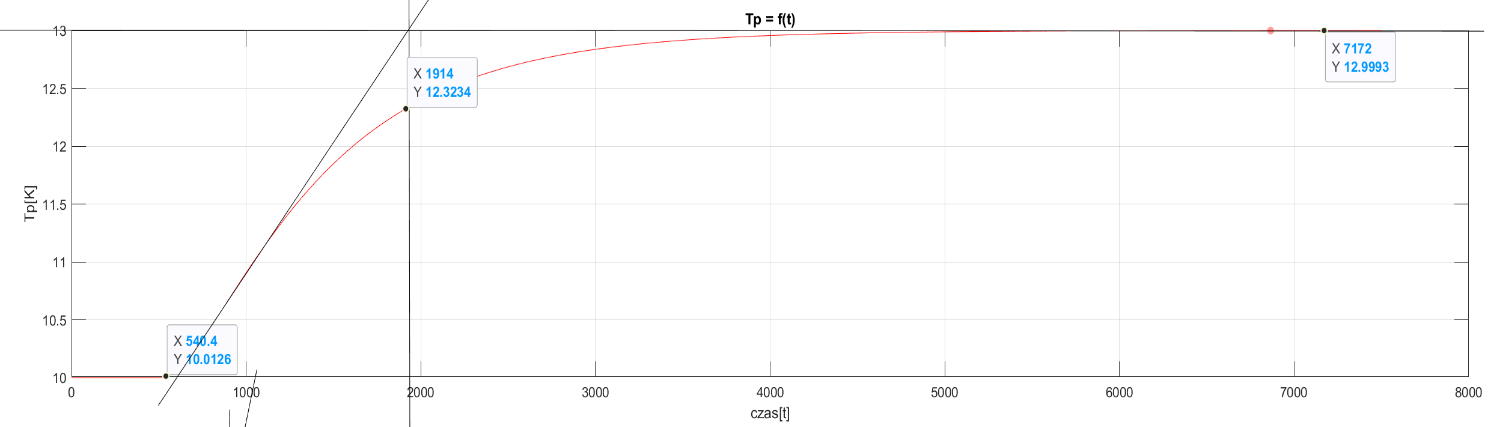
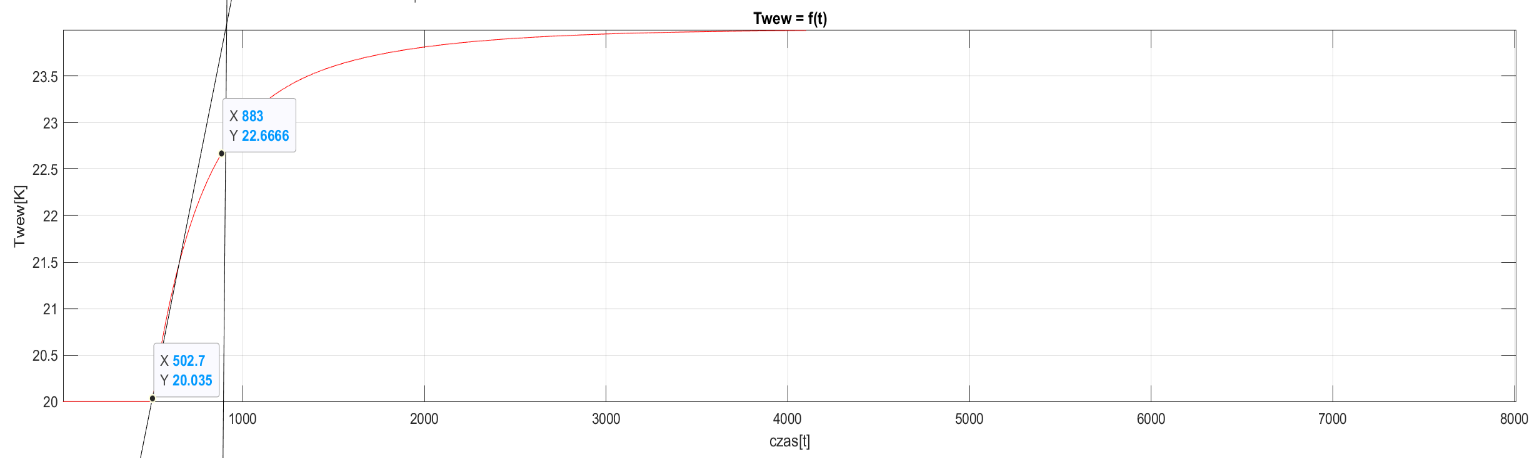
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Autor Sprawozdania | **Projektowanie układy Sterowania**  **Semestr letni 2022/23** | **Termin:**  *Środa Godz. 18:55*  *Grupa:* ***Y02-44c*** |
| **Hubert Kowalczyk 259550** | Sprawozdanie 2 | Sprawozdanie z terminów 5,6,7,8,9,10 |
| Prowadzący: | Data oddania sprawozdania:  ***27.05.2023*** |
| Mgr inż. Marta Lampasiak | Ocena: |

