



Instrukcja do ćwiczenia

Ćwiczenie nr	44
Temat :	Programowanie cyfrowe Regulatory PID
Stanowisko laboratoryjne	Sterownik Siemens S7 – 1200, Panel HMI
Opracował :	A. Mielewczyk

Instrukcja nr. 44

1. Temat ćwiczenia:

Programowania sterownika Siemens SIMATIC S-1200 - regulator PID compact

2. Cel ćwiczenia:

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawowymi elementami do regulacji procesów sterownika Siemens SIMATIC **S-1200** i wykonanie programu załączania regulacji ze sprzężeniem zwrotnym na sterowniku za pomocą programu **TIA Portal v15**. Wyniki regulacji przedstawić na panelu HMI – linia trendu.

3. Zakres wymaganych wiadomości:

- sterownik S-1200 i panel HMI,
- sygnały analogowe,
- regulator PID compact,
- dobór nastaw regulatora,
- programowanie w TIA Portal,

4. Przebieg ćwiczenia:

- skonfigurować sterownik S-1200 oraz panel HMI,
- wprowadzić blok regulatora PID compact,
- dobrać nastawy,
- wykreślić przebieg regulacji,
- efekty sterowania pokazać na panelu HMI.

5. Stanowisko laboratoryjne:

Sterownik Siemens S-1200 z modulem analogowym we/wy, program TIA Portal v15, panel HMI, zawór stałego ciśnienia sterowany analogowo.

6. Sprawozdanie z ćwiczenia:

Część wstępna, opis elementów, program LAD, konfiguracja regulatora PID i jego nastawy, przebieg regulacji – linia trendu.

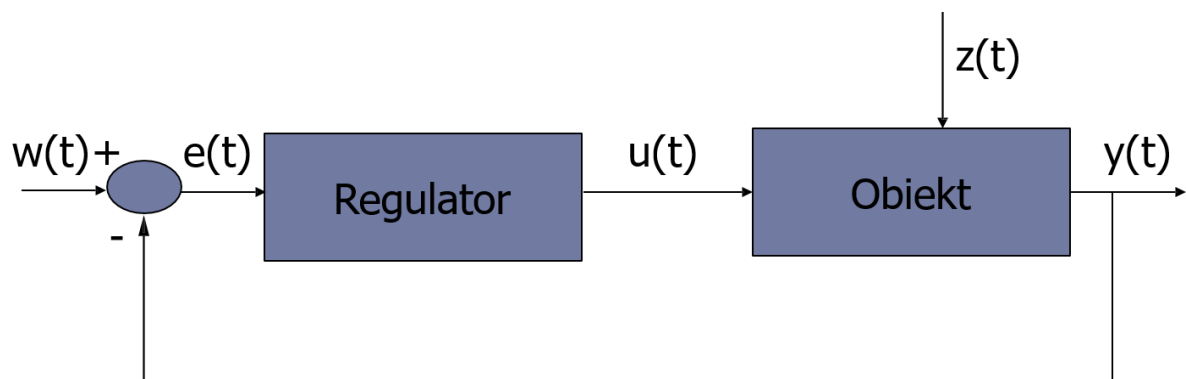
Wprowadzenie

Zestaw sterownika Siemens SIMATIC S7-1200 przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1 Zestaw sterownika Siemens SIMATIC S7-1200

Klasyczny układ regulacji przedstawiono na rys. 2.



Rys.2 Podstawowy układ regulacji, $y(t)$ – wielkość wyjściowa (regulowana), $u(t)$ – sygnał sterujący, $w(t)$ – wartość zadana, $e(t)$ – uchyb sterowania, $z(t)$ - zakłócenie

Środowisko STEP 7 umożliwia wykorzystanie instrukcji sterujących procesem na sterowniku S7-1200, które pozwalają na prostą konfigurację i zastosowanie regulatora PID. W sterowniku dostępne są dwie instrukcje realizujące regulatory PID:

- instrukcja `PID_Compact` – wykorzystywana w celu sterowania procesami

technicznymi o ciągłych wartościach na wejściu i wyjściu,

- instrukcja PID_3Step wykorzystywana do sterowania urządzeniami napędzanymi za pośrednictwem silników, takimi jak zawory, które potrzebują sygnałów dyskretnych w celu otwierania i zamykania.

Obydwie wyżej wymienione instrukcje mogą obliczać parametry składników P, I oraz D za pośrednictwem wstępnego strojenia (Pretuning). W celu dostrojenia "optymalnych" parametrów należy wykorzystać funkcję dostrajania (Fine tuning). Użytkownik nie musi w sposób ręczny wykonywać dostrajania parametrów.

