



# Regulation Control V2.1

### Stručná charakteristika

Přípravek Regulation control umožňuje názornou demonstraci PID regulátoru v praxi. Je určen k praktickému ověření teoretických znalostí získaných z výuky měřicí a řídicí techniky. Za pomoci tohoto přípravku si student snadno osvojí principy regulátorů a význam jejich PID parametrů. Zadání parametrů je možné provést ve spojitě nebo diskrétní oblasti.

Přípravek Regulation control se skládá z hlavní řídicí jednotky a z jednotlivých přípravků demonstrujících dané úlohy. Standardně jsou dodávány dvě demonstrační úlohy, které lze doplnit o vlastní, na základě definovaného rozhraní. Přípravek je řízen prostřednictvím vizualizační aplikace přes sběrnici USB a rovněž může být diagnostikován i přes sběrnici CAN. Aplikace pod windows umožňuje názorné zobrazení grafu, zadání parametrů regulace, definování nových úloh a export získaných dat do excelu.

### Hlavní rysy:

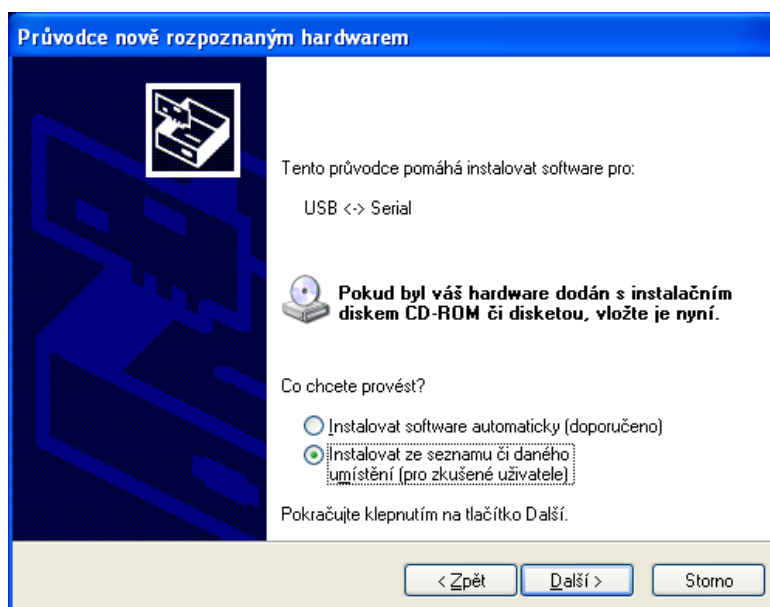
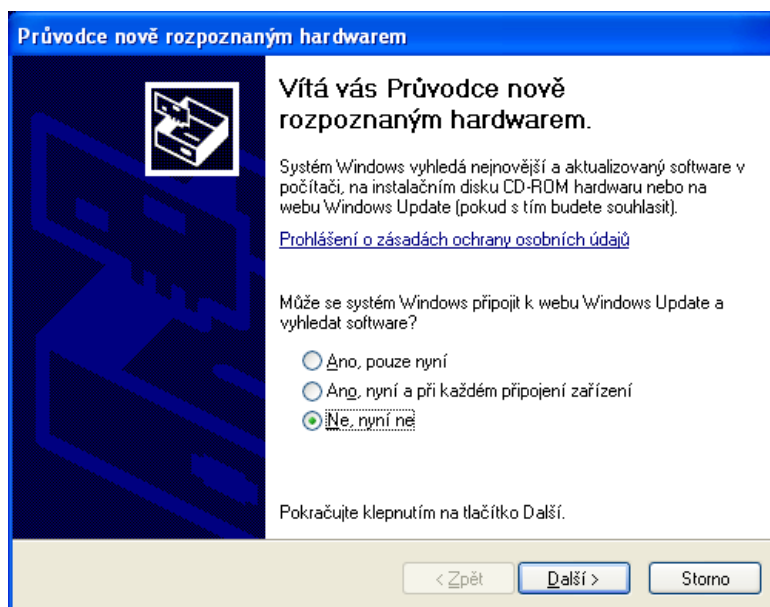
- praktická ukázka regulace
- volba regulátoru P, I, PI, PD, PID
- zadávání parametrů ve spojitě nebo diskrétní oblasti
- zobrazení regulačního děje ve formě grafu a ve schématu regulačního obvodu
- přívětivé uživatelské prostředí
- komunikace přes sběrnici USB
- diagnostika přes sběrnici CAN (pouze s přípravkem USB-CAN adaptor)
- export naměřených dat (\*.xls, \*.bmp)
- možnost rozšíření o vlastní úlohy

