

VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE

FAKULTA CHEMICKO-INŽENÝRSKÁ

Ústav počítačové a řídicí techniky



MODULÁRNÍ LABORATOŘE

ŘÍZENÍ FYZIKÁLNÍHO PROCESU POČÍTAČEM

Programování systému PCT40 v Simulinku

Prosinec 2006

Verze 1.0

Programování systému PCT40 v Simulinku systému MATLAB

1. Technické vybavení k využití Simulinku pro řízení PCT40

Grafické programování, které je pro řízení průmyslových systémů v současnosti silně uplatňováno lze ve školních podmínkách realizovat pomocí Simulinku systému MATLAB. Programování v tomto systému je velmi jednoduché na rychlé pochopení a vzhledem k celé řadě toolboxů systému MATLAB dává široké možnosti uplatnění. Systém PCT40 je vybaven 60-pinovým konektorem, který umožňuje připojení vnitřní sběrnice systému na multifunkční kartu vloženou do PC. Popis tohoto konektoru uvádí kapitola *Popis systému Armfield PCT40* v Tab.2.

Jako multifunkční kartu jsme použili typ MF614 firmy Humusoft, který je určen pro sběrnici PCI využívanou v současných počítačích a dále má 4 výstupní analogové signály, které potřebujeme. Většina běžných karet má pouze dva analogové výstupy. Propojení této karty s konektorem systému PCT40 umožňuje realizovaný kabel. Programové vybavení Matlabu pro tento účel doplňuje Real Time Toolbox pro Simulink verze 3.12, který rovněž dodává firma Humusoft.

2. Popis karty MF614

Karta MF614 je podrobně popsána v návodu – “*User’s Manual MF614 Multifunction I/O Card*” dodávaném s kartou. Uvedeme zde základní parametry a zapojení konektoru.

Vybrané parametry karty MF614:

- 10 μ s 12 bit A/D převodník se vzorkovací jednotkou
- 8 kanálový vstupní multiplexer zapojený ‘single ended’ s ochranou
- programově volitelné vstupní rozsahy $\pm 10V$, $\pm 5V$, 0-10V, 0-5V
- zabudovaná napěťová a časová reference
- 4 D/A převodníky 12 bit s výstupním rozsahem $\pm 10V$, $\pm 30mA$ do zkratu; po resetování je výstup nastaven na 0V
- 8-bitový digitální výstup TTL
- 8-bitový digitální vstup TTL

Zapojení konektoru karty MF614 (konektor typu Canon 37 pinů):

AD0	1	20	DA0
AD1	2	21	DA1
AD2	3	22	AGND
AD3	4	23	DA2
AD4	5	24	DA3
AD5	6	25	AGND
AD6	7	26	-12V
AD7	8	27	+12V
AGND	9	28	+5V
AGND	10	29	GND
GND	11	30	DOU0
DIN0	12	31	DOU1
DIN1	13	32	DOU2
DIN2	14	33	DOU3

DIN3	15	34	DOUT4
DIN4	16	35	DOUT5
DIN5	17	36	DOUT6
DIN6	18	37	DOUT7
DIN7	19		

Tab.1 Zapojení konektoru karty MF614

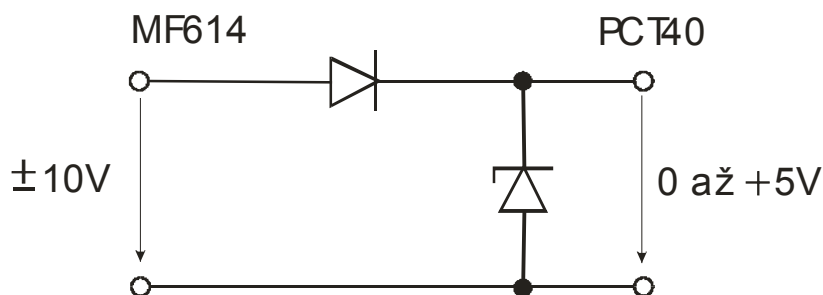
3. Popis propojovacího kabelu

Je použit plochý šedý 60 žilový kabel (typ AWG28-60) opatřený na straně karty konektorem Canon 37 pinů a na straně PCT40 samořezným konektorem 60 pinů (typ LPV-60). Kabel propojuje piny 60 pinového konektoru (viz Tab.2 v Popisu systému Armfield PCT40) a piny konektoru karty MF614 podle následující tabulky:

konektor MF614	konektor PCT40
1	1
2	2
3	3
4	4
5	7
6	8
7	9
9	17
10	23
11	25
12	30
13	31
14	33
15	34
16	36
20	22
21	24
22	37
23	49
24	50
29	47
30	41
31	43
32	44
33	45

Tab.2 Propojení pinů uvedených konektorů propojovacím plochým kabelem

Protože deska MF614 má pevně nastaven rozsah analogových výstupů na $\pm 10V$ byly do propojovacího kabelu pro tyto čtyři analogové výstupy (t.j. piny č.20,21,23,24 karty MF614) zabudovány seriově diody propouštějící kladné napětí a jako ochrana připojeny z každého analogového výstupu na zem Zenerovy diody 5,1V. Toto obvodové řešení zajišťuje, že do systému PCT40 nepříjde větší napětí než 5,1V i když nastavení výstupního napětí v rozsahu 0-5V je prováděno programově v Simulinku volbou vnitřní proměnné v rozsahu 0 až 0,5. Použití diod je pouze další ochranou systému pro případ chyby v programu. Viz obr.1.