**1) Wyniki identyfikacji**

**1.1) Metoda stycznej**

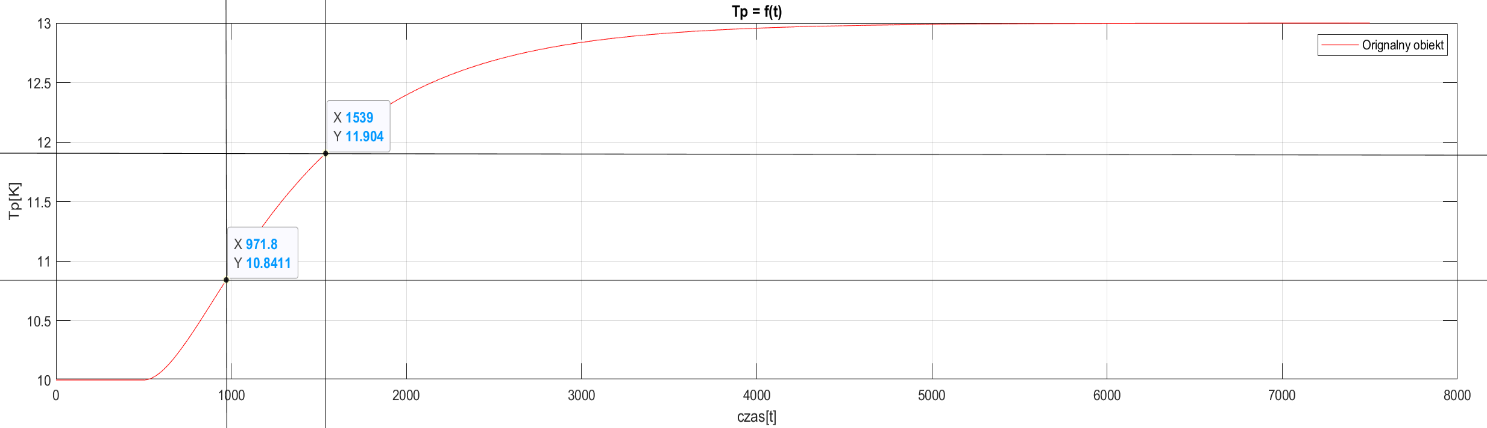
****

Wykres Wykres Przedstawiający wykonanie identyfikacji za pomocą metody stycznej Tp

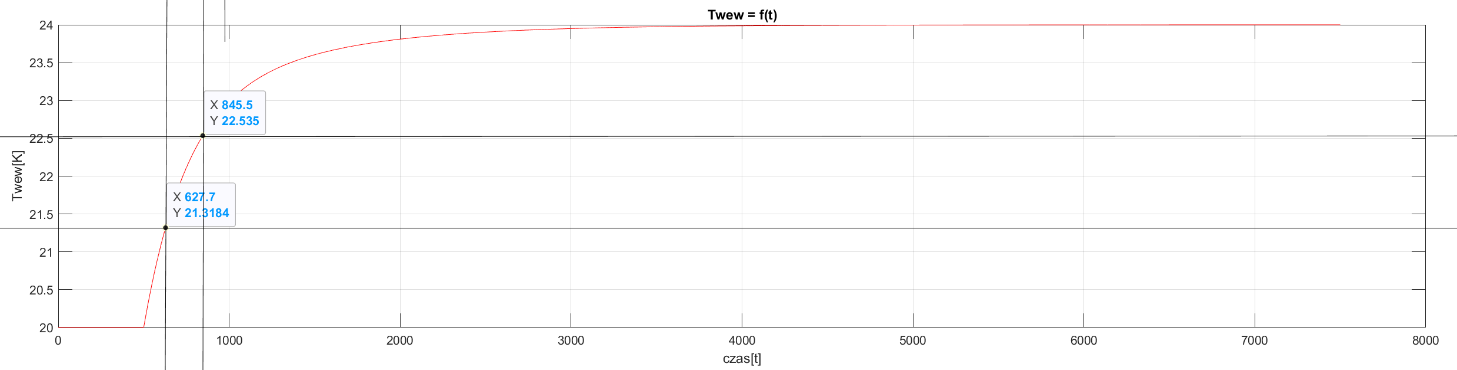
****

Wykres Wykres Przedstawiający wykonanie identyfikacji za pomocą metody stycznej Twew

**1.2) Metoda dwupunktowa**

****

Wykres Wykres Przedstawiający wykonanie identyfikacji za pomocą metody dwupunktowej Tp



Wykres Wykres Przedstawiający wykonanie identyfikacji za pomocą metody dwupunktowej Twew

**1.3) Parametry modelu FOTD**

Tabela Parametry motelu FOTD uzyskane za pomocą metody stycznej

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Metoda stycznej | | | | | |
|  | Δk | Δu | k | to | t |
| Tp | 3,000 | 1000,000 | 0,003 | 540,400 | 1373,600 |
| Twew | 4,000 | 1000,000 | 0,004 | 502,700 | 380,300 |

Tabela Parametry motelu FOTD uzyskane za pomocą metody dwupunktowej

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Metoda dwupunktowa | | | | | | | | | |
|  | Δx | Δu | k | 0.283\*Δx | 0,632\*Δx | to | t | T0/T |
| Tp | 3,000 | 1000,000 | 0,003 | 10,850 | 11,132 | 689,000 | 850,800 | 0,447 |
| Twew | 4,000 | 1000,000 | 0,004 | 11,896 | 12,528 | 326,700 | 850,800 | 0,616 |

