

VÝVOJ ŘÍDICÍCH ALGORITMŮ HYDRAULICKÝCH POHONŮ S VYUŽITÍM SIGNÁLOVÉHO PROCESSORU DSPACE

Přednáška na semináři CAHP v Praze 4.9.2013

Prof. Ing. Petr Noskievič, CSc.

Ing. Miroslav Mahdal, Ph.D.

Katedra automatizační techniky a řízení

Fakulta strojní

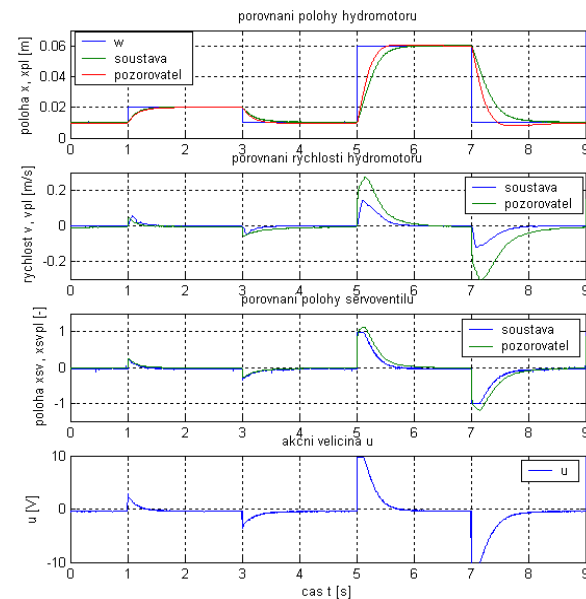
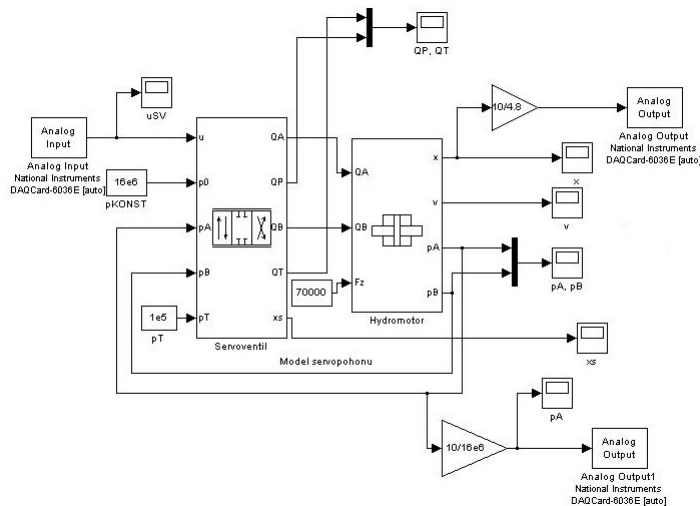
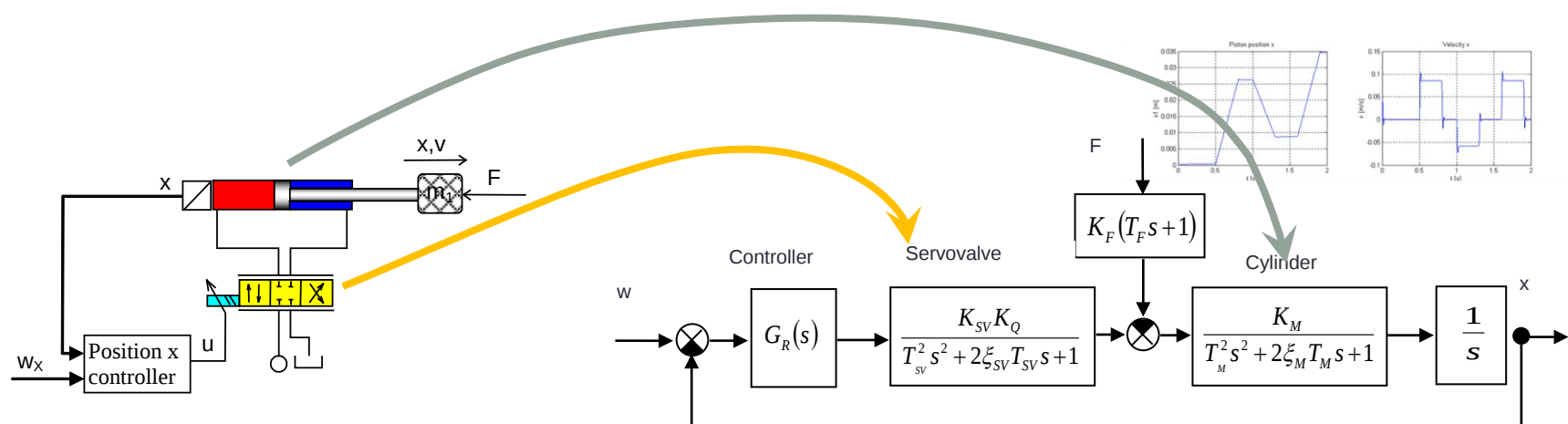
VŠB-Technická univerzita Ostrava



