

1. Cel projektu.

Zasymulować odpowiedź skokową procesu $P(s)$. Na podstawie tej odpowiedzi skokowej, określić τ oraz T i wyznaczyć parametry modelu $M(s)$, którego rodzaj jest podany. Model ten będzie wykorzystany do zaprojektowania regulatora PID metodą OVR2. Badania kończą symulację odpowiedzi zamkniętego układu regulacji z procesem $P(s)$ i zaprojektowanym regulatorem.

2. Główne założenia projektu.

Transmitancja modelu, procesu i regulatora wykorzystana w badaniach.

Rzeczywisty regulator PID.

Transmitancja regulatora:

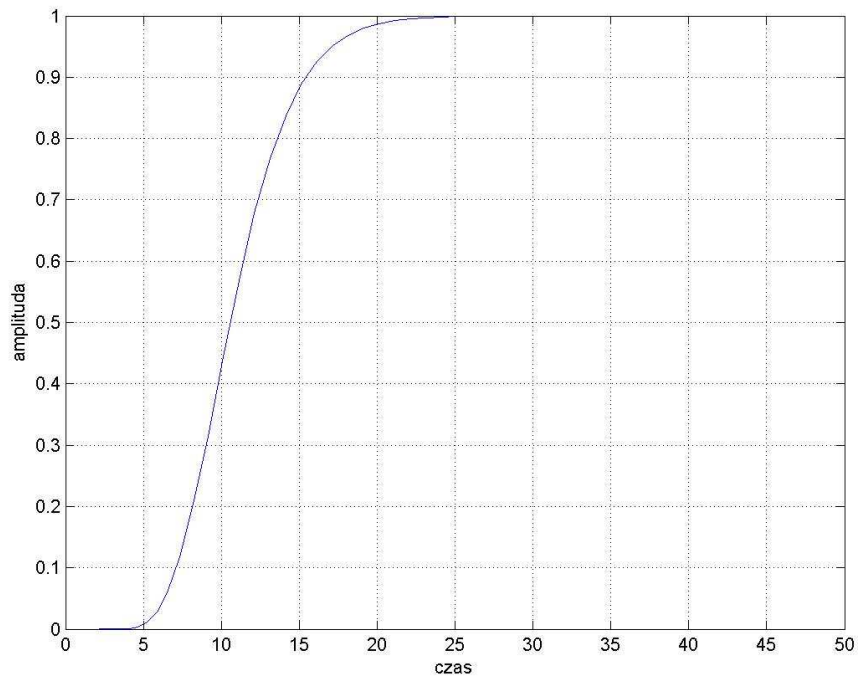
$$R(s) = \frac{K(1 + sTi)(1 + sTd)}{sTi}$$

Transmitancja modelu:

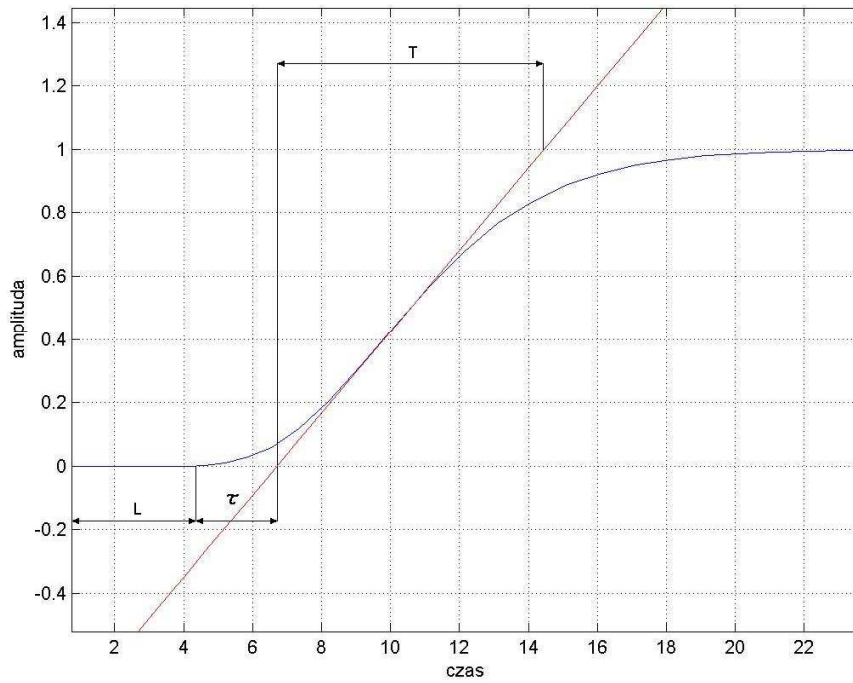
$$M(s) = \frac{e^{-s}}{1 + sT}$$

Transmitancja procesu:

$$P(s) = \frac{e^{-s}}{(1 + 2s)(1 + s)^7}$$



1. Odpowiedź skokowa procesu $P(s)$.



2. Graficzne przedstawienie wyznaczenia T oraz τ .

Prowadzę styczną do krzywej obrazującej nasz badany proces, by wyznaczyć : **T**- czas narastania oraz **τ**-opóźnienie

$$T=7.742$$

$$\tau = 3.953$$

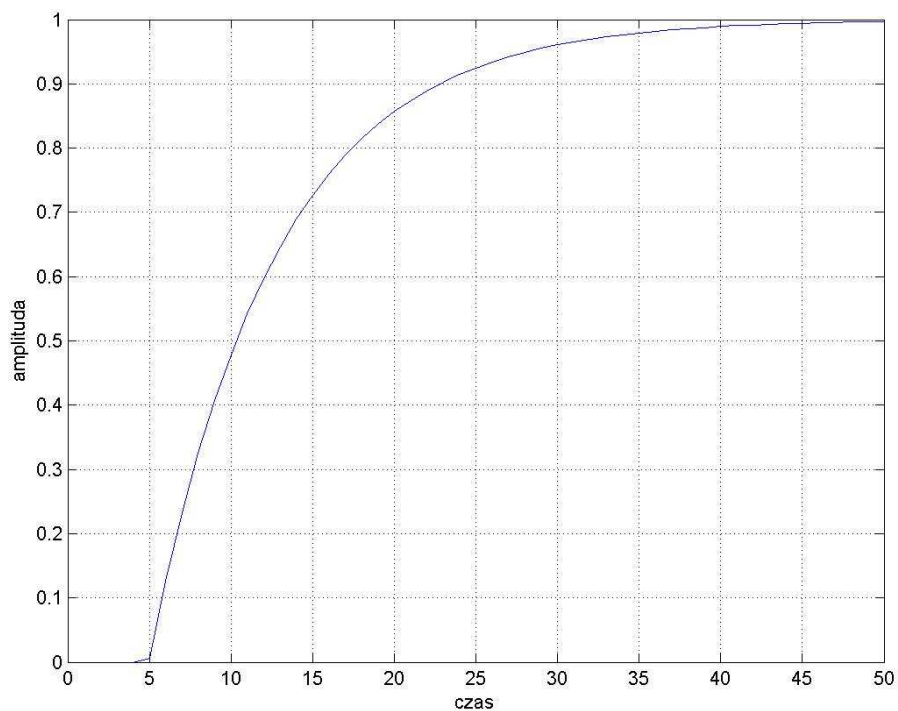
Obliczam stosunek:

$$\tau/T = 0.506$$

3. Odpowiedź skokowa modelu $M(s)$.

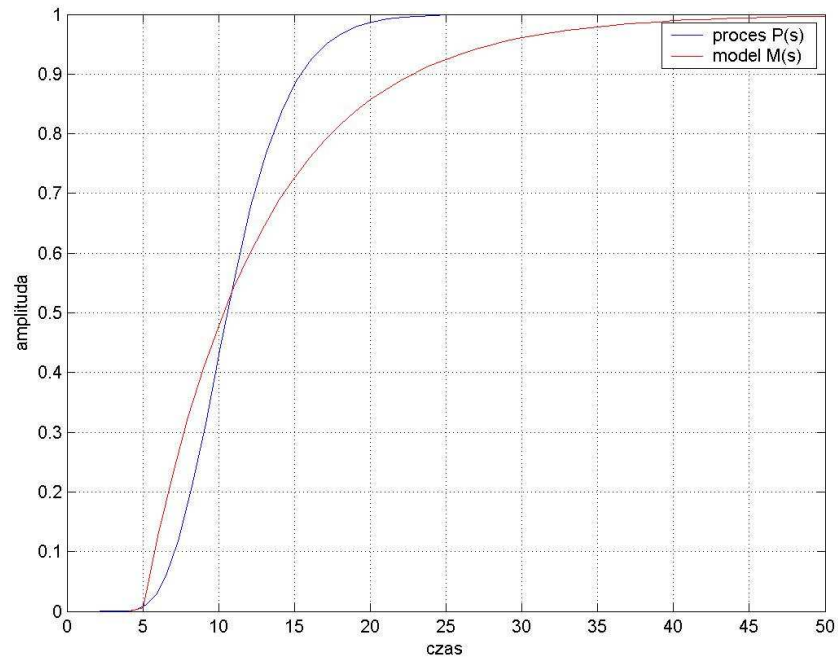
Mając wyznaczone parametry **τ** i **T** mogę wyznaczyć odpowiedź skokową modelu **M(s)**:

$$M(s) = \frac{e^{-3.953s}}{7.742s + 1}$$



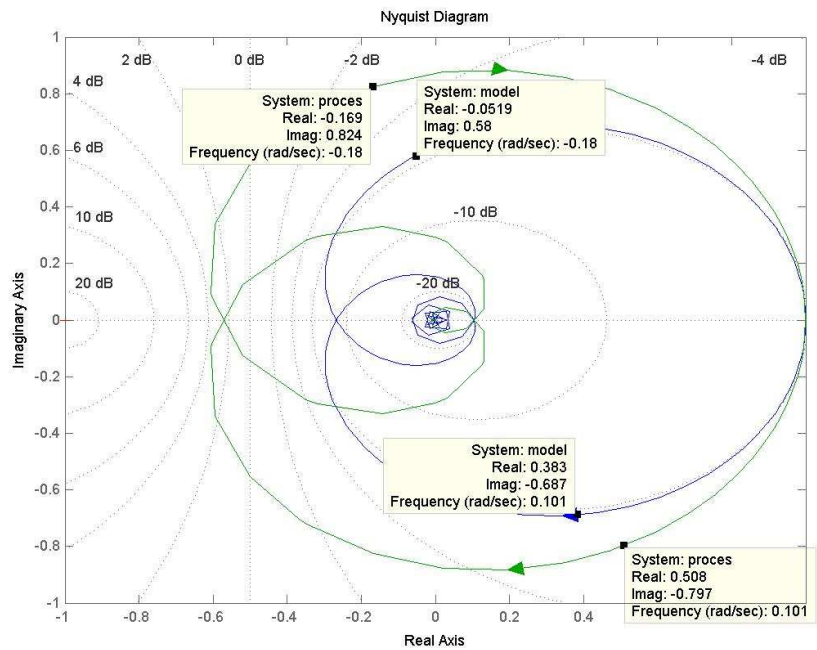
3. Odpowiedź skokowa modelu $M(s)$

4. Porównanie odpowiedzi skokowych procesu $P(s)$ oraz modelu $M(s)$.



4. Porównanie modelu $M(s)$ i procesu $P(s)$.

5. Charakterystyki Nyquista procesu $P(s)$ i modelu $M(s)$.



5. Charakterystyki Nyquista procesu $P(j\omega)$ i modelu $M(j\omega)$.

Obrazując charakterystyki częstotliwościowe nyquista mogłem zaobserwować, iż proces, jak i sam model są stabilne.