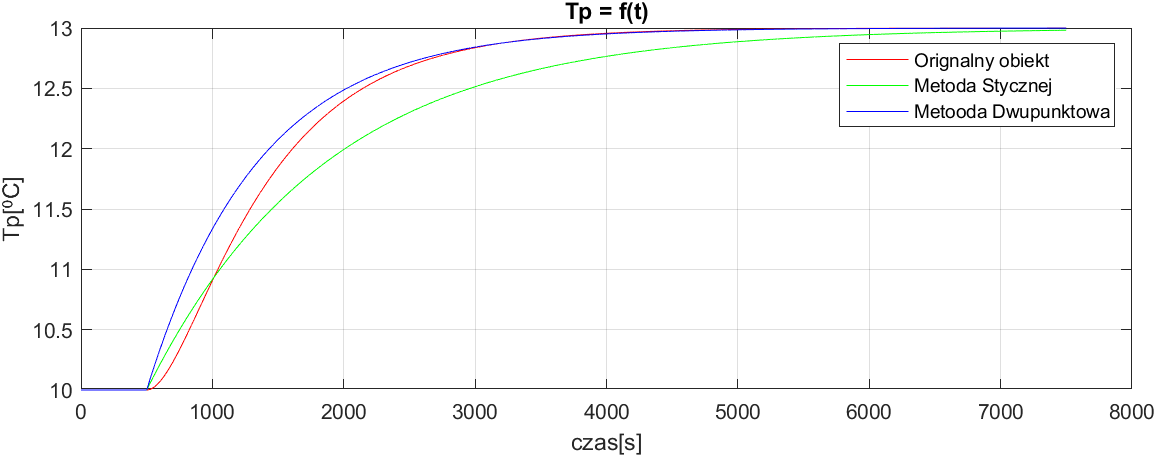
**1.4) Wartości transmitancji w zależności od metody**

Od parametru T0 odjęto czas pojawienia się skoku

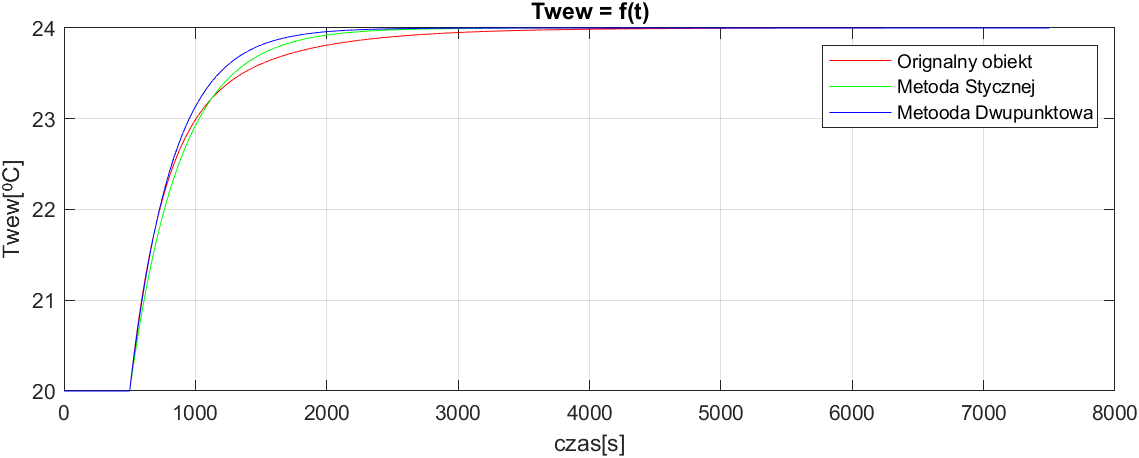
Tabela Wartości tranmitancji w zależności od metody

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Metoda Stycznej | Metoda dwupunkotwa |
| Tp |  |  |
| Twew |  |  |

**2) Weryfikacja**

****

Wykres wykres Tp = f(t) porówania metod identyfikacji z rzeczywistym obiektem



Wykres wykres Twew = f(t) porówania metod identyfikacji z rzeczywistym obiektem

* Na podstawie wykresów 5 i 6 stwierdzono, że metoda dwupunktowa w bardziej poprawny sposób odzwierciedla reakcje na skok oryginalnego obiektu. Widoczne jest to w szczególności na wykresie 5 gdzie wyjście metody dwupunktowej odbiega w mniejszym stopniu od metody stycznej. Na wykresie 6 ten sam efekt nie jest aż, tak widoczny jednak po wystąpieniu skoku wyjście metody dwupunktowej pokrywa się bardziej z oryginalnym obiektem.

