

Sprawozdanie - WEAlIB			
Podstawy automatyki 2			
Ćwiczenie 9: Dostrajanie reg PID			
Czwartek godz.	14:30	Data wykonania:	25.05.20
Imię i nazwisko:	Jan Rosa	Data zaliczenia:	
		Ocena:	

Wstęp

Dostrajanie regulatorów PID

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z praktycznymi, przemysłowymi metodami doboru nastaw regulatorów PID. Przed wykonaniem ćwiczenia proszę o uważne wysłuchanie wstępu teoretycznego. Podczas ćwiczenia wykorzystamy następujące metody doboru nastaw:

- metoda Zieglera – Nicholasa w wersji „klasycznej” i przekątnikowej (metoda Astroma-Hagglunda),
- metody oparte o parametry odpowiedzi skokowej obiektu,
- autotuning regulatora dostępny w środowisku SIMULINK.

Przebieg Ćwiczenia

„Klasyczna” metoda Zieglera - Nicholasa

Metoda ta pozwala na dobór nastaw regulatora bez konieczności wcześniejszej znajomości modelu obiektu. Wymaga ona jednak przeprowadzenia eksperymentu na rzeczywistym zamkniętym układzie regulacji, złożonym z regulatora (najczęściej PID) i obiektu. Przebieg „klasycznego” eksperymentu Zieglera – Nicholasa (1942r.) jest następujący:

- Ustawiamy regulator na działanie czysto proporcjonalne (poprzez ustawienie stałych różniczkowania i całkowania regulatora na zero),
- Zmieniając wzmocnienie regulatora k doprowadzamy układ do granicy stabilności. Można to rozpoznać przez powstanie oscylacji o stałej amplitudzie na wyjściu układu.
- Dla układu na granicy stabilności wyznaczamy: wzmocnienie krytyczne k_{kr} (jest to wzmocnienie regulatora k , dla którego układ jest na granicy stabilności) oraz okres oscylacji nietłumionych T_{osc} .
- Mając wyznaczone k_{kr} oraz T_{osc} wyznaczamy nastawy regulatora zgodnie z poniższymi wzorami:

regulator P: $k = 0.5 k_{kr}$,

regulator PI: $k = 0.45 k_{kr}$, $T_i = 0.85 T_{osc}$,

regulator PID: $k = 0.6 k_{kr}$, $T_i = 0.5 T_{osc}$, $T_d = 0.12 T_{osc}$.

(1)

```
P = 1; I = 0; D = 0;
```

```
figure;
hold on;
PIDtest();
P=2;
```

```
PIDtest();
P=3.35;
PIDtest();
legend(["kp = 1" "kp = 2" "kp = 3.4"])
hold off;
```

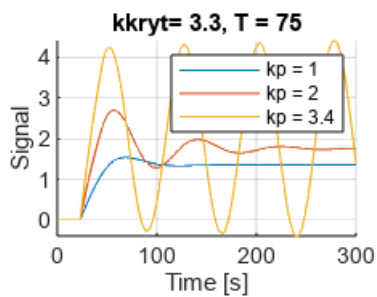
```
%[czas, y] = ginput(2)
T = 167.0221 - 90.884
```

```
T = 76.1381
```

```
kkryt = 3.3
```

```
kkryt = 3.3000
```

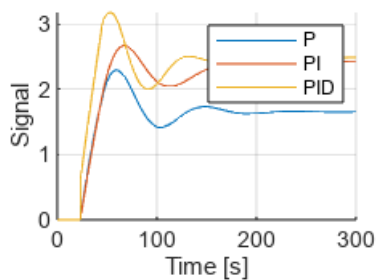
```
title("kkryt= 3.3, T = 75")
```



```
figure;
hold on;
P = 0.5 * kkryt
```

```
P = 1.6500
```

```
PIDtest();
P= 0.45 * kkryt; I = 1/(0.85*T);
PIDtest();
P= 0.6 * kkryt; I = 1/(0.5*T); D = 0.12*T;
PIDtest();
legend(["P" "PI" "PID"])
hold off;
```



