

**INSTYTUT INFORMATYKI, AUTOMATYKI I ROBOTYKI
POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ**

I-6

**LABORATORIUM URZĄDZEŃ I
UKŁADÓW AUTOMATYKI**

Ćwiczenie nr 4

REGULATORY O WYJŚCIU CIĄGŁYM

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest nabycie umiejętności konfigurowania i eksploatacji mikroprocesorowych regulatorów parametrycznych o swobodnie programowanej strukturze funkcjonalnej oraz badanie ich własności statycznych i dynamicznych.

2. Zakres ćwiczenia.

Konfigurowany i badany będzie regulator MRP-41 w wykonaniu MRP-41-03-352-112-02-01-00 (z wyjściem ciągłym) produkowany przez PIAiP (Warszawa) i ELAM (Wrocław).

Program ćwiczenia zawiera :

- zapoznanie się parametrami technicznymi i strukturą funkcjonalną regulatora,
- zapoznanie się z możliwościami i obsługą regulatora,
- konfigurowanie regulatora,
- programowanie zmian wartości zadanej,
- badanie charakterystyk dynamicznych regulatora.

3. Opis przebiegu ćwiczenia.

W układach regulacji organem sterującym jest urządzenie zwane regulatorem. Sygnały regulujące powstają w nim w wyniku określenia odchyłki regulacji, a następnie odpowiedniego uformowania dynamicznego. W regulatorach o działaniu ciągłym wielkość wyjściowa jest ciągłą funkcją wielkości wejściowej (mierzonej na obiekcie).

Właściwości proporcjonalno-całkowo-różniczkowe (PID) regulatorów polegają na tym, że przyrost wielkości wejściowej ΔX (a tym samym odchyłki regulacji ΔE) powoduje zmiany wielkości wyjściowej będące sumą: przyrostu proporcjonalnego do ΔE , całki ΔE oraz pochodnej opisującej szybkość zmian wielkości wejściowej. Wszystkie składowe odpowiedzi regulatora sumowane są ze współczynnikami wagowymi (nastawami regulatora). Równanie regulatora ma postać:

$$y(t) + T \frac{dy(t)}{dt} = k_p e(t) + k_i \int e(t) dt + k_d \frac{de(t)}{dt} = k_p \left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) dt + T_d \frac{de(t)}{dt} \right]$$

- przy czym: $y(t)$ - wielkość wyjściowa regulatora lub jej przyrost od pewnego poziomu (umownie zerowego),
 $e(t)$ - odchyłka regulacji,
 k_p, k_i, k_d - współczynniki zwane odpowiednio współczynnikiem wzmocnienia proporcjonalnego, całkowego i różniczkowego,
 T_i, T_d - współczynniki zwane czasem całkowania (czasem zdwojenia) i czasem różniczkowania (czasem wyprzedzenia),
 T - stała czasowa inercji regulatora.

Gdy inercja regulatora jest mała i można założyć $T = 0$, uzyskuje się idealny regulator PID. Realizacja regulatora idealnego była niemożliwa w technice analogowej. Regulatory cyfrowe mogą pracować jako bezinercyjne, a ponadto często oferują dodatkowe algorytmy nieklasyczne (np. progresywny - uwzględniający także znak pierwszej i/lub drugiej pochodnej czasowej zmian wartości wielkości wejściowej). Przyjmując odpowiednie wartości współczynników w równaniu regulatora PID można otrzymać także regulator proporcjonalny (P), proporcjonalno-całkujący (PI), całkujący (I) lub proporcjonalno-różniczkujący (PD). Regulatory o właściwościach wyłącznie różniczkujących (D) nie mogą spełniać zadań regulacji automatycznej, zaś regulatory całkująco-

różniczkujące (ID) nie są zwykle przydatne w układach regulacji. Na rys. 4.1 przedstawiono odpowiedzi rzeczywistych regulatorów PI, PD oraz PID na skok jednostkowy wielkości wejściowej (odchyłki regulacji).

Rys. 4.1 Odpowiedzi na skok odchyłki regulacji regulatorów rzeczywistych o algorytmach:

a) PI, b) PD, c) PID.

