

CZĘŚĆ I

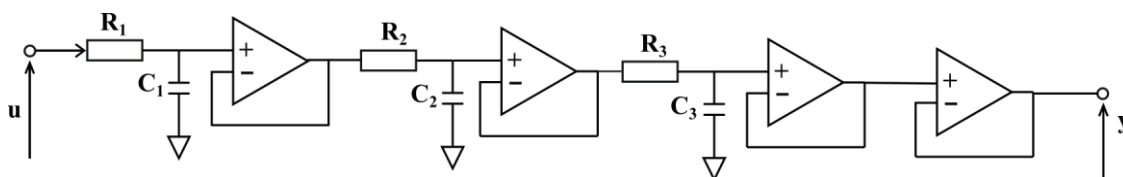
Badanie rzeczywistego obiektu III-go rzędu wykorzystując sterownik dSPACE CP1104.

1. Cel ćwiczenia:

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się oraz sterowanie rzeczywistym obiektem inercyjnym III-go rzędu przy użyciu oprogramowania *dSPACE ControlDesk*, a także analiza wpływu zmian parametrów regulatora PI na przeregulowanie i czas odpowiedzi układu.

2. Realizacja ćwiczenia:

2.1. Dany jest model obiektu regulacji 3-go rzędu w postaci:



Rysunek 1. Model obiektu.

Parametry układu obiektu wynoszą:

$$R_1 = 250 \text{ k}\Omega, C_1 = 1 \text{ }\mu\text{F};$$

$$R_2 = 1 \text{ M}\Omega, C_2 = 1 \text{ }\mu\text{F};$$

$$R_3 = 2.2 \text{ M}\Omega, C_3 = 1 \text{ }\mu\text{F};$$

Wyznaczyć transmitancję obiektu rzeczywistego 3-go rzędu o podanych wyżej parametrach:

$$G_s(s) = \frac{K}{(T_1s + 1)(T_2s + 1)(T_3s + 1)}$$

$$K = 1$$

2.2. Budowa i dobór parametrów regulatora typu PI.

W celu wyznaczenia nastaw parametrów regulatora wykorzystuje się kryterium modułowe.

Kryterium modułowe związane jest z kształtem amplitudowej charakterystyki logarytmicznej zamkniętego układu regulacji. Przebieg czasowy odpowiedzi układu zamkniętego na standardowy sygnał zadający typu skok jednostkowy zależy od kształtu amplitudowej charakterystyki logarytmicznej układu. Kryterium to zostało opracowane dla obiektów regulacji charakteryzujących się jedną dużą i kilkoma mniejszymi stałymi czasowymi („Automatyka Napędu”, Sieklucki 2009).

Przyjmuje się, że najlepszym regulatorem dla tego typu obiektów jest regulator PI o transmitancji:

$$G_s(s) = K_R \frac{T_R s + 1}{T_R s}$$

a celem metody jest określenie parametrów tego regulatora.

Przyjmując, że stała czasowa T obiektu regulacji jest dużo większa od stałej czasowej σ , która jest sumą małych stałych czasowych T_i , można zapisać:

$$G_s(s) = \frac{1}{\sigma s + 1} \approx \frac{1}{\tau_1 s + 1} * \frac{1}{\tau_2 s + 1} * \dots * \frac{1}{\tau_n s + 1}$$

gdzie:

$$\sigma = \sum_{i=1}^n \tau_i = \tau_1 + \tau_2 + \dots + \tau_n$$

Kryterium modułowe umożliwia obliczenie optymalnych nastaw regulatora proporcjonalno-całkującego na podstawie znajomości transmitancji operatorowej obiektów regulacji. Transmitancja układu otwartego z rysunku 1 wynosi:

$$G_O(s) = K_R K_O \frac{T_R s + 1}{T_R s} * \frac{1}{T s + 1} * \frac{1}{\sigma s + 1}$$

Biegun $sb = -\frac{1}{T}$ kompensuje się poprzez zero $s_0 = -\frac{1}{T_R}$ transmitancji $G_O(s)$. Pozwala to na wyznaczenie stałej czasowej T_R regulatora z zależności:

$$T_R = T$$

Dla tak wyznaczonej stałej T_R regulatora, zastępcza transmitancja układu regulacji przyjmuje postać:

$$G_z(s) = \frac{G_O(s)}{1 + G_O(s)} = \frac{K_R K_O}{T \sigma s^2 + T s + K_R K_O}$$

Dobór współczynnika wzmocnienia K_R przeprowadza się poprzez spełnienie warunku optymalnego śledzenia sygnału wyjściowego układu regulacji $G_z(s)=1$ lub $|G_z(j\omega)|^2=1$.

