

Temat ćwiczenia nr 3:

Badanie statycznych i astatycznych układów regulacji.

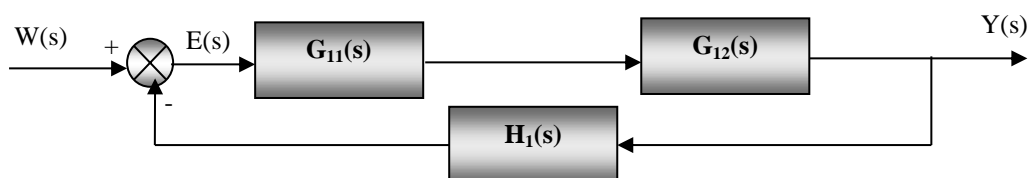
Celem ćwiczenia jest zbadanie wpływu klasy układu regulacji na dokładność statyczną przy skokowym sygnale wymuszającym na wejściu obiektu.

Zadanie należy wykonać w czasie zajęć laboratoryjnych w pakiecie Matlab/Simulink (wyłącznie ta praca będzie podstawą do oceny tego ćwiczenia).

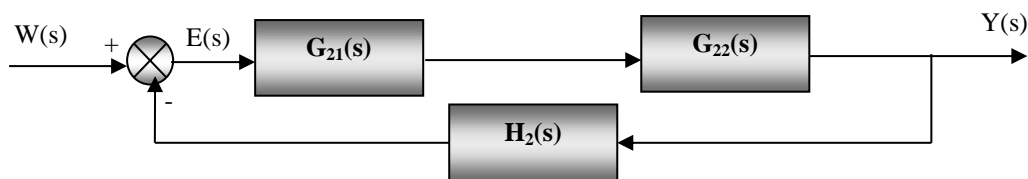
Zaliczenie punktów 3.1, 3.2 i 3.3 wymaga wykonania symulacji w pakiecie MATLAB/Simulink (poza UPEL) układów złożonych z elementów wygenerowanych w skrypcie na UPEL, bez oraz z uwzględnieniem zakłóceń we wskazanych miejscach w układzie, odczytania uchybów statycznych, a następnie obliczenia ich analitycznie (na kartce) i przesłania pliku (wypełnionego szablonu do ćwiczenia nr 3) ze skanem obliczeń oraz wypełnionej **tabeli 3.1** jako odpowiedź do zadania *Ćwiczenie nr 3* na UPEL (w trakcie trwania zajęć). Wszystkie zakłócenia mają charakter skoku jednostkowego o amplitudzie A wygenerowanej losowo w skrypcie z punktu 3.1 na UPEL i do układu „wchodzą” ze znakiem „-”.

3.1. Dokładność statyczna w układach statycznych (klasy 0) i układach astatycznych (klasy 1) bez zakłóceń.

W pakiecie *MATLAB/ Simulink* zasymulować układy U1 i U2 z rysunku 3.1 i rysunku 3.2. Transmitancje elementów układów zostaną wygenerowane losowo w zakładce *Ćwiczenie nr 3 – układy statyczne i astatyczne*.



Rys.3.1. Schemat blokowy układu regulacji U1.



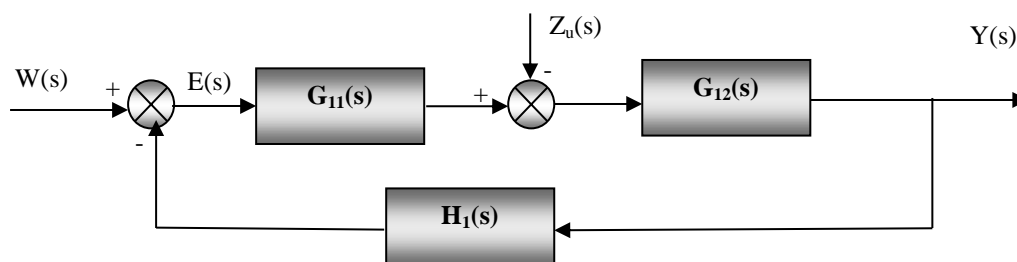
Rys.3.2. Schemat blokowy układu regulacji U2.

Zakładamy, że sygnałem wymuszającym jest sygnał skokowy o amplitudzie równej 1. Odczytane wartości należy wpisać do tabeli 3.1.

3.2. Dokładność statyczna w układzie U1 przy skokowym sygnale zakłócającym przed blokiem $G_{12}(s)$

Ten punkt należy również wykonać poza platformą UPEL, a odczytaną wartość uchybu statycznego i obliczenia analityczne przesłać przez zadanie na UPEL.

Używając *Simulink'a* w pakiecie *MATLAB*, zasymulować układ z rysunku 3.3.