Obr.1 Zapojení ochranných diod v propojovacím kabelu (na analogových výstupech karty MF614)

Poznámka: přepínač umístěný v kabelu přepne na MF614 v poloze sepnuto

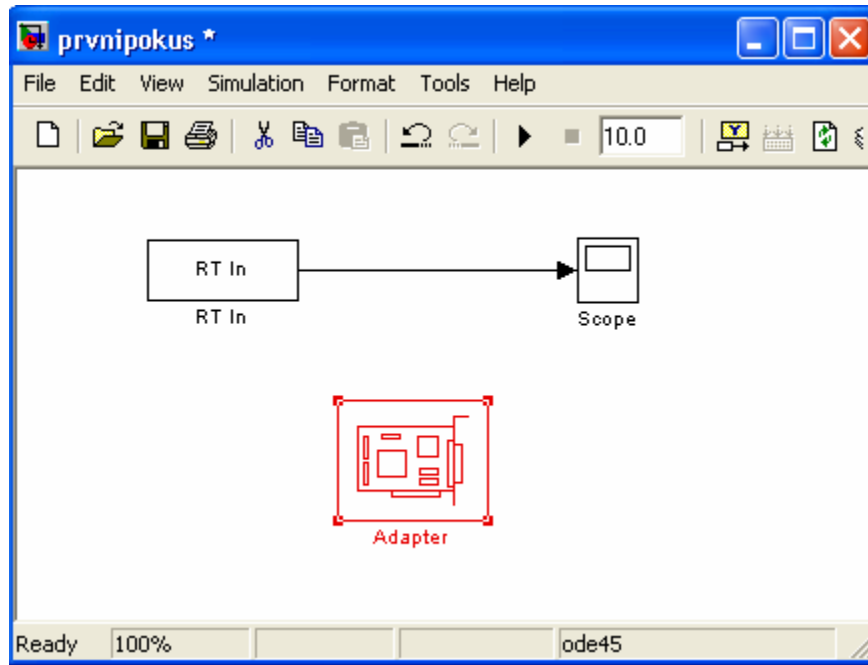
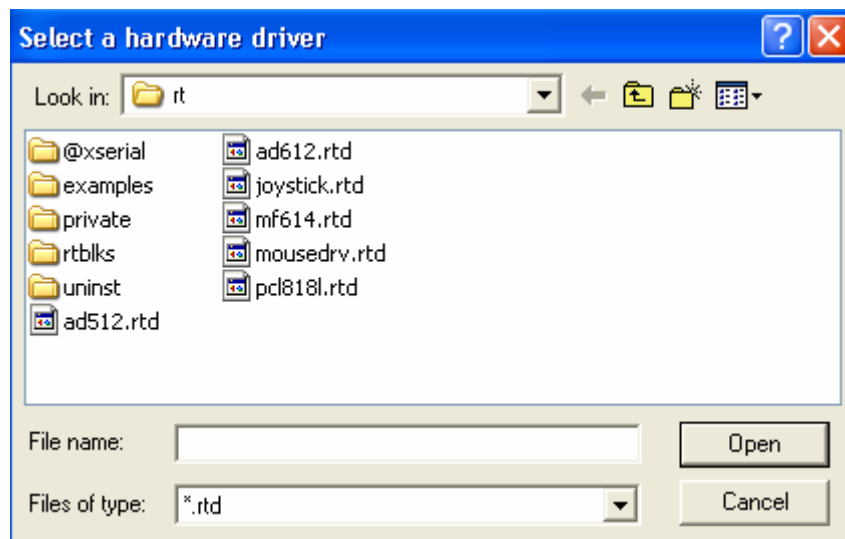
4. Programování analogových vstupů

