

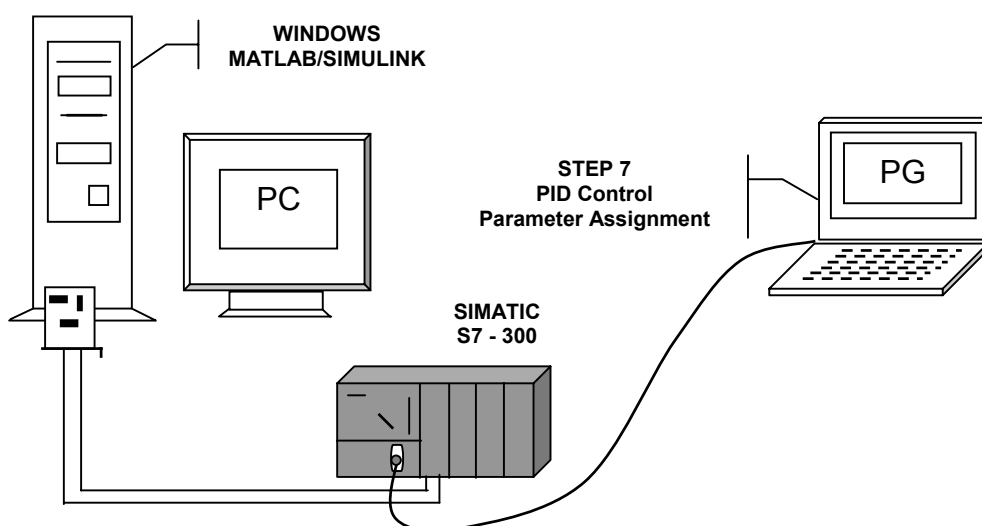
## Połączenie regulatora PID w sterowniku SIMATIC z modelem obiektu w MATLAB/SIMULINK

Współczesne oprogramowanie symulacyjne umożliwia znaczną poprawę efektywności projektowania układów sterowania opartych na sterownikach PLC. MATLAB/SIMULINK proponowany przez firmę MathWorks jest jednym z takich programów, który może być wykorzystywany nie tylko przez naukowe grupy badawcze, ale również przez kadre inżynierską np. do wspomaganie procesu doboru nastaw regulatorów PID.

W procesie takim obiekt rzeczywisty zostaje zidentyfikowany na podstawie np. serii pomiarów, następnie zamodelowany w programie symulacyjnym i połączony z fizycznym regulatorem w sterowniku PLC. Oczywiście symulator realizuje działanie obiektu w środowisku Windows w czasie rzeczywistym, a więc odwzorowuje zachowanie się fizycznego układu w czasie.

Na rysunku 1 pokazana została struktura takiego połączenia, które składa się z trzech części:

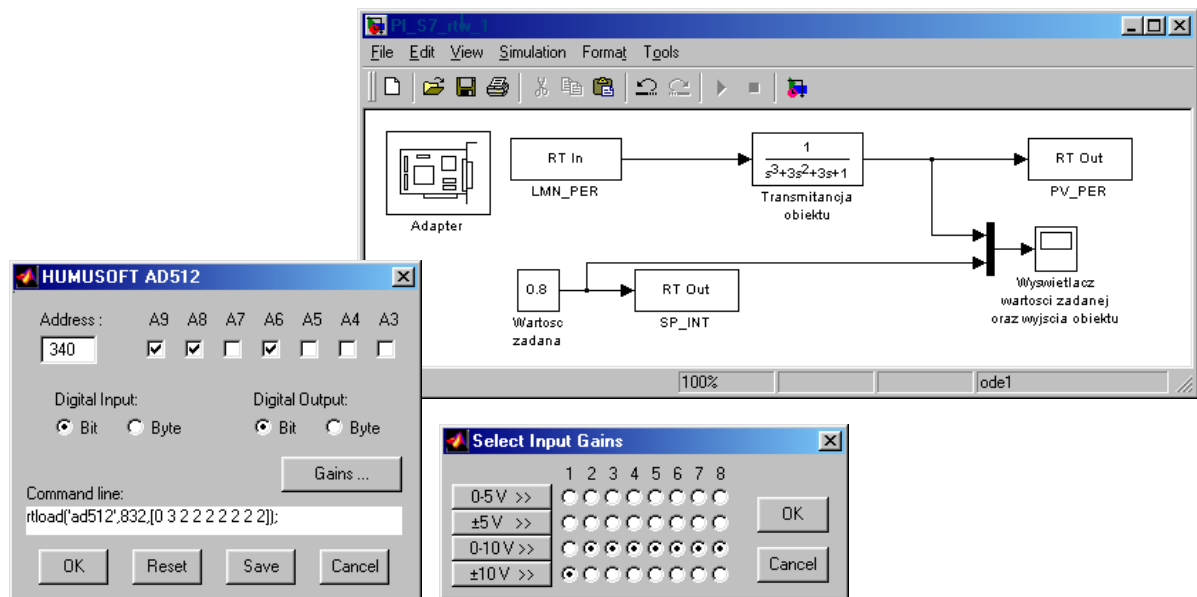
- PC zaopatrzonego w Windows wraz z oprogramowaniem MATLAB/SIMULINK oraz karty wej/wyj analogowych,
- sterownika SIMATIC S7 realizującego regulację PID oraz moduły wej/wyj analogowych,
- programator lub PC z oprogramowaniem STEP 7 oraz PID Control Parameter Assignment.



Rys. 1. Schemat połączenia PLC z symulatorem.

Posiadając takie środowisko sprzętowe z oprogramowaniem narzędziowym można zbudować model obiektu w PC. Na rysunku 2 przedstawiony jest schemat blokowy połączenia obiektu w postaci transmitancji (inercja trzeciego rzędu) z wej/wyj karty pomiarowej. Może to być karta AD512 firmy Humusoft z zakresami napięć  $\pm 10V$ ,  $\pm 5V$ ,  $0-10V$ ,  $0-5V$ , które odpowiadają poziomom napięć modułów analogowych większości sterowników SIMATIC.

Po stworzeniu takiego układu w SMULINK 'u generowany jest odpowiadający mu kod źródłowy C, który następnie po skompilowaniu, zlinkowaniu z dołączonym driver 'em karty może zostać wykonany w środowisku Windows w czasie rzeczywistym z zadeklarowanym czasem próbkowania. Generacja ta jest możliwa automatycznie dzięki specjalnemu programowi MATLAB 'a – Real Time Workshop.



Rys. 2. Struktura symulowanego układu sterowania.

Po zamodelowaniu obiektu można przystąpić do wywołania i konfigurowania regulatora w PLC.

Do naszego zadania zostało użyte standardowe oprogramowanie firmy SIEMENS: STEP 7 wraz z PID Control Parameter Assignment, a jako element wykonawczy został wybrany sterownik S7-314IFM realizujący zadanie regulacji PI.

Program składa się tylko z trzech bloków:

- OB1 – blok organizacyjny, w którym następuje wywołanie bloków FB41 i DB6,
- FB41 – blok funkcyjny realizujący regulację ciągłą PID,
- DB6 – blok danych zawierający informacje potrzebne do działania regulatora.

Program ten jest bardzo prosty, bo w zdecydowanej większości przypadków składa się tylko z jednej instrukcji w OB1: *CALL FB41, DB6*. Przy czym FB41 musi być pobrany ze standardowej biblioteki, a blok danych jest tworzony automatycznie przez STEP 7 oszczędzając użytkownikowi czas na wypełnianie poszczególnych jego składowych.

Dodatkowo należy określić w OB1: czas próbkowania (CYCLE), zmienną (SP\_INT) odpowiedzialną za wartość zadaną, sygnał wyjściowy z obiektu (PV\_PER), sygnał wyjściowy z regulatora (LMN\_PER) oraz sygnał (COM\_RST) odpowiedzialny za restart regulatora.