W dalszej części sprawozdania

**3) Wprowadzenie układu regulacji – na modelu (URM) i na obiekcie (URO) – schemat**

Obraz zawierający linia, diagram, Wykres, zrzut ekranu

Opis wygenerowany automatycznie

Wykres Przykładowy Rysunek Scope TpModel = f(t)

Obraz zawierający diagram, Rysunek techniczny, Plan, tekst

Opis wygenerowany automatycznie

Rys Schemat wprowadzenia układu regulacji

Obraz zawierający diagram, Rysunek techniczny, Plan, linia

Opis wygenerowany automatycznie

Rys Wnętrze subsystemu Obiektu Wprowadzenia układu regulacji

Obraz zawierający diagram, linia, Rysunek techniczny, szkic

Opis wygenerowany automatycznie

Rys Wnętrze subsystemu regulatora PID Wprowadzenia układu regulacji

**4) Nastawy obliczone metodą Zieglera-Nicholsa**

Tabela Obliczone nastawy za pomocą metody Zieglera-Nicholsa oraz parametry potrzebne do ich obliczenia

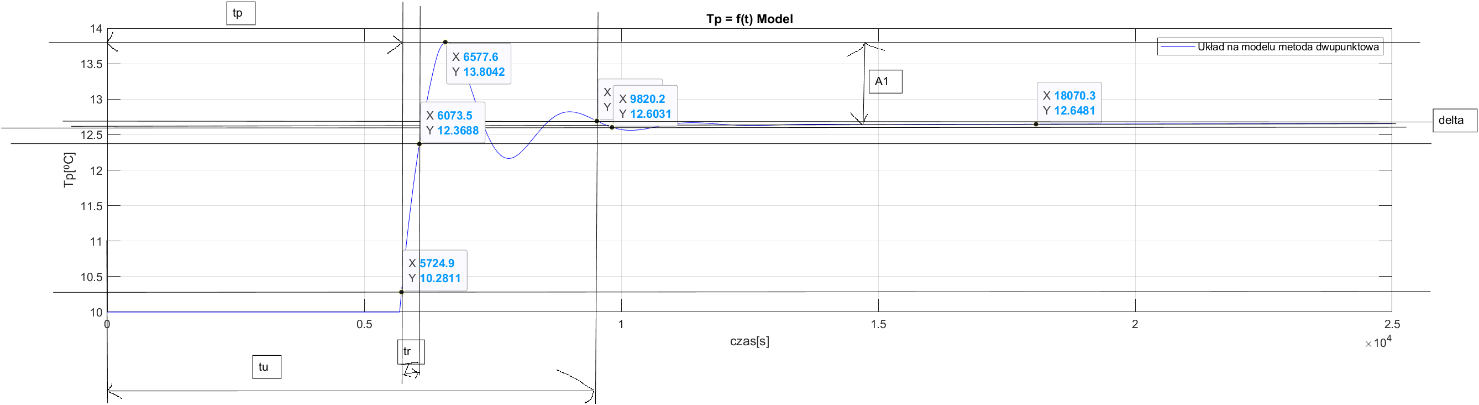
|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | T0 | T | K | Kp | Ti | Ki |
| Metoda Stycznej | 540,4000 | 1374,0000 | 0,0030 | 763.3333 | 1,798E+03 | 5,5561E-04 |
| Metoda Dwupunktowa | 689,0000 | 850,0000 | 0,0030 | 369,5652 | 2,298E+03 | 4,3522E-04 |

**5) Porównanie URM i URO**

Obraz zawierający linia, diagram, Wykres, zrzut ekranu

Opis wygenerowany automatycznie

Wykres Odczytane wskazniki jakości Tp obiekt



Wykres Odczytane wskaźniki jakości model metoda dwupunkotwa

Obraz zawierający tekst, linia, zrzut ekranu, Wykres

Opis wygenerowany automatycznie

Wykres URM i URO porównanie na jednym wykresie

Obraz zawierający tekst, linia, Wykres, diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Wykres Porównanie wielkości sterującej na jednym wykresie URO i URM

Tabela 5 Tabela wartości odczytanych wskazników jakości w zależności

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t\_skok = 5000 |  | | | | | |
| t\_simulation = 25000 | A1 | tr | tp | tu | Mp | Iise |
| Obiekt | 0,21 | 1860 | 8128,6 | 9400 | 7,777 | 1,27E+05 |
| Model Dwupunktowa | 1,1561 | 348,6 | 6577,6 | 9526,2 | 43,6264 | 1,26E+05 |

* Czas regulacji, czas pierwszego przeregulowanie są znacznie wyższe w przypadku regulacji obiektu.
* Przeregulowanie jest znaczne wyższe w przypadku regulowanie modelu opartego na metodzie dwupunktowej.
* Wartości wskaźnika całki kwadratowej mają bardzo podobną wielkość.
* Na powyższych wykresach (10,11) widoczne jest to, że regulator lepiej działa na obiekcie. Może być to spowodowane pewną aproksymacją modelu uzyskanego za pomocą metody dwupunktowej.

