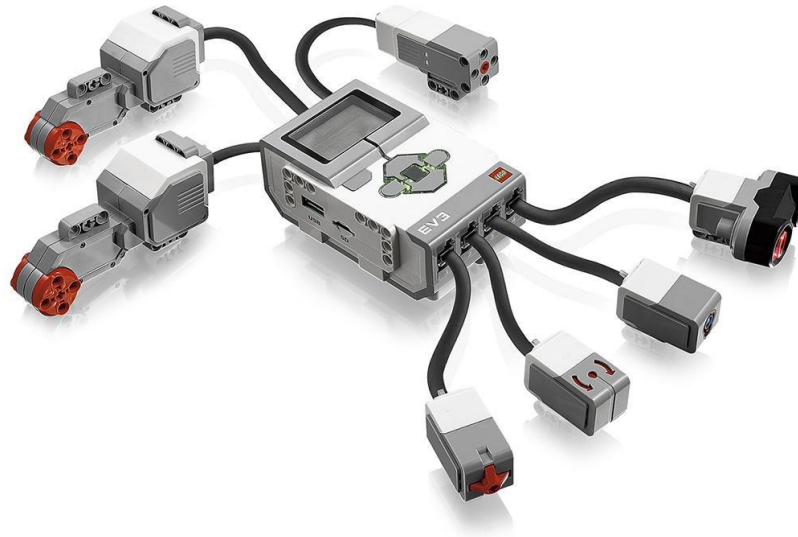


# Hardware

## Lego Mindstorms



Ing. Martin Šrámek

# System Mindstorms

- Řídicí kostka
- Motory
  - Velké servomotory
  - Malé servomotory
- Senzory
  - Vzdálenost
  - Barva
  - Kontakt
  - Úhel
  - Hlasitost
  - Od třetích stran (teplota, tlak, proud/napětí, rozpoznávání, ...)

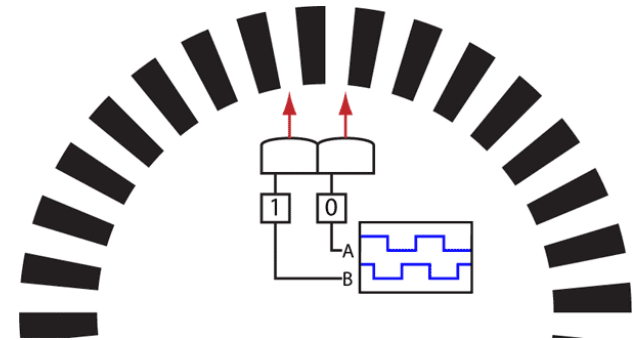
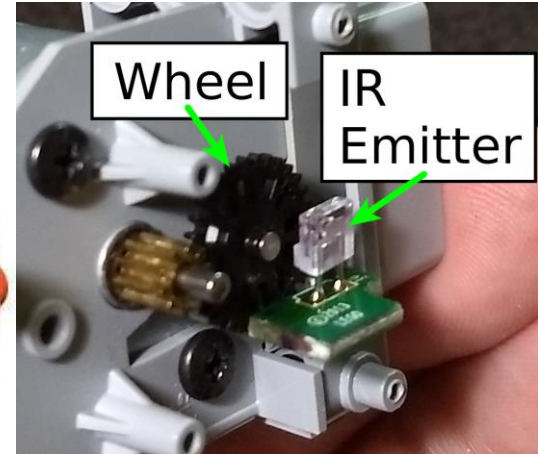
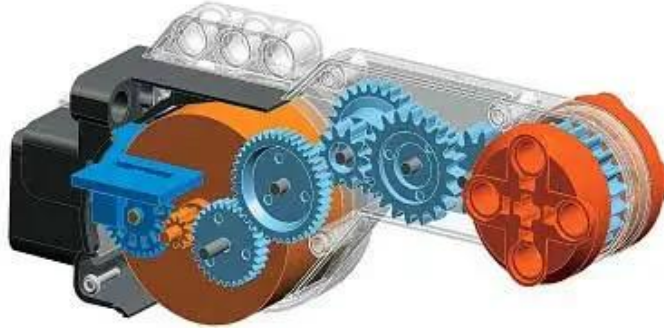


