

Multikoptéry

JOZEF RODINA / RICHARD BALOGH



Obsah

- História
- Súčasnosť
- Ako to funguje?
- Riadenie
- Elektronika
- Open source projekty
- Záver

Terminológia

UAV Unmanned aerial vehicle
/ Bezpilotné lietadlo / **Dron**



Multikoptéra / Multirotor

Helikoptéra

Quadrokoptéra

Vrtuľník

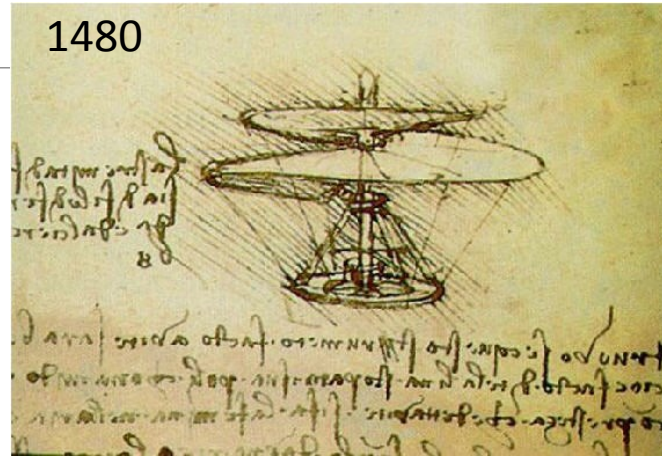
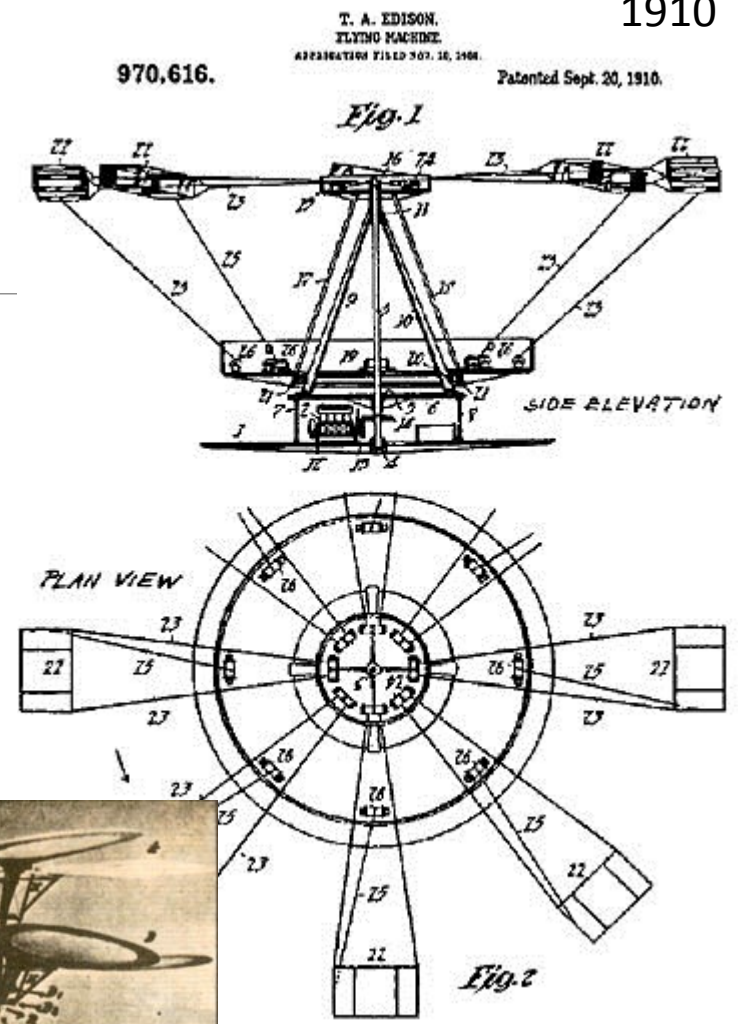


