

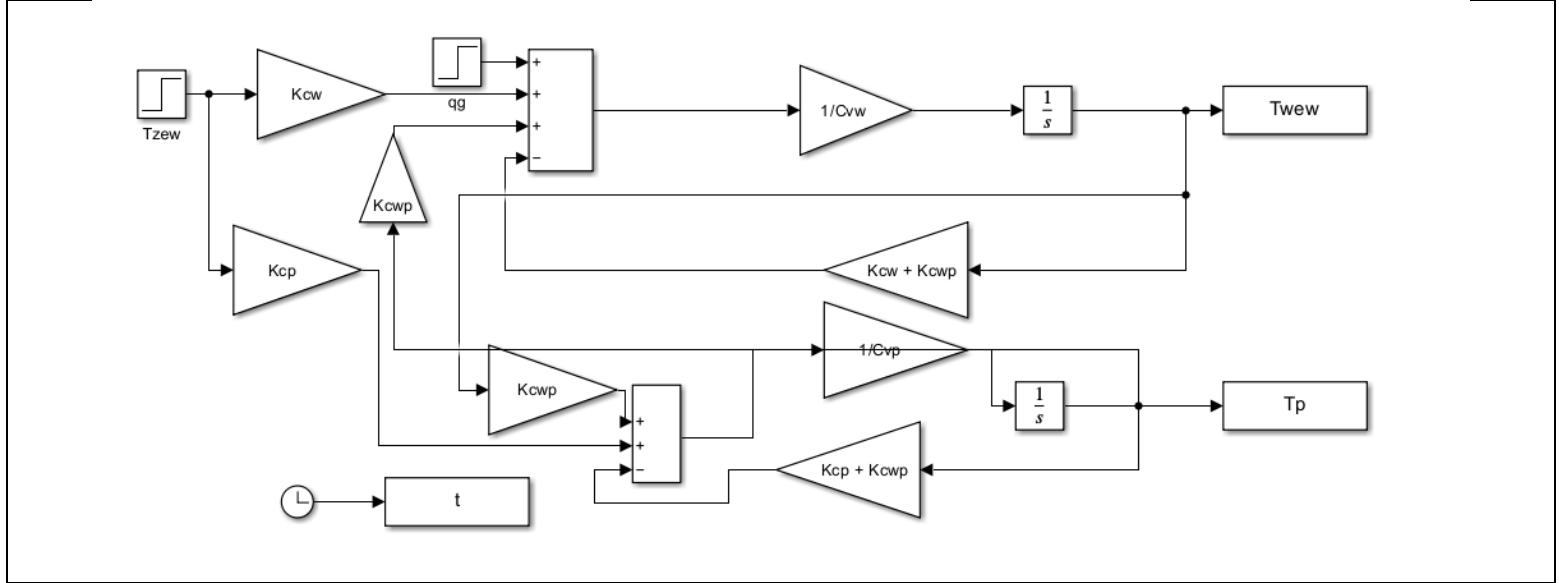
Autor Sprawozdania		Projektowanie układu Sterowania Semestr letni 2022/23	Termin: Środa Godz: 18:55
1. Hubert Kowalczyk 259550	Prowadzący: Mgr inż. Marta Lampasiak	Sprawozdanie 1	Sprawozdanie z terminów 2,4,5 Data oddania sprawozdania: 18.04.2023 Ocena:

Opis badanego obiektu

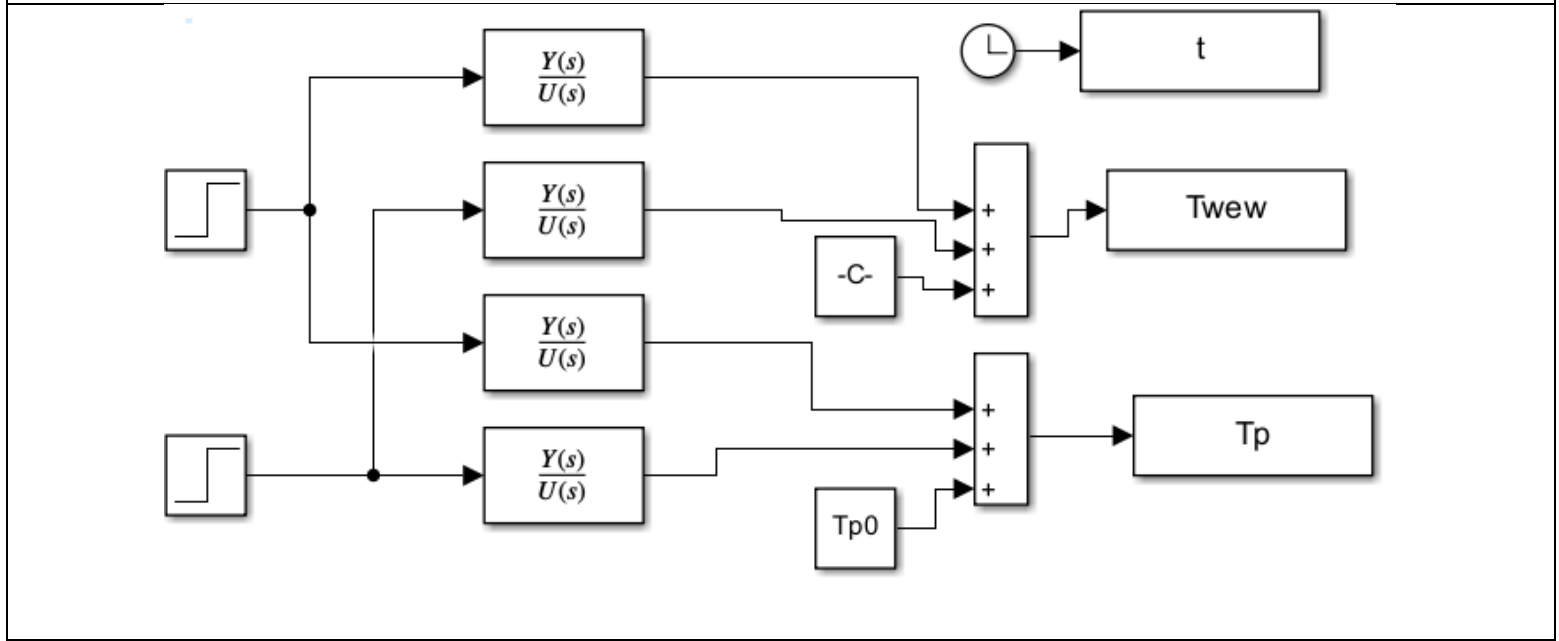
Obiekt: Dom z poddaszem ogrzewany elektrycznie	
Równania dynamiki (układ równań różniczkowych)	$\begin{cases} C_{vw} \dot{T}_{wew}(t) = q_g(t) - K_{cw}(T_{wew}(t) - T_{zew}(t)) - K_{cwp}(T_{wew}(t) - T_p(t)) \\ C_{vp} \dot{T}_p(t) = K_{cwp}(T_{wew}(t) - T_p(t)) - K_{cp}(T_p(t) - T_{zew}(t)) \end{cases}$
Model oparty na transmitancjach	$\begin{cases} T_{wew} = \frac{M_2}{M} q_g + \frac{M_2 K_{cw} + K_{cwp} K_{cp}}{M} T_{zew} \\ T_p = \frac{K_{cwp}}{M} q_g + \frac{M_1 K_{cp} + K_{cwp} K_{cw}}{M} T_{zew} \end{cases}$ <p> $M_1 = C_{vw}S + K_{cwp} + K_{cw}$; $M_2 = C_{vp}S + K_{cwp} + K_{cp}$ $M = s^2[C_{vw}C_{vp}] + s[C_{vw}K_{cwp} + C_{vw}K_{cp} + C_{vp}K_{cwp} + C_{vw}K_{cw}] + K_{cwp}K_{cw} + K_{cwp}K_{cp} + K_{cw}K_{cp}$ </p>
Zmienne wejściowe	q_g – moc grzejnika elektrycznego T_{zew} – temperatura zewnętrzna
Zmienne wyjściowe	T_{wew} – temperatura wewnątrz pomieszczenia T_p – temperatura na poddaszu
Wzory do identyfikacji współczynników przenikania ciepła	$K_{cw} = \frac{q_{gN}}{T_{wewN}(1 + \alpha) - T_{zewN} - \alpha T_{pN}}, K_{cwp} = \frac{\alpha q_{gN}}{T_{wewN}(1 + \alpha) - T_{zewN} - \alpha T_{pN}}$ $K_{cp} = \frac{q_{gN}}{T_{wewN}(1 + \alpha) - T_{zewN} - \alpha T_{pN}} * \frac{\alpha(T_{wewN} - T_{pN})}{T_{pN} - T_{zewN}}$
Wartości liczbowe współczynników przenikania ciepła oraz przyjętego w założeniach parametru α	$\alpha = 0.25$; $K_{cw} = 235.2941$; $K_{cp} = 19.6078$; $K_{cwp} = 58.8235$

Wartości liczbowe przyjętych objętości i obliczone wartości pojemności cieplnych	$V_p = 38.4; C_{vp} = 46080$ $V_w = 64; C_{vw} = 76800$
Wzory do obliczania punktów równowagi	$T_{wew0} = \frac{q_{g0}(K_{cp} + K_{cwp})}{K_{cwp}K_{cw} + K_{cwp}K_{cp} + K_{cw}K_{cp}} + T_{zew0}$ $T_{p0} = \frac{K_{cp}T_{zew0} + K_{cwp}T_{wew0}}{K_{cwp} + K_{cp}}$