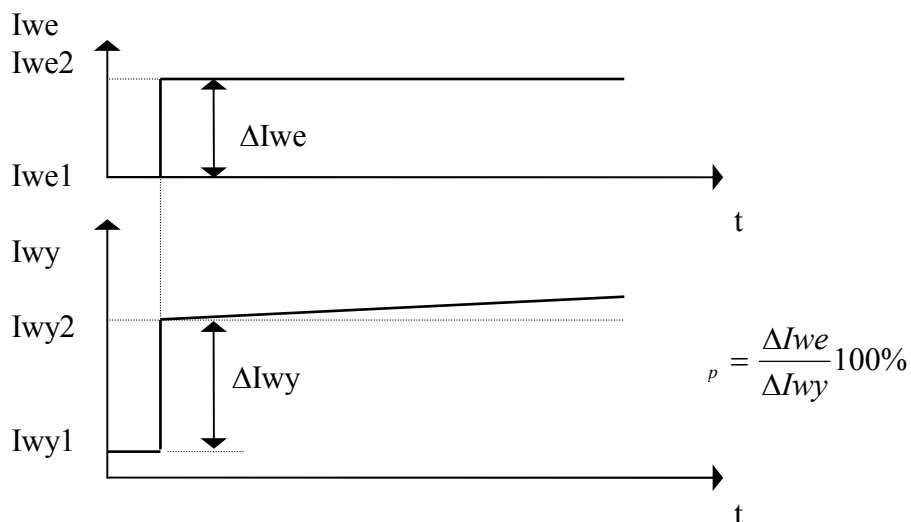
Parametry X_p , T_i , T_d są zwykle nastawialne w szerokim zakresie i noszą nazwę **nastaw regulatora**. **Zakres proporcjonalności X_p** jest odwrotnością współczynnika wzmocnienia proporcjonalnego wyrażoną w procentach: $X_p = 100\%/kp$. Parametr X_p można określić w sposób pokazany na rys. 4.2,

przy czym : I_{we2} - wartość wielkości wejściowej przy zerowej nastawie wartości zadanej i wartości wielkości wyjściowej zawartej w granicach $50\% \pm 20\%$,

I_{wy1} - wartość sygnału wyjściowego zmierzona w momencie ustalenia się po zmianie sygnału wejściowego z I_{we2} na I_{we1} ,

I_{wy2} - wartość sygnału wyjściowego zmierzona po czasie zawierającym się w granicach $0,1 T_i \dots 2T_i$ od podania na wejście sygnału I_{we2} , w chwili zmiany wartości tego sygnału z I_{we2} na I_{we1} .

Czas całkowania T_i (czas zdwojenia, stała całkowania) jest ilorazem współczynnika wzmocnienia proporcjonalnego do współczynnika wzmocnienia całkowego i jest równy przedziałowi czasu jaki upływa od chwili podania na regulator o algorytmie PI funkcji skokowej do



Rys.4.2. Wyznaczanie zakresu proporcjonalności

Rys. 4.3. Wyznaczanie czasu zdwojenia.

chwili, w której składowa całkowita odpowiedzi skokowej osiąga wartość składowej proporcjonalnej tej odpowiedzi (rys. 4.3).

Czas różniczkowania T_d (czas wyprzedzenia, stała różniczkowania) jest ilorazem współczynnika wzmocnienia różniczkowego i współczynnika wzmocnienia proporcjonalnego i jest równy

przedziałowi czasu jaki upływa od chwili podania na regulator o algorytmie PD funkcji liniowo rosnącej, do chwili, w której składowa proporcjonalna odpowiedzi osiąga wartość składowej różniczkowej tej odpowiedzi (rys. 4.4).

Rys.4.4. Wyznaczanie czasu różniczkowania

3.1. Mikroprocesorowy regulator MRP-41.

Mikroprocesorowy regulator MRP-41 jest regulatorem jednokanałowym o swobodnie programowanej strukturze funkcjonalnej. Umożliwia tworzenie układów regulacji stałowartościowej, programowej, stosunku lub kaskadowej, w których realizowane są algorytmy PID. W zależności od wersji wykonania regulatory te mogą mieć wyjścia ciągłe lub nieciągłe (przełącznikowe lub tyrystorowe). Regulatory o wyjściu nieciągłym mogą realizować działanie regulacyjne krokowe lub trójpołożeniowe.

Zakresy nastaw regulatora są następujące:

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| * współczynnik wzmocnienia | $K_p = 00.00 \dots 99.99$ |
| * stała czasowa całkowania | $T_i = 0,01 \dots 60 \text{ min}$ |
| * stała czasowa różniczkowania | $T_d = 0,0 \dots 60 \text{ min}$ |

Sposób zadawania wartości zadanej:

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| * stałowartościowa | |
| * programowa | |
| ilość odcinków | 0 ...50 |
| czas trwania odcinka | 1 sek ... 99 h 59 min |
| ilość powtórzeń cyklu | 1 ... 99 |

Regulator jest wyposażony w interfejs komunikacyjny (RS485) z wykorzystaniem protokołu MODBUS-RTU.