Metoda Astroma-Hagglunda

Jest to metoda pozwalająca na dobór nastaw zgodnie z wzorami Z-N podanymi powyżej we wzorach (1), ale możliwa do zautomatyzowania, bezpieczniejsza i szybsza od wersji „klasycznej”. Jej idea polega na wykonaniu eksperymentu Z-N z użyciem przekaźnika II położeniowego (przypominamy sobie poprzednie ćwiczenie!). Bazujemy na spostrzeżeniu, że układ regulacji II położeniowej może być w przybliżeniu traktowany jako układ z regulatorem P znajdujący się na granicy stabilności. Wtedy, jeżeli:

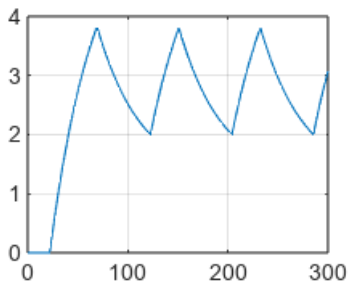
- amplituda sterowania z przekaźnika II położeniowego była równa u
- amplituda oscylacji wielkości regulowanej na wyjściu układu była równa A ,
- histereza regulatora była równa zero: $h=0$,

to wzmocnienie krytyczne obiektu jest równe:

$$k_{kryt} = \frac{4u}{\pi A} \quad (2)$$

W celu wyznaczenia nastaw tą metodą należy w układzie regulacji zastąpić regulator PID przez regulator II położeniowy o znanej amplitudzie sygnału sterującego u . Następnie po zbadaniu odpowiedzi skokowej układu należy zmierzyć amplitudę sygnału na wyjściu oraz okres oscylacji. Mając te parametry należy zastosować „klasyczne” wzory Zieglera-Nicholsa (1).

```
figure;  
out = sim("model.slx");  
plot(out.RScopeData1.time, out.RScopeData1.signals.values);  
grid on;
```



```
u = 4;  
A = 1.7;  
kkryt = 4*u/(pi * A)
```

```
kkryt = 2.9959
```

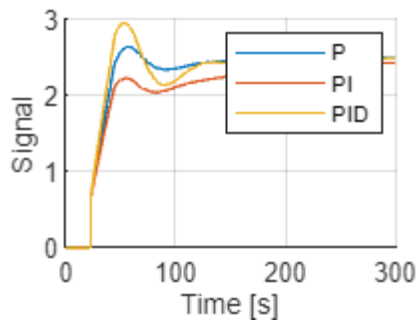
```
T = 80;
```

```
figure;  
hold on;  
P = 0.5 * kkryt
```

```
P = 1.4979
```

```
PIDtest();  
P= 0.45 * kkryt; I = 1/(0.85*T);  
PIDtest();
```

```
P= 0.6 * kkryt; I = 1/(0.5*T); D = 0.12*T;
PIDtest();
legend(["P" "PI" "PID"])
hold off;
```