# Řídicí kostka - EV3

- 300MHz ARM9
- Linux
  - Dlouho nabíhá
  - Pokročilé funkce
- LCD
  - Menu
  - Zobrazování uživ. hodnot
- Tlačítka
  - Menu
  - Uživ. vstup
- LED podsvícení tlačítek
  - Signalizace
- Senzorové porty
  - 4
  - I2C
  - Obousměrná komunikace
- Motorové porty
  - 4
  - 2 výkonové H-můstky
  - Zpětná vazba o úhlu
- Mini USB
  - Komunikace s počítačem
- USB
  - Komunikace s dalšími perif.
  - Daisy chaining
- Micro SD

# Motory - EV3

- Servomotor
  - Stejnosměrný (DC) motor
  - Enkodér
  - Převodovka
- Enkodér
  - Děrované kolečko
  - 2 IRED a 2 FT
  - Kvadrurní výstup
  - **Relativní otočení** (Spike)
- Vlastnosti
  - Velký kroutivý moment
  - Velká vůle
  - Pomalá reakce



# Senzory - Ultrazvuk

- Měří vzdálenost
- Princip Time-of-flight
- Závislý na odrazivosti a úhlu dopadu
  - Stěna
  - Záclony
  - Zrcadlo
- Nezávislý na okolním osvětlení
- Závislý na rychlosti zvuku (vlhkost, teplota)
- Rozsah od 10 cm do 2,5 m



# Senzory - Colour

- Měřicí režimy
  - Okolní osvětlení
  - Odražené světlo (černobílé)
  - Rozpoznávání barev - 7
- Měření odraženého světla není zatíženo okolním osvětlením (synch. det.)
- Třídění podle barvy
- Sledování černé čáry
- Detekce hrany/kraje
- Detekce náklonu



# Senzory - Touch

- Tlačítko
- Nedetekuje sílu ani rychlost stlačení (Spike)
- Mechanický doraz
- Kalibrace
- Detekce nárazu o stěnu
- Spuštění programu



# Senzory - Gyro

- Gyro vs. Akcelerometr
- Jednoosý rotační akcelerometr
- Měří v rovině znázorněné šipkami
- Princip:
  - Otočení
  - -> Nenulové zrychlení
  - -> Pohyb seismické hmoty
  - -> Změna kapacity
  - -> Dvojitá integrace = úhel



$$\alpha = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$$



$$C_X = \frac{S \epsilon_0 \epsilon_r}{d}$$

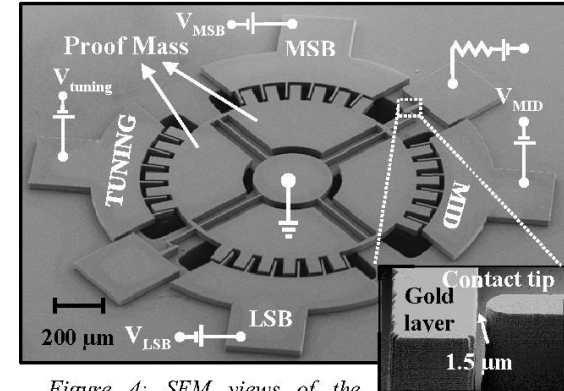


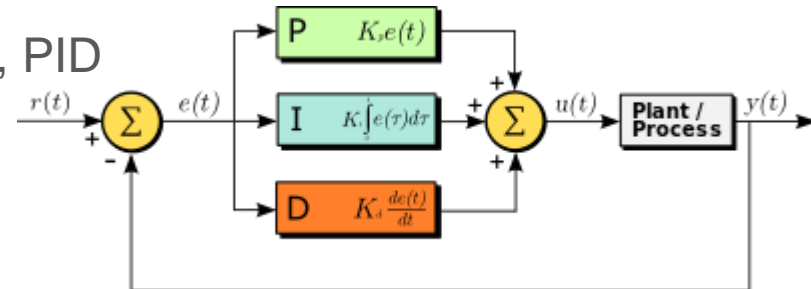
Figure 4: SEM views of the fabricated digital rotational accelerometer.

- Náklon při stoupaní
- Přesnější zatáčení v bludišti
- POZOR! driftuje s teplotou
- Pravidelná kalibrace