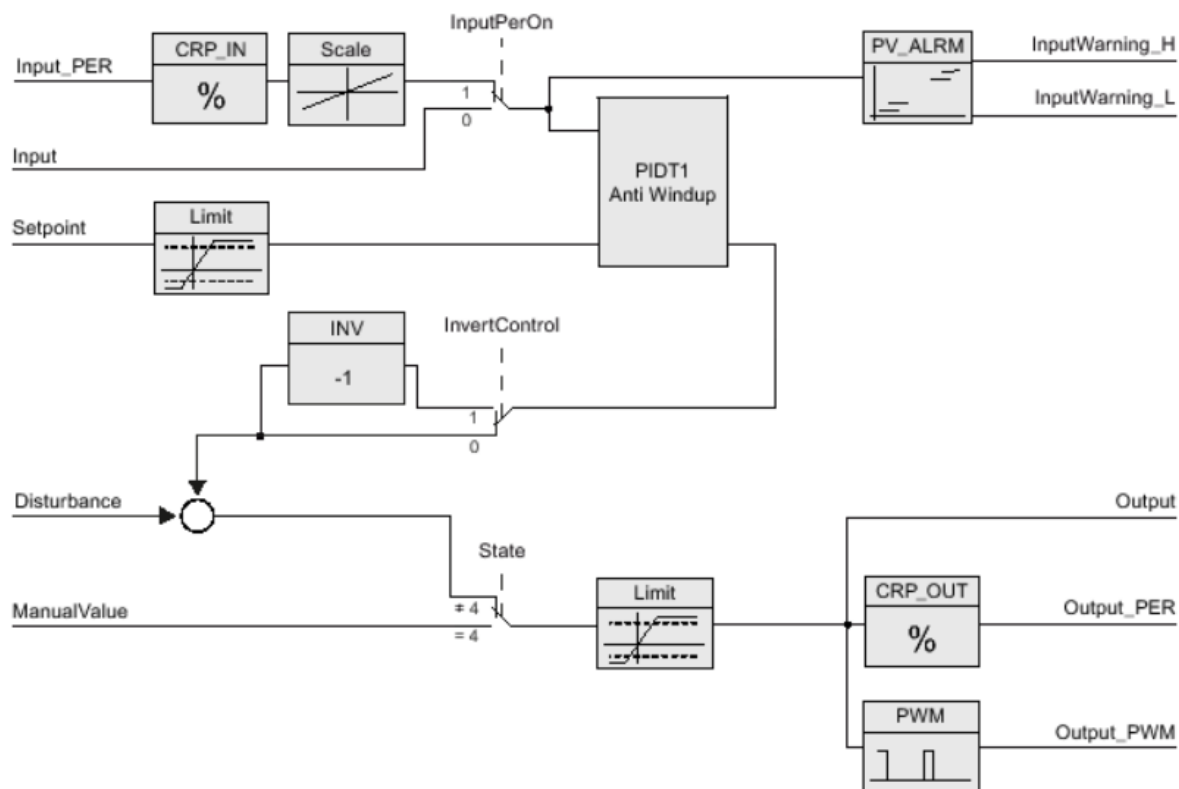
W programowaniu sterowników S7-1200 wersja regulatora PID-compact realizuje następujące równanie:

$$Y(s) = K_p \left[(b \cdot W - X) + \frac{1}{T_i s} (W - X) + \frac{T_d s}{a \cdot T_d s + 1} (c \cdot W - X) \right]$$

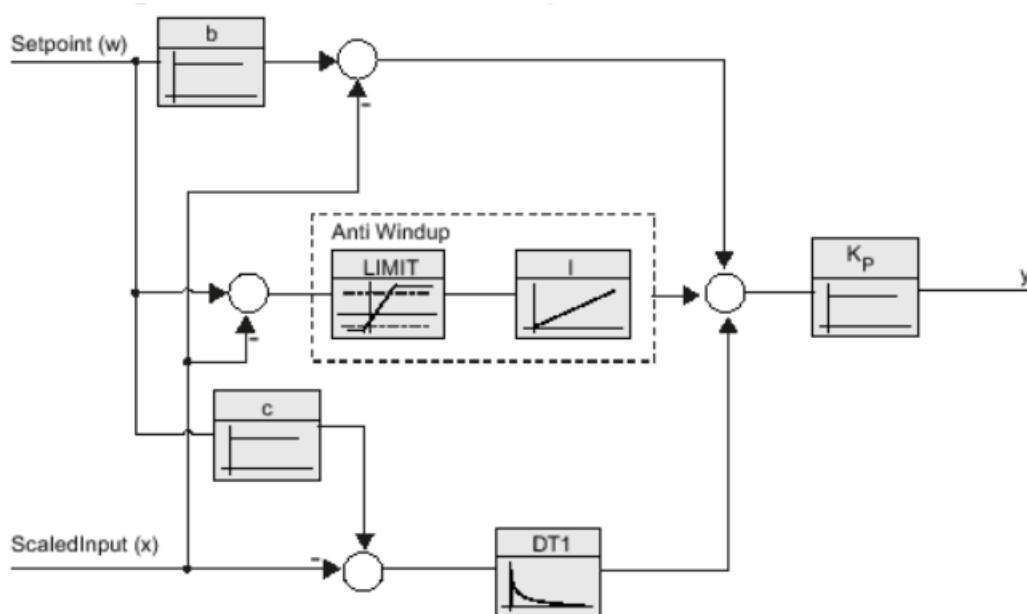
gdzie:

- K_p – wzmacnienie regulatora,
- T_i – akcja całkująca regulatora,
- T_d – akcja różniczkująca regulatora,
- X – sygnał wejścia,
- Y – sygnał wyjścia,
- W – wartość zadana,
- a – współczynnik inercji członu różniczkującego,
- b – współczynnik wagowy członu proporcjonalnego,
- c – współczynnik wagowy członu różniczkującego

Schemat blokowy regulatora PID_Compact pokazano na rys. 3, a blok anti-windup na rys. 4.