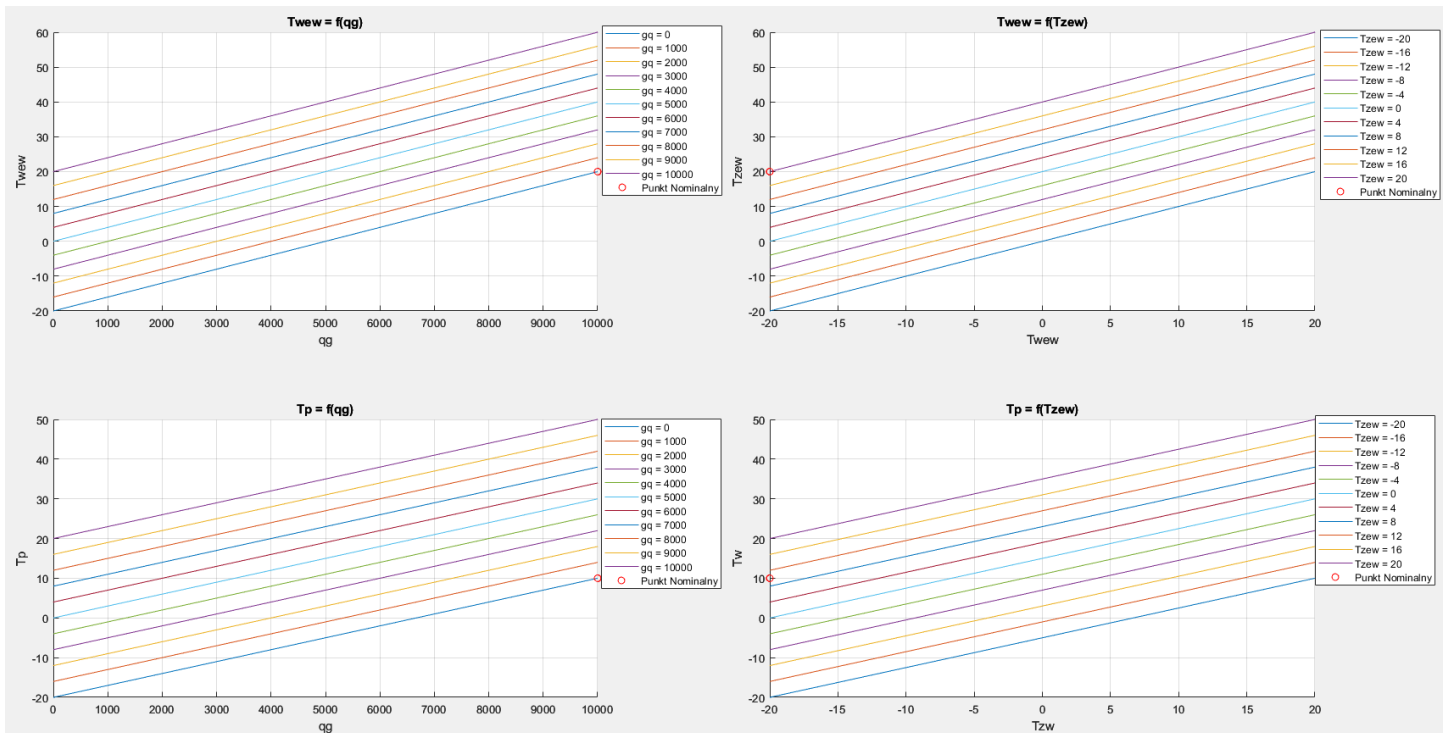
Schemat symulacyjny oparty na blokach całkujących



