

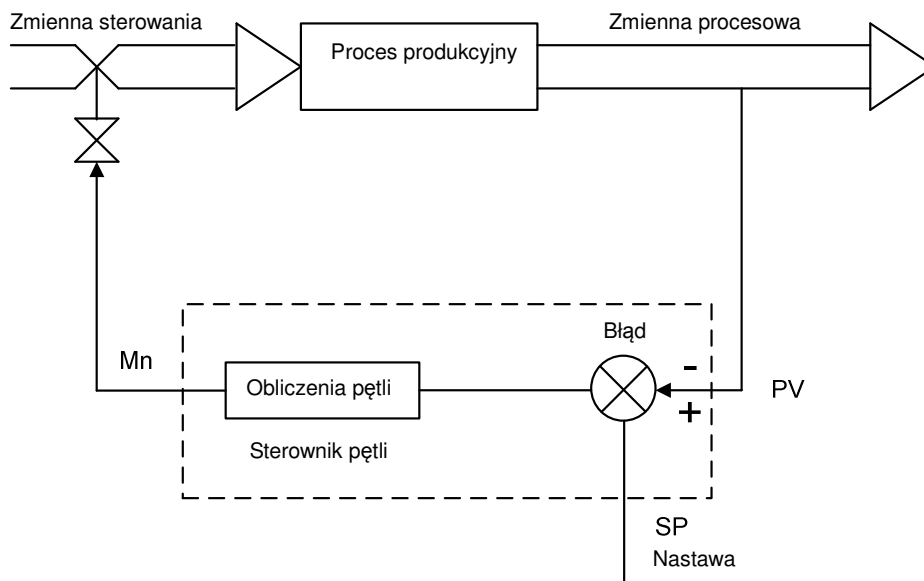
## Rozdział 22 Regulacja PID ogólnego przeznaczenia

### 22.1 Wstęp do regulacji PID

Metodologia otwartej pętli może być odpowiednia dla większości zastosowań dotyczących sterowania procesami. Dzieje się tak z uwagi na zaawansowane elementy sterujące, wysoką efektywność, stabilność i niezawodność. Cechy te pozwalają na spełnienie większości wymagań stawianych przy sterowaniu. Zastosowanie tej metodologii jest sposobem na uzyskanie korzystnej wartości C/P (current/present) przy korzystnym aspekcie ekonomicznym. Jednakże charakterystyki elementów lub komponentów mogą ulegać zmianom w czasie, a proces sterowania może być zakłócony pod wpływem zmian obciążenia lub czynników zewnętrznych. Wówczas efektywność układu sterowania w otwartej pętli zmniejsza się. Jest to minus tego zastosowania. Dlatego też regulacja PID w zamkniętej pętli (gdzie czujniki odzwierciedlają rzeczywiste warunki procesu sterowania wykorzystywane do obliczeń) jest jednym z najlepszych rozwiązań stosowanych w procesie produkcyjnym mającym na celu osiągnięcie idealnej ilości i jakości produktów.

FBs-PLC wykorzystuje cyfrowy algorytm matematyczny PID do zastosowań ogólnego przeznaczenia. Niemniej czas odpowiedzi na obliczenia pętli jest ograniczony czasem skanu PLC. Należy wziąć pod uwagę ten czynnik przy szybkich układach sterowania w zamkniętej pętli.

Na poniższym schemacie przedstawione są kluczowe elementy układu sterowania w zamkniętej pętli. „Pętlę” stanowi zamknięta ścieżka na schemacie.



Typowy analogowy układ sterowania w zamkniętej pętli

### 22.2 Jak wybrać regulator

Wybór regulatora zależy od wymagań. Użytkownik powinien kierować się prostotą i łatwością obsługi algorytmu. Istnieją trzy rodzaje regulatorów, które mogą być aktywowane za pomocą wyrażenia matematycznego PID: „Regulator proporcjonalny”, „Regulator proporcjonalno – całkujący” i „Regulator proporcjonalno – całkująco – różniczkujący”. Poniżej przedstawione jest cyfrowe wyrażenie matematyczne każdego sterownika.

### 22.2.1 Regulator proporcjonalny

Cyfrowe wyrażenie matematyczne wygląda następująco:

$$Mn = (D4005/Pb) \cdot 3 \cdot (En) \cdot \text{Odchylenie},$$

gdzie

Mn : Wartość w czasie „n”

D4005 : Stała wzmocnienia; wartość domyślna 1000; zakres 1 ~ 5000.