Zgodnie z założeniami wyznaczyłem punkty posiadające tę samą pulsację po jednym dla modelu oraz procesu. Porównałem obie charakterystyki i wywnioskowałem, iż istnieje przesunięcie fazowe na podstawie oscylacji.

6. Obliczenie wartości wzmocnienia K dla regulatora PID.

Współczynnik tłumienia β obliczam z poniższego wzoru:

$$\beta = \frac{\ln\left(\frac{1}{OVR}\right)}{\sqrt{\Pi^2 + \left(\ln\frac{1}{OVR}\right)^2}}, \quad \text{gdzie: } 0 < \beta < 1$$

Otrzymałem następujące współczynniki dla następujących przeregulowań:

- a. $\beta=0,690$ dla $OVR = 0,05$
- b. $\beta=0,591$ dla $OVR = 0,10$
- c. $\beta=0,456$ dla $OVR = 0,20$

Stałą całkowania T_i oraz stałą różniczkowania T_d wyznaczam z zależności:

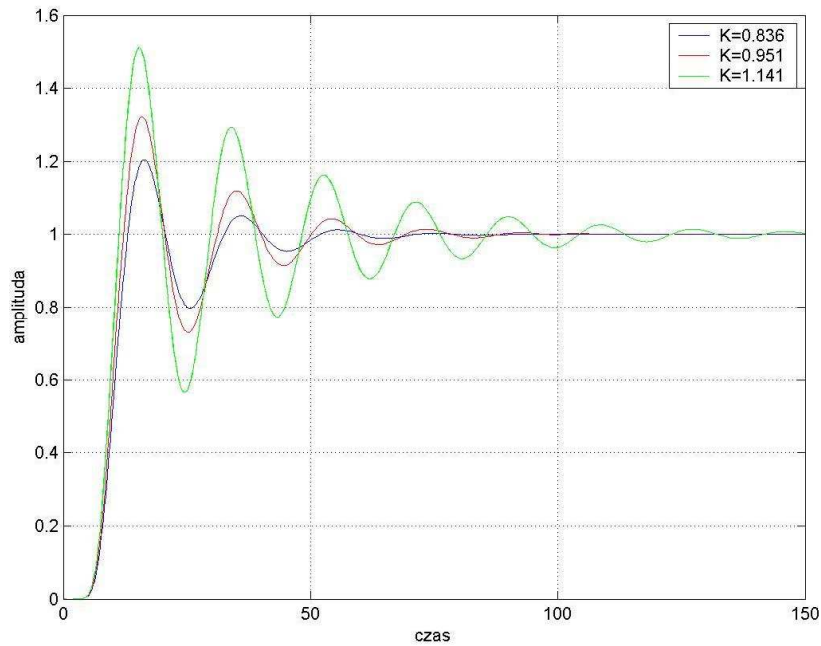
- $T_i = T = 7.742$
- $T_d = \tau/4 = 0.998$

Wzmocnienie K wyznaczam z poniższego wzoru (przybliżonego mi na wykładzie)