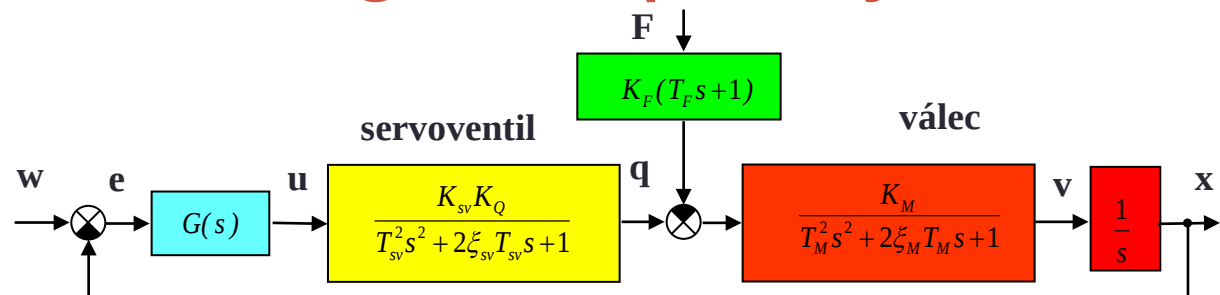
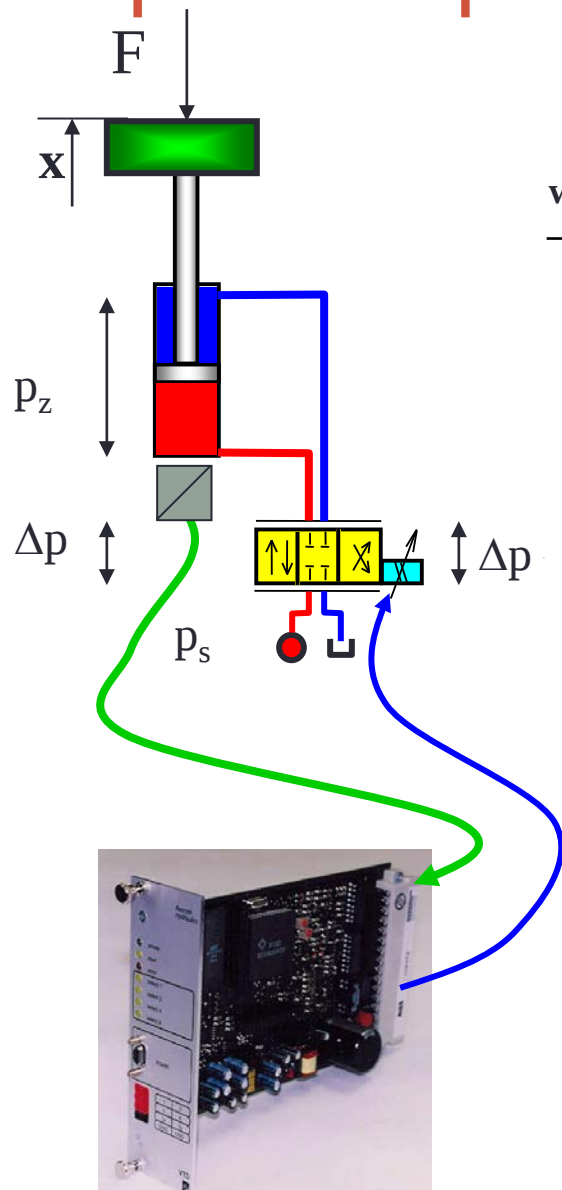
Obsah prezentace

- **Využití simulačních modelů** pro návrh řízení hydraulických pohonů
- Současný **stav a přístupy** k návrhu algoritmů pro řízení hydraulických pohonů
- **Simulace MIL, PIL, HIL**, Rapid prototyping
- Hardwarové prostředky **platformy dSPACE** a HIL simulace
- **Systémový návrh** řízení pomocí nástroje Matlab/Simulink
- **Realizace řídicích algoritmů**, vizualizace procesu, ladění parametrů
- Závěr

SIMULACE HYDRAULICKÝCH SYSTÉMŮ – ANALÝZA VLASTNOSTÍ – NÁVRH SYSTÉMU ŘÍZENÍ

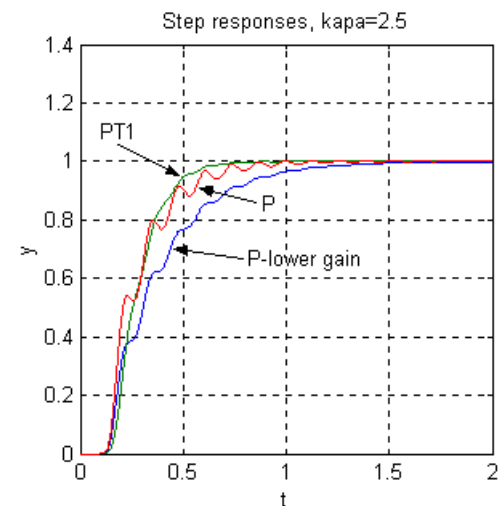
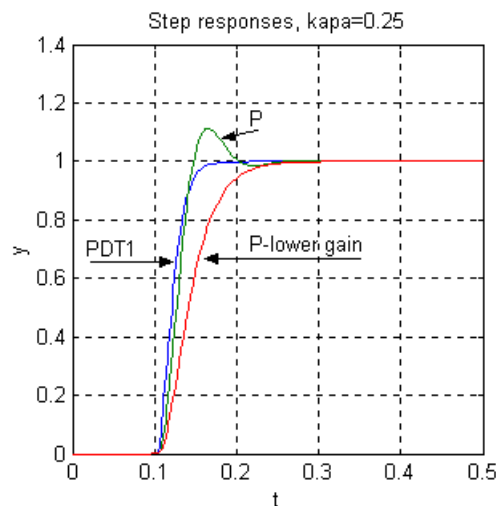


Aplikační příklad - regulace polohy



Rychlejší válec,
Pomalejší ventil
 $T_{sv} = 0.008s$
 $T_M = 0.002s$
 $\kappa = 0.25$

Rychlejší ventil,
Pomalejší válec
 $T_{sv} = 0.008s$
 $T_M = 0.02s$
 $\kappa = 2.5$