### Základní technické parametry:

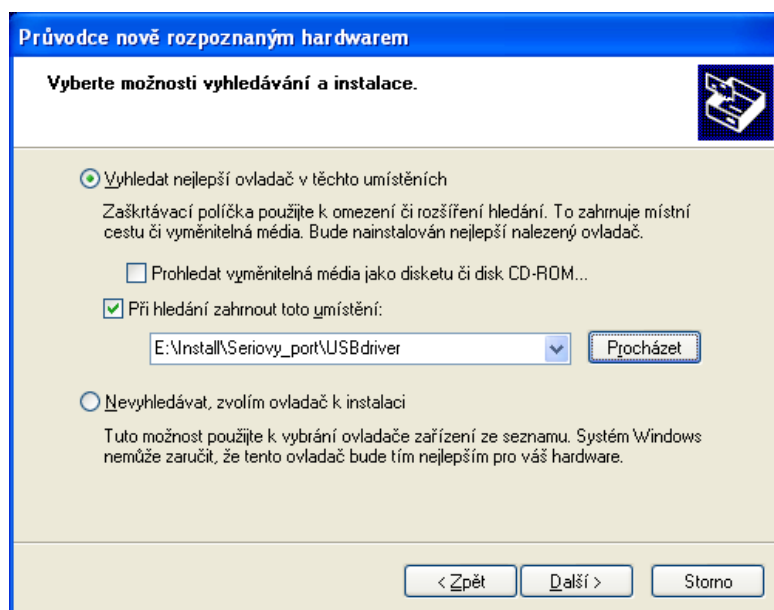
Parametr	Rozsah
Napájecí napětí	7 až 25V
Pracovní teplota	-25 až 60°C
4x analogové vstupy (AI0- AI4)	0 až 5V
1x pulsní vstup (Pulse 0)	
2x PWM vstup (PWM0, PWM1)	0-100%, 1 kHz
1x CAN 2.0A	250 kb/s
1x USB 2.0	2 Mbit/s

## Instalace ovladače USB pro Windows

Činnost přípravku je podmíněna instalací ovladače pro sběrnice USB. Po připojení řídicí jednotky k zapnutému počítači dojde u operačního systému Windows k automatické detekci zařízení a spuštění Průvodce nově rozpoznaným hardwarem. Pokud systém Windows nebude detekovat nové zařízení je nutné provést instalaci prostřednictvím Ovládacích panelů a položky *Přidat hardware*.



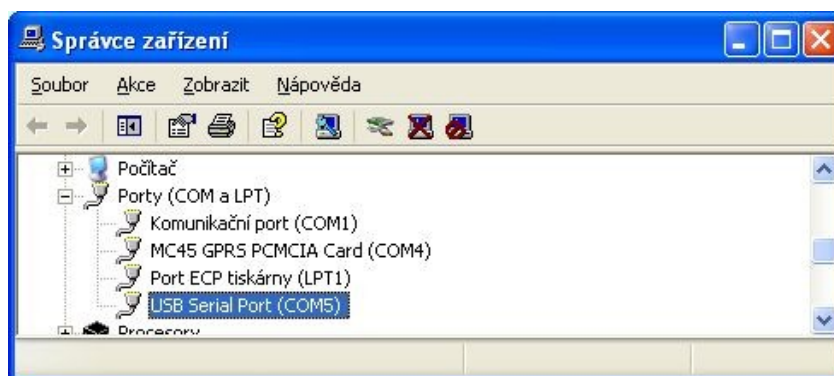
Pro instalaci ovladače za pomoci Průvodce vyberte volbu *Instalace ze seznamu či daného umístění* a stiskněte tlačítko *Další*. V následujícím okně vyberte možnost *Prohledat vyměnitelná média jako disketu či disk CD-ROM...* Do CD-ROM jednotky vložte instalační CD dodané k přípravku a stiskněte opět tlačítko *Další*.



V následujícím okně se zřejmě objeví informace o možné nekompatibilitě ovladače s daným systémem Windows. V tomto případě opět stiskněte tlačítko Další nebo Pokračovat. Nyní bude instalace provedena a dojde k zaregistrování ovladače v systému Windows.

Podíváte-li se nyní do položky *Ovládací panely* -> *Systém* -> *Hardware* -> *Správce zařízení* uvidíte po kliknutí na položku *Porty (COM a LPT)* název přiděleného virtuálního sériového portu - *USB Seriál Port (COM5)*

Pozor: Tuto položku uvidíte pouze v případě, bude-li přípravek připojen k počítači. Navíc se číslo portu může u jednotlivých počítačů lišit.



