

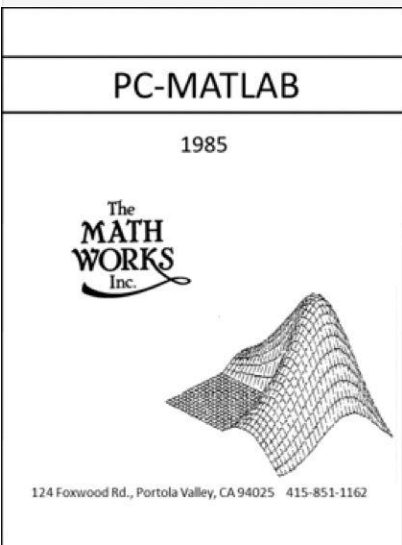
Technical  
Computing  
Prague

**VÝVOJ ŘÍDICÍCH SYSTÉMŮ A MODEL-BASED DESIGN:  
NÁVRH, MODELOVÁNÍ, SIMULACE, IMPLEMENTACE**

# MATLAB a řídicí technika

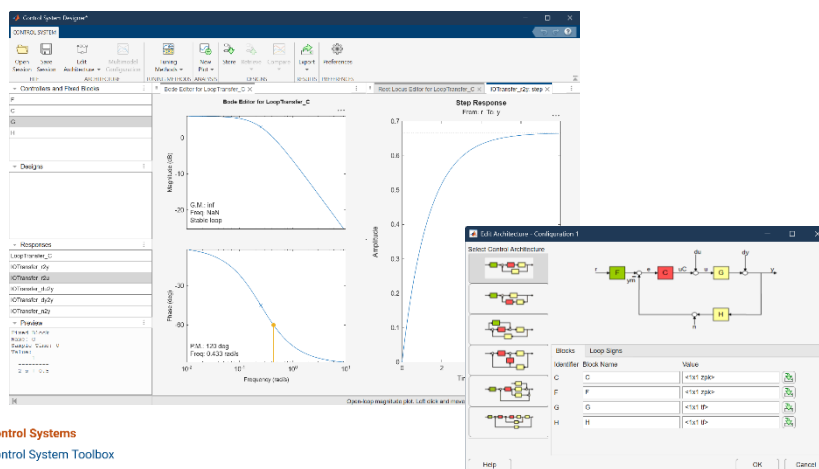
1985: Control Systems Toolbox - první toolbox v historii MATLABu

MATLAB Timeline	
1984	PC-MATLAB FFT Graphics
1985	Pro-MATLAB Control System Toolbox™
1987	Signal Processing Toolbox™ ODEs
1992	Sparse matrices Simulink®



1992: Real Time Toolbox - první toolbox v historii HUMUSOFTu

```
function [yout,x,n] = dstep(a,b,c,d,iu,n)
% DSTEP Step response of discrete-time linear systems.
% DSTEP(A,B,C,D,IU) plots the response of the discrete system:
% ..
% J.N. Little 4-21-85
% Revised JNL 7-10-88, CMT 7-31-90, ACWG 6-21-92
% Revised A. Potvin 10-1-94
% Copyright 1986-2011 The MathWorks, Inc.
```



```
function rtload(i1,i2,i3,i4)
% RTLOAD Load the real time kernel and/or hardware driver.
% ..
% See also RTUNLOAD, RTCHECK.
% Implemented as MEX-file
% Jan Houska 5-10-92
% Copyright (c) 1992 HUMUSOFT s.r.o.
```



**Simulink Desktop Real-Time**  
 Prototype and test control hardware in real time on your desktop computer

- Control Systems
- Control System Toolbox
- System Identification Toolbox
- Predictive Maintenance Toolbox
- Robust Control Toolbox
- Model Predictive Control Toolbox
- Fuzzy Logic Toolbox
- Simulink Control Design
- Simulink Design Optimization
- Reinforcement Learning Toolbox
- C2000 Microcontroller Blockset
- Motor Control Blockset
- STM32 Microcontroller Blockset
- Raspberry Pi Blockset

**CONTROL SYSTEM DESIGN AND ANALYSIS**

- Control System Designer
- Control System Tuner
- Diagnostic Feature ...
- Fuzzy Logic Designer
- Health Indicator ...
- Linear System Analyzer
- MPC Designer
- Model Reducer
- Neuro-Fuzzy Designer
- PID Tuner
- System Identification

**ROBOTICS AND AUTONOMOUS SYSTEMS**

- Flight Log Analyzer
- Inverse Kinematic ...
- ROS 2 Network ...
- ROS Data Analyzer
- SLAM Map Builder
- UAV Scenario Designer



