

Komputerowe projektowanie systemów sterowania

Ocena z kursu:

F1 – ocena z laboratorium (sprawozdania, przygotowanie)

F2 – kolokwium pisemne z wykładu

Ocena końcowa $P = 0,5 \cdot F1 + 0,5 \cdot F2$ pod warunkiem, że $F1 \geq 3.0$ i $F2 \geq 3.0$

Oceny F1 i F2 do wzoru są podstawiane „w punktach” (wartości średnie bez zaokrąglania)

Tematy

1. Metodologia badań
2. Sterowanie w układzie otwartym i zamkniętym
3. Identyfikacja modelu
4. Podstawy projektowania
5. Ocena jakości
6. Urządzenia
7. Trudności
8. Zarządzanie energią

Narzędzia

Matlab + Simulink + Control Toolbox

(Alternatywa Scilab)

Komputerowe projektowanie systemów sterowania

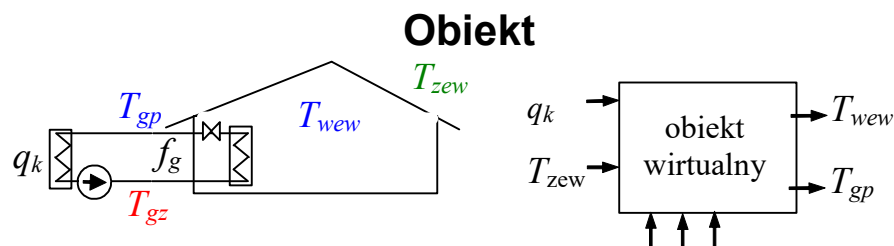
1

Analiza własności obiektu
Cel sterowania (wskaźniki jakości)

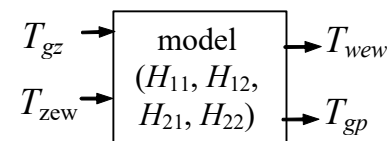
I. Przygotowanie

2

Identyfikacja modelu



Model



$$\begin{cases} C_{vw} \dot{T}_{zew}(t) = K_{cg} (T_{gsr}(t) - T_{zew}(t)) - K_{cw} (T_{zew}(t) - T_{zew}(t)) \\ C_{vg} \dot{T}_{gp}(t) = c_p f_g (t) (T_{gz}(t) - T_{gp}(t)) - K_{cg} (T_{gp}(t) - T_{zew}(t)) \\ C_{vk} \dot{T}_{gz}(t) = q_k(t) - c_p f_g (t) (T_{gz}(t) - T_{gp}(t)) \end{cases}$$

$$\begin{aligned} T_{zew}(s) &= H_{11}(s)T_{gz}(s) + H_{12}(s)T_{zew}(s) \\ T_{gp}(s) &= H_{21}(s)T_{gz}(s) + H_{22}(s)T_{zew}(s) \end{aligned}$$

3

Możliwości techniczne
(obekt, urz.wykonawcze, sterownik)

II. Wybór układu sterowania - typ, struktura

4

Aplikacja w modelu
(pomiary, urz.wykonawcze, sterownik)