Rys.3 Schemat blokowy regulatora PID-compact na sterowniku S7-1200

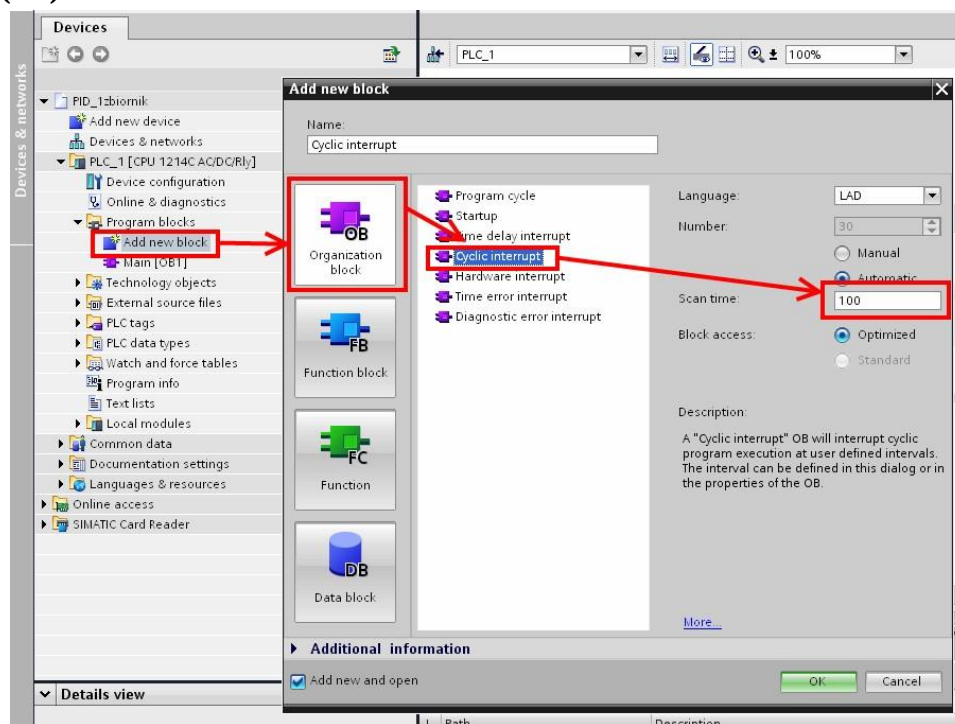


Rys.4 Schemat bloku anti-windup regulatora PID-compact

Instrukcje PID należy wykonywać w stałych przedziałach czasowych czasu próbkowania. Zaleca się do tego celu wykorzystać blok programu "Cyclic interrupt" dostępny w blokach organizacyjnych (Organization block). Nie należy wstawiać instrukcji PID do głównego bloku programu Main [OB1] jak i bloku głównego cyklu programu OB.

Poniżej przedstawiono przykładowe kroki prowadzące do konfiguracji sterownika oraz regulatora PID:

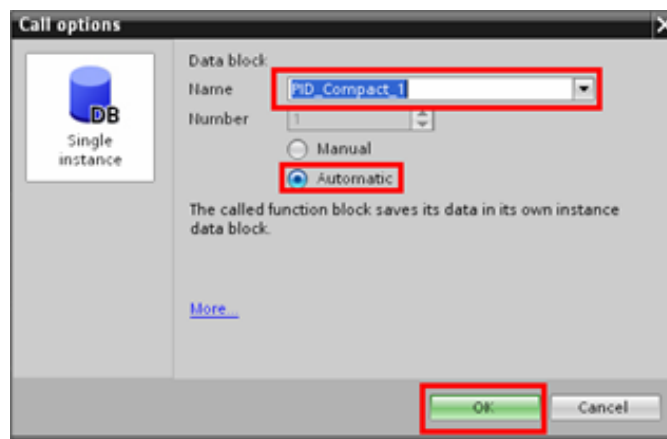
1. Utworzenie nowego projektu.
2. Konfiguracja sterownika (sterownikom został przypisany adres IP zgodny z numerem stanowiska).
3. Dodanie bloku "**Cyclic interrupt**", rys. 5, oraz wybór czasu skanowania "**Scan time**". Parametr ten podajemy w [ms]. Parametr "**Scan time**" można również zmienić po utworzeniu bloku we właściwościach bloku w opcji **Cyclic interrupt** → **Cyclic time(ms)**.



Rys. 5 Blok 'Cyclic interrupt'

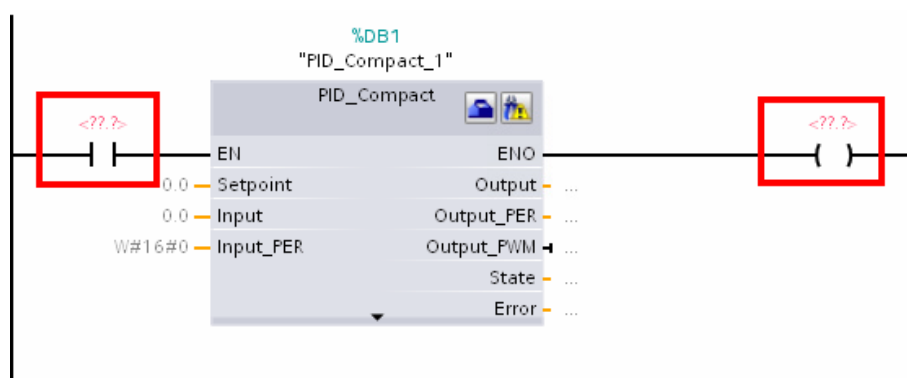
4. Wstawiamy do bloku "Cyclic interrupt" instrukcje "PID_Compact". Instrukcje tą znajdziemy w zakładce **Instructions** (prawa strona okna aplikacji TIA) → **Technology** → **PID Control** → **Compact PID** → **PID_Compact**.
5. Po wstawieniu instrukcji **PID_Compact** aplikacja zgłosi monit o utworzenie nowego **obiektu technologicznego**. Obiekt ten zawiera wszystkie ustawienia dla pętli regulacji. Wybieramy stosowną nazwę obiektu lub zostawiamy domyślną oraz zaznaczamy **automatyczne** przydzielenie **numeru obiektu**. Należy potwierdzić utworzenie obiektu technologicznego przyciskiem **OK**, rys. 6. Obiekty technologiczne występujące w projekcie znaleźć można w grupie **Technology objects**

w drzewie projektu (Project tree).



Rys. 6 Parametry obiektu technologicznego regulatora PID

6. Tworzymy styk odpowiedzialny za włączanie/wyłączanie regulatora PID oraz cewkę informującą o stanie regulatora, rys. 7.



