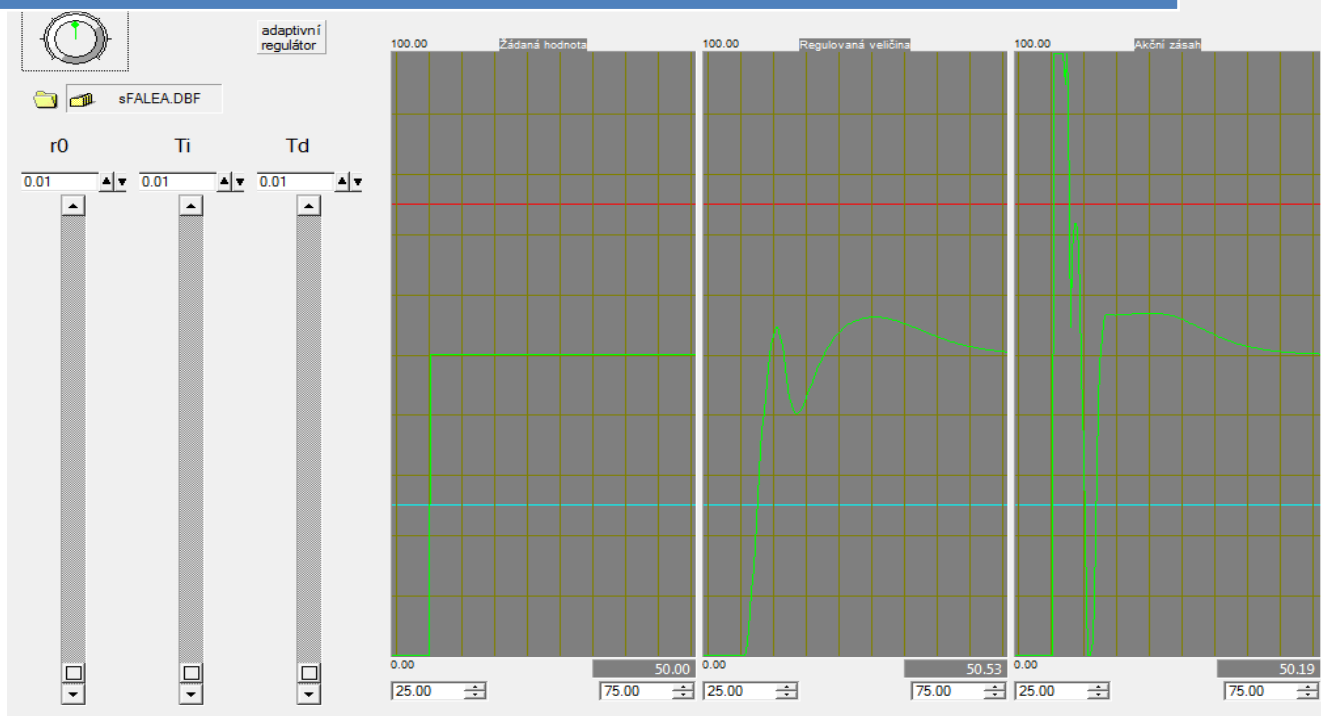


2016

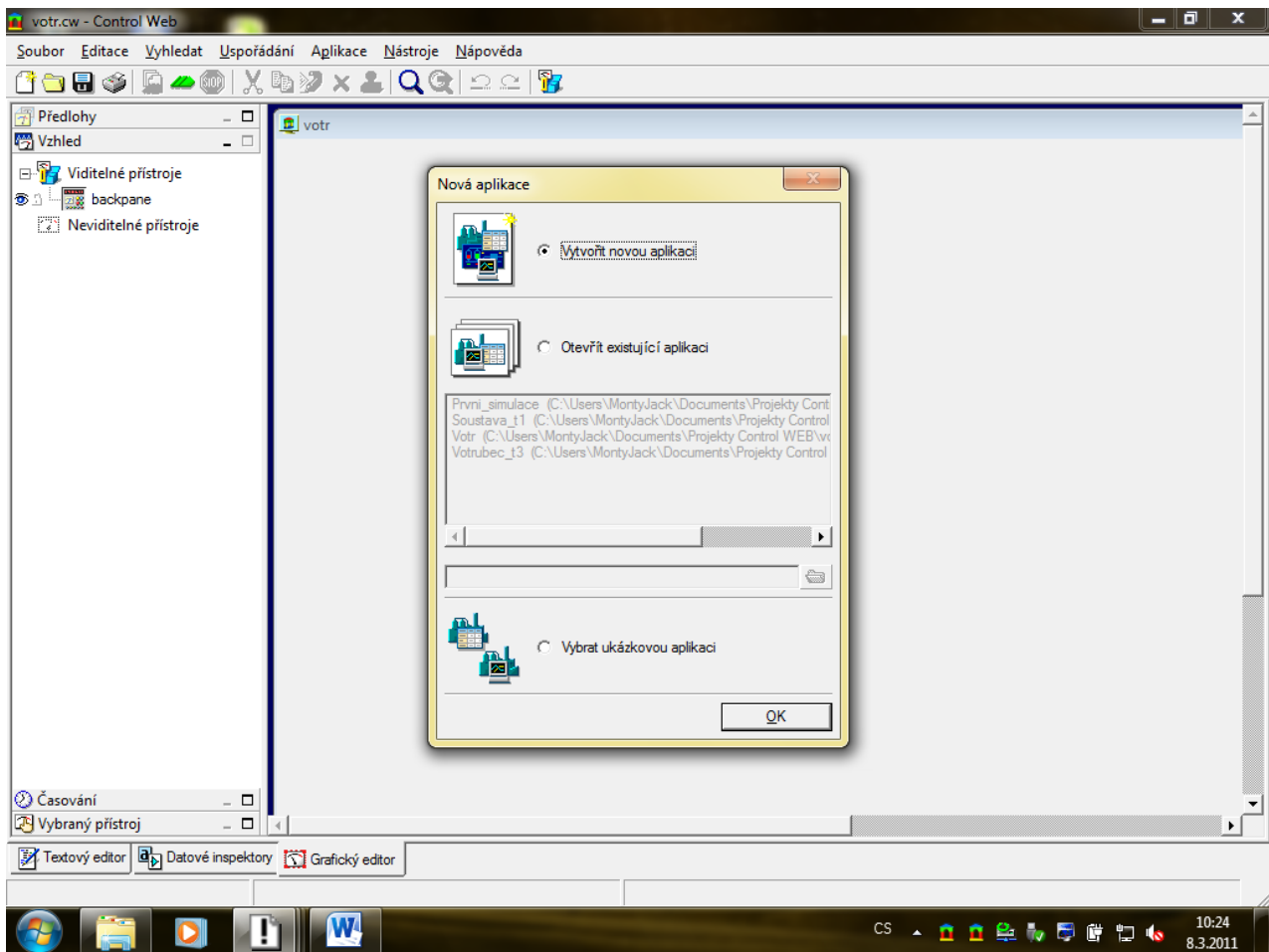
Návod na PID regulátor v prostředí Control Web 6.1



Dipl. Ing. Pavel Votrubec
SPŠ Resslova 5, Ústí nad Labem
1.3.2016

POSTUP PŘI SIMULACI SOUSTAVY A REGULAČNÍHO OBVODU

VYTVOŘENÍ NOVÉ APLIKACE V CONTROL WEBU VER. 6.1



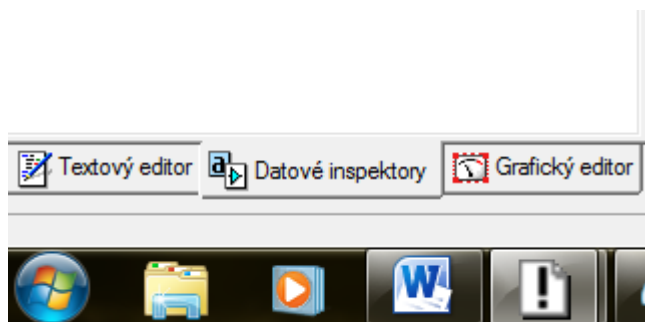
(všechny volby, které nejsou níže popsány, necháváme vždy beze změny)

1. V menu *Soubor* zvolíme *Nový*.
2. Zobrazí se dialogové okno, ve kterém zvolíme *Aplikace pracující v reálném čase* a klikneme na *Další*.
3. Jako *jméno souboru aplikace* vyplníme název naší aplikace a ponecháme příponu *.cw* (např. *soustava.cw* nebo *regulator.cw*).
4. Potvrdíme tlačítkem *Další*.
5. *Styl základního panelu aplikace* zvolíme *přes celou obrazovku*.
6. Necháme označenu volbu *Mimo Taskbar* a zaškrtneme *Přizpůsobit libovolnému rozlišení*.
7. Potvrdíme tlačítkem *Další*.
8. Zde vybereme *Aplikaci s jediným panelem* a opět potvrdíme tlačítkem *Další*.

9. V tomto okně necháme vše beze změny a potvrdíme tlačítkem Dokončit.
10. Nově zobrazené okno uzavřeme tlačítkem OK.
11. Nyní máme vytvořenou novou aplikaci.

