

SPRAWOZDANIE Z LABORATORIUM SYMULACJI PROCESÓW DYNAMICZNYCH

Karol Kozłowski
Piotr Komoniewski

Grupa lab.:
n-ta

Termin:
wtorek/np 13:00

Data:
5 XI 2007

Ćwiczenie nr 1

Symulacja temperatury pomieszczenia.

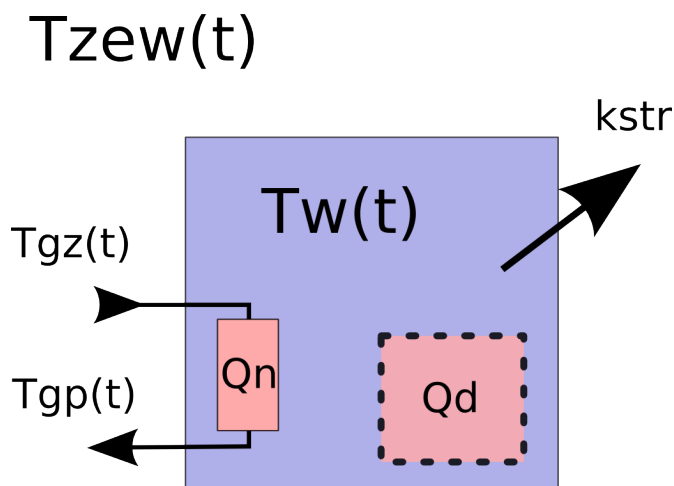
Ocena

1.Cel Ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest symulacja warunków temperaturowych panujących w pomieszczeniu. Obiekt uwzględnia następujące warunki: straty ciepła wyprowadzane na zewnątrz pomieszczenia oraz źródło ciepła w postaci grzejnika z gorącą wodą znajdującego się wewnątrz tego pomieszczenia.

2.Przebieg ćwiczenia

2.1.Model obiektu



Rysunek 1: Schemat modelowanego obiektu

Obiekt modelowany jest przez następujący układ równań:

$$Q_w(t) = c_{pw} \cdot \rho_w \cdot V_w \cdot \frac{dT_w(t)}{dt} = C_{vw} \cdot \frac{dT_w(t)}{dt} - \text{równanie stanu ciepła w pomieszczeniu (1)}$$

$$Q_g(t) = c_{pg} \cdot \rho_g \cdot V_g \cdot \frac{dT_g(t)}{dt} = C_{vg} \cdot \frac{dT_g(t)}{dt} - \text{równanie stanu ciepła w grzejniku (2)}$$

$Q_w(t)$ – ciepło wody, $Q_g(t)$ – ciepło grzejnika

$$c_{pp} = 1000 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right] - \text{c. właściwe powietrza}, \quad c_{pw} = 4127 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right] - \text{c. właściwe wody}$$

ρ_p – gęstość powietrza, ρ_w – gęstość wody

V_g – objętość grzejnika, V_w – objętość wnętrza

$T_w(t)$ – temperatura wody, $T_{gsr}(t)$ – średnia temperatura grzejnika

$$T_{gsr}(t) = \frac{T_{gz}(t) + T_{gp}(t)}{2} \Rightarrow T_{gp}(t) = 2 \cdot T_{gsr}(t) - T_{gz}(t) \quad (3)$$

$T_{gz}(t)$ – temperatura wody wpływającej do grzejnika

$T_{gp}(t)$ – temperatura wody wypływającej z grzejnika

równania zmiany stanu magazynu:

$$C_{vw} \cdot \dot{T}_w(t) = k_g \cdot (T_{gsr}(t) - T_w(t)) - k_{str} \cdot (T_w(t) - T_{zew}(t)) + Q_d \quad (4)$$

$$C_{vg} \cdot \dot{T}_{gsr}(t) = c_{pw} \cdot \rho_w \cdot f(t) \cdot T_{gz}(t) - c_{pw} \cdot \rho_w \cdot f(t) \cdot T_{gp}(t) - k_g \cdot (T_{gsr}(t) - T_w(t)) \quad (5)$$

po podstawieniu wzoru (3) do równania (5) i uproszczeniu wyniku otrzymamy:

$$C_{vg} \cdot \dot{T}_{gsr}(t) = 2 \cdot c_{pw} \cdot \rho_w \cdot f(t) \cdot (T_{gz}(t) - T_{gsr}(t)) - k_g \cdot (T_{gsr}(t) - T_w(t)) \quad (6)$$

