
Nástroj PIDMaker

3.vydání červen 2008

OBSAH

1. Úvod.....	3
1.1. Základní termíny pro popis regulačních algoritmů.....	3
1.1.1. Algoritmus PID.....	3
1.2. Spuštění PIDMakeru.....	3
2. Hlavní okno.....	4
2.1. Nástrojová lišta.....	4
2.2. Seznam regulátorů.....	4
3. Průvodce přidáním regulátoru	5
4. Regulátor typu PID.....	6
4.1. Výběr zdroje regulované veličiny Y1.....	6
4.1.1. Úprava unifikovaného signálu.....	6
4.2. Výběr režimu regulátoru.....	7
4.2.1. Režim regulátoru.....	7
4.3. Výběr druhého zdroje regulované veličiny Y2.....	7
4.4. Výběr zdroje veličiny pro poměrové řízení Y2	7
4.5. Výběr zdroje veličiny skutečné polohy akčního členu Y3.....	7
4.6. Parametry regulátoru.....	8
4.7. Úprava žádané veličiny.....	9
4.8. Nastavení výstupu.....	9
4.9. Počáteční parametry.....	11
4.10. Nastavení simulovaného procesu.....	12
4.10.1. Parametry simulace.....	12
4.10.2. Parametry simulovaného procesu.....	12
4.10.3. Typ simulovaného procesu.....	12
4.10.4. Žádný.....	13
4.10.5. Proces prvního řádu.....	13
4.10.6. Proces druhého řádu.....	13
4.10.7. Kmitavý proces druhého řádu.....	13
4.10.8. Proces třetího řádu.....	13
4.10.9. Kmitavý proces třetího řádu.....	13
4.10.10. Přičíst na výstup proměnnou PLC.....	13
4.11. Okno regulátoru.....	13
4.11.1. List schématu.....	14
4.11.1.1. Nástrojová lišta.....	14
4.11.1.2. Bloky PID.....	15
4.11.1.3. Plocha schématu.....	16
4.11.1.4. Tlačítka.....	16
4.11.2. List grafu.....	16
4.11.2.1. Nástrojová lišta.....	16
4.11.2.2. Levý panel.....	17
4.11.2.3. Plocha grafu.....	18
4.11.2.4. Režim lupy.....	18
4.11.2.5. Režim odměřovacích značek.....	18
4.11.2.6. Nastavení osy X.....	18
4.11.2.7. Nastavení osy Y.....	19
4.11.3. List vstupů/výstupů PID.....	19
4.11.3.1. Nástrojová lišta.....	20
4.11.3.2. Tabulka vstupů a výstupů.....	20

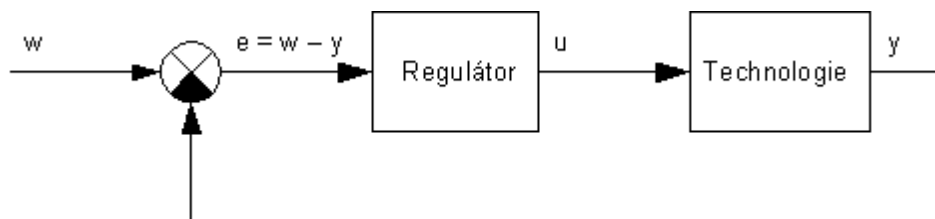
5. REGULÁTOR TYPU PIDA.....	21
5.1. Nastavení regulátoru.....	21
5.2. Nastavení autotuneru.....	22
5.3. Počáteční parametry.....	22
5.4. Nastavení simulovaného procesu.....	23
5.5. Okno regulátoru.....	23
5.5.1. List schématu.....	23
5.5.1.1. Nástrojová lišta.....	23
5.5.1.2. Bloky PIDA.....	24
5.5.2. List grafu.....	24
5.5.3. List vstupů/výstupů PIDA.....	24
6. Kód a generování.....	25
6.1. Zálohování nastavení regulátoru v remanentních registrech.....	25
6.2. Základní ovládání regulátoru z uživatelského programu.....	25
6.2.1. Nastavení žádané hodnoty.....	26
6.2.2. Nastavení režimu regulace.....	26
6.2.3. Nastavení základních parametrů regulátoru.....	26
7. Chybová hlášení.....	27
8. LITE Verze.....	28

1. ÚVOD

Nástroj PIDMaker je vizuální nadstavba PID instrukcí PLC, sloužící k snadné implementaci, ladění a správě regulačních algoritmů. PIDMaker automaticky generuje podle zadaných parametrů algoritmus, který je začleněn do projektu uživatele. Navíc nabízí interaktivní náhled na průběh regulace, usnadňující správné nastavení parametrů regulátoru.

1.1. Základní termíny pro popis regulačních algoritmů

Spojení technologie s regulátorem se obecně nazývá *uzavřený regulační obvod (URO)*. Schematicky je zobrazen na následujícím obrázku.



Symbols ve schématu mají následující význam

w – žádaná hodnota
 e – regulační odchylka
 u – akční veličina (akční zásah)
 y – regulovaná (měřená) veličina

Základní funkcí regulátoru je nastavení akční veličiny tak, aby byla regulační odchylka (rozdíl žádané a regulované veličiny) nulová.

1.1.1. Algoritmus PID

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

Regulátor pracující na základě algoritmu PID počítá akční veličinu ze tří složek – proporcionální, integrační a derivační.

Proporcionální složka akční veličiny je dána vzorcem $u_p(t) = K \cdot e(t)$, kde K je zesílení regulátoru. Když se regulační odchylka blíží nule, blíží se nule i tato složka akční veličiny. Z toho je zřejmé, že sama proporcionální složka nemůže zcela odstranit regulační odchylku, vyjma regulace astatických procesů. Nastavení vysoké hodnoty zesílení vede sice k menší regulační odchylce v ustáleném stavu, ale zároveň způsobuje kmitání regulačního pochodu a velké akční zásahy. Příliš velká hodnota zesílení může vést až k nestabilitě regulačního obvodu.

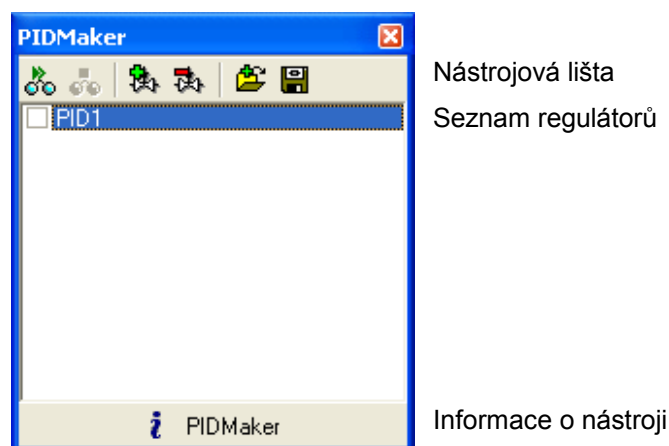
Integrační složka akční veličiny je dána vzorcem $u_i(t) = K/T_i \cdot \int_0^t e(\tau) d\tau$, kde T_i je integrační konstanta regulátoru, udávaná v časových jednotkách. Integrační složka je podle vzorce tedy úměrná nejen velikosti, ale i času po který trvá regulační odchylka. Integrační složka akční veličiny eliminuje trvalou regulační odchylku. Čím menší je nastavena integrační konstanta, tím rychleji roste integrační složka akčního zásahu. Příliš malé hodnoty integrační konstanty vedou ke kmitavému průběhu regulace nebo i nestabilitě regulačního obvodu. Příliš velké hodnoty integrační konstanty vedou k pomalému dosažení žádané hodnoty.

Derivační složka akční veličiny je dána vzorcem $u_d(t) = K \cdot T_d \cdot de(t)/dt$, kde T_d je derivační konstanta regulátoru, udávaná v jednotkách času. Derivační složka je úměrná rychlosti změny (první derivaci) regulační odchylky. Sama o sobě neeliminuje regulační odchylku, ale vylepšuje průběh regulace, tím že působí proti změně regulační odchylky. Příliš velké hodnoty derivační konstanty vedou k zpomalení regulace a velké citlivosti na šum.

1.2. Spuštění PIDMakeru

Nástroj PIDMaker je možné spustit poklepnutím na ikonu na nástrojové liště Mosaicu, nebo výběrem z menu Nástroje – PIDMaker. Po spuštění PIDMakeru se objeví hlavní okno, které slouží jako správce jednotlivých regulačních algoritmů (v novém projektu se hlavní okno zobrazí zadokované v levém panelu pracovní plochy Mosaicu).

2. HLAVNÍ OKNO



2.1. Nástrojová lišta



Nástrojová lišta hlavního okna zajišťuje základní operace pro práci s implementovanými regulačními algoritmy (regulátory).

-  Spuštění všech vizualizací – přepne všechny vizualizace v seznamu regulátorů do aktivního stavu (viz aktivní a pasivní stav vizualizace). Tato volba je aktivní pouze, nejsou-li spuštěny všechny vizualizace.
-  Zastavení všech vizualizací – přepne všechny vizualizace v seznamu regulátorů do pasivního stavu. Tato volba je aktivní jen, pokud je aktivní alespoň jedna vizualizace.
-  Přidání regulátoru – spustí průvodce (sled formulářů – popis viz Průvodce přidáním regulátoru) pro vytvoření nového regulátoru. Tato volba je přístupná jen, když není aktivní ani jedna vizualizace.
-  Odebrání regulátoru – odebere z projektu regulátor vybraný v seznamu. Není-li v seznamu žádný regulátor, volba není aktivní.
-  Přidání regulátoru ze souboru – přidá do projektu regulátor dříve uložený (i v jiném projektu) do souboru. Tato volba je přístupná jen, když není aktivní ani jedna vizualizace.
-  Uložení regulátoru do souboru – uloží vybraný regulátor do souboru, který není závislý na projektu ani na projektové skupině. Lze tedy využít pro kopírování regulátorů mezi projekty.

2.2. Seznam regulátorů

Seznam regulátorů pod nástrojovou lištou, umožňuje spouštět a zastavovat jednotlivé vizualizace zaškrtnutím políčka u názvu regulátoru. Spuštění vizualizace nebo dvojklik na název regulátoru vyvolá okno regulátoru, viz níže. Kontextová nabídka seznamu regulátorů (vyvolaná pravým tlačítkem myši) nabízí na jednom místě všechny výše popsané funkce.

3. PRŮVODCE PŘIDÁNÍM REGULÁTORU

Po zvolení přidání regulátoru z nástrojové lišty nebo z kontextového menu seznamu regulátoru hlavního okna, se objeví první dialog, kde uživatel zadá jméno regulátoru a jeho typ. Jméno regulátoru je později použito k pojmenování proměnných vztahujících se k regulátoru, proto není povoleno v názvu používat diakritiku a nestandardní znaky vyjma podtržítka.

