Krzysztof Oprzędkiewicz *Kraków 09 02 2011r.*

Podstawy Automatyki
Zadania do części rachunkowej

Zajęcia 1:
(brak zadań-wprowadzenie)

Zajęcia 2:
(brak zadań – wyłącznie część laboratoryjna)

Zajęcia 3:
Charakterystyki czasowe podstawowych obiektów dynamicznych

Zadanie 3.1.
Dane są transmitancje operatorowe obiektów dynamicznych. Wyznaczyć analityczne wzory na przebiegi odpowiedzi czasowych tych obiektów na następujące sygnały wymuszające:
u(t) = 1(t) , u(t) = δ(t)

1. $G(s)=\frac{2s}{(s+1)(5s+1)}$ 2. $G(s)=\frac{1}{s(s+1)(5s+1)}$ 3. $G(s)=\frac{s+1}{s+5}$ 4. $G(s)=\frac{s+1}{s^2+1}$

5. $G(s)=\frac{s+2}{s^2+s+1}$

Zajęcia 4:
Charakterystyki częstotliwościowe podstawowych elementów dynamicznych.

Zadanie 4.1.
Dane są transmitancje operatorowe obiektów. Wyznaczyć charakterystyki częstotliwościowe amplitudowo - fazowe tych obiektów:

1. $G(s)=\frac{1}{s^2(2s+1)}$ 2. $G(s)=\frac{1}{2}\frac{1-sT}{1+sT}$ 3. $G(s)=\frac{(2s+1)(s+1)}{(2s+1)(s+1)+3s}$

4. $G(s)=\frac{5}{2s^2+3s+1}$ 5. $G(s)=\frac{s^2+3s+2}{s^2+s+5}$ 6. $G(s)=\frac{s+1}{s^2+s+1}$

Zadanie 4.2.
Dane są transmitancje operatorowe obiektów. Wyznaczyć **(metodą graficzną !)** charakterystyki częstotliwościowe logarytmiczne aproksymowane (Bodego) dla tych obiektów:

1. $G(s)=\frac{100}{(0.1s+1)(s+1)(10s+1)}$ 2. $G(s)=\frac{s}{(10s+1)^2(s+1)}$ 3. $G(s)=\frac{10(s+1)^2}{(0.1s+1)^3}$

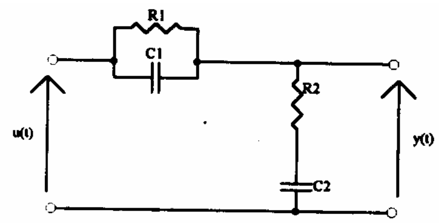
4. $G(s)=10s\frac{(0.1s+1)}{(s+1)^2}$ 5. $G(s)=\frac{s+1}{s(10s+1)}$

<u>Zajęcia 5:</u>
<u>Identyfikacja obiektu regulacji</u>

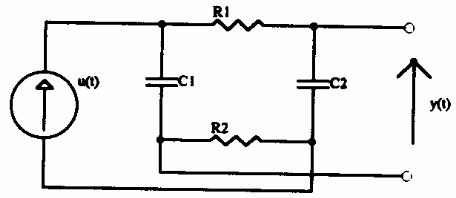
<u>Zadanie 5.1.</u>

Wyznaczyć transmitancje operatorowe $G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)}$, gdzie ***Y(s)*** , ***U(s)*** - transformaty Laplace'a wyjścia i sterowania dla następujących systemów dynamicznych:

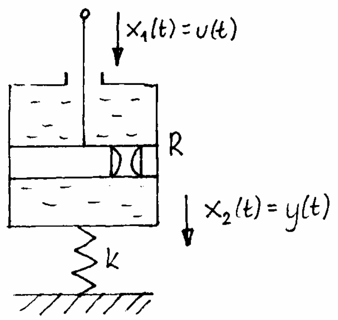
1. Czwórnik RC:



2. Mostek RC:

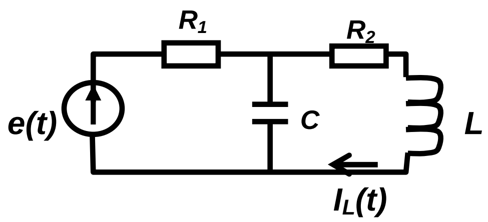


3. Amortyzator hydrauliczny:



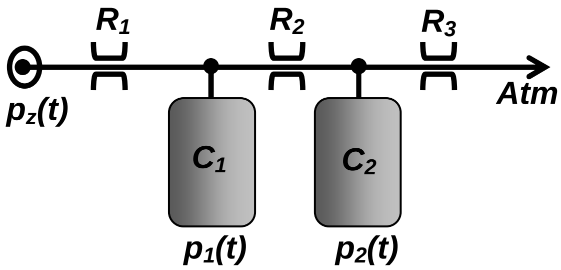
gdzie:
R - opory ruchu tłoka względem cylindra,
k - stała sprężystości sprężyny,
U(s) = X_1(s) - wejście: transformata Laplace'a przesunięcia tłoka,
Y(s) = X_2(s) – wyjście: transformata Laplace'a przesunięcia cylindra.

4. Obwód elektryczny RLC:



gdzie:
U(s) = E(s) - wejście: transformata Laplace'a napięcia *e(t)*,
Y(s) = I_L(s) – wyjście: transformata Laplace'a prądu cewki $i_L(t)$.

5. Układ zbiorników ciśnieniowych:



gdzie:
U(s) = P_z(s) - wejście: transformata Laplace'a ciśnienia zasilającego $p_z(t)$,
Y(s) =P_2(s) – wyjście: transformata Laplace'a ciśnienia w zbiorniku drugim $p_2(t)$.

Zajęcia 6:
Kolokwium z I serii ćwiczeń.

Zajęcia 7:
Charakterystyki regulatorów
Zadanie 7.1.
Wyznaczyć wzory analityczne na odpowiedzi skokowe dla następujących regulatorów (nastawy regulatorów traktować jako parametry) i naszkicować przebiegi tych odpowiedzi zaznaczając parametry regulatorów na przebiegach.

1. PI wersja IND: $G_r(s) = k_r + \frac{\alpha}{s}$ 2. PI wersja ISA: $G_r(s) = k_r\left(1 + \frac{1}{T_s s}\right)$

3. PD rzeczywisty wersja IND: $G_r(s) = k_r + \frac{\beta s}{Ts+1}$

4. PD rzeczywisty wersja ISA: $G_r(s) = k_r\left(1 + \frac{T_d s}{Ts+1}\right)$

5. PID rzeczywisty wersja IND: $G_r(s) = k_r + \frac{1}{T_i s} + \frac{\beta s}{Ts+1}$

6. PID rzeczywisty wersja ISA: $G_r(s) = k_r\left(1 + \frac{1}{T_i s} + \frac{T_d s}{Ts+1}\right)$

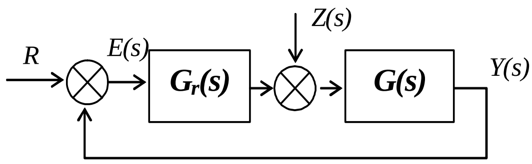
Zadanie 7.2.
Dla regulatorów o transmitancjach podanych w zadaniu 7.1 wyznaczyć i naszkicować przebiegi charakterystyk częstotliwościowych amplitudowo-fazowych.

Zajęcia 8:
Algebraiczne kryteria stabilności
Zadanie 8.1.
Korzystając z jednego z algebraicznych kryteriów stabilności sprawdzić stabilność układu zamkniętego mając daną transmitancję układu otwartego:

1. $G(s) = \dfrac{1}{s^3 + 3s^2 + s + 1}$ 2. $G(s) = \dfrac{10}{s^3 + 3s^2 + 2s + 1}$ 3. $G(s) = \dfrac{1}{s^4 + 3s^3 + 2s^2 + s}$

4. $G(s) = \dfrac{0.2}{s^4 + 3s^3 + 2s^2 + s}$

Zadanie 8.2.
Dany jest zamknięty układ regulacji, złożony z regulatora o transmitancji $G_r(s)$ oraz obiektu regulacji o transmitancji $G(s)$ pokazany na rysunku. Wyznaczyć obszary stabilności na płaszczyźnie parametrów regulatora .