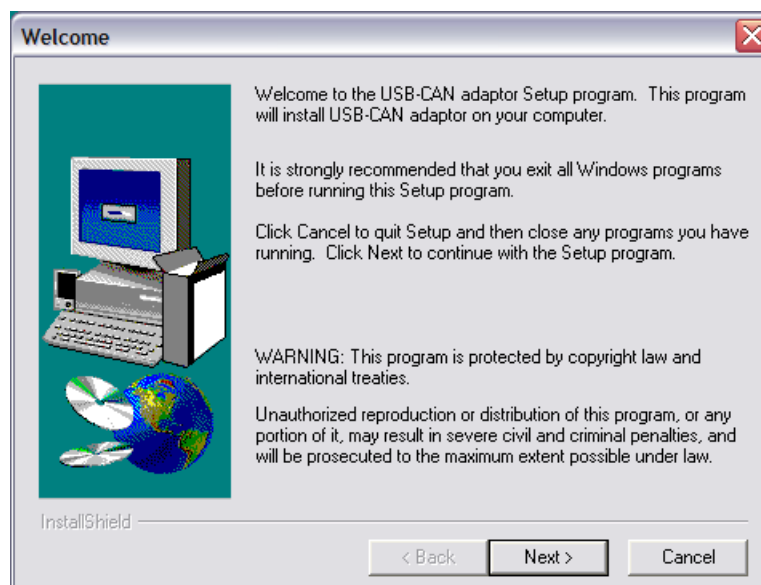
## Odinstalování

Pokud chcete ovladač přípravku odinstalovat, odpojte přípravek od počítače a ovladač odinstalujte pomocí položky *Ovládací panely* a funkce *Přidat nebo odebrat Programy*. Zde se ovladač vyskytuje pod názvem *USB Seriál Port (COMx)*.

## Instalace Aplikace

Aplikace Regulation control pracuje pod operačním systémem Windows 95 a vyšší. Instalace vyžaduje 4MB volného prostoru na pevném disku počítače. Minimální konfigurace osobního počítače je ovlivněna požadavkem na množství dat zobrazovaných v aplikaci v reálném čase. Obecně vyhoví konfigurace Pentium 233MHz s 32MB RAM.

Instalace aplikace Regulation control se provádí z instalačního CD spuštěním souboru *Setup.exe*. Pro úspěšnou instalaci klikněte na tlačítko *Next* v jednotlivých krocích instalace.

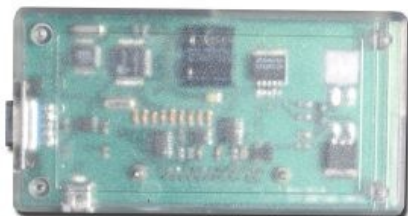


## Odinstalování

Odinstalování aplikace můžete provést pomocí položky Ovládací panelu a funkce *Přidat nebo odebrat Programy*.

## Jednotlivé části přípravku

- Řídicí jednotka (má implementované USB a CAN rozhraní)



Základem řídicí jednotky je mikroprocesor s integrovanou sběrnicí USB a CAN. Procesor obsahuje program realizující PID regulaci. Jednotka se vkládá do příslušného modulu. Tímto spojením vzniká demonstrační úloha.

- Napájecí zdroj

Pro napájení řídicí jednotky spojené s přídatnou jednotkou slouží 12ti voltový zdroj.

Štítkové hodnoty:

PRI: 230V, 50Hz, 48W

SEC: 12V, 2000mA, 24VA



- Komunikační kabel k PC



USB kabel propojuje řídicí jednotku s osobním počítačem vybaveným alespoň jedním USB portem.

### Modul s motorem a brzdou (regulace otáček)

Automatizaci a průmysl si lze bez pohybu jen těžko představit. Převážná část hnacích ústrojí je tvořena většími či menšími motory a motorky, u nichž je většinou vyžadována regulace otáček. A právě na tento problém je zaměřen tento přípravek.

V úloze jsou použity dva motorky s permanentními magnety, z nichž první vytváří sílu hnací a druhý sílu brzdící. Regulace se provádí zadáním jmenovitého napětí budící cívky prostřednictvím PWM.

Velikost otáček je zpětně snímána pomocí impulsního snímače. Získaný signál je zpracováván a vyhodnocen řídicí jednotkou.

#### Doporučené nastavení parametrů:

Parametr	Doporučená hodnota
Typ regulátoru	PID
Parametry P, I, D	470; 0,409; 0,003
Parametry D0, D1, D2	600; 500; 15
Porucha	10
Analogový vstup	Pulse0
Rovnice pro přepočet	$0x^2 + 250x + 0$
Perioda regulace	10Hz
Perioda vzorkování	10Hz
Osa X	15s
Osa Y – max	5000
Osa Y – min	0



### Modul žárovky s ventilátorem (regulace teploty)

Přípravek slouží jako demonstrační úloha regulace teploty. Zdrojem tepla je žárovka. Jako porucha-chlazení zde působí ventilátor s okolním prostředím.