Aplikacja na obiecie
Ocena jakości na obiecie

6

III. Synteza parametryczna

5

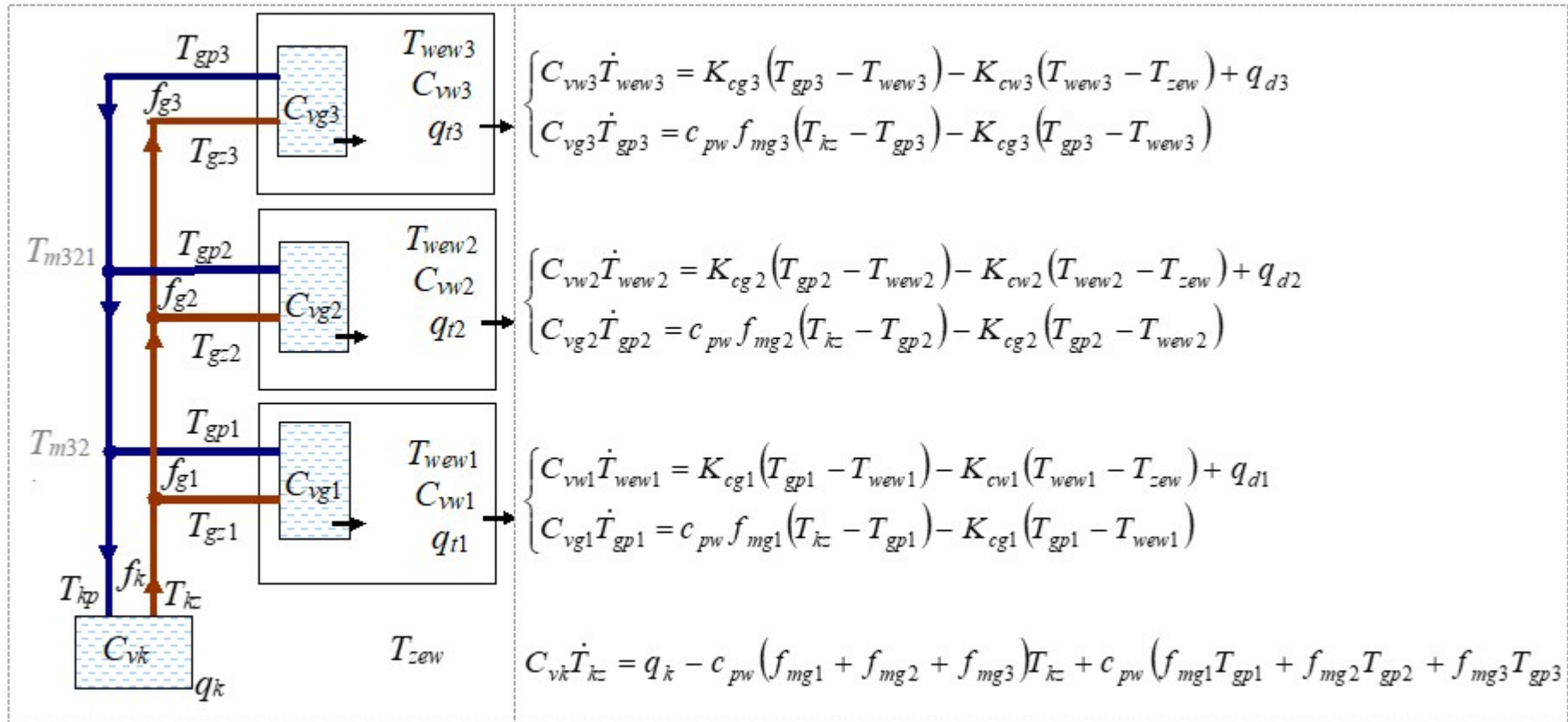
Dobór nastaw na modelu
Ocena jakości na modelu

7

IV. Optymalizacja

Obiekt automatyki (wirtualny)