VTOL -- Vertical Take-Off and Landing

Vrtuľa / propeller

lodná skrutka

1910




Skrutka



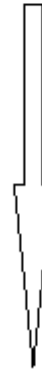
Krídlo



Model 1

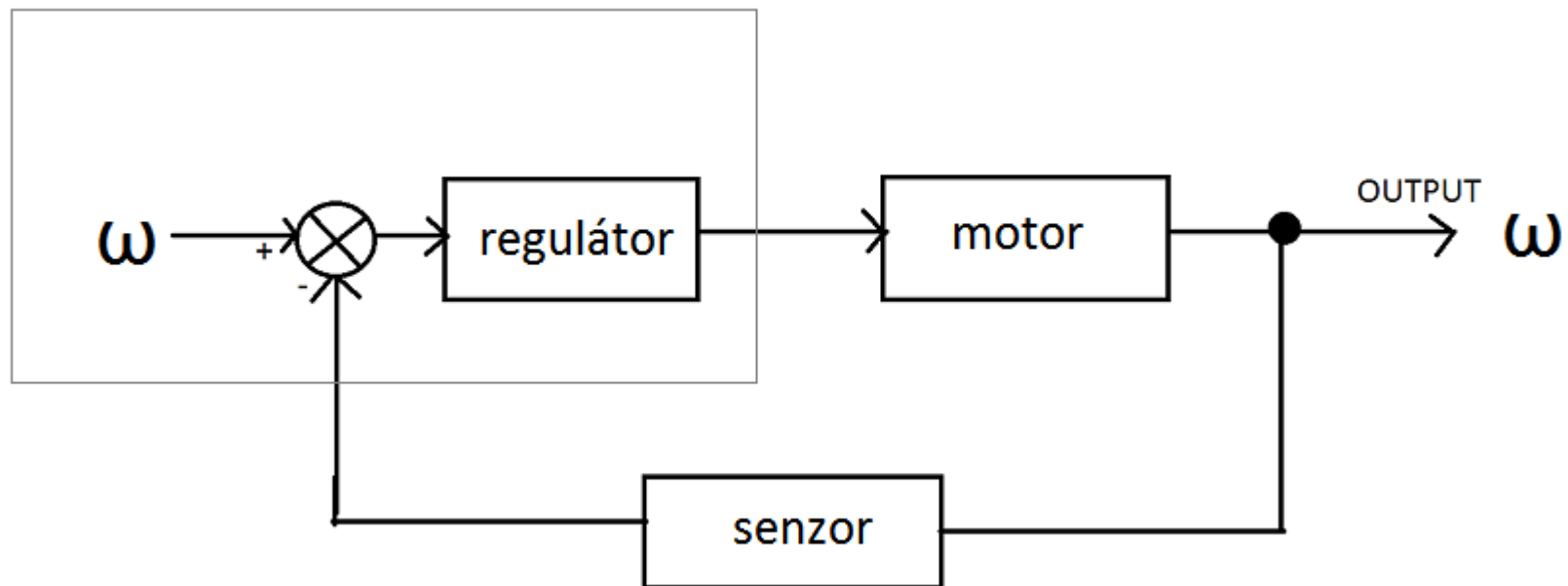

$$F = k.\omega^2$$



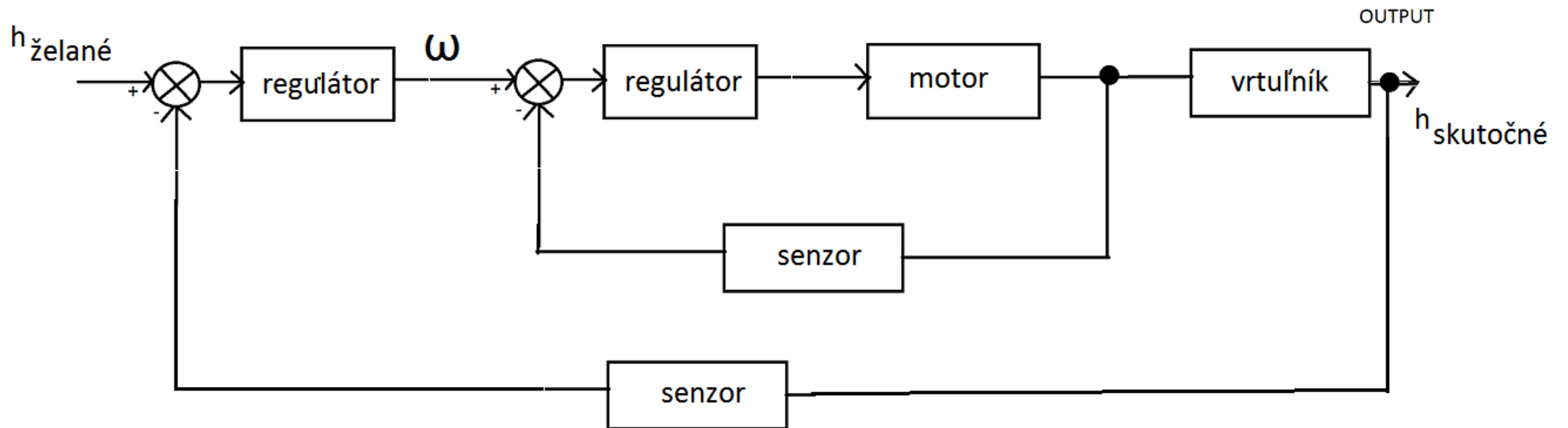

$$F = m.g$$



Regulační slučka

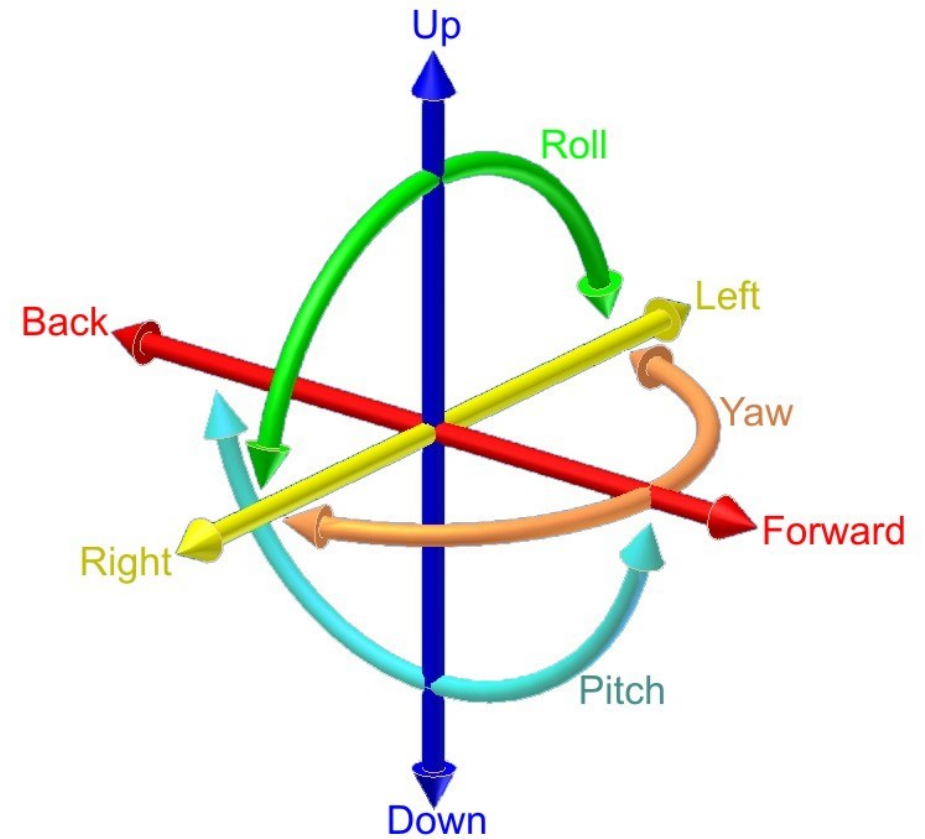
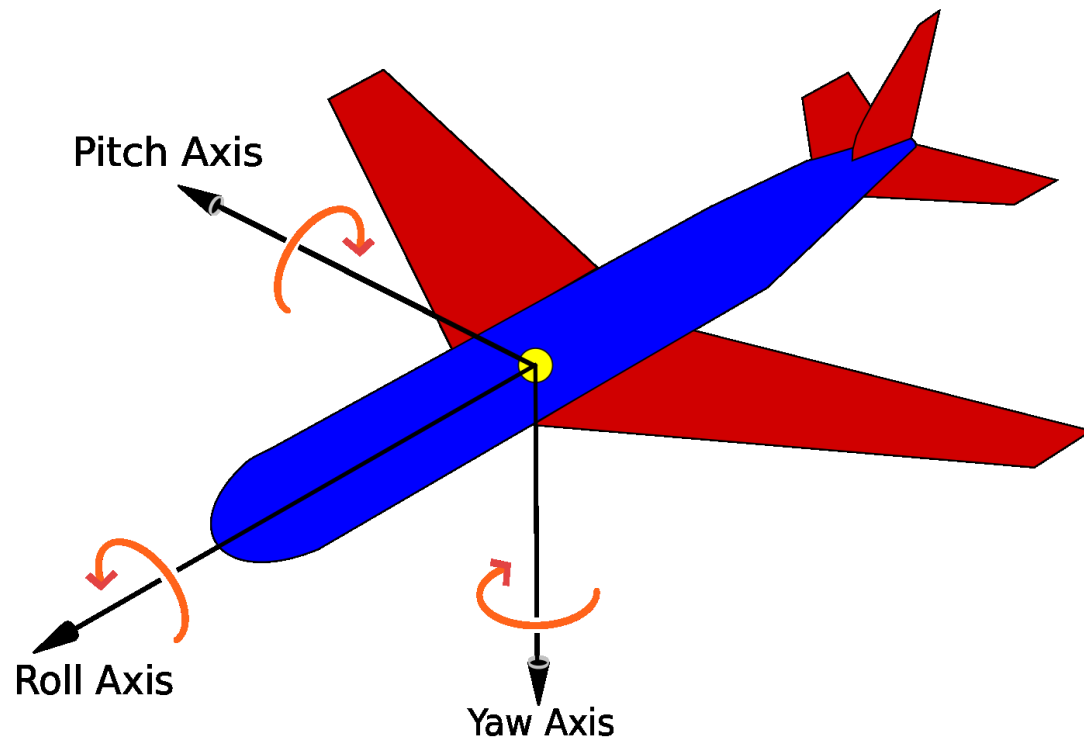


Kaskádne riadenie



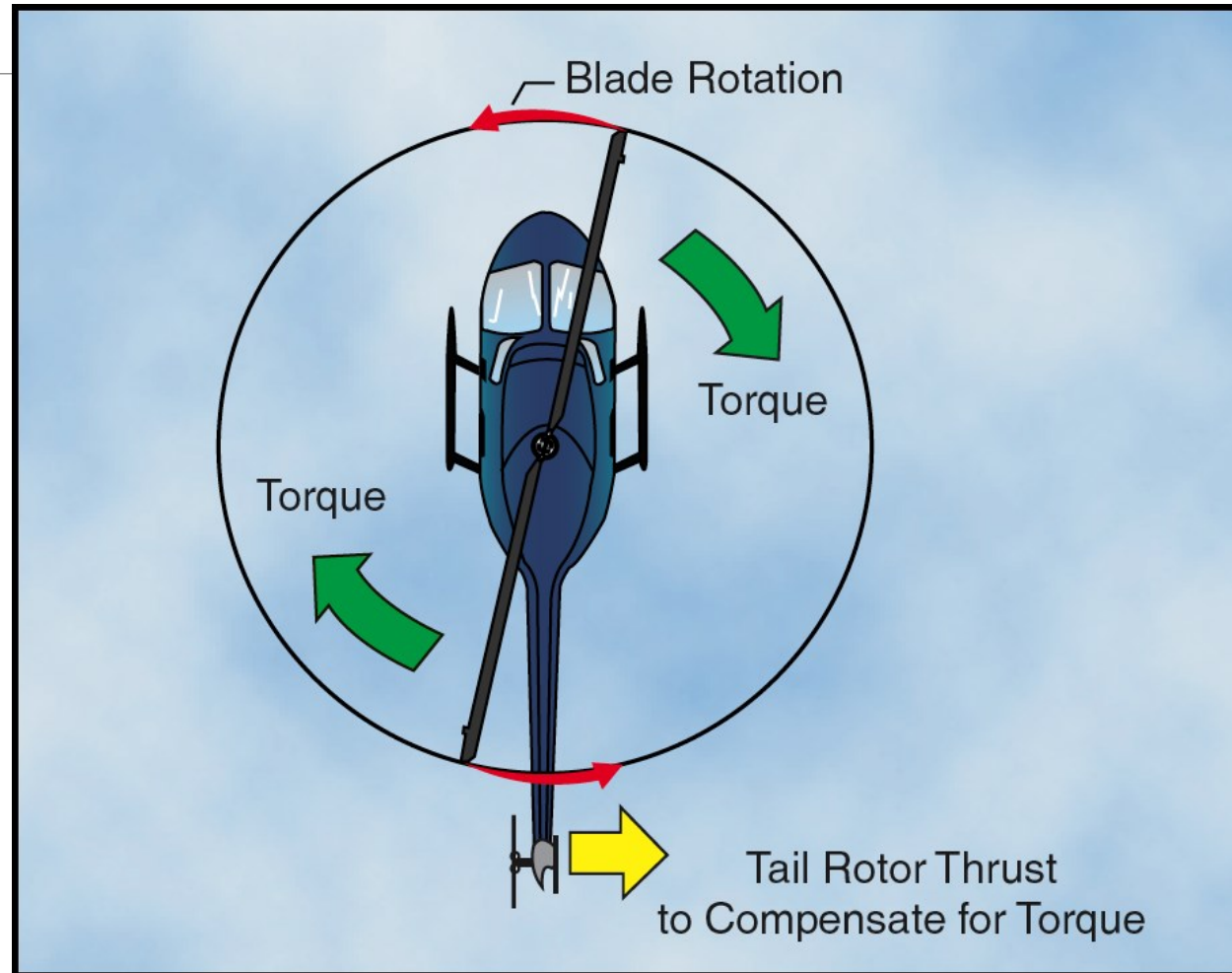
- Zmeny vlastností:** zmena hmotnosti, úbytok energie
Poruchy: prúdenie vzduchu okolo vrtule, vietor