Přechodové charakteristiky pro dva pohony a různé regulátory

Simulační modely a vývoj řídicích algoritmů

Typy aplikačních úloh

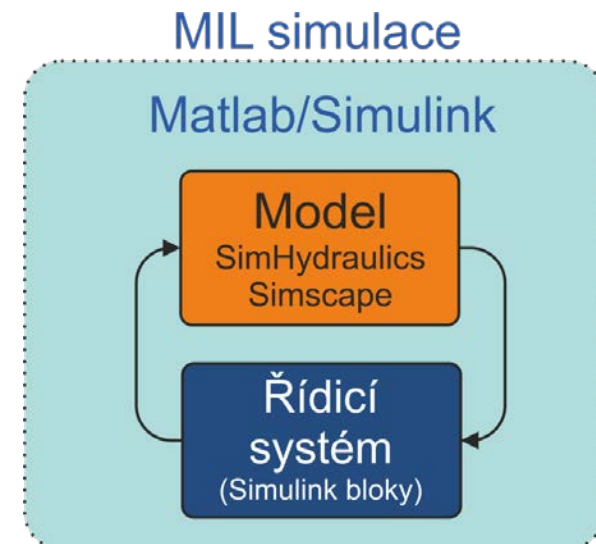
- Průmyslový řídicí systém – konfigurace algoritmu řízení, nastavení a seřízení konstant implementovaných regulátorů – např. HNC100, VT-HADC...
- Vývoj nového mikroprocesorového řídicího systému
- Vývoj řídicího systému na bázi HW dSPACE



Simulační metody MIL, PIL, HIL

- **MIL – Model In the Loop**

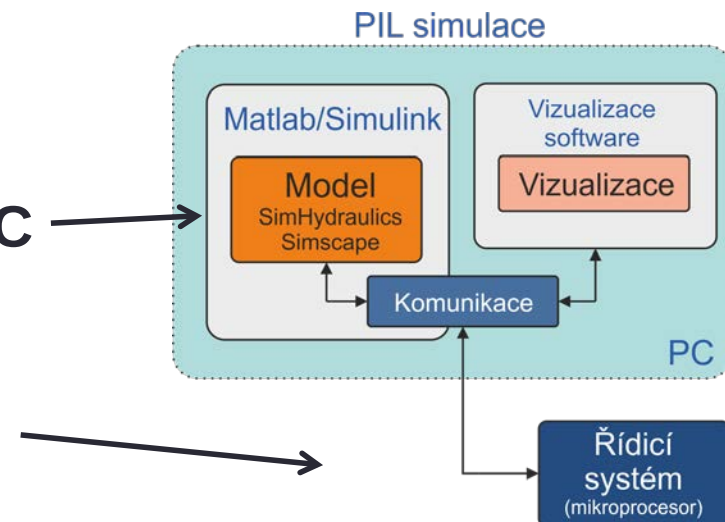
- Aplikuje se před implementací řídicího algoritmu na cílový hardware
- **Matematický model i řídicí systém** jsou simulovány **na jednom PC**
- Ověření dosavadního návrhu prostřednictvím softwarových výpočtů
- Jistá míra zjednodušení soustavy – matematický model napodobuje vlastnosti chování soustavy
- Definování počtu vstupů a výstupů



Simulační metody MIL, PIL, HIL

• PIL – Procesor In the Loop

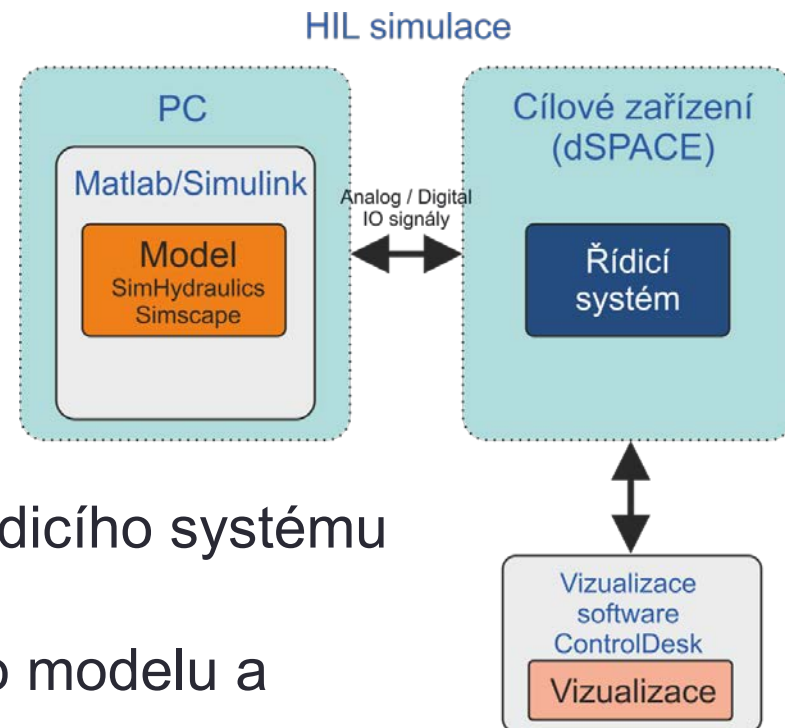
- **Matematický model simulován na PC**
- **Řídicí systém – hardware – mikroprocesorová jednotka**
- **Mikroprocesor a simulační software pracují ve smyčce**
- **Přenos dat** mezi mikroprocesorem a modelovanou soustavou **pomocí komunikačního kanálu**
- **Zjištění požadavků na cílový hardware (mikroprocesor) – paměťové a časové požadavky**