Budynek z trzema pomieszczeniami, z lokalnym źródłem ciepła

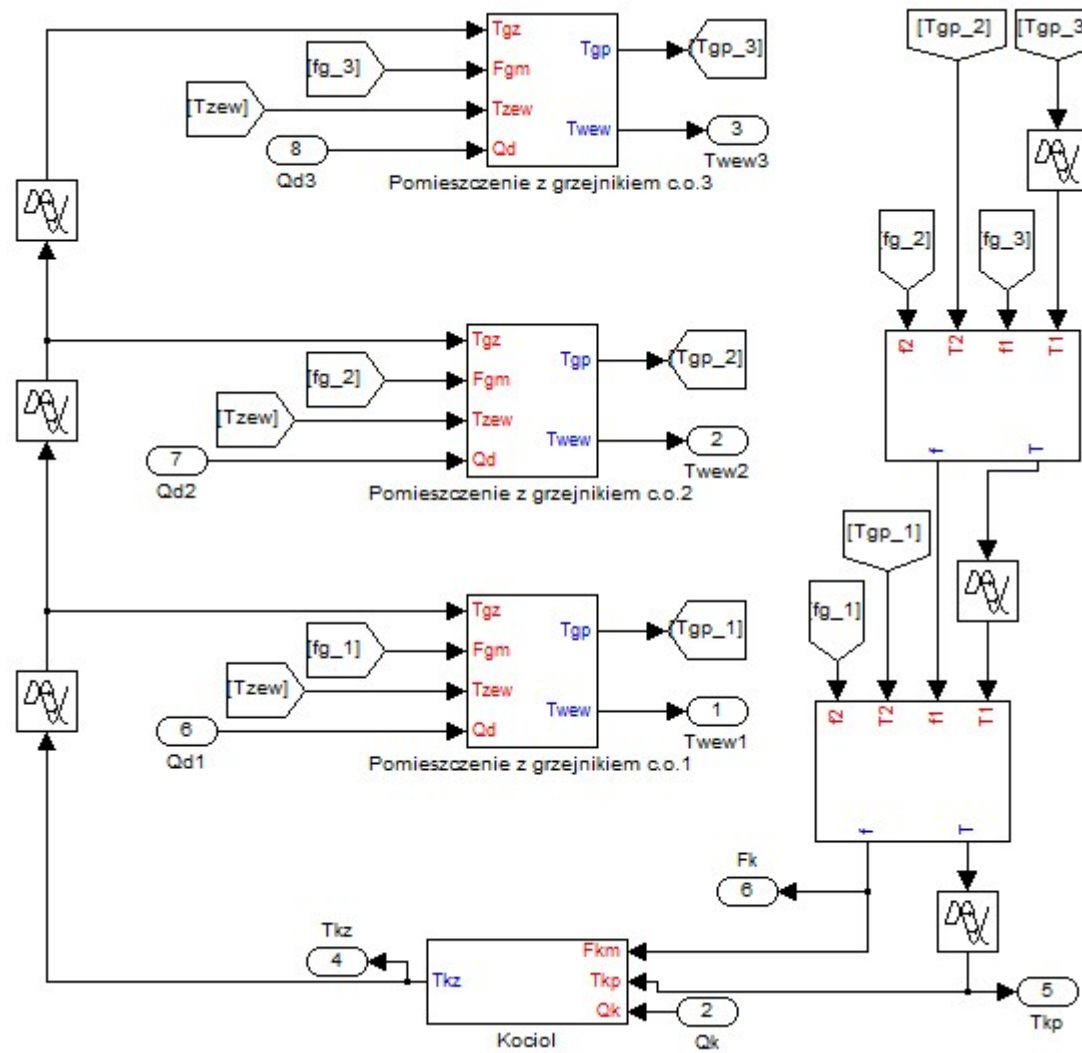


Podstawowy cel sterowania:

Dostosowanie temperatury pomieszczeń (T_{zew}) do oczekiwań użytkowników

Obiekt automatyki (wirtualny)