Poloha v 3D

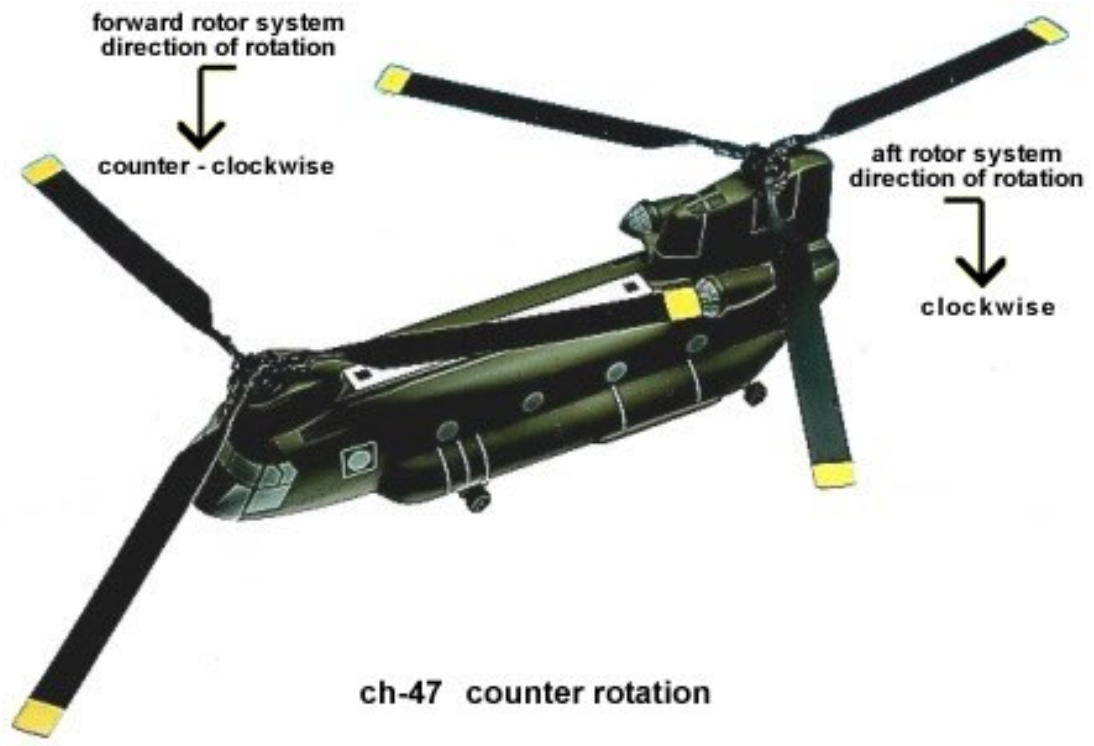


Model 2

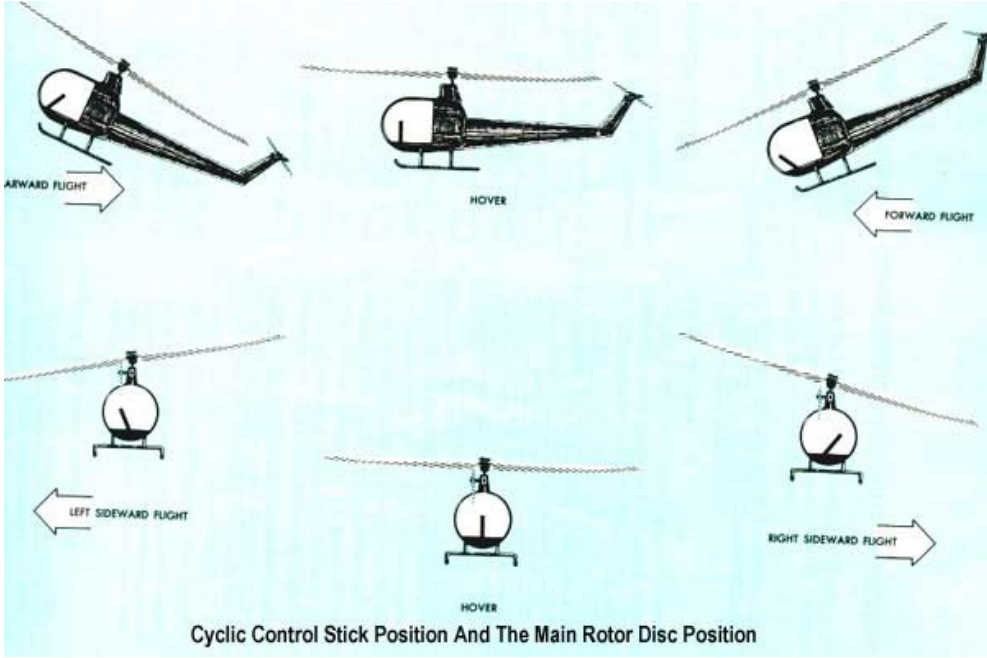
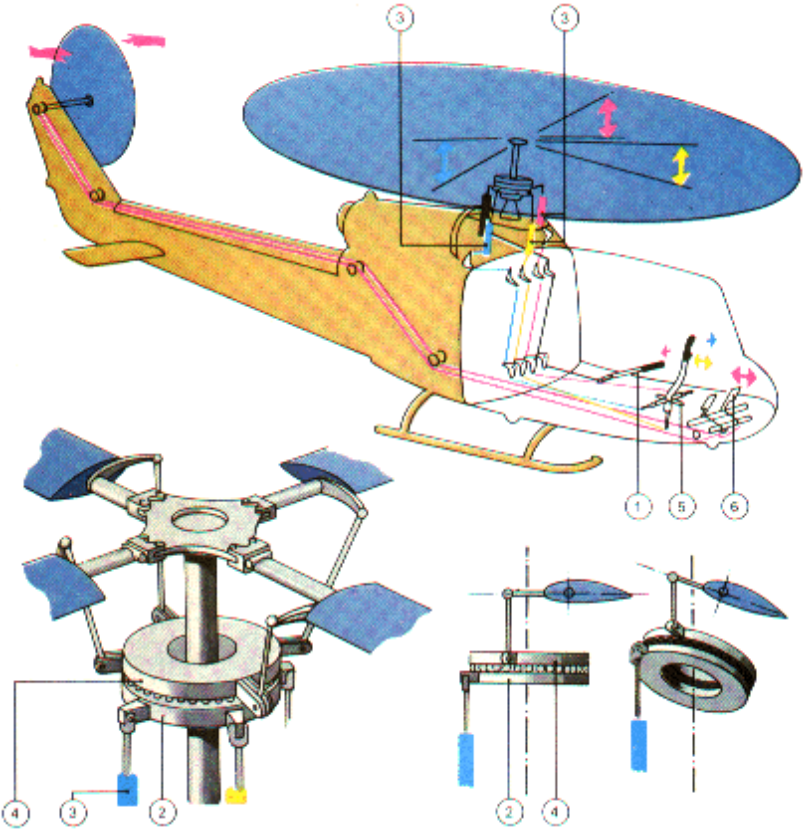
Na čo sme zabudli?



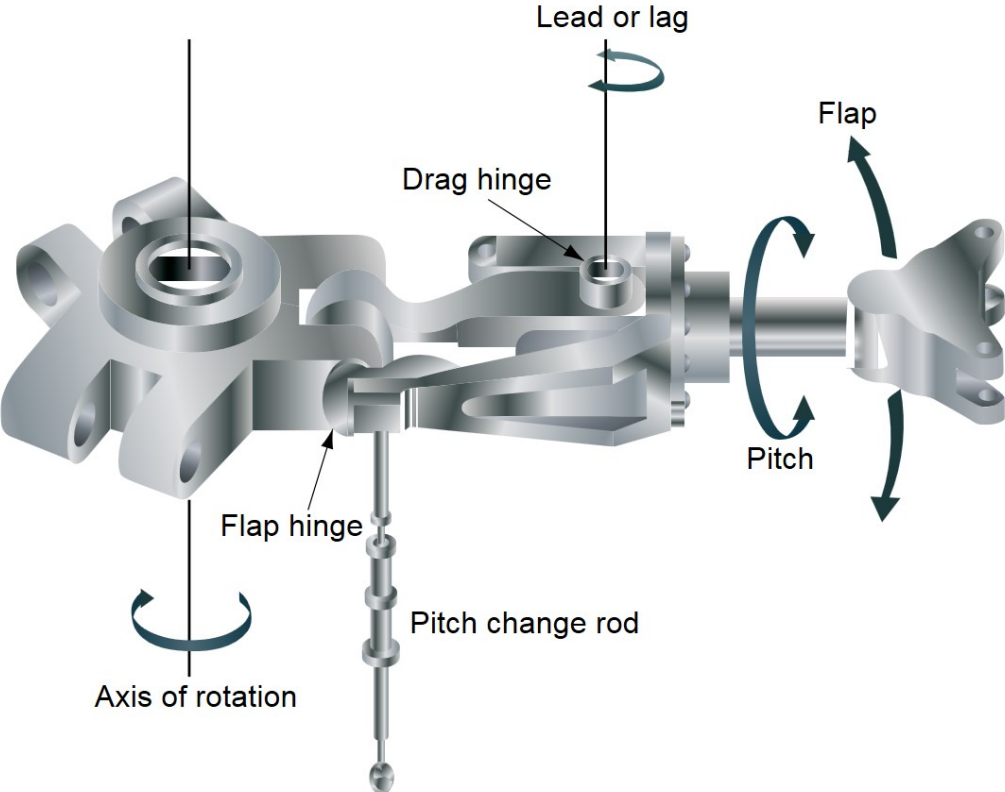
Model 2



Model 2



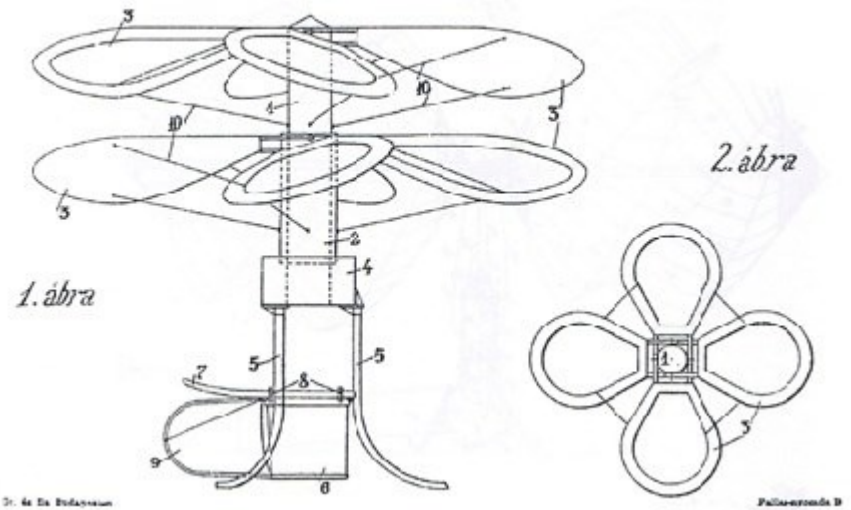
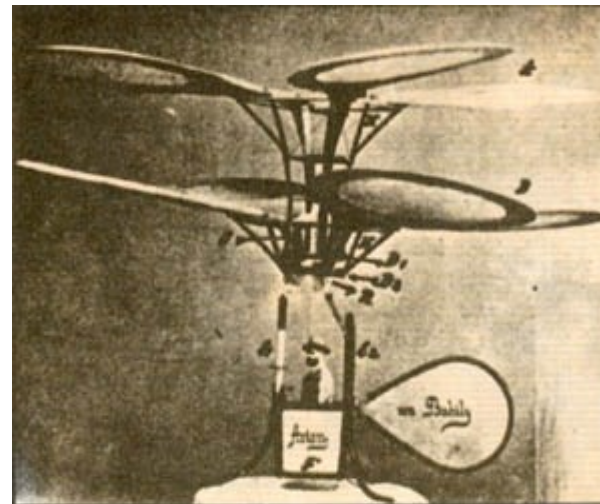
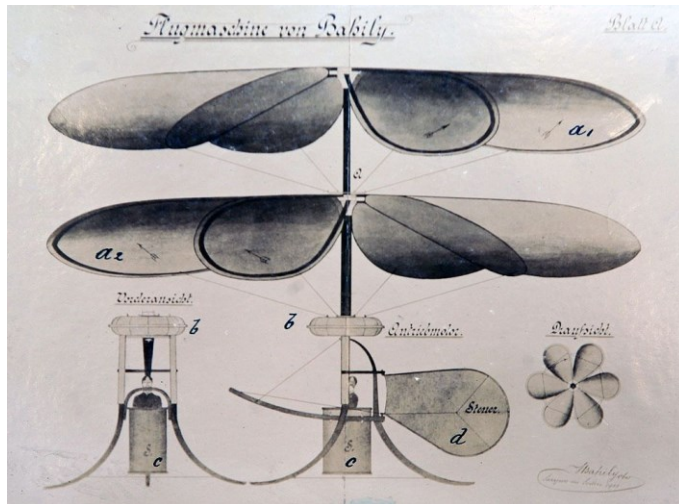
helicopter blade pitch mechanism



Ján Bahýľ (1856 – 1916)



BAHILY JÁNOS CS. ÉS KIR. FŐPÍTŐMESTER ÉS MARSCHALL.
ANTAL KOCSIGYÁROS POZSONYBAN.



