



TŘIAPLIKACE RYCHLÉ KOMUNIKACE PŘES USB



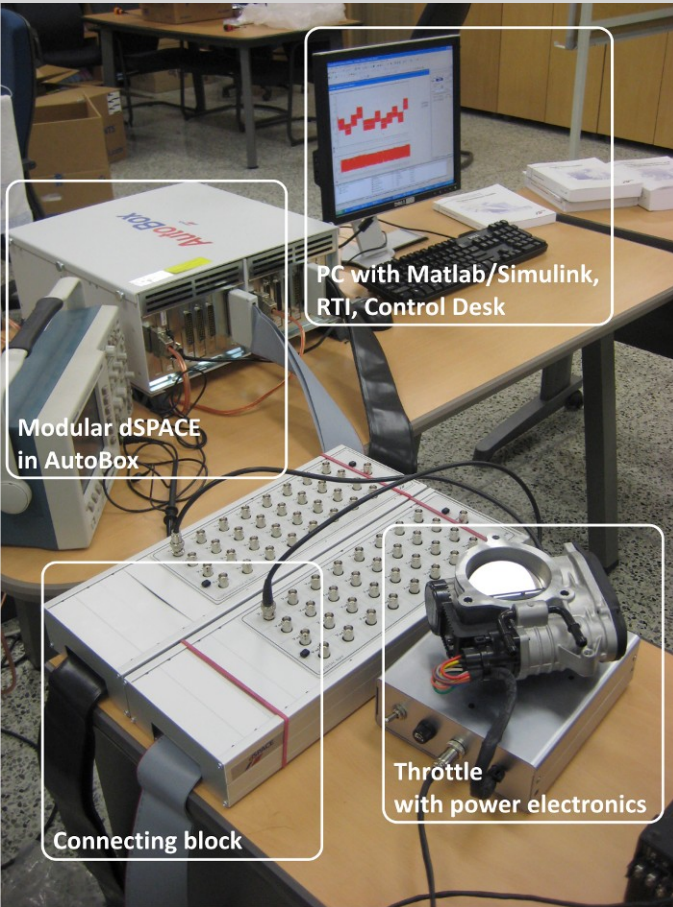
MECHSOFT s.r.o.

foto: PISTONPOWER

Agenda

- **MECHLAB & RealTime – jak učíme mechatroniku**
- **Motivace pro použití USB**
- **ukázkové projekty**
 - #01: Hydraulický stand
 - #02: Edu model
 - #03: Tester dataloggeru
- **Detaily použité technologie**

MECHLAB & Real-Time



PC with Matlab/Simulink,
RTI, Control Desk

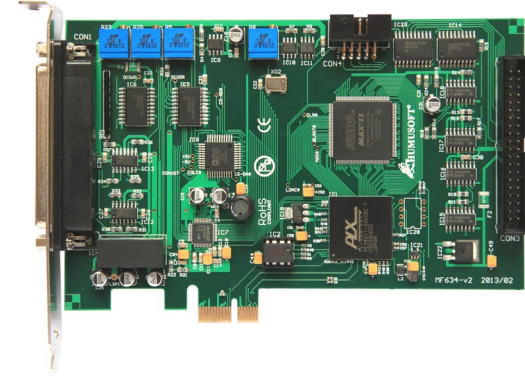
Modular dSPACE
in AutoBox

Throttle
with power electronics

Connecting block

▪ MECHLAB @ FSI VUT v Brně

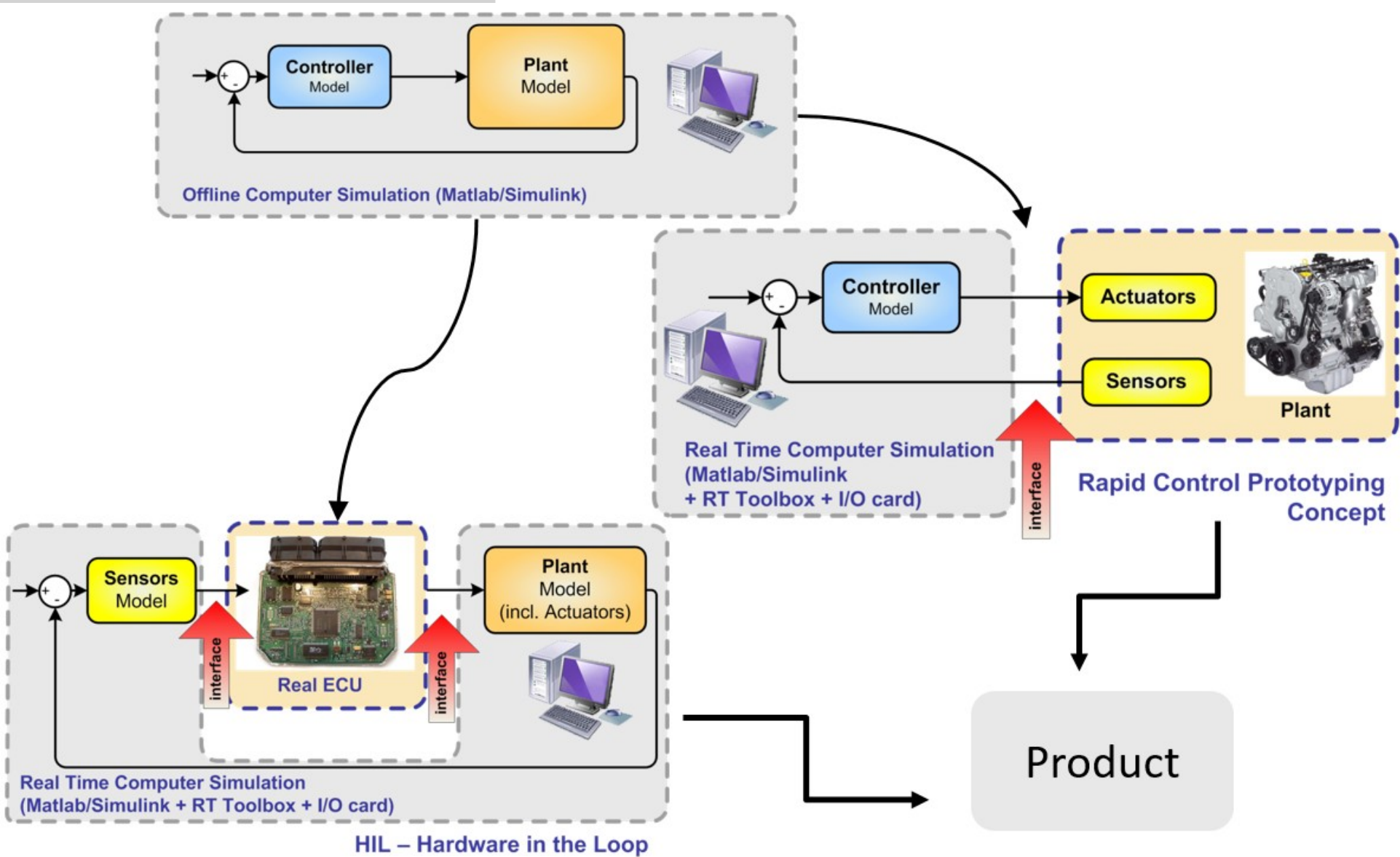
- 12x MF 624 (r. 2009)
- 25x MF 634 (r. 2020)
 - 8x AIN, 8x AOUT
 - 8x DIN, 8x DOUT
 - 4x enkodér (!)