Simulační metody MIL, PIL, HIL

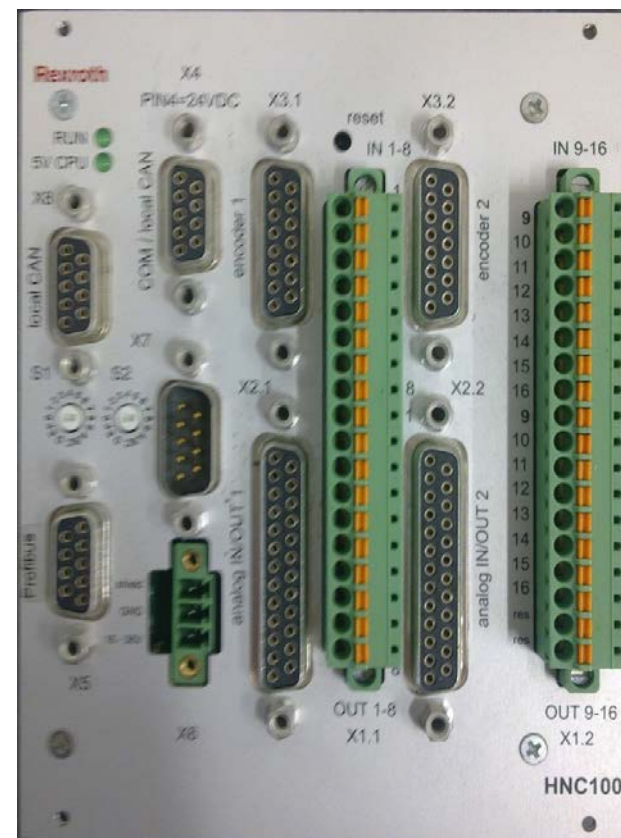
- **HIL – Hardware In the Loop**

- Obdobný princip jako metoda **PIL**
- Využití vstupně/výstupních karet
- Generování vstupů do testovaného řídicího systému
- **Výstupy ŘS vstupují** do simulačního modelu a vyhodnocují se odezvy
- Umožňuje **kompletně otestovat řídicí systém**
- **Poslední stádium před vývojem prototypu**

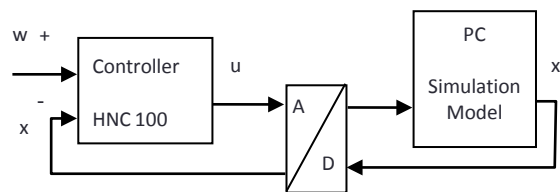


APLIKAČNÍ PŘÍKLAD – PARAMETRIZACE PRŮMYSLOVÉHO ŘS HNC 100

- Průmyslový číslicový regulátor pro řízení hydraulických pohonů
- Vybaven vhodnými regulátory pro regulaci
 - polohy
 - rychlosti
 - tlaku (síly)
- Programování a seřízení regulátoru pomocí připojeného počítače

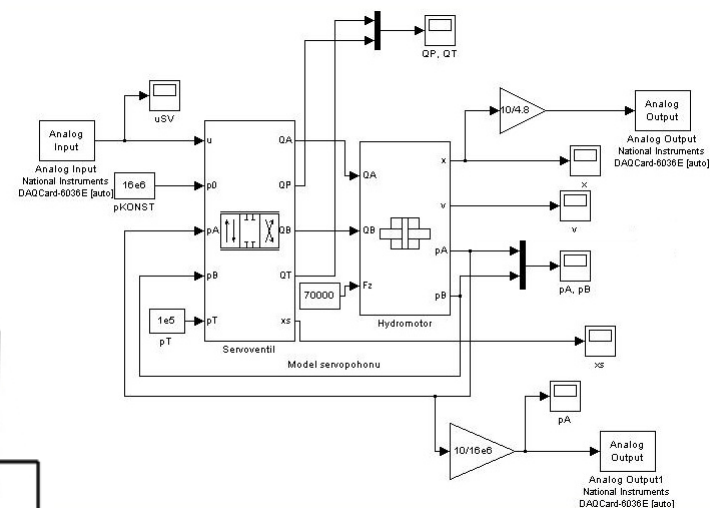
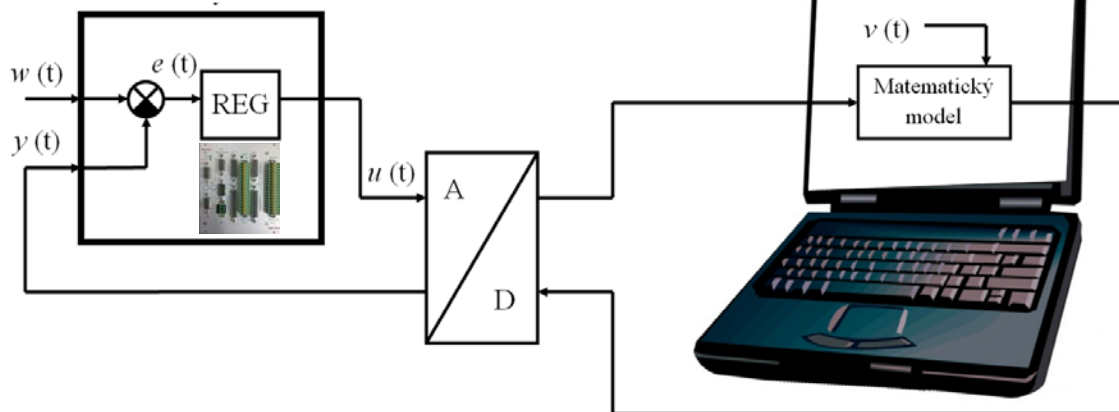


HNC100 SEŘÍZENÍ POMOCÍ SIMULACE HARDWARE IN THE LOOP



Simulace Hardware in the Loop

Řídicí systém HNC 100



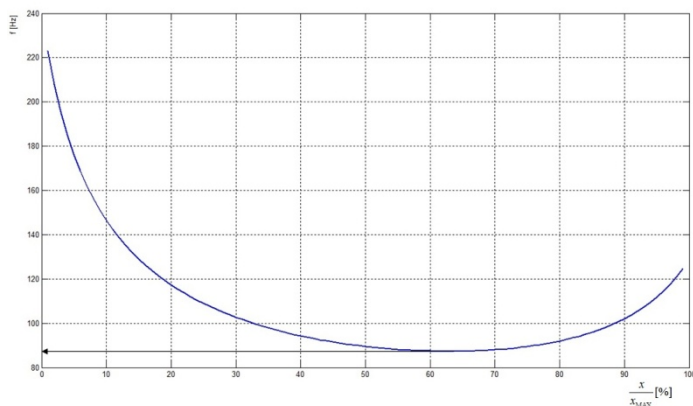
Simulační model elektrohydraulického servopohonu

SEŘÍZENÍ REGULÁTORU POMOCÍ HiL SIMULACE

Seřízení regulátoru pro hydraulický pohon zkušebního stavu

$\kappa = 1.35$

$$f_{HM} = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{K}{m} \cdot \left(\frac{S_A^2}{S_A \cdot x + V_{A0}} + \frac{S_B^2}{S_B \cdot (x_{MAX} - x) + V_{B0}} \right)}$$