1895 pat. No 3992

1901 0,5 m

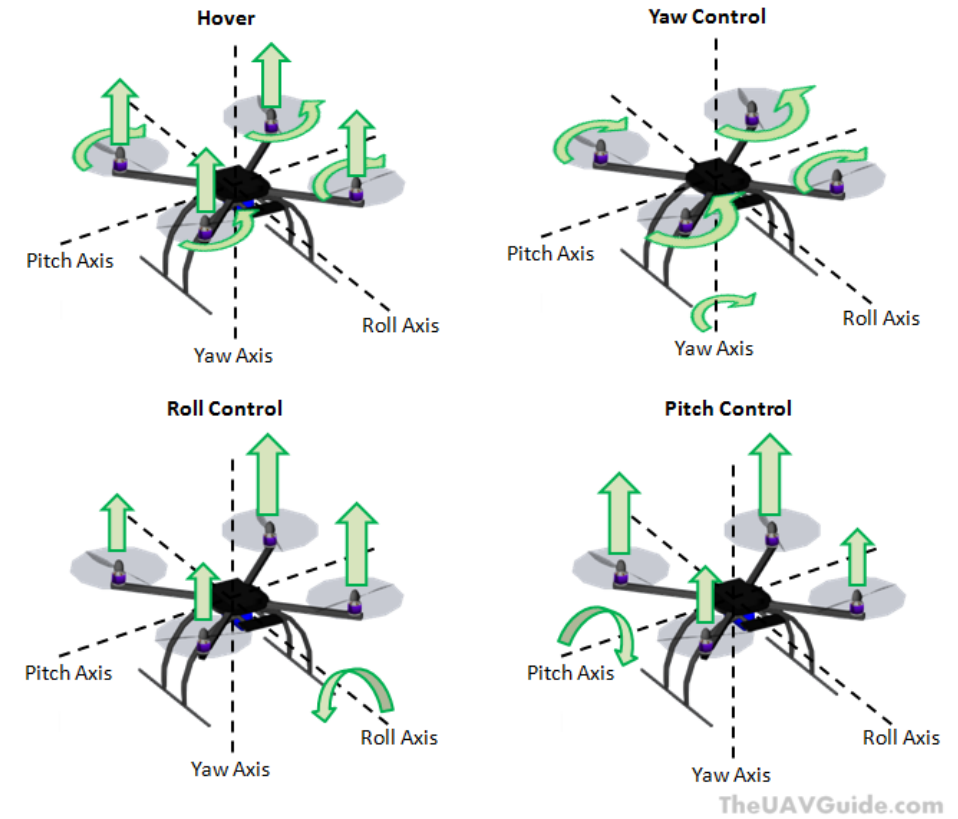
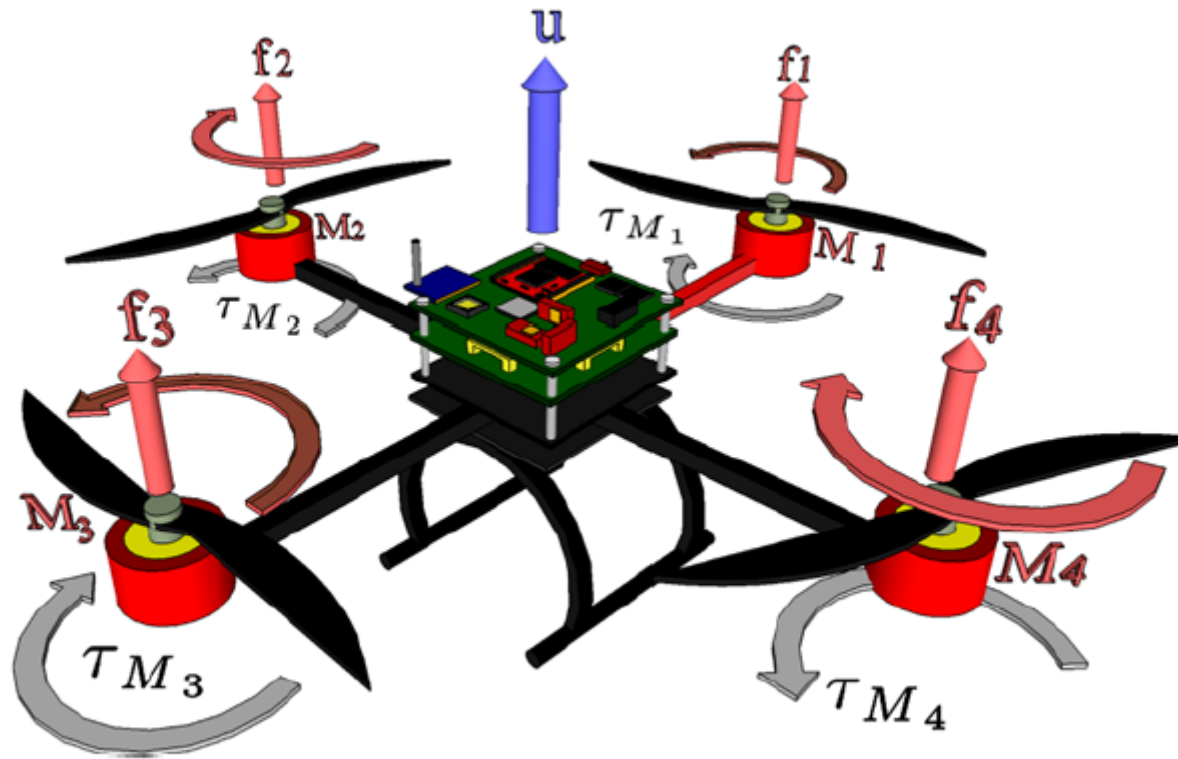
1903 1,5 m

1905 4,3 m / 1600 m

Model 3

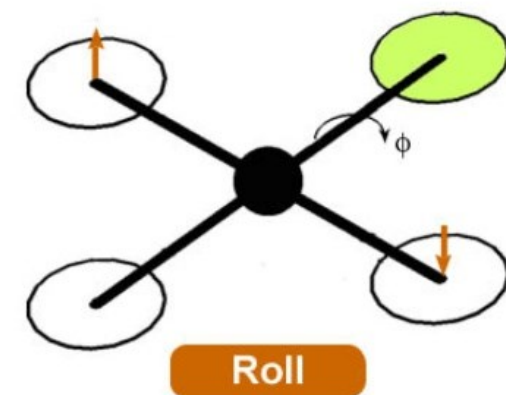
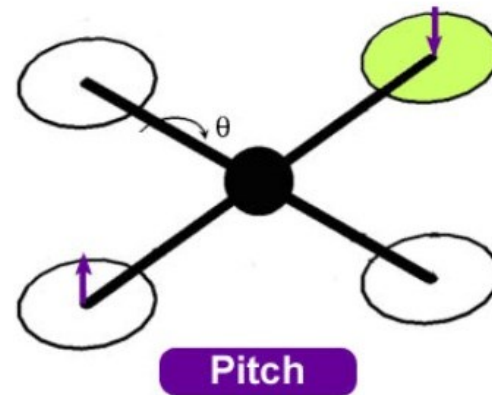
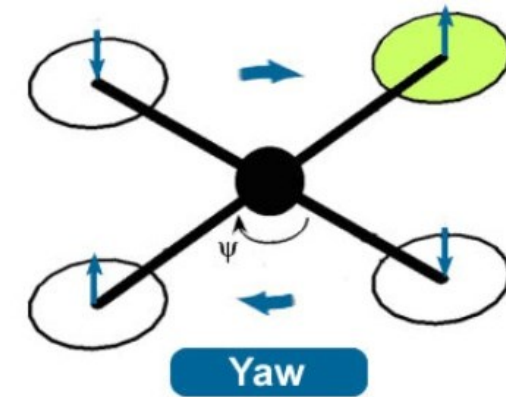
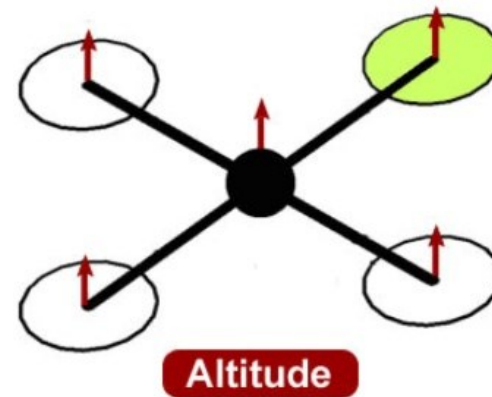
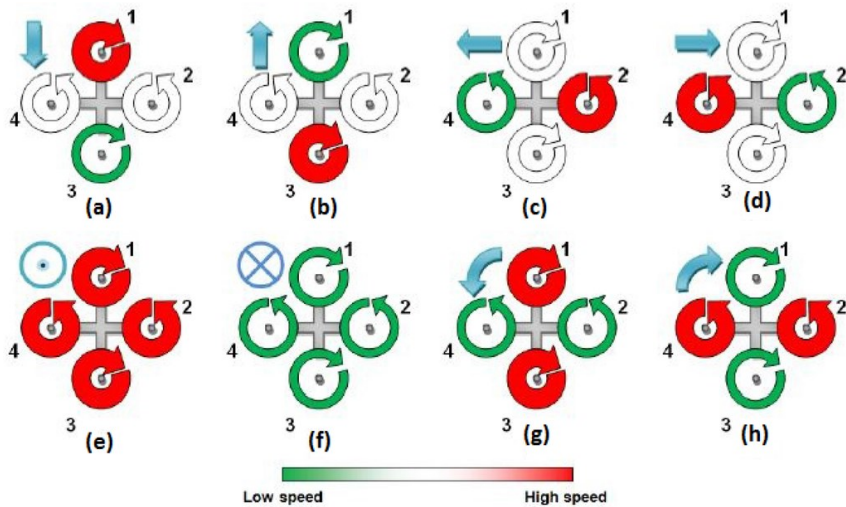


Ako to funguje?