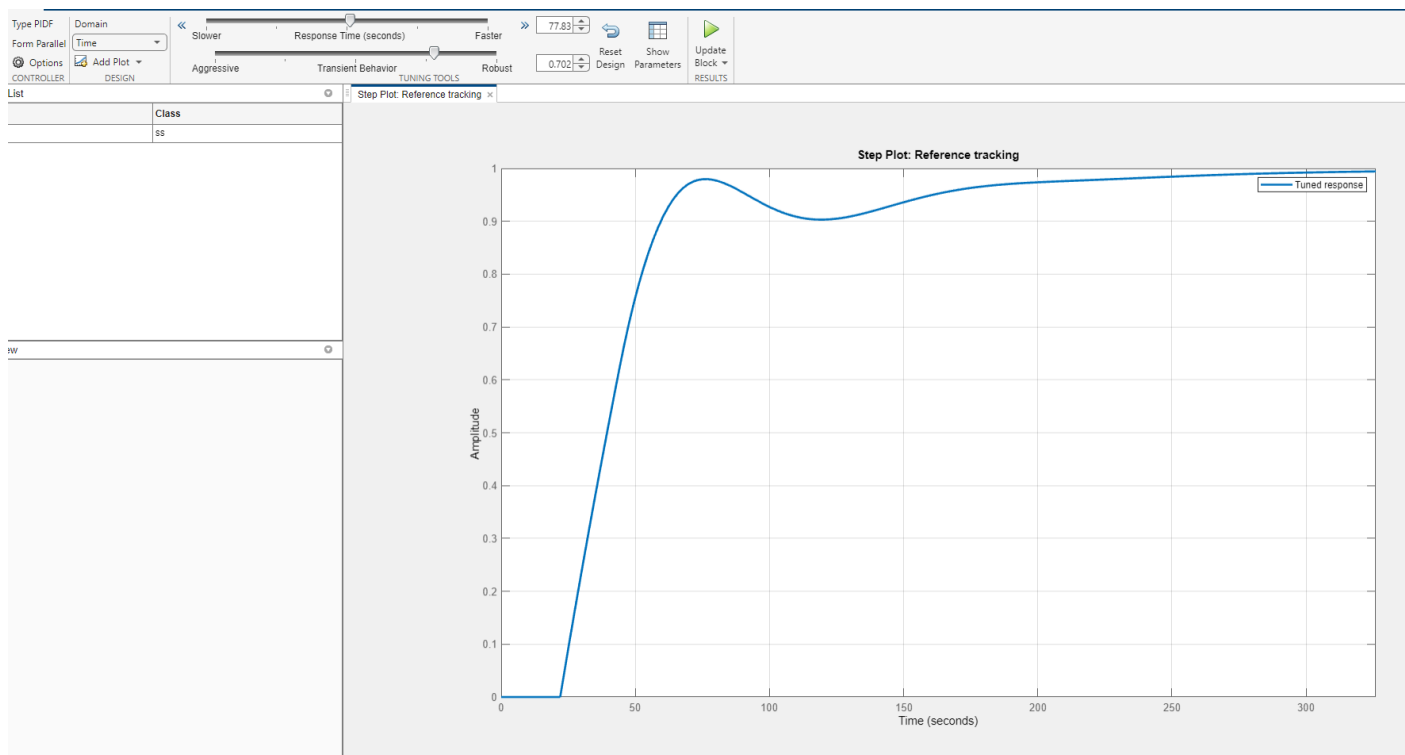


Dostrajanie regulatora PID na podstawie parametrów transmitancji zastępczej