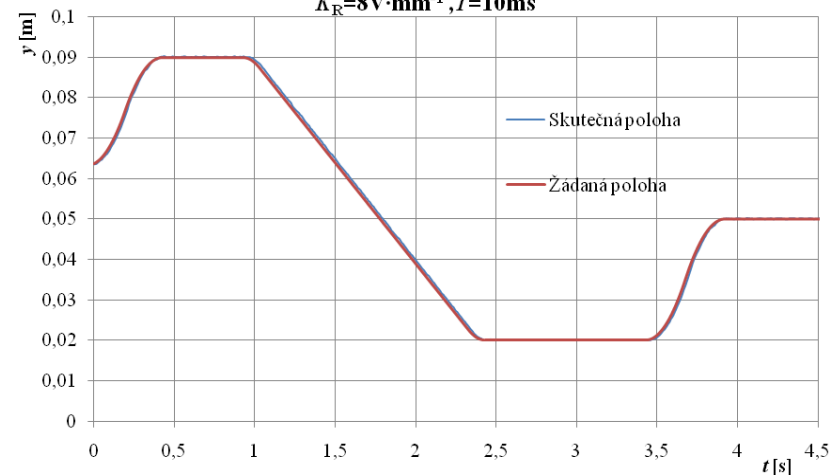


Vlastní frekvence válce v závislosti na poloze pístu

$$G(s) = K_R \cdot \frac{1}{Ts + 1}$$

Průběh pohybu pístnice hydromotoru pro PT1 regulátor,

$K_R = 8 \text{ V} \cdot \text{mm}^{-1}$, $T = 10 \text{ ms}$

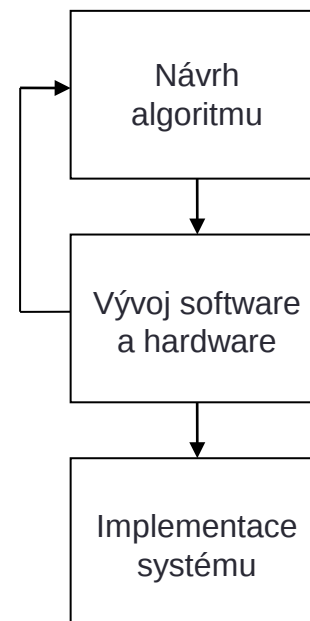


Žádaná poloha (červeně) a skutečná (modře) – **Simulace Hardware in the Loop**, PT1 regulátor

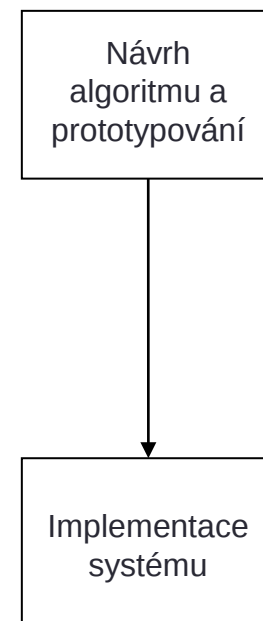
Vývoj mikroprocesorového ŘS - Rapid prototyping

- **Urychlení a zefektivnění vývoje řídicích systémů** pomocí simulace (využití metod MIL, PIL, HIL) a softwarového a hardwarového řešení
- Snížení počtu vývojových prostředí (software)

Tradiční přístup



Rapid prototyping



- Využívá automatické generování kódu
- Zachovává přímou vazbu mezi simulačním modelem a cílovou aplikací

Hardwarové prostředky platformy dSPACE

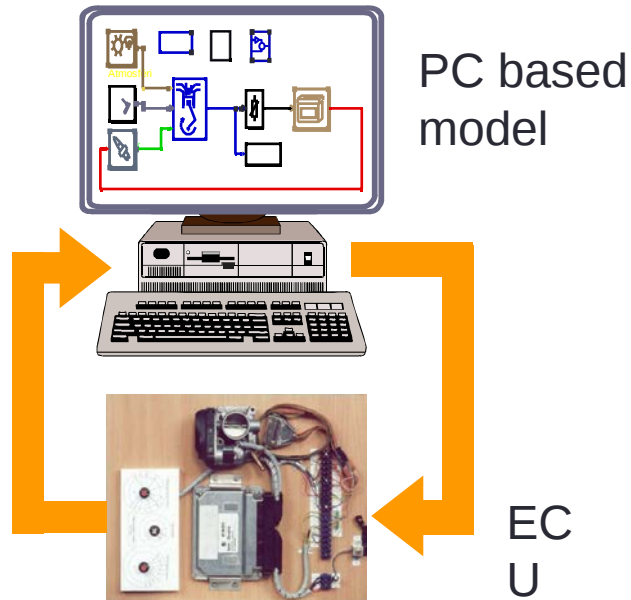
- Poskytují značný **rozsah výkonů od jednodeskových** (DS1005, DS1006) po **multiprocesorové sestavy**
- Procesorová karta provádí **real-time výpočet**
- DS1005 využívá architekturu PowerPC s frekvencí jádra 1GHz
- Komunikace s dalšími vstupně/výstupními kartami (DS2211)
 - Analogové vstupy/výstupy
 - Digitální vstupy/výstupy
 - PWM výstupy
 - PWM vstupy – měření periody a prac. cyklu
 - Výstupy pro generování obdélníkového signálu apod.