- 1x dSPACE jednodeskový (r. 2009)
- 1x dSPACE modulární (r.2011)

- hromada vybavení od NI

- **Perfektní prostředí pro výuku Mechatroniky.**



Motivace

- Možnosti real-time řízení z hlediska technologie:
 - **Simulink** → **kompilace** → **kód běží na HW**
 - dSPACE (50kHz)
 - MF634 (1kHz / 10kHz)
 - Arduino (1kHz)
 - **MATLAB** – **kód běží na PC, komunikace** (typicky sériová linka / USB)
 - Arduino (~50Hz)
 - NI DAQ HW (~1kHz)

Motivace

- **Shrnutí: co chceme?**
 - kód běží na PC (MATLAB i Simulink)
 - min. 1kHz řídicí smyčka (@ ~20 kanálů)
 - rozšiřitelnost na ∞ kanálů
 - 16/32 bit mikrokontrolér s rozumnými periferiemi = low cost.
 - ...→ **USB rozhraní.**

- **OTÁZKY K USB:**
 - bude to dost rychlé?
 - stabilní? (a jak?)
 - co všechno je třeba udělat aby bylo?

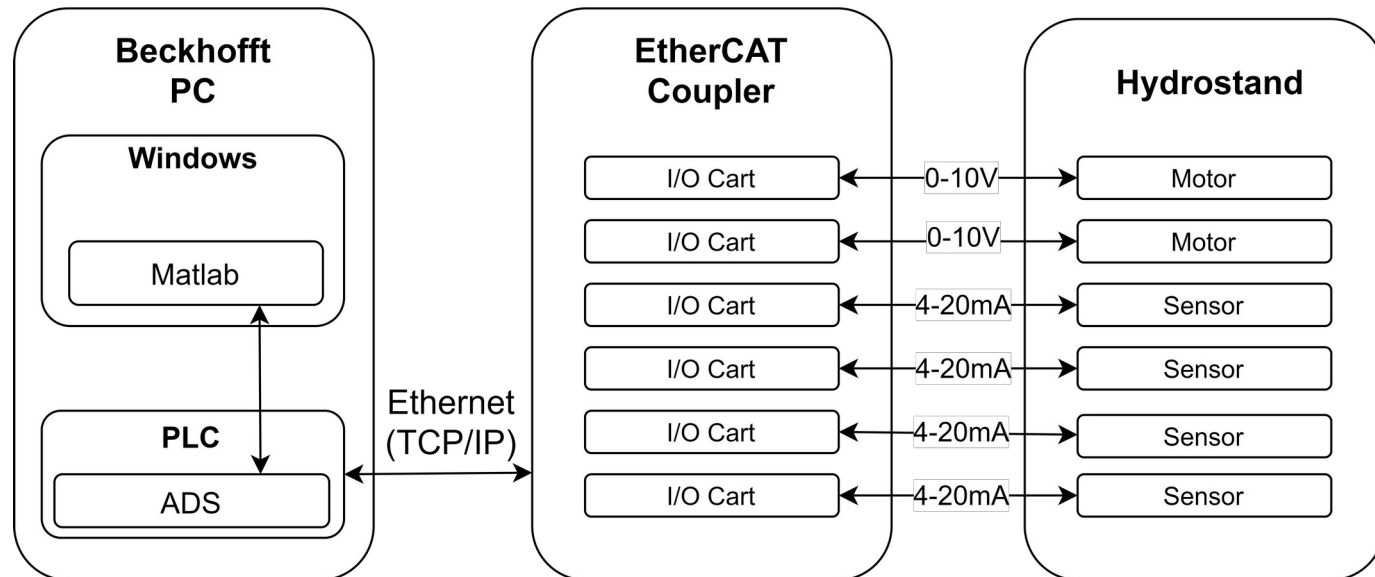
Agenda

- MECHLAB & RealTime – jak učíme mechatroniku
- Motivace pro použití USB
- **ukázkové projekty**
 - #01: Hydraulický stand
 - #02: Edu model
 - #03: Tester dataloggeru
- Detaily použité technologie

