

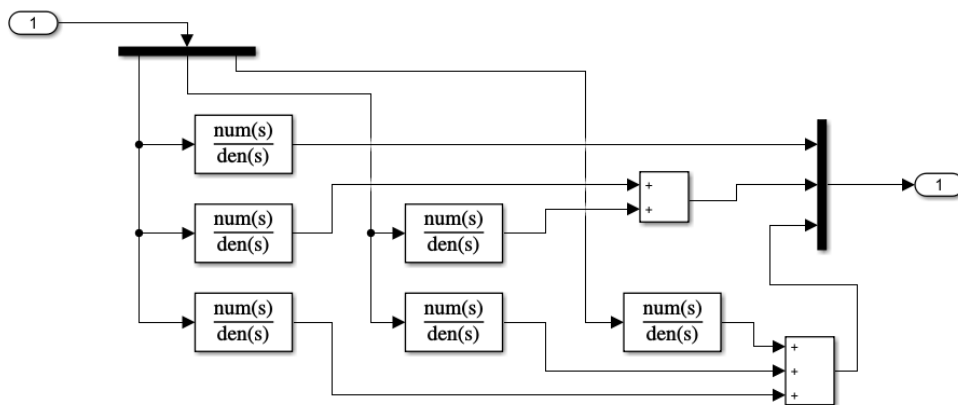
METODY MATEMATYCZNE AUTOMATYKI I ROBOTYKI – ćwiczenie 1

Sprężenia skrośne, problem odprężania, kompensator interakcji

Jako obiekt sterowania będzie rozważana kolumna destylacyjna, której zlinearyzowany model jest reprezentowany przez macierz transmitancji

$$G = \begin{bmatrix} \frac{0.7}{9s + 1} & 0 & 0 \\ \frac{2}{8s + 1} & \frac{0.4}{6s + 1} & 0 \\ \frac{2.3}{10s + 1} & \frac{2.3}{8s + 1} & \frac{2.1}{7s + 1} \end{bmatrix}$$

1. Zbuduj w Simulink model obiektu w formie bloku Subsystem o nazwie obiekt, o strukturze przedstawionej na rys. 1.1. Zaobserwuj związek pomiędzy postacią macierzy G i strukturą modelu, i na jego podstawie odpowiednio skonfiguruj bloki Transfer Fcn.



Rys. 1.1. Model obiektu sterowania

2. Model obiektu z rys. 1.1. połącz bezpośrednio z blokiem obserwacji Scope i źródłami sygnału skokowego Step. Wykonaj 3 eksperymenty symulacyjne, zadając każdorazowo skok tylko na jednym wejściu. Na podstawie wyników symulacji zanotuj (np. w formie macierzy binarnej), na które wyjścia mają wpływ poszczególne wejścia i skonfrontuj rezultat z postacią macierzy G . Wyodrębnij sprężenia główne i skrośne.
3. Wyznacz dla obiektu macierz Bristola i przeanalizuj jej postać.
4. Macierz transmitancji G_I odprężającego kompensatora interakcji można wyznaczyć na podstawie macierzy transmitancji obiektu G z zależności

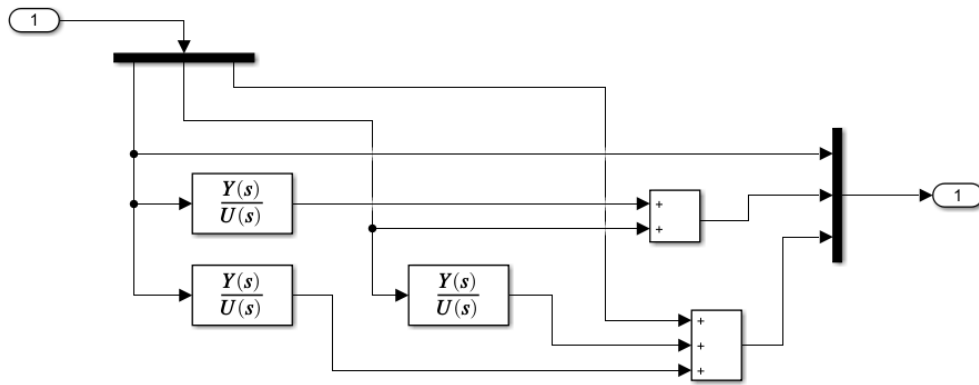
$$G_I = G^{-1} \text{diag}(G). \quad (1.1)$$