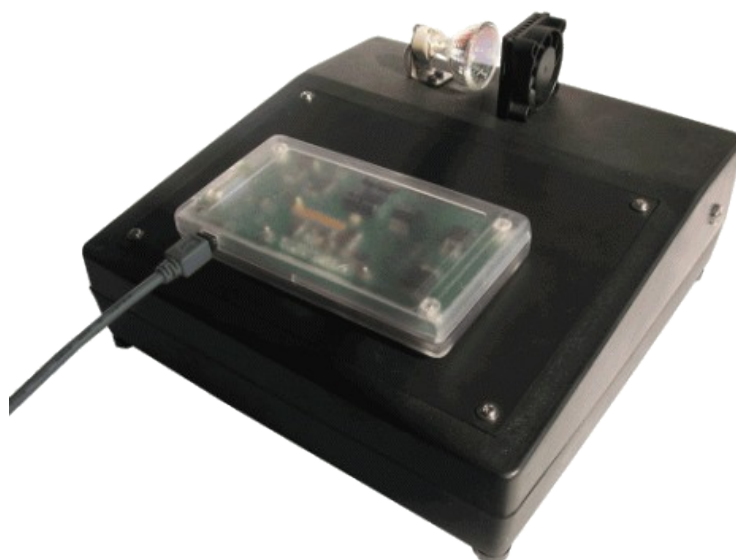
Teplota je snímána integrovaným čidlem SMT160-30, které generuje signál ve formě střídavy. Tento typ signálu je velmi vhodný jak pro analogové, tak pro přímé digitální měření.

$$DC = 0.32 + 0.0047 \times t$$

Kde  $t$  je teplota ve stupních celsia a DC je střída výstupního signálu o frekvenci 1 - 4 kHz.

#### Základní nastavení parametrů:

Parametr	Doporučená hodnota
Typ regulátoru	PID
Parametry P, I, D	470; 0,409; 0,003
Parametry D0, D1, D2	600; 500; 15
Porucha	10
Analogový vstup	Pulse0
Rovnice pro přepoččet	$0x^2 + 1x + 0$
Perioda regulace	10Hz
Perioda vzorkovani	1Hz
Osa X	100s
Osa Y – max	100
Osa Y – min	-5

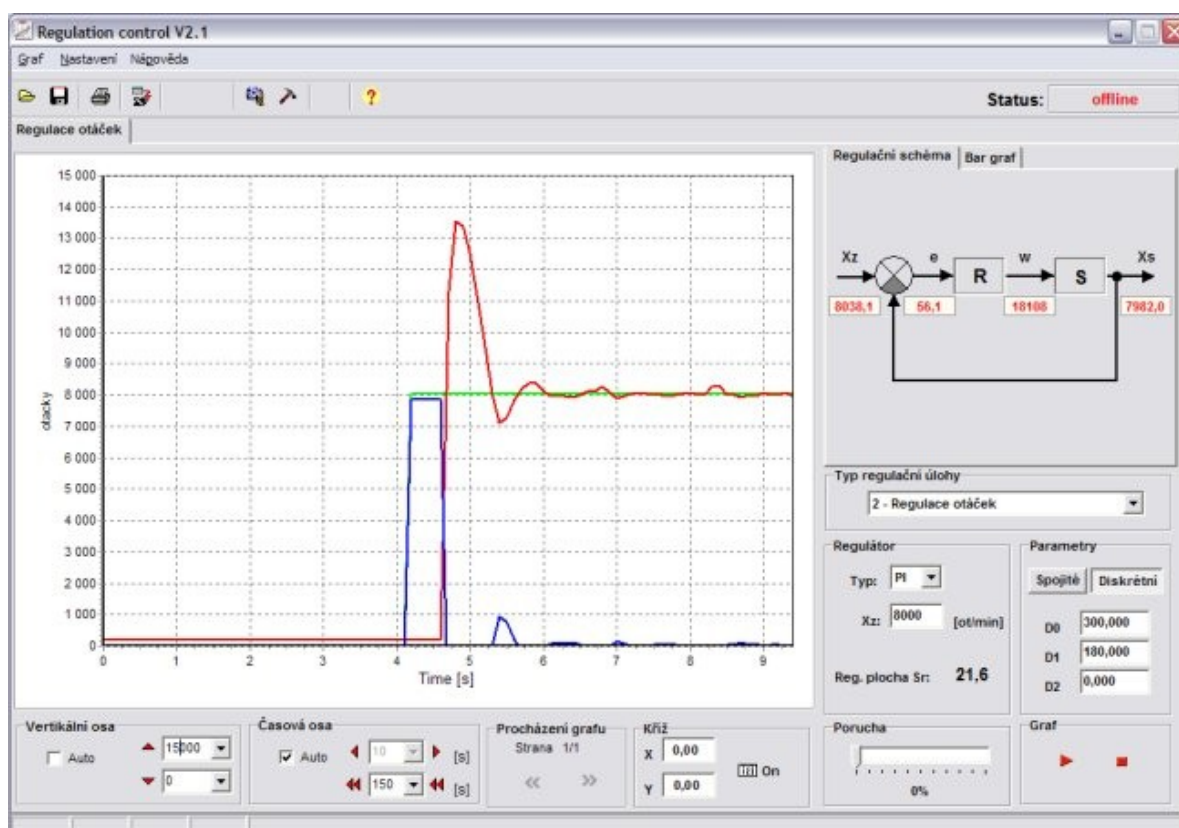


## Vizualizační aplikace

Rozhraní mezi uživatelem a řídicí jednotkou je tvořeno pomocí obslužného software pracujícím pod windows. Aplikace Regulation control byla navržena s ohledem na snadnost obsluhy a využití maximálního efektu při výuce. Hlavní okno aplikace obsahuje v pravé části množství prvků pro nastavení požadovaných parametrů regulace.