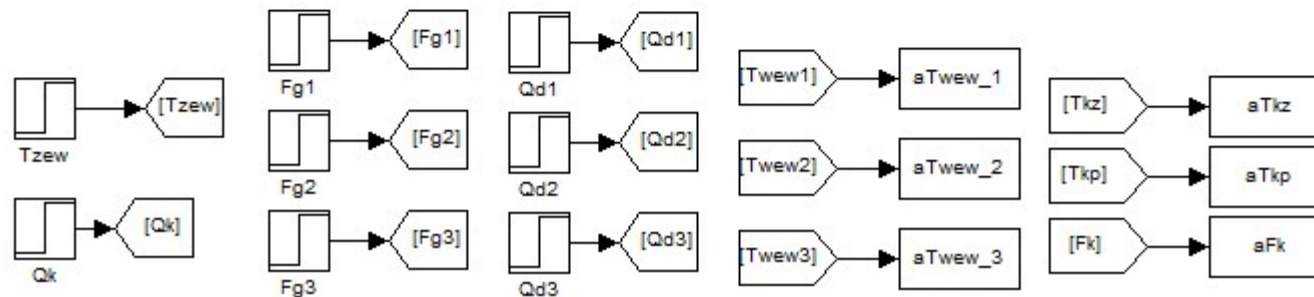
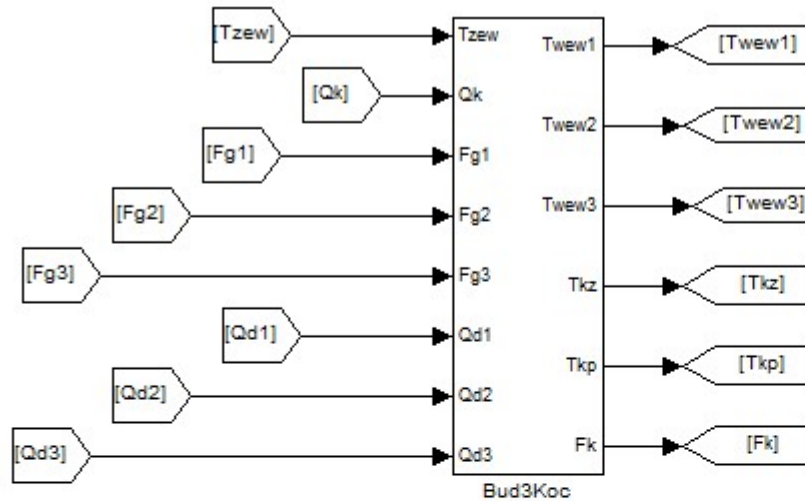
Aplikacja modelu w środowisku Simulink (Matlab)



Ogólny schemat modelu (zawartość bloku Bud3Koc)

Obiekt automatyki (wirtualny)

Aplikacja modelu w środowisku Simulink (Matlab)



```
plot(t, aTwew_1)
plot(t.tout, t.aTwew_1)
```

Ustawienia Simulinka – patrz: Wprowadzenia do Matlab/Scilaba → Simulink (zmiany od ver.2019)

Plik: Bud3_kociol_2010 (Bud3_kociol8_2015b)

Obiekt automatyki (wirtualny)

Obliczenia i symulacje – skrypt w środowisku Matlab

Przygotowanie modelu

```
clear all; close all;
n = 60;          %skala czasu (wszystkie czasy w minutach)
%gdy n=60, to Max step size dać 0.1
model = 'Bud3_kociol_2010';      %WYBRAC
czas = 5000; czas_skok = 200;
kolor = 'rgbcm';
llePom = 3;      %ile pomieszczen
cpw = 4200;      %J/kg K, woda
row = 1000;      %kg/m3, woda
cpp = 1000;      %J/kg K, powietrze
rop = 1.2;       %kg/m3, powietrze (+przedmioty w pomieszczeniu)
%=====wartosci nominalne globalne=====
TzewN = -20;
TwewN = 20;
TgpN = 70;
TgzN = 90;
QdN = 0;
tau_siec = 120 / n;      %opoznienia w sieci: 180 duze
%-----pomieszczenia (takie same) -----
QNJedno = 10000;      %20kW
for i = 1:llePom
    QN(i) = QNJedno;
    Kg(i) = QN(i) / (TgpN-TwewN);
    Kstr(i) = QN(i) / (TwewN-TzewN);
    Vg(i) = 150/1000;      %m^3
    Vw(i) = 50 * 2.5;      %m3
    Cg(i) = cpw*row*Vg(i) / n;      %zalezy od jednostki czasu
    Cp(i) = cpp*rop*Vw(i) / n;
    FgN(i) = QN(i) / (cpw*(TgzN-TgpN));
    T0_s(i) = tau_siec;
end
%-----kociol -----
QkN = sum(QN);      %moc kotla
Vk = 5/1000;      %pojemnosc kotla
Ck = cpw*row*Vk / n;      %pojemnosc cieplna kotla
```