U PLC podporujících jazyk ST podle IEC 61 131 lze zvolit, jestli budou deklarace generovány v jazyce ST. Bližší informace viz Kód a generování.

Další dialogy jsou závislé na zvoleném typu regulátoru. Nyní jsou k dispozici dvě volby PID a PIDA.

Veškeré dialogy a nastavení jsou později přístupné přes okno regulátoru.

Poznámka: Je vhodné, aby před přidáním regulátoru byl projekt přeložen. Bez překladu není možné ověřit deklaraci proměnných.

4. REGULÁTOR TYPU PID

Automaticky generovaný kód pro regulátor typu PID je založen na instrukcích CNV a PID (viz Soubor instrukcí PLC TECOMAT – TXV 001 05). Následuje popis jednotlivých dialogů po přidání regulátoru:

4.1. Výběr zdroje regulované veličiny Y1

Symbolické jméno vstupu

Typ jednotky / modulu

Analogový vstup	Rozsah (typ) jednotky	Unifikovaný rozsah
-10 až 10 V	-10 až 10 V	-10000 až 10000
-20 až 20 mA	-20 až 20 mA	-10000 až 10000
4 až 20 mA	-20 až 20 mA	0 až 10000
0 až 256 Ohm	0 až 0,256 V	0 až 2560 (desetiny Ohmu)
Pt100 (w100 = 1,385)	0 až 0,256 V	-1000 až 4260 (desetiny °C)
0 až 1024 Ohm	0 až 1,024 V	0 až 1024 (jednotky Ohmu)

Signalizace přetečení vstupu

Výběr rozsahu

Nastavení filtrace

Nastavení měřtkování

Zde je nutné zadat symbolický název proměnné regulované veličiny a vybrat způsob její normalizace (kterou zajišťuje instrukce CNV nebo část generovaného algoritmu). Ve většině případů pro normalizaci stačí zvolit správný typ jednotky nebo modulu (výběr je omezen podle hardwarové konfigurace) a rozsah vstupu. V tabulce s výběrem jednotlivých rozsahů jsou tři sloupce. První sloupec udává rozsah analogových hodnot, druhý rozsah nastavený na jednotce nebo typ vstupu a třetí normalizovaný rozsah.

Vstupní proměnná musí být ve formátu INT (WORD), pokud není uvedeno v sloupci „Rozsah (typ) jednotky / modulu“ uvedeno jinak.

Pokud je vstup z jiného zdroje nebo jeho normalizace není vyhovující, je možné zvolit místo jednotky / modulu jiný zdroj. Vstup z jiného zdroje může být formátu INT (WORD) nebo REAL (FLOAT). Pokud je vstup ve formátu INT jeho hodnota je bez úprav předávána vstupu instrukce PID. V případě formátu REAL se hodnota převádí na nativní formát instrukce PID (INT) a proto je nutné zvolit počet pevných desetinných míst. Volbou unifikovaného rozsahu REAL * 10 volíme jedno desetinné místo (18,543 odpovídá 185, vstup PID je v desetínách). Volbou REAL * 100 volíme dvě desetinná místa (18,543 odpovídá 1854, vstup PID je v setinách).

Na všechny typy vstupu lze aplikovat úpravy filtrace a měřtkování viz. níže.

Kromě jména proměnné je možné zadat jména bitových proměnných signalizujících přetečení respektive podtečení vstupní hodnoty. Tyto bity poskytují všechny analogové desky pro řadu PLC TC700. Pokud je některý s těchto bitů nastaven na logickou 1 je tento stav vyhodnocen jako chyba vstupu. Nezávisle na tom, zda-li jsou tyto bity použity nebo ne, jsou za chybu vstupu považovány limitní vstupní hodnoty \$7FFF (32767) a \$8001 (-32767).

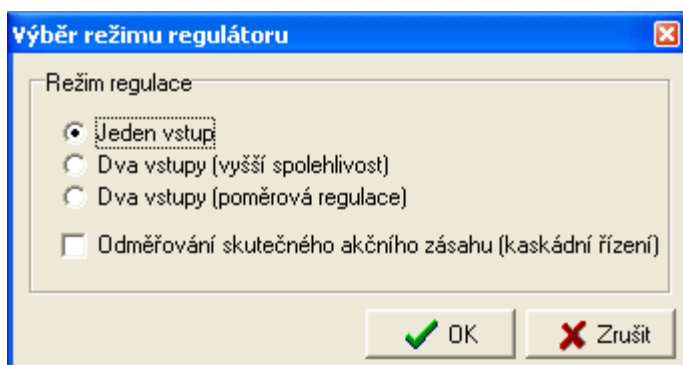
4.1.1. Úprava unifikovaného signálu

Filtrace (1. řádu) – Filtraci je vhodné použít k eliminaci šumu regulované veličiny, který způsobuje zbytečné regulační zásahy (zvláště u derivační složky). Normalizovaná hodnota proměnné je upravena číslcovým filtrem prvního řádu s časovou konstantou zadanou v násobcích doby cyklu PLC. Doba cyklu PLC je zároveň i vzorkovací periodou filtru.

Měřtkování (lineární interpolace) – Měřtkování lze využít pro změnu normalizovaného rozsahu. Normalizovaná hodnota proměnné je přepočítána na novou normalizovanou hodnotu určenou přímkou definovanou dvěma body. Body jsou zadány dvěma hodnotami původního unifikovaného rozsahu a jim odpovídajícími hodnotami nového rozsahu.

4.2. Výběr režimu regulátoru

Dialog nabízí výběr režimu, v kterém bude regulátor pracovat.



4.2.1. Režim regulátoru

Jeden vstup – základní režim regulace s jedním vstupem regulované veličiny.

Dva vstupy (vyšší spolehlivost) – stejné jako jeden vstup, ale pro měření regulované veličiny jsou použity dva zdroje. Hodnota regulované veličiny je pak průměrem obou hodnot. Pokud je jedno s čidel v chybovém stavu, je použita pouze hodnota druhého čidla.

Dva vstupy (poměrová regulace) – stejné jako jeden vstup, ale místo přímého zadání žádané hodnoty, se zadává žádaný poměr k druhému vstupu. Žádaná hodnota je poté spočítána jako součin žádaného poměru a hodnoty druhého vstupu.

Odměřování skutečného akčního zásahu (kaskádní řízení) – tato volba lze použít se všemi předchozími režimy. Tento režim umožňuje korigovat akční zásah hlavní regulační smyčky podle polohy akčního členu. Tento režim předpokládá astatický akční člen (například servoventil), jehož poloha je měřitelná.

4.3. Výběr druhého zdroje regulované veličiny Y2

Tento dialog se objeví pouze při výběru režimu dva vstupy (vyšší spolehlivost). Dialog je shodný s výběrem zdroje regulované veličiny Y1, pouze obsahuje zaškrtnuté pole „stejně jako Y1“, které nastaví hodnoty zvolené dříve pro vstup Y1.

4.4. Výběr zdroje veličiny pro poměrové řízení Y2

Tento dialog se objeví pouze při výběru režimu dva vstupy (poměrová regulace). Dialog je shodný s výběrem zdroje regulované veličiny Y2.

4.5. Výběr zdroje veličiny skutečné polohy akčního členu Y3

Tento dialog se objeví pouze při výběru odměřování skutečného akčního zásahu. Dialog je shodný s dialogem pro výběr zdroje regulované veličiny Y1. Místo možnosti měřítkování je tu však nutné zadat, jaké hodnoty normalizovaného rozsahu odpovídají poloze 0 a 100% polohy akčního členu.

4.6. Parametry regulátoru

Dialog umožňuje nastavit všechny parametry vlastního regulátoru

The screenshot shows the 'Parametry regulátoru' dialog box with the following parameters and options:

- Pásmo proporcionality (PBnd):** 100,0 %
- Zesílení (K+):** 1,00
- Integrační časová konstanta (Ti):** 10,0 s
- Derivační časová konstanta (Td):** 1,0 s
- Relativní pásmo proporcionality pro záporné hodnoty regulační odchylky (RelCool):** 100,0 % PBnd
- Zesílení pro záporné hodnoty odchylky (K-):** 1,00
- Symetrické pásmo necitlivosti:** 1,00 %
- Symetrické pásmo působení integrační složky:** 100,00 %
- Symetrické pásmo působení derivační složky:** 100,00 %
- Hodnota 100% regulované veličiny (MaxY):** 30000
- Hodnota 0% regulované veličiny (MinY):** 0
- Perioda vzorkování regulačního algoritmu (T):** 1,00 s
- ☐ Pracovat v rastru 10 ms (pouze pro CPU řady B)
- Předdefinovaný akční zásah při poruše (uDef):** 0,00 %
- ☐ Při poruše použít poslední akční zásah
- ☒ Založit strukturu nad daty regulátoru
- ☒ Použít remanentní registry
- Umístění v neremanentních registrech %R:** 0
- Umístění v remanentních registrech %R:** 0

Buttons: OK (green checkmark), Zrušit (red X).

Pásmo proporcionality (PBnd) – (0,1 až 3000%) udává nepřímé zesílení regulátoru. Tato položka je svázána se zadáním zesílení vztahem:

$$K+ = 100\% / PBnd$$

Zesílení (K+) – zesílení regulátoru (0,03 až 1000).

Relativní pásmo proporcionality pro záporné hodnoty regulační odchylky (RelCool) – (0,1 až 3000%) udává nepřímé zesílení regulátoru pro zápornou odchylku a najde použití všude, kde se technologie chová jinak při kladném (např. topení) a jinak při záporném akčním zásahu (např. chlazení). Při zadání hodnoty 100% nemá tato položka vliv. Zesílení pro záporné hodnoty odchylky je pak určeno vztahem:

$$K- = 100\% / PBnd * 100\% / RelCool$$

Zesílení pro záporné hodnoty odchylky (K-) – zesílení regulátoru pro záporné hodnoty odchylky (0,03 až 1000 krát zesílení K+).

Integrační časová konstanta (Ti) – integrační konstanta regulátoru (0 až 3000,0 s). Při zadání hodnoty 0 je integrační část regulátoru vypnuta.

Derivační časová konstanta (Td) – derivační konstanta regulátoru (0 až 3000,0 s). Při zadání hodnoty 0 je derivační část regulátoru vypnuta.

Symetrické pásmo necitlivosti – (0 až 100%) leží-li hodnota odchylky v pásmu necitlivosti, zůstává akční zásah neměnný. Tato hodnota eliminuje zbytečné akční zásahy v případě, že se regulovaná veličina dostala dostatečně blízko k žádané hodnotě.

