

# Aplikace pokročilých regulačních metod pro řízení spojitých systémů

 TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
Fakulta mechatroniky, informatiky  
a mezioborových studií

Autor: Bc. David Černý  
Vedoucí práce: Ing. Martin Diblík PhD.  
Ústav mechatroniky a technické informatiky

## Abstract

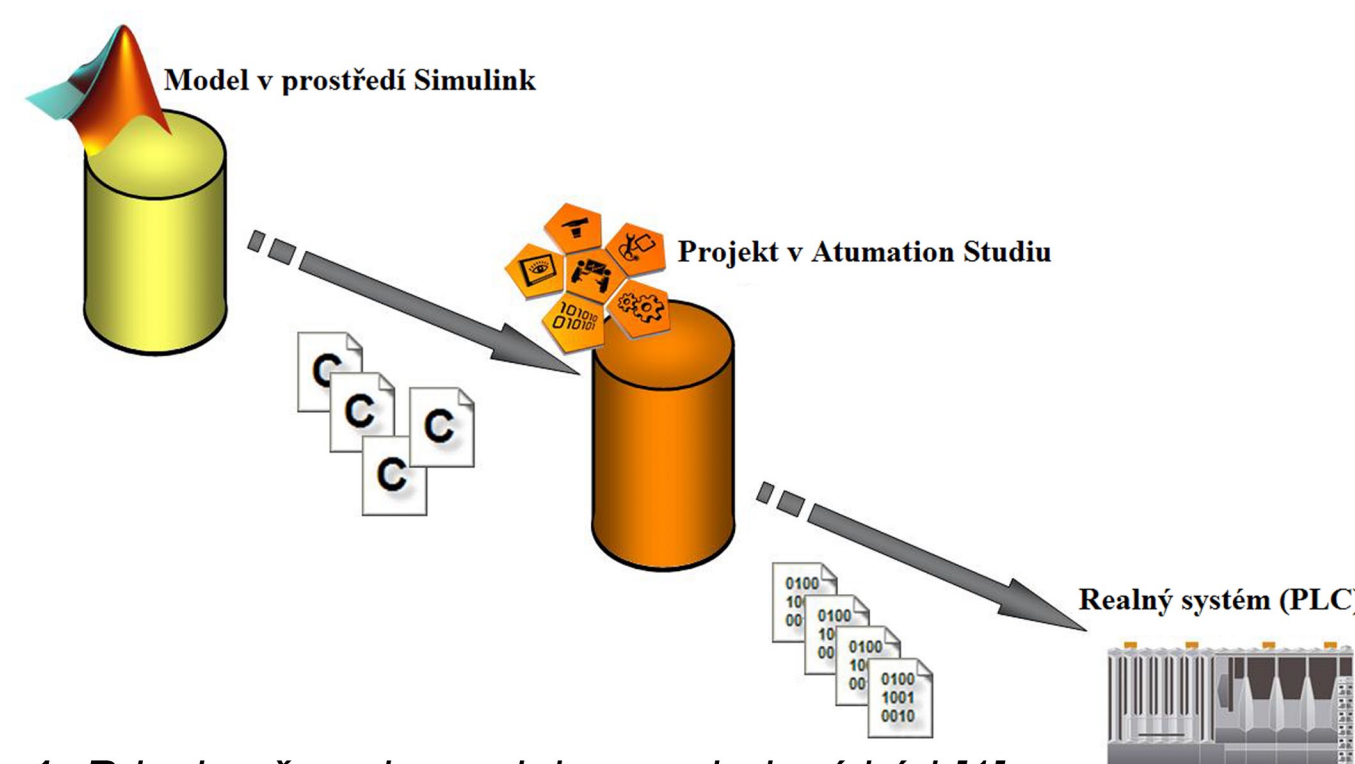
The work deals with the implementation of advanced control methods on B&R PLC and flexible coupled motor with tachogenerator. The work demonstrates use of B&R Automation Studio and Simulink addon - B&R Target for Simulink. Designed and implemented controllers are compared with a regulation via Matlab Real-Time Toolbox and simulation. The regulation is controlled by the visualization which allows the change controllers tuning.

## Cíle práce

- 1) Seznámení se s PLC automaty firmy B+R, vývojovým prostředím Automation Studio, doplňkem „Automation Studio Target for Simulink®“. Ověření možnosti přenosu projektu z prostředí Matlab/Simulink do PLC automatu.
- 2) Oživení a připojení reálného PLC ke zvolené úloze v laboratoři řídicí techniky TK4.
- 3) Realizace řízení soustavy s klasickými PID regulátory a pomocí pokročilejších regulačních metod (regulace s vnitřním modelem a stavová regulace).
- 4) Porovnání kvality regulace pomocí PLC a regulace pomocí Matlab RealTime toolboxu.
- 5) Naprogramování vizualizačního rozhraní pro použité metody regulace.