Schemat symulacyjny oparty na transmitancjach

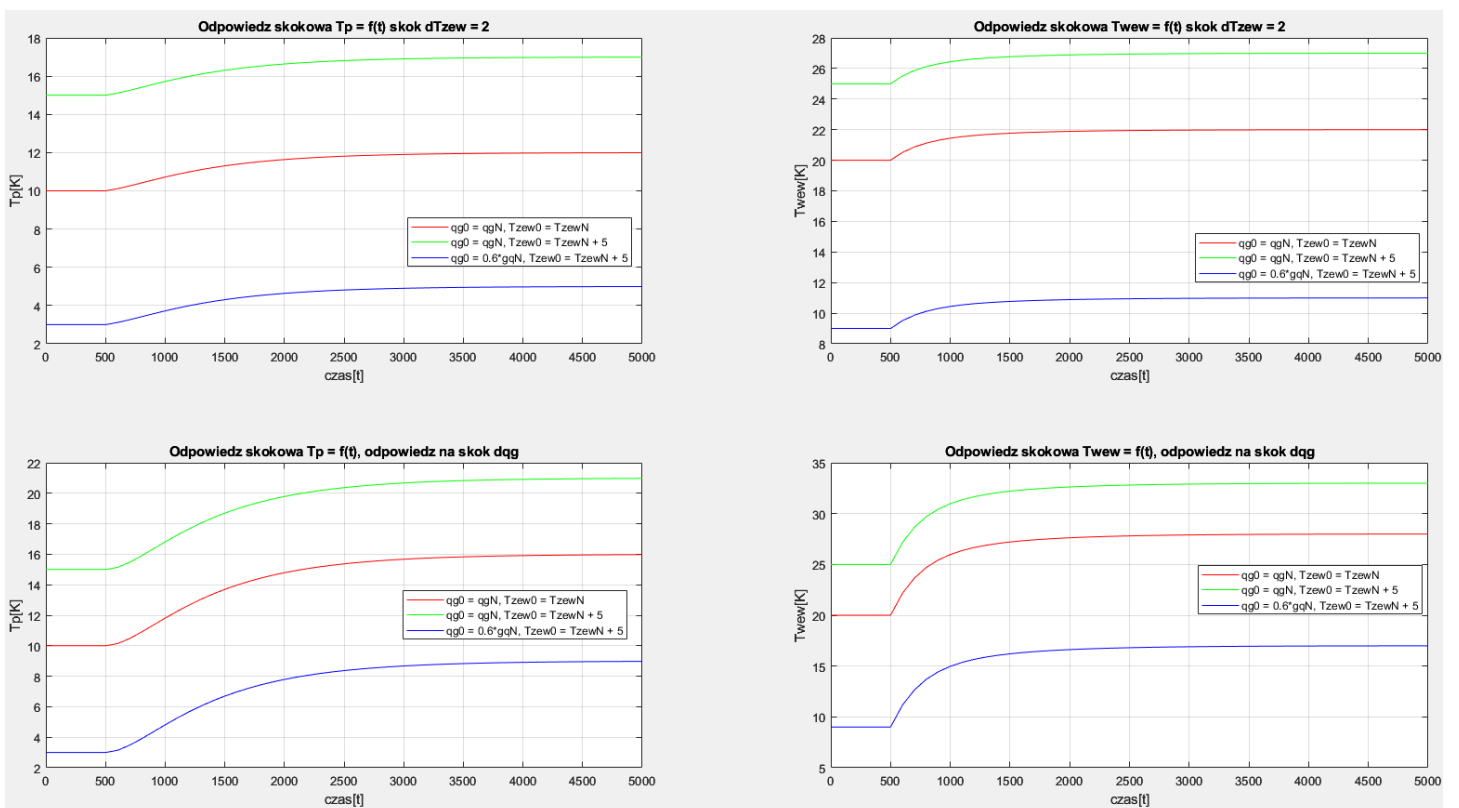


Charakterystyki Statyczne



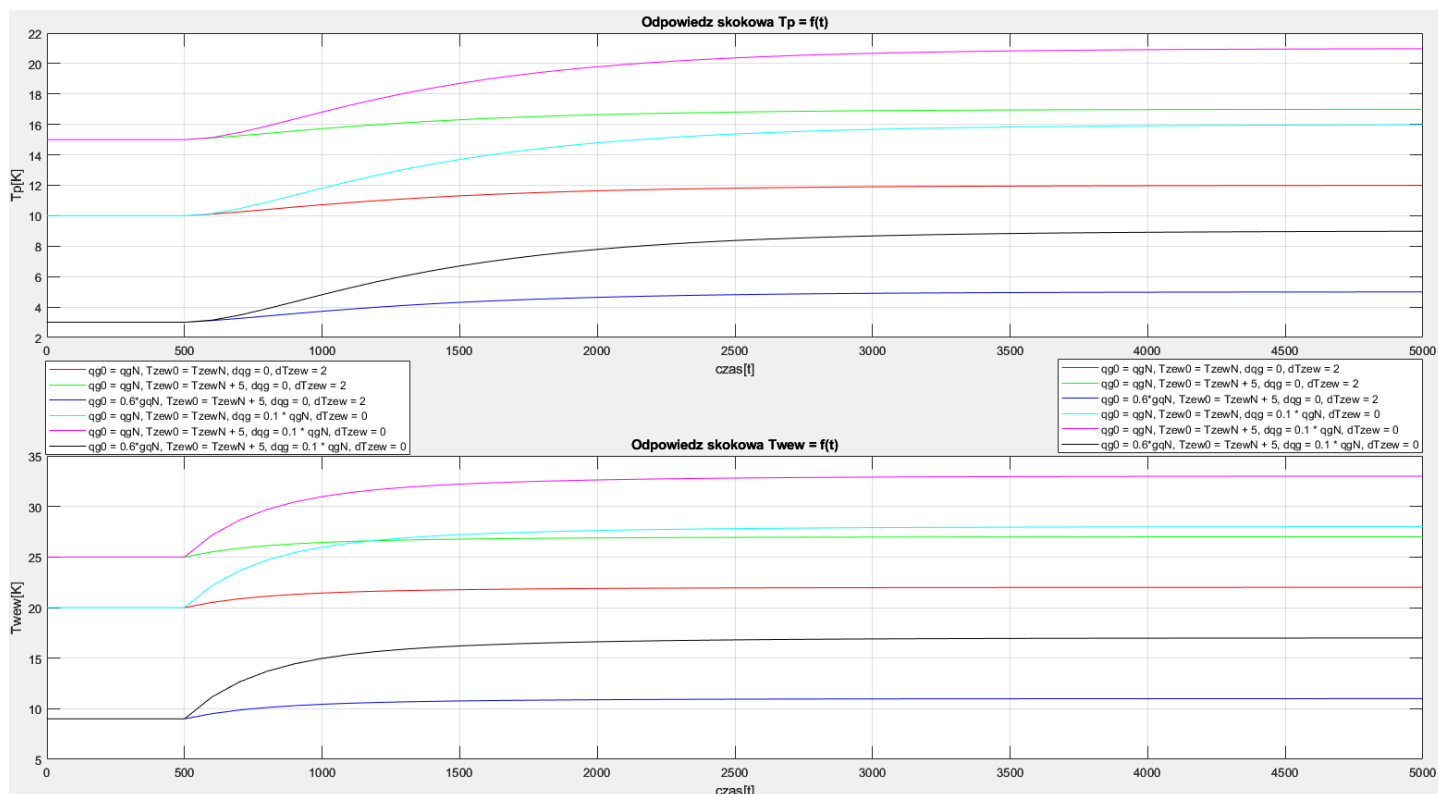
Wykres 1 - Charakterystyki statyczne oraz punkt nominalne

