

Laboratorium nr 3 – Miejsca geometryczne pierwiastków

Ćwiczenie 1

- (a) Wykreśl miejsca geometryczne pierwiastków dla transmitancji operatorowej
 $G(s) = (3s - 4) / (s^2 - 2s + 2)$.
- (b) Wykreśl miejsca geometryczne pierwiastków dla transmitancji operatorowej
 $G(s) = -(3s - 4) / (s^2 - 2s + 2)$.
- (c) Dla jakiej wartości współczynnika czułości statycznej układy się ustabilizują?

Ćwiczenie 2

- (a) Wykreśl miejsca geometryczne pierwiastków dla transmitancji operatorowej
 $G(s) = 1 / s(s + 1)(s^2 + as + 4)$ gdy a zmienia się od 0.01 do 4.0.
- (b) Poszukaj dokładnej wartości parametru a , dla której zmienia się para biegunów zmierzająca w stronę niestabilności.

Ćwiczenie 3

- (a) Wykreśl miejsca geometryczne pierwiastków dla transmitancji operatorowej:
 $G(s) = (s^2 + s + a) / s(s + 1)(s^2 + s + 1.25)(s^2 + s + 4.25)$ gdy a zmienia się od 1.25 do 4.25 z przyrostem 1.
- (b) Wykreśl miejsca geometryczne pierwiastków dla transmitancji operatorowej:
 $G(s) = (s^2 + s + 9.25)(s^2 + 2s + 10)(s^2 + 3s + 11.25) / s(s + 2)(s^2 + 2s + 5)(s^2 + 2s + 17)$.
- (c) Przeanalizuj kształt *mgp* pod kątem ich zastosowania do doboru regulatorów.

Ćwiczenie 4

Wykreśl miejsca geometryczne pierwiastków dla modelu w przestrzeni stanów:

$$a = \begin{bmatrix} -1.5 & -13.5 & -13.0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix};$$

$$b = [1; 0; 0; 0];$$

$$c = [0 \ 0 \ 0 \ 1];$$

$$d = 0;$$

Projektanci układów sterowania dążą do zniesienia wpływu pary sprzężonych zespolonych biegunów przez umieszczenie w ich pobliżu pary sprzężonych zer. Ponieważ liczba zer nie może być większa niż liczba biegunów, muszą również dodać nowe bieguny o zbliżonej częstości własnej, ale większym tłumieniu. Operację taką nazywa się *notch filter*.

- (a) Dodaj *notch filter* do układu – umieść zera dokładnie na biegunach rezonansowych, bieguny filtru niech mają taką samą częstotliwość, ale pięciokrotnie większe tłumienie.
- (b) Powtórz część (a) ale umieść zera nieco powyżej i na lewo od biegunów rezonansowych.
- (c) Powtórz część (a) ale umieść zera nieco poniżej i na lewo od biegunów rezonansowych.
- (d) Ponieważ w warunkach rzeczywistych znamy tylko przybliżone położenie biegunów, podaj które położenie zer jest lepsze: z punktu (b) czy (c)?
- (e) Podpowiedź: odpowiedź zależy od zapasu stabilności. Jaka zmiana spowoduje utratę stabilności przez twój układ.

Ćwiczenie 5

Wykreśl miejsce geometryczne pierwiastków dla transmitancji operatorowej:

$G(s) = 1/s(s+1)(0,2s+1)$. Powiększ fragment od -4 do 0,1 na osi liczb rzeczywistych i od -0,1 do 2,5 na osi liczb urojonych. Nanieś na wykresie linię stałego tłumienia 0.707 i linie stałych częstości drgań własnych 1:1:4.

- (a) Dodaj do układu tylko kompensator wyprzedzający tak, aby jego zero znalazło się w -0,9 i biegun był 10-krotnością zera. Ponownie wykreśl *mgp*.
- (b) Powtórz część (a) z zerem w -1,1. Które z rozwiązań jest lepsze?
- (c) Dodaj do układu tylko kompensator opóźniający. Sprawdź jak położenie bieguna kompensatora wpływa na *mgp*?
- (d) Powtórz części (a), (b), i (c) czyli wykreśl *mgp* dla obiektu z kompensatorem wyprzedzająco-opóźniającym.

Ćwiczenie 6

Obiekt przemieszcza się lewitując na poduszce magnetycznej ponad przewodnikami. Układ sterowania szczeliną powietrzną ma transmitancję operatorową układu otwartego:

$$Gc(s)G(s) = K(s+1)(s+3)/s(s-1)(s+4)(s+8)$$

Dobierz K w taki sposób aby odpowiedź na skok jednostkowy miała odpowiedni zapas stabilności, a czas ustalania nie przekraczał 3 s. W tym celu wykreśl *mgp* i dobierz współczynnik czułości statycznej w taki sposób aby wszystkie pary zespolonych biegunów sprzężonych miał współczynnik tłumienia ζ większy niż 0,6. Wykreśl odpowiedź na skok jednostkowy układu z dobranym wzmocnieniem i określ wartość przeregulowania.