Otevřeme program MATLAB. Do příkazového řádku napíšeme

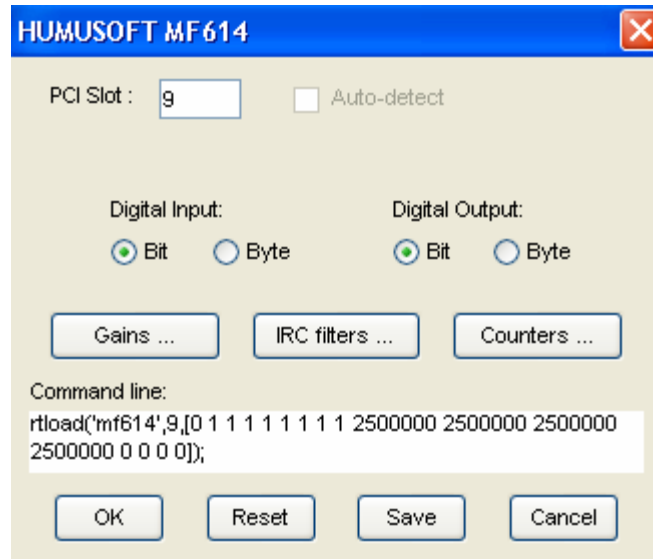
>>simulink

- otevře se *Simulink Library Browser*
- zvolíme v menu *File > New > Model*; otevře se okno nového programu, kterému zvolíme název např. *prvnipokus*
- klikneme vlevo na *Real Time Toolbox*; do okna programu přetáhneme myší ikonu *Adapter*
- klikneme na *Real Time Sources*; do okna programu přetáhneme ikonu *RT In*
- klikneme na *Simulink>Sinks*; do okna programu přetáhneme ikonu *Scope*, kterou propojíme myší s ikonou *RT In*; dostaneme okno programu podle obr.2
- klikneme dvakrát na červenou ikonu *Adapter*; otevře se okno podle obr.3, z něhož vybereme soubor *mf614.rtd*
- otevře se okno podle obr.4, v němž klikneme na tlačítko *Gains*
- otevře se okno podle obr.5, v němž zvolíme vstupní rozsah $\pm 5V$. Vnitřní proměnná Simulinku nabývá hodnot v rozsahu $<-1;1>$. Tedy při napětí 0V na vstupu se objeví v Simulinku 0 a při napětí 5V se objeví +1.
- dvojitým kliknutím na ikonu *RT In* otevřeme okno podle obr.6; zvolíme dobu vzorkování (*Sample time* - např. 0.1 s – používáme desetinnou tečku) a číslo kanálu (*Adapter channels*), které volíme podle tab.3; chceme-li zobrazit více kanálů použijeme zápis ve tvaru 1:3 nebo [1 2 3] pro zobrazení prvních tří kanálů
- dále nastavíme dobu činnosti programu – v okně programu volíme v menu *Simulation>Configuration Parameters...*; otevře se okno v němž volíme *Start Time* a *Stop Time* v sekundách

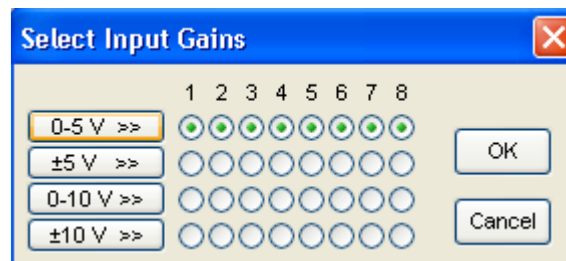
- kliknutím na ikonu *Scope* otevřeme obrazovku virtuálního osciloskopu
- program spustíme stiskem tlačítka *Start Simulation*; zastavíme stiskem *Stop Simulation*

Obr. 2 Ono programu *prvnipokus*

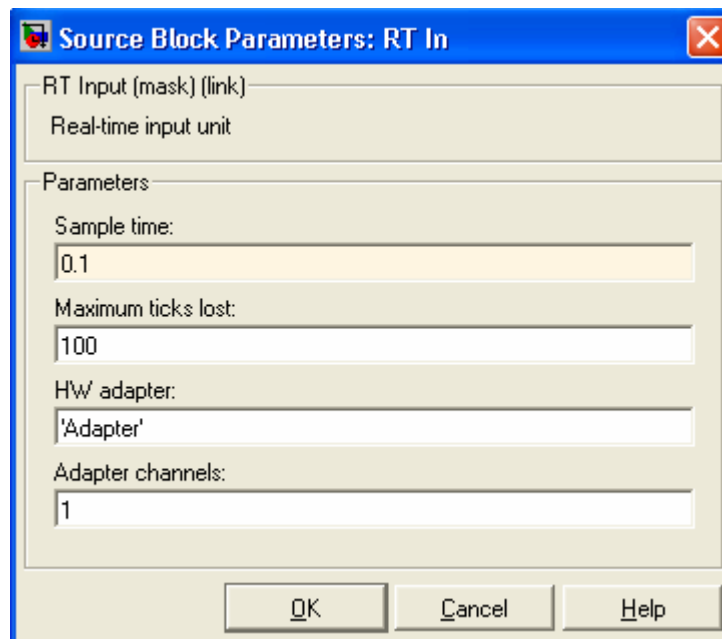
Obr. 3 Okno pro volbu ovladače použité karty



Obr.4 Okno aktivace zvolené karty



Obr.5 Okno volby vstupního rozsahu analogových vstupů

Obr.6 Nastavení doby vzorkování (*Sample Time*) a čísla kanálu (*Adapter channels*)

Typ spoje vzhledem k PC	Fyzikální veličina	Číslo kanálu v Simulinku
Analogový vstup	Temperature T1	1
	Temperature T2	2
	Temperature T3	3
	Temperature T4	4
	Pressure P3	5
	Level L1	6
	Flowrate F1	7
Digitální vstup	HW Vessel Low Level	17
	HW Vesel Over Temp	18
	Termostat on/off	19
	Level Switch on/off (plovák)	20
	Diff Level Switch on/off	21
Digitální výstup	SSR Drive (topení)	13
	SOL1	14
	SOL2	15
	SOL3	16
Analogový výstup	Pump A	1
	Pump B	2
	Gear Pump (teplá voda)	3
	PSV	4