Symetrické pásmo působení integrační složky – (0 až 100%) leží-li hodnota odchylky mimo pásmo působení integrační složky, není integrační složka aktivní. Nastavení na 0% vyřadí integrační složku s činnosti.

Symetrické pásmo působení derivační složky – (0 až 100%) leží-li hodnota odchylky mimo pásmo působení derivační složky, není derivační složka aktivní.

Hodnota 100% regulované veličiny (MaxY), Hodnota 0% regulované veličiny (MinY) – tyto dvě parametry udávají jaké hodnoty unifikovaného vstupu regulátoru odpovídají 0 a 100 procentům. Tyto hodnoty jsou velmi důležité, protože podle nich je normalizováno kromě vstupních hodnot Y1 a Y2 také regulační odchylka a žádaná hodnota zobrazovaná nástrojem. Hodnoty jsou předvyplněny podle maxima a minima vstupu Y1.

Perioda vzorkování regulačního algoritmu (T) – (0,01 až 655,35 s) udává periodu vzorkování regulačního algoritmu. Perioda vzorkování vyjadřuje délku časového intervalu mezi výpočty nové hodnoty akčního zásahu. Tato hodnota také ovlivňuje vzorkovací periodu filtru žádané hodnoty a periodu pulsně šířkové modulace pro třípolohovou regulaci.

Pracovat v rastru 10 ms (pouze pro CPU řady B) – u centrálního typu B je možné pracovat v rastru přerušení 10 ms. Perioda vzorkování zadaná výše má poté vliv jen na pulsně šířkovou modulaci.

Předdefinovaný výstup při poruše ($uDef$) – (0 až 100%) není-li zatržena volba „při poruše použít poslední výstup“ udává tato hodnota výstup v případě chyby.

Při poruše použít poslední výstup – přejde-li regulátor do chybového stavu je na jeho výstupu „zmrazena“ poslední hodnota výstupu před chybou.

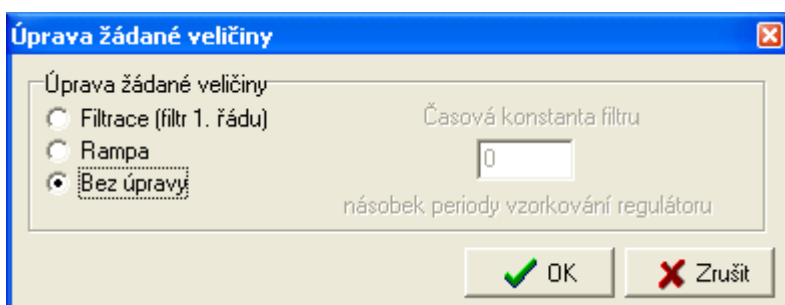
Založit strukturu nad daty regulátoru – nad daty regulátoru je založena struktura „<jméno regulátoru>_struct“, přes kterou je možné přistupovat ke všem parametrům regulátoru z uživatelského programu. Tato volba není přístupná pokud je zvoleno generování definic v jazyce ST, kde se struktura zakládá vždy.

Použít remanentní registry – tato volba je implicitně zapnutá. Použití remanentních registrů umožňuje zachovat změny parametrů i po restartu PLC bez aktualizace kódu (pro správnou funkci musí být nastaven typ restartu na „teplý“). Zálohu parametrů do remanentní zóny lze vyvolat z uživatelského programu nastavením registru „<jméno regulátoru>_Control.11“ (nebo registru „<jméno regulátoru>_struct.CHN“ při použití přístupu přes strukturu) na hodnotu 1. Pokud volba není použita je nutné se o zálohu nastavení regulátoru postarat uživatelským programem. Kód programu starající se obnovu parametrů po restartu je nutné zařadit v překladu až za automaticky generovaný soubor s algoritmem regulátoru, který obsahuje část kódu, která nastavuje implicitní hodnoty zadané při vyslání programu do PLC.

Umístění v neremanentních registrech – tento parametr umožňuje pevně stanovit pozici proměnných v neremanentní oblasti zápisníku

Umístění v remanentních registrech – tento parametr umožňuje pevně stanovit pozici proměnných v remanentní oblasti zápisníku

4.7. Úprava žádané veličiny



Bez úpravy – zadaná žádaná hodnota je přímo použita pro výpočet regulační odchylky

Filtrace (filtr 1. řádu) – žádaná hodnota je před výpočtem regulační odchylky upravena číslíkovým filtrem s periodou vzorkování shodnou s periodou vzorkování regulátoru. Časová konstanta filtru se zadává v násobcích této vzorkovací periody. Filtraci je vhodné použít v případě, kdy má skoková změna žádané veličiny nepříznivý vliv na průběh regulace. Aktuální žádanou hodnotu (výstup filtru) můžeme sledovat v proměnné „<jméno regulátoru>_ConW“

Rampa – zadaná žádaná hodnota se použije jako koncová hodnota rampy, výchozí bod je uložen v proměnné „<jméno regulátoru>_ConW“, která zároveň udává aktuální žádanou hodnotu použitou pro výpočet regulační odchylky. Rampa se aktivuje zadáním doby trvání rampy v násobcích periody vzorkování. Tato doba je každou vzorkovací periodu dekrementována s tím jak se aktualizuje proměnná „<jméno regulátoru>_ConW“. Jakmile doba trvání rampy dosáhne hodnoty 0, je rampa dokončena a je možné zadat pomocí žádané hodnoty nový cílový bod.

4.8. Nastavení výstupu

Dialog slouží k zadání symbolického jména výstupu (výstupů) a jejich převod na výstup regulátoru.

Nastavení výstupu

Převod výstupu regulátoru na výstup PLC

Symbolické jméno výstupu

☒ Výstup na 8 bitový D/A převodník
 ☐ Posun nuly pro výstup 4 - 20 mA
☐ Výstup na 12 bitový D/A převodník
 ☐ Bipolární výstup (OT-04, OT-05)
☐ Výstup float/real v jednotkách procent
☐ Výstup word/int (30000 odpovídá 100%)
☐ Vlastní měřítko

Akční zásah % odpovídá hodnotě na výstupní proměnné

Akční zásah % odpovídá hodnotě na výstupní proměnné

Režim výstupu
☒ Polohový
☐ Přírůstkový

☐ Filtrace krátkých akčních zásahů
 Minimální hodnota akčního zásah %

Typ výstupu
☒ Analogový
☐ Trojstavový

☐ Filtrace (filtr 1. řádu)
 Časová konstanta filtru cykly PLC

Maximální povolený akční zásah %
 Minimální povolený akční zásah %
 Maximální přírůstek akční veličiny za jednu periodu %

Převod výstupu regulátoru na výstup PLC – zde zadáme symbolické jméno výstupu, jehož formát se mění podle typu výstupu, viz níže. Pokud je dále zvolen typ výstupu trojstavový, objeví se druhé pole pro zadání symbolického jména proměnné výstupu pro záporné akční zásahy. Formát obou výstupů je v tomto případě BOOL (BIT).

Výstup na 8 bitový D/A převodník – výstup v rozsahu 0 až 255 vhodný pro 8 bitové analogové výstupy (např. TC600). Výstupní proměnná musí být typu USINT (BYTE). Tento typ výstupu je možné kombinovat s volbou „Posun nuly pro výstup 4 až 20 mA“, která posune 0% na výstupu na hodnotu výstupní proměnné 51, která odpovídá 4 mA na 8 bitovém výstupu 0 až 20 mA.

Výstup na 12 bitový D/A převodník – výstup v rozsahu 0 až 4095 vhodný pro 12 bitové analogové výstupy (např. OT-04, OT-05). Výstupní proměnná musí být typu UINT (WORD). Tento typ výstupu je možné kombinovat s volbou „Posun nuly pro výstup 4 až 20 mA“ nebo „Bipolární výstup (OT-04, OT-05)“. Tyto dvě volby se vzájemně vylučují. Volba „Posun nuly“ posune 0% na výstupu na hodnotu výstupní proměnné 819, která odpovídá 4 mA na 12 bitovém výstupu 0 až 20 mA. Volba „bipolární výstup“ posune 0% na výstupu na hodnotu výstupní proměnné 2048. Nula na výstupní proměnné pak odpovídá -100% rozsahu. Viz 5XV 001 50 Výstupní jednotka OT-04 (OT-05).

Výstup float/real v jednotkách procent – výstup ve formátu REAL (FLOAT) používaný analogovými výstupními moduly PLC TC700. Ve struktuře analogového kanálu proměnná PCT. Podrobně viz TXV 004 21.

Výstup word/int (30000 odpovídá 100%) – výstup ve formátu INT (WORD) používaný analogovými výstupními moduly PLC TC700. Ve struktuře analogového kanálu proměnná FS. Podrobně viz TXV 004 21.

Vlastní měřítko – výstup ve formátu INT (WORD) s uživatelsky zvoleným měřítkem, které se zadává dvěma body, ve kterých je nutné přiřadit procentuální hodnotě výstupu hodnota v rozsahu proměnné typu INT (-32768 až 32767).

Režim výstupu – určuje bude-li výstup regulátoru udávat absolutní hodnotu (volba Polohový) nebo jen přírůstek za vzorkovací periodu (volba Přírůstkový). Přírůstkový režim lze využít v případě řízení s astatickým akčním členem. Pro kaskádní řízení je přírůstkový režim nutný a výběr není přístupný.

Typ výstupu – zde lze nastavit bude-li výstup analogový (volba Analogový), nebo budou-li využity dva digitální výstupy s pulsně šířkovou modulací (volba Trojstavový)

Filtrace krátkých akčních zásahů – tato volba eliminuje krátké pulsy do řízení při pulsně šířkové modulaci. Akční zásahy menší než je zadaná hodnota minimálního akčního zásahu (0 až 2,24% - v krocích po 0,32%) nejsou při této volbě provedeny.

Filtrace (Filtr 1.řádu) – pokud nejsou žádoucí skokové změny akční veličiny, lze aktivací této volby zařadit za výstup regulátoru číselný filtr 1.řádu s periodou vzorkování rovnou době cyklu PLC. Časová konstanta se zadává v násobcích doby cyklu PLC.

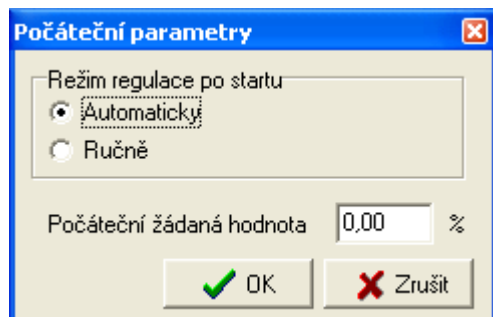
Minimální povolený akční zásah – omezuje minimální velikost akčního zásahu.