Uzasadnij, że przeliczenie odpowiadające formule (1.1) zostanie wykonane przy pomocy instrukcji Matlab

$$GI = G \setminus (G .* \text{eye}(\text{size}(G)));$$

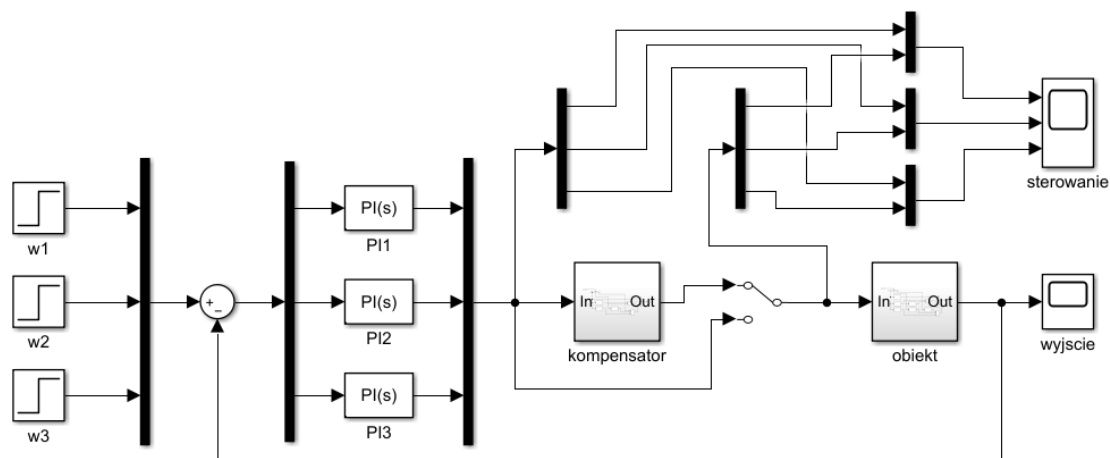
Wykonaj podaną instrukcję i wyznacz macierz transmitancji G_I .

5. Przeanalizuj transmitancje w macierzy G_I i uzasadnij, że odpowiadający jej model blokowy będzie miał postać przedstawioną na rys. 1.2. Zbuduj model z rysunku w formie bloku Subsystem o nazwie kompensator. Na podstawie uzyskanej macierzy G_I skonfiguruj bloki Transfer Fcn.



Rys. 1.2. Model kompensatora interakcji

6. Zbuduj w Simulink model z rys. 1.3, reprezentujący kompletny układ sterowania z regulatorami PI dedykowanymi do niezależnego sterowania trzema wyjściami obiektu. Zauważ, że niezależność sterowania wynika z zastosowania kompensatora interakcji.



Rys. 1.3. Model układu regulacji z kompensatorem interakcji

7. Dzięki zastosowaniu odprężania można przyjąć, że k -ty regulator PI steruje indywidualnie transmitancją G_{kk} . Przy takim założeniu, wyznacz nastawy k_p i T_i regulatorów, stosując redukcję biegunów odprężniętych transmitancji obiektu i przyjmując dwukrotne skrócenie czasu ustalania układu zamkniętego. Wprowadź obliczone nastawy do bloków PI1, PI2, PI3.
8. Skonfiguruj parametry symulacji tak, aby była możliwa obserwacja ustalania odpowiedzi skokowych i weryfikacja obecności/braku sprzężeń skrośnych. Zauważ, że czas regulacji w żadnym z torów nie będzie większy niż $4 \cdot \max\{9,6,7\}/2 = 18$, zatem skoki kolejnych wartości zadanych (w_1, w_2, w_3) mogą wystąpić odpowiednio w chwilach np. (0, 20, 40). Całkowity czas symulacji powinien wynieść ok. 80. Proponowane amplitudy skoków np. (1.0, 1.2, 1.4), zróżnicowane dla łatwego wyodrębnienia przebiegów na wykresie.
9. Uruchom symulację i oceń jej poprawność: stabilność, dokładność, przeregulowania, czasy regulacji. W szczególności sprawdź działanie kompensatora interakcji. Czy w przypadku obecności kompensatora efekt odprężania jest idealny (brak zauważalnych oddziaływań skrośnych)? Czy po odłączeniu kompensatora sprzężenia skrośne są wyraźnie widoczne? Porównaj przebiegi sygnałów sterowania przed i za blokiem kompensatora.
10. Sprawdź eksperymentalnie wpływ niedokładnej identyfikacji parametrów obiektu na efekt odprężania. W tym celu zmieniaj pojedynczo parametry sześciu transmitancji w modelu obiektu (rys. 1.1), np. przez zwiększenie wzmocnienia o 10%, i obserwuj jakość odprężania. Czy każda zmiana powoduje zakłócenia skrośne? Dlaczego?