### Oživení přípravku

- připojit řídicí jednotku k příslušnému modulu regulační úlohy
- propojit řídicí jednotku s počítačem, na kterém je nainstalována vizualizační aplikace
- spustit aplikaci
- zvolit správný typ regulační úlohy
- nastavit typ regulátoru, jeho parametry a žádanou hodnotu
- spustit vizualizaci tlačítkem „Spuštění vizualizace“



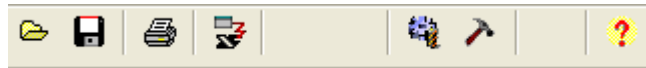
- Spustí on-line vizualizaci, záznam hodnot do grafu










- Zastaví vizualizaci, program přejde do režimu offline

## Nástrojová lišta

Na nástrojové liště má uživatel k dispozici většinu potřebných funkcí pro snadné ovládání.



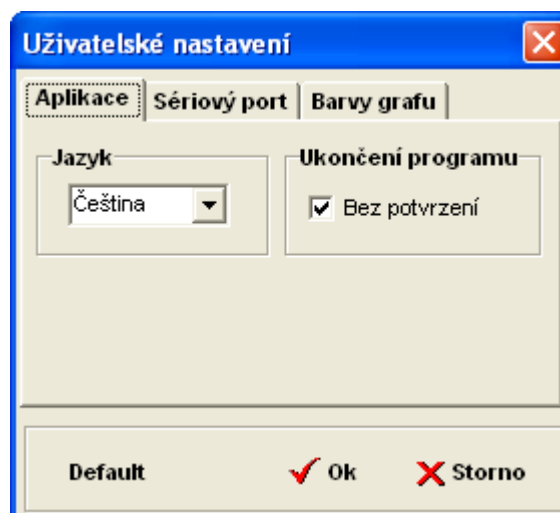
-  otevře existující soubor báze dat ve formátu MS Excel a zobrazí jej v grafu
-  uloží zobrazený graf do souboru formátu \*.bmp
-  vytiskne graf
-  provede export grafu do souboru ve formátu kompatibilním s MS Excel
-  uživatelské nastavení prostředí programu
-  uživatelské nastavení parametrů jednotlivých regulačních úloh
-  otevře soubor nápovědy ve formátu \*.pdf

## Uživatelské nastavení prostředí programu


V tomto okně se uživateli zobrazí tři záložky: Aplikace, Sériový Port a Barvy grafu. V každé záložce si lze nastavit různé parametry prostředí. Viz. níže. Změna hodnot se provede potvrzením stiskem tlačítka Ok. Tlačítkem Default se provede standardní nastavení programu.

### Záložka Aplikace

- nastavení jazyka
- nastavení ukončení programu. Má-li se program na ukončení programu ještě dotázat či nikoliv.



### Záložka Sériový port

- výběr komunikačního portu
- automatické otevření a zavření při spuštění vizualizace
- tlačítka pro manuální *Otevření* a *Zavření* sériového portu
-  - automatická detekce přiřazeného sériového portu



### Záložka Barvy grafu

- nastavení barev pro jednotlivé měřené veličiny



### Uživatelské nastavení parametrů úlohy

V tomto formuláři dochází k definování vlastností jednotlivých úloh, které se zde také můžou přidávat, upravovat a mazat.

**Nastavení parametrů úlohy**
✕

**Typ regulační úlohy**

I - Regulace teploty

⋮ Nová    ✕ Smaž

**Analogový vstup**

Typ: AI0

Rovnice: 0 \*x<sup>2</sup> + 1 \*x + 0

Perioda Regulace: 10 [Hz]

Perioda vzorkování dat: 10 [Hz]

Wmin: 0

Wmax: 100

**Popis**

Úlohy: Regulace teploty

Osy X: Time [s]

Osy Y: Teplota

Jednotky: [°C]

**Měřítko osy grafu**

Osa X: <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">15</span>	Osa Y - max: <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">100</span>
Osa X - max: <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">120</span>	Osa Y - min: <span style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;">-10</span>

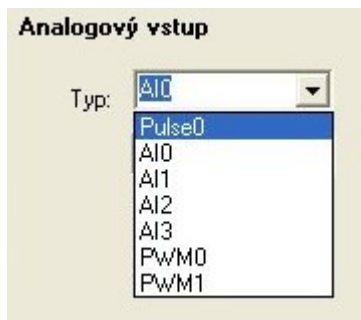
✓ Ok    ✕ Storno

### Možnost rozšíření regulace o vlastní úlohy

V rámci školních prací si studenti mohou vyzkoušet své dovednosti definováním vlastních demonstračních úloh. Může jít např. o měření síly, tlaku, vlhkosti apod.

K tomuto účelu se dá využít rozhraní mezi řídicí jednotkou a vizualizační aplikací.