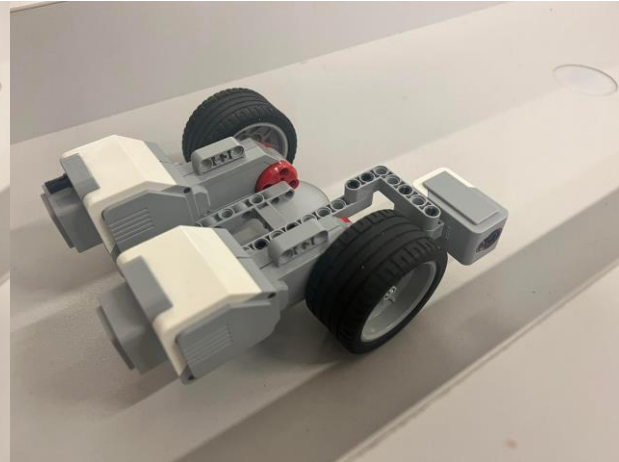
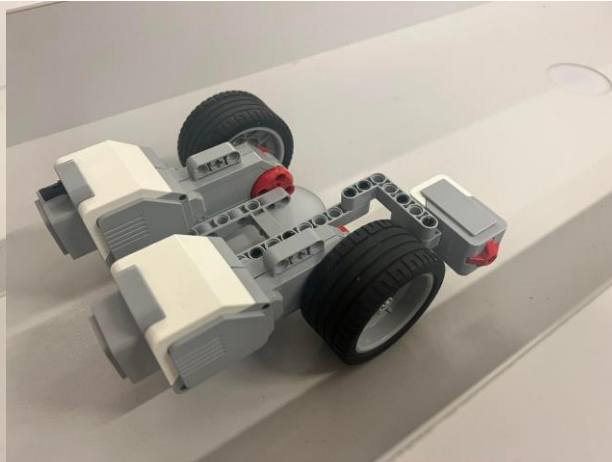
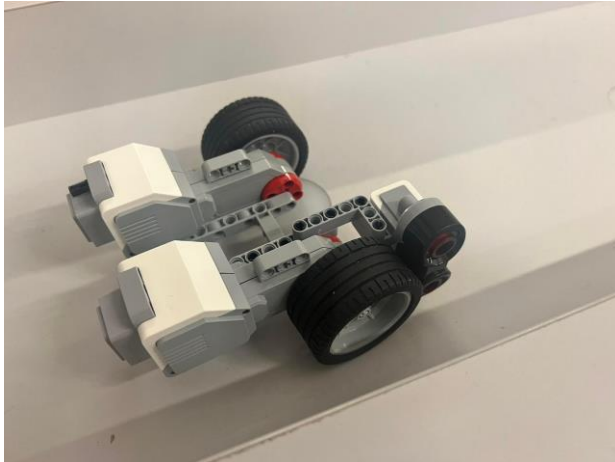
# Tipy a triky

- Zapomeňte na pásy
- Na přesnost jsou lepší menší kola
- Čím více převodů, tím větší vůle
  - Nepřesnost
  - Kumulativní chyba
- Je lepší splnit zadání částečně na jistotu, než ho splnit úplně nespolehlivě
- Rychlost není všechno
- Používat osvědčené regulátory - P, PI, PD, PID

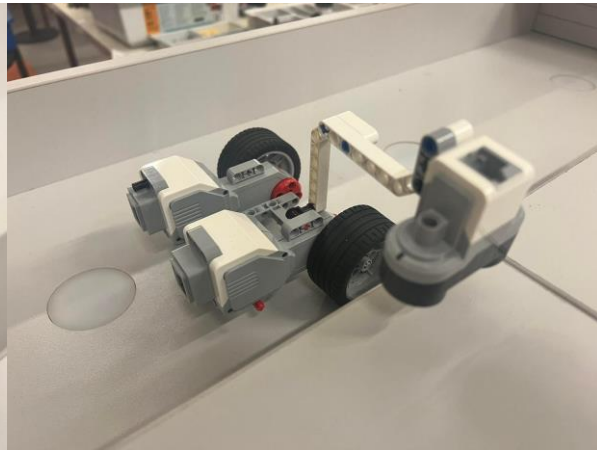
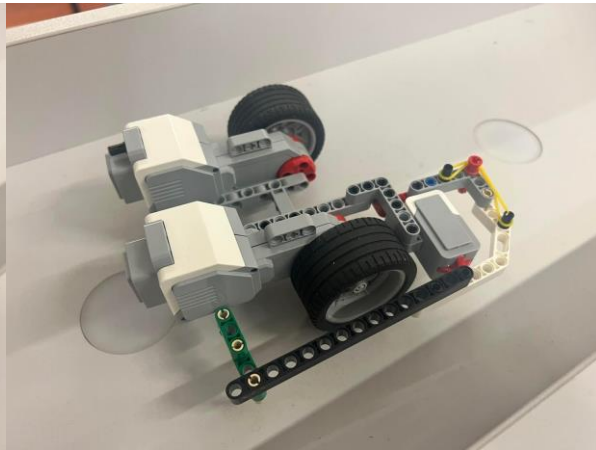
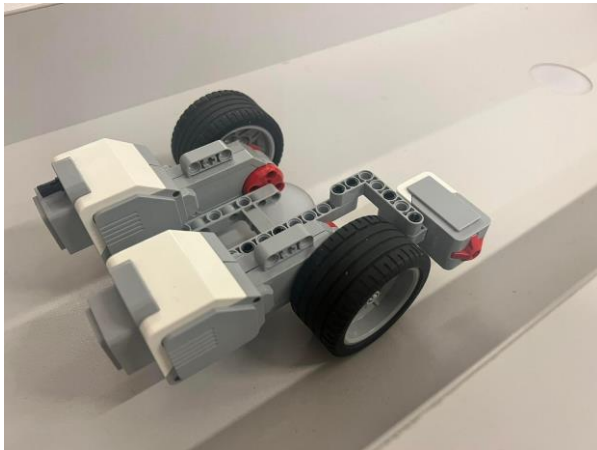