**6) Ocena jakości URO**

Obraz zawierający tekst, linia, Wykres, diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Wykres Skok SP wykres PV

Obraz zawierający tekst, linia, Wykres, diagram

Opis wygenerowany automatycznie

Wykres Skok SP wykres uchybu

**7) Porównanie różnych metod doboru nastaw – badania na URM i URO**

Obraz zawierający tekst, linia, zrzut ekranu, Wykres

Opis wygenerowany automatycznie

Wykres Porównanie Q0 na obiekcie i modelu z wykorzystaniem nastaw z PIDTUNER i bez

Obraz zawierający tekst, linia, zrzut ekranu, Wykres

Opis wygenerowany automatycznie

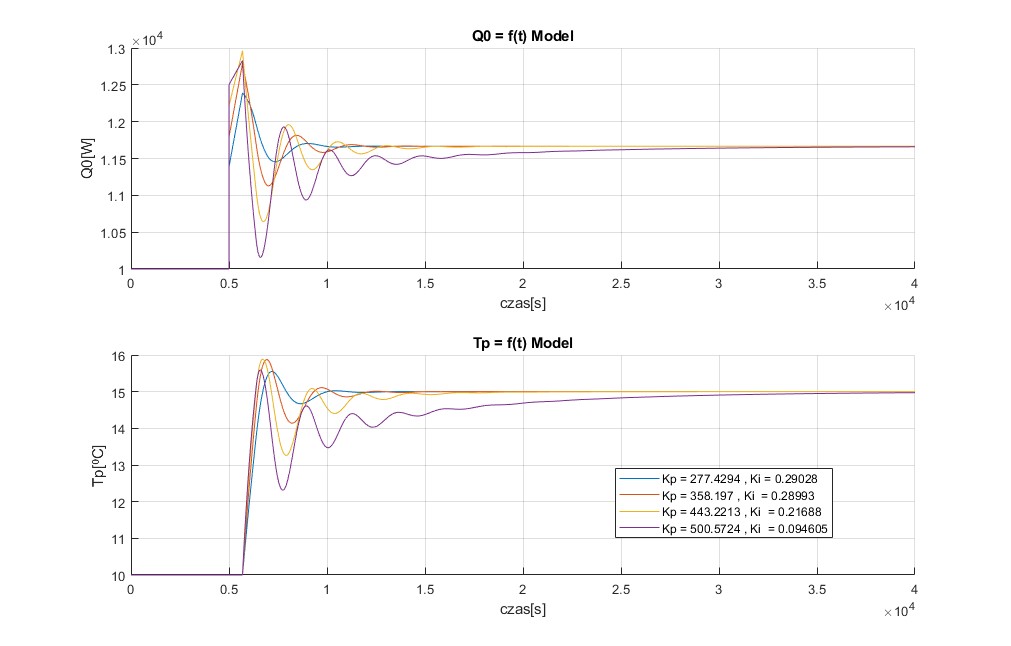
Wykres Porównanie Tp na obiekcie i modelu z wykorzystaniem nastaw z PIDTUNER i bez

Tabela Nastawy, Wskaźniki jakości, zapasy dla obliczonego regulatora oraz PID TUNERA

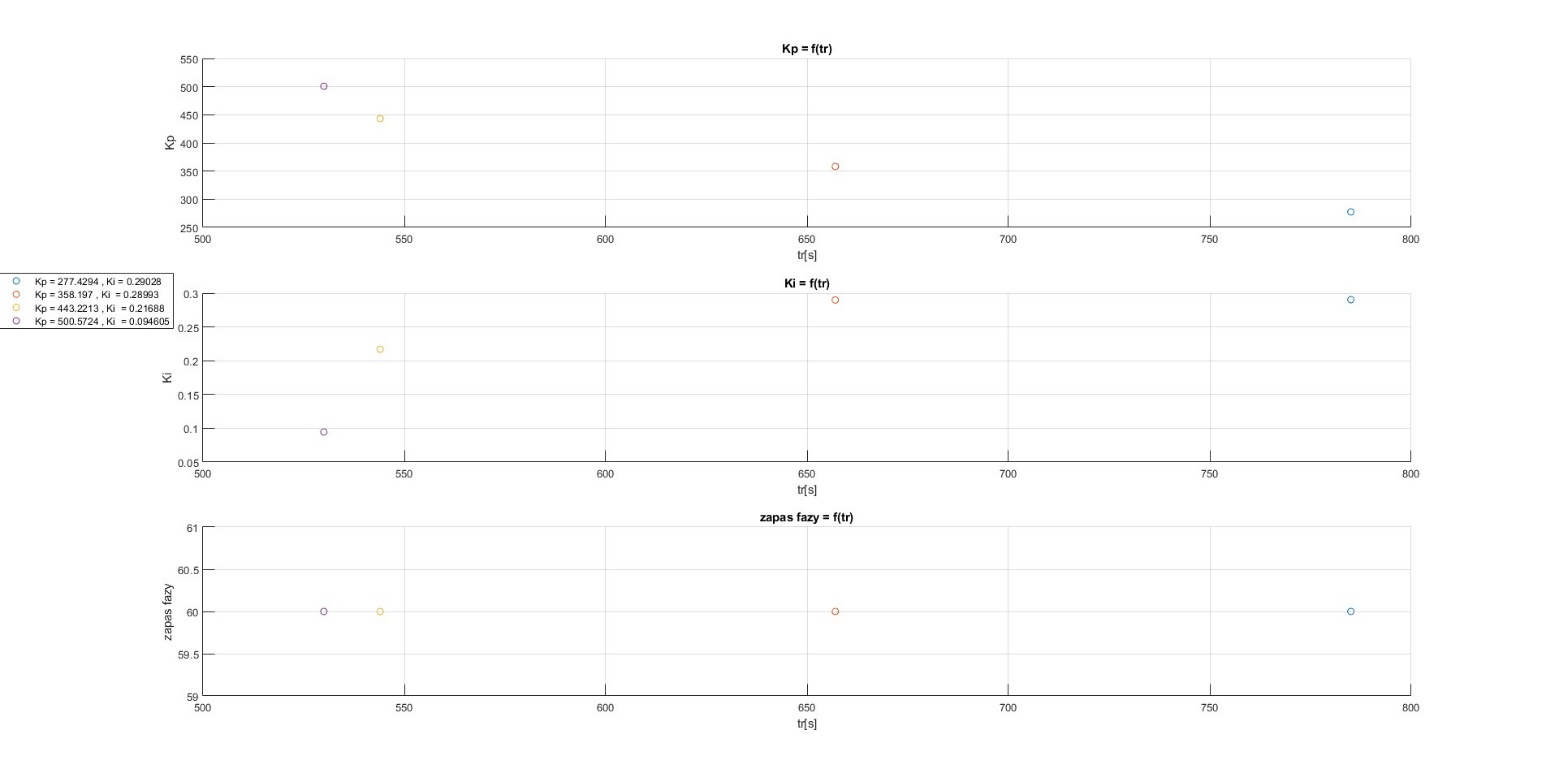
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Ziegler-Nichols | | PID TUNER | |
| Nastawy | Kp | 369,5652 | Kp | 544,8728 |
| Ki | 4,3522E-04 | Ki | 0,42897 |
| Wskaźniki jakości | tr | 1860 | tr | 1,27E+03 |
| tu | 9400 | tu | 4,33E+03 |
| Mp | 7,777 | Mp | 9,33 |
| A1 | 0,21 | A1 | 1,09 |
| Iise | 1,27E+05 | Iise | 1,78E+05 |
| Zapasy | ∆φ | 94,1 | ∆φ | 60 |
| ∆λ | 23,8 | ∆λ | inf |