# Evoluce řídicích algoritmů v prostředí MATLAB a Simulink

2018 - 2023

2023

2024

2025

## Ladění PID

- Closed-Loop PID Autotuner (R18a)
- Field Oriented Control Autotuner (R20a)
- Gain-Scheduled PID Autotuner (R24a)
- Start-Stop Generator (R24a)

## Pokročilé řízení

- Model Reference Adaptive Control (MRAC) (R21a)
- Extremum Seeking Control (ESC) (R21a)
- Active Disturbance Rejection Control (ADRC) (R22b)
- MRAC with Single Hidden Layer Neural Network (R23a)
- Extended State Observer (R24a)
- Disturbance Compensator (R24a)
- Sliding Mode Control (R24b)
- Iterative Learning Control (R24b)
- Linear Sliding Mode Control
- Virtual Reference Feedback Tuning
- Ultra-Local Model for Disturbance Compensation

## Omezení zásahu

- Constraint Enforcement block (R21a)
- Barrier Certificate Enforcement Block (R22a)
- Passivity enforcement block (R23a)

## Odhad frekvenční odezvy

- Frequency Response Estimator block (R19a)
- Frequency Response Estimator block enhancements:
  - Support for PRBS signals (R23a)
  - Set PRBS parameters automatically (R23b)
- Sinestream Signal Generator (R24a)
- PRBS Signal Generator (R24a)
- Start-Stop Generator (R24a)
- Superposition Signal Generator (R24b)

AI

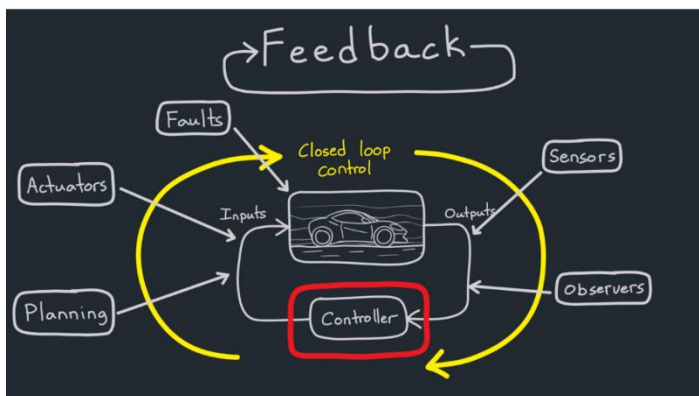


# Zdroje informací

Brian Douglas: MATLAB Tech Talks on Control Systems

<https://www.mathworks.com/videos/tech-talks/controls.html>

<https://engineeringmedia.com>



MATLAB and Simulink for Control Systems

<https://www.mathworks.com/solutions/control-systems.html>

Control Tutorials for MATLAB and Simulink

<https://ctms.engin.umich.edu/CTMS/index.php>

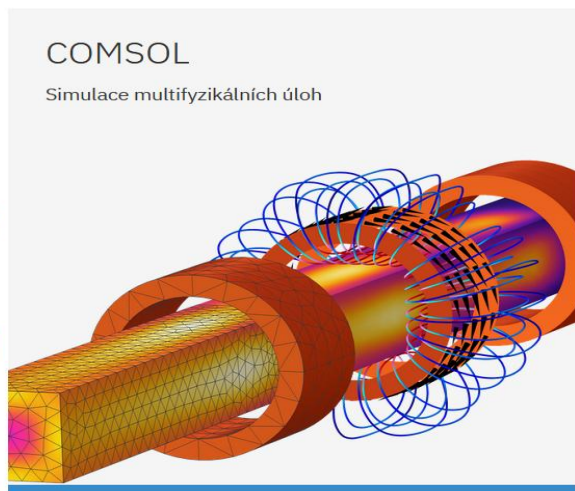
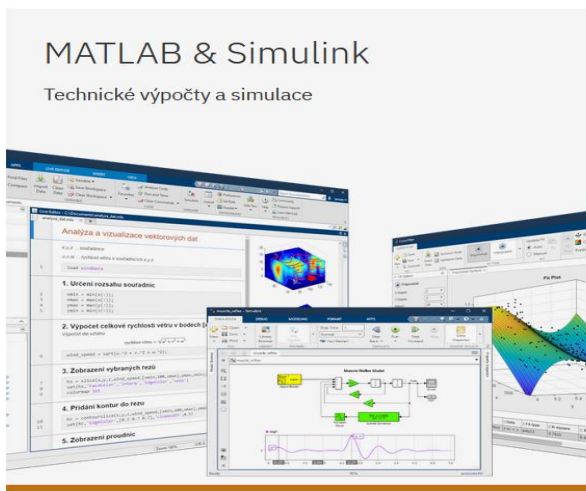
MathWorks Discovery - Control Systems