$$K \leq \frac{2T_i}{\tau(1-\beta^2)} (1 + \beta^2 - \beta\sqrt{3 + \beta^2})$$

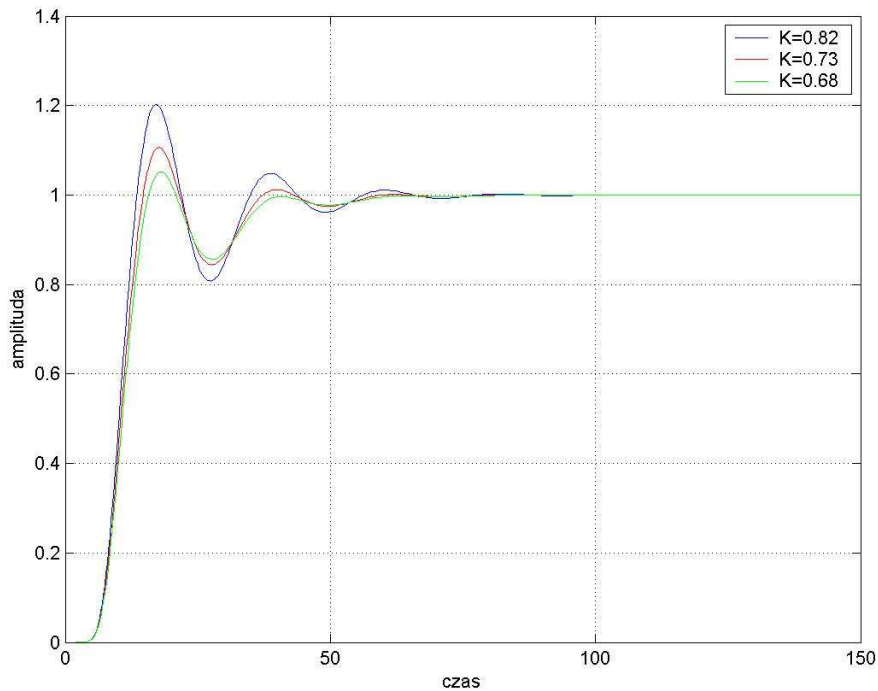
- a. Wzmocnienie $K_1 = 0.836$ dla $\beta=0,690$
- b. Wzmocnienie $K_2 = 0.951$ dla $\beta=0,591$
- c. Wzmocnienie $K_3 = 1.141$ dla $\beta=0,456$

7. Symulacja odpowiedzi skokowej układu automatycznej regulacji (UAR) z wykorzystaniem zaprojektowanego regulatora PID do sterowania procesem P(s).



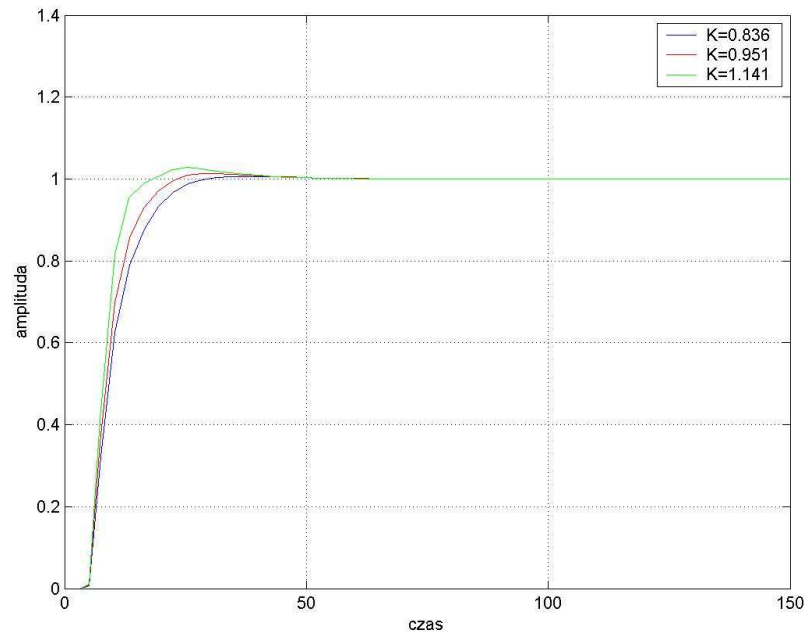
6. Układ automatycznej regulacji(UAR) z wykorzystaniem regulatora PID i procesu $P(s)$. dla K otrzymanych z obliczeń..

Zmniejszyłem wzmocnienie K , gdyż obliczone wzmocnienie nie pozwoliło na utrzymanie się w granicach założonego przeregulowania. Poniżej otrzymana charakterystyka dla przeregulowania 5, 10 oraz 20 procentowego. Wzmocnienie zmniejszałem doświadczalnie, obserwując następujące zmiany.