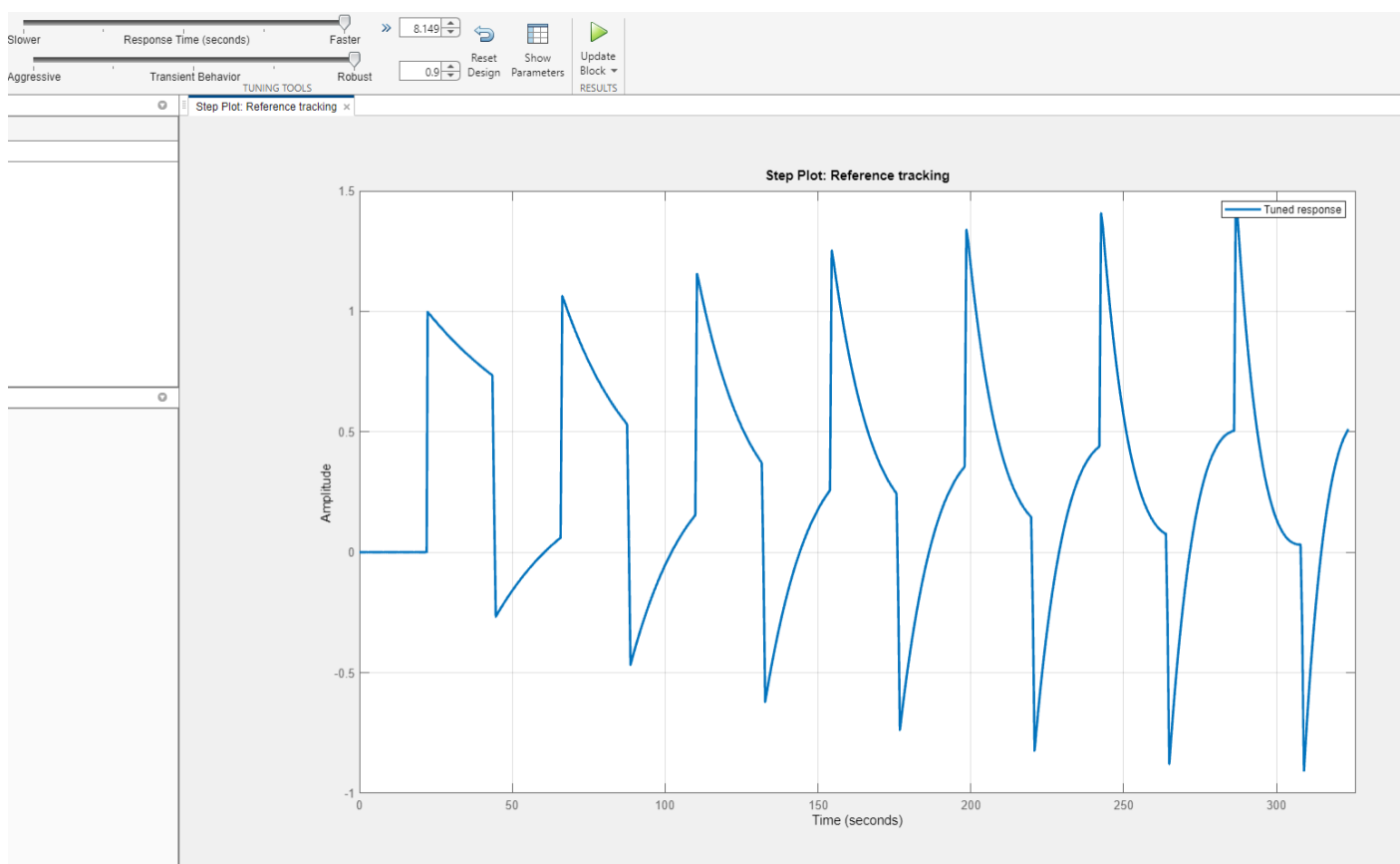
```
k = 1.18 Tob = 45; tau = 22;
kkryt = 0.95/(T/tau)
I = 1/(2.4*tau)
D = 0.5 * tau
figure
PIDtest()
```