Równanie stanu ustalonego ($\dot{T}_{gsr}(t) = 0$, $\dot{T}_w(t) = 0$):

$$k_g \cdot (T_{gsr}(t) - T_w(t)) = k_{str} \cdot (T_w(t) - T_{zew}(t)) = 2 \cdot c_{pw} \cdot \rho_w \cdot f(t) \cdot (T_{gz}(t) - T_{gsr}(t)) = Q_N$$

$$k_g = \frac{Q_N}{T_{gsr}(t) - T_w(t)} - \text{współczynnik wymiany ciepłej grzejnik} \leftrightarrow \text{pomieszczenie}$$

$$k_{str} = \frac{Q_N}{T_w(t) - T_{zew}(t)} - \text{współczynnik wymiany ciepłej pomieszczenie} \leftrightarrow \text{zewnątrz}$$

$$f(t) = \frac{Q_N}{2 \cdot c_{pw} \cdot \rho_w \cdot (T_{gz}(t) - T_{gsr}(t))} - \text{współczynnik przepływu cieczy w grzejniku}$$

Rozwiązanie układu równań (4) i (6) przy użyciu programu Mathematica:

`Solve[0==kg*(Tgsr0 - Tw0) - kstr * (Tw0-Tzew0) + Qd0,Tw0]`

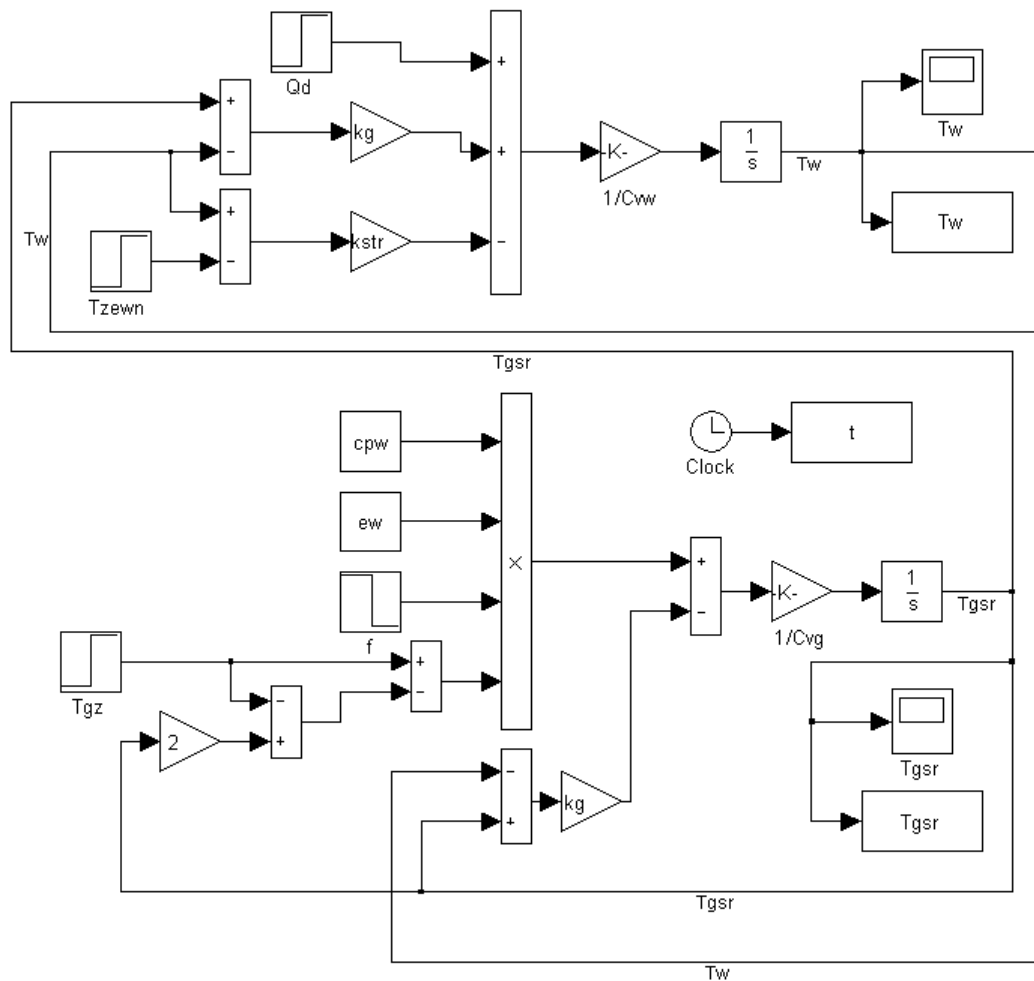
$$\left\{ \left\{ Tw0 \rightarrow \frac{Qd0 + kg \, Tgsr0 + kstr \, Tzew0}{kg + kstr} \right\} \right\}$$