Tab.3 Čísla kanálů vstupů a výstupů pro Simulink

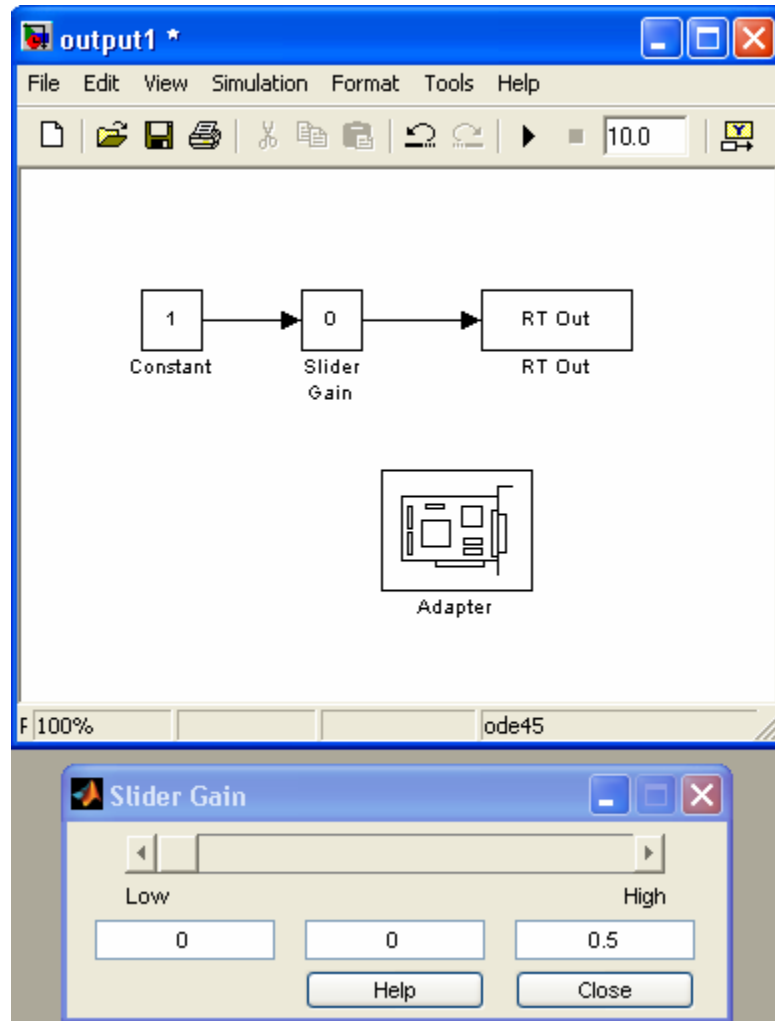
5. Programování digitálních vstupů

Při programování digitálních vstupů v Simulinku postupujeme stejně jako v odstavci *Programování analogových vstupů*. Pouze volíme čísla digitálních vstupů podle Tab.3.

6. Programování analogových výstupů

Při programování analogových výstupů v Simulinku postupujeme stejně jako v odstavci *Programování analogových vstupů*. Použijeme však ikonu *RT Out* z adresáře *Real Time Sinks*. Zdroj signálu vybereme z adresáře *Simulink>Sources*, např. *Constant*, kterou po kliknutí nastavíme na 1. Pro plynulou změnu nastavení výstupu použijeme *Slider Gain* z adresáře *Simulink>Math Operations*. Aby výstupní napětí karty nepřesáhlo 5V, nastavíme horní mez nastavení na 0.5. Tato hodnota násobí hodnotu zdroje, který je nastaven na 1 – viz obr.7.

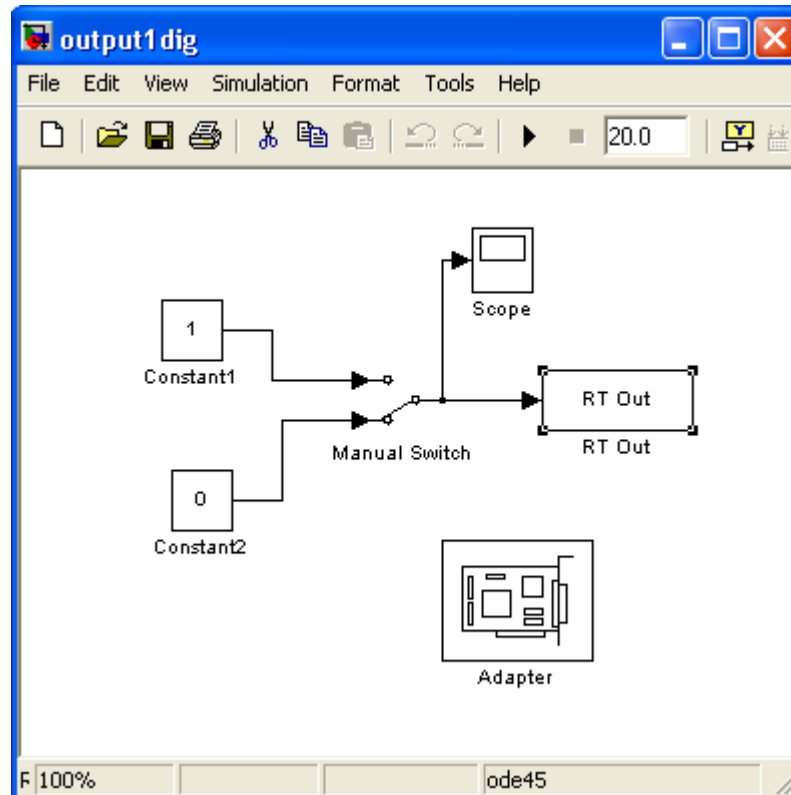
Poznámka: zde se musíme opět zmínit o vnitřní proměnné Simulinku, která nabývá hodnot v rozsahu $<-1,1>$. Má-li použitá karta nastaven výstupní rozsah $\pm 10V$ bude na jejím výstupu pro -1 v Simulinku napětí -10V, pro 0 v Simulinku napětí 0V a pro +1 v Simulinku napětí +10V. Protože systém PCT40 pracuje se signály v rozsahu 0-5V musíme udržovat výstup Simulinku v rozsahu 0 až 0.5. Pro zajištění bezpečnosti systému PCT40 je propojovací kabel vybaven ochrannými diodami podle obr.1.



Obr.7 Programování analogových výstupů

7. Programování digitálních výstupů

Při programování digitálních výstupů v Simulinku postupujeme podobně jako v předchozích odstavcích. Volíme vhodná čísla kanálů podle Tab.3. Pro vytvoření logických hodnot 0 a 1 použijeme zdroj *Constant* a přepínač *Manual Switch* z adresáře *Signal Routing* – viz obr.8.