Maximální povolený akční zásah – omezuje maximální velikost akčního zásahu.

Maximální přírůstek akční veličiny za jednu periodu – nastavuje maximální změnu hodnoty akční veličiny za jednu vzorkovací periodu regulátoru. Je-li použit trojstavový výstup s pulsně šířkovou modulací, určuje tato hodnota spolu se vzorkovací periodou regulátoru rychlost změny polohy akčního členu (většinou rychlost posuvu servoventilu).

Příklad: Maximální přírůstek akční veličiny za jednu periodu 10% a perioda vzorkování regulátoru 5 sekund, odpovídá rychlosti 2% za sekundu a době přeběhu ventilu 50 sekund.

4.9. Počáteční parametry



V dialogu se nastavuje stav, v kterém bude regulátor po startu systému. Zadává se režim automaticky nebo ručně. V závislosti na této volbě a režimu regulátoru lze nastavit buď počáteční žádaná hodnota, počáteční akční zásah nebo počáteční žádaný poměr.

4.10. Nastavení simulovaného procesu

Nastavení simulovaného procesu

Parametry simulace

☒ Simulace aktivní Perioda vzorkování [s] 0,5 Výchozí stav [%] 0,00

☐ Astatický akční člen (nutné pro kaskádní řízení)

Časová konstanta 20,00 Dolní mez [%] 0,00 Horní mez [%] 100,00

Typ simulovaného procesu

Rovnovážný stav [%] 0,00 Statické zesílení pro $u > 0$ 2,10

☐ žádný Statické zesílení pro $u < 0$ 2,10

☐ 1. řádu První časová konstanta [s] 6,00

☒ 2. řádu Druhá časová konstanta [s] 4,00

☐ 2. řádu (kmitavá) Třetí časová konstanta [s] 2,00

☐ 3. řádu Relativní tlumení 0,25

☐ 3. řádu (kmitavá) Vlastní frekvence [rad-1.s-1] 0,40

☐ Dopravní zpoždění [s] 0,0

Přičíst na výstup

☒ nic

☐ proměnnou PLC (word -10000 (-100%) až 10000 (100%))

☐ proměnnou PLC (float -100% až 100%)

Symbolické jméno proměnné

OK Zrušit

4.10.1. Parametry simulace

Simulace aktivní – tato volba určuje má-li vizualizace regulátoru simulovat odezvu řízeného procesu. Vybráním volby se zpřístupní nastavení simulovaného procesu.

Perioda vzorkování – (0,1 až 100 s) určuje v sekundách periodu, se kterou budou vyčítány data s PLC. Tato hodnota má jako jediná význam i v případě, že není simulace aktivní. Při simulaci je vhodné volit periodu vyčítání kratší než periodu vzorkování algoritmu PID. Pokud je nastavena perioda kratší než otočka komunikace prostředí Mosaic, bude vyčítání probíhat každou otočku.

Výchozí stav [%] – udává výchozí stav simulovaného procesu při aktivaci vizualizace, nebo při změně parametrů v tomto dialogu.

4.10.2. Parametry simulovaného procesu

Astatický akční člen (nutné pro kaskádní řízení) – předřadí před simulovaný proces astatický člen, který může simulovat například servoventil. Hodnota polohy astatického členu je nutná pro simulaci s kaskádním řízením.

Časová konstanta (astatického členu) – určuje dobu, za kterou akční člen změní svojí polohu z 0 na 100%.

Dolní mez [%] a horní mez [%] (astatického členu) – hodnoty určují meze pohybu akčního členu.

4.10.3. Typ simulovaného procesu

V této skupině je možné zvolit řád simulovaného procesu a jeho parametry.

Rovnovážný stav [%] – zde se zadává hodnota, na kterou se ustálí proces při akčním zásahu 0%.

Dopravní zpoždění (kroky) – určuje dobu (zadanou v násobcích period vzorkování), o kterou je zpožděna reakce procesu proti akčnímu zásahu.

Statické zesílení pro $u > 0$ ($u < 0$) – udává statické zesílení procesu, tedy poměr výstupu ke vstupu v ustáleném stavu. Hodnota pro $u > 0$ se použije při kladných hodnotách akčního zásahu, hodnota pro $u < 0$ při záporných hodnotách akčního zásahu.

4.10.4. Žádný

Pokud je zvolena tato volba nebude simulován žádný proces. Volba je vhodná pouze v kombinaci s volbou v poli „Přičíst na výstup“, viz níže.

4.10.5. Proces prvního řádu

Chování procesu je určeno jednou časovou konstantou a statickým zesílením. Časová konstanta udává dobu, za kterou při skokové změně akční veličiny dosáhne soustava 63% ustáleného stavu.

4.10.6. Proces druhého řádu

Je ekvivalentní dvěma procesům prvního řádu v sériovém zapojení. Chování je určeno dvěma časovými konstantami a statickým zesílením.

4.10.7. Kmitavý proces druhého řádu

Proces se vyznačuje kmitavou odezvou na skokovou změnu akční veličiny. Chování procesu je určeno relativním tlumením, vlastní frekvencí a statickým zesílením. Vlastní frekvence se zadává v $\text{rad}^{-1}\text{s}^{-1}$. Perioda kmitů je rovna 2π děleno vlastní frekvencí. Převrácená hodnota relativního tlumení udává počet půlvln po skokové změně vstupu než dosáhne výstup pásma 4% kolem ustálené hodnoty. Pokud je relativní tlumení rovno 0 bude proces netlumeně kmitat.

4.10.8. Proces třetího řádu

Je ekvivalentní třem procesům prvního řádu v sériovém zapojení. Chování procesu je určeno třemi časovými konstantami a statickým zesílením.

4.10.9. Kmitavý proces třetího řádu

Je ekvivalentní sériovému spojení procesu prvního řádu s kmitavým procesem druhého řádu. Chování procesu je určeno jednou časovou konstantou, relativním tlumením, vlastní frekvencí a statickým zesílením.

4.10.10. Přičíst na výstup proměnnou PLC

Zde může uživatel zadat jméno proměnné, která se bude přičítat k výstupu simulovaného procesu. V kombinaci se simulovaným procesem je tato volba vhodná pro simulaci poruch nebo šumu. Pokud není zvolen žádný simulovaný proces může přes tuto proměnnou uživatel poskytovat data z vlastní simulace. Formát proměnné lze zvolit buď INT (WORD) s pevnými dvěma desetinnými místy (100% odpovídá hodnotě 10000) nebo REAL (FLOAT).

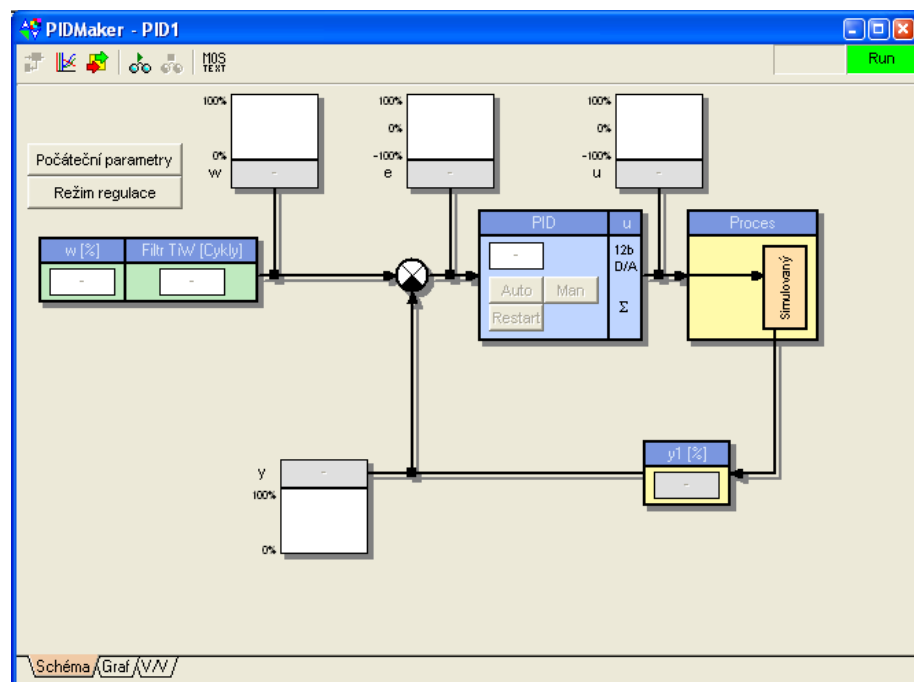
4.11. Okno regulátoru

Po vyplnění série dialogů se objeví v prostředním panelu pracovní plochy okno regulátoru. Toto okno zaštiťuje automaticky generovaný regulační algoritmus. Okno má dva režimy; aktivní a pasivní. V pasivním režimu je možno měnit všechny parametry zadané během tvorby regulátoru. V aktivním režimu je možno měnit některé z parametrů a sledovat průběh regulace.

Okno regulátoru má tři listy, první zobrazuje schéma regulačního obvodu, druhý graf zachycující důležité regulační veličiny v čase a třetí vstupy a výstupy instrukce PID. Přepínání mezi listy je možné pomocí záložek v dolní části okna nebo pomocí nástrojové lišty okna, která je popsána níže u jednotlivých listů.

4.11.1. List schématu

List schématu je v okně zobrazen ihned po vytvoření regulátoru. List se skládá ze tří hlavních částí: nástrojové lišty, plochy schématu a záložek pro přechod mezi listy.



Nástrojová lišta

Plocha schématu

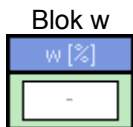
Záložky

4.11.1.1. Nástrojová lišta



-  Zobrazit schéma – zobrazí první list okna regulátoru
-  Zobrazit graf – zobrazí druhý list okna regulátoru
-  Zobrazit vstupy/výstupy PID – zobrazí třetí list okna regulátoru
-  Spustit vizualizaci – nastaví okno do aktivního módu, všechny změny probíhají on-line
-  Zastavit vizualizaci – nastaví okno do pasivního módu, ve kterém se všechny změny promítají pouze do kódu programu, pro další spuštění vizualizace je třeba provést překlad
-  Zobrazit generovaný kód – otevře dva soubory s vygenerovanými definicemi a algoritmem regulátoru

4.11.1.2. Bloky PID



Vyvolá dialog „Úprava žádané veličiny“. V textovém poli lze v aktivním režimu nastavovat žádanou hodnotu nebo žádaný poměr podle režimu regulátoru. V aktivním režimu vizualizace jsou přístupné všechny volby dialogu. Žádaná hodnota se nastavuje v procentech, odpovídající hodnota proměnné „<jméno regulátoru>_gW“ je dána následujícím vztahem, kde w značí zadávanou žádanou hodnotu:

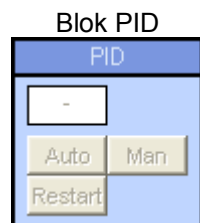
$$gW = w[\%] \cdot \frac{MaxY - MinY}{100\%} + MinY$$



Vyvolá dialog „Úprava žádané veličiny“. V textovém poli je v aktivním režimu možné zadávat časovou konstantu filtru nebo dobu trvání rampy podle nastavení úpravy žádané veličiny.