`Solve[{0==kg*(Tgsr0-Tw0) - kstr*(Tw0-Tzew0) + Qd0, 0==2*cpw*ew*fN*(Tgz0-Tgsr0)-kg(Tgsr0-Tw0)},{Tw0, Tgsr0}]`

$$Tw0 \rightarrow \frac{kg \, (Qd0 + kstr \, Tzew0) + 2 \, cpw \, ew \, fN \, (Qd0 + kg \, Tgz0 + kstr \, Tzew0)}{kg \, kstr + 2 \, cpw \, ew \, fN \, (kg + kstr)}$$

$$Tgsr0 \rightarrow \frac{2 \, cpw \, ew \, fN \, kstr \, Tgz0 + kg \, (Qd0 + 2 \, cpw \, ew \, fN \, Tgz0 + kstr \, Tzew0)}{kg \, kstr + 2 \, cpw \, ew \, fN \, (kg + kstr)}$$

2.2. Komputerowy model obiektu



Rysunek 2: Model obiektu wykonany w środowisku simulink

2.3. Symulacja

Skrypt symulacyjny:

```

1 % Parametry obiektu
2 PgN = 5000; %moc nominalna pieca
3 TwN = 20; %temp wewn
4 TgzN = 90; % TgzN/TgpN = 90/70
5 TgpN = 70;
6 TzewN = -20; %temp zewn
7
8 cpw = 4175; %ciepło właściwe wody
9 ew = 1000; %gęstość wody
10 Vw = 0.1 * 1 * 1; %objętość grzejnika
11 Cvw = cpw * ew * Vw; %pojemność cieplna
12
13 cpp = 1000; %ciepło właściwe powietrza
14 ep = 1.2; %gęstość pow
15 Vp = 3 * 2.5 * 3; %objętość pomieszczenia
16 Cvg = cpp * ep * Vp; %pojemność cieplna
17
18 TgsrN = (TgzN + TgpN)/2; %średnia nominalna temp grzejnika
19 kg = PgN / (TgsrN - TwN); %wsp wymiany - grzejnik pow
20 kstr = PgN / (TwN - TzewN); %wsp strat
21 fN = PgN / (2 * cpw * ew * (TgzN - TgsrN));
22
23 % Warunki Początkowe

```

```

24 Qd0      = 0;                                %ciepła dodatkowe
25 f0        = fN;                                %przepływ wody w grzejniku
26 Tgz0      = TgzN;                              %temp grzejnika
27 Tzew0     = TzewN;                             %temp zewnętrzna
28
29 %średnia temp grzejnika
30 Tgsr0     = (2 * cpw * ew * fN * kstr * Tgz0 + kg * (Qd0 + 2 * cpw * ew * fN * Tgz0 +
kstr * Tzew0))/(kg * kstr + 2 * cpw * ew * fN * (kg + kstr));
31 %średnia temp wnętrza
32 Tw0      = (Qd0 + kg * Tgsr0 + kstr * Tzew0) / (kg + kstr);
33
34 % Zakłócenia
35 Qd1      = Qd0;
36 t1       = 1000;                                %czas zakłócenia
37 Tgz1     = Tgz0;                                %temp grzejnika
38 Tzew1    = Tzew0 ;                             %temp zewnętrzna
39 f1       = f0 * 0;                              %przepływ wody w grzejniku
40
41 % Symulacja
42 title    = 'Wplyw parametru';
43 model    = 'sim1_model';
44 form     = 'r-';
45 t = 0;
46 x = 0;
47
48 sim(model);
49
50 %figure(fig1);
51 hold off;
52 plot(t,Tw, 'r');
53 hold on;
54 plot(t, Tgsr, 'b');

```

3.Wnioski