Odpowiedzi skokowe – schemat na blokach całkujących



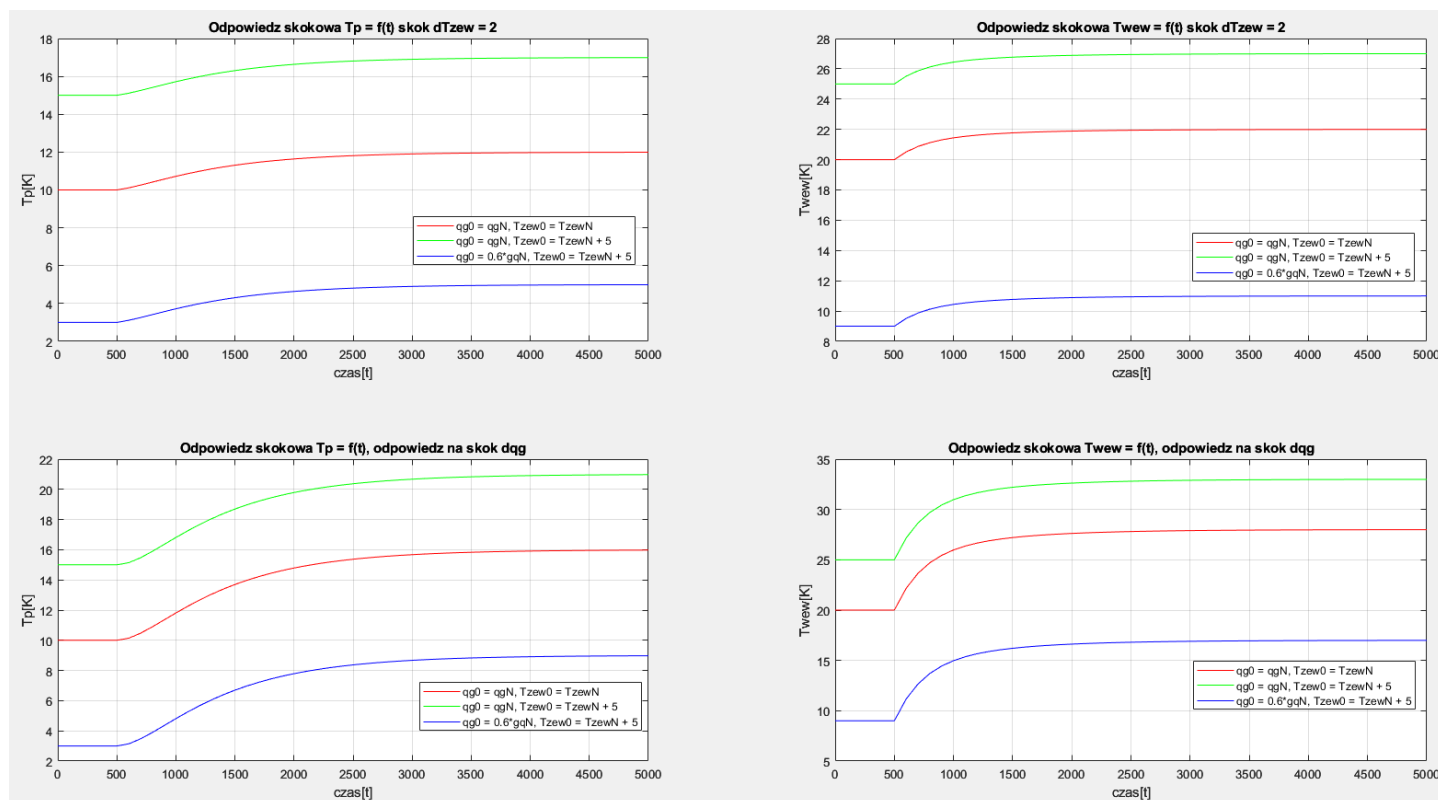
Wykres 2 Odpowiedzi skokowe schemat na blokach całkujących