Struktura funkcjonalna regulatora pokazana jest na rys. 4.5 i dokładniej opisana w dokumentacji techniczno-ruchowej (DTR) na stronach 42 - 55.

Rys. 4.5. Bloki funkcjonalne regulatora MRP - 41

Rys. 4.6. Płyta czołowa regulatora MRP-41.

Panel operatorski regulatora MRP-41 zawiera:

- * dwa czterocyfrowe wyświetlacze 7-segmentowe,
- * jeden wyświetlacz jednocyfrowy,
- * pięć diod sygnalizacyjnych,
- * dwa diodowe wskaźniki liniowe (bargrafy),
- * siedem przycisków.

Dostępne są trzy tryby pracy regulatora:

- 1 - sterowanie procesem i przeglądanie parametrów procesu,
- 2 - przeglądanie i/lub zmiana parametrów konfiguracyjnych regulatora,
- 3 - serwisowanie.

Przechodzenie między trybami pracy 1 i 2 odbywa się przez wciśnięcie przycisków **PRG** + **SEL**, który należy przytrzymać ok. 3 sek. Wejście w tryb serwisowania wymaga wysunięcia z obudowy panelu z płytą mikroprocesora i przełączenia przełącznika P4 w pozycję ON.

W **trybie pracy 1** zaświecone są bargrafy sygnału wyjściowego i odchyłki regulacji. W polach X1 i VALUE wyświetlane są sygnały regulacyjne lub parametry zadajnika czasowego, a w polu SEL symbol sygnału wyświetlanego w polu VALUE.

Przełączanie na zadajnik (i odwrotnie) odbywa się za pomocą przycisku **PRG**. Sygnały regulacyjne wyświetlane są następująco:

- w polu **X1**- wyświetlana jest wartość sygnału **X1** na końcu toru pomiarowego;
- w polu **VALUE** wyświetlany jest sygnał wybrany przyciskiem **SEL** drogą kolejnej zmiany na następny. Są to sygnały: odchyłka regulacji (**E**), wartość zadana (**P**), analogowy sygnał wyjściowy (wytworzony - **0** i zmierzony przez przetwornik a/c - **0**. (zero z kropką !)), sygnał pozycjonera (**S**) i kolejne sygnały wejściowe **INX1****INX4** na początku i końcu toru pomiarowego (**1,1**. **4,4**.)

Uwaga! cyfra z kropką oznacza pomiar na końcu toru pomiarowego.

- Wystąpienie alarmu sygnalizuje dioda ALM. Migające świecenie oznacza nowy alarm. Po naciśnięciu przycisku ALM wyświetlony zostaje w polu X1 kod alarmu.
- Przycisk **A/M** służy do przełączenia ze sterowania automatycznego na ręczne (sygnalizowane świeceniem diody M) i odwrotnie. Wciśnięcie łączne przycisków **A/M** + **↕** powoduje przełączenie wartości zadanej wewnętrznej na zewnętrzną (sygnalizowane świeceniem diody **EXT**) i odwrotnie, jeśli zezwala na to algorytm regulacji.
- Wartość zadana (**P**) i sygnał wyjściowy (**O**) mogą być zmieniane przyrostowo przyciskami **▲** i **▼** w czasie, gdy są one wyświetlane w polu VALUE. Przycisk **↕** przyspiesza prędkość tych zmian.
- Po przełączeniu (przyciskiem **PRG**) na zadajnik na poszczególnych wyświetlaczach obserwuje się:

Pole X1	Pole VALUE	Pole SEL
P _ numer przebiegu	Numer kroku	L
P _ godziny	Minuty, sekundy czasu kroku	C
P _ wyjścia dyskretne	Wyjście analogowe	b

Uwaga : Po czasie około 2 minut od ostatniego wciśnięcia przycisku następuje wygaszenie wyświetlaczy pól **SEL**, **X1**, **VALUE**.

Tryb pracy 2 umożliwia konfigurowanie struktury funkcjonalnej i zadawanie wartości parametrów. W trybie konfiguracji operator dokonuje:




- wyboru grupy parametrów (zaświecenie odpowiedniej diody bargrafu uchybu)
- wyboru parametrów w danej grupie (nr parametru w polu **SEL**),
- zmiany wartości parametru.