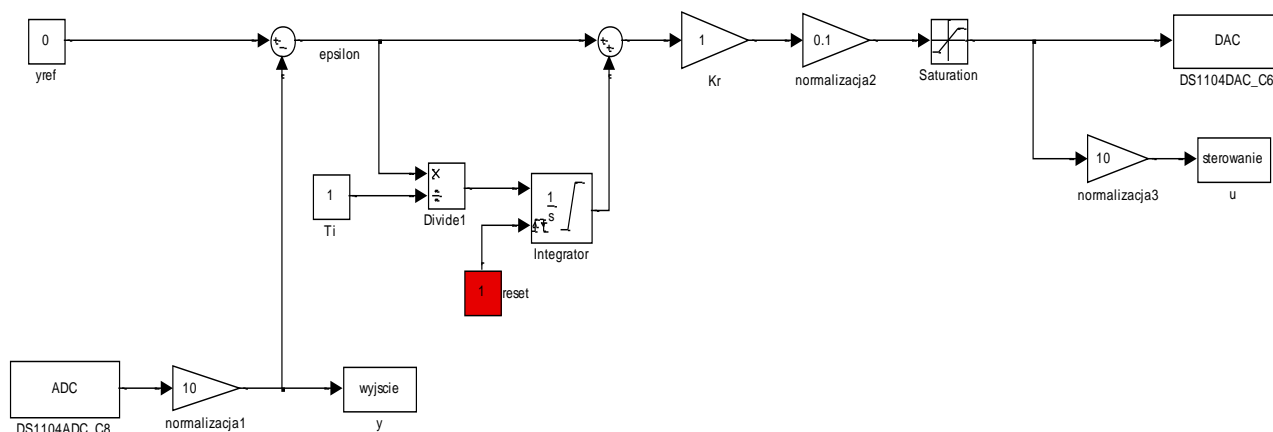
Po odpowiednich przekształceniach, jako zależność końcową, otrzymuje się wzmocnienie K_R regulatora:

$$K_R = \frac{T}{2K_O\sigma}$$

2.3. Budowa układu regulacji rzeczywistego obiektu III-go rzędu.

W celu zbudowania struktury regulacji rzeczywistym obiektem, należy uruchomić program Matlab7.0.1 znajdujący się na pulpicie. Po uruchomieniu oprogramowania przechodzimy do odpowiedniej ścieżki **E:\KUS_2016\DSpace\regulator_PI\regulator_PI.mdl**. Po przejściu do wyżej wymienionej ścieżki i uruchomieniu pliku **regulator_PI** w środowisku Simulink należy odtworzyć brakującą część struktury zgodnie z rysunkiem 2.

Uwaga!!! Proszę pamiętać o zachowaniu oznaczeń budowanego układu z rysunku 2.



Rysunek 1. Struktura układu regulacji z regulatorem typu PI.

Na schemacie z rysunku 1 odpowiednio zaznaczono:

- yef- sygnał referencyjny, zadający,
- Ti- czas zdwojenia regulatora PI,
- Kr- wzmacnienie regulatora PI,
- Blok ADC (DSC1104ADC_C8)- blok przetwornika analogowo-cyfrowego będącego wyjściem z płytki z układem regulacji
- Blok DAC (DSC1104DAC_C6) - blok przetwornika cyfrowo analogowego będącego wejściem na płytkę z układem regulacji

Po zakończeniu budowy struktury regulacji należy ją zapisać, a następnie nacisnąć przycisk **Incremental build** znajdujący się w górnym panelu. Program w tym momencie rozpocznie kompilowanie. Po zakończeniu kompilacji w oknie Command window pojawi się informacja:

MAKE PROCESS SUCCEEDED

*### Successful completion of Real-Time Workshop build procedure for model:
regulator_pi
*** Finished RTI build procedure for model regulator_pi*

Aby rozpocząć symulację układu należy uruchomić program **dSPACE ControlDesk** znajdujący się na pulpicie. W celu wczytania parametrów układu należy otworzyć plik: **File/OpenVariableFile\E:\KUS_2016\DSpace\regulator_pi.sdf**
Zadawanie parametrów oraz obserwacja sygnałów w układzie odbywać się będzie przy pomocy panelu operatorskiego. Aby otworzyć panel operatorski należy wybrać ścieżkę **File\Open\ E:\KUS_2016\DSpace\regulator_PI\regulator_pi.lay**.