V aktivním režimu vizualizace jsou přístupné všechny volby dialogu.

Zadávaná hodnota odpovídá proměnné „<jméno regulátoru>_TiW“.

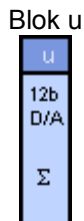


Vyvolá dialog „Parametry regulátoru“. V aktivním režimu umožňují tlačítka „auto“ a „man“ přepínat automatický a manuální režim řízení. Tlačítkem restart je možno restartovat regulátor a tím odmazat všechny chybové příznaky. V textovém poli lze při manuálním režimu řízení zadávat akční zásah.

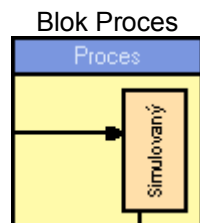
V aktivním režimu vizualizace není přístupná volba „Pracovat v rastru 10 ms“, „Založit strukturu nad daty regulátoru“ a „Použít remanentní registry“.

Akční zásah se zadává v procentech, odpovídající hodnota příslušné proměnné „<jméno regulátoru>_Output“ je dána následujícím vztahem, kde u značí zadávanou hodnotu:

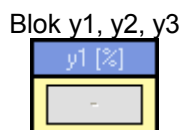
$$Output = \frac{u[\%]}{0,01\%}$$



Vyvolá dialog „Nastavení výstupu“. V aktivním režimu vizualizace nejsou přístupné volby „Režim výstupu“, „Typ výstupu“, „Filtrace 1. řádu“ a skupina „Převod výstupu regulátoru na výstup PLC“, vyjma nastavení vlastního měřítka.



Vyvolá dialog „Nastavení simulovaného procesu“. V aktivním režimu vizualizace jsou přístupné všechny volby dialogu.



Vyvolá dialog „Výběr zdroje regulované veličiny Y1“, „Výběr druhého zdroje regulované veličiny Y2“, „Výběr zdroje veličiny pro poměrové řízení Y2“ nebo „Výběr zdroje veličiny skutečné polohy akčního členu Y3“. V aktivním režimu vizualizace jsou v dialogích přístupné pouze volby parametrů měřítkování a filtrace.

Při poměrovém řízení je možno v textovém poli bloku y2 zadávat hodnotu proměnné, z které se počítá žádaná hodnota.

Zobrazovaná hodnota je zobrazována v procentech, odpovídající hodnota příslušné proměnné „<jméno regulátoru>_Input1“ (potažmo „<jméno regulátoru>_Input2“ nebo „<jméno regulátoru>_Input3“) je dána následujícím vztahem, kde y značí zadávanou hodnotu:

$$Input = y[\%] \cdot \frac{MaxY - MinY}{100\%} + MinY$$

Poznámka: Při chybě vstupu y3 řízení dále pokračuje bez kaskádního režimu.

Kliknutím na textové pole bloku y3 lze kaskádní řízení opět aktivovat. Po dobu aktivování má textové pole žlutý podklad.

4.11.1.3. Plocha schématu

Na ploše schématu je blokově znázorněn regulační obvod, který odpovídá nastavenému režimu a parametrům regulátoru. Kliknutím levým tlačítkem na jednotlivé bloky lze vyvolat dialog s příslušným nastavením, jak je popsáno výše. Pokud je vizualizace v aktivním režimu je možnost nastavení v dialogích omezeno jen na volby, které lze měnit za běhu programu.

Toto omezení je signalizováno bílým nápisem „komunikace“ ve fialovém poli a zobrazením tlačítka pro načtení aktuálních hodnot z PLC.

Do okamžiku použití tlačítka „Načíst z PLC“ zobrazují vyvolané dialogy hodnoty naposledy užité při generování kódu.

Komunikace

Načíst z PLC

Některé bloky mají v aktivním režimu přístupné ovládací prvky, kterými lze měnit parametry bez nutnosti otvírání dialogu.

4.11.1.4. Tlačítka

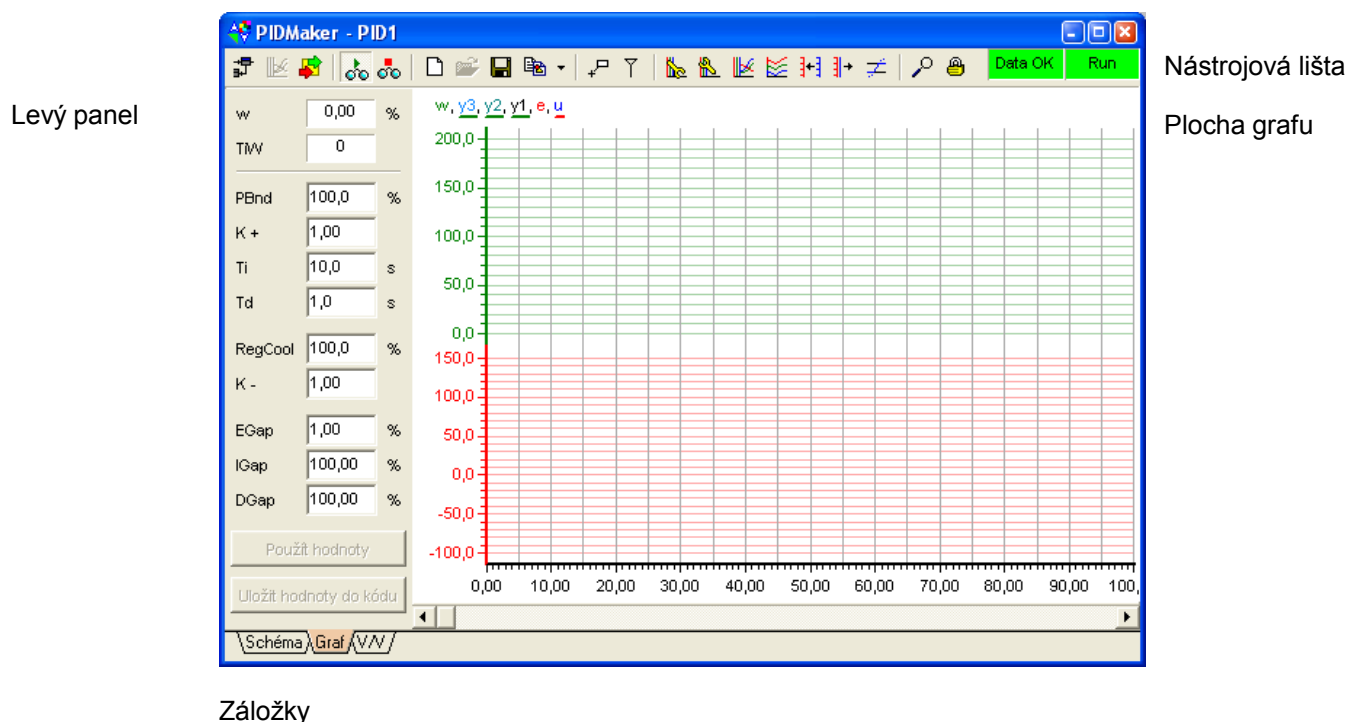
Tlačítka „Počáteční parametry“ a „Režim regulace“ jsou přístupné pouze v pasivním režimu

Počáteční parametry – vyvolá dialog „Počáteční parametry“

Režim regulace – vyvolá dialog „Režim regulátoru“

4.11.2. List grafu

List grafu se skládá ze čtyř částí; nástrojové lišty, levého panelu, plochy grafu a záložek pro přechod mezi listy.



4.11.2.1. Nástrojová lišta

-  Zobrazit schéma – zobrazí druhý list okna regulátoru.
-  Zobrazit graf – zobrazí druhý list okna regulátoru
-  Zobrazit vstupy/výstupy PID – zobrazí třetí list okna regulátoru

-  Spustit vizualizaci – nastaví okno do aktivního módu, všechny změny probíhají on-line
-  Zastavit vizualizaci – nastaví okno do pasivního módu, ve kterém se všechny změny promítají pouze do kódu programu, pro další spuštění vizualizace je třeba provést překlad
-  Nový graf – vymaže naměřená data.
-  Nahrát graf – nahraje naměřená data ze souboru.
-  Uložit graf – uloží naměřená data do souboru
-  Kopírovat graf do schránky jako Windows metafile – uloží kopii plochy grafu do schránky ve formátu Windows metafile
-  Uložit graf jako Windows metafile – uloží kopii plochy grafu do souboru ve formátu Windows metafile
-  Popiska – zobrazí souřadnice bodu průběhu, nejbližší ke kursoru
-  Odměřovací značky – zapíná režim odměřování, jehož výsledky se zobrazují v levém panelu listu. Aktivní režim je signalizován změnou kurzoru a zobrazením odměřovaných hodnot v levém panelu listu. Tento režim se vylučuje s režimem lupy a sledováním posledního vzorku.
-  Nastavení osy X – vyvolá dialog s nastavením osy X, kde se také zadává maximální počet uložených vzorků. Dialog lze vyvolat i z lokálního menu na ploše grafu.
-  Nastavení osy Y – vyvolá dialog s nastavením osy Y a jednotlivých průběhů. Dialog lze vyvolat i z lokálního menu na ploše grafu.
-  Roztáhnout osy na celou výšku – roztáhne osy Y na celou výšku plochy grafu. Funkci lze vyvolat i z lokálního menu na ploše grafu.
-  Srovnat osy pod sebe – srovná osy Y pod sebe na výšku plochy grafu. Funkci lze vyvolat i z lokálního menu na ploše grafu.
-  Sloučit osy se stejným rozsahem – sloučí osy Y se stejnou maximální a minimální hodnotou. Funkci lze vyvolat i z lokálního menu na ploše grafu.
-  Rozdělit sloučené osy – rozdělí všechny sloučené osy. Funkci lze vyvolat i z lokálního menu na ploše grafu.
-  Oříznout průběhy podle rozsahu osy – ořezává průběhy, které přesahují rozsah své osy
-  Lupa – zapíná režim přibližování a oddalování změnou rozsahu osy X. Režim je signalizován změnou kurzoru na symbol lupy. Tento režim se vylučuje s režimem odměřovacích značek a sledováním posledního vzorku
-  Sledovat poslední vzorek – zapíná režim sledování posledního vzorku. V tomto režimu je graf přesahující rozsah osy X automaticky posunut tak, aby byl viditelný poslední naměřený vzorek. Tento režim se vylučuje s režimem odměřovacích značek a lupy.