Rys. 8.2. Zamknięty układ regulacji do zadania 8.2

1. $G\ (s) = \dfrac{1}{s^2 - 2s + 5}$ (obiekt niestabilny) oraz $G_r(s) = k + \dfrac{1}{s} + \beta s$ (reg. PID idealny)

2. $G(s) = \dfrac{1}{s^2 + 3s + 2}$ oraz $G_r(s) = k + \dfrac{\alpha}{s}$ (reg. PI)

3. $G(s) = \dfrac{1}{s^3 + s^2 + 2s + 3}$ (obiekt niestabilny) oraz $G_r(s) = k + \dfrac{1}{s} + \beta s$ (reg. PID idealny)

4. $G(s) = \dfrac{2}{(10s+1)^2}$ oraz $G_r(s) = k + \dfrac{\alpha}{s}$ (reg. PI)

5. $G(s) = \dfrac{1}{s^3 + s^2 + 2s + 3}$ (obiekt niestabilny) $G_r(s) = 1 + \dfrac{\alpha}{s} + \beta s$ (reg. PID idealny)

6. $G(s) = \dfrac{5}{s^3 + s^2 + 2s + 1}$ $G_r(s) = k + \dfrac{\alpha}{s}$ (reg. PI)

Zajęcia 9:
Częstotliwościowe kryteria stabilności

Zadanie 9.1.
Dana jest transmitancja otwartego układu regulacji (po rozłączeniu pętli sprzężenia zwrotnego). Wyznaczyć wzmocnienie krytyczne dla tych układów korzystając z kryterium Nyquista.

. 1. $G(s)=\dfrac{3}{s^3+3s^2+2s+1}$ 2. $G(s)=\dfrac{1}{s^4+3s^3+2s^2+s}$ 3. $G(s)=\dfrac{2}{s^3+5s^2+4s+2}$

4. $G(s)=\dfrac{2}{s^3+2s^2+3s+5}$

Zadanie 9.2.
Dla układu regulacji złożonego z obiektu o transmitancji *G(s)* i regulatora P (proporcjonalnego) wyznaczyć wartość wzmocnienia regulatora k_r , dla którego zapas stabilności po module (zapas modułu) wyznaczony na ch-ce Nyquista będzie równy 2:

1. $G(s)=\dfrac{1}{s^3+3s^2+3s+1}$ 2. $G(s)=\dfrac{1}{s^3+2s^2+2s+1}$ 3. $G(s)=\dfrac{1}{s^3+3s^2+2s+1}$

Zajęcia 10:
Kolokwium z II serii ćwiczeń.

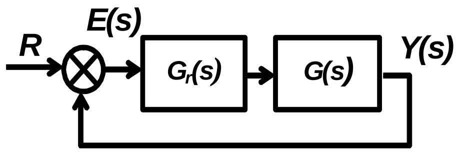
Zajęcia 11:
Jakość regulacji
Zadanie 11.1.
Dany jest zamknięty układ regulacji pokazany na schemacie z zadania 8.2. Dla tego układu wyznaczyć uchyby ustalone pochodzące od skoku wartości zadanej na wejściu układu: *r(t)=1(t)* oraz skoku zakłócenia na wejściu obiektu: *z(t)=1(t)* dla następujących transmitancji obiektu i regulatora:

1. $G_r(s)=k_r \qquad G(s)=\dfrac{k}{s(Ts+1)}$ 2. $G_r(s)=k_r+\dfrac{\alpha}{s} \qquad G(s)=\dfrac{k}{Ts+1}$

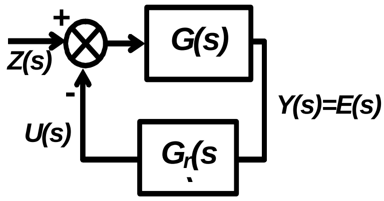
3. $G_r(s)=k_r+\dfrac{\alpha}{s} \qquad G(s)=\dfrac{k}{s(Ts+1)}$ 4. $G_r(s)=k_r+\beta s \qquad G(s)=\dfrac{k}{s(Ts+1)}$