Obowiązuje zasada: migająca dioda (wybór grupy), migająca cyfra (wybór parametru), migająca kropka dziesiętna (zmiana cyfry wartości parametru) wskazują na wielkość, którą można zmieniać przyciskami przyrostowymi **▲** i **▼** w górę lub w dół. Kolejne naciśnięcie przycisku **SEL** powoduje przełączenie wyboru grupy na wybór parametru w grupie i odwrotnie.

Zmianę wartości parametru dokonuje się przy użyciu przycisku **PRG**, po wciśnięciu którego wartość wyświetlanego parametru zostaje przepisana do pola X1, gdzie dokonujemy zmiany wartości. Zmianę migającej kropki uzyskuje się przy pomocy przycisku **↕**. Dla parametrów zadajnika (grupa PZ) w polu X1 zamiast nowej programowanej wartości wyświetlany jest numer kroku. Zmianę parametru grupy PZ przeprowadza się bezpośrednio w polu VALUE.

W czasie wyboru niektóre parametry i grupy parametrów są opuszczane. Dotyczy to tych parametrów, których bloki funkcjonalne struktury są wyłączone.

Przy kodowaniu struktury jeden kodowany parametr może zawierać zestaw kodów kilku funkcji, z których każdy może odpowiadać pojedynczej cyfrze wyświetlacza VALUE.

Zmiany wartości parametru można dokonać poprzez zmianę pojedynczej cyfry wskazanej przez migającą kropkę dziesiętną lub poprzez zmianę całej wartości parametru gdy brak jest kropki. Zmiany dokonujemy przyciskami przyrostowymi  i  w górę lub w dół. Wybór zmienianej cyfry (przesuwanie migającej kropki dziesiętnej) dokonujemy przyciskiem  .

Wpis nowej wartości następuje po naciśnięciu przycisku **PRG** .

Tryb pracy 3 Serwis.

Funkcja Serwis umożliwia obejrzenie wszystkich komórek pamięci. Adres komórki wyświetlany jest w polu X1, a dwa kolejne bajty pamięci w polu VALUE. Zmianę adresu dokonujemy analogicznie jak zmianę wartości parametru w trybie konfiguracja. Adres i zawartość pamięci wyświetlane są szesnastkowo.

3.2. Konfiguracja i parametryzacja regulatora przy pomocy komputera.

Konfigurowanie i parametryzowanie regulatora jest możliwe również przy pomocy specjalnego programu pracującego pod systemem DOS . W celu wywołania programu należy w Nortonie Comanderze wybrać program KONF_MRP. Po wywołaniu programu otrzymuje się menu dotyczące programowania dwóch regulatorów MRP 41 pracujących w sieci. Komunikacja z regulatorami odbywa się poprzez złącze RS232/RS485. Uruchomienie połączenia wymaga dodatkowego zasilania dołączonego do transkodera RS485/RS232. Program umożliwia programowanie wejść regulatora, zadajnika programowego i samego regulatora. Regulator przeznaczony do badania ma **nr 2**. Wszystkie programy rozpoczynające się cyfrą 2 dotyczą tego regulatora. Po wybraniu jednego z programów np. 2REG#1 (oznacza to wybranie regulatora nr2 i pierwszą wersję układu - regulator ciągły) uruchamiamy program viz.bat. Po chwili na ekranie pojawia się obraz konfiguracji regulatora . Równocześnie na dole ekranu pojawia się migająca liczba którą należy potwierdzić przez naciśnięcie ENTER , następnie ją wpisać ponownie i jeszcze raz nacisnąć ENTER. Wtedy na dole ekranu pojawiają się numery przycisków funkcyjnych dotyczące danego obrazu. Szczegółowe informacje na temat użycia tych przycisków można znaleźć w HELP-ie. Przycisk F5 służy do zaznaczenia miejsca zmian . Wykonuje się to następująco: naciska się F5 i pojawia się czerwona plamka, którą należy najechać kursorem na wymagane miejsce zmian. Naciskamy ENTER i w prawym dolnym rogu ekranu pojawia się migające pole do którego należy wpisać żadaną zmianę (zgodnie z kodem zawartym na stronie II-30 i II-31 dokumentacji techniczno ruchowej mikroprocesorowego regulatora parametrycznego MRP-41). Po wpisaniu i naciśnięciu ENTER kod powinien zostać przesłany do regulatora. Podobnie postępujemy przy kodowaniu np. toru sygnałów wejściowych . Tak np. tor sygnału X1 (nazwa w programie 2KODX1) można zakodować zgodnie z opisem w instrukcji (str. II24) zwierając lub rozwierając klucze pokazane na rys.4.5.

Uwaga! Każde wejście do innego programu wymaga wcześniejszego resetu komputera.