K dispozici je 7 analogových vstupů:



Vstup	Popis
PULSE0	Pulse input 0
I0	Analog Value 0
AI1	Analog Value 1
AI2	Analog Value 2
AI3	Analog Value 3
PWM0	PWM Value <0..100> [per] = <0..255>
PWM	PWM Value <0..100> [per] = <0..255>

Zapojení konektoru:

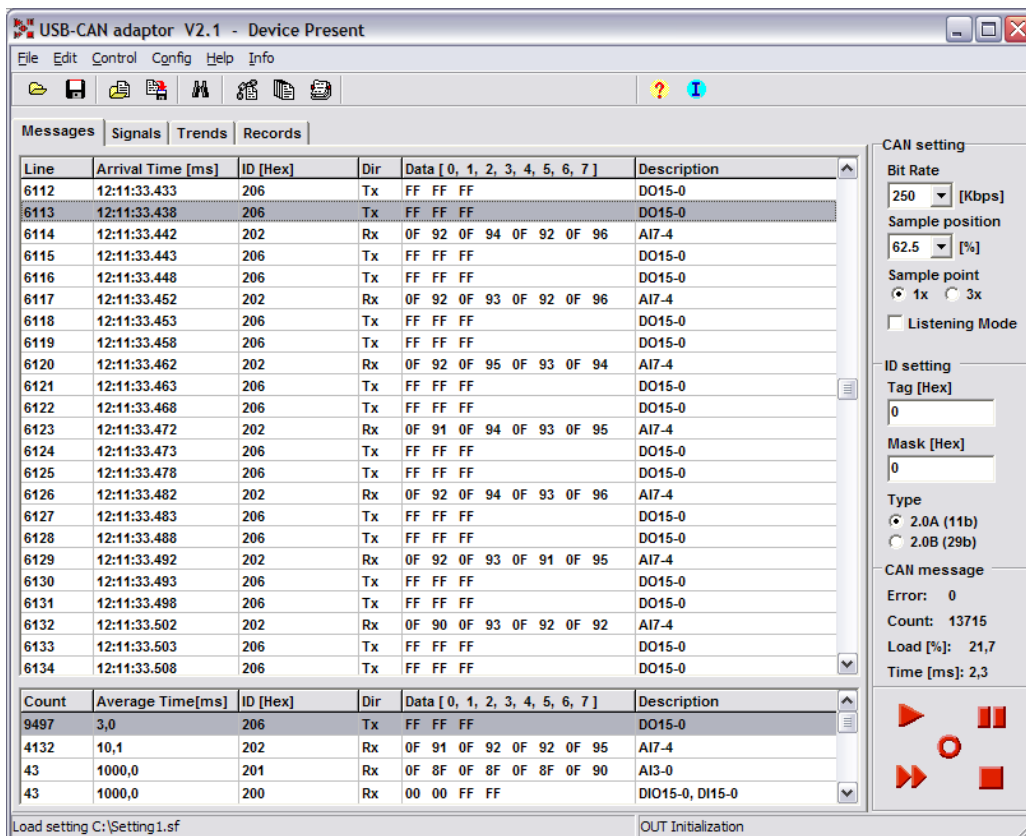


Pin	Význam
1-14	PWM1
2-15	PWM0
3-16	GND
4-17	+12V
5-18	PULSE0
6-19	DO1
7-20	DO0
8-21	DI1
9-22	DI0
10	AI2
11-24	AI1
12-25	AI0
13	+5V (OUT)
23	AI3

## Diagnostika přes sběrnici CAN

V dnešním rychle se rozvíjejícím průmyslu se častěji a častěji dostáváme do styku se sběrnici CAN. Proto je přípravek *Regulation control* vybaven také tímto rozhraním. Studenti tak mají možnost rozšířit své znalosti o moderní komunikační sběrnici. K tomuto účelu je zapotřebí dokoupit USB-CAN převodník, který je určen zejména pro snadné dynamické ladění CAN aplikací a pro okamžitou a přehlednou diagnostiku CAN linky.

Řídicí jednotka vysílá periodicky na CAN linku informace o žádané veličině, skutečné veličině, regulační odchylce, akčním zásahu a poruše. Pomocí převodníku můžeme také změnit hodnotu žádané veličiny a velikost poruchy.



The screenshot shows the 'USB-CAN adaptor V2.1 - Device Present' software window. It features a menu bar (File, Edit, Control, Config, Help, Info), a toolbar, and several tabs: Messages, Signals, Trends, and Records. The 'Messages' tab is active, displaying a table of CAN messages. Below the main table is a summary table. On the right side, there are configuration panels for CAN settings, ID settings, and CAN message status.