Tak stworzony program zostaje przesłany do sterownika i po przełączeniu w pozycję RUN następuje jego aktywacja.

W następnym etapie zostaje skonfigurowany regulator za pomocą standardowego programu PID Control Parameter Assignment (rysunek 3).

Po jego uruchomieniu wywołuje się blok DB6, w którym określone są następujące parametry regulatora:

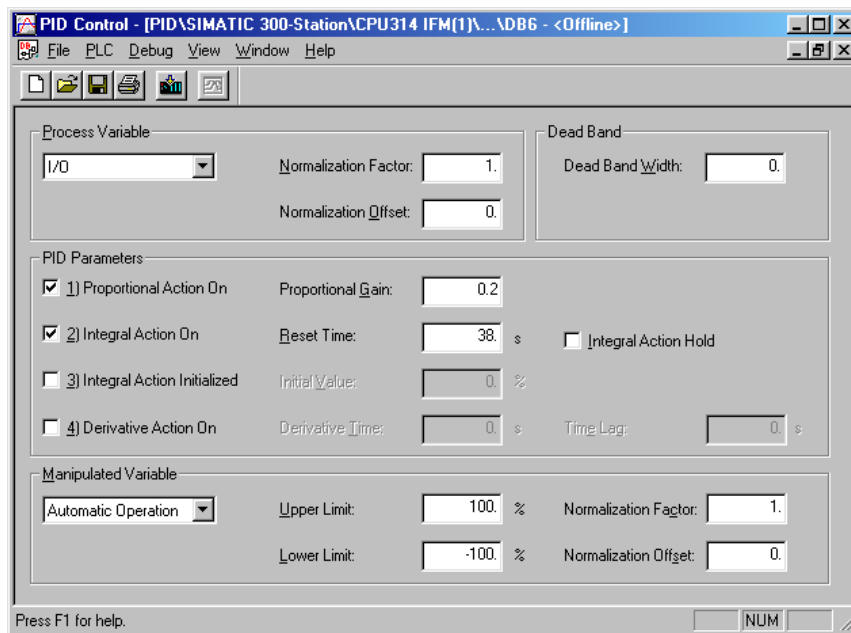
```

CALL FB 41, DB6
COM_RST :=M1.0
MAN_ON  :=
PVPER_ON :=
P_SEL   :=
I_SEL   :=
INT_HOLD :=
I_ITL_ON :=
D_SEL   :=
CYCLE   :=T#100MS
SP_INT  :=#ZADANA
PV_IN   :=
PV_PER  :=PEW128
MAN     :=
GAIN    :=
TI      :=
TD      :=
TM_LAG  :=
DEADB_W :=
LMN_HLM :=
LMN_LLM :=
PV_FAC  :=
PV_OFF  :=
LMN_FAC :=
LMN_OFF :=
I_ITLVAL :=
DISV    :=
LMN     :=
LMN_PER :=PAW128
QLMN_HLM :=
QLMN_LLM :=
LMN_P   :=
LMN_I   :=
LMN_D   :=
PV      :=
ER      :=

```

- wielkość wyjściowa z obiektu - czytana bezpośrednio z wejścia analogowego po wymnożeniu przez jeden i z przesunięciem równym zero,
- stała proporcjonalna P równa 0.2,
- stała całkująca I równa 38s,
- wielkość wyjściowa z regulatora z przedziału  $\pm 100$  %, pomnożona przez jeden i z przesunięciem równym zero.