SOUSTAVA (PROGRAM MODEL.DLL)

1. Přepneme se do *Datových inspektorů*.



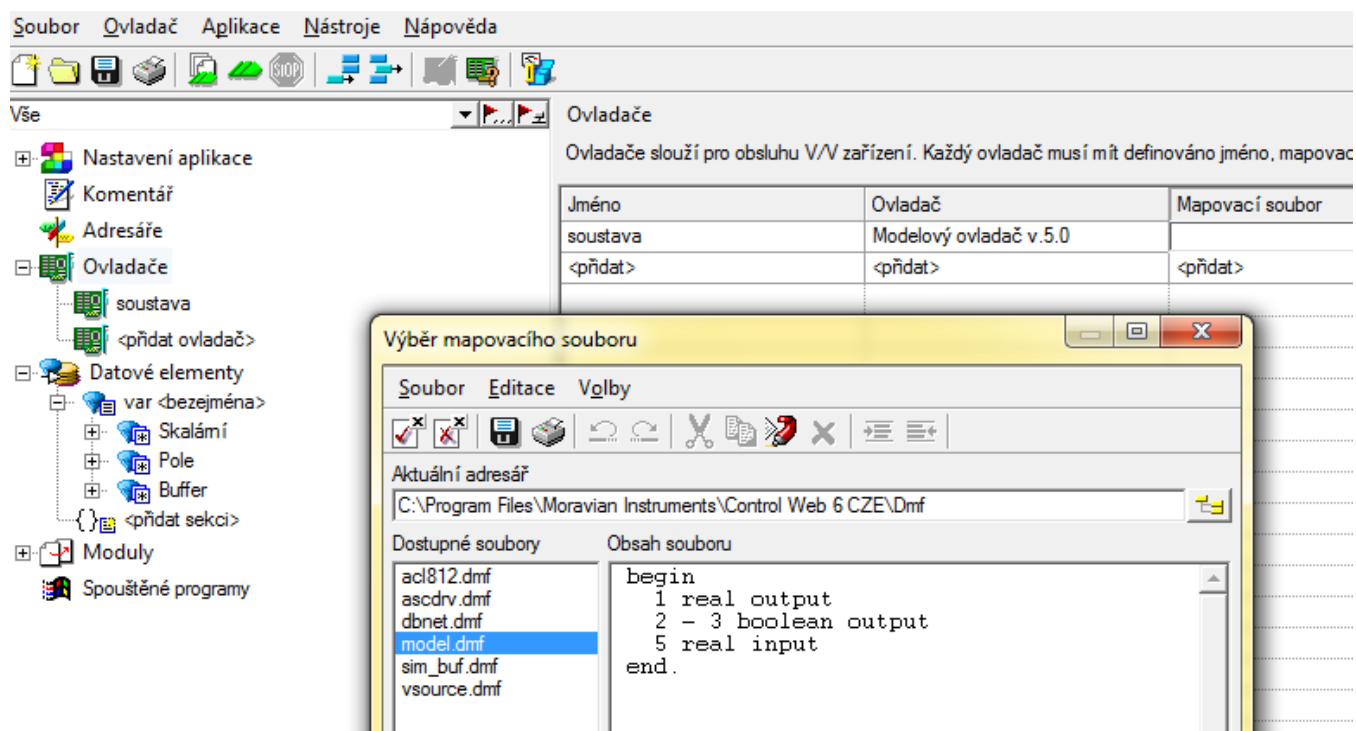
2. Na kartě *ovladače* zadáme:

jméno: soustava

ovladač: modelový ovladač (příslušná nainstalované verze je součástí systému CW)

map. soubory: model.dmf (najdeme v adresáři C:\Program Files\Moravian Instruments\Control Web 6 CZE\Dmf)

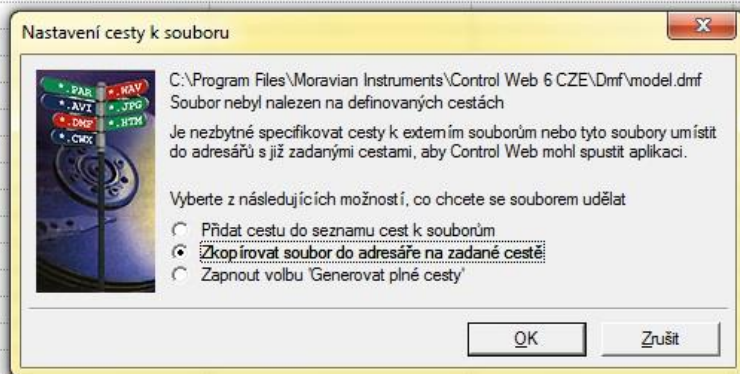
par. soubory: model.par (najdeme v adresáři: C:\Program Files\Moravian Instruments\Control Web 6 CZE\Par)



Ovladače

Ovladače slouží pro obsluhu V/V zařízení. Každý ovladač musí mít definováno jméno, mapovací a parametrický soubor.

Jméno	Ovladač	Mapovací soubor	Parametrický soubor	Mód	Skrytý
soustava	Modelový ovladač v.5.0		<očekávána hodnota>	run	false
<přidat>	<přidat>	<přidat>	<přidat>	<přidat>	<přidat>



3. Jak pro *model.dmf*, tak pro *model.par*, potvrdíme volbu „Zkopírovat soubor do adresáře na zadané cestě“.

Soubor Datové elementy Aplikace **Nástroje** Nápověda

Vše

Kanály

Kanál slouží jako vazba mezi aplikací a V/V zařízením.

name	type	init_value	driver	driver_index	direction	timeout	comment
vstup_u	real		soustava	1	output		'akční veličina'
vystup_y	real		soustava	5	input		'regulovaná veličina'
<přidat>	<přidat>	<přidat>	<přidat>	<přidat>	<přidat>	<přidat>	<přidat>

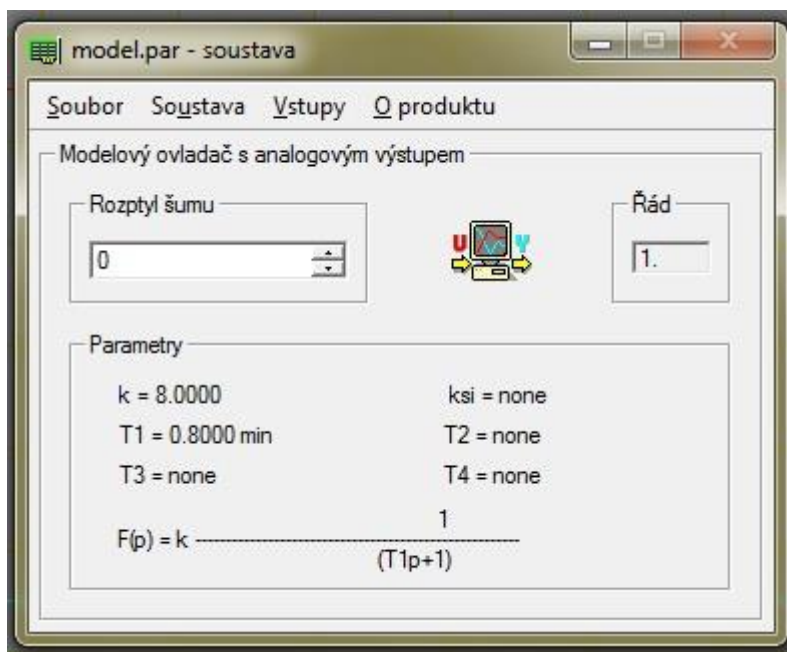
4. Na kartě *kanály* do prvního řádku zapíšeme:
jméno: vstup
ovladač: soustava
číslo: 1

A do druhého řádku:
jméno: vystup

ovladač: soustava
číslo: 5

5. Na kartě *proměnné* zadáme jedinou proměnnou:

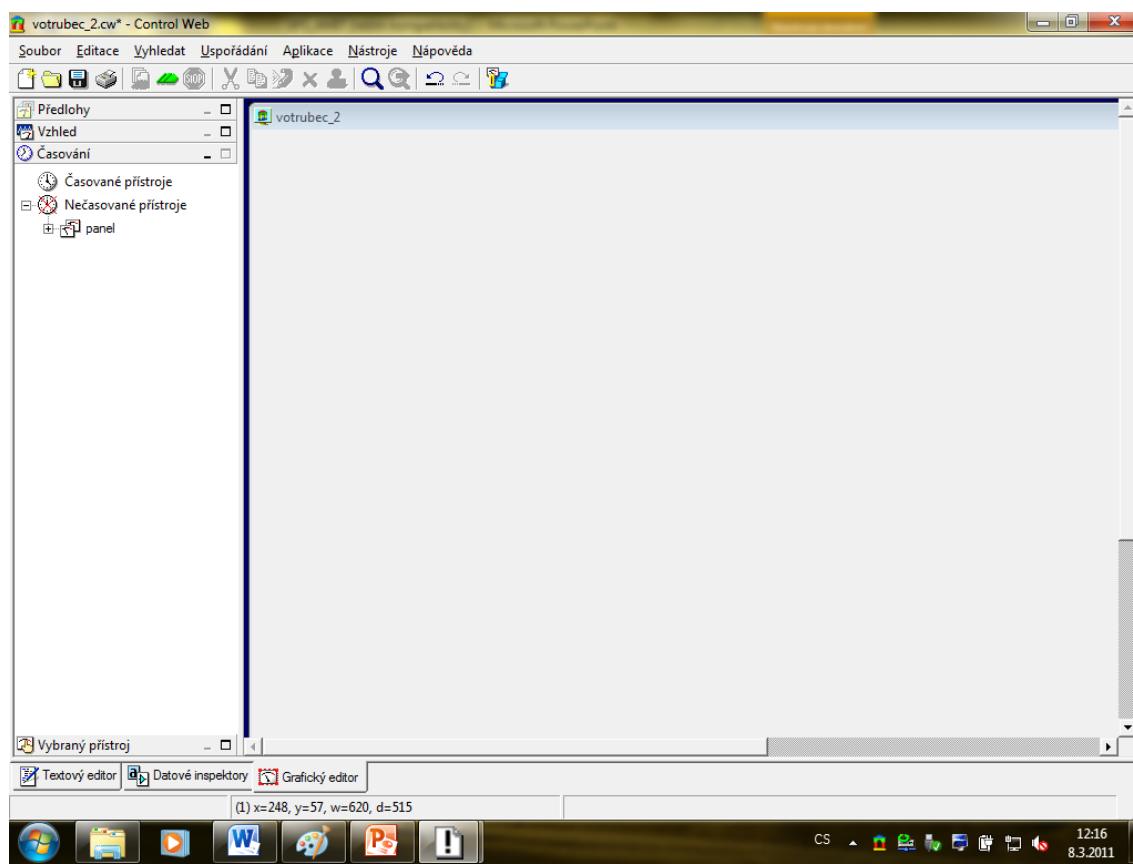
jméno: cas
typ: integer
hodnota: 0



Pro vlastní parametry soustavy musíme spustit projekt simulace soustavy (tlustá zelená šipka v menu) a přes menu simulátoru soustavy nastavit své parametry a uložit je. Poté v záložce ovladače zaměnit model.par soubor za náš např. „soustava_1.par“ soubor.