Line	Arrival Time [ms]	ID [Hex]	Dir	Data [ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ]	Description
6112	12:11:33.433	206	Tx	FF FF FF	DO15-0
6113	12:11:33.438	206	Tx	FF FF FF	DO15-0
6114	12:11:33.442	202	Rx	0F 92 0F 94 0F 92 0F 96	AI7-4
6115	12:11:33.443	206	Tx	FF FF FF	DO15-0
6116	12:11:33.448	206	Tx	FF FF FF	DO15-0
6117	12:11:33.452	202	Rx	0F 92 0F 93 0F 92 0F 96	AI7-4
6118	12:11:33.453	206	Tx	FF FF FF	DO15-0
6119	12:11:33.458	206	Tx	FF FF FF	DO15-0
6120	12:11:33.462	202	Rx	0F 92 0F 95 0F 93 0F 94	AI7-4
6121	12:11:33.463	206	Tx	FF FF FF	DO15-0
6122	12:11:33.468	206	Tx	FF FF FF	DO15-0
6123	12:11:33.472	202	Rx	0F 91 0F 94 0F 93 0F 95	AI7-4
6124	12:11:33.473	206	Tx	FF FF FF	DO15-0
6125	12:11:33.478	206	Tx	FF FF FF	DO15-0
6126	12:11:33.482	202	Rx	0F 92 0F 94 0F 93 0F 96	AI7-4
6127	12:11:33.483	206	Tx	FF FF FF	DO15-0
6128	12:11:33.488	206	Tx	FF FF FF	DO15-0
6129	12:11:33.492	202	Rx	0F 92 0F 93 0F 91 0F 95	AI7-4
6130	12:11:33.493	206	Tx	FF FF FF	DO15-0
6131	12:11:33.498	206	Tx	FF FF FF	DO15-0
6132	12:11:33.502	202	Rx	0F 90 0F 93 0F 92 0F 92	AI7-4
6133	12:11:33.503	206	Tx	FF FF FF	DO15-0
6134	12:11:33.508	206	Tx	FF FF FF	DO15-0

Count	Average Time[ms]	ID [Hex]	Dir	Data [ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ]	Description
9497	3,0	206	Tx	FF FF FF	DO15-0
4132	10,1	202	Rx	0F 91 0F 92 0F 92 0F 95	AI7-4
43	1000,0	201	Rx	0F 8F 0F 8F 0F 8F 0F 90	AI3-0
43	1000,0	200	Rx	00 00 FF FF	DIO15-0, DI15-0

Load setting C:\Setting1.sf      OUT Initialization

**CAN setting**  
 Bit Rate: 250 [Kbps]  
 Sample position: 62.5 [%]  
 Sample point:  1x  3x  
 Listening Mode

**ID setting**  
 Tag [Hex]: 0  
 Mask [Hex]: 0  
 Type:  2.0A (11b)  2.0B (29b)

**CAN message**  
 Error: 0  
 Count: 13715  
 Load [%]: 21,7  
 Time [ms]: 2,3

## Teorie regulace

V automatizační a regulační praxi se bez slovíčka regulace téměř neobejdeme. Při klasickém pohledu na regulaci a automatizaci se zpravidla vše odvíjí od dominantního postavení regulátoru v regulačním obvodu a můžeme říct, že nasazení regulátorů PID se stalo všední záležitostí. Porozumět však jeho funkci a naučit se správně nastavovat parametry PID chce trochu předvídavosti a "umu", s nímž můžou mít čerství absolventi trochu problémy. Z dnešní praxe a z vlastních zkušeností víme, že aplikovat rozsáhlé výpočty a popisy regulovaných soustav a zjištění optimálních výpočtů parametrů se v praxi jeví mnohdy jako nereálné. Daleko častěji se používá metoda "náhodného" zkoušení volby regulačních parametrů a jejich korigování na základě obdržených výsledků chování reg. soustavy.

### Volba "Náhodné zkoušení" parametrů PID

Pod slovem náhodné rozumějme pečlivou volbu PID parametrů vybíraných podle teoretických předpokladů, kdy je třeba uplatnit nezbytnou znalost vlivů změn velikosti parametrů na chování soustavy. V konečném důsledku se pak hodnotí kvalita regulace na základě:

- velikosti maximální regulační odchylky
- velikosti trvalé regulační odchylky
- doby regulace
- velikosti regulační plochy

#### *P - Proporcionální parametr*

Pracuje jako zesilovač regulační odchylky. Zvyšováním se snižuje regulační odchylka v ustáleném stavu, zkracuje se doba regulace (pokud nedojde k zakmitání), avšak zhoršuje se stabilita regulačního obvodu.

#### *I - Integrační parametr*

Eliminuje ztráty regulované soustavy. Výstupní signál se trvale mění s rychlostí úměrnou vstupnímu signálu. Zvyšováním integrační složky (snižováním integrační časové konstanty) se zkracuje doba regulace, opět se však zhoršuje stabilita soustavy.