3.3. Przykłady.

Przykład 1.

Określenie podstawowych parametrów regulatora na podstawie jego kodu cyfrowego.

Sposób kodowania regulatora przedstawiają tabele na rys. 4.7. i 4.8. Kod wykonania regulatora widoczny jest na jego panelu operatorskim .

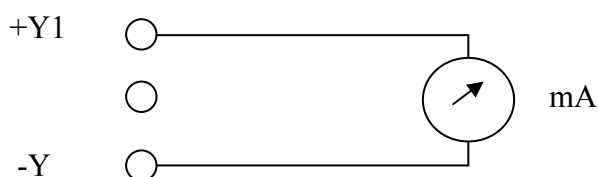
Rys.4.7. Kod liczbowy wykonan regulatora MRP-41

Rys.4.8. Kody liczbowe sygnału wejściowego X1.

*Przykład 2**Sprawdzenie działania toru pomiarowego X1.*

Wstępne przetwarzanie wejściowych sygnałów odbywa się w torach pomiarowych oznaczonych na rysunku 4.5. jako INX1 , INX2 , INX3 i INX4 . Tor pomiarowy INX1 jest przeznaczony na parametr wejściowy regulatora którym w badanym regulatorze jest sygnał z czujnika Pt100. W każdym z wejść INX2 do INX4 jest możliwe programowe ustawienie sygnału wejściowego (od 0 mA lub od 4 mA). Poprzez użycie odpowiednich kluczy oznaczonych jako KL xx. można włączać lub wyłączać żądany blok funkcyjny. W torze pomiarowym INX1 znajduje się blok linearyzacji charakterystyki czujnika wejściowego oznaczony jako L . Można go włączyć rozwierając programowo klucz KL14 lub wyłączyć zwierając ten klucz. . Sprawdzenie tego toru rozpoczynamy od sprawdzenia jak jest on zaprogramowany. Sprawdzenie kodu toru sygnału X1 (rys.4.9.) jest możliwe z poziomu klawiatury po wejściu w tryb programowania lub z komputera wykorzystując program opisany w punkcie 3.2.

- zewrzeć klucze KL11, KL12, KL13, KL14,
- podłączyć kalibrator Pt100 lub opornicę dekadową do zacisków 2A i 3A,
- do wyjścia regulatora podłączyć miliamperomierz. Zaciski +Y1 (+) i -Y (-).



Zamknięcie obwodu prądowego powoduje jednocześnie świecenie diod wskaźnika prądu wyjściowego (Y%).

*sprawdzić działanie przycisków regulatora. i poprawność przetwarzania w torze sygnału X1.

Przyciskiem SEL ustawić na wskaźniku liczbę 1. Oznacza to , że będzie na wskaźniku pokazywana wartość na początku toru pomiarowego X1,

Zmieniać wartość sygnału wejściowego z kalibratora w zakresie 0 do 100 °C i zaobserwować jakie jest przetwarzanie tego sygnału w torze pomiarowym. Równość wskazań obu wskaźników świadczy o zwarciu styków kluczy w bloku pierwiastkowania i linearyzacji.

*Przykład 3.**Sprawdzenie działania bloku pierwiastkowania w torze sygnału X1.*

W tym celu należy zaprogramować odpowiednio tor INX1. Należy zewrzeć KL11, KL13, KL14 .Rozewrzeć pozostałe tory sygnałowe (jeżeli zostały wcześniej zwarte). Ustawić na wskaźniku drugim od góry odczyt parametru **1**. Wykonać pomiary odczytując nastawioną wartość na kalibratorze na wejściu toru pomiarowego (**1**) i na końcu toru pomiarowego (wskaźnik górny **X1**). Sprawdzić dokładność pierwiastkowania.



*Przykład 4.**Sprawdzenie działania bloku linearyzacji w torze sygnału X1.*

Sprawdzić działanie bloku linearyzacji w torze sygnału X1. Należy zewrzeć klucze KL11, KL13, KL14. Dalej postępować podobnie jak w przykładzie 3. Sprawdzić dokładność linearyzacji czujnika Pt100 w badanym zakresie.

Rys.4.9. Kodowanie grupy parametrów toru sygnału XI.

Przykład 5.

Sprawdzenie działania regulatora i przycisków na pulpicie operatorskim regulatora.

* Włączyć sterowanie ręczne (M). i przyciskami  i  zwiększać i zmniejszać prąd wyjściowy.

Uwaga: selektorem należy wtedy wybrać parametr "O." (Out z kropką).