Rys. 7 Styk włączający regulator PID oraz cewka stanu

7. Definiujemy zmienne wejściowe i wyjściowe powiązane z regulatorem PID. Zmienne definiujemy w **tablicy tagów (Tag table)**. Można je zdefiniować w **domyślnej tabeli tagów (Default Tag table)**. Przykładowe nazwy zmiennych, przykładowe adresy i odpowiednie typy zmiennych podano w Tabela 1. Należy przestrzegać aby typy zmiennych były zgodne z typami wykorzystywanymi przez wejścia / wyjścia regulatora PID. Szczegóły dotyczące dozwolonych typów zmiennych można znaleźć w dokumentacji technicznej sterownika Siemens S7-1200 lub w pomocy dotyczącej instrukcji PID.

Tabela 1 Przykładowe nazwy, przykładowe adresy i odpowiednie typy zmiennych regulatora PID

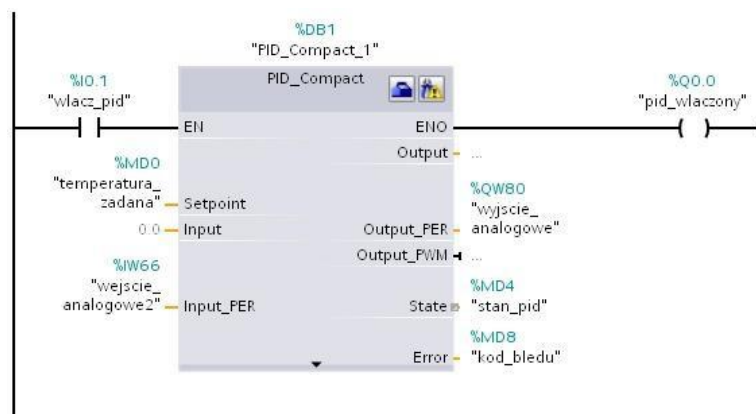
Lp.	Nazwa	Typ	Adres	Opis
1	Włącz_PID	Bool	%I0.1	Styk włączający regulator
2	PID_włączony	Bool	%Q0.0	Cewka informująca o stanie regulatora
3	Wartość_zadana	Real	%MD0	Wartość zadana (SP)
4	Wejście_analogowe	Word	%IW66	Rejestr kanału wejścia analogowego
5	Wyjście_analogowe	Word	%QW80	Rejestr kanału wyjścia analogowego
6	Stan_PID	Int	%MW4	Bieżący tryb pracy regulatora PID Możliwe stany: 0 – Inactive, 1 – Pretuning, 2 – Finetuning, 3 – Automatic, 4 – Manual
7	Kod_błędu	DWord	%MD8	Powiadomienie o błędzie. Kod błędu.

Przy adresowaniu zmiennych należy zwrócić szczególną uwagę na liczbę rejestrów zajmowanych przez typ zmiennej. Nie można dopuścić aby adresy zmiennych nakładały się na siebie. W Tabeli 2 zamieszczono podstawowe typy zmiennych oraz liczbę bitów i rejestrów zajmowanych przez odpowiedni typ zmiennej.

Tabela 2 Podstawowe typy zmiennych i ilość zajmowanej pamięci

Lp.	Typ zmiennej	Liczba bitów	Ilość zajmowanych rejestrów
1	Real	32	4
2	DWord	32	4
3	Word	16	2
4	Int	16	2
5	Bool	1	Jeden bit rejestru

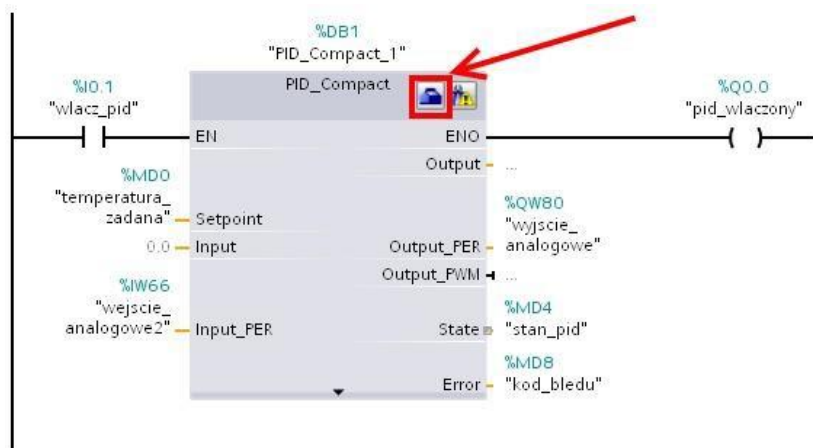
8. Przypisujemy zmienne w odpowiednie miejsca regulatora, rys. 8.



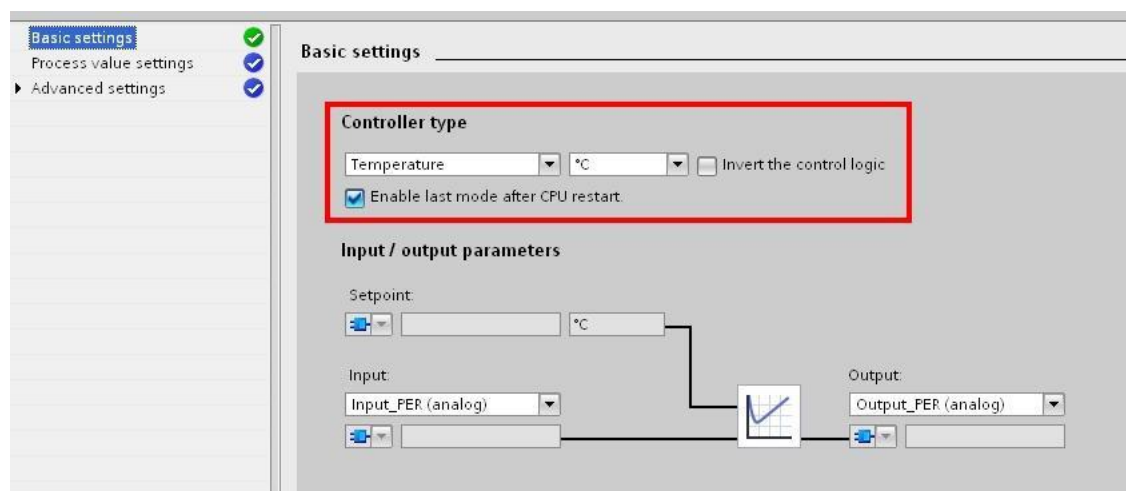
Rys. 8 Regulator PID z przypisanymi zmiennymi