Rys.3.3. Schemat blokowy układu regulacji.

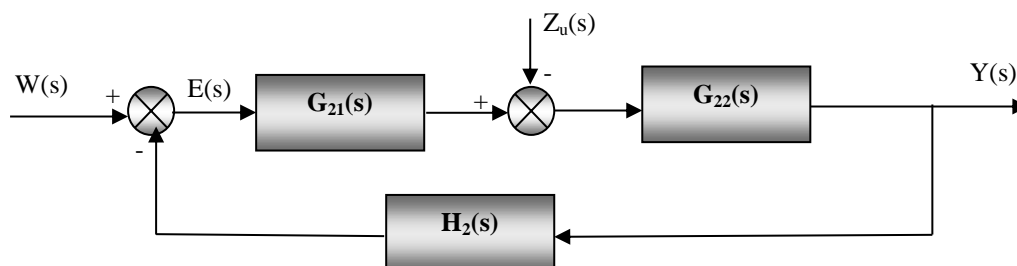
- Wszystkie transmitancje w układzie z rysunku 3.3 oraz wymuszenie powinny być identyczne, jak w punkcie 3.1.

Na podstawie analizy przebiegów sygnałów: uchybu $e(t)$ lub wymuszającego $w(t)$ i wyjściowego ze sprzężenia zwrotnego należy wyznaczyć dla zasymulowanego układu regulacji uchyb statyczny (z dokładnością do 0.01) i wpisać do tabeli 3.1(kolumn: es-symulacja)

3.3. Dokładność statyczna w układzie U2 przy skokowym sygnale zakłócającym przed blokiem $G_{22}(s)$

Ten punkt należy wykonać poza platformą UPEL, a odczytaną wartość uchybu statycznego i obliczenia analityczne przesłać przez zadanie na UPEL.

Używając *Simulink'a* w pakiecie *MATLAB*, zasymulować układ z rysunku 3.4.



Rys.3.4. Schemat blokowy układu regulacji.

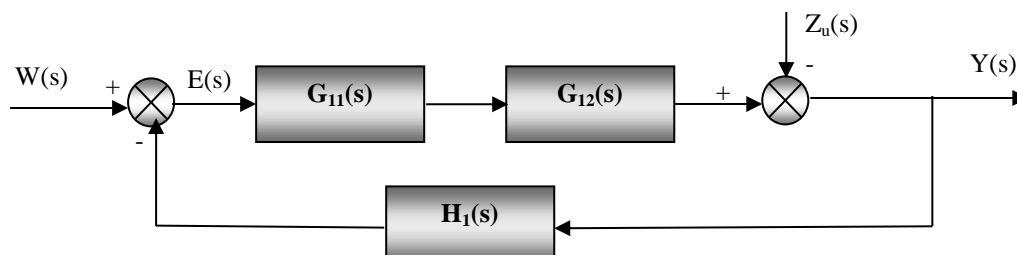
- Wszystkie transmitancje w układzie z rysunku 3.4 oraz wymuszenie powinny być identyczne, jak w punkcie 3.1.

Na podstawie analizy przebiegów sygnałów: uchybu $e(t)$ lub wymuszającego $w(t)$ i wyjściowego ze sprzężenia zwrotnego należy wyznaczyć dla zasymulowanego układu regulacji uchyb statyczny (z dokładnością do 0.01) i wpisać do tabeli 3.1(kolumn: es-symulacja)

3.4. Dokładność statyczna w układzie U1 przy skokowym sygnale zakłócającym przed blokiem $H_1(s)$

Ten punkt należy wykonać poza platformą UPEL, a odczytaną wartość uchybu statycznego i obliczenia analityczne przesłać przez zadanie na UPEL

Używając *Simulink'a* w pakiecie *MATLAB*, zasymulować układ z rysunku 3.5.



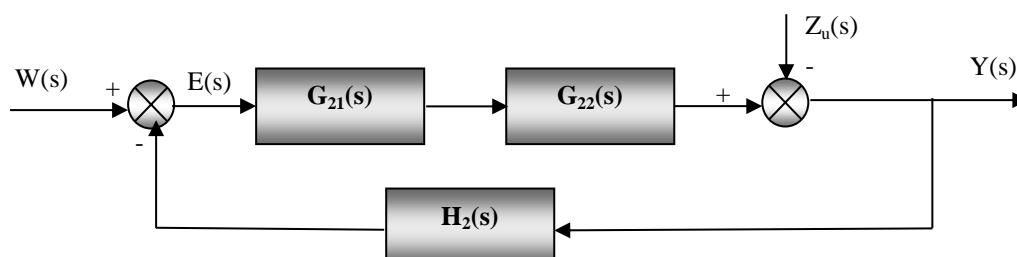
Rys.3.5. Schemat blokowy układu regulacji.