* Doprowadzić przy pomocy zmiany wartości zadanej i sygnału wejściowego z kalibratora do wartości uchybu $E = 0$,

Przejsć do regulacji automatycznej i zaobserwować reakcję regulatora na skok jednostkowy.

Uwaga! jeżeli sygnał $E=0$ i zostanie włączona regulacja automatyczna ,(zgaśnie dioda M) to sygnał wyjściowy regulatora nie powinien się zmieniać. W tym bowiem przypadku na jego wejście podawany jest sygnał zerowy.

Przykład 6.

Sprawdzenie działania regulatora proporcjonalnego (P).

Ustawić parametry toru pomiarowego tak aby klucze KL11, KL12, KL13 i KL14 były zwarte. Wejść do programowania regulatora i zaprogramować go jako regulator P. Sposób kodowania podają tabele na rys.4.11. i 4.12.

Ustawić:

$$k_p=1, T_i = 60, T_d = 0,$$

Wykonać badanie odpowiedzi regulatora na skok jednostkowy i określić z pomiarów współczynnik wzmocnienia. Odpowiednie połączenia zewnętrzne pokazuje rys.4.10.

$$k_p = \Delta WY / \Delta X1$$

Wykonać badania dla innych współczynników wzmocnienia np. $k_p = 2, 5, 10$.

Przykład 7.

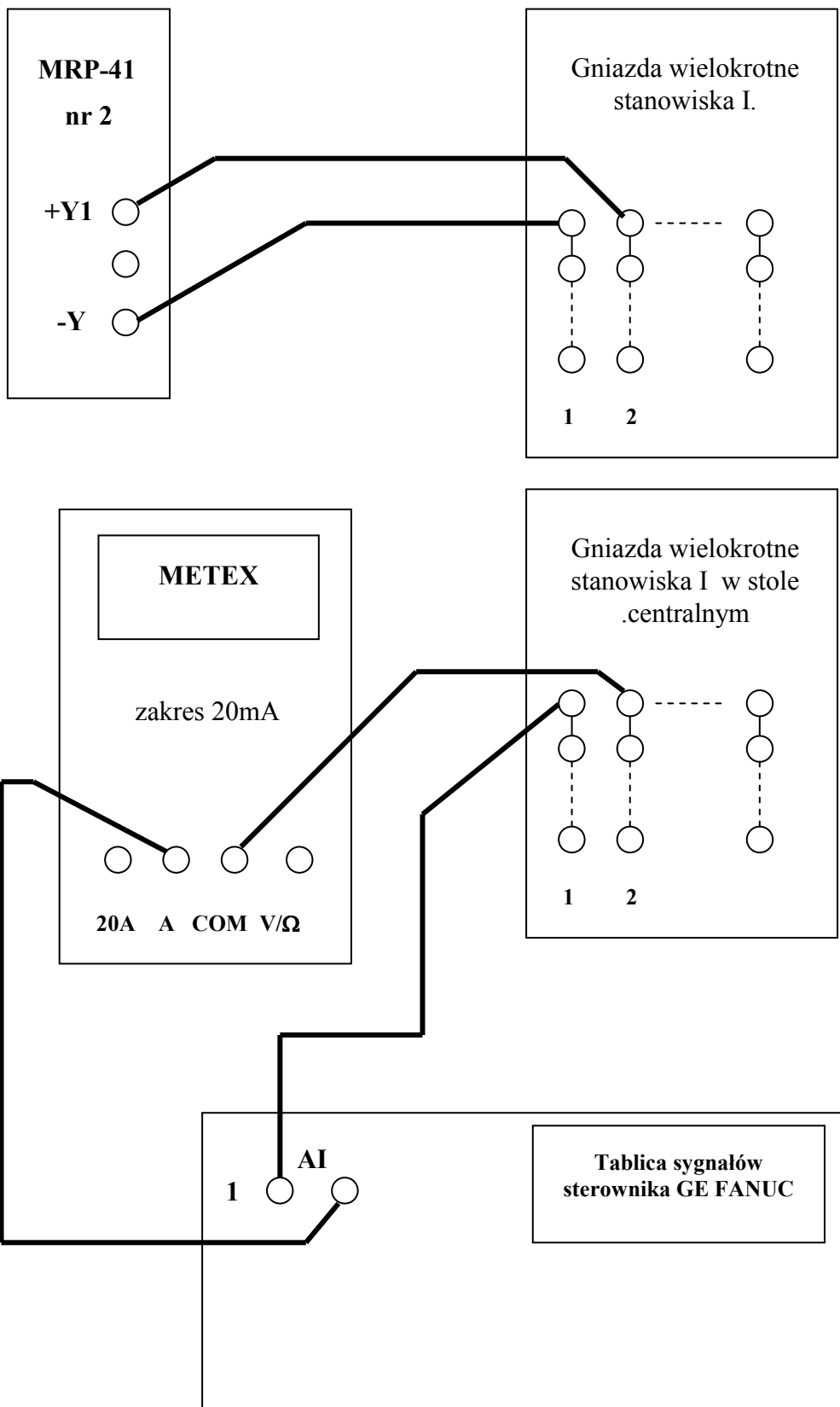
Sprawdzenie działania regulatora proporcjonalno całkującego (PI)