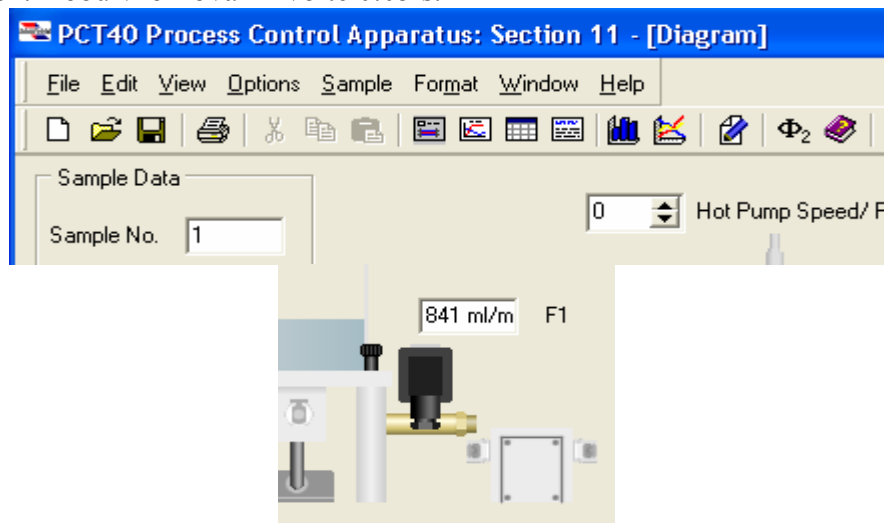


Obr.8 Programování digitálních výstupů

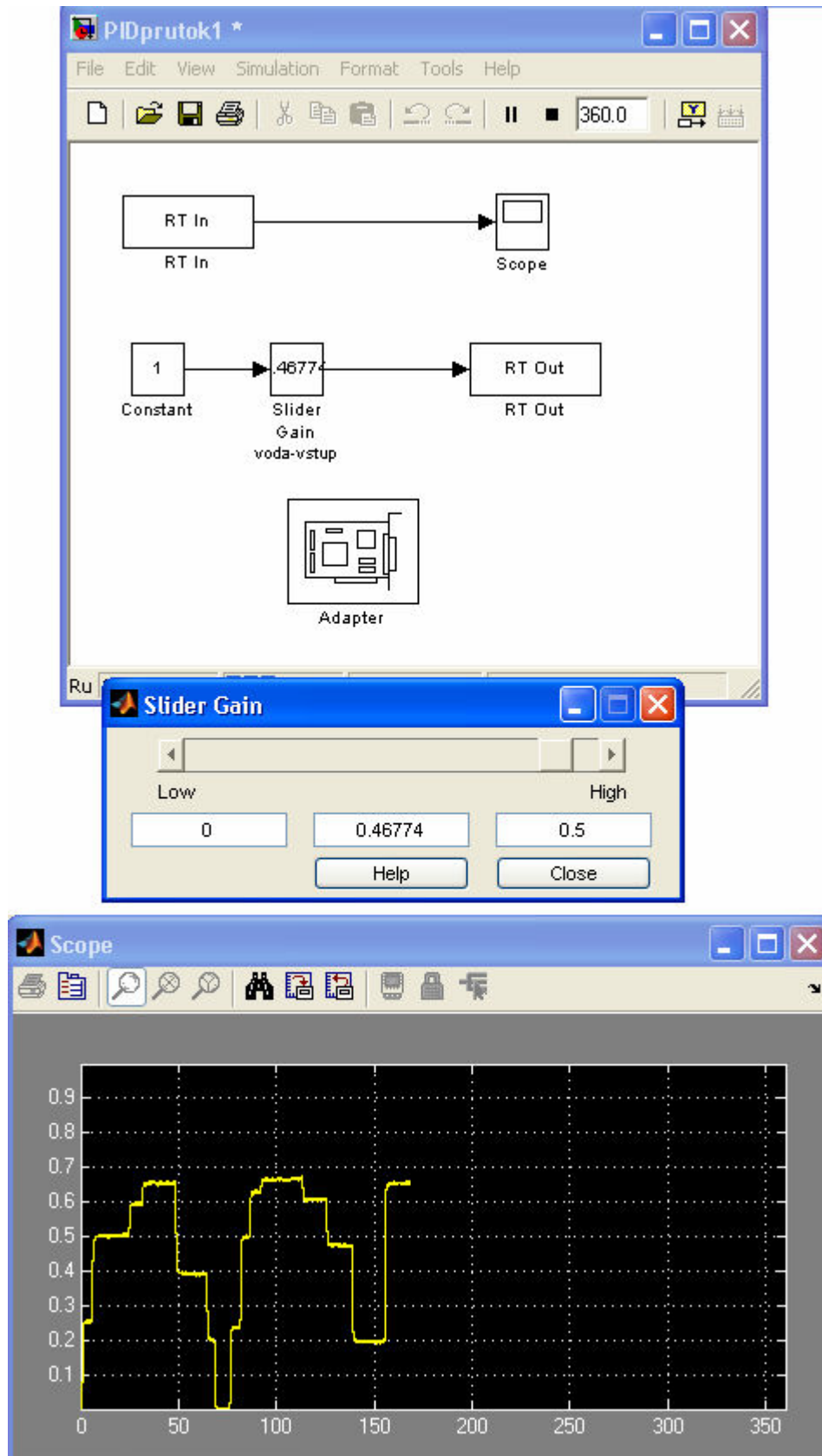
Příklady programování v Simulinku

Příklad 1: Manuální regulace a měření průtoku

Naprogramujte v *Simulinku* ovládání PSV a sledování průtoku F1 (viz obr.10). Současně otevřete program *PCT Process Control Apparatus Section 11* a ocejchujte graf průtoku pomocí indikátoru z obr.9. Současně porovnejte rychlost zobrazení změn v obou programech. Dobu vzorkování zvolte 0.05 s.