Porównanie odpowiedzi skokowych – schemat na blokach całujących



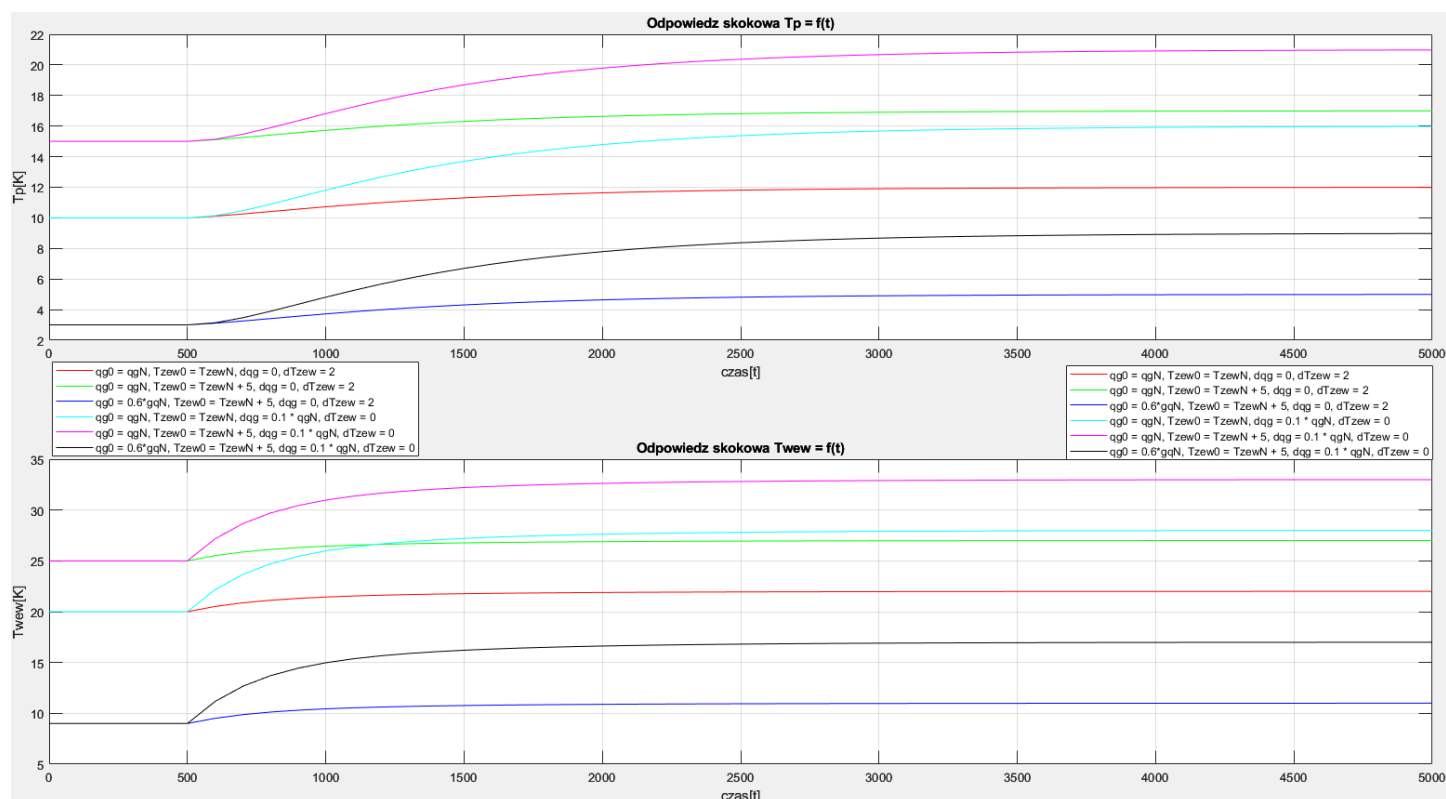
Wykres 3 Odpowiedzi skokowe na jednym wykresie, schemat na blokach całujących

Odpowiedzi skokowe – schemat na transmitancjach



Wykres 4 Odpowiedzi skokowe schemat na transmitancjach

Porównanie odpowiedzi skokowych – schemat na blokach transmitancjach



Wykres 5 Odpowiedzi skokowe na jednym wykresie, schemat na blokach transmitancjach

Wnioski

Na podstawie przedstawionych charakterystyk statycznych widoczne jest to, że zarówno kiedy Temperatura budynku oraz pomieszczenia rosną tym bardziej im większa jest temperatura zewnętrzna oraz moc grzałki. Jest to zgodne ze zdrowym rozsądkiem ponieważ obiekt jakim jest dom musi zużyć mniej energii na nagrzanie się do właściwej temperatury kiedy temperatura na zewnątrz budynku jest większa. W przypadku kiedy moc grzałki jest większa obiekt do obiektu dostarczona jest większa energia cieplna co skutkuje ogrzaniem się obiektu do większej temperatury.

Z tych właściwości obiektu wynika również poprawność charakterystyk dynamicznych. Kiedy warunkiem początkowym jest większa temperatura zewnętrzna układ zaczyna pracę oraz ustala się na wyższej wartości. Natomiast kiedy warunkiem początkowym jest mniejsza moc grzałki układ zaczyna od mniejszej wartości oraz ustala się na mniejszej wartości. Ponadto zarówno czas ustalania jak i wartość ustalona bardziej zależą od mocy grzałki niż temperatury zewnętrznej. Kolejnym spostrzeżeniem jest to, że temperatura wewnętrzna ustala się szybciej niż temperatura pomieszczenia jest to związane z tym, że aby pomieszczenie zostało ogrzane wpięrow ogrzany musi zostać dom.