PROGRAMOVÁNÍ V GRAFICKÉM EDITORU

Nyní
do

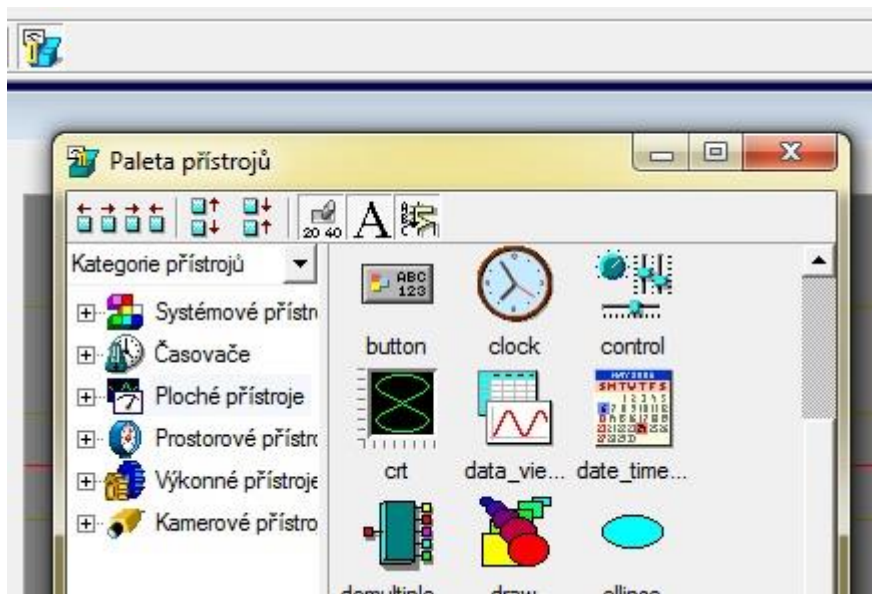


se
přepneme
Grafického
editoru.

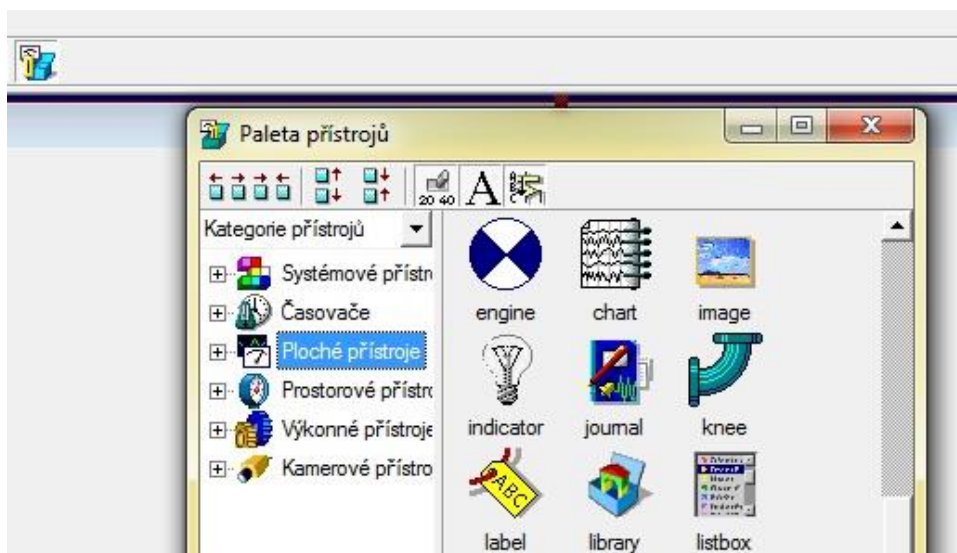
Zobrazíme *Paletu přístrojů* ťuknutím na ikonku a na plochu přetáhneme následující přístroje:

Z podnabídky *Ploché přístroje* přístroje *control*, *chart* a přístroj *archiver*.

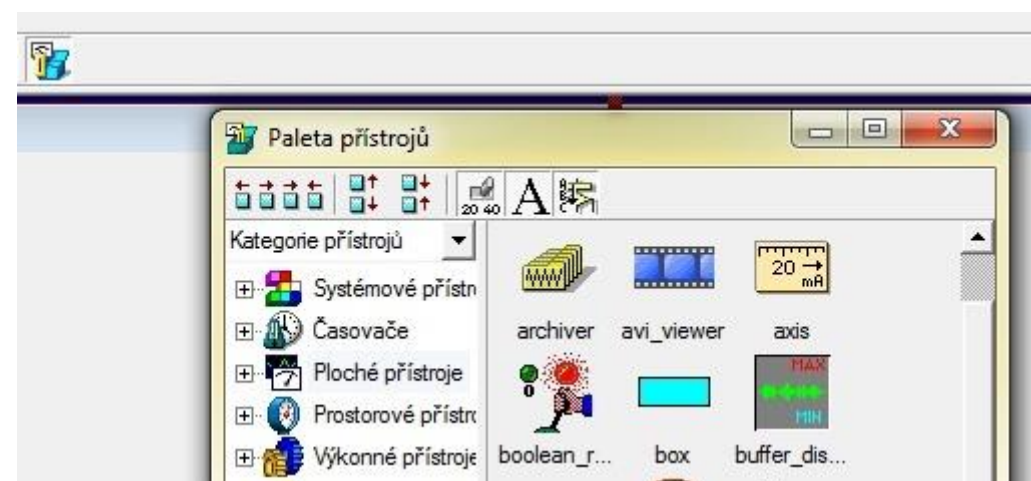
control



chart



archiver



Pokud nechcete použít přístroj časovač, tak můžeme čas periody zapisovat rovnou do všech přístrojů: parametr aktivity – parametr period Hodnota: „0.3“ viz Obrázek. Jinak musíme časování přístrojů provádět pomocí přístroje SEQUENCER.

Parametr	Hodnota	Popis
panel	backpane	Jméno přístroje
template		Vzor přístroje
rem	hlavní panel aplikace	Poznámka
activity		Aktivita přístroje

Parametr	Hodnota	Popis
period	0.3	Perioda aktivace
period_offset		Posun periody aktivace
period_origin	start	Počátek posunu periody aktivace
timer		Jméno časovače
driver		Výjimka od ovladače
condition		Podmínka aktivace přístroje

PŘÍSTROJ CHART

Pravým tlačítkem myši klikneme na *chart* zobrazený na ploše a vyvoláme *Inspektor přístroje - Parametry*.

Hodnotu Parametru *mode* změníme položku *typ přístroje* na *flow_graf*.

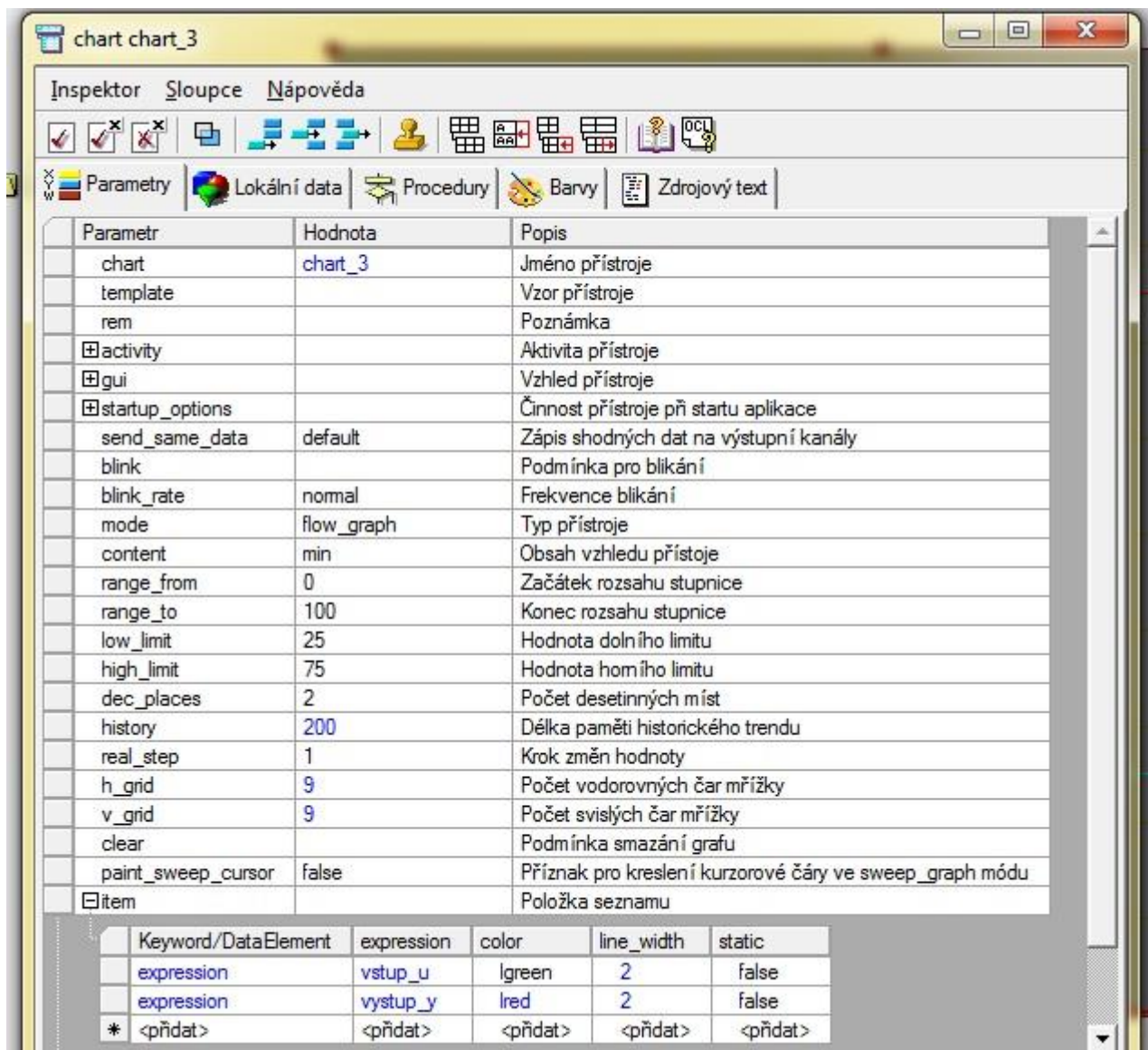
Hodnotu Parametru *history* změníme z původních 2 na 200.