9. Tworzymy nową tablicę **Watch table** i wypełniamy ją zdefiniowanymi wcześniej zmiennymi.

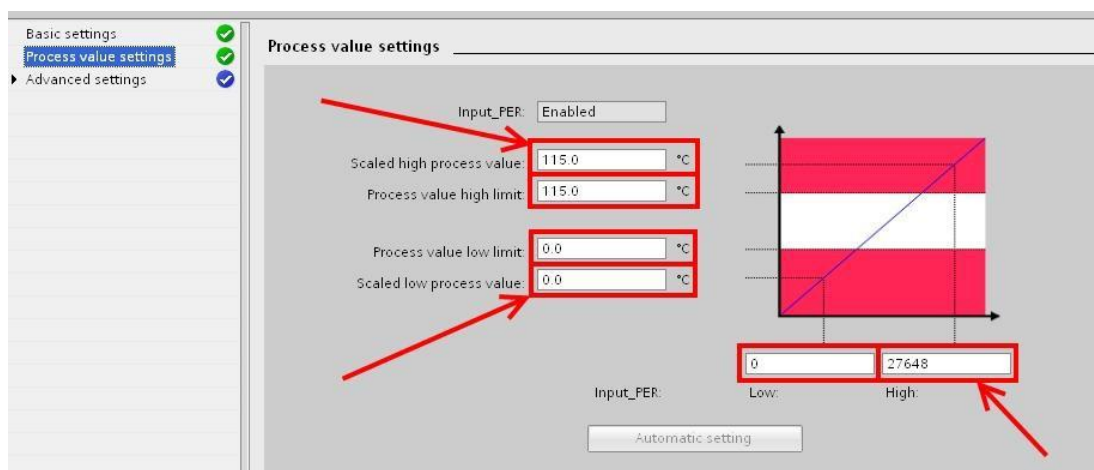
10. Konfigurujemy regulator PID wybierając ikonę , rys.9. Konfiguracja regulatora została przedstawiona na: rys. 10, rys. 11, rys. 12, rys. 13. Elementy wskazane strzałką należy ustawić zgodnie z przeznaczeniem regulatora.



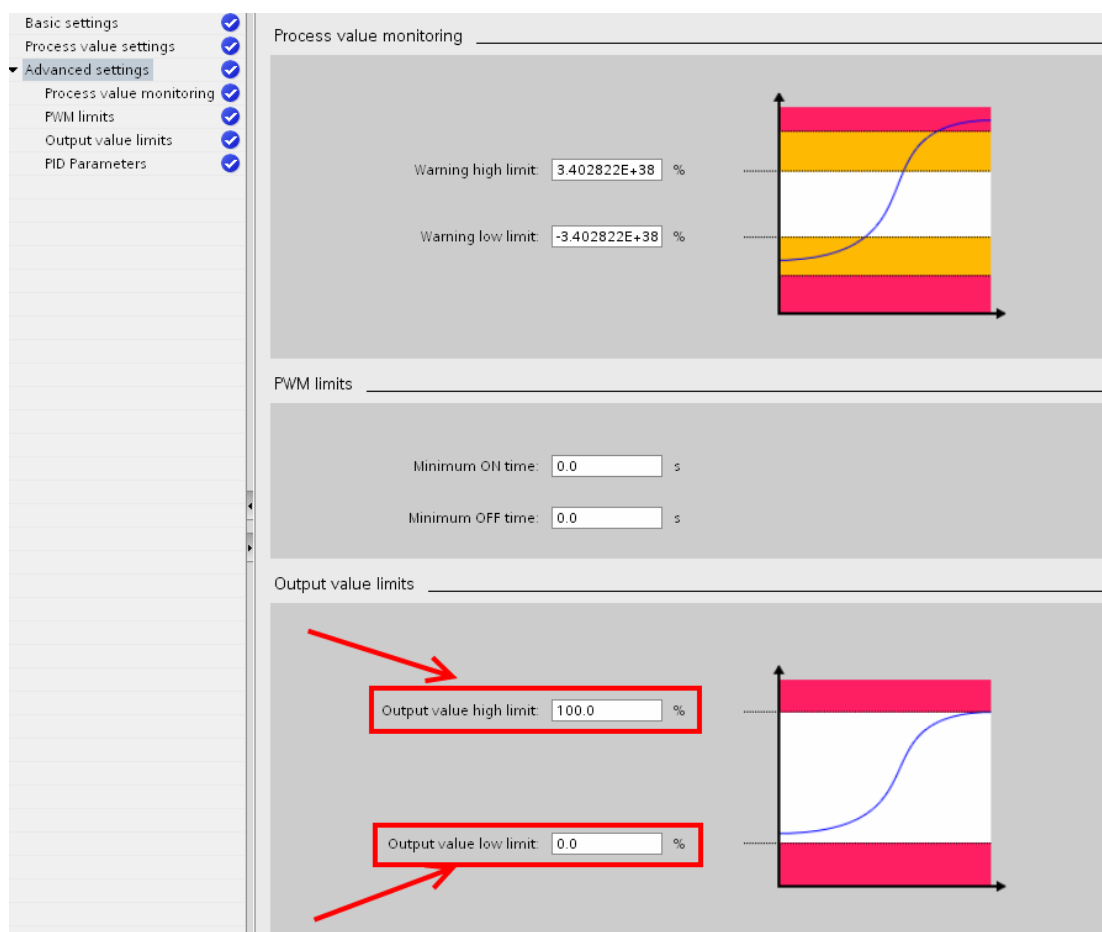
Rys. 9 Dostęp do konfiguracji regulatora PID