Projekt #01

Hydraulický stand

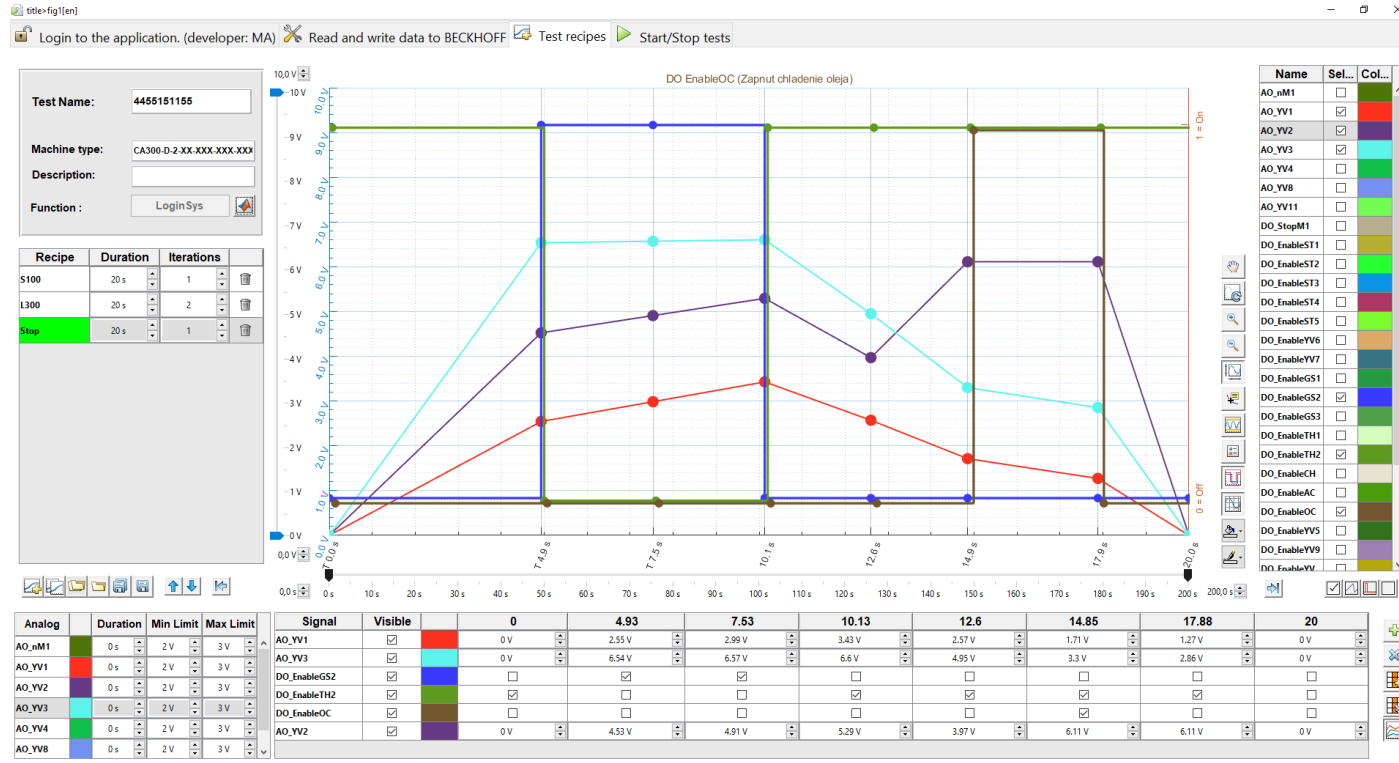
- **Zadání:** vývoj řídicího systému pro testování hydraulického zesilovače
- **PLC Beckhoff =**
 - **PLC část** - programujeme v ST
 - **Windows část** – aplikace v MATLABu
 - EtherCAT Coupler – I/O karty



Projekt #01

Hydraulický stand

- **Zadání:** vývoj řídicího systému pro testování hydraulického zesilovače
- **PLC Beckhoff =**
 - **PLC část** - programujeme v ST
 - **Windows část** – aplikace v MATLABu



MECHSOFT s.r.o.

Projekt #01

Hydraulický stand

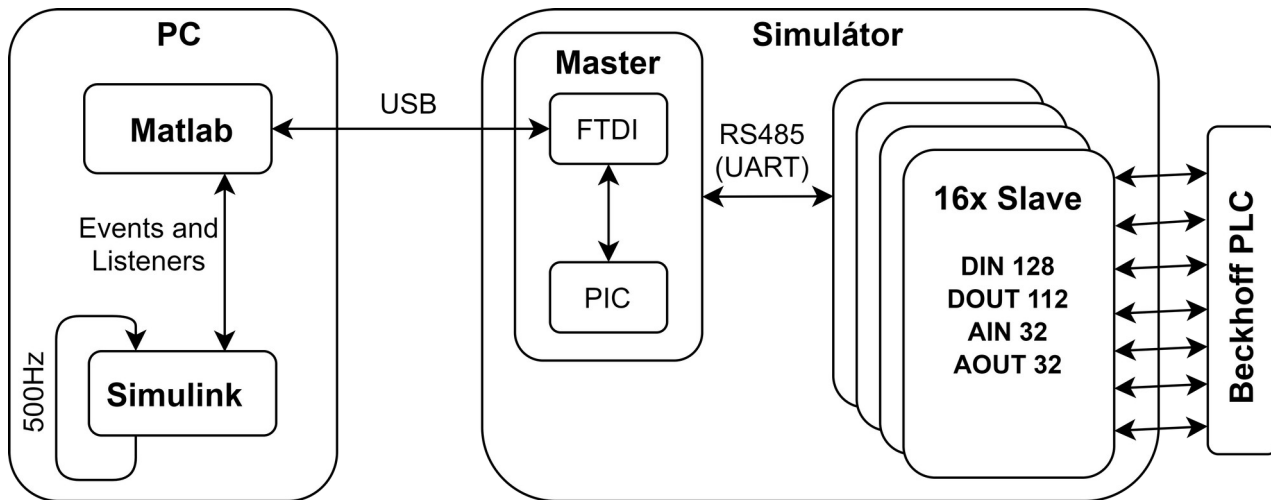
- **Zadání:** vývoj řídicího systému pro testování hydraulického zesilovače
- **PLC Beckhoff =**
 - **PLC část** - programujeme v ST
 - **Windows část** – aplikace v MATLABu
- **Potřeba testovat! Jak testovat?**
 - HIL simulátor – ale:
potřebujeme > **200 I/O kanálů**
 - konvenční řešení (NI, dSPACE) ekon. nerealizovatelné
 - **NÁPAD: použijeme vlastní HW (z jiného projektu) a ... rychlou USB komunikaci.**