Obr.9 Informaci o průtoku bereme z programu Armfield



Obr.10 Ovládání průtoku Simulinkem

Postup:

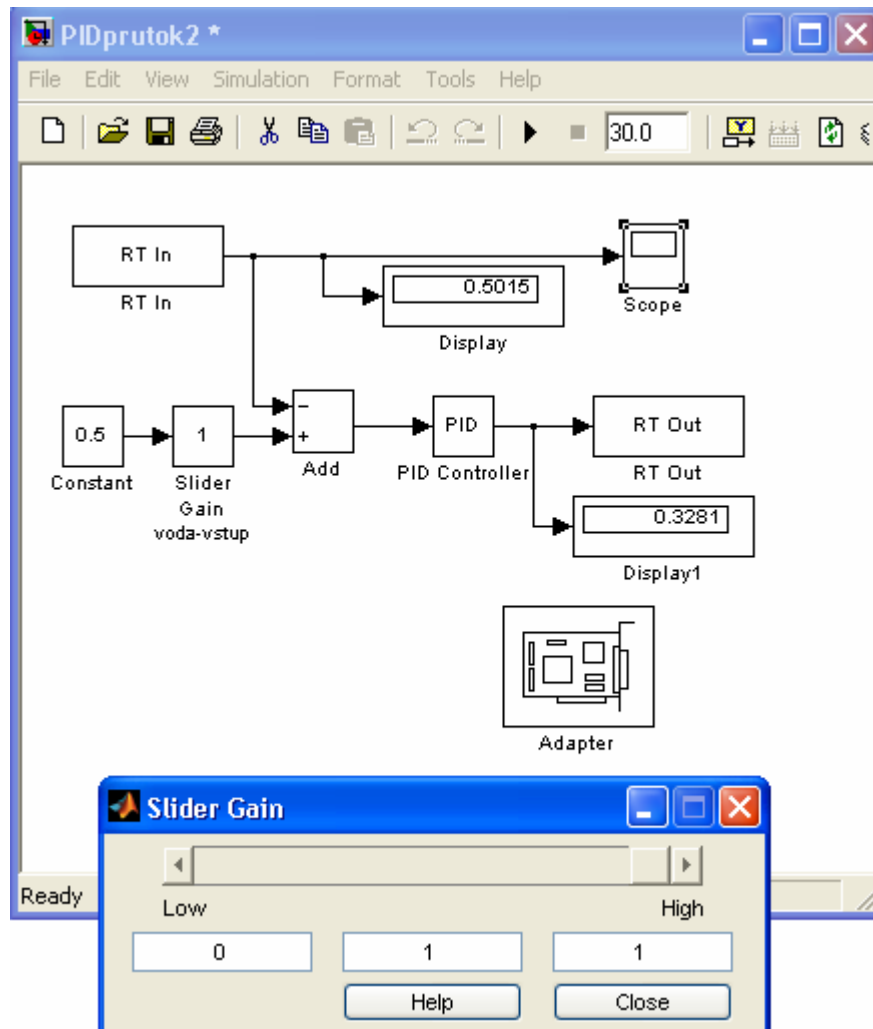
- a) připojit vodu na vstup. Nastavit tlak na průtok 1,4 l/min pomocí programu ARMFIELD Section 11
- b) připojit výstupní hadičku z výstupu PSV do odpadu
- c) sestavit program pro řízení v Simulinku – řízení proporcionálního (PSV) ventilu kanálem 4, použít Slider Gain. Vnitřní vysílaná veličina, která nabývá obecně hodnot v rozsahu $\langle -1,1 \rangle$ musí být omezena do rozsahu $\langle 0,0.5 \rangle$. Čtení dat z průtokoměru (F1) kanálem 7. Použitá karta MF614
- d) řízení přepnuto na ARMFIELD Section 11. Vyzkoušet ovládání průtoku; odečítat hodnoty pro ocejchování grafu v Simulinku
- e) přepnout řízení na MF614 a vyzkoušet ovládání průtoku Simulinkem
- f) sejmut graf a vytisknout (včetně schematu programu)