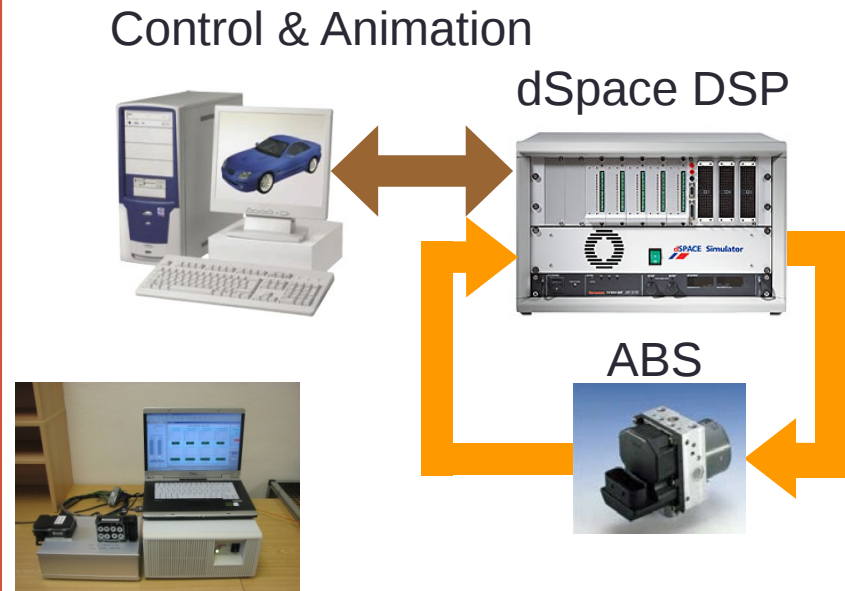
Vývoj řídicích systémů

HW in the Loop Simulation

- Internal Combustion Engine Control Unit

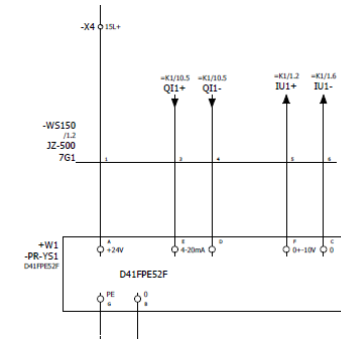
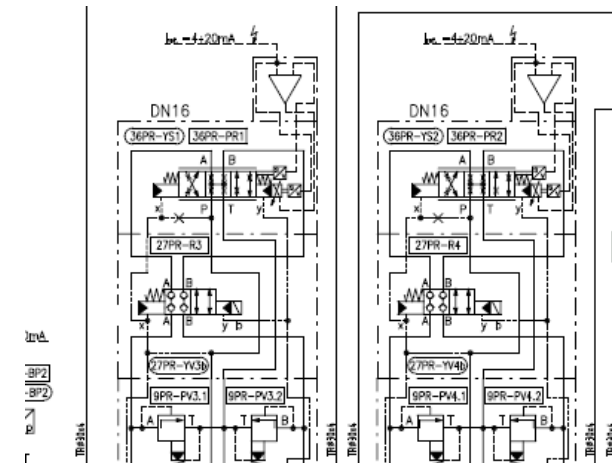
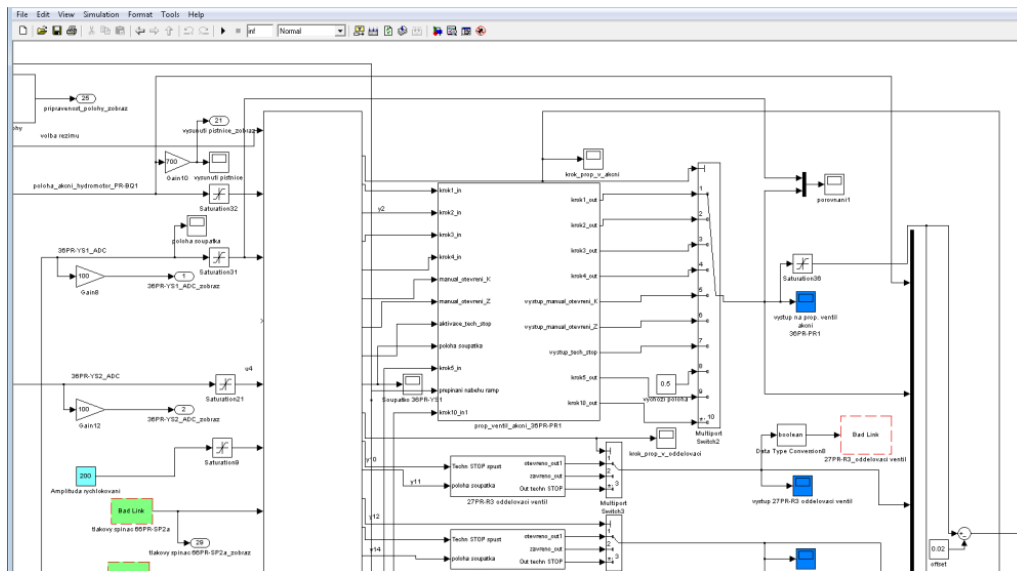


- Anti-Block Braking System (ABS)