Pb : Zakres proporcjonalny

- wyrażenie wskazujące na procentową zmianę błędu wymaganą do zmiany pełnej skali wyniku.

[ Zakres : 1 ~ 5000, jednostka 0.1% ;  $Kc(wzm)=D4005/Pb$  ]

En : Różnica pomiędzy nastawą (SP) a zmienną procesową (PV) w czasie „n”;

$$En = SP - PVn$$

Ts : Częstotliwość rozwiązań pomiędzy obliczeniami ( Zakres : 1 ~ 3000, jednostka 0.01s )

Odchylenie : Odchyłka od wyniku ( Zakres : 0 ~ 16383 )

Algorytm „regulatora proporcjonalnego” jest bardzo prosty i łatwy w implementacji oraz wymaga krótszego czasu obliczeń w pętli. Taki rodzaj regulatora jest wystarczający dla większości ogólnych zastosowań, ale wymaga regulacji odchyłki ( Odchylenie ) od wyniku w celu eliminacji błędu stanu stabilnego wynikającego ze zmiany nastawy.

### 22.2.2 Regulator proporcjonalno-całkujący

Cyfrowe wyrażenie matematyczne wygląda następująco:

$$Mn = (D4005/Pb) \cdot 3 \cdot (En) \cdot \text{Bład!} \cdot \text{Odchylenie},$$

gdzie

Mn : Wartość w czasie „n”.

D4005 : Stała wzmocnienia; wartość domyślna 1000; zakres 1 ~ 5000.

Pb : Zakres proporcjonalny [ Zakres : 1 ~ 5000, jednostka 0.1% ;  $Kc(wzm)=D4005/Pb$  ]

En : Różnica pomiędzy nastawą (SP) a zmienną procesową (PV) w czasie „n”

$$En = SP - PVn$$

Ki : Stała całkowania ( Zakres : 0 ~ 9999, oznacza to 0.00 ~ 99.99 powtórzeń / minutę )

Ts : Częstotliwość rozwiązań pomiędzy obliczeniami ( Zakres : 1 ~ 3000, jednostka w 0.01s )

Odchylenie : Odchyłka od wyniku ( Zakres : 0 ~ 16383 )

Największą korzyścią regulatora z blokiem całkującym jest eliminacja wyżej wymienionej niekorzyści „regulatora proporcjonalnego”. Dzięki członowi całkującemu można wyeliminować bład stanu stabilnego, a co za tym idzie, nie będzie potrzeby ręcznej regulacji odchylenia przy zmianie nastawy. Odchylenie od wyniku będzie niemalże zerowe.

### 22.2.3 Regulator proporcjonalno – całkująco - różniczkujący

Cyfrowe wyrażenie matematyczne wygląda następująco:

$$M_n = (D4005/Pb) \cdot 3 \cdot (En) \cdot \text{Błąd!} \cdot [(D4005/Pb) \times T_d \times (PV_n - PV_{n-1}) / T_s] + \text{Odchylenie},$$

gdzie

$M_n$  : Wartość w czasie „n”.

D4005 : Stała wzmocnienia; wartość domyślna 1000; zakres 1 ~ 5000.

Pb : Zakres proporcjonalny [ Zakres : 1 ~ 5000, jednostka 0.1% ;  $K_c(\text{wzm}) = D4005/Pb$  ]

En : Różnica pomiędzy nastawą (SP) a zmienną procesową (PV) w czasie „n”;

$$En = SP - PV_n$$

Ki : Stała całkowania ( Zakres : 0 ~ 9999, oznacza to 0.00 ~ 99.99 powtórzeń / minutę )

Td : Stała różniczkowania ( Zakres : 0 ~ 9999, oznacza to 0.00 ~ 99.99 minut )

PV<sub>n</sub> : Zmienna procesowa w czasie „n”

PV<sub>n-1</sub> : Zmienna procesowa przy ostatnim rozwiązaniu pętli

Ts : Częstotliwość rozwiązań pomiędzy obliczeniami ( Zakres : 1 ~ 3000, jednostka w 0.01s )