<https://www.mathworks.com/discovery.html>

## Control Systems

- Bode Plot
- OPC UA
- Reduced Order Modeling
- Control Design Software
- Optimal Control
- Reinforcement Learning
- ECU Calibration
- Parameter Estimation
- Root Locus
- Euler Angles
- PID Control
- Rotation Matrix
- Frequency Response
- PID Tuning
- State-Space Models
- Gain Scheduling
- Quaternion
- Transfer Function
- Linearization

# Nabídka společnosti HUMUSOFT

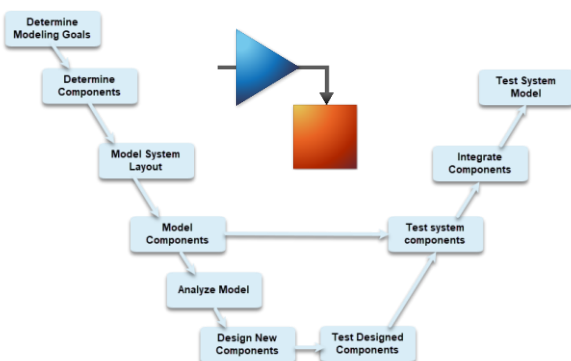


Simulink jako základní platforma pro Model-Based Design

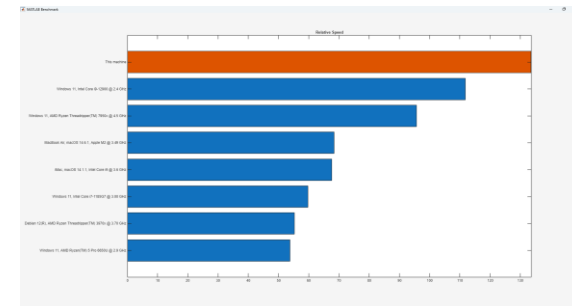
Modelování fyzikálních dějů  
Kosimulace s MATLABem

Hardware In The Loop (HIL)  
Rapid Control Prototyping (RCP)

High Performance Computing  
CPU / GPU  
Maximální možný výkon v 1 PC  
Optimalizováno pro MATLAB / COMSOL



**Konzultační služby**

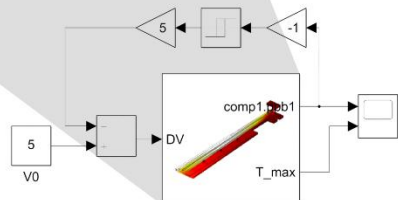
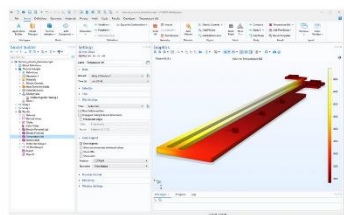
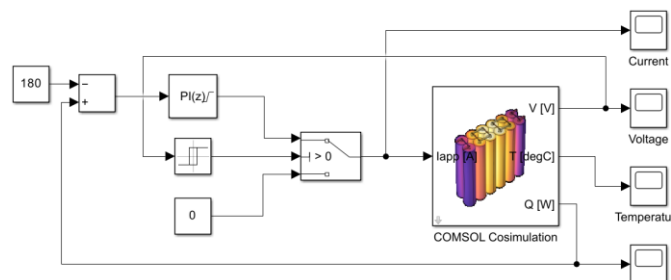


