

Teoria sterowania 1

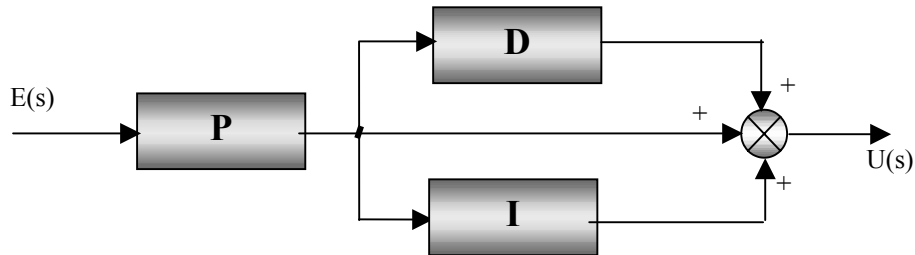
Temat ćwiczenia nr 5:

Badanie właściwości regulatorów liniowych.

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie charakterystyk czasowych wybranych regulatorów liniowych idealnych i rzeczywistych, zbadanie wpływu parametrów tych regulatorów na ich własności dynamiczne oraz identyfikacja regulatorów na podstawie wykreślonych charakterystyk.

5.1. Wpływ wzmocnienia i stałych czasowych na charakterystyki czasowe regulatorów.

Używając *Simulink'a* w pakiecie *MATLAB*, zasymulować układ z rysunku 5.1.

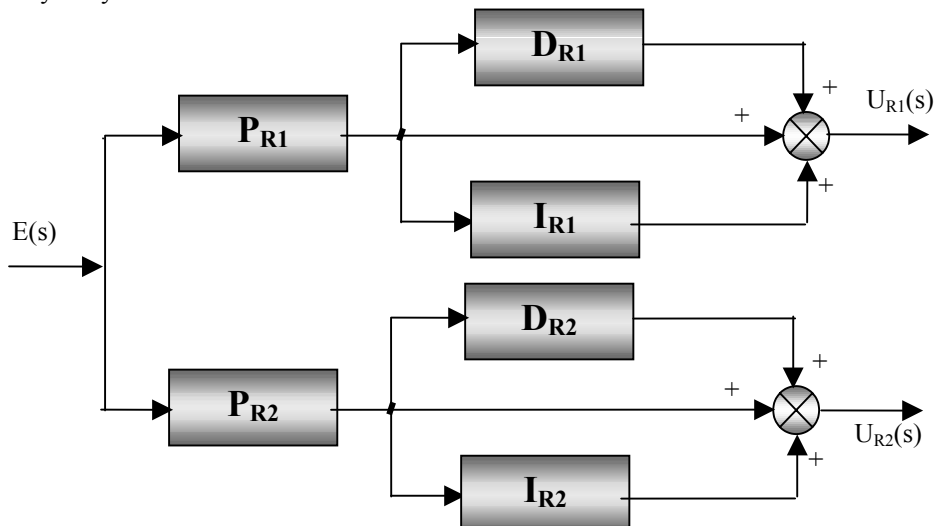


Rys.5.1. Schemat blokowy regulatora.
P- część proporcjonalna, D- część różniczkująca, I- część całkująca
korzystają

Tworząc układ z rysunku 5.1. należy uwzględnić:

- sygnał wejściowy $E(s) = \frac{1}{s}$ (wymuszenie skokowe),
- obserwowane sygnały to : $E(s)$ i $U(s)$,
- bloki P , D , I należy zasymulować używając w *Matlab'ie* bloku *Transfer Fcn*.

Aby można było porównać wpływ konkretnego parametru danego regulatora na jego własności dynamiczne, należy jednocześnie obserwować przebiegi wyjściowe co najmniej dwóch regulatorów tego samego typu różniących się danym parametrem. W tym celu należy rozbudować schemat z rys. 5.1 w sposób przedstawiony na rys. 5.2.

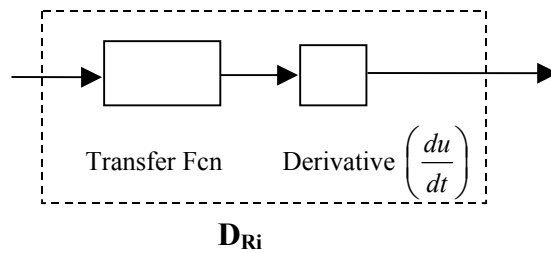


Rys. 5.2. Schemat blokowy układu złożonego z dwóch regulatorów $R1$ i $R2$.

Uwagi dotyczące praktycznej realizacji schematu w *Simulink'u*:

- Na wyjściu układu przed blokiem *Scope* należy umieścić multiplexer i na jego wejścia doprowadzić sygnały U_{R1} , U_{R2} oraz sygnał $E(s)$ (rys.5.2),

- blokom: P_{R1} , P_{R2} , I_{R1} , I_{R2} na schemacie odpowiadają elementy Transfer Fcn z *Symulink'a*
- bloki: D_{R1} , D_{R2} mają być zbudowane jak na rys. 5.3.



Rys. 5.3. Szczegółowy schemat blokowy dla części D regulatora z rys. 5.1.