Projekt #01

Hydraulický stand



- schéma testovacího prostředí

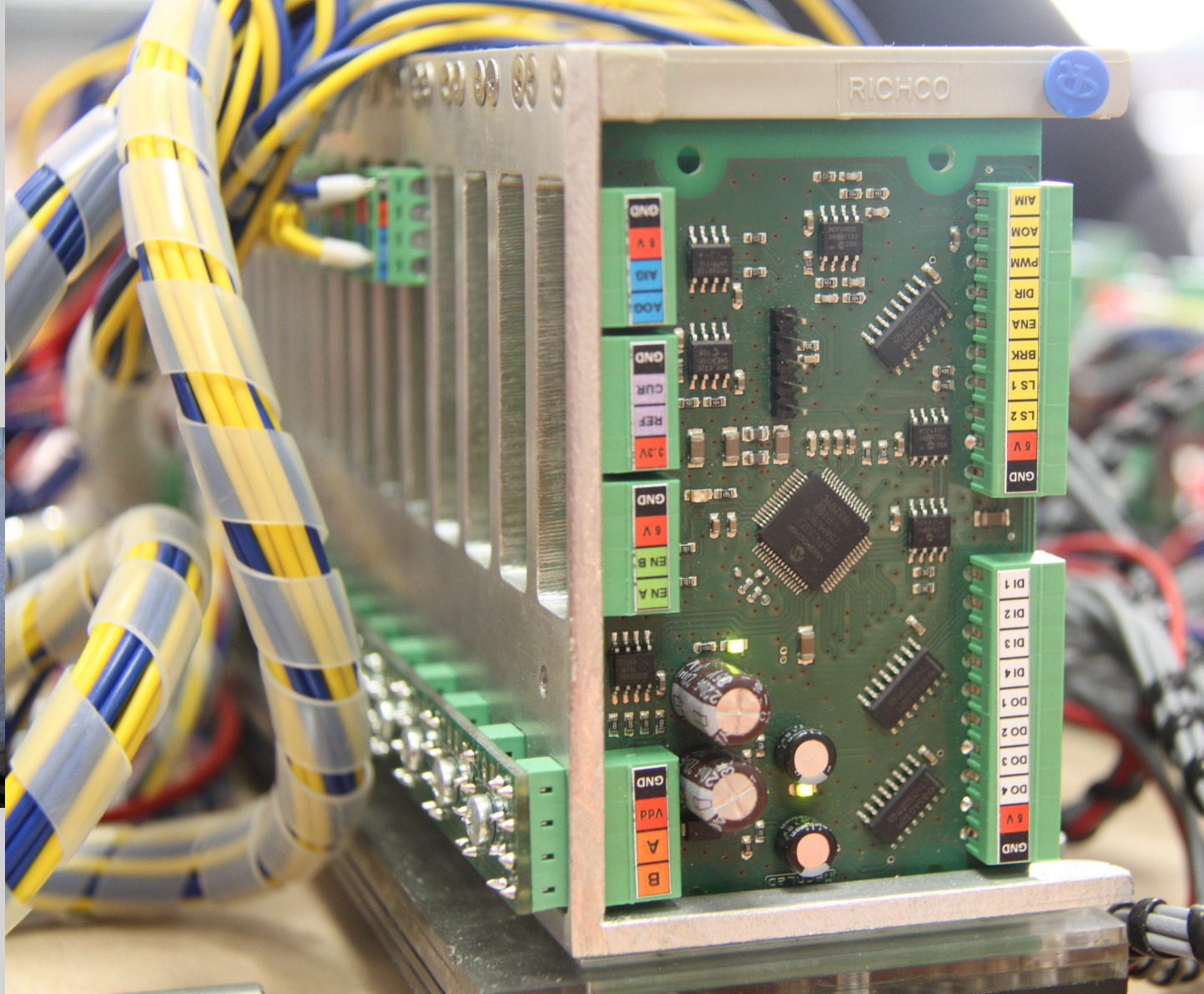


- **Simulátor**

- master – slave architektura
- navrženo pro řízení dinosaurů
- 16x slave = ... vysoký počet kanálů