Ustawić parametry toru pomiarowego tak aby klucze KL11, KL12, KL13 i KL14 były zwarte. Wejść do programowania regulatora i zaprogramować go jako regulator PI. Wykonać badanie odpowiedzi regulatora na skok jednostkowy i określić z pomiarów czas zdwojenia. Odpowiednie połączenia zewnętrzne pokazuje rys.4.10. Przy pomiarach korzysta się z rejestratora cyfrowego sterownika GE FANUC i programu INTOUCH.

Przykład 8.

Sprawdzenie działania regulatora proporcjonalno różniczkującego (PD)

Ustawić parametry toru pomiarowego tak aby klucze KL11, KL12, KL13 i KL14 były zwarte. Wejść do programowania regulatora i zaprogramować go jako regulator PD. Wykonać badanie odpowiedzi regulatora na skok jednostkowy. Wykonać badania dla innych sygnałów wejściowych. Określić z wykresów parametry dynamiczne regulatora. Odpowiednie połączenia zewnętrzne pokazuje rys.4.10. Przy pomiarach korzysta się z rejestratora cyfrowego sterownika GE FANUC i programu INTOUCH.



Rys.4.10. Układ połączeń.

Rys.4.11.Kodowanie parametrów regulatora.

Rys.4.12. Kodowanie parametrów regulatora.

*Przykład 9.**Sprawdzenie działania regulatora proporcjonalno-różniczkująco-całkującego (PID).*

Ustawić parametry toru pomiarowego tak aby klucze KL11, KL12, KL13 i KL14 były zwarte. Wejść do programowania regulatora i zaprogramować go jako regulator P.I.D.


Nastawić: $k_p = 2$, $T_i = 1$ min. $T_d = 25$ sek.

Wykonać badanie odpowiedzi regulatora na skok jednostkowy. Odpowiednie połączenia zewnętrzne pokazuje rys.4.10. Określić na podstawie pomiarów parametry statyczne i dynamiczne regulatora.

Zmieni nastawy na : : $k_p = 2$, $T_i = 4$ min. $T_d = 1$ min.

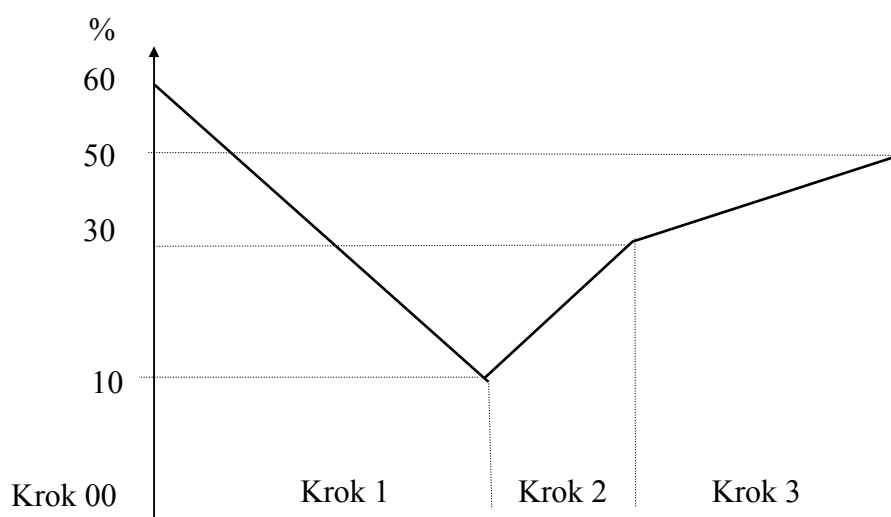
Wykonać badanie odpowiedzi regulatora na skok jednostkowy. Określić na podstawie pomiarów parametry statyczne i dynamiczne regulatora.