# COMSOL Multiphysics & Control Systems

## LiveLink™ for Simulink®

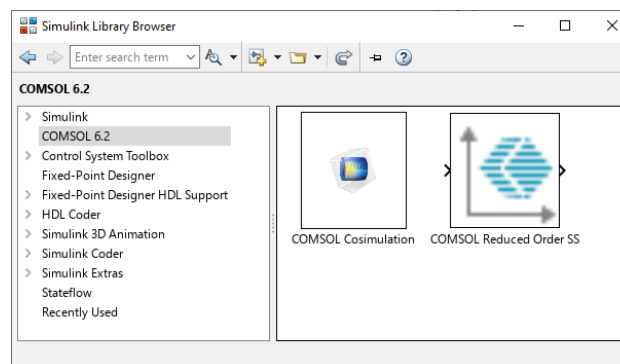
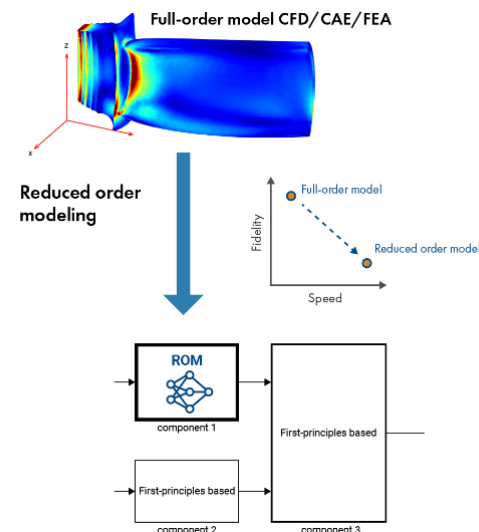
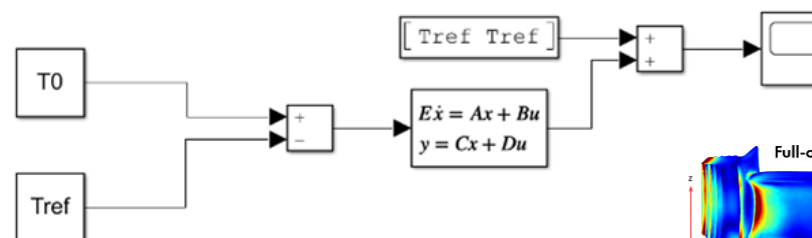
- Cosimulation

Cosimulation of COMSOL Multiphysics® models and Simulink® diagrams.



- Model Order Reduction

Export reduced-order models (ROMs) from COMSOL Multiphysics® for use in state-space blocks in Simulink® diagrams.

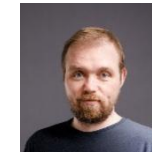


# Program

[www.humusoft.cz/tcp](http://www.humusoft.cz/tcp)

## Živé ukázky

- 13:00 Jan Daněk (Humusoft)  
Zahájení semináře
- 13:15 Gernot Schrabberger (MathWorks)  
Keynote: Smarter Control Design
- 13:50 Michal Blaho (Humusoft)  
Návrh řídicích systémů založený na modelech: od PID po MIMO
- 14:05 Petr Neuman (Neureg)  
Zkušenosti se simulačními trenažéry záložních zdrojů v Elektrárně Opatovice
- 14:10 Pozvánka k prezentačním stolům s živými ukázkami
- 14:15 Přestávka, občerstvení, prohlídka živých ukázek, konzultace
- 14:45 Jakub Talla (Fakulta elektrotechnická ZČU / RICE Plzeň)  
Zvaná přednáška: Model-based design v návrhu řídicích systémů elektrických pohonů a střídačů připojených k elektrizační síti
- 15:05 Jaroslav Jirkovský (Humusoft)  
Robustní a adaptivní řídicí systémy a metody řízení založené na datech
- 15:25 Kristian Hudec (Humusoft)  
Prototypování a testování v reálném čase
- 15:45 Přestávka, občerstvení, prohlídka živých ukázek, konzultace
- 16:15 Juraj Slačka (Slovenská technická univerzita v Bratislave)  
Zvaná přednáška: Olympiáda kybernetika - motivácia pre štúdium kybernetiky
- 16:35 Michal Blaho (Humusoft)  
Modelování a simulace nadřazené řídicí logiky
- 16:55 Jaroslav Jirkovský (Humusoft)  
Prediktivní řízení a řízení využívající AI
- 17:15 Zakončení a závěrečná diskuze



### Porovnání řídicího systému PID a ADRC

- PID regulátor
  - nastavení parametrů P, I, D, N
    - automatické ladění nástrojem PID Tuner
  - aktivován anti-windup
  - vstup: regulační odchylka, výstup: akční zásah
- ADRC regulátor
  - nastavení kritického zesílení
    - die prechodové odezvy soustavy
  - nastavení šířky frekvenčního pásma
    - die požadavku na rychlost odezvy
  - vstup: reference a regulovaná veličina, výstup: akční zásah



• Jaroslav Jirkovský, [jirkovsky@humusoft.cz](mailto:jirkovsky@humusoft.cz)

### Návrh řízení pro Bi-Copter

- Model
  - aero-mechanický systém
  - dve vrtule namontované na otočném ramene
  - řízení natočení
- Algoritmy
  - identifikace systému
  - návrh regulátora
  - testování v uzavřené slučce
- Hardware
  - Arduino Nano 33 IoT
  - Bi-Copter



