbps
Fast Down-Link	S-Band 2.2GHz	32 kbps	1 Mbps
InterSat Link	WiFi 2.4/5.6 GHz	1 Mbps	11 Mbps

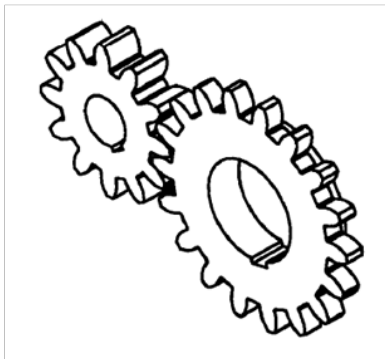
## Mechanizmy

**Para kinematyczna** – ruchowe połączenie dwóch lub większej liczby członów umożliwiające ich ruch względny.

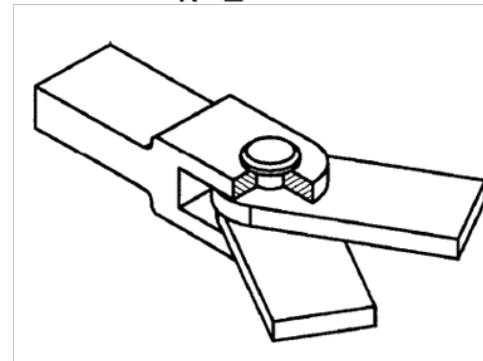
Jednokrotna w przypadku połączenia dwóch członów. Wielokrotna w przypadku połączenia trzech lub więcej członów.

Krotność pary kinematycznej  $k=n-1$ , gdzie  $n$ -liczba członów stykających się w jednym węźle

$k=1$



$k=2$

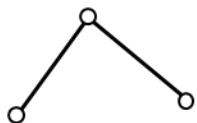


## Mechanizmy

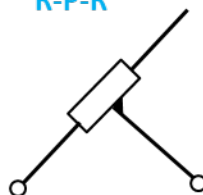
R – rotacja

P - przesunięcie

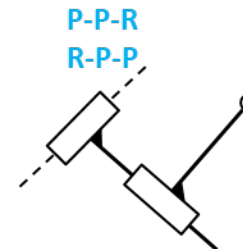
R-R-R



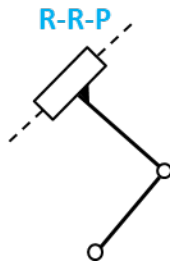
R-P-R



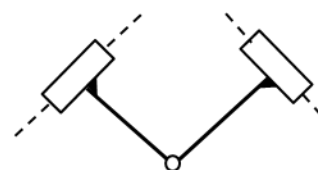
P-P-R  
R-P-P



P-R-R  
R-R-P



P-R-P



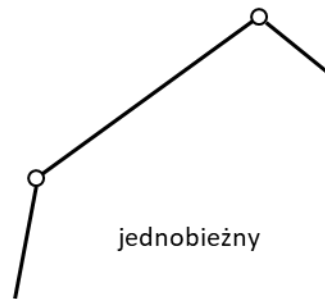
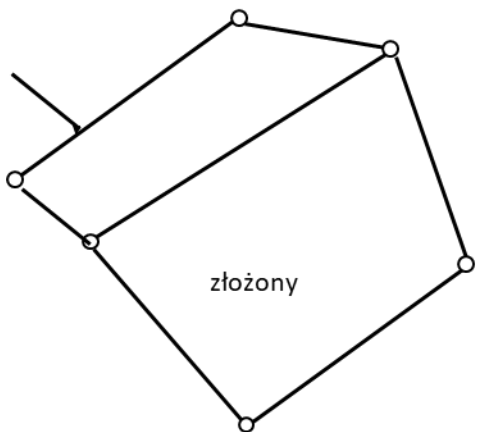
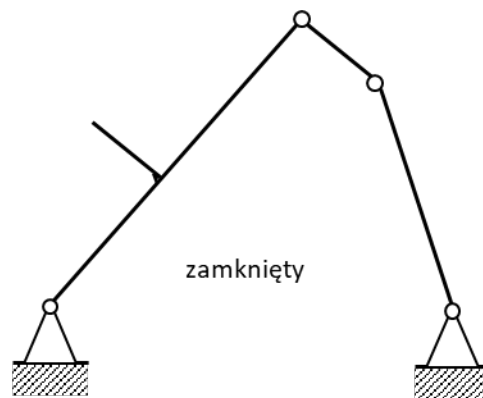
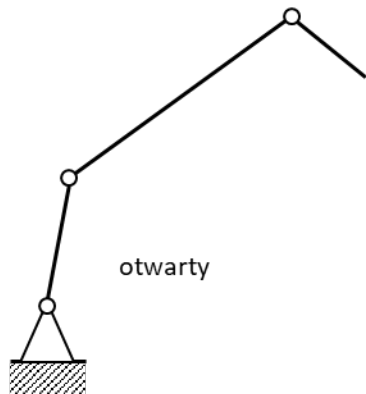