5. $G_r(s)=k_r+\beta s \qquad G(s)=\dfrac{k}{(T_1s+1)(T_2s+1)}$ 6. $G_r(s)=k_r \qquad G(s)=\dfrac{k}{s^2(Ts+1)}$

Zadanie 11.2.
Dany jest zamknięty układ regulacji pokazany na schematach: 11.3a i 11.3b z zadanymi transmitancjami: regulatora $G_r(s)$ oraz obiektu *G(s)*. W zadaniu stabilizacji zakładamy dla uproszczenia, że wartość zadana jest równa zero.



Rys.11.3a. Zamknięty układ regulacji – zadanie nadążania



Rys.11.3b. Zamknięty układ regulacji – zadanie stabilizacji

Dla obu zadań sterowania (schematy z rysunków 11.3a oraz 11.3b) wyznaczyć analitycznie wartości wskaźnika jakości: $I_3 = \int_0^\infty e^2(t)dt$. korzystając z wzorów analitycznych podanych na wykładzie.

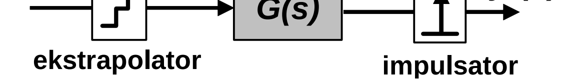
1. $G_r(s) = k_r + \frac{\alpha}{s}$ $\quad G(s) = \frac{k}{Ts+1}$ 2. $G_r(s) = \frac{\alpha}{s}$ $\quad G(s) = \frac{k}{Ts+1}$

3. $G_r(s) = k_r + \frac{\alpha}{s}$ $\quad G(s) = \frac{k}{s(Ts+1)}$ 4. $G_r(s) = k_r + \frac{\alpha}{s}$ $\quad G(s) = k$

5. $G_r(s) = k_r + \frac{\alpha}{s}$ $\quad G(s) = \frac{1}{Ts}$

Zajęcia 12:
Układy regulacji cyfrowej
UWAGA!
Zadania do tych zajęć należy przygotować w oparciu o literaturę, gdyż poniższych zagadnień nie było na wykładzie!

Zadanie 12.1.
Wyznaczyć na podstawie definicji transmitancję dyskretną „z" układu pokazanego na rysunku 12.1, dla zadanych transmitancji ciągłych *G(s)* i ekstrapolatora zerowego rzędu przy założeniu, że okres próbkowania jest równy T_p.

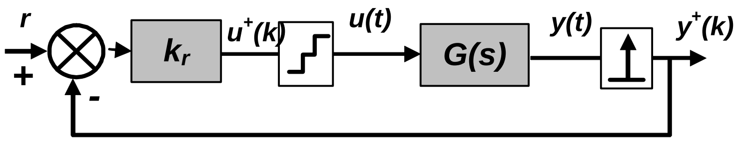


Rys.12.1. Obiekt ciągły z ekstrapolatorem i impulsatorem.

1. $G(s) = \frac{k}{Ts+1}$ 2. $G(s) = \frac{1}{T_i s}$ 3. $G(s) = \frac{k}{(T_1 s+1)(T_2 s+1)}$ 4. $G(s) = \frac{k}{s(Ts+1)}$

Zadanie 12.2

Zbadać stabilność zamkniętego układu regulacji cyfrowej złożonego z dyskretnego regulatora P (proporcjonalnego) oraz obiektu o transmitancji *G(s)*, pokazanego na rysunku 12.2 w funkcji wzmocnienia regulatora k_r oraz okresu próbkowania T_p.



Rys.12.2. Zamknięty układ regulacji cyfrowej.

1. $G(s)=\dfrac{2}{5s+1}$ 2. $G(s)=\dfrac{5}{2s+1}$ 3. $G(s)=\dfrac{1}{s(2s+1)}$ 4. $G(s)=\dfrac{5}{s(s+1)}$

5. $G(s)=\dfrac{1}{(s+1)(2s+1)}$ 6. $G(s)=\dfrac{5}{(s+1)(2s+1)}$