Projekt #01

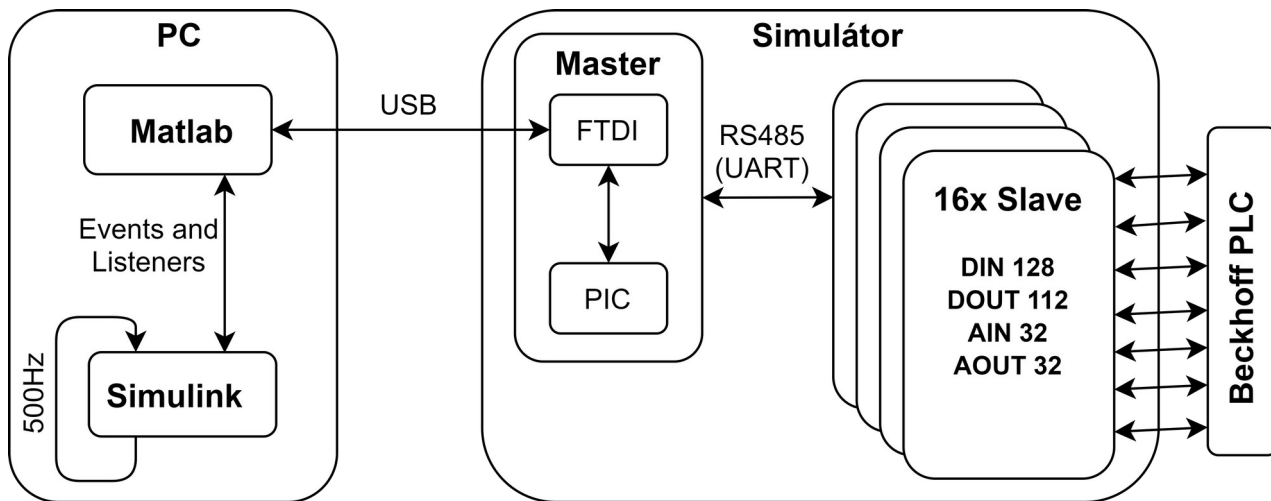
Hydraulický stand



Projekt #01

Hydraulický stand

- schéma testovacího prostředí

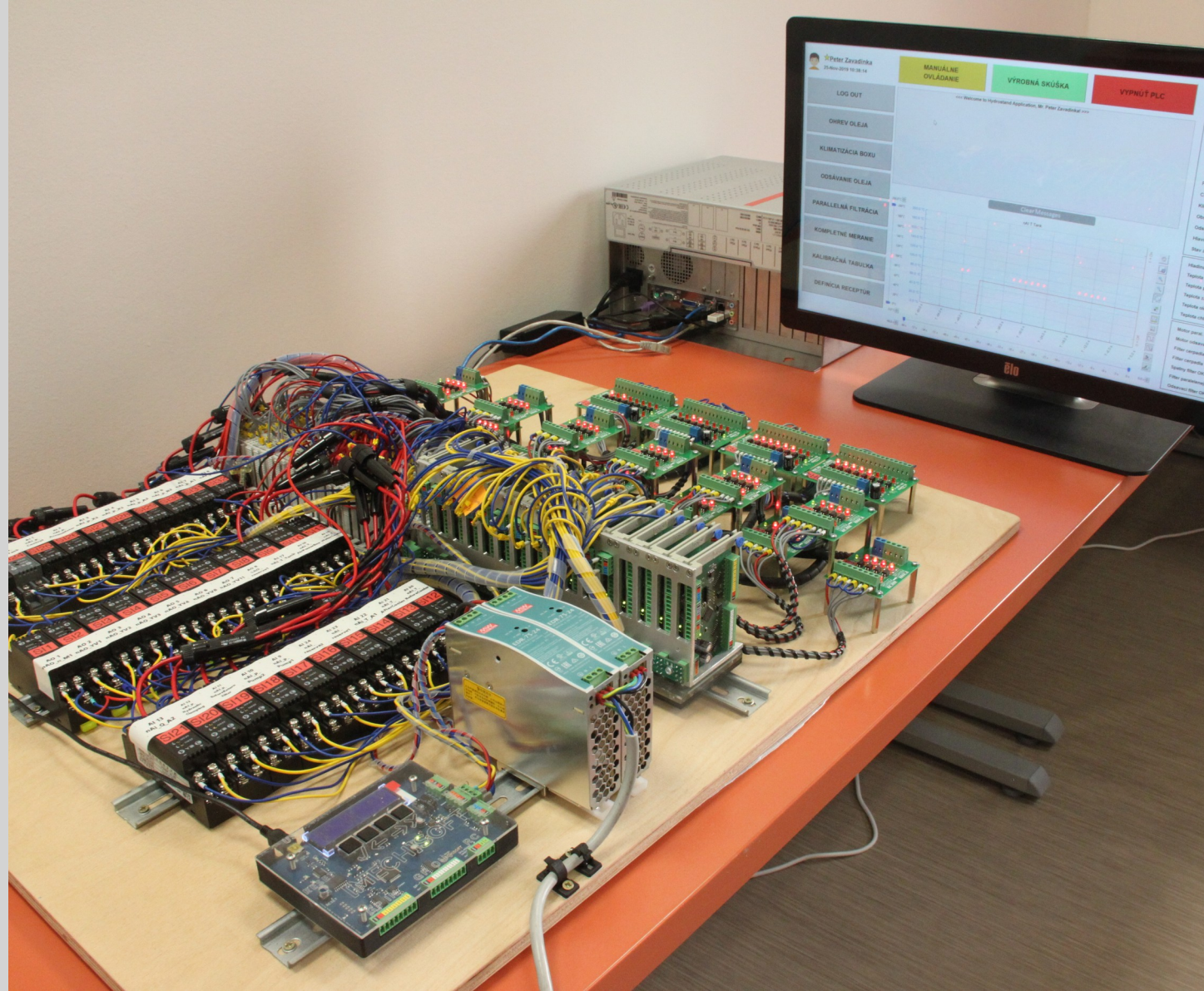


- **Simulace hydrauliky**

- simulujeme hydr. stand + chování testovaného zesilovače
- běží v Simulinku / SimHydraulics
- komunikace s MATLABem (Data Store Memory + event listener) = 500Hz

