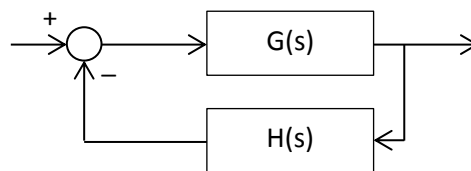


Temat ćwiczenia nr 4:

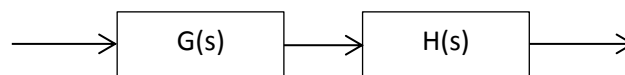
Miejsce geometryczne pierwiastków równania charakterystycznego (mgp).

Celem ćwiczenia jest wykorzystanie linii pierwiastkowych do projektowania układów regulacji o określonych własnościach

Metoda miejsca geometrycznego pierwiastków (mgp) zwana inaczej metodą linii pierwiastkowych służy do analizy zmian położenia pierwiastków równania charakterystycznego. Mgp wykreślane jest dla zmieniającego się wzmocnienia układu otwartego tzn. kolejne punkty mgp są wykreślane dla kolejnych wzmocnień. Analiza mgp pozwala dobrać nastawy regulatorów, w celu osiągnięcia zadanych właściwości układu. Na podstawie wyglądu mgp możemy więc powiedzieć jak układ będzie się zachowywał dla danego wzmocnienia i gdzie będą się znajdowały jego pierwiastki dominujące. Aby zanalizować układ z ujemnym sprzężeniem zwrotnym (zamknięty) przedstawiony na rys. 4.1 wykreśla się mgp dla układu otwartego rys. 4.2.



Rys. 4.1. Schemat układu regulacji



Rys. 4.2. Schemat układu otwartego

Dane są transmitancje:

$H(s) = \frac{K}{s}$ oraz $G(s)$ – transmitancja toru głównego, wygenerowana losowo w skrypcie (UPEL).

Wstępnie zakładamy, że $K=1$.

4.1. Projekt układu regulacji, w którym współczynnik tłumienia układu zamkniętego ξ (zeta) ma zadaną wartość.

Zadanie polega na dobraniu regulatora P (wzmocnienia K) w podanym układzie (dane wygenerowane zostaną w UPEL w ćwiczeniu nr 4), w ten sposób, żeby w układzie regulacji (rysunek 4.1) współczynnik tłumienia wynosił zadaną przez projektanta wartość. Rozwiązując zadanie należy wykorzystać linie pierwiastkowe i zależność współczynnika tłumienia ξ od położenia pierwiastków dominujących. Dane są: $numG$ – licznik transmitancji toru głównego, $denG$ – mianownik transmitancji toru głównego oraz eta - współczynnik ξ (w transmitancji sprzężenia zwrotnego zmienne jest tylko wzmocnienie K , które należy wyznaczyć).

Ćwiczenie należy wykonać w MATLAB'ie (poza UPEL) i przesłać dokumentację przebiegu ćwiczenia i uzyskane wyniki przez *Zadanie* na UPEL (plik z wypełnionym szablonem sprawozdania) .

Uwaga: Każde uruchomienie funkcji (na UPEL) będzie powodowało wygenerowanie nowego zestawu danych, dlatego każdy powinien skopiować dane, które wykorzysta w ćwiczeniu i zamieścić je w przesyłanym pliku.

Przebieg ćwiczenia:

1. Wstępnie założyć, że $K=1$;
2. Wyznaczyć transmitancję układu otwartego (funkcja w series);
3. Wykreślić mgp dla danego układu otwartego (funkcja rlocus);
4. Wyznaczyć kolejno wzmocnienia dla pierwiastków odpowiadającym tłumieniu:
 - a) ξ_1 równemu wartości η wygenerowanej na UPEL;
 - b) ξ_2 odpowiadającemu podwójnemu dominującemu pierwiastkowi rzeczywistemu (jeżeli istnieje);
 - c) $\xi_3 = 0$;
 - d) $\xi_4 = 1$Wykonując punktu a) do d) wykorzystać funkcje sgrid i rlocfind.
5. Dla wszystkich punktów a) do d) wyznaczyć położenie zer i biegunów dla układu zamkniętego (funkcja pzmap).
6. Dla wszystkich punktów a) do d) wykreślić odpowiedzi układu zamkniętego (rys.4.1) na skok jednostkowy.
7. Dla wygenerowanego tłumienia ξ_1 wyznaczyć pulsację drgań nietłumionych ω_n

4.2. Warunki zaliczenia ćwiczenia nr 4:

Ocenie będzie podlegała wyłącznie praca wykonana w trakcie trwania ćwiczeń.