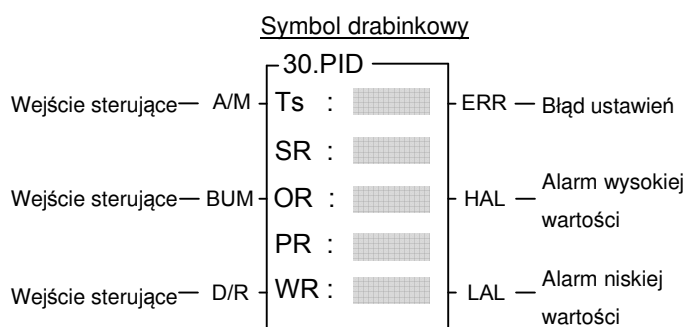
Odchylenie : Odchyłka od wyniku ( Zakres : 0 ~ 16383 )

Blok różniczkujący regulatora może mieć wpływ na bardziej płynny proces sterowania i uniknięcie przeregulowania. W większości zastosowań stała (Td) może być równa 0.

### 22.3 Opis instrukcji PID i przykładowy program

Poniżej znajduje się opis instrukcji i przykład programu dla regulacji w pętli PID (FUN30) FBs-PLC.

FUN 30 PID	Instrukcja regulacji PID	FUN 30 PID
---------------	--------------------------	---------------



Zakres	HR	ROR	DR	K
Argument	R0   R3839	R5000   R8071	D0   D3999	
Ts	o	o	o	1~3000
SR	o	o*	o	
OR	o	o*	o	
PR	o	o*	o	
WR	o	o*	o	

Ts : Okres pomiędzy obliczeniami pętli  
(1~3000 ; jednostka 0.01s)

SR : Początkowy rejestr ustawień pętli;  
wymaga łącznie 8 rejestrów.

OR : Rejestr wyjściowy operacji PID w pętli.

PR : Początkowy rejestr parametrów pętli;  
wymaga 7 rejestrów.

WR : Początkowy rejestr zawierający  
rejestry robocze dla tej instrukcji;  
Wymaga 5 rejestrów i nie może być  
ponownie wykorzystany.

- Algorytm oprogramowania FBs-PLC wykorzystuje matematyczne funkcje do symulacji techniki sterowania analogowego o trzech trybach (PID) w celu realizacji bezpośredniego sterowania cyfrowego. Technika ta polega na odpowiedzi na błąd w postaci sygnału wyjściowego. Sygnał jest proporcjonalny do błędu oraz szybkości zmiany zmiennej procesowej. Algorytmy sterowania są wykorzystywane przez regulatory P, PI, PD i PID wyposażone w funkcje pracy automatycznej/manualnej, płynnego/zrównoważonego przejścia, zabezpieczenia przed narastaniem błędu oraz adaptacyjnego dostosowania członu wzmacniającego, całkującego i różniczkującego.

- Cyfrowe wyrażenie matematyczne instrukcji PID FBs-PLC jest następujące:

$M_n = (D4005/P_b) \cdot 3 \cdot (En) \cdot \text{Błąd!} \cdot [(D4005/P_b) \times T_d \times (P V_n - P V_{n-1}) / T_s] + \text{Odchylenie}$ ,  
gdzie

Mn : Wartość w czasie „n”

D4005 : Stała wzmacnienia; wartość domyślna 1000; zakres 1~5000.

Pb : Zakres proporcjonalny

- wyrażenie wskazujące na procentową zmianę błędu wymaganą do zmiany pełnej skali wyniku.

{ Zakres : 1~5000, jednostka 0.1% ;  $K_c(\text{wzm}) = D4005/P_b$  }

Ki : Stała całkowania ( Zakres : 0~9999, oznacza to 0.00~99.99 powtórzeń / minutę )

Td : Stała różniczkowania ( Zakres : 0~9999, oznacza to 0.00~99.99 minut )

PVn : Zmienna procesowa w czasie „n”

PVn-1 : Zmienna procesowa przy ostatnim rozwiązaniu pętli (W czasie „n-1”)

En : Różnica pomiędzy nastawą (SP) a zmienną procesową (PV) w czasie „n”;

En = SP - PVn

Ts : Okres pomiędzy obliczeniami pętli ( Zakres : 1~3000, jednostka 0.01s )

Odchylenie : Odchyłka od wyniku ( Zakres : 0~16383 )