## Mechanizmy

łańcuch kinematyczny – układ członów połączonych w pary kinematyczne, realizujący zdefiniowany ruch

	łańcuch	Opis
1	Zamknięty	każdy człon łączy się przynajmniej z dwoma innymi członami
	Otwarty	dowolny człon może się łączyć tylko z jednym członem
2	Prosty	każdy człon łączy się tylko z dwoma innymi członami
	Złożony	każdy człon łączy się z dowolną liczbą członów
3	Płaski	ruch członów odbywa się tylko w płaszczyznach równoległych
	Przestrzenny	ruch członów odbywa się w płaszczyznach dowolnych, nierównoległych
4	Jednobieżny	ruch członów jest ściśle określony
	Niejednobieżny	ruch członów jest niejednoznaczny

# Mechanizmy



## Mechanizmy

Mechanizm – łańcuch kinematyczny wykonujący ściśle określony ruch

Maszyna – zespół mechanizmów wykonujących żądaną pracę związaną z procesami technologicznymi lub przemianą energii

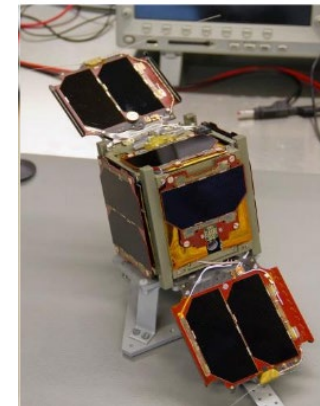
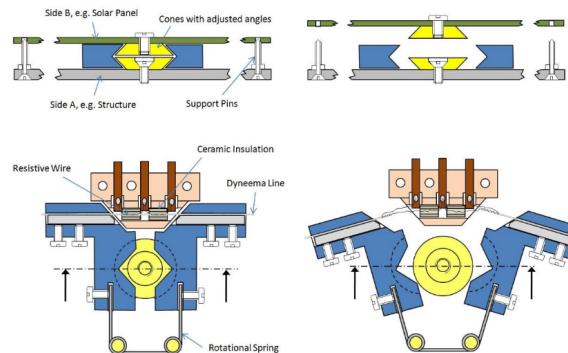
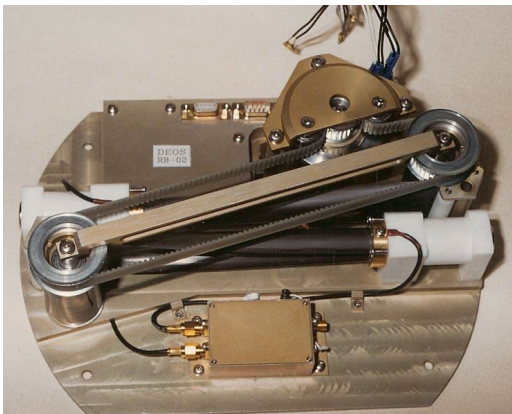
## Mechanizmy kosmiczne

### 1. Typowe mechanizmy dla większości satelitów i statków kosmicznych to:

- koła zamachowe lub żyroskop układu AOCS <https://www.youtube.com/watch?v=Ve9nYSgH1k4&t=129s>
- mechanizmy otwierania paneli słonecznych <https://www.youtube.com/watch?v=pgLXKI1pVXc>
- launch-lock'i innych systemów <https://www.youtube.com/watch?v=AD0XD9gtSdU>
- mechanizm separacyjnych oddzielający satelitę od rakiety nośnej

### 2. Dedykowane mechanizmy w zależności od rodzaju misji:

- urządzenia do pobierania próbek (misje eksploracyjne)
- landing gear, wysięgniki i ramiona robotyczne (lądowniki)
- koła i zawieszenie (łaziki)
- pointing systems (satelity obserwacyjne)



**DO USŁYSZENIA**