

Technika regulacji - Projekt 3&4

andrzej.pawlowski[at]pwr.edu.pl

maj 2025

Zadania do wykonania w grupie projektowej:

1. Charakterystyki obiektów z czasem dyskretnym:

- a) dla obiektów opisanych równaniami różniczkowymi z Tabeli 1 wyprowadzić odpowiadające im równania różnicowe dla dwóch wybranych czasów próbkowania

$$\begin{array}{l|l} \text{I} & y'' + 3y' + y = \sin(\omega t) \\ \text{II} & y'' + y' - 2y = 0 \\ \text{III} & y'' + 3y' + y = t \end{array}$$

Tabela 1: Równania różniczkowe do zdania nr 1.a

- b) dla systemów opisanych równaniami różnicowymi (Tabela 2) zasymulować odpowiedź tych systemów na pobudzenia typu skok jednostkowy oraz impuls. Do każdego z przypadków przyjąć dwie różne kombinacje stanów początkowych (co najmniej dwie kombinacje).

$$\begin{array}{l|l} \text{I} & y[k-1] + y[k] = 2u[k] + 5u[k-1] - 3u[k-2] \\ \text{II} & y[k-1] + 2y[k] = u[k] \\ \text{III} & y[k-2] - y[k-1] + y[k] = u[k] + u[k-1] - 3u[k-3] \end{array}$$

Tabela 2: Równania różnicowe do zdania nr 1.b

- c) Z wykorzystaniem pakietu obliczeń symbolicznych środowiska Matlab obliczyć Transformata Z następującego systemu:

$$G_1(s) = \frac{C}{(s+A)(s+B)(s-1)} \quad (1)$$

gdzie A i B to stałe które odpowiadają ostatnim cyfry z numerów indeksu osób tworzących grupę projektową. Jeśli A i/lub B będą zerowe należy przyjąć $A = B = 1$. Ponadto $C = A + B$

- d) Wykorzystując pakiet obliczeń symbolicznych środowiska Matlab wyznaczyć Transformata odwrotną Z systemu otrzymanego w poprzednim podpunkcie. Wynik należy porównać z oryginałem.

- e) Dokonać interpretacji otrzymanych wyników.

2. Reprezentacja systemów w czasie dyskretnym:

$$G_2(s) = \frac{C}{(s+A)(s+B)(s-1)} \quad (2)$$

gdzie A i B to stałe które odpowiadają ostatnim cyfry z numerów indeksu osób tworzących grupę projektową. Jeśli A i/lub B będą zerowe należy przyjąć $A = B = 1$. Ponadto $C = A + B$

należy:

- a) za pomocą polecenia `c2d()` ze środowiska Matlab należy dokonać transformacji systemu w czasie ciągłym opisanego równaniem 2

- b) dla 4 wybranych czasów próbkowania przekształcić otrzymaną transmitancję w równanie różnicowe. Zaimplementować w Matlabie pętlę pozwalającą na obliczanie wyjścia systemu dla zadanych warunków początkowych, sygnału wejściowego (innego niż zerowy) oraz podanej liczby iteracji.
- c) Przedstawić wyniki w formie graficznej oraz porównać je do odpowiedzi systemu w czasie ciągłym
- d) Dokonać interpretacji otrzymanych wyników.

3. Układy sterowania w czasie dyskretnym:

- a) Przedstawić za pomocą schematu układ sterowania w którym regulator PID jest zaimplementowany w sposób dyskretny i reguluje procesem fizycznym (czas ciągły). W układzie wyodrębnić wszystkie elementy składowe wymagane do prawidłowej pracy układu sterowania i opisać funkcję każdego z nich.
- b) Wykorzystując transmitancję $G_1(s)$ z zadania nr 2 należy stworzyć układ sterowania z wykorzystaniem regulatora PI. Nastawy należy dobrać eksperymentalnie, w taki sposób aby otrzymać układ stabilny z tłumionymi oscylacjami. Regulator należy zaimplementować jako funkcję Matlaba, która jako argument przejmuje wartość uchybu $e(k)$ a zwraca sygnał sterujący $u(k)$. Dodatkowo, sygnał referencyjny $r(k)$ należy zaimplementować jako skok jednostkowy, którego amplituda wynosi 10 i zmiana ze stanu 0 następuje w jednostce czasu $k = 10$. Układ sterowania należy przeanalizować dla 3 różnych czasów próbkowania i następujących konfiguracji:
 - regulator dyskretny i system ciągły
 - regulator dyskretny i system dyskretny
- c) Za pomocą kryterium Jury-ego przeprowadzić analityczną analizę stabilności systemu
- d) Zaimplementować w środowisku Matlab kryterium Jury-ego, które pozwoli automatycznie dokonywać analizy stabilności systemu dyskretnego
- e) Dokonać interpretacji otrzymanych wyników.

4. Opracować sprawozdanie z realizacji projektu:

- zastosować zasady przygotowywania sprawozdania przedstawione podczas wprowadzenia do kursu (dostępne w ePortalu)
- przedstawić opis wykonywanych czynności oraz opis doboru zakresów zmiennych
- przedstawić graficznie uzyskane wyniki dla poszczególnych zadań (schematy, odpowiedzi układów, wykresy, itp.)
- wnioski i uwagi dotyczące otrzymanych wyników

Punktacja: Możliwe jest do zdobycia 10 punktów. Poprawne rozwiązanie oraz zaimplementowanie zadań w Matlabie, max 5 punktów (Należy załączyć skrypt/y z implementacją). Opracowanie sprawozdania oraz poprawne wnioski do ćwiczeń max 5 punktów. Ponadto, poprawne rozwiązanie zadania dodatkowego pozwoli na podniesienie oceny za projekt o 0.5 stopnia (np. z 4.5 do 5.0 lub z 5.0 do 5.5).