FUN30 PID	Instrukcja operacji PID w pętli	FUN30 PID
--------------	---------------------------------	--------------

#### Zasada regulacji parametrów PID

- Im mniejsza wartość pasma proporcjonalnego ( $P_b$ ), tym większy udział proporcjonalnej odpowiedzi na wyjściu. Umożliwia to osiągnięcie czulej i szybkiej reakcji przy sterowaniu. Jednakże w przypadku, gdy pasmo proporcjonalne jest zbyt małe, mogą pojawić się oscylacje. Należy zatem zmniejszyć „ $P_b$ ” (lecz nie do stopnia wywołującego oscylacje) w celu zwiększenia reakcji procesu oraz zmniejszenia błędu stanu stabilnego.
- Człon całkujący można wykorzystać do eliminacji błędu stanu stabilnego. Im większa wartość ( $K_i$ , stałej całkowania), tym większy udział członu całkującego na wyjściu. W przypadku błędu stanu stabilnego należy zwiększyć „ $K_i$ ” w celu zmniejszenia błędu.  
Jeżeli „ $K_i$ ” = 0, to człon całkujący nie ma żadnego udziału na wyjściu.  
Na przykład, jeżeli czas resetu wynosi 6 minut, to  $K_i=100/6=17$  ; jeżeli czas resetu wynosi 5 minut, to  $K_i=100/5=20$ .
- Człon różniczkujący można wykorzystać do zwiększenia płynności procesu i niedopuszczenia do przeregulowania. Im większa wartość ( $T_d$ , stałej różniczkowania), tym większy udział członu różniczkującego na wyjściu. W przypadku zbyt dużego przeregulowania należy zwiększyć „ $T_d$ ” w celu zmniejszenia przeregulowania.  
Jeżeli „ $T_d$ ” = 0, to człon różniczkujący nie ma udziału na wyjściu.  
Na przykład, jeżeli czas wyprzedzenia wynosi 1 minutę, to  $T_d = 100$ ; jeżeli czas wyprzedzenia wynosi 2 minuty, to  $T_d = 200$ .
- Prawidłowe ustawienie parametrów PID umożliwia uzyskanie doskonałego wyniku sterowania w układzie pętli.

#### Opis instrukcji

- Jeżeli „ $A/M$ ”=0, instrukcja przeprowadzi sterowanie manualne i nie zrealizuje obliczeń PID. Sterowanie operacją w pętli realizuje się poprzez bezpośrednie wprowadzenie wartości wyjściowej do rejestru wyjściowego.
- Jeżeli „ $A/M$ ”=1, instrukcja przeprowadzi sterowanie w pętli w trybie automatycznym. Wynik operacji w pętli jest ładowany przez instrukcję PID przy każdym rozwiązaniu. Jest on równy  $M_n$  (wynik sterowania w pętli) w cyfrowym równaniu aproksymacyjnym.
- Jeżeli „ $BUM$ ”=1, instrukcja przeprowadzi płynne przejście podczas zmiany trybu operacji z manualnego na automatyczny.
- Jeżeli „ $A/M$ ”=1 i „ $D/R$ ”=1, instrukcja przeprowadzi obliczenia wprost. Oznacza to, że wynik zwiększa się w miarę wzrostu błędu.
- Jeżeli „ $A/M$ ”=1 i „ $D/R$ ”=0, instrukcja przeprowadzi obliczenia odwrotnie. Oznacza to, że wynik zmniejsza się ze wzrostem błędu.
- W przypadku wystąpienia błędów ustawień nastaw lub parametrów pętli, operacja PID nie zostanie przeprowadzona, a wskaźnik wyjściowy „ $ERR$ ” będzie WŁ.
- Jeżeli wartość procesu sterującego jest większa lub równa górnej wartości granicznej ustawionej przez użytkownika, to niezależnie od stanu na wejściu „ $A/M$ ” wskazanie na wyjściu „ $HAL$ ” będzie WŁ.
- Jeżeli wartość procesu sterującego jest mniejsza lub równa dolnej wartości granicznej ustawionej przez użytkownika, to niezależnie od stanu na wejściu „ $A/M$ ” wskazanie na wyjściu „ $LAL$ ” będzie WŁ.