• Michal Blaho, [blaho@humusoft.sk](mailto:blaho@humusoft.sk)

### Řízení výrobního procesu

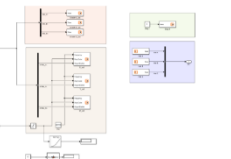
- Model
  - výrobní linka s dopravníkem
  - řízení na základě udalostí
- Algoritmy
  - základní pohyb po páse
  - presun do počáteční polohy
  - radiaca slučka
  - detekcia poruchy
- Hardware
  - Punching Machine with Conveyor
  - MF644



• Michal Blaho, [blaho@humusoft.sk](mailto:blaho@humusoft.sk)

### Řízení BLDC motoru

- Model
  - jednoduché ovládání na základě zpětné vazby
- Algoritmy
  - Vyčítání polohy z Hall senzorů
  - Ovládání invertoru
- Hardware
  - dSPACE
  - ST Nucleo Shield



• Tomáš Fridrich, [fridrich@humusoft.cz](mailto:fridrich@humusoft.cz)

# HUMUSOFT Team



**Gernot Schrabberger**



**Jaroslav Jirkovský**



**Jan Houška**



**Michal Blaho**



**Tomáš Fridrich**



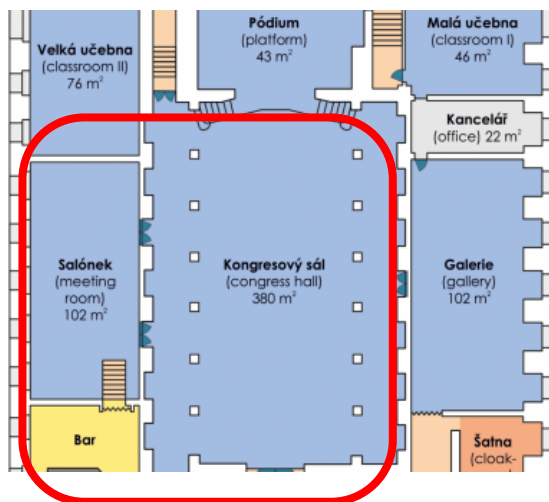
**Kristian Hudec**

**TECHNICAL COMPUTING PRAGUE**



Jan Daněk  
HUMUSOFT