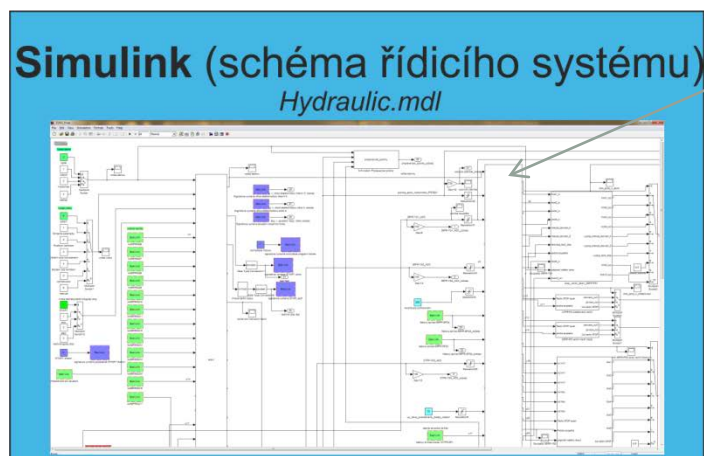


Tvorba řídicího algoritmu v prostředí Matlab/Simulink

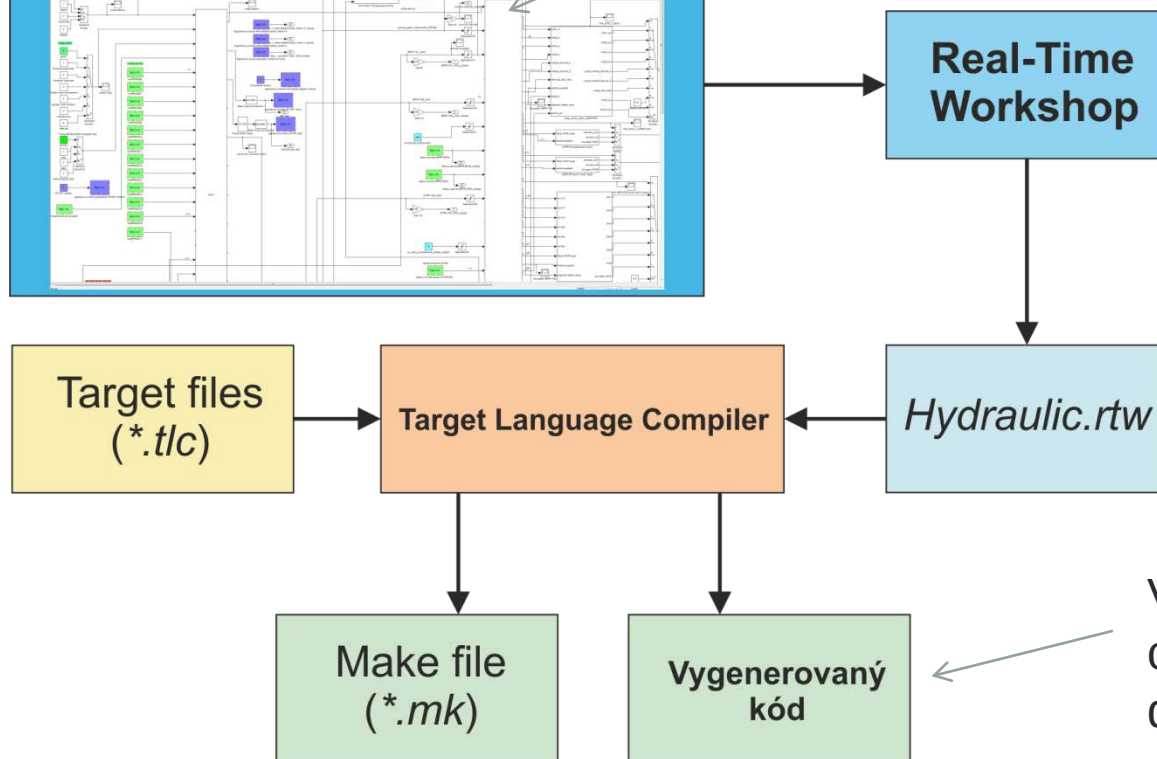
- Projektový návrh (hydraulické schéma)
- Elektrotechnická dokumentace
- Definování vstupů/výstupů
- Tvorba simulačního a řídicího algoritmu