Protože nechceme ve výsledné tabulce mít aktuální čas a datum, tak musíme dotyčné položky zakázat

ItemDate a ItemTime položka „Disable“ = True.

V Hodnotě Parametru *item* se nacházejí další čtyři Položky. Na první z nich (*expression*) do kolonky *Výraz, který je přístrojem vyhodnocován* zapíšeme *vstup_u* a klikneme na tlačítko <Přidat>.

Textové pole se po stisku tohoto tlačítka vymazalo. Zapíšeme do něj *vystup_y* a potvrdíme tlačítkem *Použít*. Navíc můžeme změnit i barvy zobrazované hodnoty výrazu (z původní barvy *lgreen* např. na *ired*) a poté stisknout ikonku *Použít a uzavřít*.



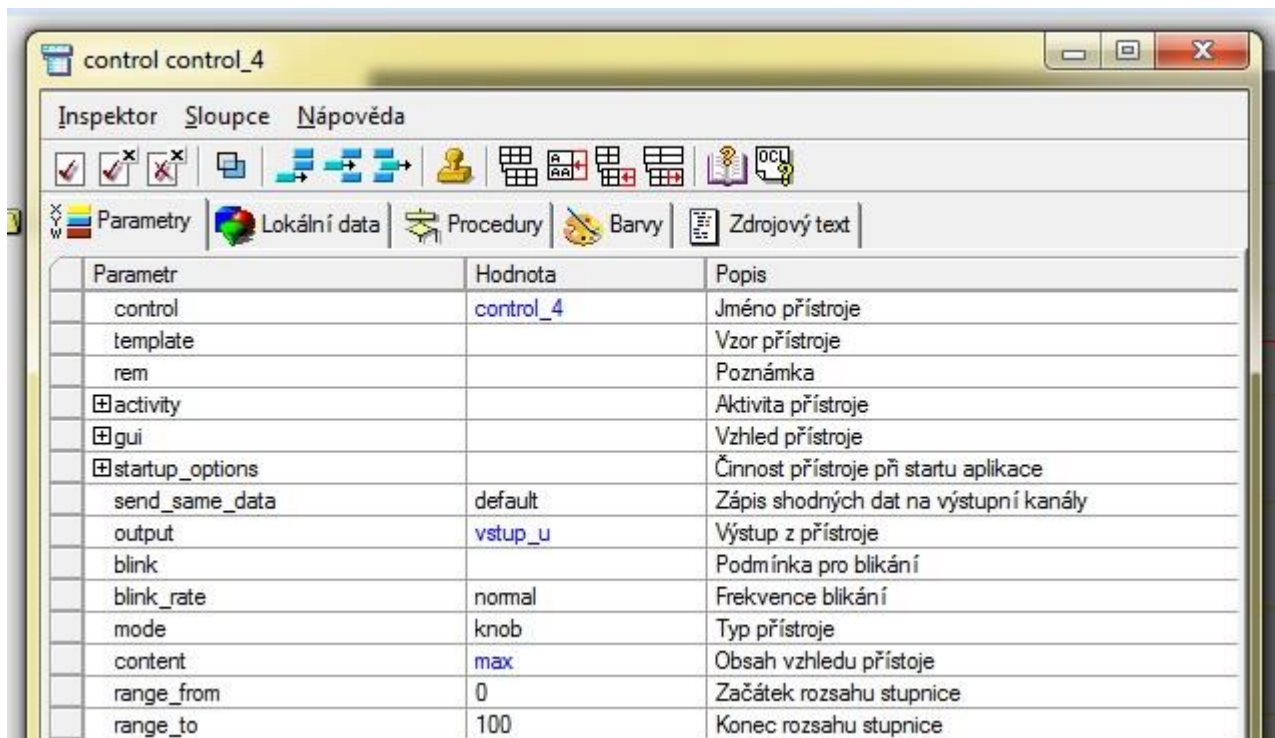
Parametr	Hodnota	Popis
chart	chart_3	Jméno přístroje
template		Vzor přístroje
rem		Poznámka
activity		Aktivita přístroje
gui		Vzhled přístroje
startup_options		Činnost přístroje při startu aplikace
send_same_data	default	Zápis shodných dat na výstupní kanály
blink		Podmínka pro blikání
blink_rate	normal	Frekvence blikání
mode	flow_graph	Typ přístroje
content	min	Obsah vzhledu přístroje
range_from	0	Začátek rozsahu stupnice
range_to	100	Konec rozsahu stupnice
low_limit	25	Hodnota dolního limitu
high_limit	75	Hodnota horního limitu
dec_places	2	Počet desetinných míst
history	200	Délka paměti historického trendu
real_step	1	Krok změn hodnoty
h_grid	9	Počet vodorovných čar mřížky
v_grid	9	Počet svislých čar mřížky
clear		Podmínka smazání grafu
paint_sweep_cursor	false	Příznak pro kreslení kurzorové čáry ve sweep_graph módu
item		Položka seznamu

Keyword/DataElement	expression	color	line_width	static
expression	vstup_u	lgreen	2	false
expression	vystup_y	ired	2	false
* <přidat>	<přidat>	<přidat>	<přidat>	<přidat>

PŘÍSTROJ CONTROL

Pravým tlačítkem vyvoláme *Inspektor přístroje* na přístroji *control*.

V parametru *output* do hodnoty *výstup z přístroje* zapíšeme *vstup_u*. Obsah parametru *content* změníme na *max* a potvrdíme tlačítkem *Použít a uzavřít*.



PŘÍSTROJ ARCHIVER

Inspektor přístroje vyvoláme také u archiveru.

Na kartě *file_name* do textového pole zapíšeme libovolné jedno písmeno. Hodnotu parametru *cache* změníme na 10. Vybereme parametr *date_item*, v ní u parametru *disable* zapíšeme hodnotu *True*. Totéž provedeme u karty *time_item* (parametr *disable* = hodnota *True*).

A dostáváme se k parametrům *item*. Ta obsahuje další parametry. Do jednotlivých parametrů zapište následující hodnoty (je uveden vždy název parametru, dvojtečka a co zapsat do příslušné položky):

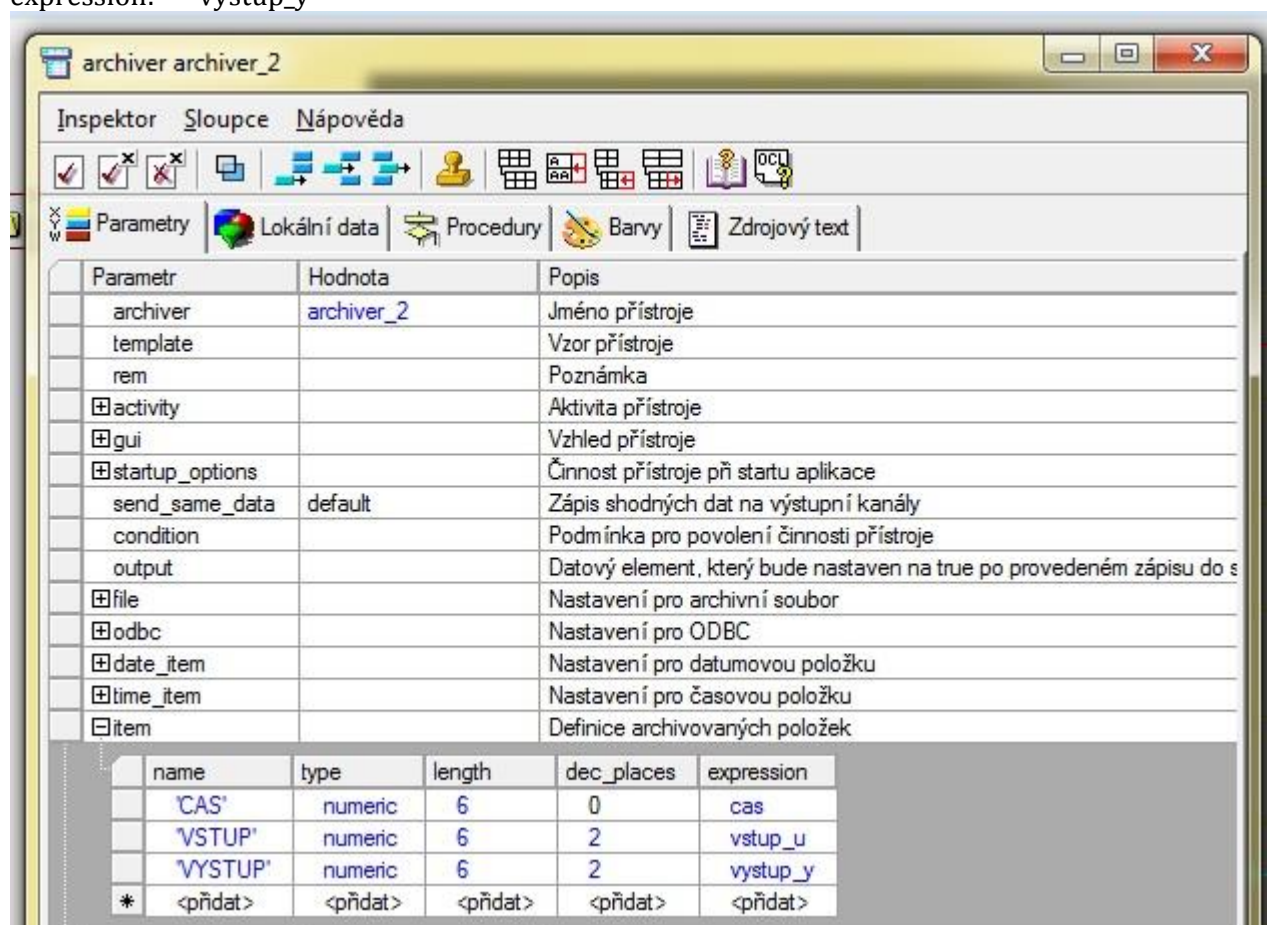
name: CAS
type: numeric
length: 6
dec_places: 0
expression: cas