Przez *Zadanie* na UPEL należy przesłać w pliku pdf wypełniony szablon sprawozdania.

W sytuacji, gdy w danym układzie nie da się uzyskać określonego tłumienia, to po wykreśleniu mgp (z zaznaczoną stałą tłumienia) należy wpisać taki wniosek (z uzasadnieniem) w miejscu, gdzie dla danego podpunktu wpisane ma być wyznaczone wzmocnienie K (nie wyznacza się wtedy rozkładu zer i biegunów oraz odpowiedzi na skok jednostkowy dla układu zamkniętego).

Przydatne podczas realizacji ćwiczenia funkcje MATLABA:

- **rlocus(L,M)** – wykreśla linie pierwiastkowe dla układu otwartego o transmitancji
$$G(s) = \frac{L(s)}{M(s)}$$

[R,Wz] = rlocus(L,M) – w macierzy R zwracane są pierwiastki odpowiadające wzmocnieniom z wektora W_z .

W obu wyżej wymienionych zastosowaniach jako parametr funkcji można użyć *sys*, gdzie $sys = tf(L,M)$, wtedy stosuje się np. **rlocus(sys)**

Ri=rlocus(L,M,Wz(i)) – gdzie R_i wektor, zawierający pierwiastki równania charakterystycznego dla wzmocnienia $W_z(i)$

- Funkcja **series** dokonuje mnożenia transmitancji szeregowego układu $G1(s)=L1(s)/M1(s)$ i $G2(s)=L2(s)/M2(s)$ i umieszcza wynik w zmiennych wektorowych Lo i Mo tworząc transmitancję $Go(s)=Lo(s)/Mo(s)$.
Sposób użycia **[Lo,Mo]=series(L1,M1,L2,M2)**
- Funkcja **feedback** służy do wyznaczenia transmitancji układu ze sprzężeniem zwrotnym.
Sposób użycia **[Lz,Mz]=feedback(L1,M1,L2,M2,-1)**, przy czym: **L1,M1** - licznik, mianownik transmitancji toru głównego **L2,M2** licznik, mianownik transmitancji toru sprzężenia zwrotnego, a **Lz,Mz** - licznik, mianownik układu ze sprzężeniem zwrotnym (-1).
- Funkcje: **real** i **imag** pozwalają na wyodrębnienie odpowiednio części rzeczywistej i urojonej liczby zespolonej.
Sposób użycia:
Re =real(Z)
Im=imag(Z), gdzie Z jest liczbą zespoloną
- Funkcja **length** zwraca długość wektora (liczbę elementów).
Sposób użycia:
Dl_wekt=length(wekt), gdzie *wekt* jest wektorem (tablica jednowymiarową), a *Dl_wekt* jest liczbą elementów w tym wektorze
- Funkcję **sgrid(zeta,omega)** wykreśla linii stałego tłumienia dla tłumienia ξ (zeta) i pulsacji ω_z (omega). Np. można przyjąć, że $\omega_z = 10$;
- Funkcja **rlocfind**, która zwraca wartość wzmocnienia oraz położenia pierwiastków równania charakterystycznego. Jeśli w aktywnym oknie graficznym jest wykreślone mgp przy pomocy funkcji **rlocus** to funkcja **rlocfind** umożliwia wybranie myszką żadanego pierwiastka, dla którego chcemy znać wzmocnienie oraz położenie pozostałych pierwiastków.
Sposób użycia **[k,p]=rlocfind(L,M)**, przy czym w zmiennej **k** otrzymujemy wzmocnienie natomiast w **p** wartości pierwiastków.
Zmienne L, M są licznikiem i mianownikiem transmitancji $G(s)=L(s)/M(s)$, tej samej którą użyliśmy do wykreślenia mgp.
- Funkcja **step** służy do wykreślenia charakterystyki skokowej układu opisanego transmitancją $G(s)=L(s)/M(s)$.
Sposób użycia: **step(L,M)**
- Funkcja **pzmap** służy do wykreślenia zer i biegunów układu opisanego transmitancją $G=L/M$. Sposób użycia: **pzmap(L,M)**.
- Dla każdej funkcji można znaleźć help MATLAB'a i wywołuje się go dla danej funkcji jak w przykładzie: np. **help rlocus** lub **help series**.