FUN30 PID	Instrukcja operacji PID w pętli	FUN30 PID
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Opis argumentu Ts :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Ts : Określa czas pomiędzy obliczeniami PID. Jednostką jest 0.01 sek. Argument może być wartością stałą lub zmienną.</li> </ul> </li> <li>● <b>Opis argumentu SR (Rejestry ustawień pętli) :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● SR+0 = Skalowana zmienna procesowa: Rejestr ten jest zapisywany przez instrukcję PID przy każdym rozwiązaniu. Z wartości w SR+6 przeprowadzane jest skalowanie liniowe na jednostki inżynierskie za pomocą SR+4 i SR+5.</li> <li>● SR+1 = Nastawa (SP) : Użytkownik musi zapisać w tym rejestrze wymaganą nastawę, dla której odbywać się będzie sterowanie w pętli. Nastawa jest wprowadzana w jednostkach inżynierskich i musi mieścić się w zakresie: <math>LER \leq SP \leq HER</math></li> <li>● SR+2 = Alarm wysokiej wartości (HAL) : Użytkownik musi zapisać w tym rejestrze wartość, dla której zmienna procesowa powinna być traktowana jako górna wartość alarmowa (powyżej nastawy). Wartość jest wprowadzana jako rzeczywisty punkt alarmowy w jednostkach inżynierskich i musi mieścić się w zakresie: <math>LER \leq LAL &lt; HAL \leq HER</math></li> <li>● SR+3 = Użytkownik musi zapisać w tym rejestrze wartość, dla której zmienna procesowa powinna być traktowana jako dolna wartość alarmowa (poniżej nastawy). Wartość jest wprowadzana jako rzeczywisty punkt alarmowy w jednostkach inżynierskich i musi mieścić się w zakresie: <math>LER \leq LAL &lt; HAL \leq HER</math></li> <li>● SR+4 = Górny zakres inżynierski (HER) : Użytkownik musi zapisać w tym rejestrze najwyższą wartość zakresu dla urządzenia pomiarowego. (Na przykład zakres dla termoelementu może wynosić od 0 do 500 stopni, co daje 0 do 10V na wejściu analogowym FBs-PLC (0V=0°C, 10V=500°C); wysoki zakres inżynierski wynosi 500 i jest to wartość wprowadzana do SR+4). Górny zakres inżynierski musi wynosić : <math>-9999 &lt; HER \leq 19999</math></li> <li>● SR+5 = Dolny zakres inżynierski (LER): Użytkownik musi zapisać w tym rejestrze najniższą wartość zakresu dla urządzenia pomiarowego. Dolny zakres inżynierski musi wynosić : <math>-9999 \leq LER \leq LAL &lt; HAL \leq HER</math></li> <li>● SR+6 = Surowy pomiar analogowy (RAM) : Program użytkownika musi zapisać w tym rejestrze zmienną procesową (z pomiaru). Jest to wartość, która w razie potrzeby jest dodawana do wartości analogowego rejestru wejściowego (R3840~R3903). Wartość musi mieścić się w zakresie: <math>0 \leq RAM \leq 16380</math>, jeżeli wejście analogowe jest w formacie 14-bitowym z 12-bitową rozdzielczością i <math>0 \leq RAM \leq 16383</math>, jeżeli wejście analogowe jest w formacie 14-bitowym z 14-bitową rozdzielczością. Rozdzielczość wejścia analogowego może być zdefiniowana przez rejestr D4004. Jeżeli D4004=0, oznacza to 14-bitowy format i 12-bitową rozdzielczość; D4004=1 oznacza 14-bitowy format i 144-bitową rozdzielczość.</li> <li>● SR+7 = Odchylenie zmiennej procesowej (OPV) : Użytkownicy muszą zapisać w tym rejestrze następujące wartości: OPV musi być 0, jeżeli surowy sygnał analogowy i zakres pomiarowy analogowego modułu wejściowego wynosi 0~20mA. Nie ma wówczas straty w rozdzielczości pomiarowej. OPV musi być 3276, jeżeli surowy sygnał analogowy wynosi 4~20mA, lecz zakres pomiarowy analogowego modułu wejściowego wynosi 0~20mA. Pojawia się wówczas strata rozdzielczości pomiarowej (<math>16383 \times 4 / 20 = 3276</math>). Wartość musi mieścić się w zakresie : <math>0 \leq OPV &lt; 16383</math></li> <li>● W przypadku pojawienia się błędu ustawień instrukcja nie przeprowadzi operacji PID, a wyjście „ERR” będzie WŁ.</li> </ul> </li> <li>● <b>Opis argumentu OR :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● OR : Rejestr wyjściowy. Rejestr ten jest zapisywany bezpośrednio przez użytkownika gdy pętla jest w trybie manualnym. Przy pętli w trybie automatycznym, rejestr ten jest zapisywany przez instrukcję PID przy każdym rozwiązaniu równania. Jest on równy Mn (wynik sterowania w pętli) w cyfrowym równaniu aproksymacyjnym. Musi mieścić się w zakresie: <math>0 \leq OR \leq 16383</math></li> </ul> </li> </ul>		