Użycie funkcji „Autotune” dostępnej w środowisku SIMULINK

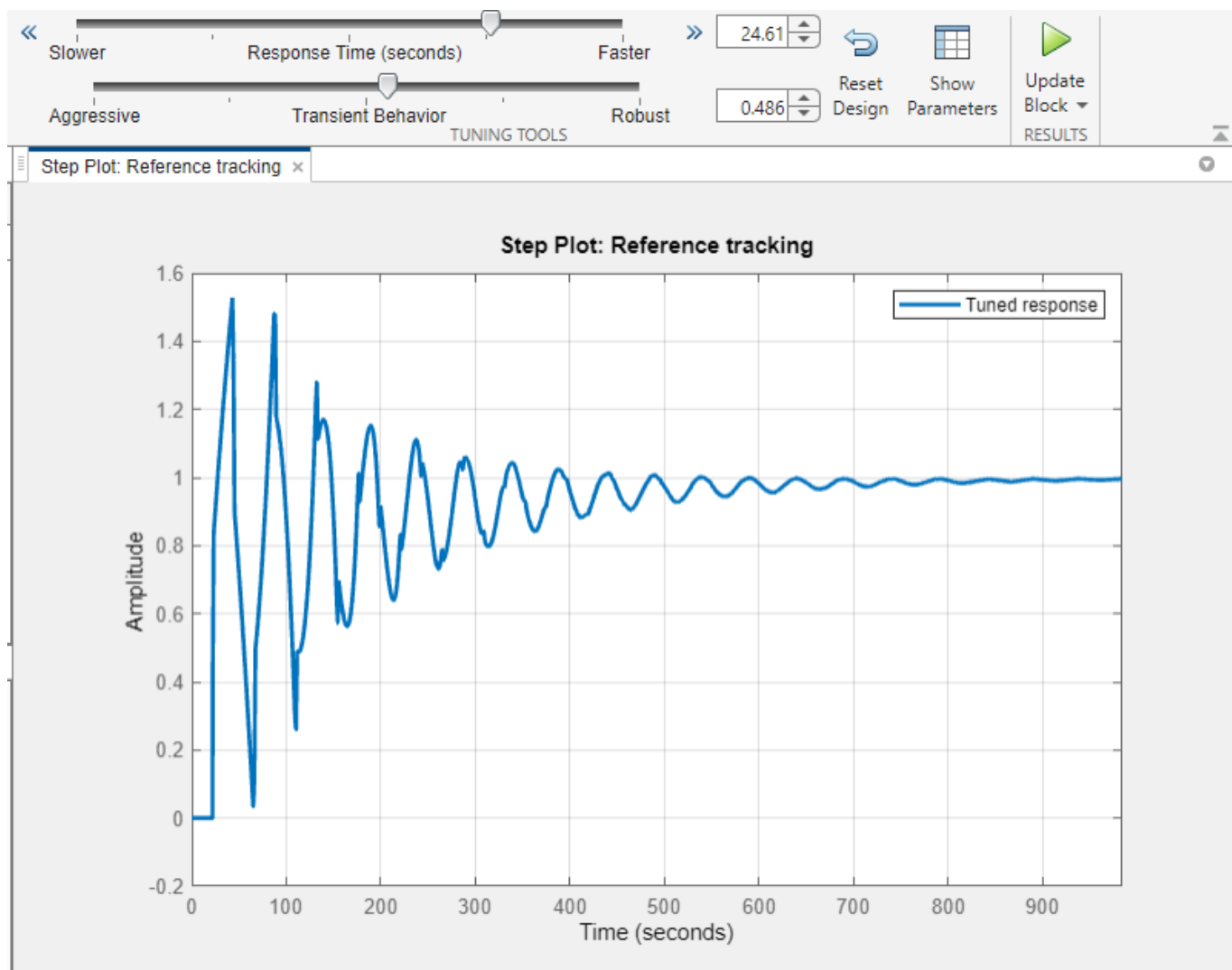
Dobrze wyglądające sterowanie



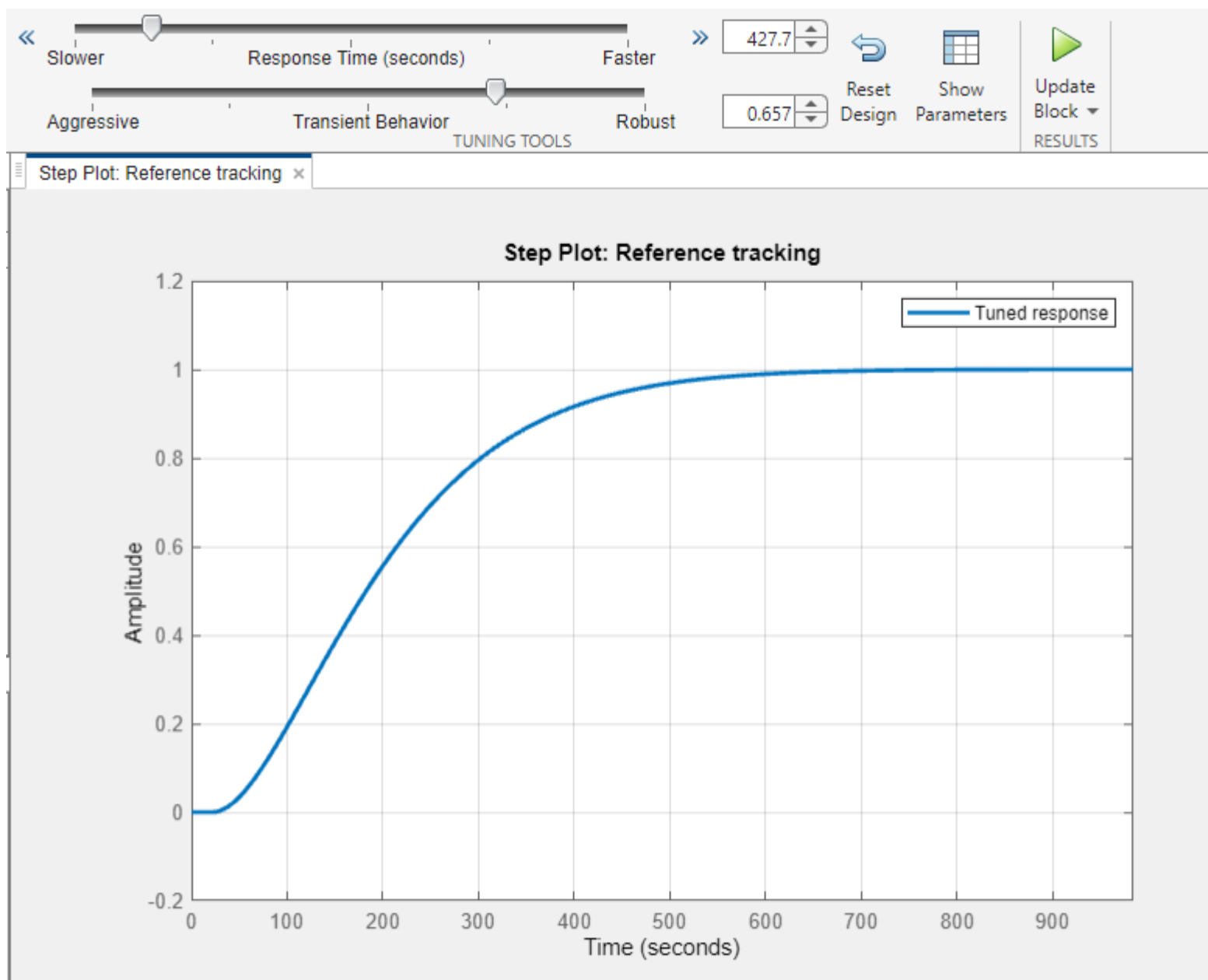
Najprawdopodobniej błędy symulacji



Ogromne przesterowania



Wolne Sterowanie bez przesterowań i żadnego ślau oscylacji



```

function [] = PIDtest()
    pidsim = sim("model.slx");
    plot(pidsim.PIDScopeData.time, pidsim.PIDScopeData.signals.values)
    xlabel("Time [s]")
    ylabel("Signal")
    grid on;
end
  
```

Wnioski

Wnioski z ćwiczenia dotyczące dostrajania regulatorów PID są następujące:

1. Metoda Zieglera-Nicholsa (klasyczna i metoda Astroma-Hagglunda) oraz metody oparte na parametrach odpowiedzi skokowej obiektu są skutecznymi technikami doboru nastaw regulatorów PID.

2. Metoda Zieglera-Nicholsa "klasyczna" wymaga przeprowadzenia eksperymentu na rzeczywistym zamkniętym układzie regulacji. Identyfikuje się granicę stabilności i wyznacza wzmocnienie krytyczne oraz okres oscylacji. Następnie na podstawie tych parametrów dobiera się nastawy regulatora PID.
3. Metoda Astroma-Hagglunda opiera się na wykorzystaniu przełącznika II położeniowego do identyfikacji wzmocnienia krytycznego obiektu. Następnie nastawy regulatora PID są wyznaczane zgodnie z wzorami Zieglera-Nicholsa.