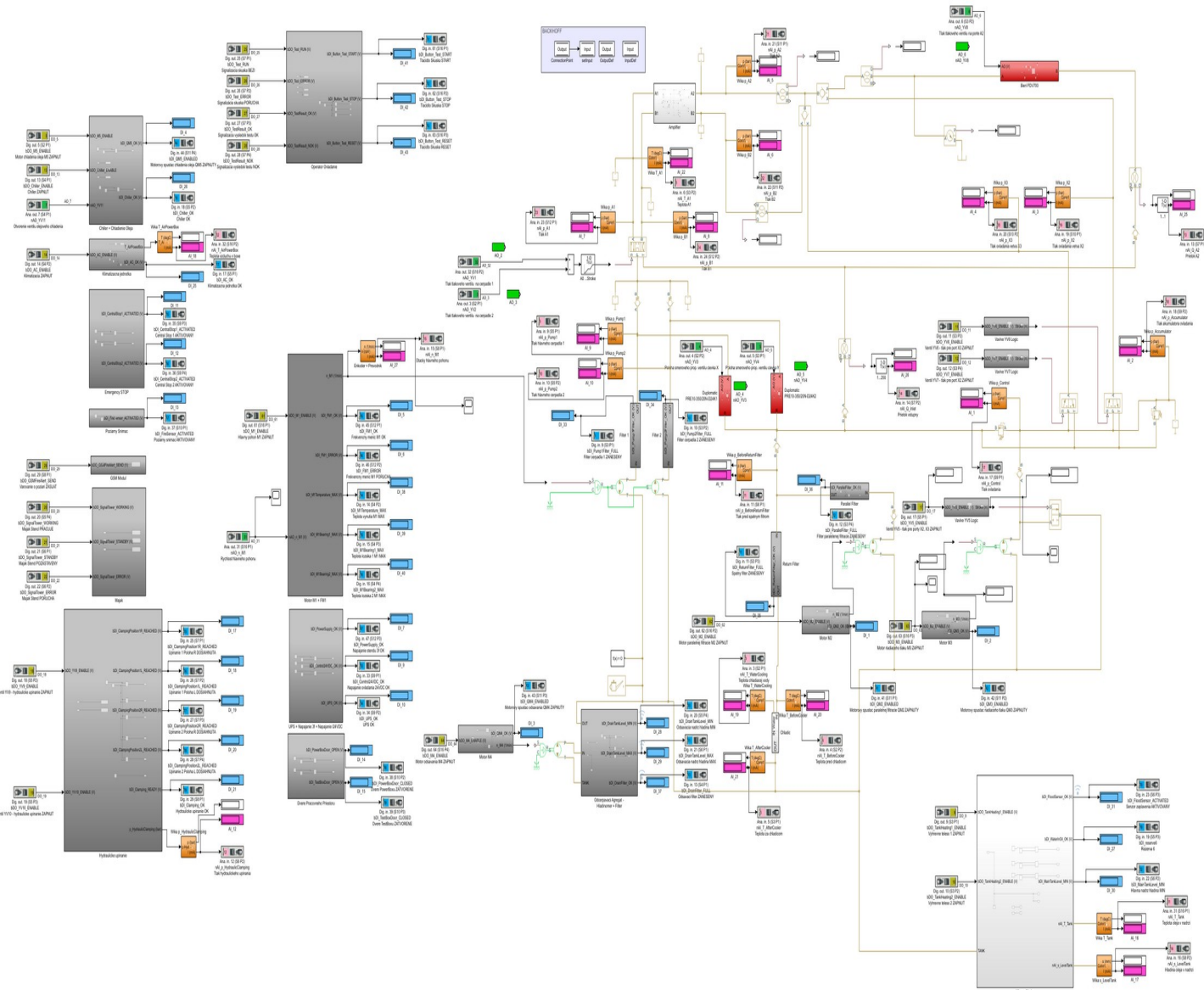
Projekt #01

Hydraulický stand



Projekt #01

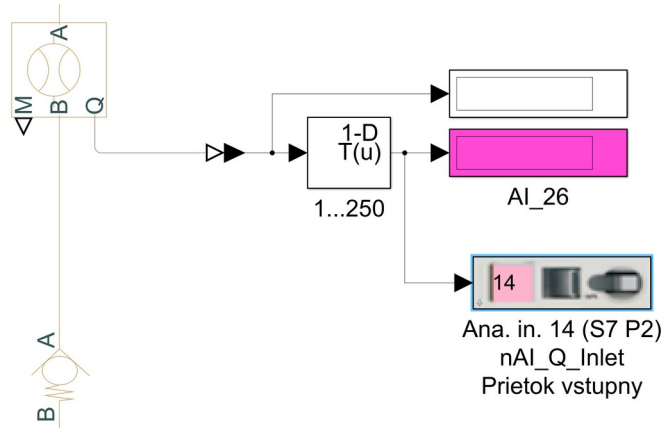
Hydraulický stand



Projekt #01

Hydraulický stand

- Vlastní maska bločku
- Automaticky popis bločků po zvolení signálu



Block Parameters: Ana. in. 14 (S7 P2) nAI_Q_Inlet Prietok vstupny

EL3058 | 8-channel analog input terminal 4...20 mA, single-ended, 12 bit

The EL3058 analog input terminal processes signals in the range between 4 and 20 mA. The current is digitised to a resolution of 12 bits and is transmitted (electrically isolated) to the higher-level automation device. The input electronics are independent of the supply voltage of the power contacts. The EL3058 EtherCAT Terminal combines eight channels in one housing. The power contacts are connected through. The 0 V power contact is used as reference ground connection for the inputs. The signal state of the EtherCAT Terminal is indicated by light emitting diodes.

Parameters

At the output, the digital value is set to the specified number.