FUN 30 PID	Instrukcja operacji PID w pętli	FUN 30 PID
<p>● <b>Opis argumentu PR (Parametry pętli) :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● PR+0 = Pasma proporcjonalne (Pb) : Użytkownik musi zapisać w rejestrze wymaganą stałą proporcjonalną. Jest ona wprowadzana jako wartość pomiędzy 1 a 5000. Im mniejsza wartość, tym bardziej zwiększa się udział proporcjonalnej odpowiedzi. (Dzieje się tak, ponieważ w równaniu wykorzystano D4005 podzielone przez Pb.) Wartość musi mieścić się w zakresie : <math>1 \leq Pb \leq 5000</math>; jednostka 0.1% <math>Kc(wzm)=D4005/ Pb</math>; domyślną wartością D4005 jest 1000; zakres wynosi <math>1 \leq D4005 \leq 5000</math>.</li> <li>● PR+1 = Stała całkowania (Ki) : Użytkownik może załadować ten rejestr w celu dodania operacji całkowania do obliczeń. Wprowadzaną wielkością są „powtórzenia / minutę” w postaci wartości pomiędzy 0 a 9999. (Rzeczywisty zakres wynosi 00.00 do 99.99 powtórzeń / minutę). Im większa wartość, tym większy udział członu całkującego na wyjściu. Wartość musi mieścić się w zakresie : <math>0 \leq Ki \leq 9999</math> (0.00~99.99 powtórzeń / minutę)</li> <li>● PR+2 = Stała czasu wyprzedzenia (Td) : Użytkownik może załadować ten rejestr w celu dodania operacji różniczkowania do obliczeń. Wprowadzaną wielkością są minuty w postaci wartości pomiędzy 0 a 9999. (Rzeczywisty zakres wynosi 00.00 do 99.99 minut). Im większa wartość, tym większy udział członu różniczkującego na wyjściu. Wartość musi mieścić się w zakresie : <math>0 \leq Td \leq 9999</math> (0.00~99.99 minut)</li> <li>● PR+3 = Odchylenie: Użytkownik może załadować ten rejestr w przypadku, gdy zaistnieje potrzeba dodania odchylenia na wyjściu podczas regulacji PI lub PID. Odchylenie może być zastosowane tylko przy sterowaniu z użyciem jedynie członu proporcjonalnego. Odchylenie jest wprowadzane jako wartość w zakresie pomiędzy 0 a 16383 i dodawane bezpośrednio to obliczonego wyniku. W przypadku większości aplikacji odchylenie nie jest wymagane i można je pozostawić jako 0. Wartość musi mieścić się w zakresie : <math>0 \leq \text{Odchylenie} \leq 16383</math></li> <li>● PR+4 = Górna granica modyfikacji działania członu całkującego (HIWL) : Użytkownik musi zapisać w tym rejestrze wartość wyjściową (od 1 do 16383), przy której pętla przejdzie w tryb ochrony przed zdwojeniem. Ochrona przed zdwojeniem polega na wyciągnięciu przybliżonej wartości dla liczby całkowitej. Dla większości zastosowań wartość ta powinna być ustawiona na 16383. Wartość musi mieścić się w zakresie : <math>1 \leq HIWL \leq 16383</math></li> <li>● PR+5 = Dolna granica modyfikacji działania członu całkującego (LIWL) : Użytkownik musi zapisać w tym rejestrze wartość wyjściową (od 0 do 16383), przy której pętla przejdzie w tryb ochrony przed zdwojeniem. Parametr działa identycznie, jak PR+4. Dla większości zastosowań powinien być ustawiony na 0. Wartość musi mieścić się w zakresie : <math>0 \leq LIWL \leq 16383</math></li> <li>● PR+6 = Metoda PID : =0 , standardowa metoda PID; =1 , Metoda minimalnego przeregulowania; Zalecana jest metoda 0, ponieważ w większości przypadków stosowana jest regulacja PI (Td=0). Metodę 1 można użyć, gdy regulacja PID nie gwarantuje ona stabilnego rezultatu.</li> <li>● W przypadku wystąpienia błędu w powyższych ustawieniach, operacja PID nie zostanie zrealizowana, a wyjście „ERR” będzie aktywne.</li> </ul>		