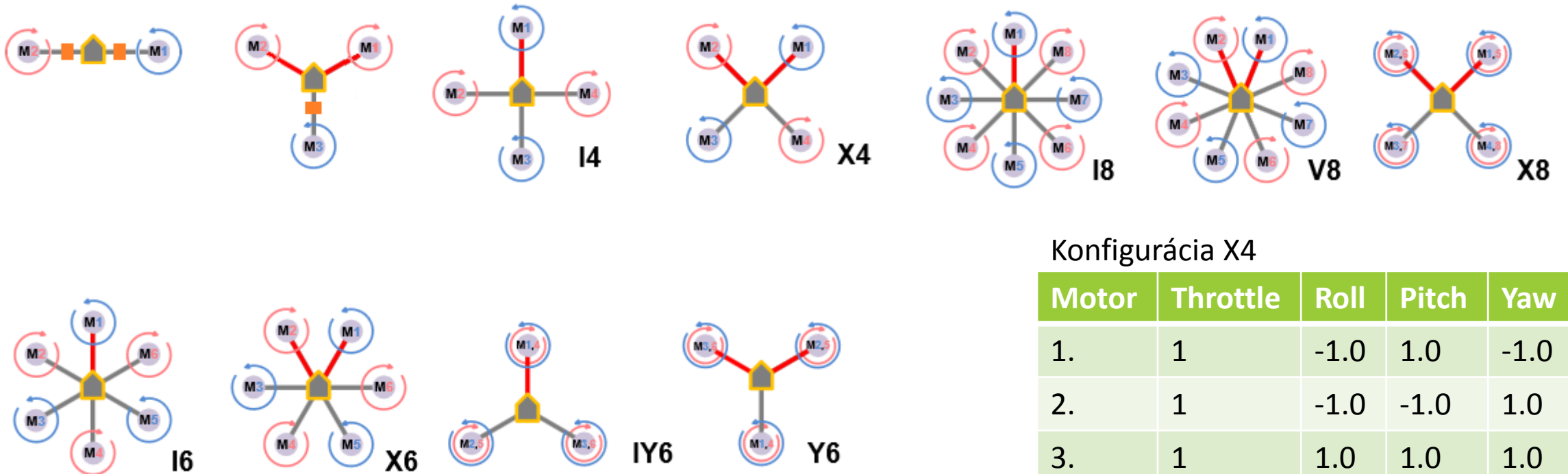
Ako to funguje?

- Diferenciálny ťah – roll a pitch
- Diferenciálny moment – yaw
- Kolektívne riadenie – výška
- kinematika + dynamika



Ako to funguje?

- Okrem kvadroptéry existujú rôzne kombinácie usporiadania pohonov - kinematiky

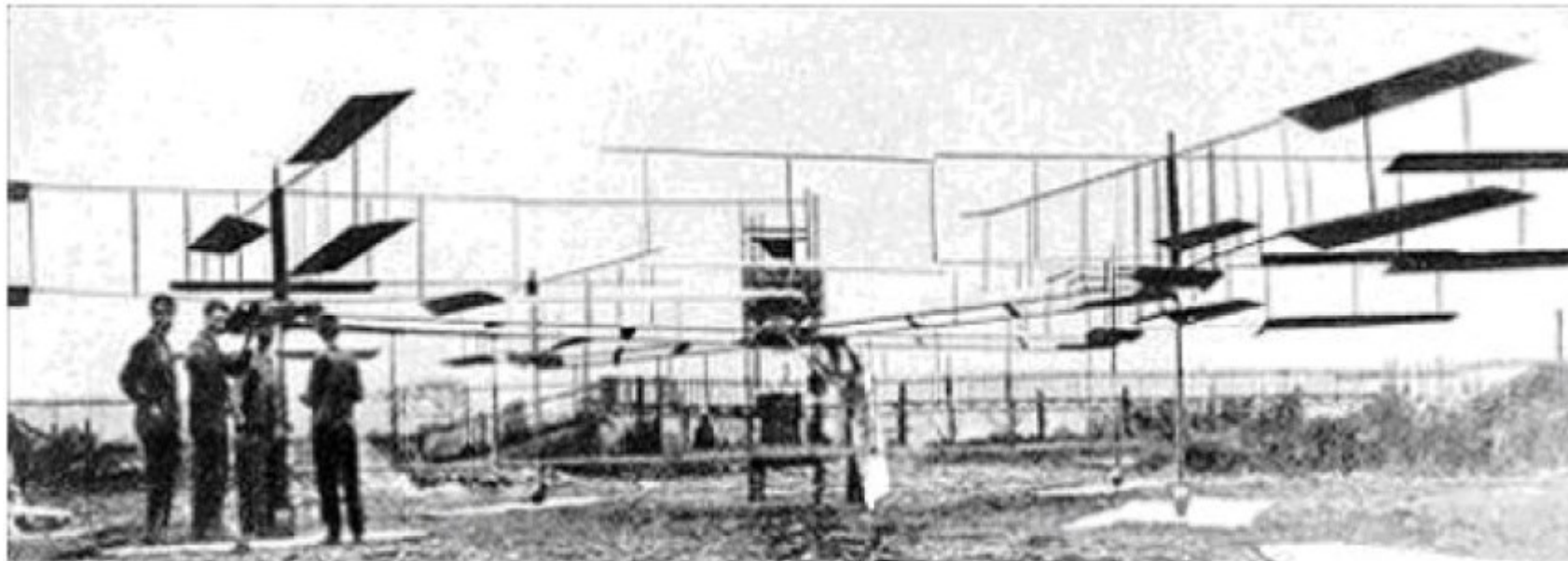
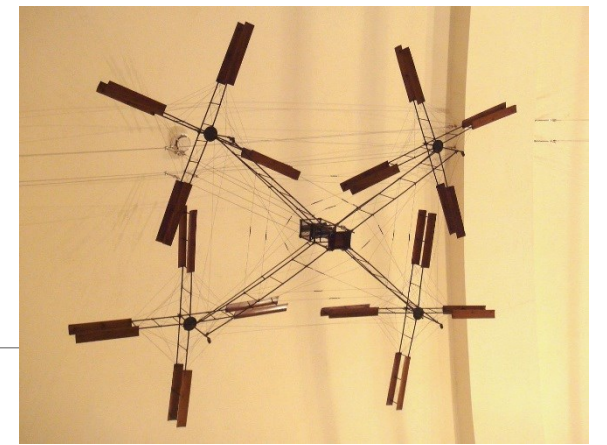


Konfigurácia X4

Motor	Throttle	Roll	Pitch	Yaw
1.	1	-1.0	1.0	-1.0
2.	1	-1.0	-1.0	1.0
3.	1	1.0	1.0	1.0
4.	1	1.0	-1.0	-1.0

História

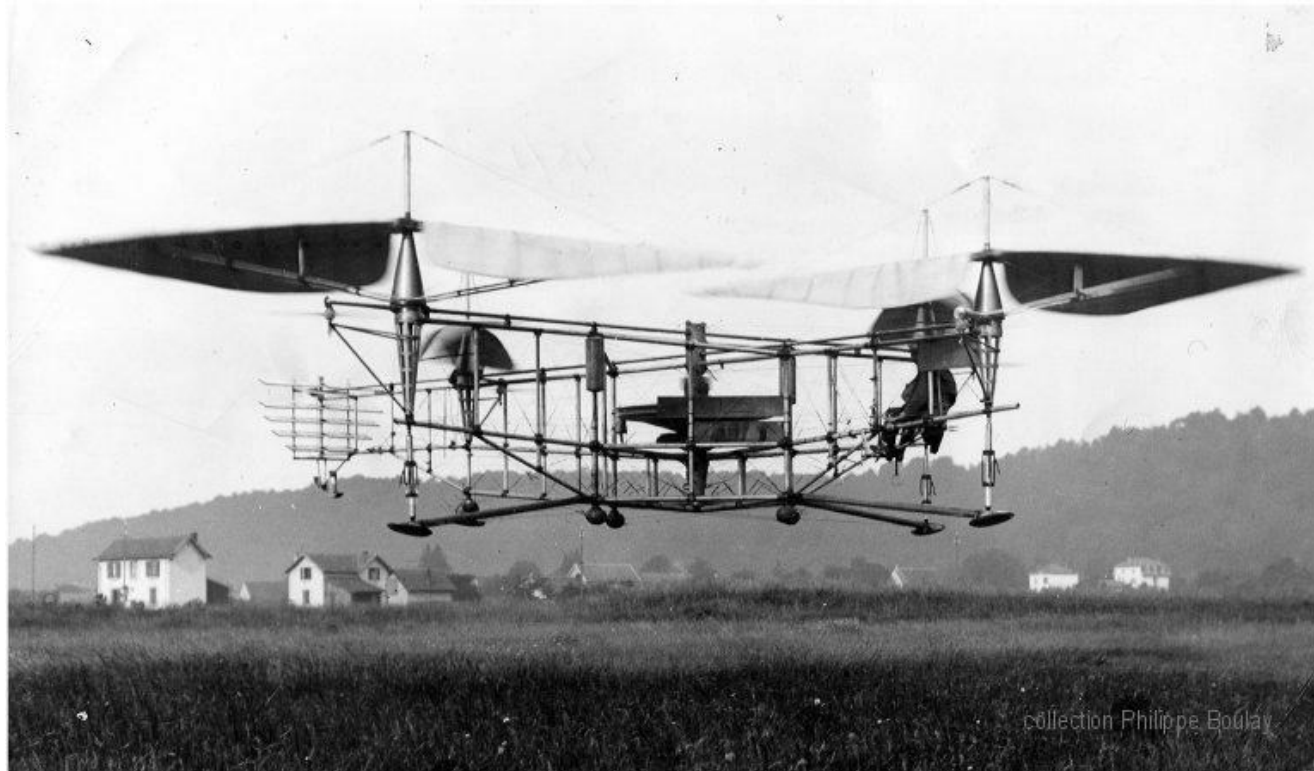
Louis e Jacques Bréguet, Charles Richet - Gyroplano No. 1 (1907)