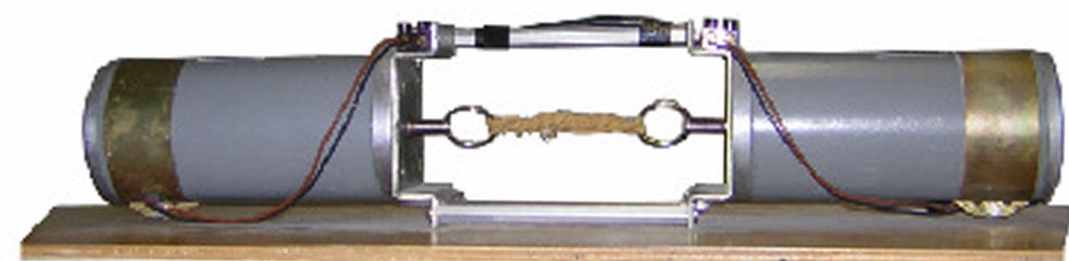
## Vstup do problematiky

Práce se zabývá realizací regulátorů, které jsou navrženy v Simulinku a následně převedeny na zdrojový kód do prostředí B&R Automation Studia. Samotná realizace regulátoru pro PLC je díky použitému doplňku B&R Automation Target for Simulink značně jednodušší.



Obr. 1. Princip převodu modelu na zdrojový kód [1]

V rámci diplomového projektu byla ověřena pouze vzájemná kompatibilita samotných programů. Z tohoto důvodu se práce věnuje konkrétní aplikaci pro regulaci otáček motoru spojeného pružnou spojkou s tachodynamem. Díky tomu je možné určit, zda převedené modely regulátorů odpovídají simulacím a regulaci pomocí Matlab Real-Time Toolboxu.



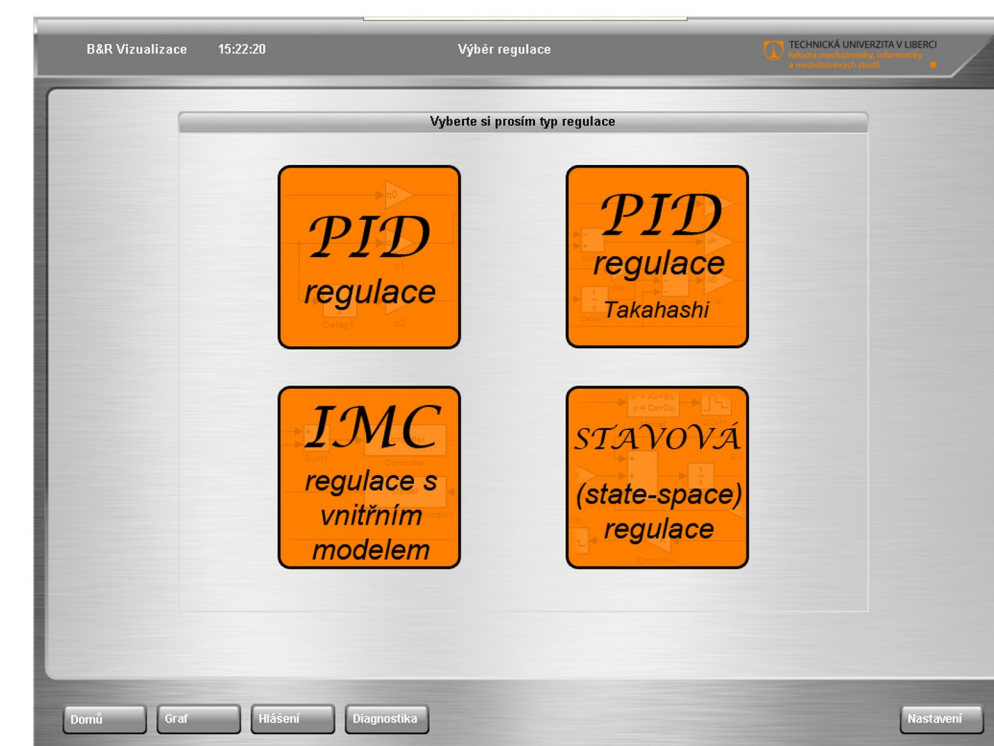
Obr. 2. Model motoru spojený pružnou spojkou s tachodynamem