FUN 30 PID	Instrukcja operacji PID w pętli	FUN 30 PID
---------------	---------------------------------	---------------

● **Opis argumentu WR (Rejestry robocze) :**

- WR+0 = Rejestr statusu pętli :
  - Bit0 =0 , Ręczny tryb roboczy
  - =1 , Tryb automatyczny
  - Bit1 : Podczas generowania rozwiązania statusem tego bitu będzie 1. Przez czas skanu programu bit będzie aktywny.
  - Bit2=1 , Płynny transfer (Aktywne wejście BUM)
  - Bit4 : Status wskaźnika „ERR”
  - Bit5 : Status wskaźnika „HAL”
  - Bit6 : Status wskaźnika „LAL”
- WR+1 = Rejestr timera pętli : W rejestrze tym zapisywane są odczyty cyklicznego timera przy każdym rozwiązaniu pętli. Czas, który upłynął jest mierzony jako różnica pomiędzy aktualnym odczytem cyklicznego timera systemowego 1ms a wartością zapisaną w rejestrze. Różnica porównywana jest do 10-krotności częstotliwości rozwiązania. Jeżeli różnica jest większa lub równa częstotliwości, rozwiązanie pętli powinno nastąpić podczas aktualnego skanu programu.
- WR+2 = Najmniej znaczące bity sumy : W rejestrze zapisanych jest 16 najmniej znaczących bitów 32-bitowej sumy powstałej w wyniku operacji członu całkującego.
- WR+3 = Najbardziej znaczące bity sumy : W rejestrze zapisanych jest 16 najbardziej znaczących bitów 32-bitowej sumy powstałej w wyniku operacji członu całkującego.
- WR+4 = Zmienna procesowa – poprzednie rozwiązanie : Wejście analogowe (rejestr SR+6) przy ostatnim rozwiązaniu pętli. Argument jest wykorzystywany w trybie sterowania za pomocą członu całkującego.

**Przykład programu**

● Dodawanie zawartości analogowego rejestru wejściowego do odchylenia R2000 i zapisanie wyniku w R1000 jako wartość na analogowym wejściu instrukcji PID.

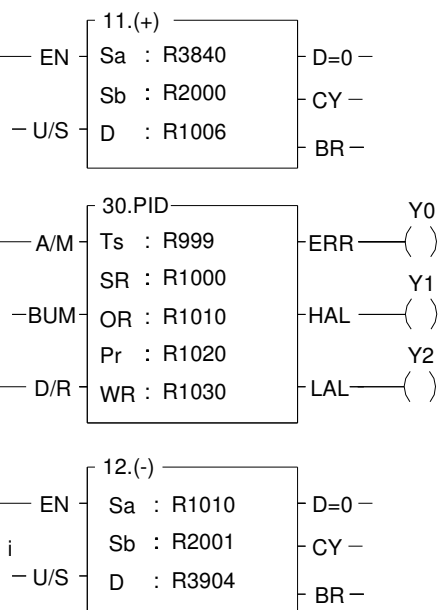
● Jeżeli wartość R3840 wynosi -8192~8191, to wartością w R2000 musi być 8192; jeżeli wartością w R3840 jest 0~16383, to wartością w R2000 musi być 0.

M0

● M0=0, Operacja ręczna  
=1, Operacja automatyczna

● R1010 jest rejestrem wyjściowym instrukcji PID.  
● Odejmowanie odchylenia R2001 od wartości wyjściowej i zapisanie jako wartość w rejestrze wyjściowym.

● Jeżeli wartość wyjściowa R3904 wynosi 0~16383, to wartością w R2001 musi być 0; jeżeli wartością w R3840 jest 0~16383, to wartością w R2000 musi być 0. Jeżeli wartością w R3904 jest -8192~8191, to wartością w R2001 musi być 9182.