4.11.2.2. Levý panel

Levý panel v základním režimu zobrazuje ovládací prvky pro nastavení žádané hodnoty a základních parametrů regulátoru. Prvky jsou přístupné jen v aktivním režimu. Žádaná hodnota se projevuje okamžitě po zadání (Pozor, je-li nastavena úprava žádané hodnoty rampou, nastavuje žádaná hodnota jen její koncový bod. Rampa se spustí až po zadání jejího času). Parametry regulátoru se projeví až po potvrzení tlačítka „Použít hodnoty“ nebo „Uložit hodnoty do kódu“.

Tlačítko „Použít hodnoty“ uloží zadané parametry regulátoru pouze do remanentních registrů PLC (pokud jsou použity). Tlačítko „Uložit hodnoty do kódu“ uloží hodnoty, jak do remanentních registrů PLC, tak do automaticky generovaného kódu.

Poznámka: Změna parametrů v dialogích uloží všechny hodnoty do automaticky generovaného kódu. Tedy zadání hodnot v levém panelu listu grafu a následovné otevření dialogu z listu schématu potvrzeného při zavření tlačítkem „Použít“ má stejný efekt jako tlačítko „Uložit hodnoty do kódu“.

V režimu odměřovacích značek levý panel zobrazuje hodnoty průběhů v místě odměřovacích značek a jejich rozdíly.

4.11.2.3. Plocha grafu

Plocha grafu zobrazuje vybrané průběhy. V základním režimu lze pravým tlačítkem vyvolat nabídku, která duplikuje některé funkce přístupné na nástrojové liště. Kliknutím pravým tlačítkem na zobrazené osy se vyvolá dialog s jejich nastavením.

Popisky průběhů nad osami Y, jsou barevně rozlišeny stejně jako osy. Pokud jsou osy sloučené, jsou popisky průběhů, jejichž osa je shodná podtrženy barvou shodnou s barvou příslušné osy.

Průběhy jsou označené podle následujícího klíče:

w	žádaná hodnota
u	akční veličina
e	regulační odchylka
y1	regulovaná veličina
y2	podle režimu regulace – nic, druhý zdroj regulované veličiny nebo veličinu pro poměrové řízení
y3	podle režimu regulace – nic nebo poloha akčního členu

4.11.2.4. Režim lupy

Režim se aktivuje tlačítkem na nástrojové liště (viz Nástrojová lišta). Pokud je režim aktivován, změní se kurzor v prostoru grafu na symbol lupy. Kliknutím pravým tlačítkem se rozlišení osy X zvětší dvakrát, respektive kliknutím levým tlačítkem se rozlišení dvakrát zmenší.

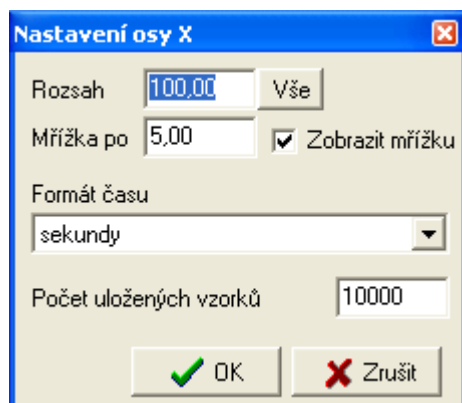
Při stisknutí pravém tlačítku lze označit úsek osy X, který má být zvětšen. Počátek úsek je určen místem stisknutí tlačítka, konec je určen místem puštění.

4.11.2.5. Režim odměřovacích značek

Režim se aktivuje tlačítkem na nástrojové liště (viz Nástrojová lišta). Pokud je režim aktivován, změní se kurzor v prostoru grafu na černobílou značku. Pravým tlačítkem pak můžeme položit v prostoru grafu bílou odměřovací značku, respektive levým tlačítkem černou odměřovací značku, jak naznačuje piktogram kurzoru.

V levém panelu se po položení značky objeví hodnoty všech průběhů na její pozici a čas. Pokud jsou položeny obě značky zobrazí se rozdíly všech hodnot.

4.11.2.6. Nastavení osy X



V dialogu lze nastavit rozsah osy v sekundách. Tlačítkem „Vše“ se tento rozsah nastaví tak aby zobrazil všechna naměřená data.

Pokud je zatržena volba zobrazit mřížku, lze v poli „Mřížka po“ nastavit v jakých časových intervalech má být zobrazená mřížka grafu. Graf automaticky interval mřížky upraví pokud by byla mřížka při daném měřítku příliš hustá.

Ve vysouvací nabídce nadepsané „Formát času“ je možno zvolit formát popisek osy X. Tato volba ovlivní i zobrazení času v popisce souřadnic bodu průběhu.

Položka „Počet uložených vzorků“ udává velikost zásobníku naměřených hodnot. Pokud během sběru dat přesáhne počet naměřených vzorků nastavenou hodnotu, začnou se přepisovat nejstarší vzorky novými hodnotami.

Poznámka: PIDMaker si podle počtu uložených vzorků alokuje paměť. Je třeba počítat s tím, že zatím co, při 10 000 uložených vzorcích si jedno okno regulátoru alokuje 0,45 MB paměti, při maximálním nastavení 2 000 000 vzorků, připadne na vzorky přibližně 92 MB.

4.11.2.7. Nastavení os Y

Seznam v levé části dialogu obsahuje všechny zobrazitelné průběhy. Zaškrtnutí políčko vedle názvu průběhu určuje, bude-li průběh vykreslen. Označit všechny průběhy lze z nástrojové lišty na seznamem. Sousední tlačítko zruší všechny zatčení kromě aktuálně vybraného.

Pomocí modrých šipek lze měnit pořadí vykreslení os, kromě těch, které jsou sloučené s jinou osou, zatčením položky „Stejně jako“. Čím je název průběhu v seznamu výš, tím dříve bude vykreslena jeho osa. Poloha průběhů sloučených os nemá vliv.

Položky „Maximum“ a „Minimum“ určují v procentech maximum a minimum osy. Tlačítka „Max“ a „Min“ lze tyto hodnoty nastavit podle maxima a minima naměřených dat.

„Pozice maxima“ a „Pozice minima“ určují polohu okrajů osy na ploše grafu v procentech. Hodnota 100 odpovídá hornímu okraji plochy a 0 dolnímu. Tyto hodnoty automaticky nastavují tlačítka nástrojové lišty „Sloučit osy se stejným rozsahem“, „Roztáhnout osy na celou výšku“ a „Srovnat osy pod sebe“.

Je-li povoleno kreslení mřížky, zatčením volby „Zobrazit mřížku“, udává hodnota „Mřížka po“ mezeru mezi jednotlivými čarami mřížky. Graf automaticky interval mřížky upraví pokud by byla mřížka při daném měřítku příliš hustá.

Kliknutím na barevné pole, se otevře dialog pro výběr barvy. Vybraná barva se použije pro vybraný průběh a jeho osu.

Při zatčení volby „Stejně jako“ lze z vysouvací nabídky vybrat osu, se kterou se má aktuální osa sloučit. Zatčením volby se znepřístupní volby, které se přejímají od osy vybrané ve vysouvací nabídce.

4.11.3. List vstupů/výstupů PID

List grafu se skládá ze tří hlavních částí; nástrojové lišty, tabulky vstupů a výstupů (kde jsou v horní polovině zobrazeny vnitřní proměnné PID a v dolní externí) a záložek pro přechod mezi listy.

Jméno	Hodnota	Jméno	Hodnota	Jméno	Hodnota
Input3	0	LastOut	2088	Ti	100
Input2	0	CurOut	1804	Td	10
Input1	460	ConOut	739	EGap	100
MinY	0	DefOut	0	DGap	10000
MaxY	1000	MinU	0	IGap	10000
gW	500	MaxU	10000	Control	0000_0000_0100_0100
ConW	500	dMaxU	10000	Status	0000_0000
tW	0	OutCycle	100	Det	0000_0000
Dev	460	PBnd	1000		
OutPut	1804	RelCool	1000		
r0_p0_AIO	460				
Output	739				

Nástrojová lišta

Tabulka vstupů a výstupů PID

Externí vstupy a výstupy

Záložky

4.11.3.1. Nástrojová lišta



-  Zobrazit schéma – zobrazí druhý list okna regulátoru.
-  Zobrazit graf – zobrazí druhý list okna regulátoru
-  Zobrazit vstupy/výstupy PID – zobrazí třetí list okna regulátoru
-  Spustit vizualizaci – nastaví okno do aktivního módu, všechny změny probíhají on-line
-  Zastavit vizualizaci – nastaví okno do pasivního módu, ve kterém se všechny změny promítají pouze do kódu programu, pro další spuštění vizualizace je třeba provést překlad
-  Hexadecimální zobrazení – přepínání zobrazení hodnot mezi decimálním se znaménkem (potažmo binárním u řídicích a stavových slov) a hexadecimálním

4.11.3.2. Tabulka vstupů a výstupů

Tato tabulka zobrazuje vstupy a výstupy PID ležící v datové zóně instrukce a externí vstupy a výstupy vybrané uživatelem. Hodnoty nejsou nijak normalizovány a odpovídají hodnotám v registrech PLC. Dvojklikem nad hodnotou proměnou se vyvolá standardní dialog „Vyčíslit nastavit“, kde je možné hodnotu editovat.

5. REGULÁTOR TYPU PIDA

Automaticky generovaný kód pro regulátor typu PIDA je založen na instrukci PIDA nově představené v PLC řady TC700 (viz Soubor instrukcí PLC TECOMAT model 32 bitů – TXV 004 01). Následuje popis jednotlivých dialogů po přidání regulátoru:

5.1. Nastavení regulátoru

Tento dialog slouží k nastavení stylu generování regulačního algoritmu, jeho parametry a navázání jeho vstupu a výstupu na proměnné PLC.

Typ regulačního algoritmu – vysouvací nabídka umožňuje zvolit typ regulačního algoritmu P, I, D, PI, PD, ID, PID. Písmenné zkratky určují, které ze složek PID algoritmu budou aktivní. Automatické nastavení parametrů je dostupné pouze pro PI a PID algoritmus.