## Metodika

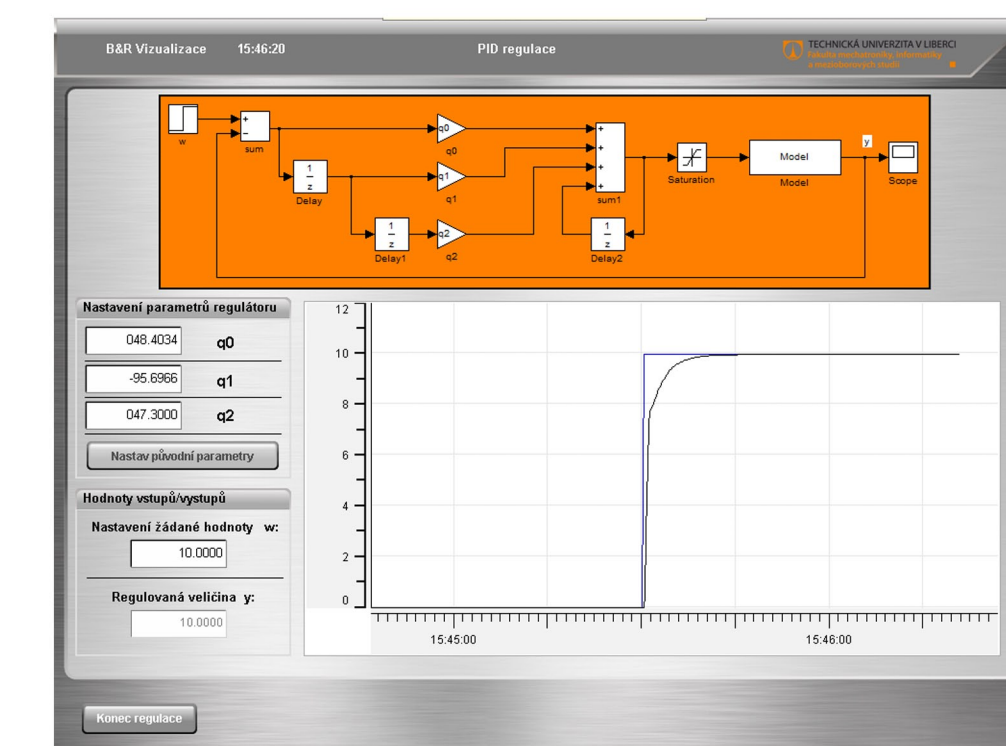
První část práce je věnována instalaci a zprovoznění všech programů, potřebných ke generování zdrojového kódu (kompilátor, B&R Automation Studio Target for Simulink, Matlab, VNC Viewer). Nasimulované modely regulátorů byly vhodně upraveny bloky z knihovny B&R Automation Studio Toolbox. Ověřena byla funkčnost a seřízení regulátorů simulací na virtuálním PLC. Dalším krokem bylo zprovoznění regulátorů na reálném PLC (B&R CP1484-1) a připojení úlohy na analogové vstupy a výstupy (X20AI4222 a X20AO4622). Naměřené hodnoty byly porovnány s průběhy regulace při řízení Matlab Real-Time toolboxem a se simulací.

## Výsledky

Pro všechny regulátory byla vytvořena vizualizace, která umožňuje měnit nastavení a typ regulátorů. Zároveň je možné nastavovat žádanou hodnotu a vykreslovat do grafu průběh regulované veličiny.