* Na wykresie 15 widoczny jest brak stanu ustalnego dla obiektu z pid tunera oznacza to błąd. Natomiast dla modelu nie zachodzi takie zjawisko i wszystko wygląda prawidłowo.
* Nastawy pochodzące od PIDTUNERA mają inną wartość a wskaźniki jakości takie jak czas narastanie oraz regulacji mają lepszą wartość gdyż są krótsze.
* Przeregulowanie oraz amplituda lepsze są dla obliczonych nastaw.
* Natomiast zapasy mają lepszą wartość dla nastaw pochodzących z PIDTUNERA.
* Wartości końcowe dla nastaw z PIDTUNERA różnią się o pewną wartość od nastaw uzyskanych za pomocą metody dwupunktowej.

**8) Związek pomiędzy stabilnością i jakością regulacji**

****

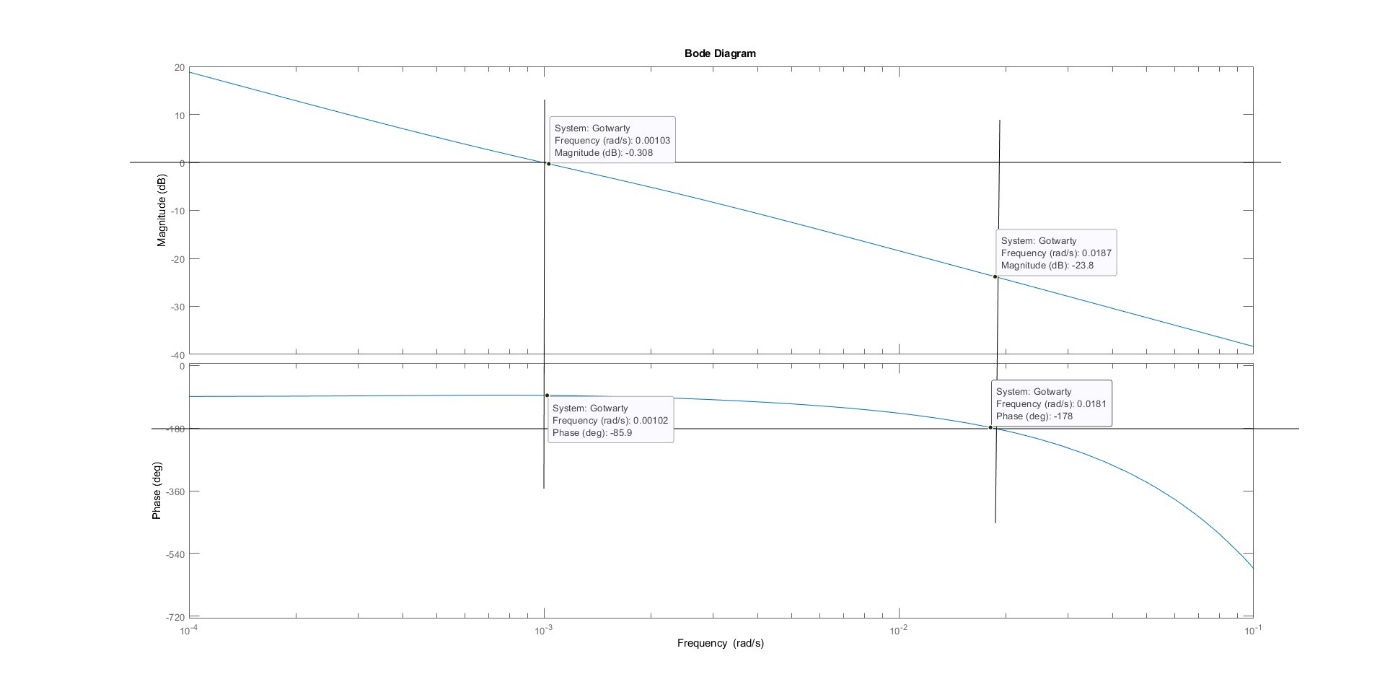
Rys Wykresy PV w zależności od nastaw PID TUNERA