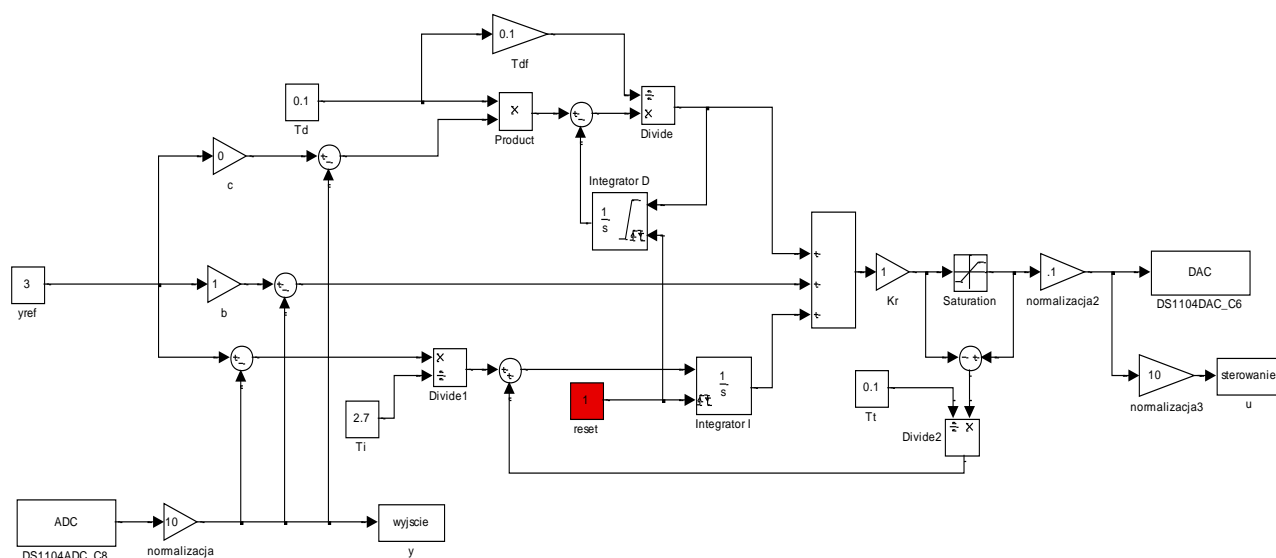
Obliczone nastawy regulatora z punktu 2.2 należy wpisać do odpowiednich okienek panelu sterującego. W kolejnym kroku proszę ustawić wartość zadaną yref równą 5V i obliczyć przeregulowanie uzyskanego przebiegu sygnału wyjściowego y.

Następnie zmieniać nastawy regulatora K_r oraz T_i i zaobserwować jak wpływają one na przebieg sygnału wyjściowego y .

2.4. Badanie rzeczywistego układu III-go rzędu w strukturze z regulatorem typu PID anti-windup.

W celu wykonania ćwiczenia należy otworzyć plik o nazwie **regulator_PIDcb_awup.mdl** znajdujący się w folderze **E:\KUS_2016\DSpace\regulator_PID_awup**, zgodny ze strukturą z rysunku 3. Po przeanalizowaniu struktury układu regulatora należy go skompilować podobnie jak w podpunkcie 2.3.

RTI Data



Rysunek 2. Układ regulacji z regulatorem typu PID, anti-windup.

Po skompilowaniu układu, w celu symulacji i obserwacji sygnałów sterujących należy uruchomić program **dSPACE ControlDesk** znajdujący się na pulpicie. Następnie wybrać **File\OpenVariableFile\E:\KUS_2016\DSpace\regulator_pidcb_awup.sdf**. Po wczytaniu przez program parametrów, w celu otworzenia panelu operatorskiego należy wybrać **Open\regulator_PI\regulator_pidcb_awup.lay**.

Poprzez zmianę nastaw regulatora dokonać obserwacji sygnałów układu.

W sprawozdaniu proszę zamieścić:

1. Wyznaczoną transmitancję obiektu rzeczywistego,
2. Dobór nastaw regulatora PI dla badanego obiektu na podstawie kryterium modułowego wraz z obliczeniami,
3. Model układu regulacji rzeczywistego obiektu III-go rzędu,
4. Przebieg sygnału wyjściowego obiektu dla wymuszenia skokowego równego 5V. Na rysunku zaznaczyć przeregulowanie sygnału,
5. Poprzez zmianę parametrów regulatora PI doprowadzić do przeregulowania na poziomie 4,3% dla wymuszenia skokowego z punktu 4.
6. Wpływ zmiany parametrów regulatora PID anti-windup na przebieg sygnału wyjściowego układu regulacji,
7. Stosowne wnioski i spostrzeżenia.