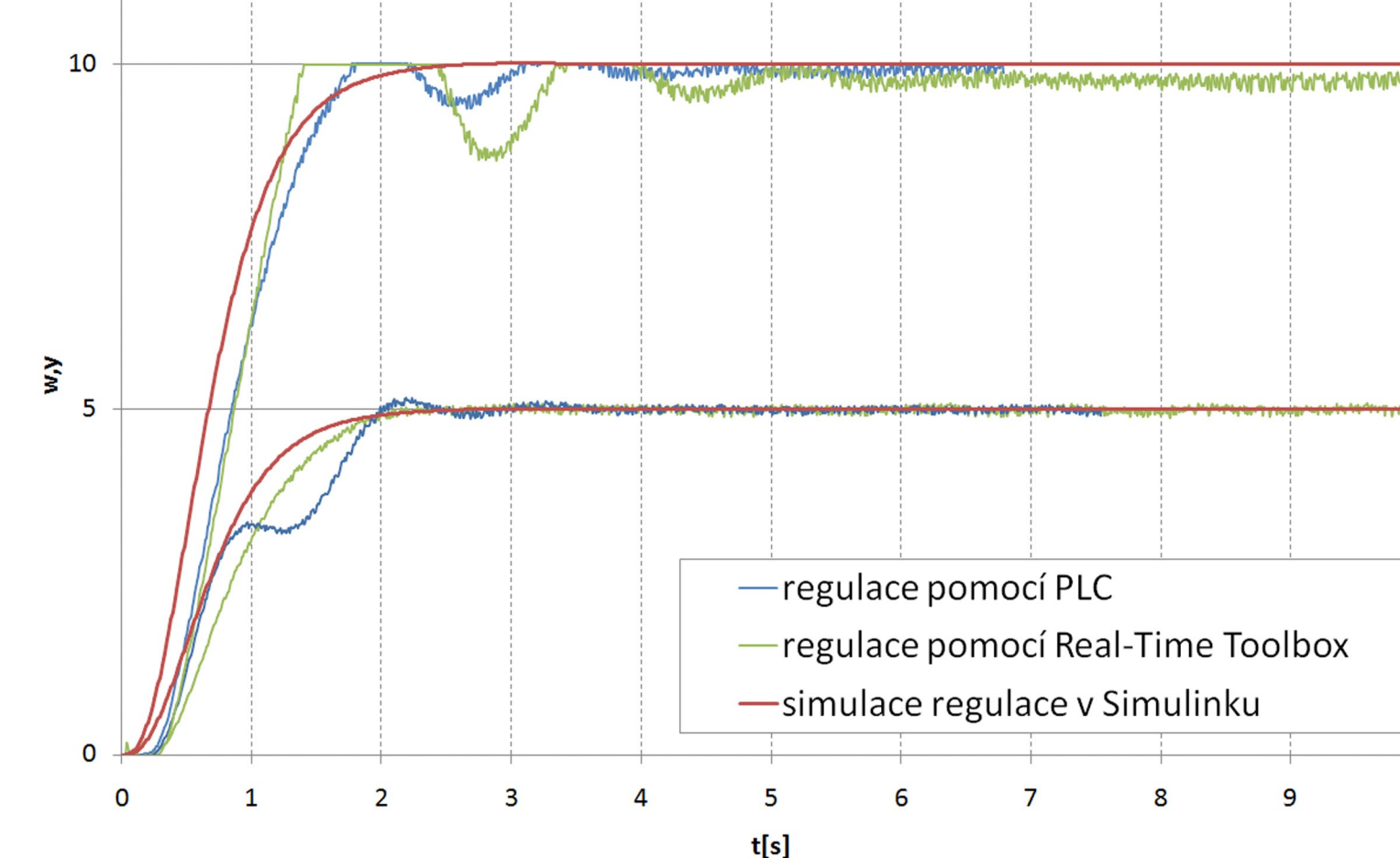


Obr. 3. Okno vizualizace s výběrem regulátorů



Obr. 4. Ovládání PID regulátoru s nastavením parametrů

Jednotlivé typy regulátorů byly vyhodnoceny podle svých průběhů regulovaných veličin. Z průběhů je patrné, že převedené regulátory svým chováním odpovídaly nasimulovaným hodnotám i regulaci přes Matlab.



Graf 1. Příklad naměřených průběhů regulace - regulátor s vnitřním modelem (IMC)

## Diskuze a závěry

V průběhu práce nastal problém při realizaci stavového regulátoru, který špatně reprezentoval maticový zápis v blokách Gain (Simulink). Řešení bylo nalezeno v podobě přiřazení vlastního bloku gain každému prvku v matici. Dalším problémem bylo dosažení žádané hodnoty rovné 10 V, kdy tachodynamo této hodnoty nebylo schopno dosáhnout.

Všechny implementované regulátory fungovaly bezproblémově. Práce tak demonstruje možnosti automatického generování zdrojového kódu, které jsou využitelné v případech složitějších regulačních struktur. Krok od návrhu k realizaci je pro uživatele opět o něco kratší a otevírá se tak prostor k dalším možnostem využití B&R Automation Studio Target for Simulink.

## Reference

- [1] BERNECKER + RAINER INDUSTRIE-ELEKTRONIK GES.M.B.H. *B&R Automation Studio Target for Simulink®: TM140*. 2011.
- [2] MARLIN, Thomas E. *Process control: designing processes and control systems for dynamic performance*. 2nd ed. Boston: McGraw-Hill, 2000, xxxiii, 1017 p. ISBN 00-703-9362-1.
- [3] ŠULC, Bohumil. *Teorie a praxe návrhu regulačních obvodů*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004, 333 s. ISBN 80-010-3007-5.
- [4] VÍTEČKOVÁ, Miluše. *Návrh a seřízení konvenčních regulátorů*. TRILOBIT. 2009, roč.1, č. 1. DOI: 1804-1795. Dostupné z: <http://trilobit.fai.utb.cz/navrh-a-serizenikonvencnich-regulatoru>.
- [5] BALÁTĚ, Jaroslav. *Automatické řízení*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2003, 663 s. ISBN 80-730-0020-2.



Bc. David Černý  
e-mail: david.cerny1@tul.cz  
telefon: po vyžádání