História

Prvá skutočne pilotovaná multikoptéra

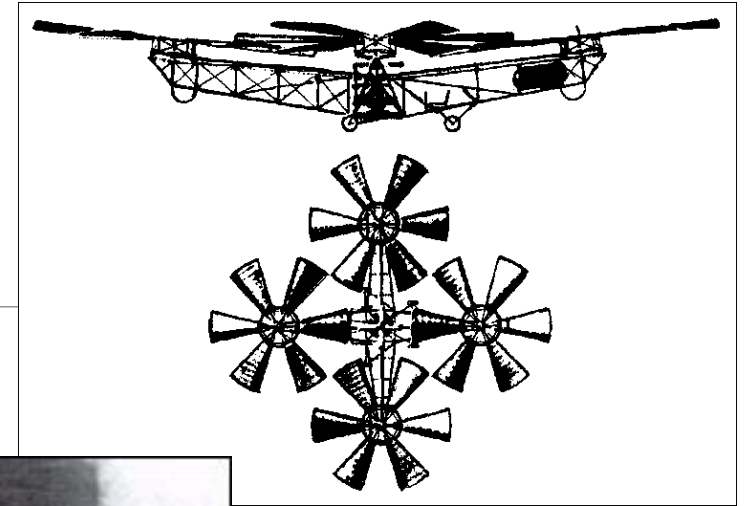
- 11 november 1922
- Etienne Oehmichen



História

Prvá skutočne pilotovaná multikoptéra

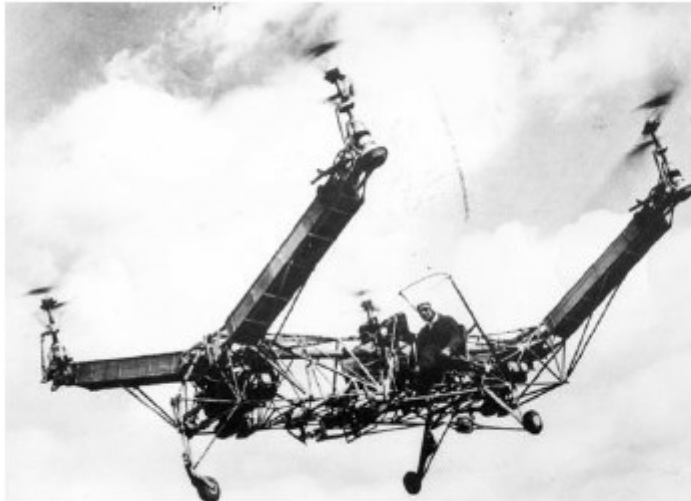
- 18 december 1922
- [George de Bothezat](#)



História

Viaceré experimentálne stroje v 50tich rokoch 20.storočia

Vývoj v tomto smere zastavený nástupom **helikoptér**, z dôvodu zložitého riadenia multikoptér



Súčasnosť

- Obrovský rozmach v oblasti nepilotovaných multikoptér
 - dostupnosť ľahkých a výkonných pohonov pre RC modely (LiPoly, BLDC)
 - dostupnosť MEMS snímačov (akcelerometre, gyroskopy, tlakové snímače)
 - rozšírenie Arduina a iných embedded platforiem
- Výhody multikoptér
 - pomerne vysoká miera obratnosti
 - mechanicky jednoduché
 - elektronická stabilizácia

ARDUCOPTER



Súčasnosť

- Obrovská dostupnosť hlavne kvadroptér od malých hračiek až po profi stroje
- Využitie:
 - letecké fotografie / snímkovanie
 - inšpekcia
 - vojenské účely
 - hobby
 - preteky dronov



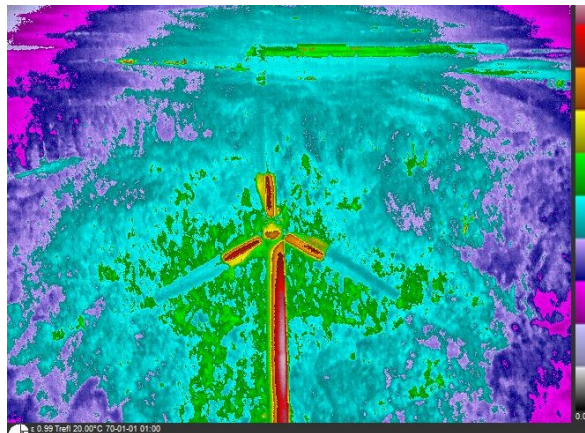
Využitie

Letecké fotografovanie a snímkovanie



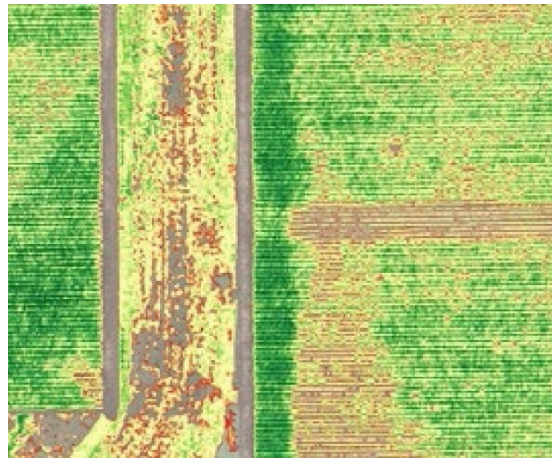
Využitie

Inšpekcie a kontroly



Využitie

Mapovanie, 3D modely



Využitie

Doručovanie



Využitie

Search & Rescue



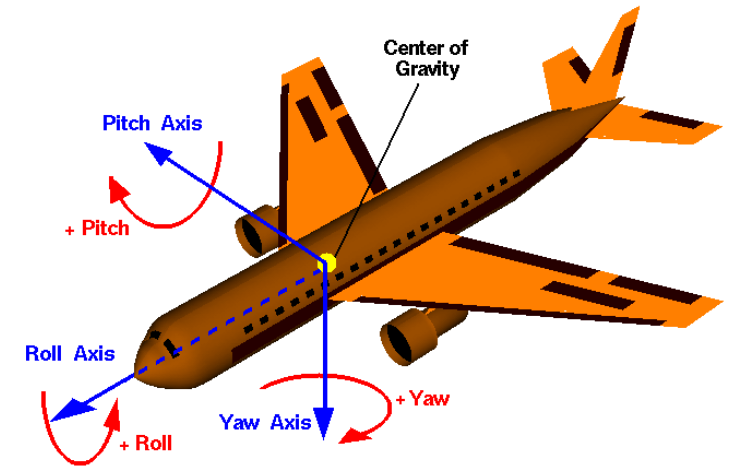
Ako to funguje?

- Multikoptéra je aerodynamicky nestabilná preto je potrebné ju riadiť
- Toto riadenie je vykonávané zmenou otáčok motorov tak aby sme dosiahli želané klonenie, klopenie a vybočenie (roll, pitch, yaw)
- Príklad:
 - Kvadrokoptéra - 2 páry proti sebe sa otáčajúcich motorov s vrtuľami

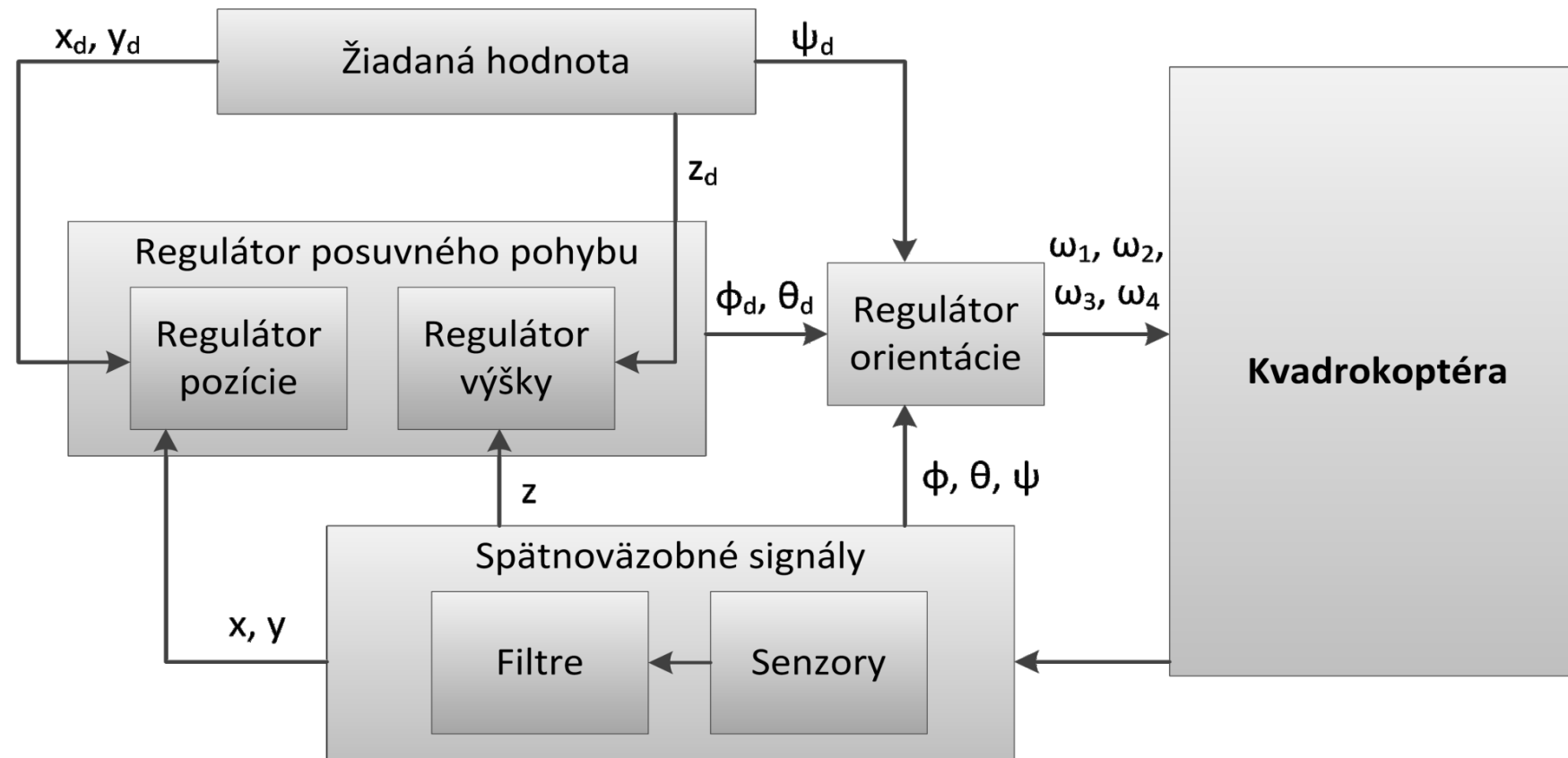


Aircraft Rotations Body Axes

Glenn
Research
Center



Štruktúra riadenia



Štruktúra riadenia

- Základne módy riadenia sú Rate a Attitude => rôzne štruktúry kaskádneho riadenia