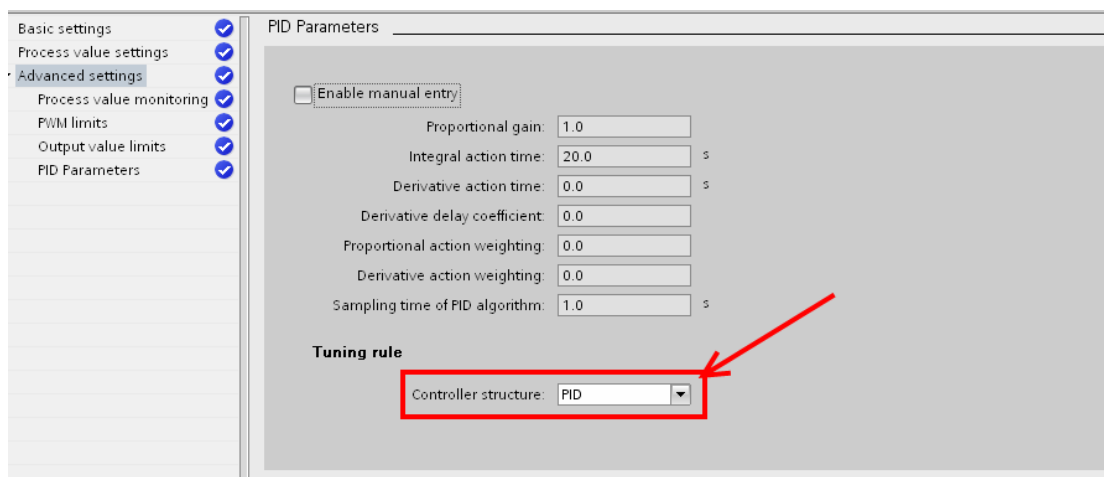
Rys. 10 Konfiguracja regulatora PID – podstawowe ustawienia



Rys. 11 Konfiguracja regulatora PID – ustawienia skalowania PV

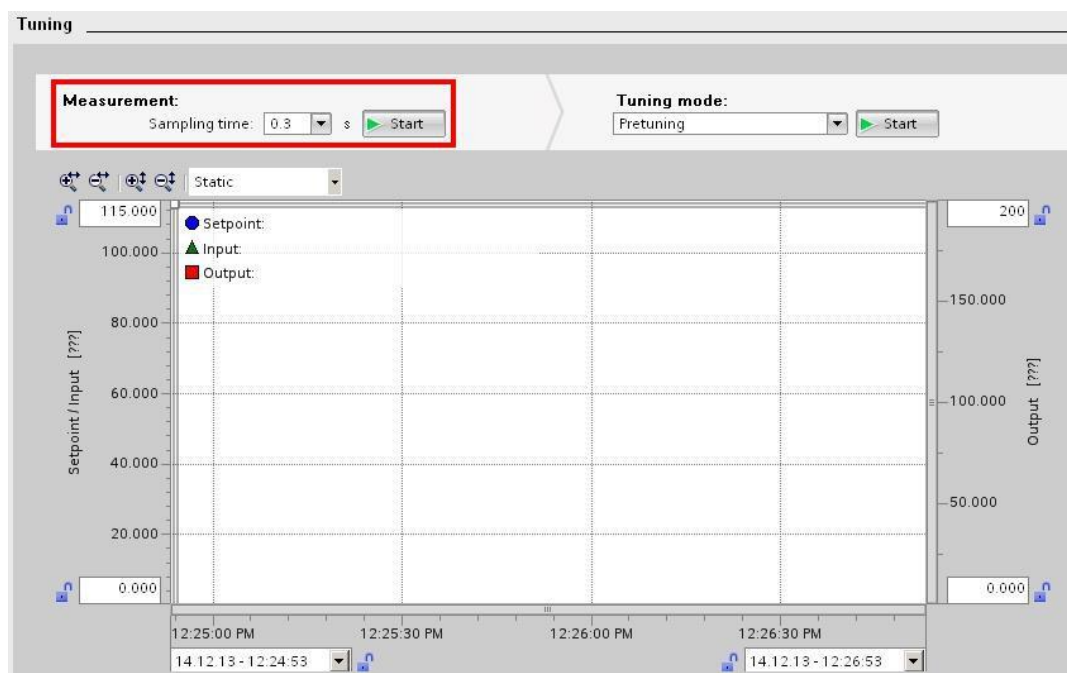


Rys. 12 Konfiguracja regulatora PID – ustawienia zaawansowane cz.1



Rys. 13 Konfiguracja regulatora PID – ustawienia zaawansowane cz.2

11. Wgrywamy program i konfiguracje na sterownik. Ustawiamy sterownik w tryb **RUN**.
12. Włączamy podgląd programu oraz podgląd zmiennych w tablicy **Watch table**.
13. Włączamy regulator PID (styk odpowiedzialny za włączenie regulatora).
14. W podglądzie programu wchodzimy w **tryb rozruchu regulatora PID** (PID **commissioning**). 
15. W oknie rozruchu regulatora PID wybieramy czas próbkowania pomiarów oraz załączamy pomiary przyciskiem **Start**  , rys. 14. Czas próbkowania pomiarów jest jedynie wykorzystywany przez trend obrazujący zmienne SP, PV oraz CV. Nie jest on wykorzystywany w instrukcji regulatora PID.