Number of input signal: 14

Number of slaves unit: []

Number of input in slave unit: []

Name of signal: hAI_Q_Inlet

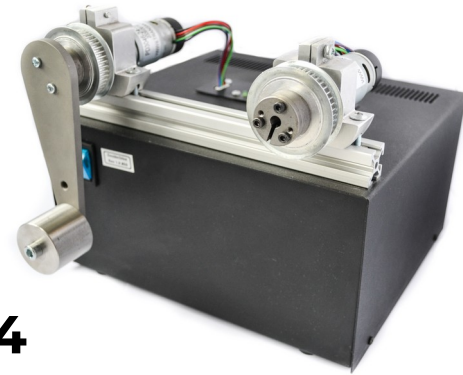
► Technical data

OK Cancel Help Apply

Projekt #02

Edu model

- **Výchozí situace**
 - cca 10 let používáme **vlastní výukový model se dvěma DC motory připojený k PC přes MF624**
 - řada úloh na polohové, rychlostní zpětnovazebné řízení, filtraci, přímovazebné řízení,...
- **Proč chceme nový model?**
 - stále větší počet studentů
 - možnost použít Edu model pro samostudium
 - možnost realizovat i úlohu na stavové řízení



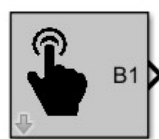
Projekt #02

Edu model

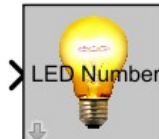
- **Nový edu model**
 - 1x DC motor
 - druhý kotouč pasivní
 - řada úloh od jednoduchých po stavové řízení



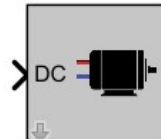
MSP Config



MSP Buttons



MSP LEDs



MSP Motor Control



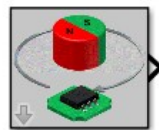
MSP Accelerometer & Gyroscope



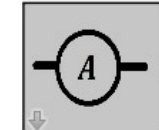
MSP Simulation Time



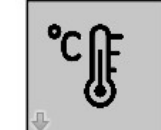
MSP Motor Encoder



MSP Flywheel Encoder



MSP Motor Current Sense



MSP Thermometers

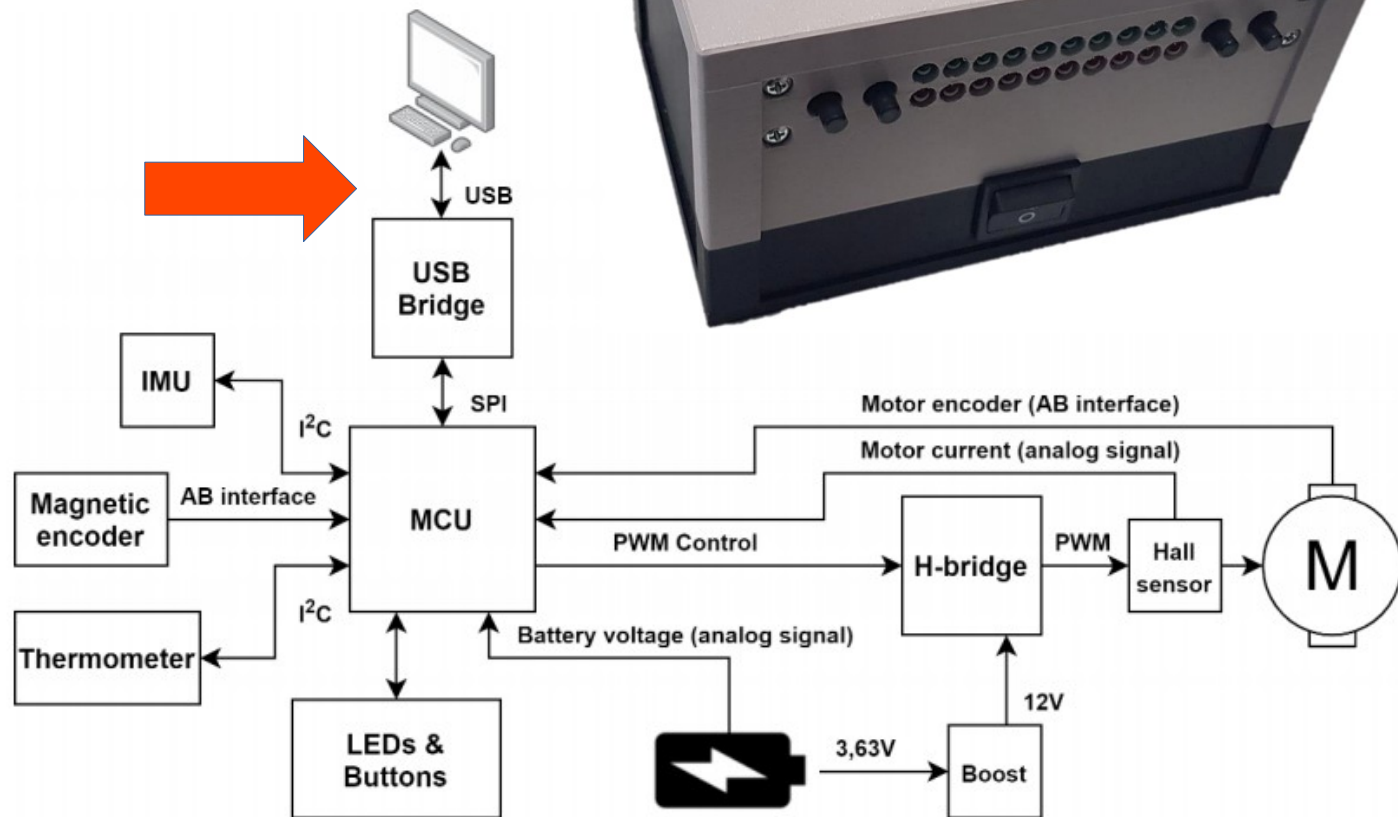


MSP Battery (%)

Projekt #02

Edu model

- schéma:



Projekt #03

Testování dataloggeru



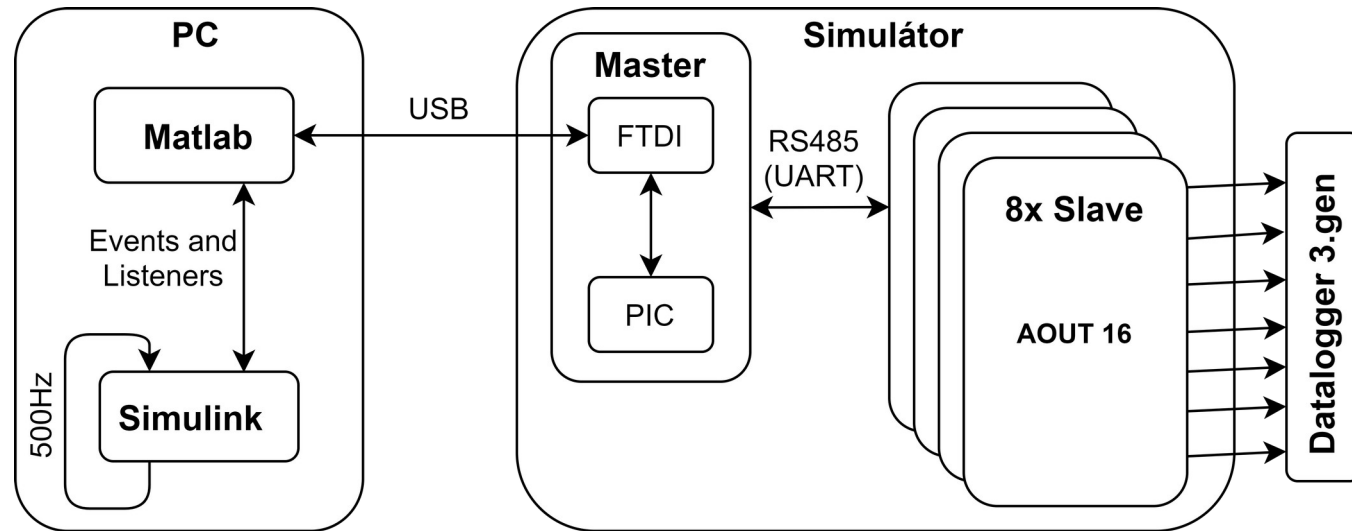
- **Robust 2in1 DAQ system:**
 - 16 kanálů, sensory tlaku, teploty, polohy (0-10V nebo 0-20mA)
 - **režim „MĚŘICÍ ÚSTŘEDNA“**
 - dlouhodobý záznam @1kHz
 - krátkodobý @10kHz
 - **režim „DATALOGGER“**
 - 1kHz
 - záznam na SD kartu
 - Li-ion baterie – až 60hod. měření
 - trigger / sleep mode
 - GSM/LTE/GPS komunikace (status, pozice, naměřená data)
 - robustní box a konektory, IP67

Projekt #03

Testování dataloggeru

▪ Zadání:

- při vývoji jsme ladili problémy
 - sleep mode mikrokontroleru
 - zápis na SD kartu
 - ...
- dlouhodobý test = simulace signálu na 16 kanálech

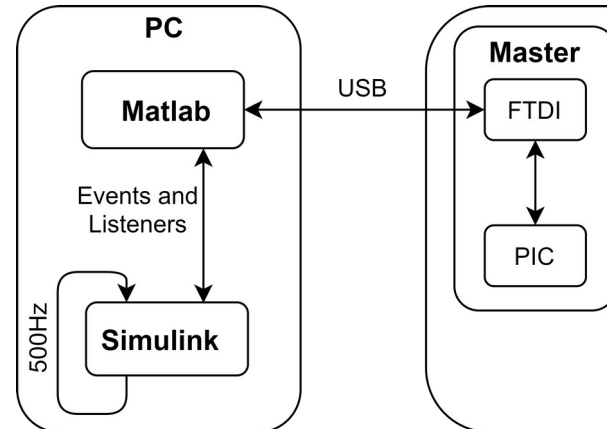


Agenda

- MECHLAB & RealTime – jak učíme mechatroniku
- Motivace pro použití USB
- ukázkové projekty
 - #01: Hydraulický stand
 - #02: Edu model
 - #03: Tester dataloggeru
- **Detaily použité technologie**

Detaily použité technologie

- Používáme **vlastní HW** (MCU dsPIC a PIC32)
- **FTDI USB čip** (High Speed USB FTDI FT2232H)
 - komunikace s MCU přes SPI
 - celý USB protokol je vyřešený na čipu → nižší požadavky na MCU
 - FTDI má free drivery
 - Full duplex komunikace zabezpečuje minimální zpoždění a max. rychlost řídicí smyčky (až 2kHz).
- **Na straně PC je potřeba pouze USB 2.0.**



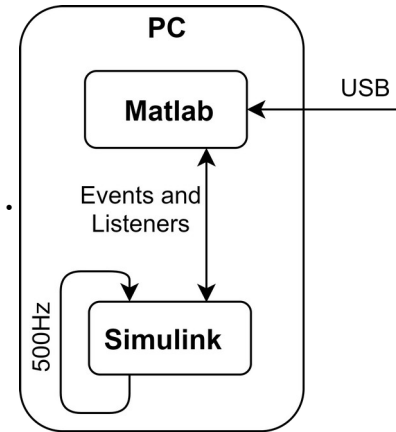
Detaily použité technologie

- **Kód běží v MATLABu**
 - **používáme DLL od FTDI**
 - open
 - read_write – full-duplex komunikace
 - close
 - **časování:**
 - pomocí tic-toc (přesnost 1e-6 sec.)
 - sledujeme čas jednoho kroku i celkový čas
 - **zapisování/čtení dat** řešeno přes spec. objekt

Detaily použité technologie

▪ Kód běží v Simulinku

- MATLAB komunikuje s HW
- umožňuje použít fixed step i variable step
- Postup simulace:
 - inicializace – vytvoří se objekt v MATLABu, kontrola HW
 - krok
 - MATLAB vyčte data z HW / zapisuje
 - MATLAB zapíše data do Simulink. bločků
 - Simulink provede krok
 - Simulink pošle event (MATLAB poslouchá - viz `add_exec_event_listener`).



Závěr

- MATLAB + USB = profesionálně použitelný systém pro řízení/HIL.
- Řídicí smyčka do cca 2kHz.
- Škálovatelnost.
- Výborný poměr výkon/cena.
- Prakticky ověřeno.

Více informací: **info@mechsoft.cz**