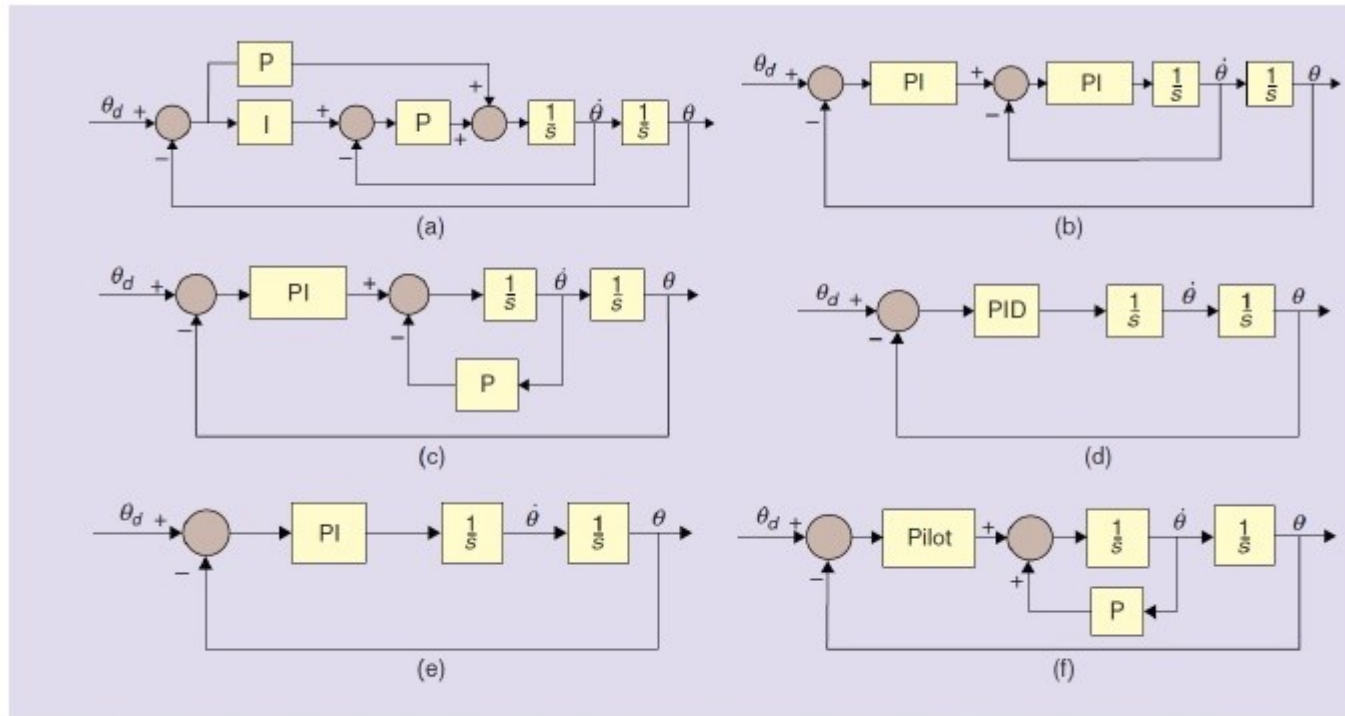
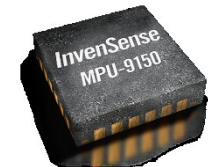
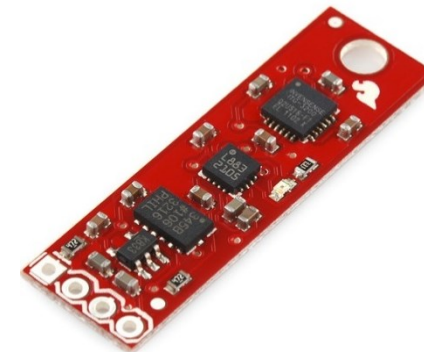
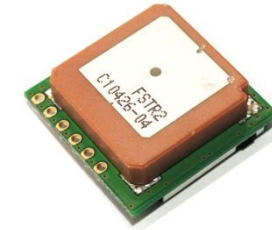


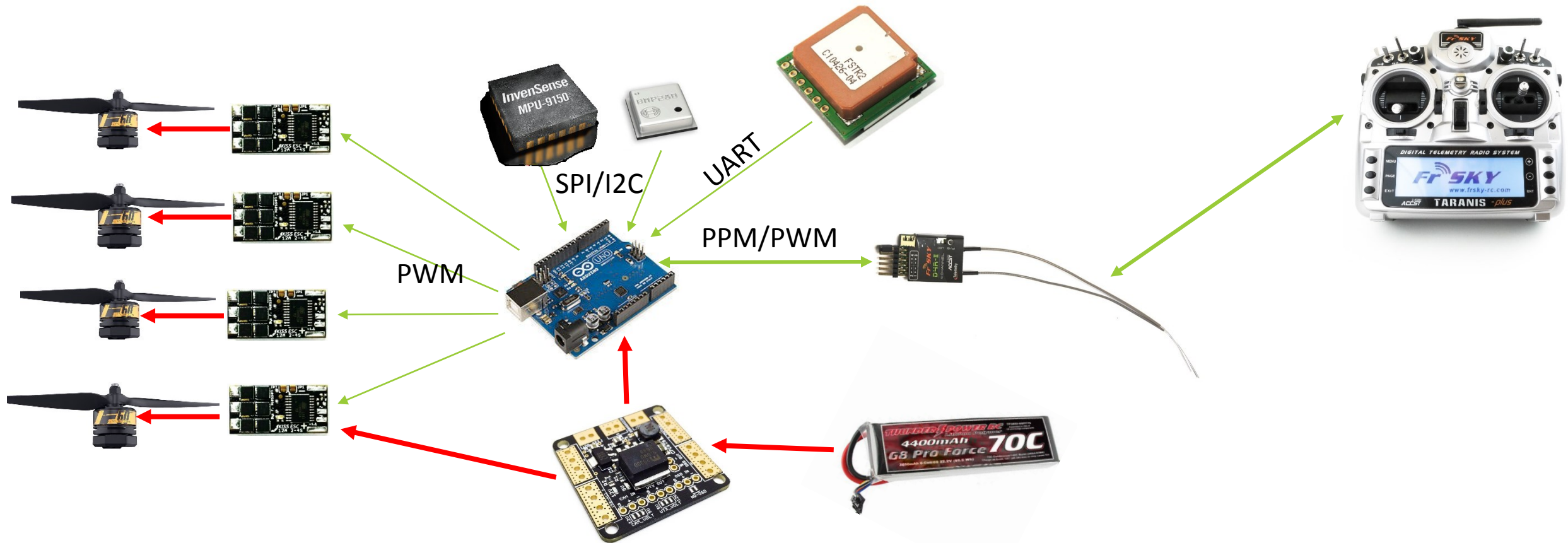
Figure 9. Various PID control structures of the OSPs. (a) Arducopter, (b) Openpilot, (c) Paparazzi, Multiwii (d) Pixhawk, Aeroquad, (e) Mikrokopter, and (f) KKMulticopter.

Elektronika - snímače

- Pre riadenie je potrebná spätná väzba, v prípade multikoptér to sú:
 - akcelerometer
 - gyroskop
 - digitálny kompas (magnetometer)
 - tlakový snímač
 - GPS
 - ultrazvukový / laserový diaľkomer
 - kamera (ako myš)
- Prvé tri bývajú často kombinované do tzv. IMU jednotiek (na jednom PCB, prípadne v jednom puzdre)



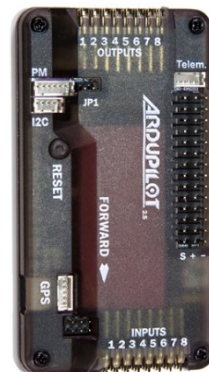
Elektronika - štruktúra



Open source projekty

- Ardupilot/copter

- kompletný sw pre autopilota
- Podpora viacerých HW:
 - Pixhawk 1 a 2
 - Ardupilot Mega APM
 - Raspberry PI



- PX4 stack

- funkčnosťou totožné s Ardupilot

- Openpilot – CC3D

- BaseFlight/CleanFlight – NAZE32



Pravidlá (Dopravný úrad <http://nsat.sk> DÚ/L001-A/v30)

Lietanie s lietadlom-hračkou

Lietat' je možné len do vzdialenosti 300 metrov od osoby, ktorá dron či malú kvadroptéru ovláda.

Výška letu nesmie presiahnuť 30 metrov nad zemou.

Zákaz lietania platí pre miesta (napríklad malé letiská), ktoré sa používajú pre vzlety a pristátia lietadiel či lietajúcich športových zariadení, hoci sú na tento účel využívané len dočasne či príležitostne. Výnimkou je, ak let vykonávate v koordinácii s prevádzkovateľom takejto plochy.

S týmto typom lietajúcich zariadení nie je možné narábať v oblastiach s faunou citlivou na zvuk (výnimkou je špeciálne povolenie od ochranárov).

Minimálna horizontálna vzdialenosť od osôb, stavieb, plavidiel či vozidiel musí byť aspoň dvojnásobkom letovej výšky. Ak teda tá práve predstavuje napríklad 30 metrov, k inej osobe sa nesmiete priblížiť na vzdialenosť menšiu ako 60 metrov.

Lietat' nesmiete nad zaľudnenými oblasťami, ochrannými pásmami či územiami.

Lietanie s bežným dronom (do 20 kg)

Povolené je len v dobrých meteorologických podmienkach v neriadenom vzdušnom priestore (typ G – do 2 450 metrov nad strednou hladinou mora).