Vzorkovací perioda v sekundách – udává periodu vzorkování regulačního algoritmu. Perioda vzorkování vyjadřuje délku časového intervalu mezi výpočty nové hodnoty akčního zásahu.

Obrácené působení akčního zásahu – zatržením volby se obrátí smysl akčního zásahu. (tzn. na zápornou regulační odchylku je reagováno kladným akčním zásahem).

Zesílení regulátoru (k) – parametr PID regulátoru.

Integrační časová konstanta (t_i) – parametr PID regulátoru.

Derivační časová konstanta (t_d) – parametr PID regulátoru.

Parametr N filtru derivační složky (N) – určuje poměr časové konstanty filtru derivační složky k derivační časové konstantě. Časová konstanta filtru se $t_f = t_d / N$.

Váhový koeficient pro P složku (b) – určuje podíl žádané hodnoty na vstupu proporcionální složky regulátoru. Zadává se v rozsahu 0 až 1. Hodnota 0 zcela vyloučí žádanou hodnotu s výpočtu proporcionální složky. Proporcionální složka akčního zásahu se řídí vztahem $u_p(t) = K(b \cdot w(t) - y(t))$.

Váhový koeficient pro D složku (c) – určuje podíl žádané hodnoty na vstupu derivační složky regulátoru. Zadává se v rozsahu 0 až 1. Hodnota 0 zcela vyloučí žádanou hodnotu s výpočtu derivační složky. Derivační složka akčního zásahu se při zanedbání vstupního filtru řídí vztahem $u_d(t) = K \cdot d(c \cdot w(t) - y(t)) / dt$.

Časová konstanta vysledování (tt) – doba pro vysledování výstupu

Symbolické jméno vstupu – zde zadáme symbolické jméno vstupu. Formát vstupu musí být REAL (FLOAT).

Symbolické jméno výstupu – zde zadáme symbolické jméno výstupu. Formát výstupu musí být REAL (FLOAT).

Maximální hodnota výstupu [%] ($hilim$) – omezení maximálního akčního zásahu

Minimální hodnota výstupu [%] ($lolim$) – omezení minimálního akčního zásahu

Založit strukturu nad daty regulátoru – nad daty regulátoru je založena struktura „<jméno regulátoru>_struct“, přes kterou je možné přistupovat ke všem parametrům regulátoru z uživatelského programu. Tato volba není přístupná pokud je zvoleno generování definic v jazyce ST, kde se struktura zakládá vždy.

Použít remanentní registry – tato volba je implicitně zapnutá. Použití remanentních registrů umožňuje zachovat změny parametrů i po restartu PLC bez aktualizace kódu (pro správnou funkci musí být nastaven typ restartu na „teplý“). Zálohu parametrů do remanentní zóny lze vyvolat z uživatelského programu nastavením proměnné „<jméno regulátoru>_CHANGED“ (nebo při použití přístupu přes strukturu proměnné „<jméno regulátoru>_struct.CHANGED“) na hodnotu 1. Pokud volba není použita je nutné se o zálohu nastavení regulátoru postarat uživatelským programem. Kód programu starající se obnovu parametrů po restartu je nutné zařadit v překladu až za automaticky generovaný soubor s algoritmem regulátoru, který obsahuje část kódu, která nastavuje implicitní hodnoty zadané při vyslání programu do PLC.

Umístění v neremanentních registrech – tento parametr umožňuje pevně stanovit pozici proměnných v neremanentní oblasti zápisníku

Umístění v remanentních registrech – tento parametr umožňuje pevně stanovit pozici proměnných v remanentní oblasti zápisníku

5.2. Nastavení autotuneru

Tento dialog slouží k nastavení parametrů autotuneru a identifikačního experimentu, který zajišťuje.

Typ regulačního algoritmu – vysouvací nabídka umožňuje zvolit typ regulačního algoritmu PI nebo PID, pro které bude autotuner odhadovat parametry.

Dodatečná apriorní informace – vysouvací nabídky umožňuje zvolit dodatečnou informaci o řízeném procesu, která umožňuje správné nastavení parametrů.

Kompenzace gradientu trendu – zapíná odhad gradientu trendu. Umožňuje eliminovat chybu odhadu vzniklou trendem procesu v rovnovážném stavu.

Doba odhadu gradientu trendu – určuje dobu v sekundách, po kterou se bude odhadovat trend procesu.

Doba odhadu šumu – určuje dobu v sekundách, po kterou se bude odhadovat úroveň šumu.

Amplituda pulsu – určuje velikost pulsu, který se použije pro vybuzení procesu při identifikačním experimentu.

Práh pro ukončení pulsu – určuje velikost změny hodnoty procesu, po jejímž dosažení se ukončí budící puls.

Požadovaná rychlost uzavřené smyčky – určuje požadavek na rychlost regulace pro odhad parametrů

Forma PID regulátoru – určuje jestli budou odhadnuté parametry zobrazeny ve formátu pro sériovou nebo paralelní strukturu regulátoru. Nemá vliv na formát vlastního regulátoru a jeho parametrů.

5.3. Počáteční parametry

Shodné s dialogem PID regulátor. Viz. 4.9.

5.4. Nastavení simulovaného procesu

Shodné s dialogem pro PID regulátor. Viz. 4.10.

5.5. Okno regulátoru

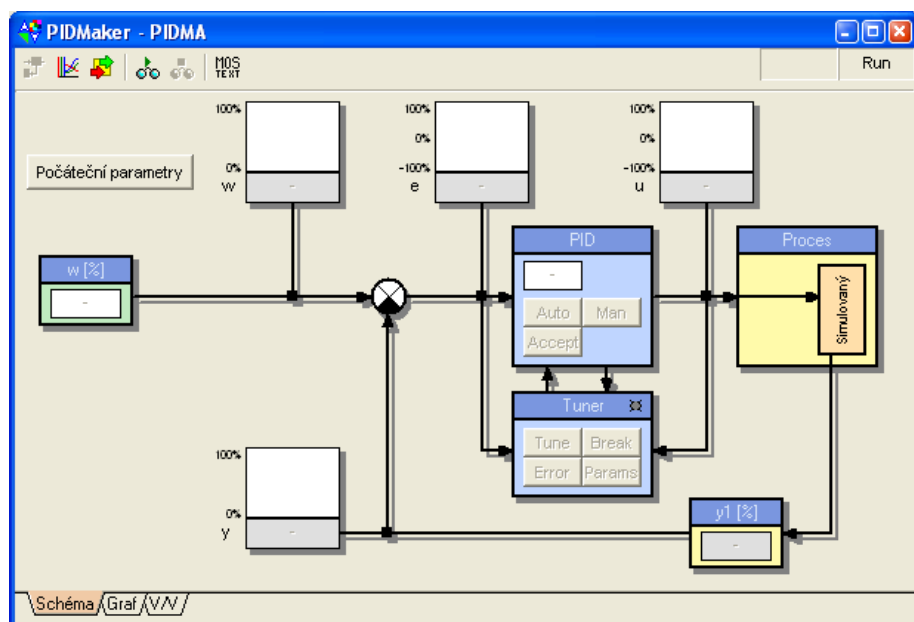
Po vyplnění série dialogů se objeví v prostředním panelu pracovní plochy okno regulátoru. Toto okno zaštiťuje automaticky generovaný regulační algoritmus. Okno má dva režimy; aktivní a pasivní. V pasivním režimu je možno měnit všechny parametry zadané během tvorby regulátoru. V aktivním režimu je možno měnit některé z parametrů a sledovat průběh regulace.

Okno regulátoru má tři listy, první zobrazuje schéma regulačního obvodu, druhý graf zachycující důležité regulační veličiny v čase a třetí vstupy a výstupy instrukce PIDA. Přepínání mezi listy je možné pomocí záložek v dolní části okna nebo pomocí nástrojové lišty okna, která je popsána níže u jednotlivých listů.

Okno se z větší části shoduje s oknem pro regulátor PID, proto budou dále popsány jen rozdílné prvky.

5.5.1. List schématu

List schématu je v okně zobrazen ihned po vytvoření regulátoru. List se skládá ze tří hlavních částí: nástrojové lišty, plochy schématu a záložek pro přechod mezi listy.



Nástrojová lišta

Plocha schématu

Záložky

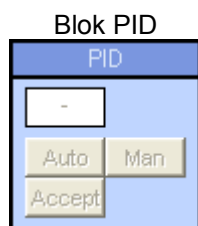
5.5.1.1. Nástrojová lišta

Je shodná s nástrojovou lištou pro regulátor PID. Viz. 4.11.1.1.

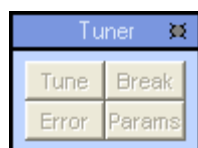
5.5.1.2. Bloky PIDA



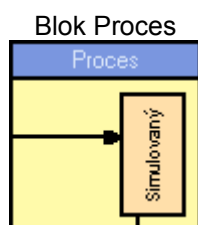
V aktivním režimu zobrazuje a umožňuje zadávat žádanou hodnotu. Odpovídá proměnné „<jméno regulátoru>_sp“



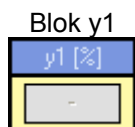
Vyvolá dialog „Parametry regulátoru“. V aktivním režimu umožňují tlačítka „auto“ a „man“ přepínat automatický a manuální režim řízení. Tlačítkem „accept“ je možno nastavit příznak TAFF a tak přijmout parametry s autotuneru (stisknuté tlačítko „accept“ značí zapnutý přenos navržených parametrů s autotuneru. V textovém poli lze při manuálním režimu řízení zadávat akční zásah. V aktivním režimu vizualizace nelze měnit symbolická jména vstupu a výstupu.



Vyvolává dialog „Nastavení autotuneru“. V aktivním režimu umožňuje zahájit identifikační experiment tlačítkem „Tune“ a tlačítkem „Break“ jej předčasně přerušit. Tlačítko „Error“ vyvolá dialog s informacemi o případných chybách autotuneru. Tlačítko „Params“ zobrazí navrhované parametry.



Vyvolá dialog „Nastavení simulovaného procesu“. V aktivním režimu vizualizace jsou přístupné všechny volby dialogu.



Vyvolá dialog „Parametry regulátoru“ stejně jako blok PID. V aktivním režimu zobrazuje měřenou veličinu.

5.5.2. List grafu

List grafu se liší od listu grafu pro PID pouze levým panelem, který nabízí k nastavení parametry odpovídající instrukci PIDA. Podrobný popis viz 4.11.2.