Obserwacje należy przeprowadzić dla następujących regulatorów:

- regulator proporcjonalny **P**: $G_P(s) = K_r$
- regulator proporcjonalny **P** rzeczywisty: $G_{Prz}(s) = \frac{K_r}{Ts + 1}$
- regulator proporcjonalno-całkujący **PI**: $G_{PI}(s) = K_r \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right)$
- regulator proporcjonalno-całkujący **PI** rzeczywisty: $G_{PIrz}(s) = \frac{K_r}{Ts + 1} \left(1 + \frac{1}{T_i s} \right)$
- regulator **PD** idealny: $G_{PD}(s) = K_r (1 + T_d s)$
- regulator proporcjonalno-różniczkujący **PD** rzeczywisty: $G_{PDrz}(s) = \frac{K_r}{Ts + 1} \left(1 + \frac{T_d s}{\frac{T_d}{\alpha_d} s + 1} \right)$
- regulator proporcjonalno-całkująco-różniczkujący **PID** idealny: $G_{PID}(s) = K_r \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right)$
- regulator proporcjonalno-całkująco-różniczkujący **PID** rzeczywisty:

$$G_{PIDrz}(s) = \frac{K_r}{Ts + 1} \left(1 + \frac{1}{T_i s} + \frac{T_d s}{\frac{T_d}{\alpha_d} s + 1} \right)$$

5.1.1. Sposób przeprowadzenia symulacji.

Po zbudowaniu w *Simulinku* układu z rys. 5.2, dla każdego z powyższych typów regulatorów należy przeprowadzić x symulacji, gdzie x jest liczbą parametrów danego regulatora (np. dla regulatora P idealnego – jedna symulacja, a dla PID rzeczywistego – cztery). W każdej symulacji należy przyjąć takie parametry, aby regulatory R_1 i R_2 (rys.5.2) różniły się wartością **tylko jednego parametru**. Np. dla regulatora PI idealnego (dwa parametry, więc dwie symulacje), można przyjąć następujące dane liczbowe (indeksy R1 i R2 dotyczą odpowiednio regulatora R1 i R2 z rys. 5.2):

- pierwsza symulacja: $K_{R1}=3$, $T_{iR1}=4$, $K_{R2}=4$, $T_{iR2}=4$;
- druga symulacja: $K_{R1}=3$, $T_{iR1}=4$, $K_{R2}=3$, $T_{iR2}=2$.

Uwagi:

- Wartości parametrów przyjmować z przedziału (0, 10);
- Schemat zbudowany w oparciu o rys. 5.2 jest schematem uniwersalnym dla wszystkich typów regulatorów, aby dostosować go do symulacji kolejnych regulatorów należy:

- dla regulatorów **P idealnego i rzeczywistego**: w licznikach bloków Transfer Fcn w gałęziach schematów odpowiedzialnych za różniczkowanie i całkowanie (bloki D_{R1} , D_{R2} , I_{R1} , I_{R2}) należy wstawić zero. Transmittancje tych regulatorów wprowadza się wyłącznie do bloków P_{R1} i P_{R2} .
- dla regulatorów **PI idealnego i rzeczywistego**: w licznikach bloków Transfer Fcn w gałęziach schematów odpowiedzialnych za różniczkowanie (bloki D_{R1} , D_{R2}) należy wstawić zero. Transmittancje tych regulatorów wprowadza się w następujący sposób: do bloków: I_{R1} ,

I_{R2} należy wprowadzić transmittancje: $\frac{1}{T_{iR1}}$ i $\frac{1}{T_{iR2}}$, natomiast pozostała część transmittancji

(związaną z proporcjonalnością regulatorów: K_{R1} , K_{R2} lub $\frac{K_{R1}}{T_{R1}s + 1}$, $\frac{K_{R2}}{T_{R2}s + 1}$), należy

wprowadzić do bloków P_{R1} i P_{R2} .

- dla regulatorów **PD idealnego i rzeczywistego**: w licznikach bloków Transfer Fcn w gałęziach schematów odpowiedzialnych za całkowanie (bloki I_{R1} , I_{R2}) należy wstawić zero. Transmittancje tych regulatorów wprowadza się w następujący sposób: do bloków: D_{R1} , D_{R2}

w elementach Transfer Fcn należy wprowadzić transmittancje: T_{dR1} i T_{dR2} lub $\frac{T_{dR1}}{\frac{T_{dR1}}{\alpha_d} s + 1}$ i

$\frac{T_{dR2}}{\frac{T_{dR2}}{\alpha_d} s + 1}$ (szeregowo połączony blok du/dt realizuje mnożenie przez s), natomiast pozostała

część transmittancji (związaną z proporcjonalnością regulatorów: K_{R1} , K_{R2} lub $\frac{K_{R1}}{T_{R1}s + 1}$,

$\frac{K_{R2}}{T_{R2}s + 1}$), należy wprowadzić do bloków P_{R1} i P_{R2} . Przyjąć, że parametr α_d równa się 10.

- regulatory PID idealny i rzeczywisty wymagają wykorzystania pełnego schematu z rys. 5.2 w sposób analogiczny jak w omówionych wcześniej regulatorach.
- Dla regulatora PID rzeczywistego przeprowadzić dodatkową symulację dla $T=0$.

5.2. Uwagi końcowe dotyczące wymagań związanych z charakterystykami czasowymi regulatorów liniowych.

W wyniku wykonania powyższego ćwiczenia każdy student powinien:

- mieć wykreślone wszystkie zalecone w ćwiczeniu charakterystyki czasowe (porównawcze dla różnych parametrów regulatorów analizowanych regulatorów)- ręcznie lub zapamiętane i opisane w edytorze.
- na podstawie charakterystyk czasowych regulatorów umieć wyznaczyć parametry regulatorów.