Výška letu nesmie presiahnuť 120 metrov nad zemou.

Lietat' je možné len do vzdialenosti 1 000 metrov od osoby, ktorá dron ovláda.

Je potrebné sa vyhnúť hraniciam zakázaného, aktivovaného, obmedzeného, prechodne vylúčeného či prechodne rezervovaného vzdušného priestoru.

Aj v tomto prípade platí obmedzenie v oblastiach s faunou citlivou na zvuk (opäť s výnimkou povolenia).

Len vo vzdialenosti minimálne 50 metrov od osôb, stavieb, plavidiel či vozidiel.

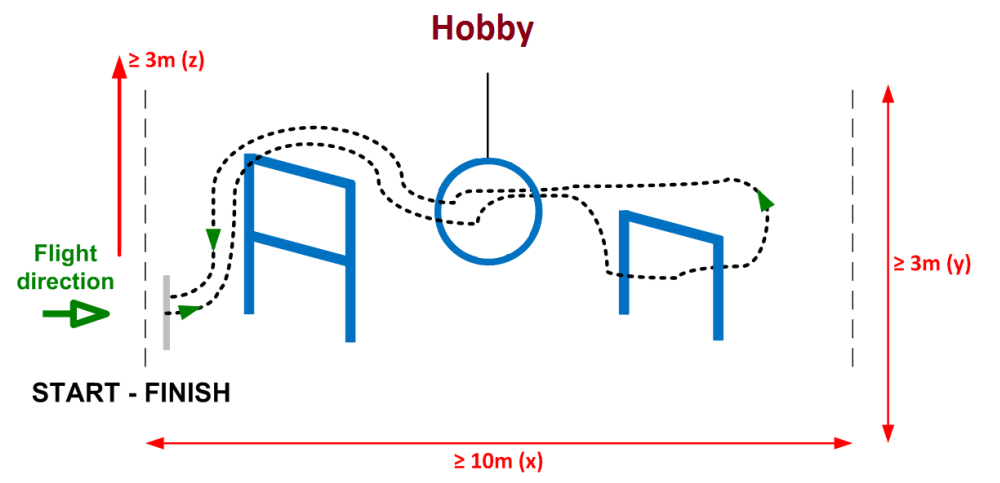
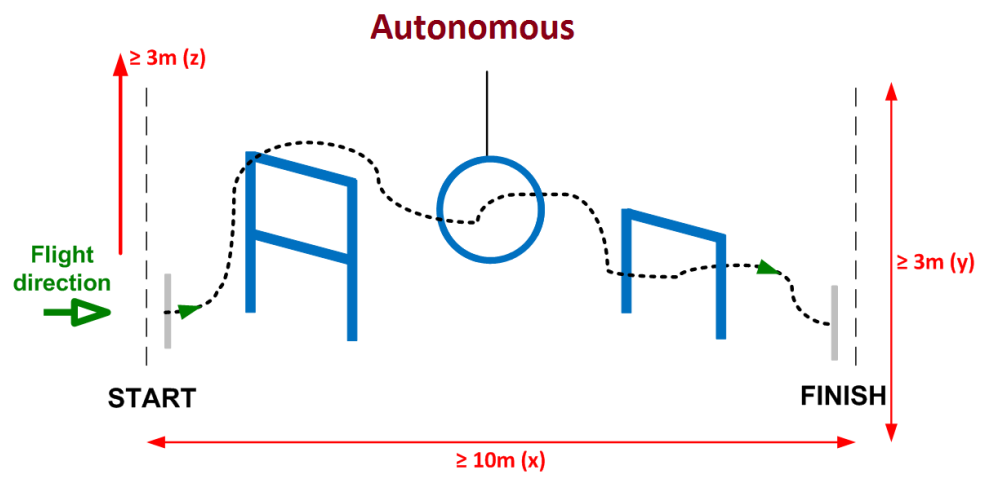
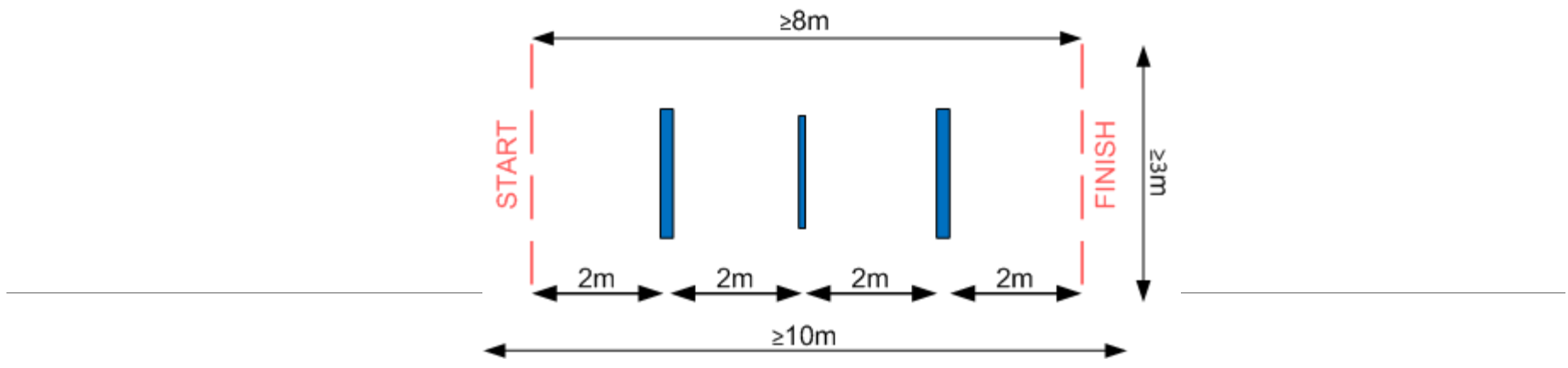
Lietat' nesmiete ani nad zaľudnenými oblasťami, ochrannými pásmami či územiami.

Obmedzenia platia aj pre okrsky neriadených letísk. Využiť ich je možné len v koordinácii s ich prevádzkovateľmi.

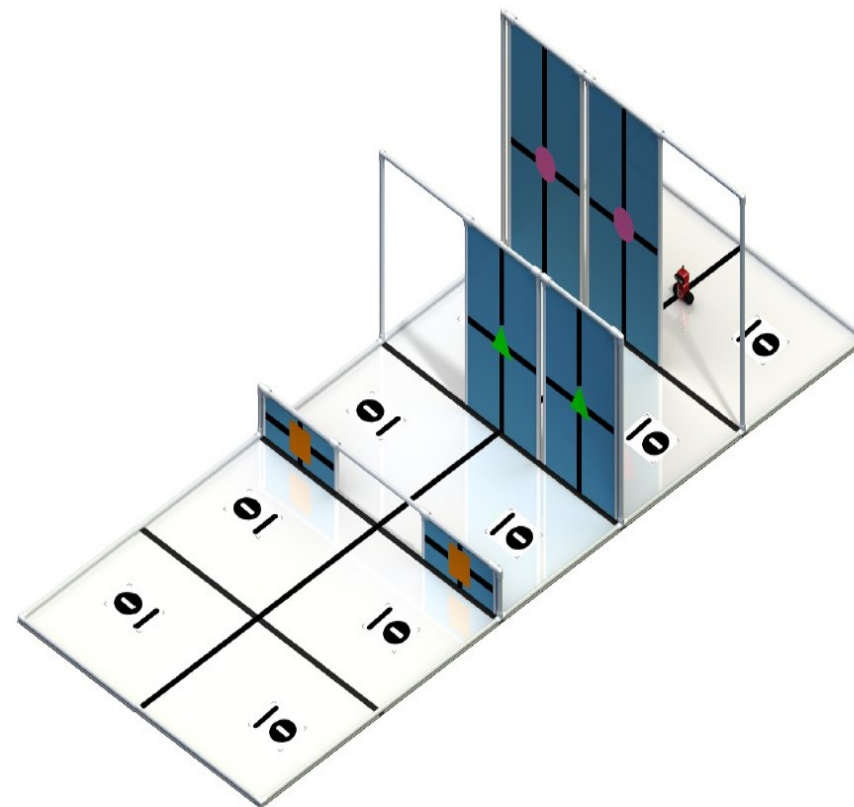
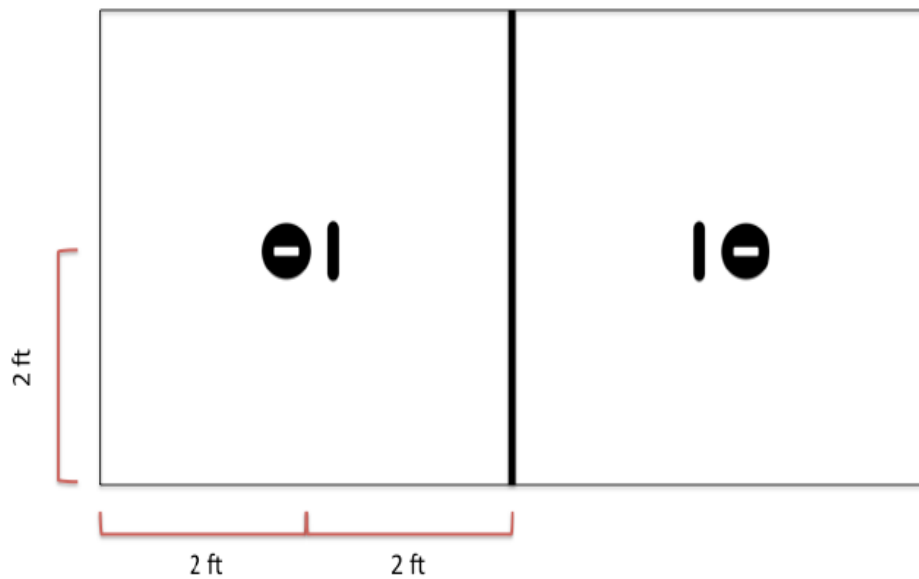
Aj pri väčších dronoch platí zákaz lietania pre miesta (napríklad malé letiská), ktoré sa používajú pre vzlety a pristátia lietadiel či lietajúcich športových zariadení, hoci sú na tento účel využívané len dočasne či príležitostne. Výnimkou je, ak let vykonávate v koordinácii s prevádzkovateľom takejto plochy.

ISTRORBOT

Lietajúca výzva



Lietajúca výzva 2017



Hotovo...

Ďakujem za pozornosť!