Rys Wykresy zależności między nastawami a czasami narastania oraz między zapasem fazy a czasem narastania

* Na pierwszych dwóch wykresach na rysunku 5 widoczna jest to że im wyższa wartość nastawy Kp tym mniejszy czas regulacji badanego obiektu.
* Wraz ze wzrostem nastawy Ki można zauważyć że wraz ze zwiększeniem jej wartości wzrasta też czas regulacji obiektu.
* Nie stwierdzono zależności pomiędzy zapasem fazy a czasem regulacji gdyż zapas fazy ma cały czas tą samą niezmienną wartość

**9) Dodatek**

****

**Kod programu**

close all;

clear;

a = 0.25;

TzewN = -20;

TwewN = 20;

TpN = 10;

qgN = 10000;

Tzad = TpN;

a\_p = 5;

b\_p = 5;

c\_p = 5;

Vw = a\_p \* b\_p \* c\_p;

Vp = 0.6\*Vw;

cp = 1000;

rop = 1.2;

Kcw = qgN/(TwewN \* (1 + a) - TzewN - a \* TpN);

Kcp = (qgN\*a\*(TwewN-TpN))/((TwewN \* (1 + a) - TzewN - a\*TpN) \* (TpN - TzewN));

Kcwp = a\*Kcw;

Cvw = cp \* rop \* Vw;

Cvp = cp \* rop \* Vp;

zmianaTzew = 0;

procent\_zmiany\_qg = 1;

qg0 = qgN;

Tzew0 = TzewN;

dqg = 0.1\*qgN;

Twew0 = (qg0\*(Kcwp + Kcp) + Tzew0\*(Kcw\*Kcwp + Kcw \* Kcp + Kcwp \* Kcp))/(Kcw\*(Kcwp + Kcp) + Kcwp \* Kcp);

Tp0 = ((Kcw + Kcwp)\*Kcp\*Tzew0 + Kcwp\*(qg0 + Kcw\*Tzew0))/(Kcw\*(Kcwp + Kcp) + Kcwp\*Kcp);

qg0 =Twew0\*(Kcw+Kcwp)-Tp0\*Kcwp-Kcw\*((Tp0\*(Kcp+Kcwp)-Twew0\*Kcwp)/Kcp);

M = [(Cvw\*Cvp) (Kcwp\*Cvp + Kcp\*Cvw + Kcw\*Cvp + Kcwp\*Cvp) (Kcw\*Kcwp + Kcw\*Kcp + Kcp\*Kcwp)];

L11 = [ Cvp (Kcwp + Kcp)];

L21 = Kcwp;

L12 = [ (Cvp\*Kcw) (Kcw\*Kcwp + Kcp\*Kcw + Kcwp\*Kcp)];

L22 = [ (Cvw\*Kcp) (Kcw\*Kcp + Kcp\*Kcwp + Kcwp\*Kcw)];

t\_simulation = 40000;

t0 = 5000;

dgq = 0;

%dgq = 0;

dTzew = 0;

dTzad = 5;

Lm11 = L11;

Lm21 = L21;

Mm = M;

T0TpDP = 690;

TTpDP = 850;

K0TpDP = 0.003;

T0TwewDP = 520;

TTwewDP = 327;

K0TwewDP = 0.004;

LTwew11DP = K0TwewDP;

MTwew11DP = [TTwewDP 1];

LTp11DP = K0TpDP;

MTp11DP = [TTpDP 1];

T0Tp = 540;

TTp = 1374;

K0Tp = 0.003;

trasport\_delay = 540.4;

trasport\_delayDP = 689;

T0Twew = 502;

TTwew = 381;

K0Twew = 0.004;

K = 0.003

Kp = (0.9\*TTpDP)/(K\*T0TpDP)

Ti = 3.33 \* T0TpDP

tp = 3.33 \* 189

Ki = 1/Ti

%K = 0.003

%Kp = (0.9\*TTp)/(K\*T0Tp)

%Ti = 3.33 \* T0Tp

%tp = 3.33 \* 40.4

%Ki = 1/Ti

KpTunerObjekt = 544.8728;

KiTunerObjekt = 0.42897;

KpTunerModel = 277.4294;

KiTunerModel = 0.29028;

LTwew11 = K;

MTwew11 = [TTwewDP 1];

LTp11 = K;