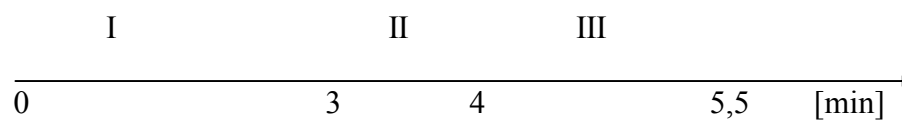
*Przykład 10.**Sprawdzenie działania zadajnika programowanego.*

Ze względu na dużą ilość parametrów zadajnika (50 odcinków) tryb programowania grupy **PZ** wyróżnia się innym sposobem numeracji parametrów i brakiem dodatkowego pola na nową wartość parametru. Wszystkie parametry zadajnika podzielono na 51 grup ponumerowanych od 00 do 50. Każda z grup posiada pięć parametrów i dotyczy jednego odcinka (kroku), z wyjątkiem grupy 00. Po przejściu do trybu wyboru parametru w polu **X1** wyświetlany jest dwucyfrowy numer kroku, w polu **SEL** numer parametru w danym kroku (świecenie ciągle), a w polu **VALUE** wartość parametru. W trybie tym ustalamy przyrostowo numer kroku i numer parametru. Migająca kropka dziesiątna wyświetlana przy danym numerze kroku lub parametru jest wskaźnikiem, która z tych dwóch wielkości podlega zmianie. Przełączenie sterowania dokonujemy przyciskiem 

Zmianę wartości parametru można dokonać po naciśnięciu przycisku **PRG** , spowoduje to przeniesienie migającej kropki dziesiątnej do pola **VALUE**. Oznacza to , że w polu tym można dokonać zmiany wartości parametru sterując każdą cyfrą oddzielnie lub całą wartością jednocześnie. Wpis wartości dokonujemy przyciskiem **PRG** .

Zaprogramować zadajnik według poniższego rysunku.





Rys.4.13. Przebieg zmian wartości zadanej do przykładu 10.

Programowanie rozpoczynamy od kodowania parametrów kroku 00 zadajnika programowalnego (rys.4.14).

Rys.4.14. Kodowanie parametrów kroku 00.

Uwaga: parametr 4 nie zmieniamy ,
 parametr 5 kodujemy jako 0000

Następnie przystępujemy do kodowania parametrów poszczególnych kroków od 01 do maksimum 50 . Sposób tego kodowania obrazuje rys. 4.15.

Rys.4.15. Kodowanie parametrów kroków 0150.

Sygnal wyjściowy z zadajnika prądowego został wyprowadzony na wyjście analogowe **Y2**. Sposób kodowania wyjścia **Y2** pokazano na rys. 4.16 (kodowanie grupy parametrów **SWS**). Sygnal wyjściowy z zadajnika prądowego można wprowadzić jako sygnał **X5** na zaciski "+**INX5**" - **11A** i "-**INX5**"- **12A** lub jako sygnał **X4** . Jest to wykorzystywane przy pracy z zewnętrzną wartością zadaną **SP*** . Wartość ta jest obliczana wg wzoru:

$$\mathbf{SP^* = X4 * K_C + X5}$$

Uchyb regulacji natomiast ma postać:

$$\mathbf{E = PV2 - SP^*}$$

gdzie:
$$\mathbf{PV2 = X1 + X2 * K_A + X3 * K_B}$$

Rys.4.16. Kodowanie grupy parametrów SWS.

Wartość współczynnika K_C kodowana jest w grupie parametrów toru sygnału X4 (rys. 4.17)

Rys.4.17. Kodowanie grupy parametrów toru sygnału X4.

- Sprawdzić działanie zaprogramowanego zadajnika wykorzystując sposób rejestracji podany na rys.4.10.
- Podłączyć sygnał zadajnika jako zewnętrzną wartość zadaną i zaobserwować działanie regulatora .

4. Zadania do wykonania.

1. Zapoznać się z parametrami technicznymi, obsługą i konfigurowaniem regulatora MRP 41.
2. Wykonać zamieszczone w instrukcji przykłady 1-10.

5. Wykaz aparatury i urządzeń.

1. Mikroprocesorowy regulator MRP-41 z instrukcją obsługi.
2. Kalibrator.
3. Miernik uniwersalny.
4. Opornica dekadowa z rozdzielczością $\pm 0,01\Omega$

6. Pytania i zadania kontrolne:

1. Jakie funkcje realizują regulatory MRP-41?
2. Omów algorytmy regulacji dostępne w regulatorze PID?.
3. Podaj definicje współczynników nastaw regulatora PID i sposoby ich pomiaru..