21.4.2026 Praha



**Pavel Beneš**



**Martina Mudrová**



**Karolina Ventluková**



**Jan Daněk**

# Účastníci



Univerzita  
Karlova

SCHAEFFLER



ÚSTAV  
MAKROMOLEKULÁRNÍ  
CHEMIE  
AKADEMIE VĚD ČESKÉ REPUBLIKY



CVŘ | Centrum  
výzkumu Řež



EATON

Powering Business Worldwide



RETIA

DOOSAN



Honeywell



pwc



agile  
europe



STU



DICOM



Leuze



# Showcase - Konzultace

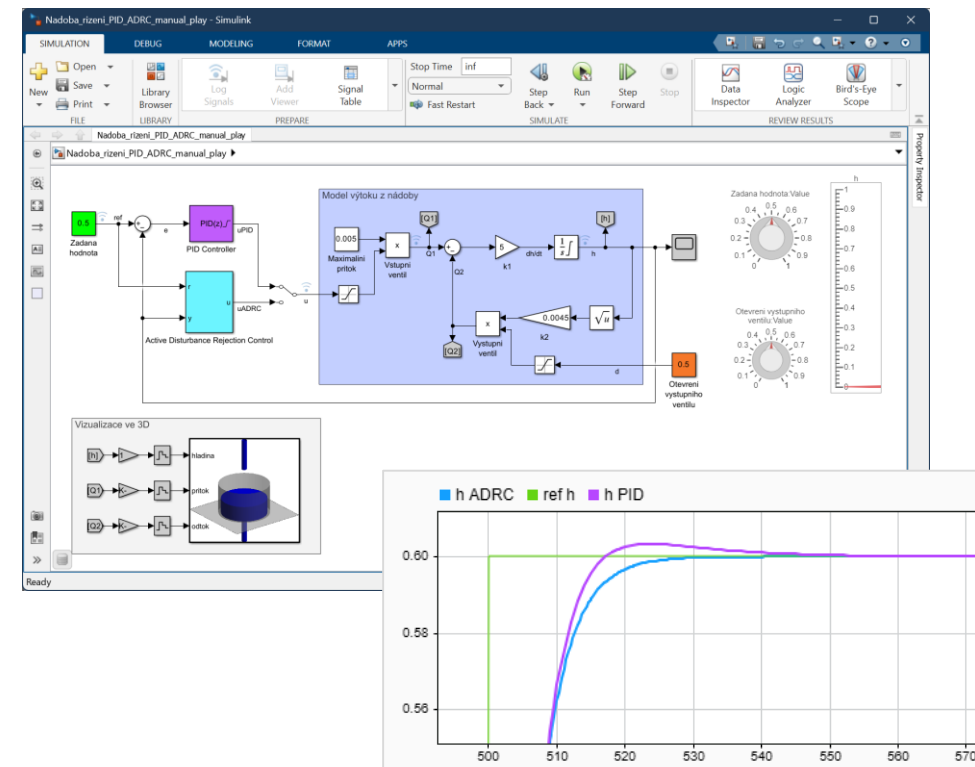
# Porovnání řídicího systému PID a ADRC

- PID regulátor

- nastavení parametrů P, I, D, N
  - automatické ladění nástrojem PID Tuner
- aktivován anti-windup
- vstup: regulační odchylka, výstup: akční zásah

- ADRC\* regulátor

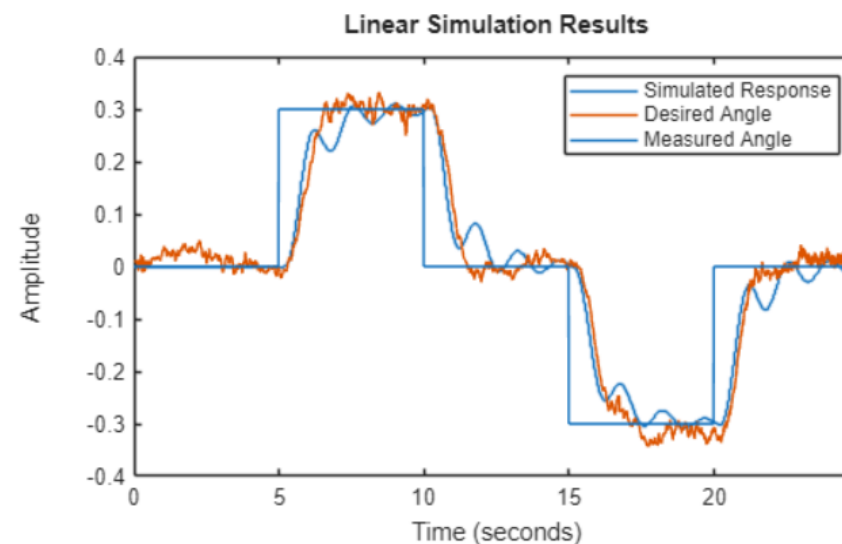
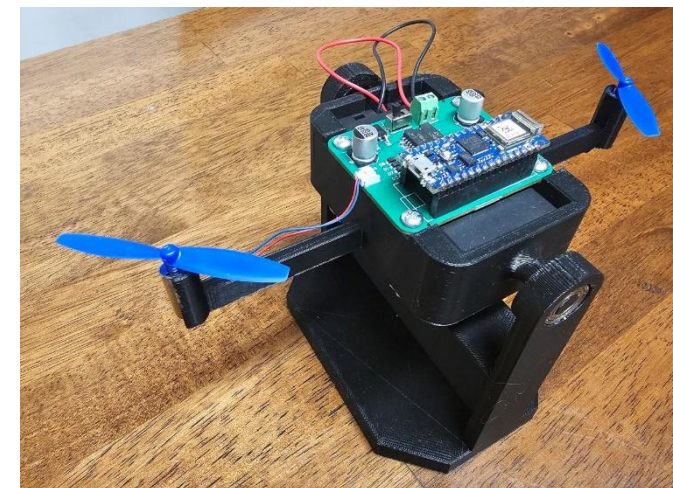
- nastavení kritického zesílení
  - dle přechodové odezvy soustavy
- nastavení šířky frekvenčního pásma
  - dle požadavku na rychlost odezvy
- vstup: reference a regulovaná veličina, výstup: akční zásah