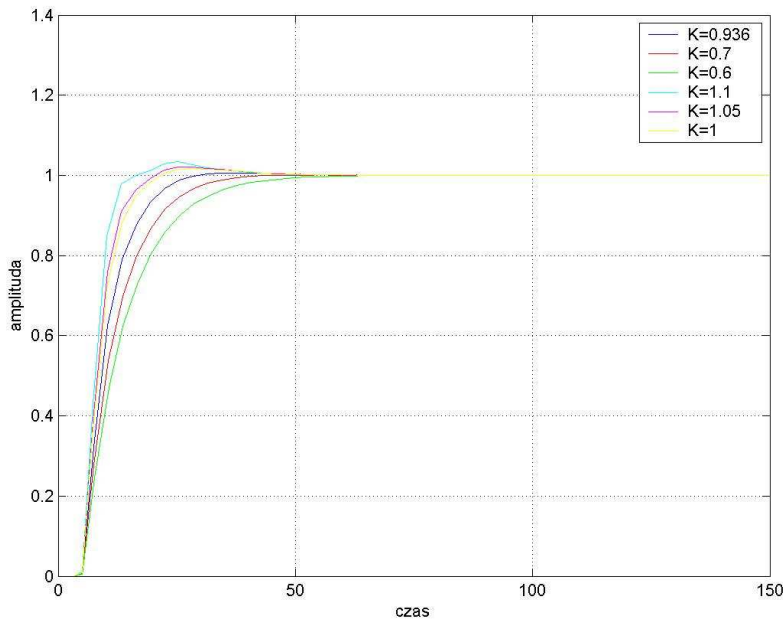
7. Układ automatycznej regulacji wraz z PID dla pomniejszonego doświadczalnie K .

8. Symulacja odpowiedzi skokowej układu automatycznej regulacji (UAR) z wykorzystaniem zaprojektowanego regulatora PID do sterowania modelem $M(s)$.



8. Układ automatycznej regulacji(UAR) z wykorzystaniem regulatora PID i modelu $M(s)$ dla K otrzymanych z obliczeń.

Podobnie jak dla procesu, tak i dla modelu zmieniałem wzmocnienie, by móc zaobserwować empirycznie wpływ wzmocnienia K na parametry obliczonego regulatora. Zmiana nie wniosła zbyt wiele do układu automatycznej regulacji z wykorzystaniem regulatora PID dla modelu. Obliczone wzmocnienie sprawdza się bardzo dobrze.



Układ automatycznej regulacji z wykorzystaniem regulatora PID i modelu $M(s)$. dla zmienionych wzmocnień doświadczalnie.

9. Wnioski z przeprowadzonych badań.

Podczas badań miałem zaprojektować regulator PID na podstawie procesu podanego w założeniach teoretycznych do zadania. W tym celu musiałem stworzyć model procesu, czyli na podstawie odpowiedzi skokowej procesu $P(s)$ wyznaczyć T oraz τ . Zrobiłem to wyznaczając styczną do krzywej odpowiedzi skokowej $P(s)$. Następnie mając model i proces, porównałem ich odpowiedzi skokowe, a następnie wyznaczyłem charakterystyki Nyquista i wyznaczyłem po dwa punkty posiadające te same ω i stwierdziłem przesunięcie fazowe między procesem i modelem. Kolejną rzeczą po wykonaniu powyższych czynności, wyznaczyłem β dla kolejnych założonych przeregulowań, a następnie wzmocnienia korzystając ze wzoru przedstawionego na zajęciach. Mając wszystkie parametry regulatora, zasymulowałem jego działanie wraz z procesem i regulatorem dla poszczególnych K . Najlepiej wyniki ćwiczenia ilustrują wykresy znajdujące się powyżej. Natomiast z moich dalszych obliczeń wynikły następujące wnioski:

Dla $T_i=7.742$ oraz $T_d=0.998$:

- Najlepsza regulacja procesu dla $K \approx 0.68$
- Najlepsza regulacja modelu dla $K \approx 0.936$