4. Metody oparte na parametrach odpowiedzi skokowej obiektu zakładają modelowanie obiektu regulacji jako transmitancję zastępczą z opóźnieniem. Nastawy regulatora PID są wyliczane na podstawie założonych wskaźników jakości, takich jak przeregulowanie czy czas regulacji.
5. Wykorzystanie funkcji "Autotune" dostępnej w środowisku SIMULINK zapewnia automatyczne dostrajanie nastaw regulatora PID na podstawie eksperymentów z różnymi parametrami odpowiedzi skokowej.
6. Porównując wyniki zastosowania różnych metod doboru nastaw regulatora PID, można zauważyć różnice w nakładzie pracy i efektywności dostrajania. Metoda Astroma-Hagglunda jest bardziej zautomatyzowana i szybsza w porównaniu do metody klasycznej Zieglera-Nicholsa, ale wyniki mogą się nieznacznie różnić.
7. Dobór odpowiednich nastaw regulatora PID ma kluczowe znaczenie dla osiągnięcia stabilnej i precyzyjnej regulacji obiektu. Poprawne dostrojenie pozwala zminimalizować przeregulowanie, czas regulacji i inne wskaźniki jakości, zapewniając optymalną wydajność układu regulacji.

Wniosek ogólny jest taki, że dobór odpowiednich nastaw regulatora PID jest istotnym etapem projektowania systemów regulacji. Wybór metody doboru zależy od dostępnych informacji o obiekcie regulacji i preferencji projektanta.