Klikněte na tlačítko <Přidat> a vyplňujte znovu:

name: VSTUP
type: numeric
length: 6
dec_places: 2
expression: vstup_u

Opět <Přidat>:

name: VYSTUP
type: numeric
length: 6
dec_places: 2
expression: vystup_y

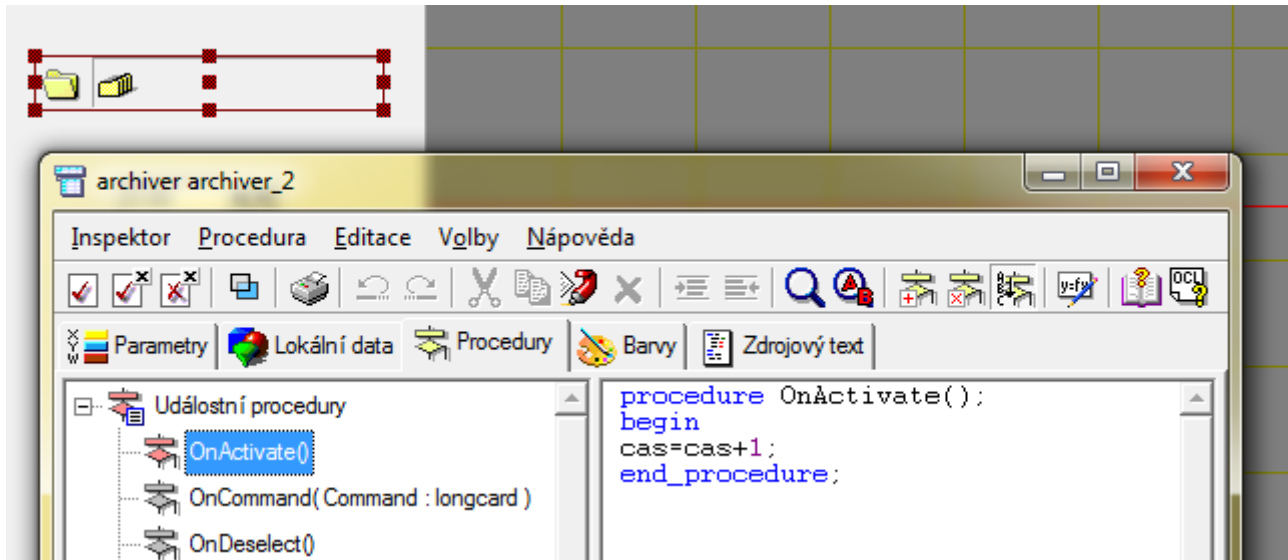


Jako další vyvolejme *Procedury*.

Proceduru *OnActivate* upravte tak, aby vypadala následovně:

```
procedure OnActivate();  
begin  
  cas=cas+1;  
end_procedure;
```

Potvrďte tlačítkem *Použít*.



Vše potvrďte tlačítkem *Použít a uzavřít*.

SIMULACE REGULÁTORU PID (VE SKUTEČNOSTI PSD)

Vytvoříme **novou aplikaci** a přepneme se do *Datových inspektorů*.

Na kartě *ovladače* zadáme:

jméno: soustava

ovladač: modelový ovladač

map. soubory: model.dmf

par. soubory: model.par

Na kartě *kanály* do prvního řádku zapíšeme:

jméno: vstup_u

ovladač: soustava

číslo: 1

A do druhého řádku:

jméno: vystup_y

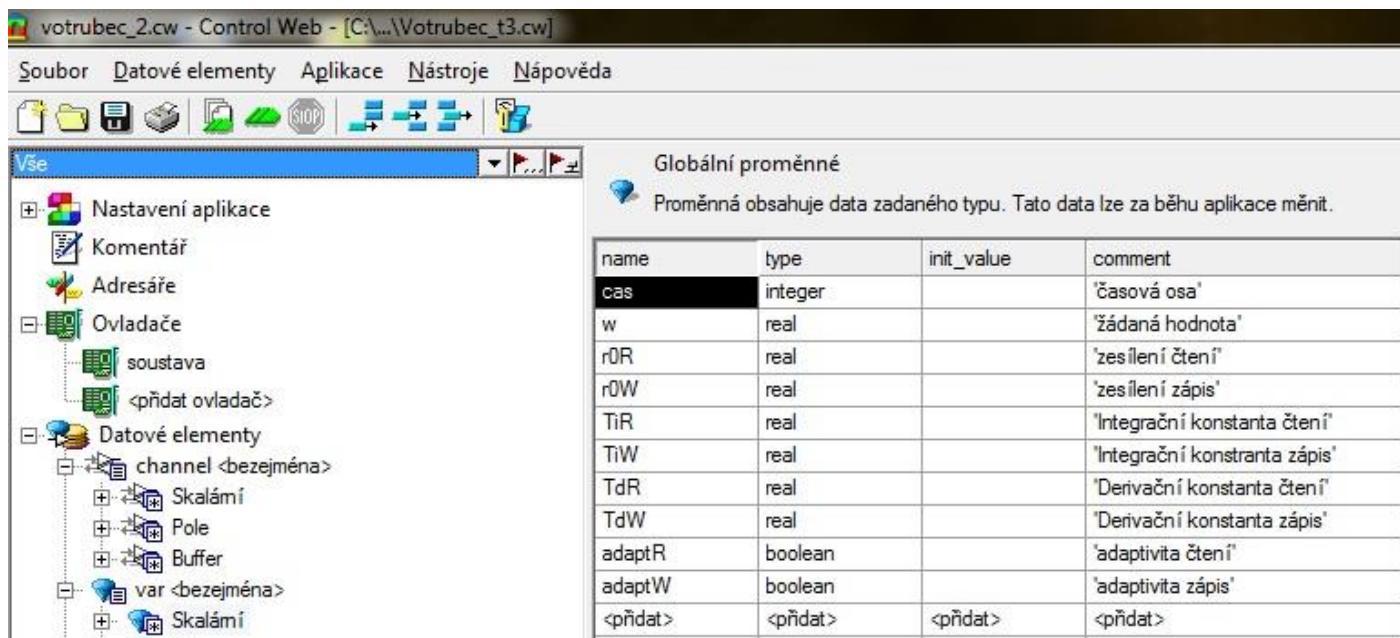
ovladač: soustava

číslo: 5

Poté spustíme aplikaci a v menu parametrů soustavy nastavím své parametry. Poté znovu v ovladačích místo model.par vložíme svůj parametrický soubor např.: „votrubec_1_par“.

Na kartě *proměnné* zadáme tyto proměnné:

jméno	typ	hodnota
cas	integer	0
w	real	0
r0R	real	0
r0W	real	0
TiR	real	0
TiW	real	0
TdR	real	0
TdWR	real	0
AdaptR	boolean	False
AdaptW	boolean	False



Nyní se přepneme do *Grafického editoru*.

PŘÍSTROJ PID REGULÁTOR

Zobrazíme *Paletu přístrojů*, a na plochu přetáhneme *pid_regulator* z karty *Regulátory*.

Zobrazíme *Inspektor přístroje* pro *pid_regulator* a provedeme následující změny:

Parametr: Hodnota:

pid_regulator: pid

aktivita-period: 0.3

wish_value: w

expression: vystup_y

output: vstup_u

show_description: true

wish_value section:

 mode: flow_graph

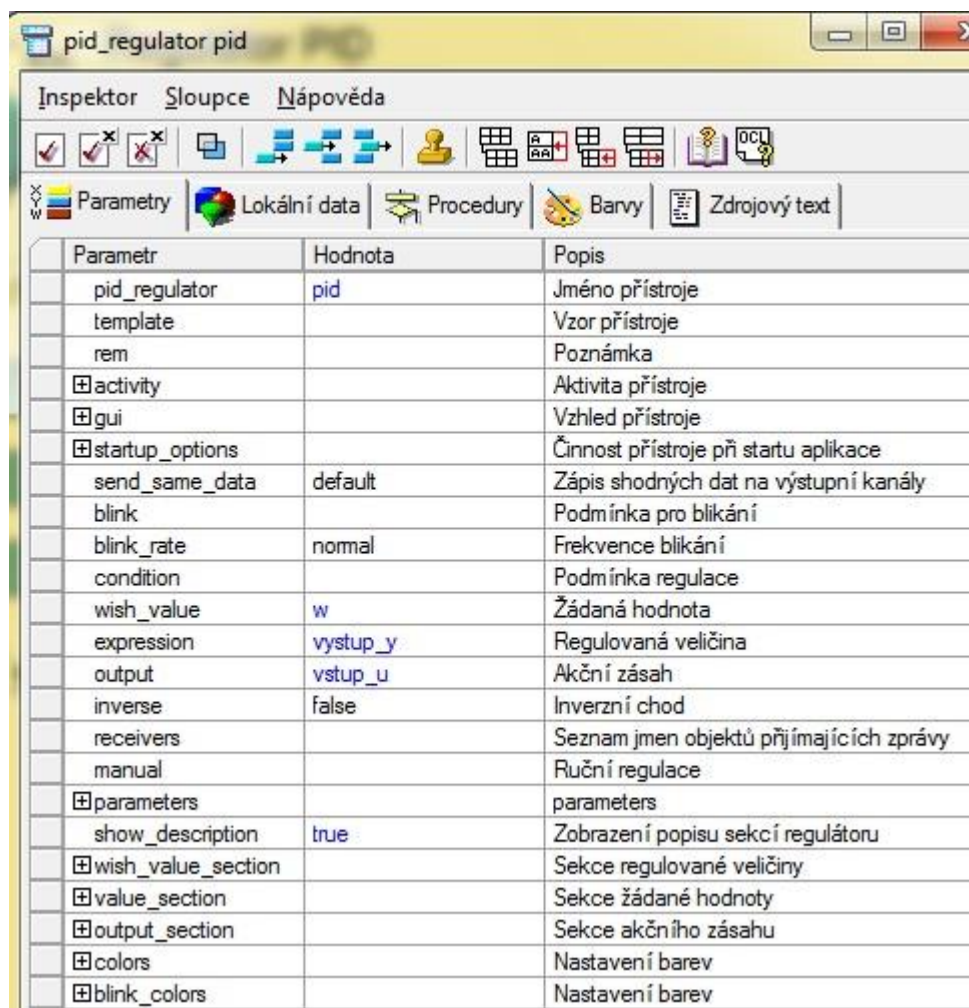
 content: max

 history: 100

 h_grid: 9

 v_grid: 9

value_section:



mode: flow_graph

content: max

history: 100

h_grid: 9

v_grid: 9

output_section:

mode: flow_graph

content: max

history: 100

h_grid: 9

v_grid: 9

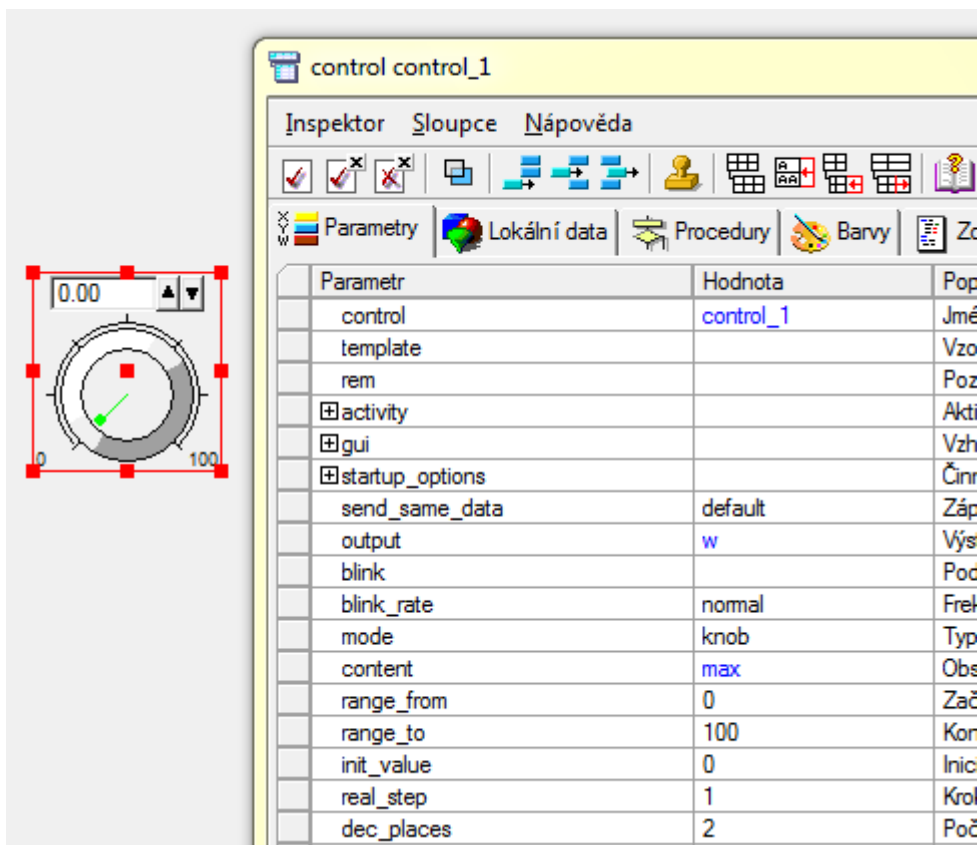
wish_value_section	Sekce regulované veličiny		
	Parametr	Hodnota	Popis
	ratio	1	Zobrazovací poměr
	view_position	1	Zobrazovací pozice
	mode	flow_graph	Typ přístroje
	content	max	Obsah vzhledu přístroje
	range_from	0	Začátek rozsahu stupnice
	range_to	100	Konec rozsahu stupnice
	low_limit	25	Hodnota dolního limitu
	high_limit	75	Hodnota horního limitu
	history	100	Délka paměti historického trendu
	dec_places	2	Počet desetinných míst
	real_step	1	Krok změn hodnoty
	h_grid	9	Počet vodorovných čar mřížky
	v_grid	9	Počet svislých čar mřížky
	font	font_small	Specifikace fontu
	mask		Textová maska pro formátování hodnoty

CONTROL – ŽÁDANÁ VELIČINA W

Z nabídky *Paleta přístrojů - Ploché přístroje* na plochu přetáhneme přístroj *control*.

U přístroje *control* změníme pomocí *Inspektora přístroje* Hodnotu Parametru *output* a zapíšeme tam *w*.

Hodnotu Parametru *content* změníme na *max*.



Parametr	Hodnota	Pop
control	control_1	Jmé
template		Vzo
rem		Poz
activity		Akti
gui		Vzh
startup_options		Činn
send_same_data	default	Záp
output	w	Výs
blink		Poc
blink_rate	normal	Fret
mode	knob	Typ
content	max	Obs
range_from	0	Zač
range_to	100	Kon
init_value	0	Inic
real_step	1	Krol
dec_places	2	Poč

NATIVNÍ PROCEDURY PRO ČTENÍ PARAMETRŮ A STAVU PID REGULÁTORU

Na plochu přidáme třikrát přístroj *meter*, čtyřikrát přístroj *label* a jednou přístroj *indikátor*. U jednoho *labelu* do textového pole na kartě *text* zapíšeme *r0*, u druhého *Ti* a u třetího *Td* a velikost fontu 16 a u čtvrtého „Regulátor PID“ zase s velikostí fontu 16.

U prvního přístroje *meter* nastavíme parametry takto:

aktivita-timer: 0.3
 expresion: r0R
 mode: digital

a pokračujeme stejně u dalších dvou přístrojů *meter*.

aktivita-timer: 0.3
 expresion: TiR
 mode: digital

a

aktivita-timer: 0.3
 expresion: TdR
 mode: digital

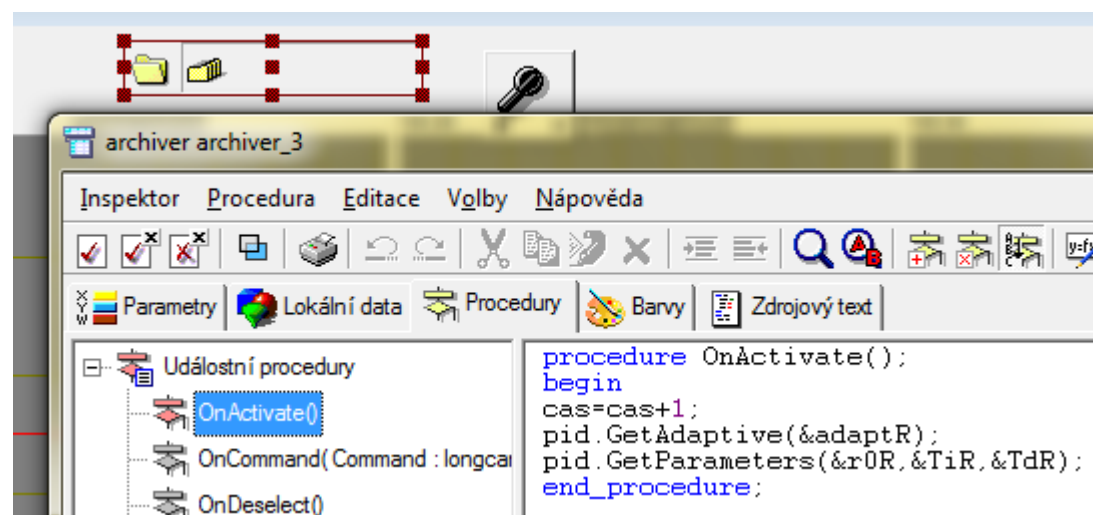
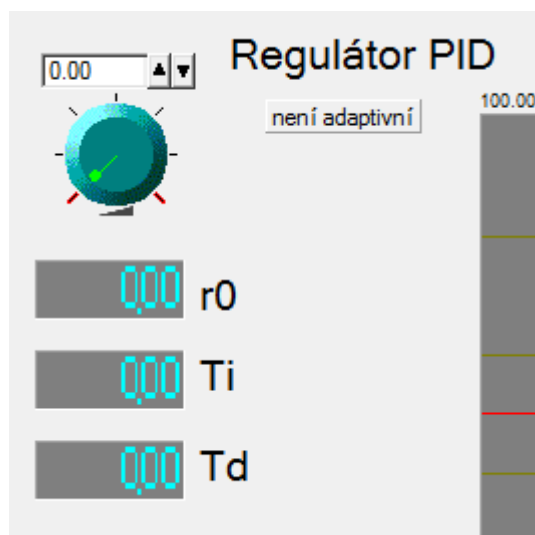
a dizajnově je srovnáme.

Parametr	Hodnota	Popis
meter	meter_3	Jméno přístroje
template		Vzor přístroje
rem		Poznámka
activity		Aktivita přístroje
gui		Vzhled přístroje
startup_options		Činnost přístroje při startu aplikace
send_same_data	default	Zápis shodných dat na výstupní kanály
expression	r0R	Výraz, který je přístrojem vyhodnocován
blink		Podmínka pro blikání
blink_rate	normal	Frekvence blikání
mode	digital	Typ přístroje
content	min	Obsah vzhledu přístroje
range_from	0	Začátek rozsahu stupnice
range_to	100	Konec rozsahu stupnice
low_limit	25	Hodnota dolního limitu
high_limit	75	Hodnota horního limitu
dec_places	2	Počet desetinných míst
justify	right	Umístění textu
history	2	Délka paměti historického trendu
real_step	1	Krok změn hodnoty
frame	1	Výška rámečku
h_grid	0	Počet vodorovných čar mřížky
v_grid	0	Počet svislých čar mřížky
line_width	1	Šířka čar grafu
font	font_small	Specifikace fontu
mask		Textová maska pro formátování hodnoty
text_shift	0	Vertikální posun textu v módu text_display
disable_menu	false	Zrušení menu je-li přístroj v okně
transparent	false	Objekt bez pozadí
paint_sweep_cursor	false	Příznak pro kreslení kurzorové čáry ve sweep
colors		Nastavení barev
blink_colors		Nastavení alternativních barev

Pro okamžité zobrazení stavu parametrů PID regulátoru použijeme nativní procedury přístroje *pid_regulator*.

