

Temat ćwiczenia nr 7:

Modelowanie wybranych obiektów regulacji z opóźnieniem skupionym.

W ramach ćwiczenia należy:

1. przebadać jakość przybliżenia opóźnienia (samego opóźnienia) wielomianami Pade'a (funkcja *pade*) dla dwóch różnych wartości opóźnień i trzech stopni wielomianu (wybrać z nich najlepiej aproksymujący opóźnienie stopień wielomianu Pade'a, który wykorzystany zostanie w dalszych etapach ćwiczenia). Jakość przybliżenia opóźnienia dla każdego przypadku należy sprawdzić wykreślając charakterystykę skokową i fazową (funkcja *pade*). Opóźnienia i stopnie wielomianu będą wygenerowane na UPEL).
2. zasymulować w MATLAB'ie zadane (poniżej) elementy z opóźnieniem jako połączenie szeregowo części bez opóźnienia i opóźnienia (wykorzystać funkcję *pade*, dobrać wektor czasu i częstotliwości oraz przeskalować tak, żeby z charakterystyk można było odczytać parametry obiektów i wykreślone były gładkimi liniami a nie łamanymi)
3. wyznaczyć charakterystykę czasową (skokową) i częstotliwościową (amplitudowo-fazową, logarytmiczne amplitudową i fazową) dla podanych niżej obiektów i ich parametrów (parametry będą wygenerowane na UPEL). Dla każdego analizowanego członu wykreślane charakterystyki umieścić w jednym oknie wykorzystując funkcję *subplot* (2,2,...)
4. przeanalizować wpływ opóźnienia na charakterystyki tych obiektów (zaznaczyć na charakterystykach parametry tych obiektów tj. wzmocnienie, opóźnienie, stałą czasową itp.).

Proporcjonalny:

$$G(s) = K e^{-s\tau}$$

K_1, τ_1 ;

K_2, τ_2 ;

K_3, τ_3 ;

Inercyjny pierwszego rzędu:

$$G(s) = \frac{K}{Ts+1} e^{-s\tau}$$

K_1, τ_1 ;

K_2, τ_2 ;

K_3, τ_3 ;

$T = 0.5$

Całkujący idealny:

$$G(s) = \frac{K}{s} e^{-s\tau}$$

K_1, τ_1 ;

K_2, τ_2 ;

K_3, τ_3 ;

Przesłanie wyników:

Proszę przesłać wypełniony plik szablonu sprawozdania ćwiczenie nr 7 w formacie pdf przez zadanie na UPEL.

Uwagi:

- Do wykreślenia charakterystyki czasowej używamy funkcji *step(l,m)*, natomiast do częstotliwościowych: *nyquist(l,m)*, *bode(l,m)*, gdzie *l* i *m* reprezentują wielomiany odpowiednio licznika i mianownika obiektu.
- Ponieważ w MATLAB'ie nie można zapisać opóźnienia w postaci $e^{-s\tau}$ bezpośrednio, przybliża się to opóźnienie wielomianami Pade'a i zapisuje w postaci transmitancji czystego opóźnienia $G_o(s) = \frac{l_0}{m_0}$. Następnie mnoży się tak otrzymaną transmitancję z transmitancją członu podstawowego np. całkującego $G(s) = \frac{K}{s} e^{-s\tau}$ np. przy pomocy funkcji *series* (przykład: *[lc,mc]=series(l,m,lo,mo)* przy czym *l,m* - licznik i mianownik członu całkującego, *lo,mo* - licznik i mianownik członu opóźniającego, *lc, mc* - licznik i mianownik transmitancji członu

całkującego z opóźnieniem – jest to wynik działania funkcji series). Funkcję *pade* do wyznaczenia transmitancji członu przybliżającego opóźnienie używa się wg składni: $[lo, mo]=pade(\tau, n)$ przy czym τ - oznacza opóźnienie τ , n - stopień wielomianu przy pomocy którego aproksymujemy opóźnienie $e^{-s\tau}$, lo , mo jak wyżej). Czyli transmitancję $G(s) = \frac{K}{s} e^{-s\tau}$ zapisujemy jako iloczyn transmitancji członu całkującego i członu opóźniającego. Wywołanie funkcji *pade* bez wektora zwracającego wartości wyjściowe (*pade*(τ, n)) powoduje wykreślenie ch-tyski fazowej idealnej i przybliżonej funkcją *pade* (należy wykorzystać to w punkcie 7.1 ćwiczenia)

- Wszystkie funkcje rysujące charakterystyki (odpowiedzi) czasowe i częstotliwościowe automatycznie dobierają parametry, dla których wykreślają te charakterystyki np. funkcja *step* automatycznie dobierają wektor czasu (czas obserwacji odpowiedzi obiektu) dla którego wykreślają odpowiedzi obiektu. Czasami wektor ten jest dobrany, z naszego punktu widzenia, „źle”. Należy wtedy samemu określić wektor czasu, dla którego mają być wykreślone charakterystyki. Można przy pomocy tego wektora zawęzić lub rozszerzyć czas obserwacji odpowiedzi obiektu. Składnię funkcji wykreślającej charakterystykę czasową pokazano poniżej:
 $step(l, m)$ - generuje odpowiedź skokową z automatycznie dobieranym czasem
- Poniżej pokazano wywołanie funkcji *step* przy czym zdefiniowano dodatkowo, opcjonalny wektor czasu $[0:0.01:10]$ dla którego wykreślana jest odpowiedź. W tym wypadku wektor ten oznacza, że wykreślane będą punkty charakterystyk czasowych dla czasu z zakresu 0 – 10 sekund co 0.01 sekundy. $step(l, m, [0:0.01:10])$ - generuje odpowiedź skokową z „ręcznie” dobranym czasem. Analogicznie charakterystyki częstotliwościowe wykreślane są dla kolejnych częstotliwości. W tym przypadku automatycznie dobierany jest wektor punktów określających kolejne częstotliwości dla których wykreślane są kolejne punkty charakterystyk. Składnię funkcji rysujących charakterystyki częstotliwościowe pokazano poniżej:
 $nyquist(l, m)$ - rysuje charakterystykę amplitudowo - fazową z automatycznie dobieranym wektorem częstotliwości.
 $bode(l, m)$ - rysuje charakterystyki logarytmiczne z automatycznie dobieranym wektorem częstotliwości. Poniżej pokazano wywołanie funkcji *nyquist* i *bode* przy czym zdefiniowano dodatkowo, opcjonalny wektor częstotliwości $[0:0.001:1000]$ dla którego wykreślane są odpowiedzi. W tym wypadku wektor ten oznacza, że wykreślane będą punkty charakterystyk dla kolejnych częstotliwości z zakresu 0 – 1000 rad/s co 0.001 rad/s. $bode(l, m, [0:0.001:1000])$ - rysuje charakterystyki logarytmiczne z „ręcznie” dobranym wektorem częstotliwości,
 $nyquist(l, m, [0:0.001:1000])$ - rysuje charakterystykę amplitudowo – fazową z „ręcznie” dobranym wektorem częstotliwości.
- Zestawienie używanych dodatkowo funkcji:
 $[lo, mo]=pade(\tau, n)$
 $[lc, mc]=series(l, m, lo, mo)$
grid – użyty po funkcjach *step* lub *plot* rysuje siatkę na wykresie,
help step – komenda *help* wyświetla dla danej funkcji (*step*, *impulse* etc.) krótki opis funkcji oraz jej składni