# Tipy a triky - Bludiště

- Sledování pravé nebo levé stěny vede do cíle
  - Není optimální - nejrychlejší

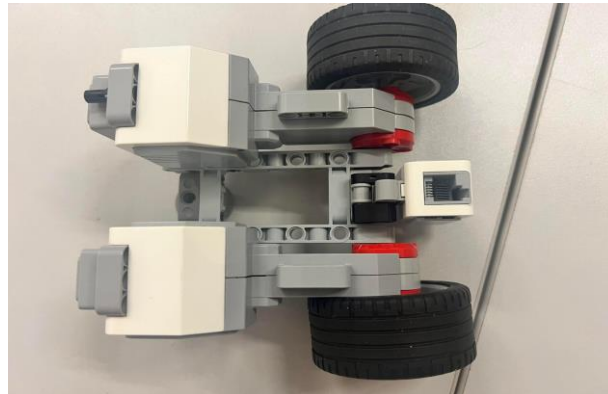
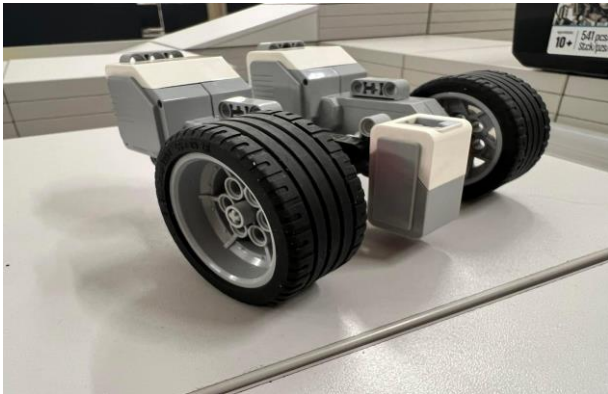