Příklad.2: PID regulace průtoku

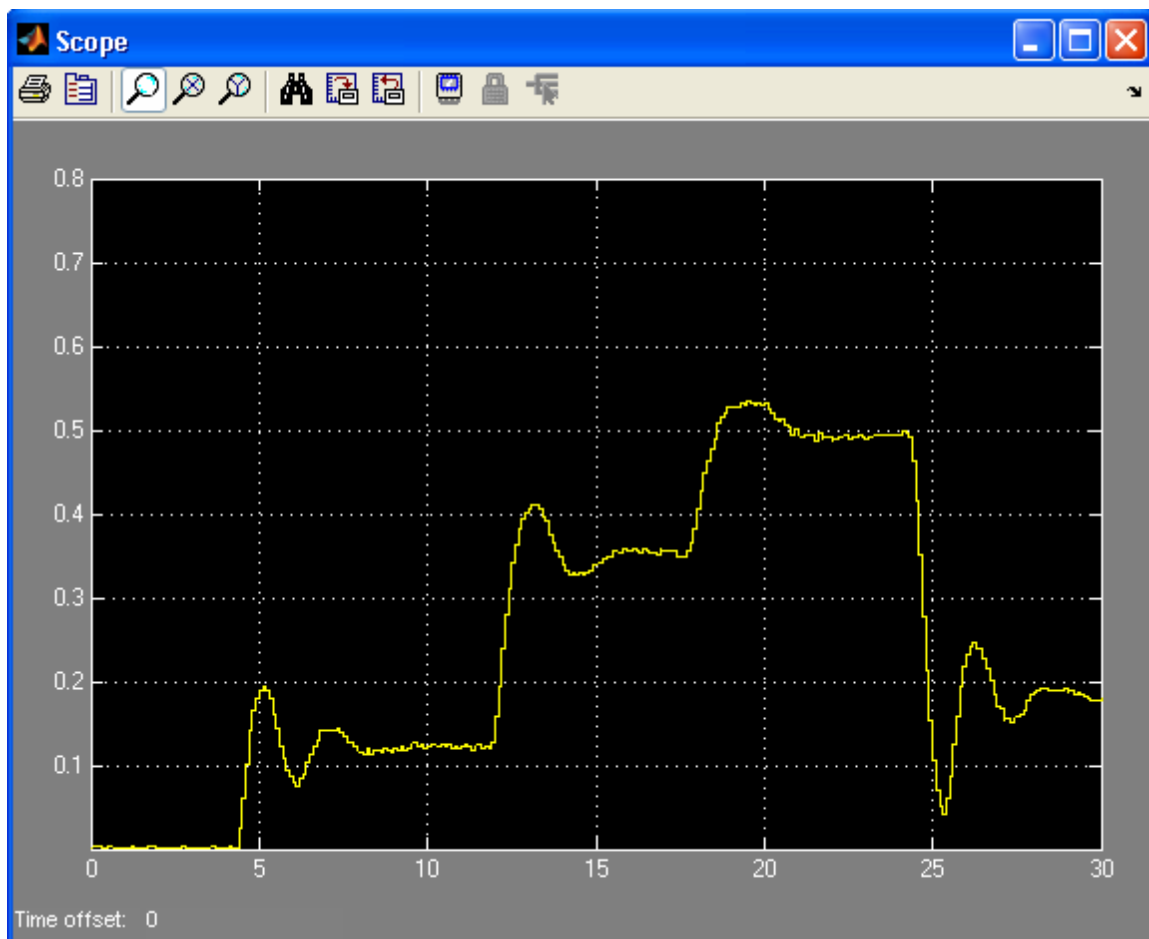
Naprogramujte v Simulinku PID regulaci ustálení hodnoty při změně nastavené veličiny např. průtoku (viz obr.11). Zobrazte průběh ustalování pro různé hodnoty PID. Zvolte vhodné parametry vzorkování a doby realizace pokusu. Příklad časového zobrazení změn průtoku uvádí obr.12.

Postup:

- a) sestavit program pro řízení v Simulinku – řízení proporcionálního (PSV) ventilu kanálem 4, použít Slider Gain. Vnitřní vysílaná veličina, která nabývá obecně hodnot v rozsahu $\langle -1,1 \rangle$ musí být omezena do rozsahu $\langle 0,0.5 \rangle$. Čtení dat z průtokoměru (F1) kanálem 7. Použit PID regulátor. Použitá karta MF614
- b) připojit vodu na vstup. Nastavit tlak na průtok 1,4 l/min pomocí programu ARMFIELD Section 11
- c) připojit výstupní hadičku z výstupu proporcionálního (PSV) ventilu do odpadu
- d) řízení přepnuto na ARMFIELD Section 11. Vyzkoušet ovládání průtoku
- e) přepnout řízení na MF614 a vyzkoušet ovládání průtoku Simulinkem
- f) postupně měnit PID konstanty regulátoru a sledovat vlastnosti regulace z grafu
- g) sejmut graf a vytisknout (včetně schematu programu)



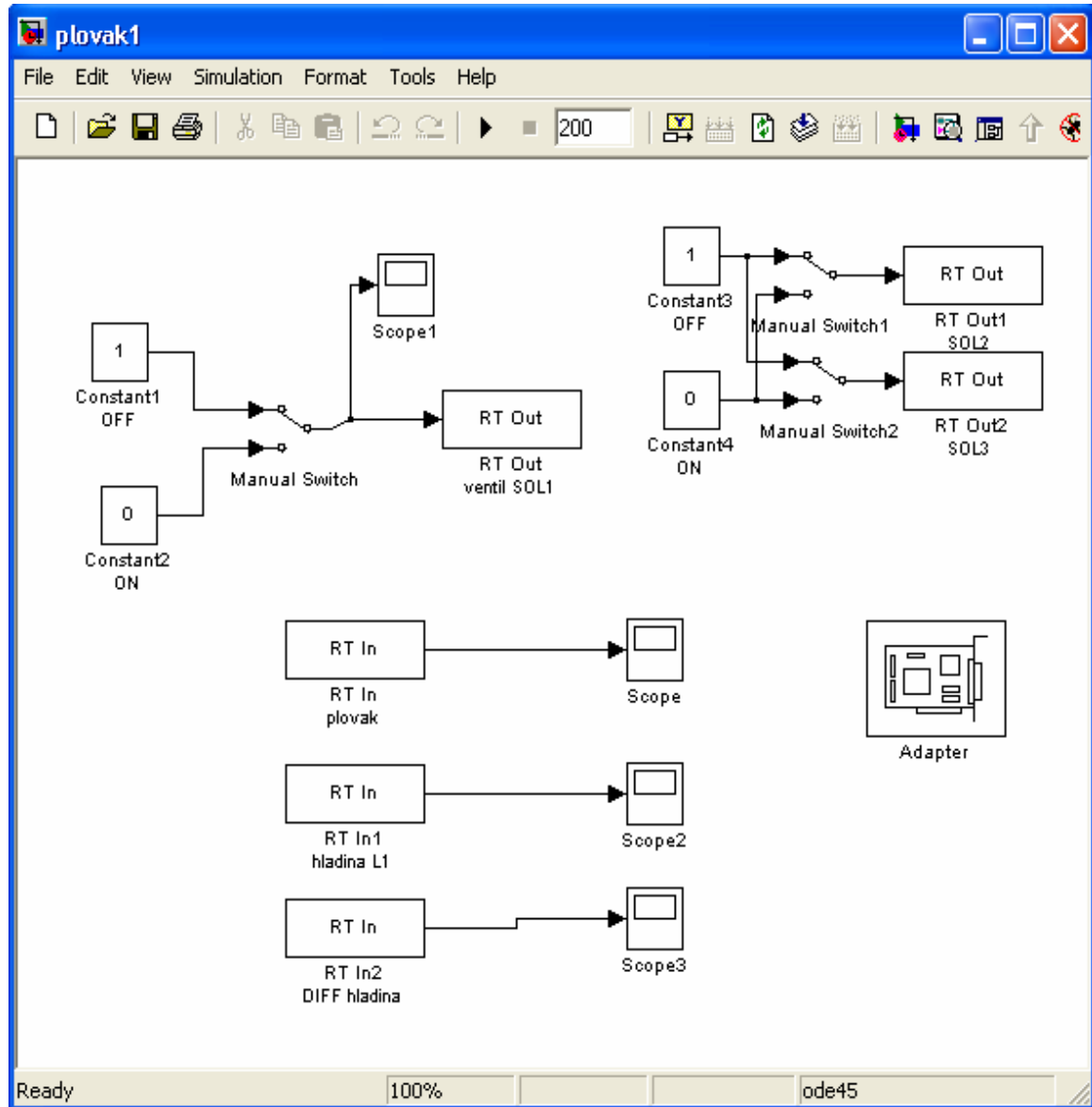
Obr.11 Program pro PID regulaci ustálení průtoku při změně nastavení.