\*Active Disturbance Rejection Control

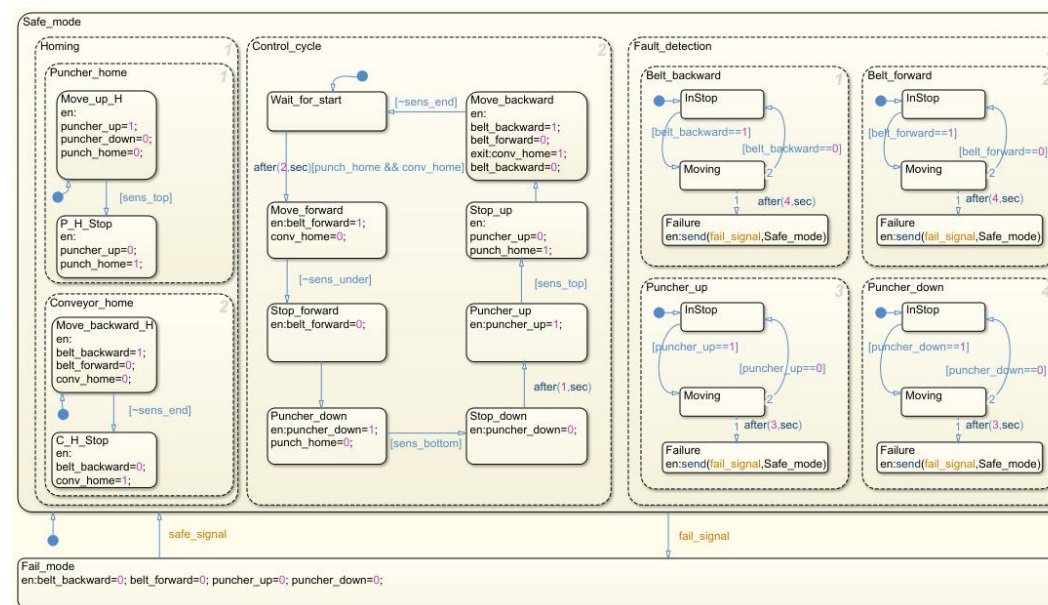
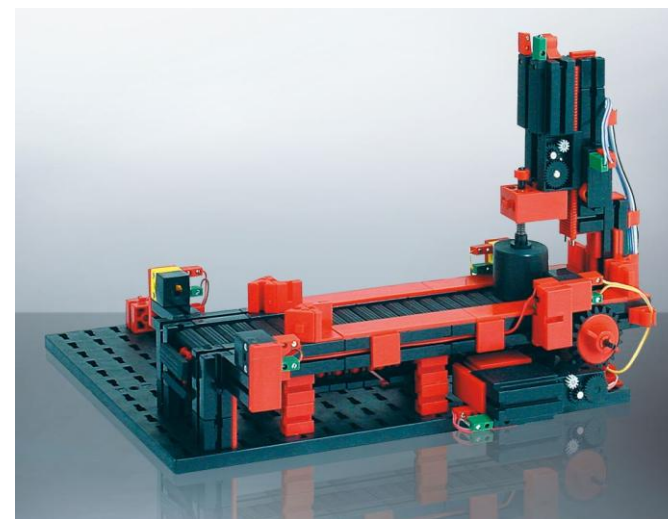
# Návrh riadenia pre Bi-Copter

- Model
  - aero-mechatronický systém
  - dve vrtule namontované na otočnom ramene
  - riadenie natočenia
- Algoritmy
  - identifikácia systému
  - návrh regulátora
  - testovanie v uzavretej slučke
- Hardware
  - Arduino Nano 33 IoT
  - Bi-Copter