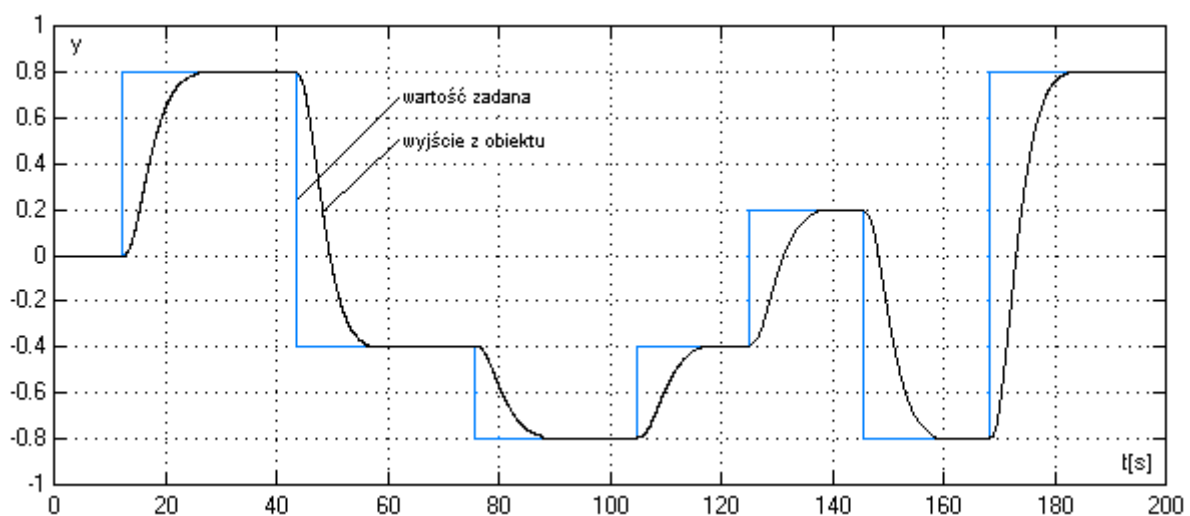
Po odpowiedniej konfiguracji należy przesłać program do sterownika, w którym nastąpi zmiana danych w bloku DB6.



Rys. 3. Okno konfiguratora PID.

Tak skonfigurowany regulator w sterowniku S7-314IFM zostaje następnie uruchomiony w pętli z symulowanym obiektem w czasie rzeczywistym.

Na rysunku 4 pokazany jest przebieg wartości zadanej oraz odpowiadający mu przebieg sygnału na wyjściu obiektu. Jak widać nastawy zostały dobrane na tyle poprawnie, że układ nie wykazuje przeregulowań.



Rys. 4. Przebieg sygnału na wyjściu obiektu.

Znając teoretyczne nastawy (np. otrzymane dla konkretnego obiektu w wyniku symulacji) można w łatwy sposób przenieść je do sterownika SIMATIC i przeprowadzić proces weryfikacji w warunkach "laboratoryjnych", domowych co znacznie upraszcza proces projektowania automatyki i oszczędza czas na żmudne badania na rzeczywistym obiekcie. W fizycznych układach, w zdecydowanej większości przypadków, badania takie są bardzo trudne lub wręcz niemożliwe. Nie zawsze również możliwy jest do przeprowadzenia proces samonastawiania regulatora.

To podejście do wspomagania projektowania automatyki ma praktycznie nieograniczone możliwości, a jego zastosowanie może być w łatwy sposób rozszerzone na testowanie:

- zaawansowanych algorytmów PID (z kompensacją opóźnienia, przestrajaniem, wzmocnieniem, samonastawiających się, wielowymiarowych),
- algorytmów wykorzystujących metody teorii sterowania (regulatory optymalne, regulatory wykorzystujące model procesu, w tym realizujące sterowanie predyktywne i adaptacyjne),
- algorytmy sztucznej inteligencji (regulatory wykorzystujące sztuczne sieci neuronowe, algorytmy genetyczne lub logikę rozmytą).

Wydaje się, że w dobie wszelkiego rodzaju specjalizowanych, zaawansowanych układów regulacji współczesny inżynier musi sięgać po "niekonwencjonalne" metody rozwiązywania skomplikowanych problemów automatyki.

*mgr inż. Artur Król, Eur Ing*  
[akrol0@poczta.onet.pl](mailto:akrol0@poczta.onet.pl)

*mgr inż. Joanna Moczko-Król, Eur Ing*  
[j\\_mk@poczta.onet.pl](mailto:j_mk@poczta.onet.pl)