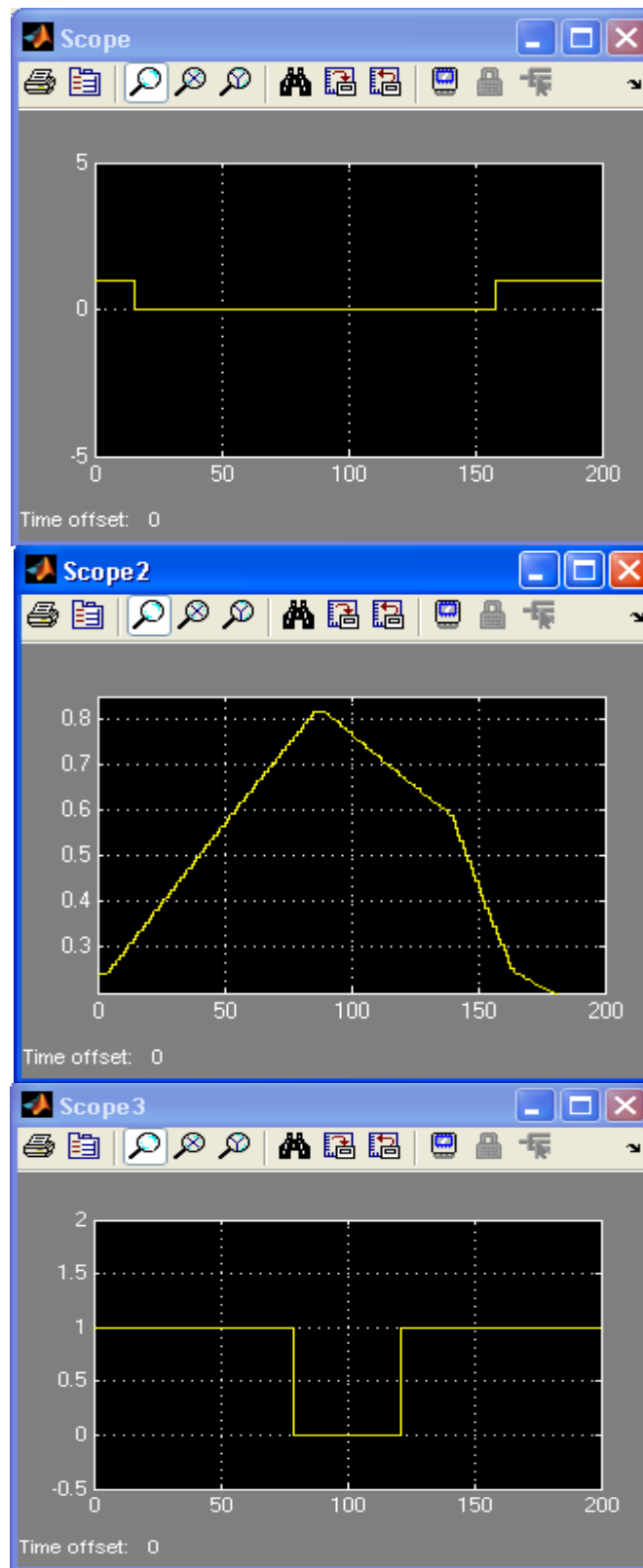
Obr.12 Příklad časového průběhu ustálení změn v nastavení průtoku.

Příklad 3: Zobrazení činnosti snímačů hladiny

Naprogramujte v Simulinku ovládání vtoku vody do velké nádoby prostřednictvím SOL1. Výtok vodz ovládejte prostřednictvím SOL2 a SOL3. Zobrazte signály z měřiče hladiny L1, plováku a diferenciálního snímače hladiny. Grafy ocejchujte pomocí stupnice umístěné v nádobě. Realizujte různé rychlosti vypouštění vody. Viz obr.13, obr.14. Hadičky propojte podle vlastní volby a nechte zkontrolovat před zapnutím.



Obr.13 Program pro sledování údajů snímačů hladiny



Obr.14 Příklady signálů ze snímačů hladiny