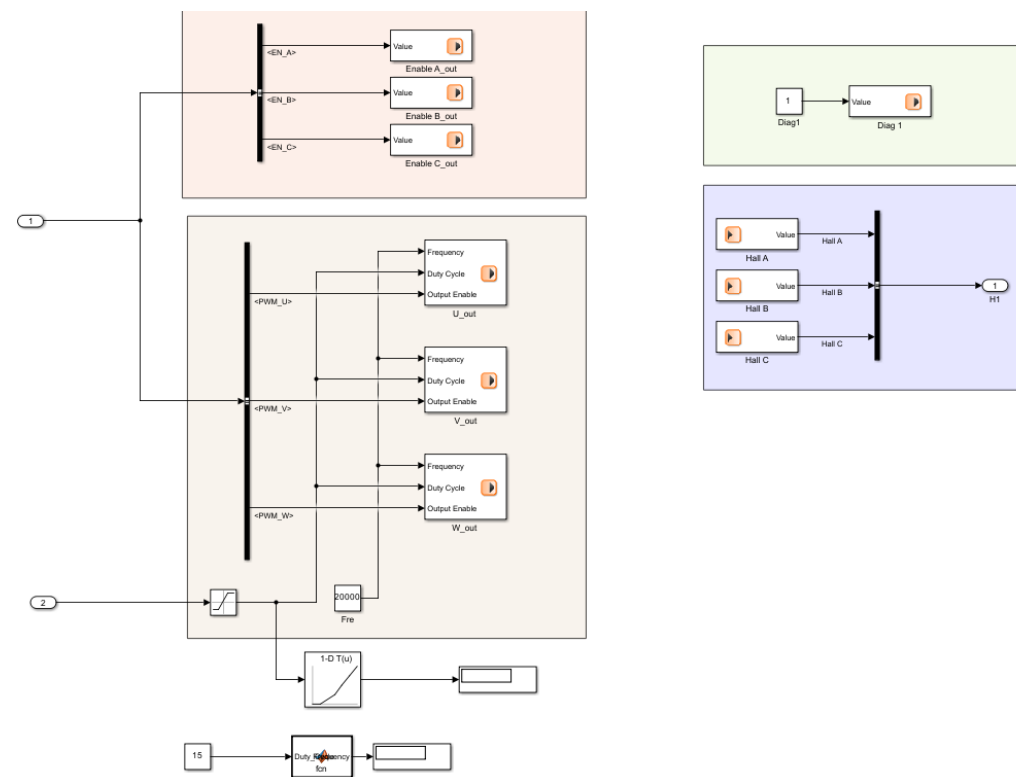
# Riadenie výrobného procesu

- Model
  - výrobná linka s dopravníkom
  - riadenie na základe udalostí
- Algoritmy
  - základný pohyb po páse
  - presun do počiatkovej polohy
  - riadiaca slučka
  - detekcia poruchy
- Hardware
  - Punching Machine with Conveyor
  - MF644



# Řízení BLDC motoru

- Model
  - Jednoduché ovládání na základě zpětné vazby
- Algoritmy
  - Vyčítání polohy z Hall senzorů
  - Ovládání invertoru
- Hardware
  - dSPACE
  - ST Nucleo Shield

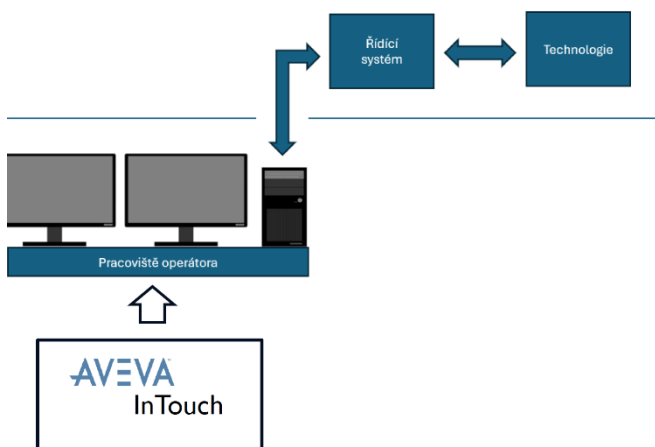


# TRÉNINKOVÉ SIMULÁTORY

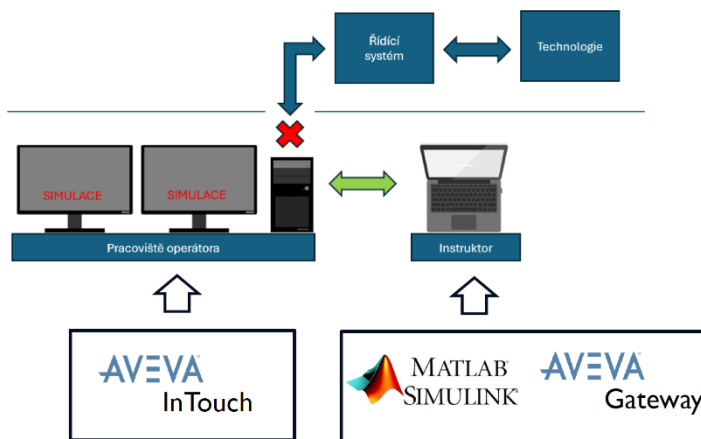
ENERGETICKÝCH ZÁLOŽNÍCH ZDROJŮ NA BÁZI MATLAB - SIMULINK

## POPIS TRENAŽÉRU

Záložní zdroj v režimu ostrého provozu



Záložní zdroj v režimu trenažéru



Specifický požadavek na přenositelnost trenažéru – provozování trenažéru na 2 různých kotelnách