# Tipy a triky - Bludiště



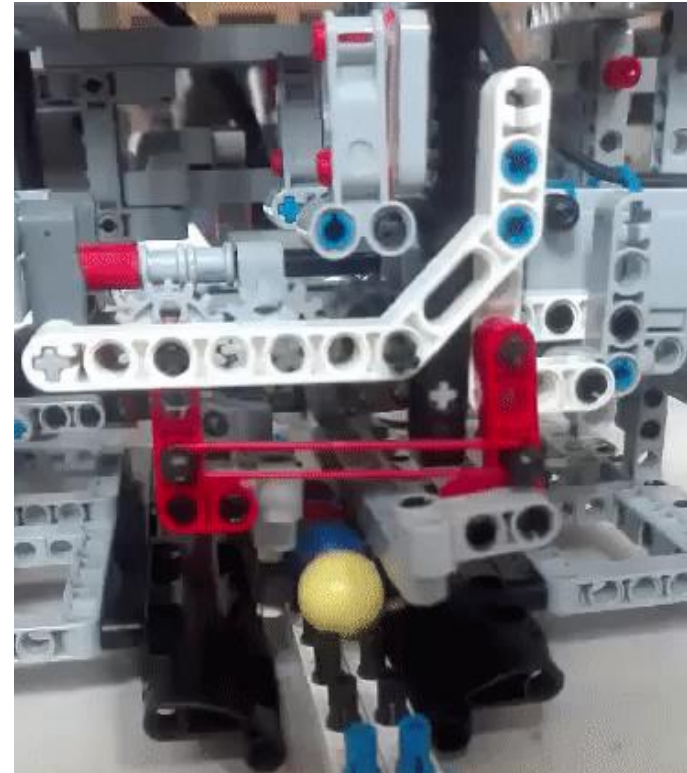
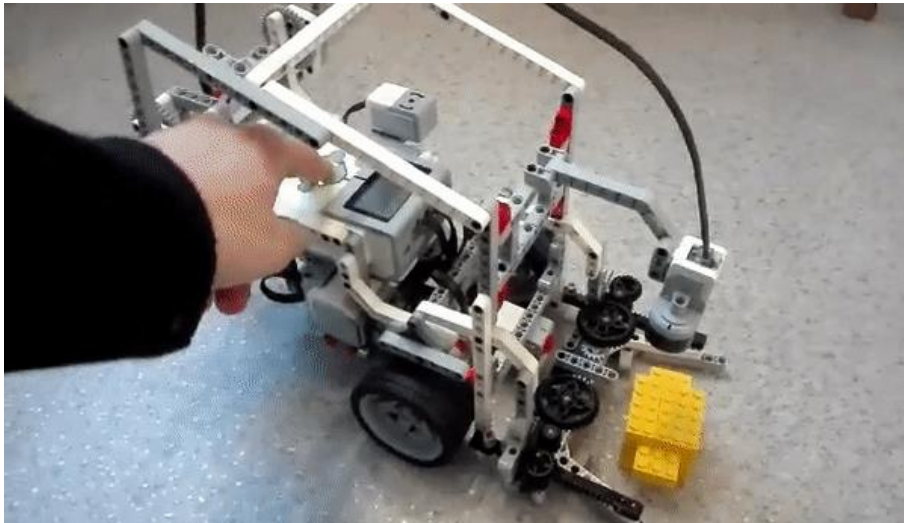
# Tipy a triky - Černá čára

- Detekování barevného rozdílu na přechodu černá/bílá
- Colour senzor v režimu odraženého světla
- Cca 1 - 1,5 cm nad povrchem
- Mírně před osou kol
- Může ležet na středu nebo mírně ke straně od roviny symetrie robota



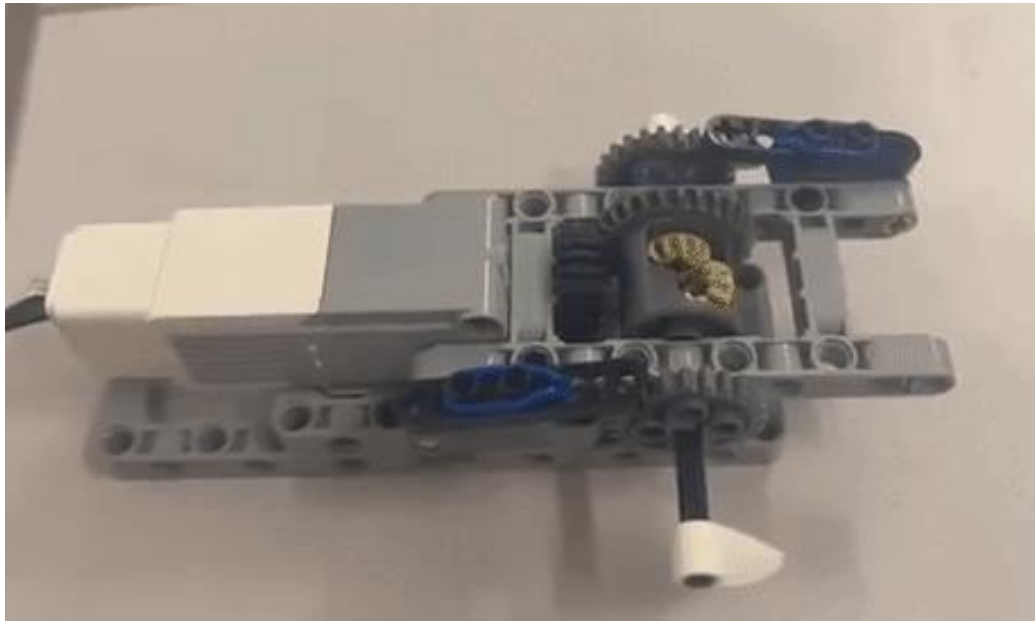
# Tipy a triky - Spojování funkcí

- Mnoho funkcí, málo motorů
- Nakládání a zvedání
- Zvedání a otáčení



# Tipy a triky - Spojování funkcí

- Změna směru otáčení motoru



Děkuji za pozornost