Charakterystyki w przypadku obu modelach wyglądają tak samo. Wynika to z zapisu matematycznego kiedy to równania różniczkowe zostają zapisane za pomocą transmitancji. Oba te modele są tym samym modelem tylko zapisanym za pomocą różnych postaci. Z tego wynika, że całowanie i różniczkowanie można zastąpić w dziedzinie zmiennej s za pomocą mnożenia i dzielenia.

Kod charakterystyki statyczne

```
clear; close all;

qgN = 10000;
TzewN = -20;
TwewN = 20;
TpN = 10;

a = 0.25;

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

qg0 = 0:0.1* qgN : qgN ;
Tzew = linspace(TzewN,TwewN,length(qg0));

for i = 1:length(qg0)

%
Twew0 = ((qg0*(Kcp + Kcwp))/(Kcwp*Kcw + Kcp * Kcw + Kcp * Kcwp)) + Tzew(i);
Tp0 = (Kcp*Tzew(i) + Kcwp * Twew0)/(Kcwp + Kcp);

subplot(221);
title("Twew = f(qg)");
xlabel("qg")
ylabel("Twew")
hold on;
grid on;
plot(qg0,Twew0);

subplot(222)
title("Twew = f(Tzew)");
xlabel("Twew")
ylabel("Tzew")
hold on;
grid on;
plot(Tzew,Twew0);

subplot(223)
title("Tp = f(qg)")
xlabel("qg")
ylabel("Tp")
hold on;
grid on;

plot(qg0,Tp0);

subplot(224)
title("Tp = f(Tzew)")
xlabel("Tzew")
ylabel("Tw")
hold on;
grid on;
plot(Tzew,Tp0);
end

subplot(221);
hold on;
grid on;
plot(qgN,TwewN,'ro');
legend ("gq = 0","gq = 1000","gq = 2000","gq = 3000","gq = 4000", ...
        "gq = 5000","gq = 6000","gq = 7000","gq = 8000","gq = 9000","gq = 10000","Punkt Nominalny")
subplot(222)
hold on;
grid on;
plot(TzewN,TwewN,'ro');
legend ("Tzew = -20","Tzew = -16","Tzew = -12","Tzew = -8","Tzew = -4", ...
        "Tzew = 0","Tzew = 4","Tzew = 8","Tzew = 12","Tzew = 16","Tzew = 20","Punkt Nominalny")
subplot(223)
hold on;
grid on;
plot(qgN,TpN,'ro');
legend ("gq = 0","gq = 1000","gq = 2000","gq = 3000","gq = 4000", ...
        "gq = 5000","gq = 6000","gq = 7000","gq = 8000","gq = 9000","gq = 10000","Punkt Nominalny")
subplot(224)
plot(TzewN,TpN,'ro');
legend ("Tzew = -20","Tzew = -16","Tzew = -12","Tzew = -8","Tzew = -4", ...
        "Tzew = 0","Tzew = 4","Tzew = 8","Tzew = 12","Tzew = 16","Tzew = 20","Punkt Nominalny")
```