Punkt pracy

```
%=====
%===== warunki poczatkowe globalne =====
Tzew0 = TzewN;
Qk0 = QkN*1;
Fg0 = [1, 1, 1] .* FgN;
Qd0 = [0, 0, 0];      %zawsze
%----- obliczanie zmiennych stanu -----
s_123 = Fg0(1) + Fg0(2) + Fg0(3);
s_23 = Fg0(2) + Fg0(3);
s_12 = Fg0(1) + Fg0(2);
A=[-Kg(1)-Kstr(1), Kg(1), 0,0, 0,0, 0;
    Kg(1), -Kg(1)-cpw*Fg0(1), 0,0, 0,0, cpw*Fg0(1);
    0,0, -Kg(2)-Kstr(2), Kg(2), 0,0, 0;
    0,0, Kg(2), -Kg(2)-cpw*Fg0(2), 0,0, cpw*Fg0(2);
    0,0, 0,0, -Kg(3)-Kstr(3), Kg(3), 0;
    0,0, 0,0, Kg(3), -Kg(3)-cpw*Fg0(3), cpw*Fg0(3);
    0,cpw*Fg0(1), 0,cpw*Fg0(2), 0,cpw*Fg0(3), -cpw*s_123];
B=[Kstr(1), 0;
    0,0;
    Kstr(2), 0;
    0,0;
    Kstr(3), 0;
    0,0;
    0, 1];
u0 = [Tzew0; Qk0];
x0 = -A^-1*B*u0;
for i = 1:3
    Twew0(i) = x0( (i-1)*2+1);
    Tgp0(i) = x0( (i-1)*2+2);
end
Tkz0 = x0( llePom*2+1);
Tgp032 = (Tgp0(3)*Fg0(3) + Tgp0(2)*Fg0(2) ) / ( Fg0(3)+Fg0(2) );
Tgp0321 = (Tgp0(3)*Fg0(3) + Tgp0(2)*Fg0(2) + Tgp0(1)*Fg0(1) ) / ( Fg0(3) + Fg0(2) + Fg0(1) );
```

Obiekt automatyki (wirtualny)

Obliczenia i symulacje – skrypt w środowisku Matlab

Symulacja i wykresy

```
%zaklocenie
```

```
dTzew = 0;  
dQk = 0*QkN;  
dFg(i) = 0;  
dQd(i) = 0;
```

```
%symulacja
```

```
[t] = sim(model, czas);  
figure(1); hold on; grid on;  
plot(t, aTwew_1, kolor(1)); plot(t, aTwew_2, kolor(2)); plot(t, aTwew_3, kolor(3));  
title('T_w_e_w [°C]'); xlabel('t[min]'); ylabel('Twew');  
legend('T_w_e_w_1', 'T_w_e_w_2', 'T_w_e_w_3');
```

```
plot(t, aTwew_1)
```

```
plot(t.tout, t.aTwew_1)
```

```
figure(2); hold on; grid on;  
plot(t, aTkz, 'r'); plot(t, aTkp, 'b');  
title('T_k_p [°C]'); xlabel('t[min]'); ylabel('Tkp');  
legend('T_k_z', 'T_k_p');
```

Ustawienia Simulinka – patrz: Wprowadzenia do Matlab/Scilaba → Simulink (zmiany od ver.2019)

Plik: kociol_budunek_Nom

Narzędzia wspomagające projektowanie - Matlab