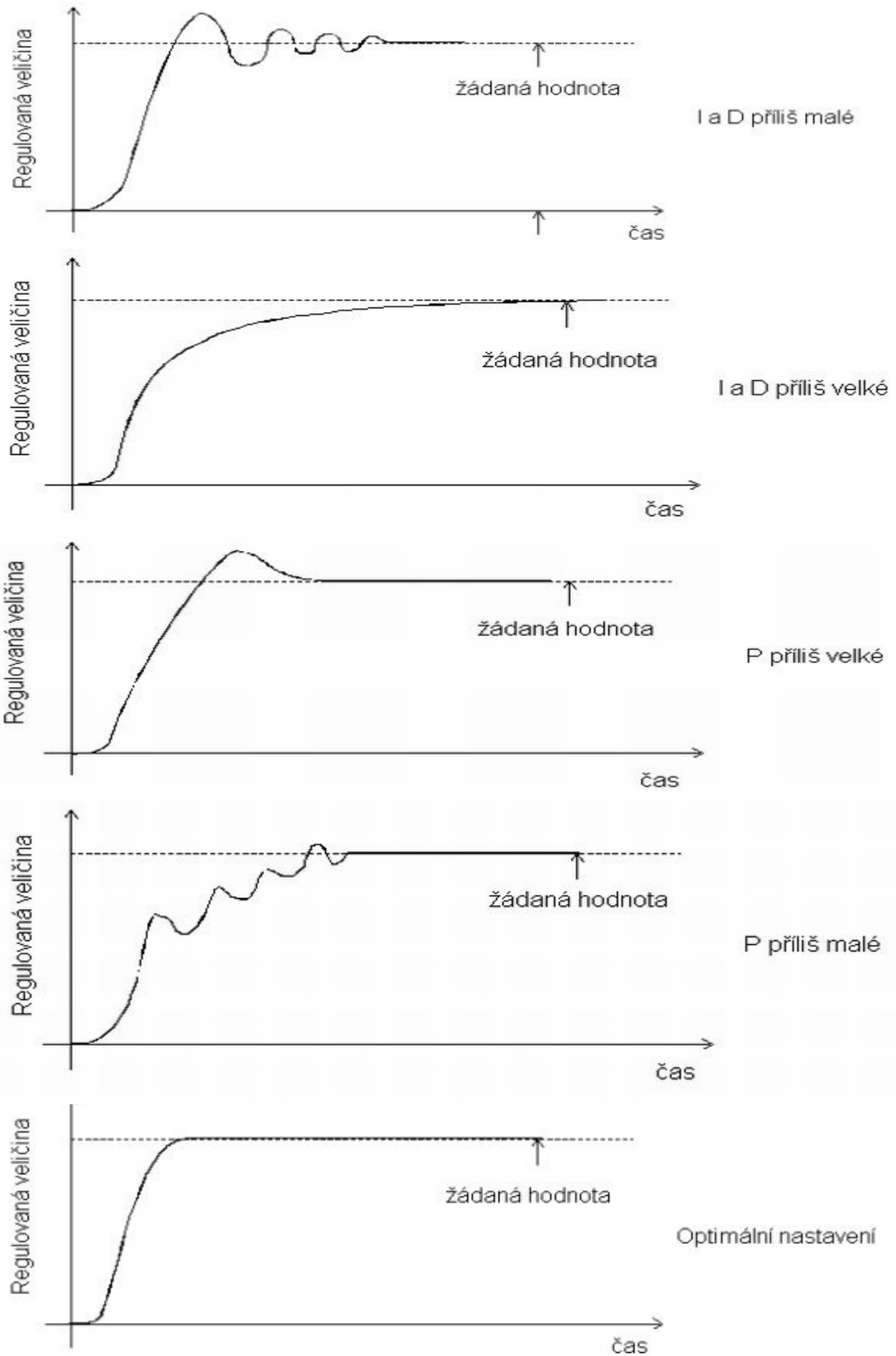
#### *D - Derivační parametr*

Uplatňuje se při rychlých změnách žádané nebo skutečné hodnoty. Výstupní signál je úměrný rychlosti změny vstupního signálu. Zvyšováním derivační složky se tlumí regulační pochod, při zakmitání tedy dochází ke zkrácení doby regulace a zlepšuje se stabilita regulačního obvodu.

Snad nejlepší metodou učení je poučení z vlastních chyb. Chyby způsobené na pracovištích nejrůznějšího typu špatnou volbou PID parametrů však stojí příliš mnoho! Ať už se jedná o množství spotřebované energie, či zastavení(přerušování) provozu díky nesplnění technických podmínek pro výrobu.

S příprvkem **Regulation Control** si žáci či studenti můžou vyzkoušet a osvojit základní dovednosti týkající se tak složité problematiky, jakou regulace beze sporu je. V hodinách měřicí a regulační techniky si mohou vyzkoušet jednotlivé typy regulátorů s nastavením jejich parametrů a nemusí se přitom obávat neblahých následků při špatně zvoleném typu regulátoru či parametrů regulace.

*Na následující stránce je popsáno možné chování soustav vzhledem k parametrům PID.*



Novinky a aktuální informace můžete najít na: <http://imfsoft.cz/hardware/produkty/regulation-control.asp>