Kod charakterystyki dynamiczne

```
close all;clear;

a = 0.25;

TzewN = -20;
TwewN = 20;
TpN = 10;
qgN = 10000;

a_p = 4;
b_p = 4;
c_p = 4;
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/(TwewN * (1 + a) - TzewN - a * TpN)) * (a * (TwewN - TpN))/(TpN - TzewN);
Kcwp = a*qgN/(TwewN*(1+a) -TzewN - a*TpN);

Cvw = cp * rop * Vw;
Cvp = cp * rop * Vp;

qg0 = qgN;
Tzew0 = TzewN;
Twew0 = ((qg0*(Kcp + Kcwp))/(Kcwp*Kcw + Kcp * Kcw + Kcp * Kcwp)) + Tzew0;
Tp0 = (Kcp*Tzew0 + 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 = 5000;
t0 = 500;

dgq = 0;
dTzew = 2;

t_simulation = 5000;
t0 = 500;

sim("zajecia4simulink");

figure();
hold on;
subplot(211)
plot(t,Tp,"r");
grid on

hold on;
subplot(212)
plot(t,Twew,"r");
grid on

qg0 = qgN;
Tzew0 = TzewN + 5;
Twew0 = ((qg0*(Kcp + Kcwp))/(Kcwp*Kcw + Kcp * Kcw + Kcp * Kcwp)) + Tzew0;
Tp0 = (Kcp*Tzew0 + Kcwp * Twew0)/(Kcwp + Kcp);

sim("zajecia4simulink");

hold on;
subplot(211)
plot(t,Tp,"g");
grid on

hold on;
subplot(212)
plot(t,Twew,"g");
grid on

qg0 = 0.6 * qgN;
Tzew0 = TzewN + 5;
Twew0 = ((qg0*(Kcp + Kcwp))/(Kcwp*Kcw + Kcp * Kcw + Kcp * Kcwp)) + Tzew0;
Tp0 = (Kcp*Tzew0 + Kcwp * Twew0)/(Kcwp + Kcp);
```

```

sim("zajecia4simulink");

hold on;
subplot(211)
plot(t, Tp, "b");
grid on
title("Odpowiedz skokowa Tp = f(t) skok dTzew = 2");
%title("Odpowiedz skokowa Tp = f(t)")
ylabel("Tp[K]");
xlabel("czas[t]");
hold on;
legend("qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN", "qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN + 5", "qg0 = 0.6*qgN, Tzew0 = TzewN + 5")
%legend("qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN, dqg = 0, dTzew = 2 ", ...
% "qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN + 5dqg = 0, dTzew = 2 ", ...
% "qg0 = 0.6*qgN, Tzew0 = TzewN + 5, dqg = 0, dTzew = 2")
subplot(212)
plot(t, Twew, "b");
grid on
title("Odpowiedz skokowa Twew = f(t) skok dTzew = 2");
%title("Odpowiedz skokowa Twew = f(t)")
ylabel("Twew[K]");
xlabel("czas[t]");
legend("qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN", "qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN + 5", "qg0 = 0.6*qgN, Tzew0 = TzewN + 5")
%legend("qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN, dqg = 0, dTzew = 2 ", ...
% "qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN + 5dqg = 0, dTzew = 2 ", ...
% "qg0 = 0.6*qgN, Tzew0 = TzewN + 5, dqg = 0, dTzew = 2")

dqg = 0.2*qgN;
dTzew = 0;

qg0 = qgN;
Tzew0 = TzewN;
Twew0 = ((qg0*(Kcp + Kcwp))/(Kcwp*Kcw + Kcp * Kcw + Kcp * Kcwp)) + Tzew0;
Tp0 = (Kcp*Tzew0 + Kcwp * Twew0)/(Kcwp + Kcp);

sim("zajecia4simulink");

hold on;
subplot(211)
plot(t, Tp, "c");
grid on

hold on;
subplot(212)
plot(t, Twew, "c");
grid on

qg0 = qgN;
Tzew0 = TzewN + 5;
Twew0 = ((qg0*(Kcp + Kcwp))/(Kcwp*Kcw + Kcp * Kcw + Kcp * Kcwp)) + Tzew0;
Tp0 = (Kcp*Tzew0 + Kcwp * Twew0)/(Kcwp + Kcp);

sim("zajecia4simulink");

hold on;
subplot(211)
plot(t, Tp, "m");
grid on

hold on;
subplot(212)
plot(t, Twew, "m");
grid on

qg0 = 0.6*qgN;
Tzew0 = TzewN + 5;
Twew0 = ((qg0*(Kcp + Kcwp))/(Kcwp*Kcw + Kcp * Kcw + Kcp * Kcwp)) + Tzew0;
Tp0 = (Kcp*Tzew0 + Kcwp * Twew0)/(Kcwp + Kcp);

sim("zajecia4simulink");

hold on;

subplot(211)
plot(t, Tp, "k");
grid on
%title("Odpowiedz skokowa Tp = f(t), odpowiedz na skok dqg");
title("Odpowiedz skokowa Tp = f(t)");
ylabel("Tp[K]");
xlabel("czas[t]");

legend("qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN, dqg = 0, dTzew = 2 ", ...
"qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN + 5, dqg = 0, dTzew = 2 ", ...
"qg0 = 0.6*qgN, Tzew0 = TzewN + 5, dqg = 0, dTzew = 2", ...
"qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN, dqg = 0.1 * qgN, dTzew = 0 ", ...
"qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN + 5, dqg = 0.1 * qgN, dTzew = 0", ...
"qg0 = 0.6*qgN, Tzew0 = TzewN + 5, dqg = 0.1 * qgN, dTzew = 0")
%legend("qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN", "qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN + 5", "qg0 = 0.6*qgN, Tzew0 = TzewN + 5")
%legend("qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN, dqg = 0, dTzew = 2 ", ...
% "qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN + 5dqg = 0, dTzew = 2 ", ...
% "qg0 = 0.6*qgN, Tzew0 = TzewN + 5, dqg = 0, dTzew = 2")

%legend("qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN", "qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN + 5", "qg0 = 0.6*qgN, Tzew0 = TzewN + 5")
%legend("qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN, dqg = 0, dTzew = 2 ", ...
% "qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN + 5dqg = 0, dTzew = 2 ", ...
% "qg0 = 0.6*qgN, Tzew0 = TzewN + 5, dqg = 0, dTzew = 2")

legend("qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN, dqg = 0, dTzew = 2 ", ...
"qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN + 5, dqg = 0, dTzew = 2 ", ...
"qg0 = 0.6*qgN, Tzew0 = TzewN + 5, dqg = 0, dTzew = 2", ...
"qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN, dqg = 0.1 * qgN, dTzew = 0 ", ...
"qg0 = qgN, Tzew0 = TzewN + 5, dqg = 0.1 * qgN, dTzew = 0", ...
"qg0 = 0.6*qgN, Tzew0 = TzewN + 5, dqg = 0.1 * qgN, dTzew = 0")

```