Konkrétně do procedury *OnActivate* vložíme volání přístroje a jeho procedury *pid.GetParameters(&r0R,&TiR,&TdR)*; a *pid.GetAdaptive(&adaptR)*. Obě volání nativní procedur vložíme do

procedur *OnActivate()* přístroje *Archiver* hned pod řádek *cas = cas+1*.



NATIVNÍ PROCEDURY PRO ZÁPIS PARAMETRŮ PŘI BĚHU PID REGULÁTORU

Otevřeme *Paletu přístrojů* a na plochu umístíme 3 přístroje *control*, 3 přístroje *label* a přístroj *switch* z nabídky plochých přístrojů.

U přístrojů *control* pomocí *Inspektora přístroje* v Parametrech *output* do Hodnoty u prvního zapíšeme r0W, u druhého TiW a do třetího TdW.

U všech tří *control* pak nastavíme toto:

Parametr	hodnota
mode:	vertical_slider
content:	max
init_value:	0.01
real_step:	0.01

Na kartě *Procedury* u každého *controlu* upravíme proceduru *OnOutput*:

```
procedure OnOutput( Output : real );  
begin  
  pid.SetParameters(r0W, TiW, TdW);  
end_procedure;
```

U všech přístrojů doplníme popis pomocí přístroje *label* (r0, Ti a Td) s velikostí fontu 16.

U přístroje *switch* pak pomocí *Inspektora přístroje* na kartě *Procedury* upravíme proceduru *OnOutput*:

```
procedure OnOutput( Output : boolean );  
begin  
  pid.SetAdaptive(Output);  
end_procedure;
```



Přístroje vhodně rozmístíme na ploše a aplikace je hotová.

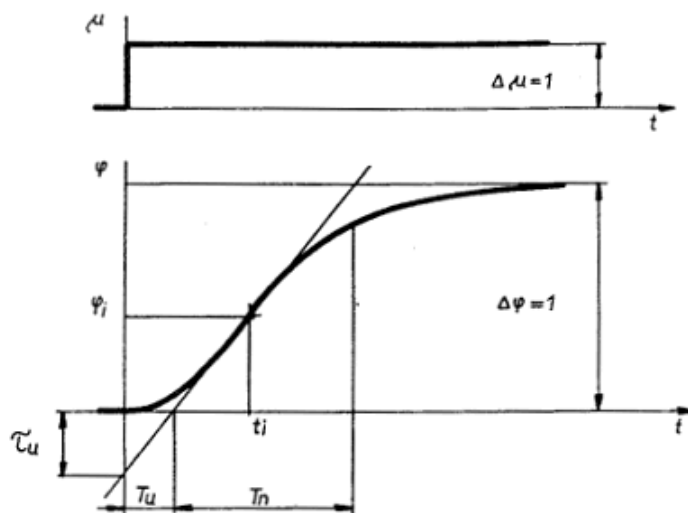
Poslední úprava dne 17.3.2015 Ing. Pavel Votrubec

Přílohy:

METODY NASTAVENÍ PARAMETRŮ PID REGULÁTORU:

METODA ZIEGLER –NICHOLS PODLE PŘECHODOVÉ CHARAKTERISTIKY REGULOVANÉ SOUSTAVY (TZV. ZN-1).

1. Přivedeme na vstup soustavy $u(t)$ jednotkový skok a přechodovou charakteristiku zaznameneáme.



2. Vybereme vhodný typ ideálního regulátoru a pomocí odečtených parametrů T_u [sec] a T_n [sec] a pomocí tabulky spočítáme konkrétní parametry r_0 [/], T_i [sec] a T_d [sec].

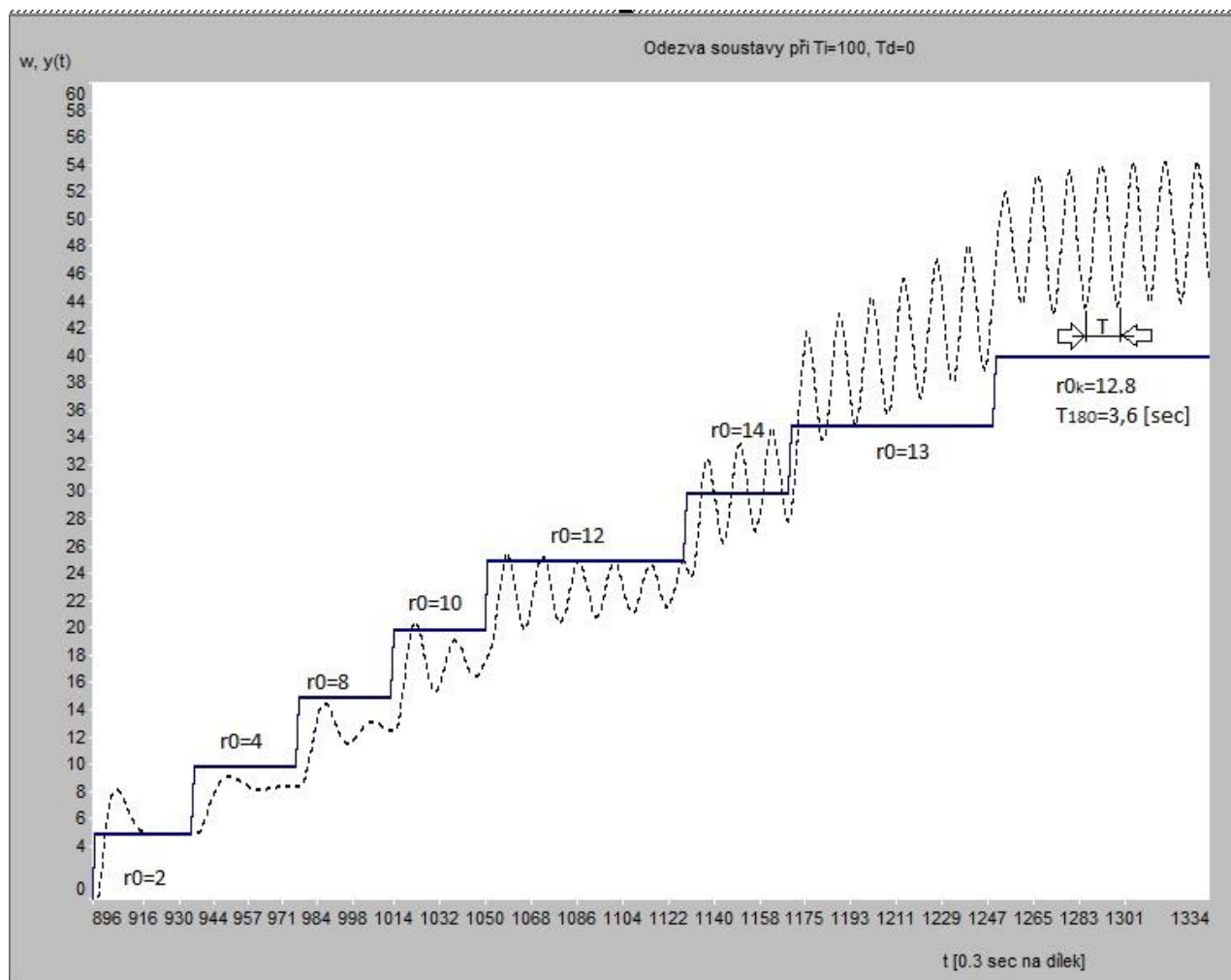
$$u(t) = r_0 \left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e dt + T_d \frac{de}{dt} \right]$$

Typ regulátoru	r_0	T_i	T_d
P	$\frac{1}{k} \frac{T_u}{T_n}$	-	-
PI	$0,9 \frac{1}{k} \frac{T_u}{T_n}$	$3,5 T_u$	-
PD	$1,2 \frac{1}{k} \frac{T_u}{T_n}$	-	$0,25 T_u$
PID	$1,2 \frac{1}{k} \frac{T_u}{T_n}$	$2 T_u$	$0,5 T_u$

METODA ZIEGLER –NICHOLS SEŘÍZENÍ REGULÁTORU PODLE KRITICKÉHO ZESÍLENÍ (TZV. ZN-2).

Regulační obvod přivedeme na hranici stability pomocí postupného zvyšování zesílení. Integroační a derivační složka je vypnutá ($T_i = \infty$ a $T_d = 0$).