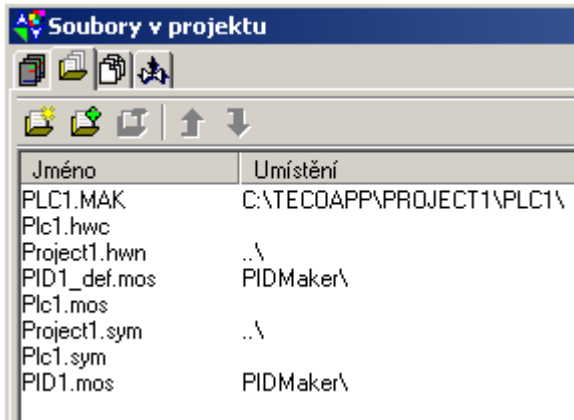
5.5.3. List vstupů/výstupů PIDA

List vstupů/výstupů PIDA se funkčně shoduje s listem vstupů/výstupů PID. Zobrazené proměnné odpovídají proměnným instrukce PIDA (viz Soubor instrukcí PLC TECOMAT model 32 bitů – TXV 004 01).

6. KÓD A GENEROVÁNÍ

Pro každý regulátor vytvořený nástrojem PIDMaker se do projektu přidají dva soubory obsahující automaticky generovaný kód. Oba soubory se ukládají do podadresáře projektu s názvem PIDMaker. První soubor s názvem „<jméno regulátoru>_def.mos“ nebo „<jméno regulátoru>_def.ST“ obsahuje deklarace proměnných a je-li potřeba také deklaraci úsi instrukce CRC16 pro zabezpečení remanentních dat. Druhý soubor s názvem „<jméno regulátoru>.mos“ obsahuje vlastní inicializační a regulační algoritmus. Soubor s deklaracemi je umístěn v pořadí překladu hned za konfigurační soubory, soubor s algoritmem je umístěn na konec.

Při každé změně pomocí nástroje nebo překladu jsou přidáné soubory znovu generovány. Vzhledem k tomu jsou jakékoli ruční modifikace v těchto souborech PIDMakeru ztraceny.



Jméno	Umístění
PLC1.MAK	C:\TECOAPP\PROJECT1\PLC1\
Plc1.hwc	.. \
Project1.hwn	.. \
PID1_def.mos	PIDMaker\
Plc1.mos	.. \
Project1.sym	.. \
Plc1.sym	.. \
PID1.mos	PIDMaker\

Příklad pořadí souborů pro projektovou skupinu „Project1“, projekt PLC1 a regulátor PID1.

soubor Mosaicu
soubor s HW konfigurací projektu
soubor s konfigurací sítě
soubor PIDMakeru s definicemi
uživatelský program
soubor Mosaicu
soubor Mosaicu
soubor PIDMakeru s regulačním algoritmem

Pro každý regulátor je založena unikátní skupina proměnných, jejichž názvy mají jednotný formát podle předpisu „<jméno regulátoru>_<jméno proměnné>“, například „PID1_Input1“. Pokud je zvoleno „Založit strukturu nad daty regulátoru“ je možné k proměnným přistupovat přes strukturu s názvem „<jméno regulátoru>_struct“.

Remanentní zálohy proměnných jsou od svých originálů odlišeny příponou „_rem“.

Generované názvy proměnných pro instrukci PID jsou shodné s použitým označením v příručce Soubor instrukcí PLC TECOMAT (TXV 001 05).

6.1. Zálohování nastavení regulátoru v remanentních registrech

Pokud je aktivní volba „Použít remanentní registry“, generovaný kód kromě regulačního algoritmu zajišťuje zálohování nastavení regulátoru do remanentních registrů. Správnost uložených dat je kontrolována pomocí CRC (kontrolu zajišťuje instrukce CRC16).

Tato záloha umožňuje zachování nastavení regulátorů, která jsou zadána za běhu programu, i po vypnutí PLC bez opětovného vyslání kódu. Do zóny zálohy není možné zapisovat přímo, protože je chráněna kódem CRC. Záloha parametrů se provede nastavením bitové proměnné „<jméno regulátoru>_Control.11“ (při generování definic v jazyce ST lze na stejný bit přistoupit přes symbolické jméno „<jméno regulátoru>_Struct.Control.CHN“) na hodnotu logická 1, vynulování bitu je automatické po provedení zálohy.

Poznámka: Studený restart PLC maže remanentní zónu a tím pádem i zálohu parametrů, proto je pro správnou funkci nutné aby měl PLC nastavený po zapnutí teplý restart.

Nastavení uložené v kódu programu se použijí pouze v případech, kdy není remanentní záloha naplněna, data remanentní zálohy jsou poškozena (špatná délka nebo CRC) nebo je vyslána do PLC nová verze kódu. Verze kódu je určována konstantou „<jméno regulátoru>_ReleaseNumber“, která je při každém generování kódu zvýšena o jedna.

6.2. Základní ovládání regulátoru z uživatelského programu

Ovládání regulátoru z uživatelského programu se neliší od postupů při použití instrukce PID bez podpory PIDMakeru. Je nutné zohlednit formát uložených hodnot nastavení regulátoru, který se většinou neshoduje s formátem zobrazeným v PIDMakeru. Dále budou popsány některé nejčastější případy.

Při psaní uživatelského programu je nutno dodržet správnou posloupnost překladu souborů. Obecně platí, že chceme-li použít proměnné založené nástrojem PIDMaker, musí být uživatelský program za soubory s definicemi regulátorů - „<jméno regulátoru>_def.mos“. Naopak chceme-li použít v regulátoru proměnné deklarované v uživatelském definičním souboru, musí být tento soubor před souborem s regulačním algoritmem.

Upozornění: Je nevhodné používat v uživatelském programu organizační instrukce „EC“, „ED“, „EOC“, „SEQ“. Regulační algoritmus musí být vykonáván v každém cyklu PLC, výše zmíněné instrukce mohou předčasným ukončením procesu P0 zabránit jeho vykonání.

6.2.1. Nastavení žádané hodnoty

Žádaná hodnota je uložena v proměnné „<jméno regulátoru>_Gw“. Žádaná hodnota je v této proměnné uložena jako celočíselná hodnota v rozsahu od hodnoty v „<jméno regulátoru>_MinY“ do hodnoty v „<jméno regulátoru>_MaxY“. Rozsah se zadává v dialogu parametrů PID jako hodnota 0% regulované veličiny (MinY) a hodnota 100% regulované veličiny (MaxY).

V případě poměrové regulace se do proměnné „<jméno regulátoru>_Gw“ zadává žádaný poměr. Hodnota je v rozsahu 0 až 10000, přičemž hodnota 100 odpovídá poměru 1 zadanému v PIDMakeru.

Při použití filtrace nebo rampy žádané hodnoty lze nastavovat časovou konstantu filtru nebo dobu trvání rampy v proměnné „<jméno regulátoru>_Tiw“ ve stejném formátu jako v PIDMakeru. O tom, je-li použita filtrace, nebo rampa rozhoduje nastavení bitu „<jméno regulátoru>_Control.8“. Má-li bit hodnotu logická 0, je aktivní filtrace, v případě logické 1 je aktivní rampa. Žádaná hodnota není upravena, má-li filtr nastavenou časovou konstantu na hodnotu 0.

Stav aktuální žádané hodnoty použité pro regulaci lze sledovat v proměnné „<jméno regulátoru>_ConW“

6.2.2. Nastavení režimu regulace

Zapsáním logické 1 do bitu „<jméno regulátoru>_Control.6“ se nastaví automatický režim regulátoru, zapsáním logické 0 je nastaven ruční režim.

Pokud je v důsledku chyby vyřazen režim kaskádní regulace, jeho opětovné aktivování z uživatelského programu se provede nastavením bitu „<jméno regulátoru>_Control.3“ na hodnotu logická 1. Nastavení tohoto bitu u regulátoru, který není vytvořen v režimu kaskádní regulace, vede k chybnému chování regulátoru.

6.2.3. Nastavení základních parametrů regulátoru

Pásmo proporcionality je uloženo v proměnné „<jméno regulátoru>_PBnd“ jako celočíselná hodnota v jednotkách promile v rozsahu 0 až 30000 [‰].

Integrační časová konstanta je uložena v proměnné „<jméno regulátoru>_Ti“ jako celočíselná hodnota v desetinách sekundy v rozsahu 0 až 30000 [0,1 s]. Hodnota 0 odpovídá vyřazené integrační složce.

Derivační časová konstanta je uložena v proměnné „<jméno regulátoru>_Td“ jako celočíselná hodnota v desetinách sekundy v rozsahu 0 až 30000 [0,1 s].

Pokud je vhodné, aby zadané hodnoty byly platné i po vypnutí PLC, je nutné nastavit bit „<jméno regulátoru>_Control.11“ na logickou 1 a tím provést zálohu do remanentních registrů. Bit je po provedení zálohy automaticky nastaven na logickou nulu.

Přímý zápis do remanentních registrů má za následek zneplatnění kontrolního kódu CRC a použití hodnot z automaticky generovaného kódu.

7. CHYBOVÁ HLÁŠENÍ

Chybová hlášení, vznikající při překladu automaticky generovaného kódu, se zobrazují v okně „Zprávy1“ Mosaicu ve tvaru:

[Xpro:Chyba] PIDMAKER\<jméno regulátoru>.MOS (7): 'yyyy ... Proměnná neexistuje, nebo je založena později!'

Chyba: Proměnná 'yyyy' není deklarována v uživatelském programu nebo je deklarována později. V případě vzniku této chyby je nutné zkontrolovat pořadí souborů s deklaracemi, je-li proměnná deklarována, v opačném případě ji založit.

Hlášení je provázeno zobrazením dialogu PIDMakeru, v kterém byla proměnná použita.

[Xpro:Fatální] PIDMAKER\<jméno regulátoru>.MOS (7): 'Soubor "<jméno regulátoru>_def.mos" není v souborech projektu přítomen nebo není předřazen souboru "<jméno regulátoru>.mos"!''

Chyba: Soubor s definicemi proměnných byl přesunut za soubor s regulačním algoritmem. Chybu lze odstranit seřazením souborů ve správném pořadí v souborech projektu.

8. LITE VERZE

Pro plnou funkčnost nástroje PIDMaker je nutný odpovídající hardwarový klíč. Bez tohoto klíče je možné nástrojem vytvořit v jednom projektu pouze jeden regulátor místo osmi v plné verzi. Nástroj absenci klíče signalizuje příponou LITE, kterou zobrazuje za svým jménem. Bližší informace o verzi nástroje viz hlavní okno informace o nástroji.

Při pokusu o překlad projektu s více regulátory bez klíče vyhlásí prostředí chybu ve tvaru:

[Xpro:Fatální] PIDMAKER\<jméno regulátoru>_DEF.MOS (6): Příliš mnoho regulátorů! PIDMaker LITE umožňuje pouze jeden regulátor!