MTp11 = [TTpDP 1];

sim("termin7simulink.slx");

figure();

hold on;

subplot(211)

plot(t,q0Obiekt,"g");

grid on

title("Q0 = f(t) Obiekt");

ylabel("Q0[W]");

xlabel("czas[s]");

hold on;

subplot(212)

plot(t,Tp0biekt,"g");

title("Tp = f(t) Obiekt");

ylabel("Tp[⁰C]");

xlabel("czas[s]");

hold on;

grid on;

hold on;

subplot(211)

plot(t,q0Model,"b");

grid on

title("Q0 = f(t) Model");

ylabel("Q0[W]");

xlabel("czas[s]");

hold on;

subplot(212)

plot(t,TpModel,"b");

title("Tp = f(t) Model");

ylabel("Tp[⁰C]");

xlabel("czas[s]");

grid on;

hold on;

subplot(211)

plot(t,q0ObiektPIDTUNER,"r");

grid on

title("Q0 = f(t) Obiekt");

ylabel("Q0[W]");

xlabel("czas[s]");

hold on;

subplot(212)

plot(t,Tp0biektPIDTUNER,"r");

title("Tp = f(t) Obiekt");

ylabel("Tp[⁰C]");

xlabel("czas[s]");

hold on;

grid on;

hold on;

subplot(211)

plot(t,q0ModelPIDTUNER,"c");

grid on

title("Q0 = f(t) Model");

ylabel("Q0[W]");

xlabel("czas[s]");

hold on;

subplot(212)

plot(t,TpModelPIDTUNER,"c");

title("Tp = f(t) Model");

ylabel("Tp[⁰C]");

xlabel("czas[s]");

grid on;

legend("Układ na obiekcie","Układ na modelu","Układ na obiekcie PIDTUNER","Układ na modelu PIDTUNER")

hold on;

subplot(211)

plot(t,q0Obiekt,"g");

grid on

title("Q0 = f(t) Obiekt");

ylabel("Q0[W]");

xlabel("czas[s]");

legend("Układ na obiekcie","Układ na modelu","Układ na obiekcie PIDTUNER","Układ na modelu PIDTUNER")

figure(2)

hold on;

plot(t,e\_obiekt,"g");

title("Tp = f(t) Obiekt");

ylabel("Tp[⁰C]");

xlabel("czas[s]");

hold on;

grid on;

hold on;

plot(t,e\_model,"b");

grid on

title("e = f(t)");

ylabel("e");

xlabel("czas[s]");

legend("Układ na obiekcie","Układ na modelu")

%legend("Układ na modelu metoda dwupunktowa")

figure(3)

KpTunerModelloop = [277.4294 , 358.197 , 443.2213, 500.5724];

KiTunerModeloop = [0.29028, 0.28993 , 0.21688 , 0.094605];

for i = 1:length(KpTunerModelloop)

KpTunerModel = KpTunerModelloop(i);

KiTunerModel = KiTunerModeloop(i);

sim("termin7simulink.slx");

subplot(211)

hold on;

plot(t,q0ModelPIDTUNER);

grid on

title("Q0 = f(t) Model");

ylabel("Q0[W]");

xlabel("czas[s]");

subplot(212)

hold on;

plot(t,TpModelPIDTUNER);

title("Tp = f(t) Model");

ylabel("Tp[⁰C]");

xlabel("czas[s]");

grid on;

end

legend("Kp = 277.4294 , Ki = 0.29028", "Kp = 358.197 , Ki = 0.28993","Kp = 443.2213 , Ki = 0.21688","Kp = 500.5724 , Ki = 0.094605")

figure()

t\_raise = [785 , 657, 544, 530];

zapas\_fazy = [60 , 60, 60, 60];

figure(4)

for i = 1:length(KpTunerModelloop)

figure(4)

subplot(311)

hold on;

plot(t\_raise(i),KpTunerModelloop(i),"o");

grid on

title("Kp = f(tr)");

ylabel("Kp");

xlabel("tr[s]");

subplot(312)

hold on;

plot(t\_raise(i),KiTunerModeloop(i),"o");

grid on

title("Ki = f(tr)");

ylabel("Ki");

xlabel("tr[s]");

subplot(313)

hold on;

plot(t\_raise(i),zapas\_fazy(i),"o");

title("zapas fazy = f(tr)");

ylabel("zapas fazy");

xlabel("tr[s]");

grid on;

end

legend("Kp = 277.4294 , Ki = 0.29028", "Kp = 358.197 , Ki = 0.28993","Kp = 443.2213 , Ki = 0.21688","Kp = 500.5724 , Ki = 0.094605")

%s = tf('s');

%G = (K/(T0TpDP\*s + 1))\*exp(-86\*s);

%R = KpTunerModel + KiTunerModel/s;

%Gotwarty = G\*R;

%figure()

%nyquist(Gotwarty)

%th = 0:pi/50:2\*pi;

%xunit = cos(th) + pi/2;

%yunit = sin(th) + pi/2;

%hold on

%plot(xunit,yunit);

%figure()

%bode(Gotwarty)

%th = 0:pi/50:2\*pi;

%xunit = cos(th) + pi/2;

%yunit = sin(th) + pi/2;

%hold on

%plot(xunit,yunit);