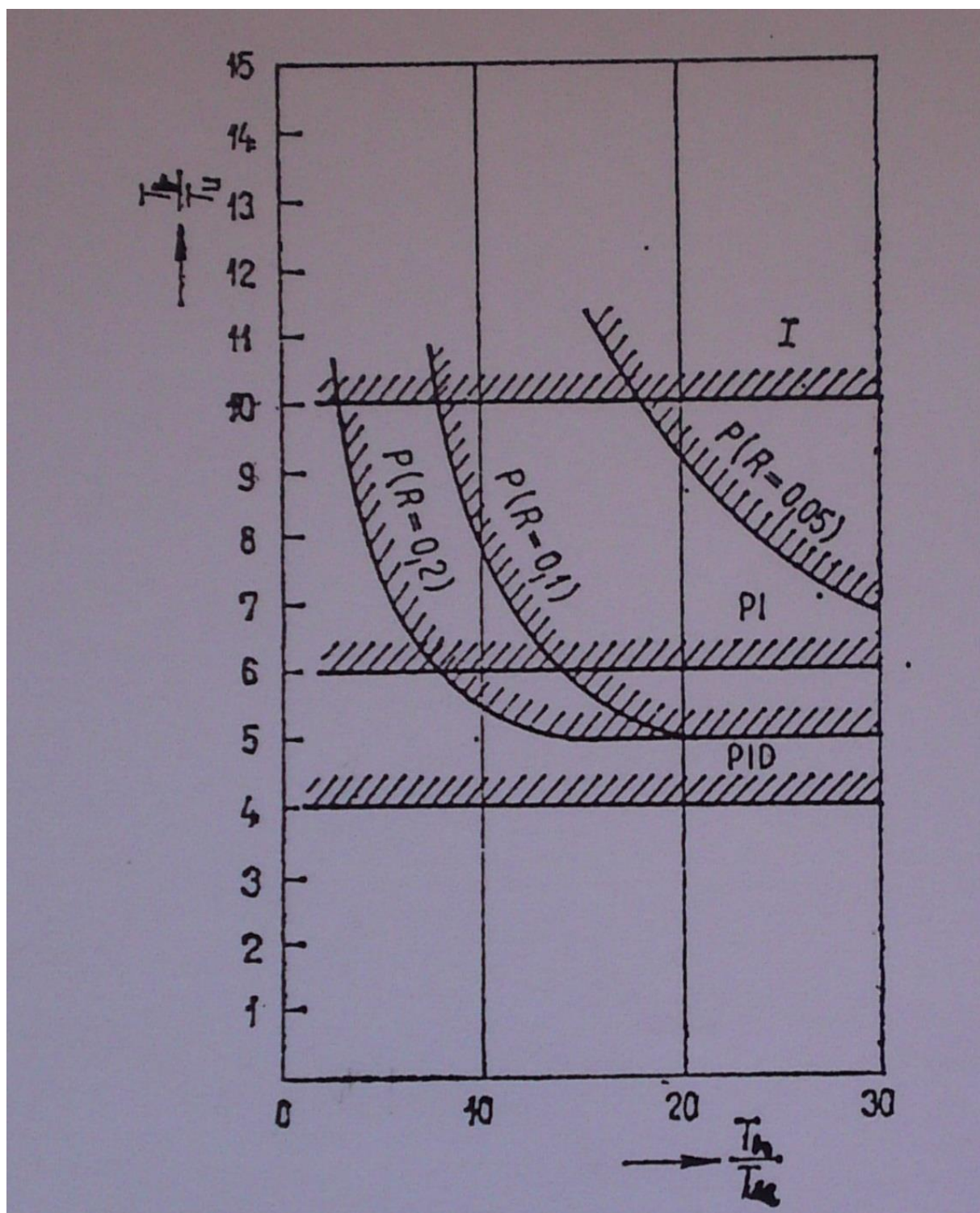
$$u(t) = r_0 \left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e dt + T_d \frac{de}{dt} \right]$$



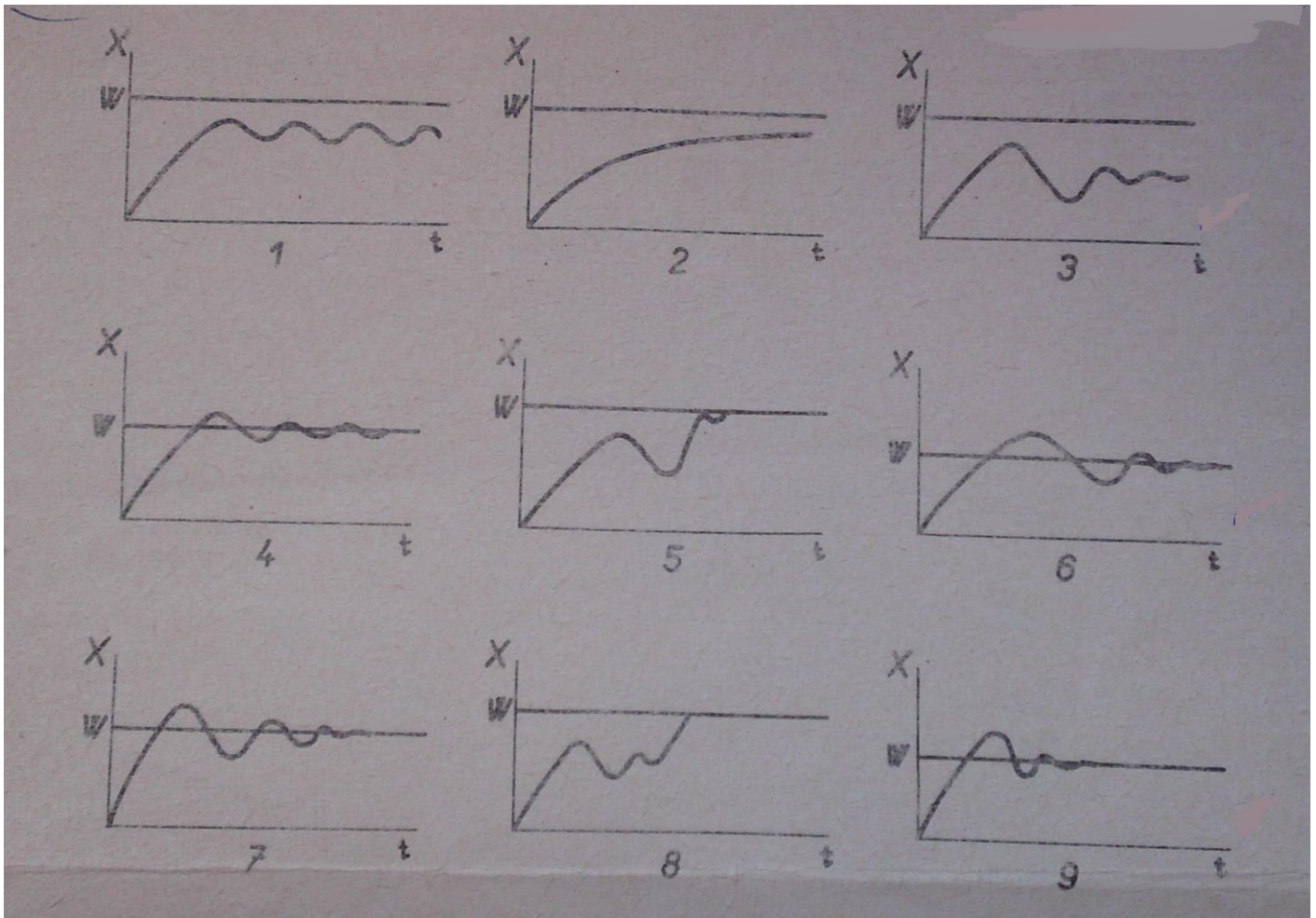
Typ regulátoru	r_0	T_i	T_d
P	$0,5r_{0k}$	-	-
PI	$0,45r_{0k}$	$0,83T_{180}$	-
PD	$0,4r_{0k}$	-	$0,05T_k$
PID	$0,6r_{0k}$	$0,45r_{0k}T_{180}$	$0,12T_k$
I		$2T_k$	

VOLBA REGULÁTORU POMOCÍ LERNEROVA DIAGRAMU

- 1) Na regulované soustavě naměřte hodnoty T_u [sec] a T_n [sec]
- 2) Zvolte dobu regulace T_r [sec] dle jakostních kritérií
- 3) Spočtete T_n/T_u (osa x) a T_r/T_u (osa y) a dle diagramu zvolte vhodný typ regulátoru.

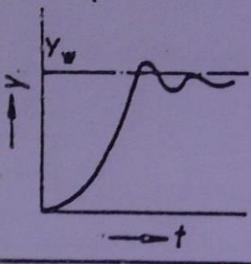
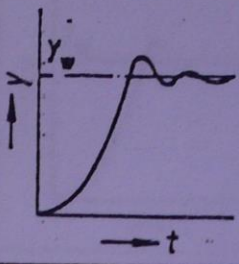
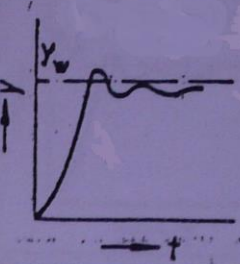
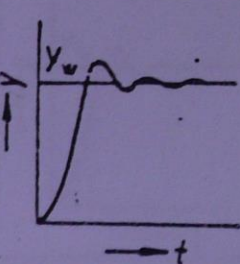
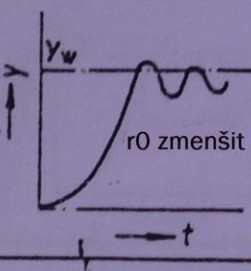
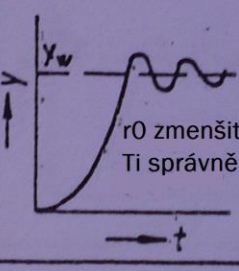
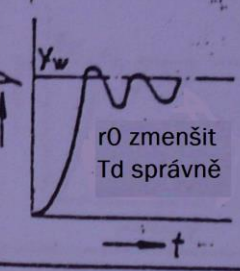
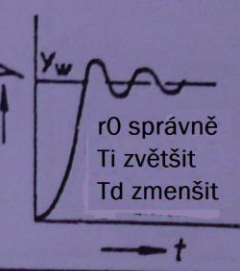


NÁVOD PRO OPTIMALIZACI REGULAČNÍHO OBVODU



Charakteristika č.:

- 1) **Regulátor P:** Vysoké zesílení r_0 , nutno snížit.
- 2) **Regulátor P:** Nízké r_0 vysoké, nutno zvýšit.
- 3) **Regulátor P:** Zesílení r_0 správné
- 4) **Regulátor PI:** integrační konstanta T_i nízká, zesílení r_0 vysoké
- 5) **Regulátor PI:** integrační konstanta vysoká, zesílení r_0 správné
- 6) **Regulátor PI:** konstanty r_0 a T_i správně nastaveny
- 7) **Regulátor PID:** zesílení r_0 správné, integrační konstanta T_i nízká, derivační konstanta T_d nízká
- 8) **Regulátor PID:** zesílení r_0 správné, integrační konstanta T_i vysoká, derivační konstanta T_d vysoká
- 9) **Regulátor PID:** konstanty r_0 , T_i a T_d správně nastaveny

Seřízení regulátoru	Regulátor			
	P	PI	PD	PID
správně				
chybně				
chybně	