Na podstawie analizy przebiegów sygnałów: uchybu $e(t)$ lub wymuszającego $w(t)$ i wyjściowego ze sprzężenia zwrotnego należy wyznaczyć dla zasymulowanego układu regulacji uchyb statyczny (z dokładnością do 0.01) i wpisać do tabeli 3.1 (kolumn: es-symulacja)

3.5. Dokładność statyczna w układzie U2 przy skokowym sygnale zakłócającym przed blokiem $H_2(s)$

Ten punkt należy wykonać poza platformą UPEL, a odczytaną wartość uchybu statycznego i obliczenia analityczne przesłać przez zadanie na UPEL

Używając *Simulink'a* w pakiecie *MATLAB*, zasymulować układ z rysunku 3.6.



Rys.3.6. Schemat blokowy układu regulacji.

Na podstawie analizy przebiegów sygnałów: uchybu $e(t)$ lub wymuszającego $w(t)$ i wyjściowego ze sprzężenia zwrotnego należy wyznaczyć dla zasymulowanego układu regulacji uchyb statyczny (z dokładnością do 0.01) i wpisać do tabeli 3.1 (kolumn: es-symulacja)

3.6. Opracowanie wyników

Wyznaczone wartości uchybów statycznych w punktach 3.1 do 3.5 (odczytane na podstawie symulacji e_s -symulacja i obliczone analitycznie e_s -analityczny) należy zapisać w tabeli 3.1. i zaznaczyć, które układy były statyczne, a które astatyczne.

W pierwszym wierszu tabeli 3.1 należy zapisać wygenerowane w skrypcie na UPEL: amplitudę zakłócenia A oraz wszystkie transmitancje w układach U1 i U2.

Obliczenia analityczne uchybów statycznych (e_s – analityczny) należy wykonać dla trzech analizowanych układów (dla układu U1 i występujących w nim zakłóceń (rys.3.1, 3.3, 3.5) . Następnie kartki, na których wykonano obliczenia („ręczne obliczenia na kartce) należy zeskanować i wysłać w pliku szablonu(najlepiej pdf) jako odpowiedź na zadanie na UPEL (Ćwiczenie nr 3). Zarówno wypełnioną tabelę 3.1, jak i obliczenia należy wysłać w trakcie zajęć laboratoryjnych (plik pdf z wypełnionym szablonem).

Tabela 3.1.

$A =$ $G_{11}(s) =$ $G_{12}(s) =$ $H_1(s) =$				$G_{21}(s) =$ $G_{22}(s) =$ $H_2(s) =$
Układ z rysunku	e_s -symulacja	e_s -analityczny	Układ: S-statyczny AS-astatyczny	
3.1				
3.2				
3.3				
3.4				
3.5				
3.6				

e_s -symulacja – uchyb statyczny wyznaczony na podstawie przebiegów otrzymanych w wyniku symulacji.

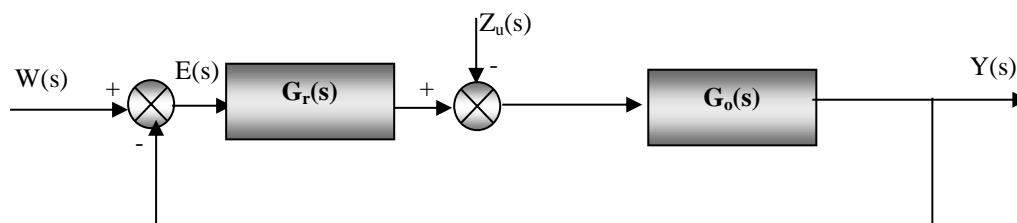
e_s -analityczny - uchyb statyczny obliczony (analitycznie) w oparciu o funkcje uchybowe (transformatę sygnału uchybu $E(s)$).

Uwaga do obliczeń analitycznych uchybu statycznego:

Aby wyznaczyć uchyb statyczny analitycznie należy:

1. Wyznaczyć funkcję uchybową (transformatę Laplace’a sygnału uchybu) $E(s)$ dla analizowanego układu regulacji. Poniżej podany jest ogólny wzór (symbole dotyczą schematu blokowego na rys. 3.7.), który może pomóc w obliczeniach.

$$E(s) = \frac{1}{1 + G_r(s)G_o(s)} W(s) + \frac{G_o(s)}{1 + G_r(s)G_o(s)} Z_u(s)$$



Rys.3.7. Schemat blokowy układu regulacji.

2. Po wyznaczeniu $E(s)$, w celu obliczenia uchybu statycznego e_s należy obliczyć granicę:

$$e_s = \lim_{s \rightarrow 0} sE(s)$$