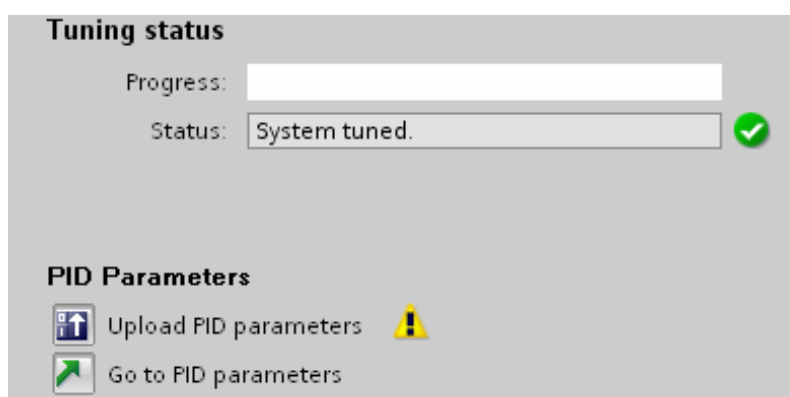
Rys. 14 Okno rozruchu regulatora PID

16. Ustawiamy wartość zadana (SP). Wartość zadana nie powinna znajdować się „blisko” aktualnie odczytywanej wartości procesowej (PV) oraz powinna być większa od aktualnej wartości procesowej PV. Odpowiedni dobór wartości zadanej SP pozwoli na pomyślne przeprowadzenie wstępnego automatycznego Pretuningu parametrów regulatora PID.
17. Wybieramy **tryb tuningu: Pretuning** i naciskamy przycisk **Start**  , rys. 15.



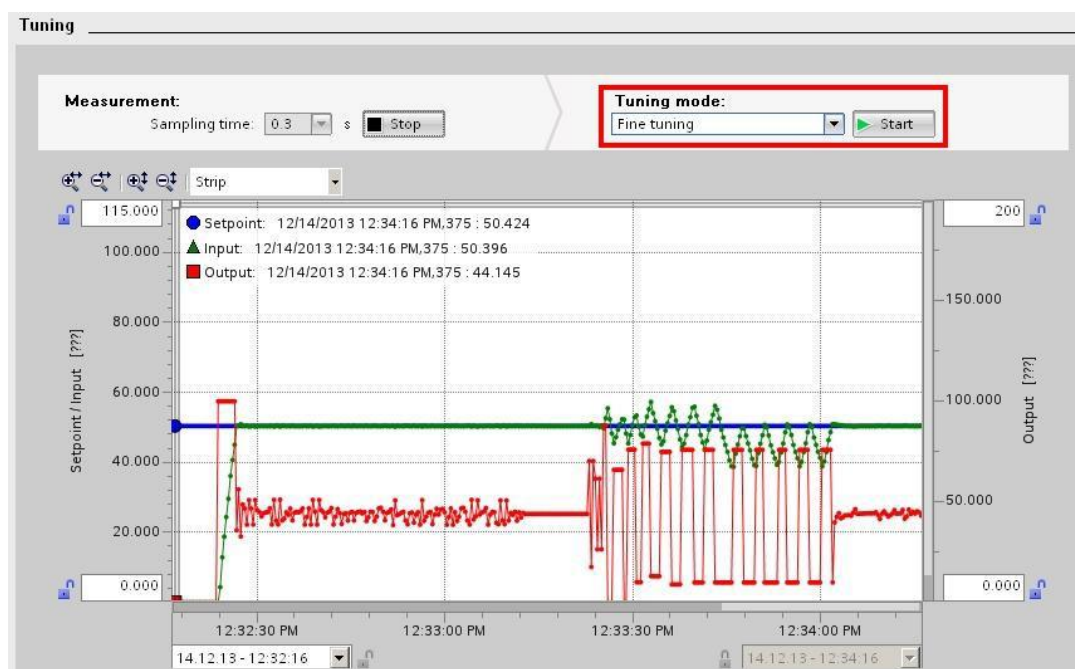
Rys. 15 Pretuning regulatora PID

18. Jeżeli **Pretuning** parametrów regulatora przebiegł pomyślnie zostaniemy o tym poinformowani komunikatem „**System tuned**” , rys. 16. Po zakończonym pretuningu przycisk  zamieni się ponownie na przycisk .



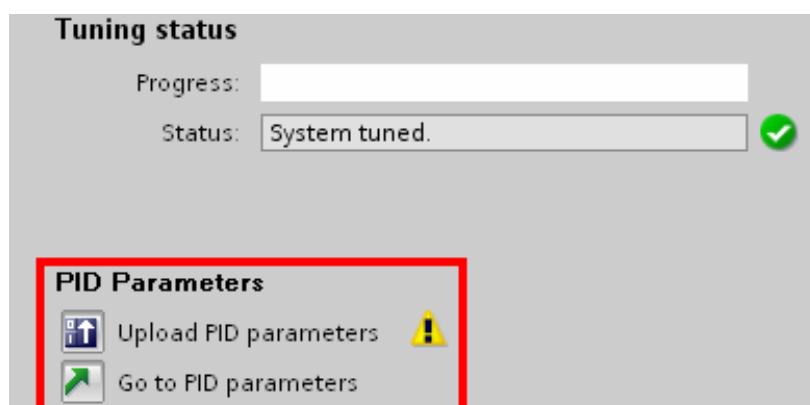
Rys. 16 Informacja o pomyślnym zakończeniu procesu Pretuningu

19. Po wykonaniu Pretuningu należy wykonać „Fine tuning” w celu dokładniejszego nastrojenia parametrów regulatora PID, rys. 17. Fine tuning wykonuje się również gdy nie jesteśmy w stanie wykonać Pretuning. Sytuacja taka zachodzi gdy nie można dostatecznie „oddalić” się wartością zadaną od wartości procesowej.