Matlab/Simulink – generování kódu pro cílovou platformu dSPACE

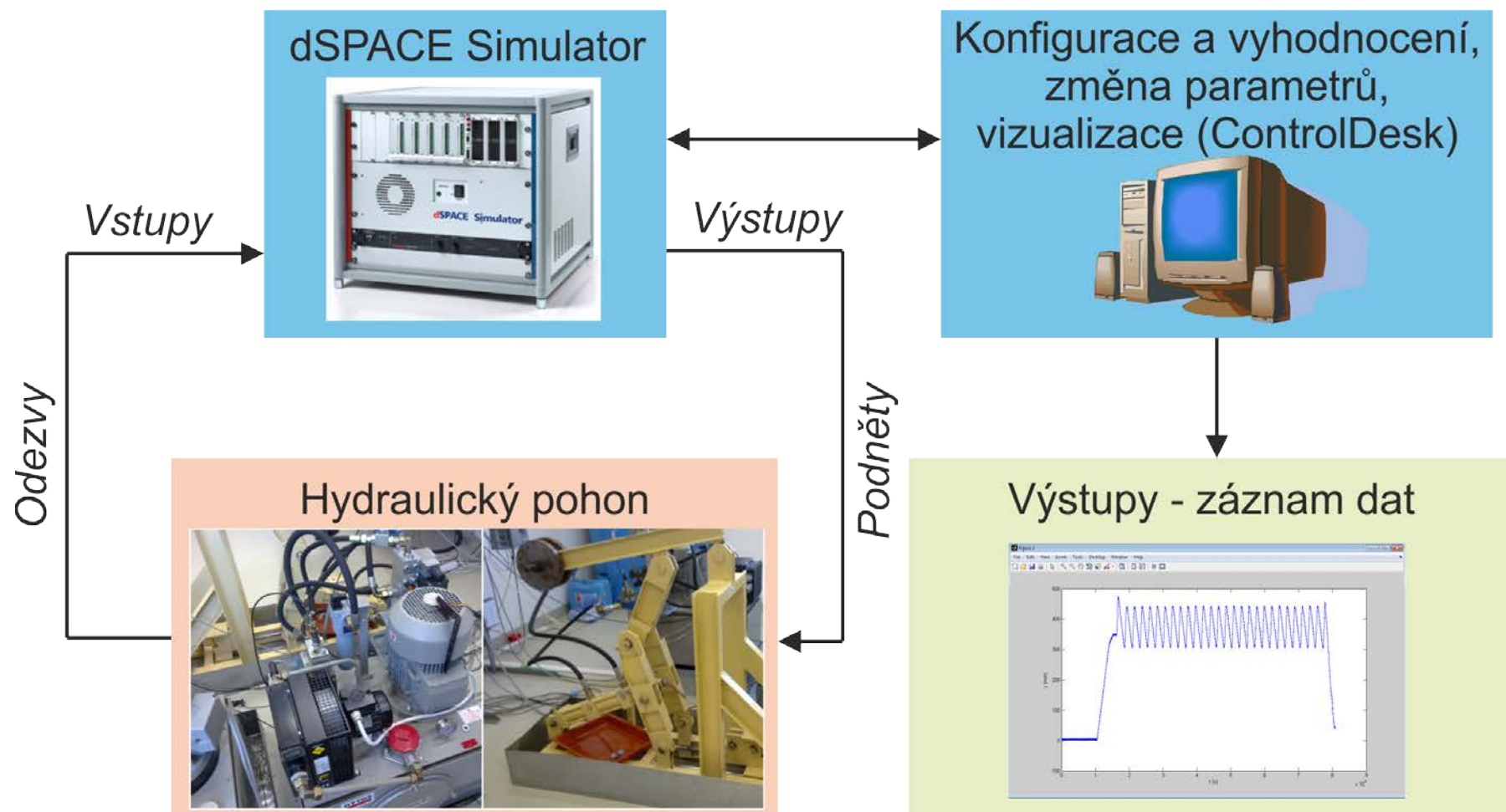


Využití S-function – programování v jazyku C
(přehledná realizace podmínek, přepínačů, atd.)



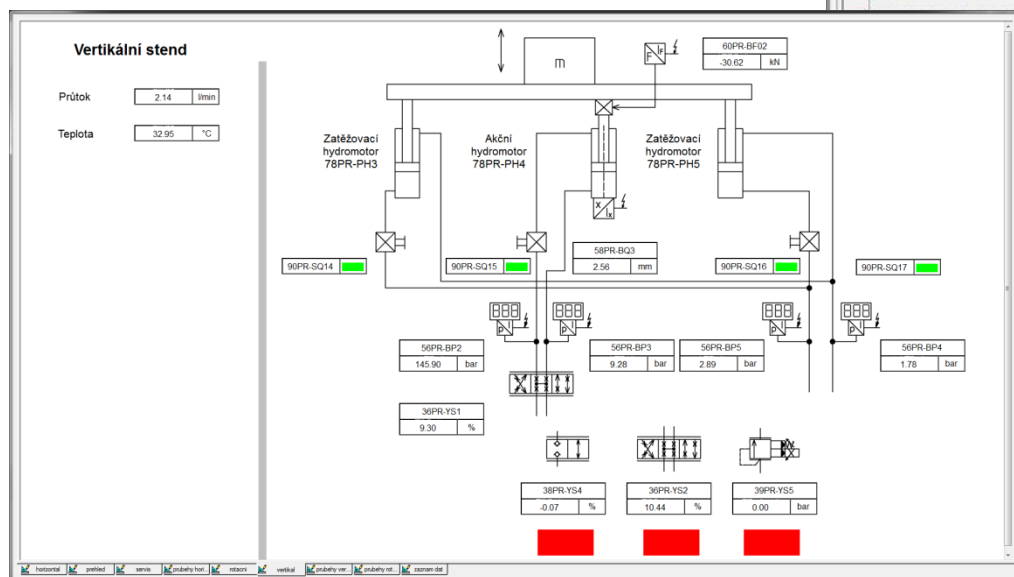
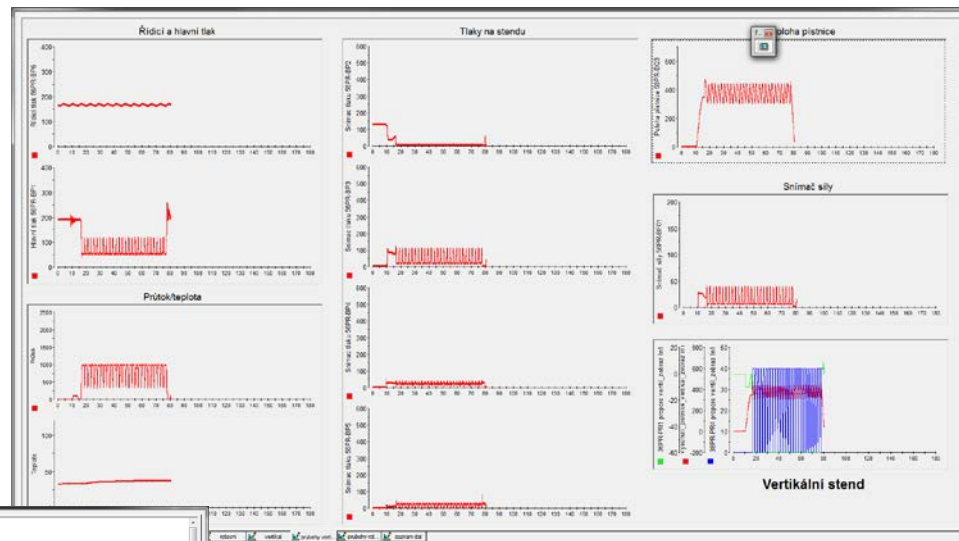
Výstupní kód pro
cílovou platformu
dSPACE

Řízení hydraulického pohonu



ControlDesk – vizualizace a ladění parametrů

- Zásahy do řízení pohonu
- Ladění parametrů za chodu
- Sledování odezev



- Knihovna nástrojů
Instrument Selector
- Snadný přístup k
proměnným Simulink
modelu
- Nástroje pro zachytávání
dat

Shrnutí – charakteristika současného stavu vývoje ŘS s podporou platformy dSPACE

- Jasně definované **standardizované postupy** – zavedení nových **simulačních metod**
- **Lepší organizace vývojové fáze**
- **Zvýšení efektivity**
- **Redukce rutinních pracovních činností**
- **Zabránění chybám**
- Možnost **ladění** za chodu zařízení

Závěr

- **Simulační modely** – významný nástroj pro **efektivní návrh řídicích algoritmů**
- **HIL simulace** – využití při návrhu a **seřízení** řídicích algoritmů **průmyslových ŘS**
- **Vývoj řídicího algoritmu** v simulačním programu – přenos do **cílové HW platformy**
- **dSPACE** – využití pro vývoj řídicích programů, **řízení a vizualizaci řízených systémů** - zkušebních stavu

Vývoj řídicích algoritmů hydraulických pohonů s využitím signálového procesoru dSPACE

Děkuji za pozornost ...