FUN 30 PID	Instrukcja operacji PID w pętli	FUN 30 PID
<p>R999 : Ustawienie częstotliwości rozwiązań pomiędzy obliczeniami. Na przykład, jeżeli zawartością R999 jest 200, oznacza to, że operacja PID będzie realizowana co 2 sekundy.</p> <p>R1000 : Skalowana zmienna procesowa będąca jednostką ładowaną przez instrukcję PID przy każdym rozwiązaniu. W R1006 realizowane jest skalowanie liniowe przy zastosowaniu górnej i dolnej wartości zakresu dla R1004 i R1005.</p> <p>R1001 : Nastawa. Jest to pożądana wartość, przy której realizowane jest sterowanie w pętli. Wartość jest wprowadzana w jednostce technicznej. Na przykład, jeżeli zakres procesu sterowania wynosi 0°C~500°C, a ustawienie R1001 wynosi 199, to pożądaný wynik zostanie osiągnięty przy 100°C.</p> <p>R1002 : Nastawa górnej wartości granicznej wprowadzanej w jednostce inżynierskiej. Jeżeli w powyższym przykładzie nastawą R1002 będzie 105, to w momencie, gdy temperatura w pętli będzie większa lub równa 105°C, zostanie aktywowany alarm górnej wartości granicznej.</p> <p>R1003 : Nastawa dolnej wartości granicznej wprowadzanej w jednostce inżynierskiej. Jeżeli w powyższym przykładzie nastawą R1003 będzie 95, to w momencie, gdy temperatura w pętli będzie mniejsza lub równa 95°C, zostanie aktywowany alarm dolnej wartości granicznej.</p> <p>R1004 : Nastawa maksymalnej wartości inżynierskiej. Jeżeli w powyższym przykładzie nastawą R1004 będzie 500, to najwyższą wartością w tej pętli jest 500°C.</p> <p>R1005 : Nastawa minimalnej wartości inżynierskiej. Jeżeli w powyższym przykładzie nastawą R1005 będzie 0, to najniższą wartością w tej pętli jest 0°C.</p> <p>R1006 : Surowy pomiar analogowy. Jest to wartość dodawana do zawartości analogowego rejestru wejściowego (R3840 ~ R3903) z odchyleniem 2048.</p> <p>R1007 : Odchylenie od zmiennej procesowej. Jeżeli surowy sygnał analogowy oraz zakres wejściowego modułu analogowego wynosi 0 ~ 10V, zmienna wynosi 0.</p>	<p>R1020 : Nastawa pasma proporcjonalnego. Na przykład, jeżeli zawartość R1020 wynosi 20, oznacza to, że pasmo proporcjonalne wynosi 2.0%, a wzmocnienie 50.</p> <p>R1021 : Nastawa stałej całkowania. Na przykład, jeżeli zawartość R1021 wynosi 17, to czas zdwojenia wynosi 6 minut (<math>100/6 \approx 17</math>).</p> <p>R1022 : Nastawa stałej różniczkowania. Na przykład, jeżeli zawartość R1022 wynosi 0, to realizowana będzie regulacja PI.</p> <p>R1023 : Nastawa odchylenia na wyjściu. Dla większości zastosowań wynosi 0.</p> <p>R1024 : Nastawa górnej granicy modyfikacji działania członu całkującego; dla większości zastosowań wartość ta powinna wynosić 16383.</p> <p>R1025 : Nastawa dolnej granicy modyfikacji działania członu całkującego; dla większości zastosowań wartość ta powinna wynosić 0.</p> <p>R1026 : Nastawa metody PID. Dla większości zastosowań wartość ta powinna wynosić 0.</p> <p>R1030 = Rejestr statusu pętli  Bit0 =0, Ręczny tryb roboczy  =1, Automatyczny tryb roboczy  Bit1 : Podczas generowania rozwiązania statusem tego bitu będzie 1. Przez czas skanu bit będzie aktywny.  Bit2=1, Płynny transfer BUM  Bit4 : Status wskaźnika „ERR”  Bit5 : Status wskaźnika „HAL”  Bit6 : Status wskaźnika „LAL”</p> <p>R1031~R1034: Są to rejestry robocze. Więcej informacji w opisie argumentu WR.</p>	