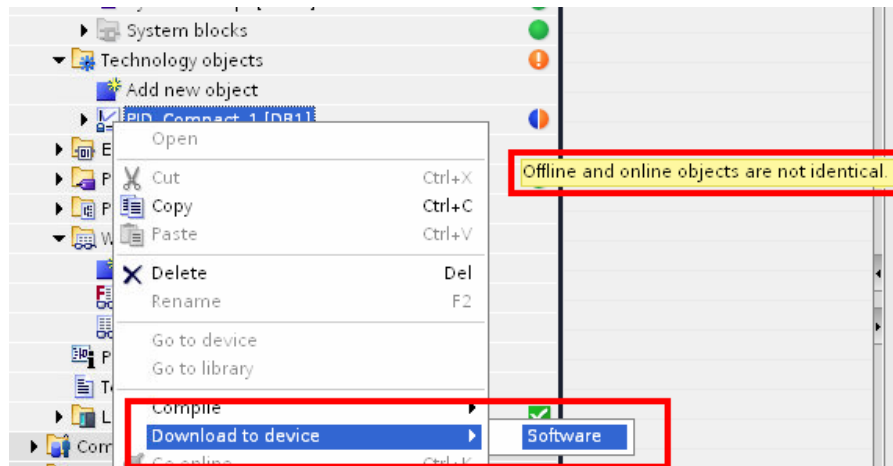
Rys. 17 Fine tuning regulatora PID

20. Analogicznie jak w punkcie 18 aplikacja poinformuje nas o pomyślnie przeprowadzonym procesie Fine tuningu lub o niepowodzeniu tego procesu.
21. Nastawy regulatora PID dobrane w procesie Pretuningu lub/i Fine tuningu należy wyeksportować do projektu za pomocą polecenia  „**Upload PID parameters**”, rys. 14. Za pomocą polecenia  „**Go to PID parameters**” jest możliwy podgląd dobranych parametrów regulatora PID



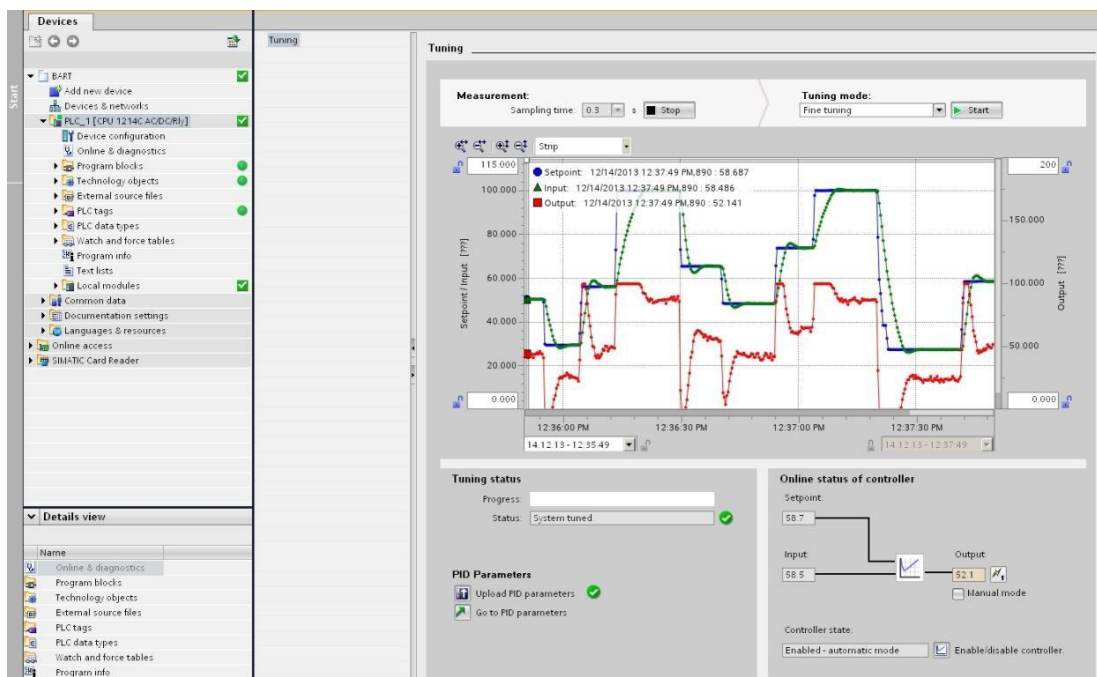
Rys. 18 Eksport parametrów regulatora PID do projektu

22. Po przesłaniu parametrów do projektu należy przesłać zmodyfikowany projekt z powrotem do sterownika aby struktura projektu zgadzała się ze strukturą programu na sterowniku, rys. 19.



Rys. 19 Zaktualizowanie programu sterownika

23. Efekt końcowy strojenia regulator PID w sterowniku Siemens S7-1200 przedstawia rys. 20.



Rys. 20 Prawidłowo skonfigurowany regulator PID



7. Pytania kontrolne

- Adresowanie portów analogowych sterownika.
- Zmienne i typy danych w sterownikach.
- Wstawianie i programowanie bloków funkcyjnych.
- Rodzaje i parametry regulatora.
- Dobór nastaw regulatora.
- Odpowiedź układu regulacji.

Literatura

1. Data sheet Controller SIMATIC S7-1200 6ES7214-1AG40-0XB0.
2. Data sheet panel KPT700 Basic o numerze 6AV2 123-2GB03-0AX0.
3. Przewodnik programowania dla S7-1200/S7-1500.
4. Podręcznik programowania dla S7-1200/S7-1500.
5. Podręcznik pierwsze kroki z SIMATIC S7-1200.
6. Programowalny sterownik SIMATIC S7-1200.