

SPRAWOZDANIE Z LABORATORIUM SYMULACJI PROCESÓW DYNAMICZNYCH

Karol Kozłowski
Piotr Komoniewski

Grupa lab.:

Termin:
wtorek/np 13:00

Data:
6 XI 2007

Ćwiczenie nr 3

Identyfikacja obiektów inercyjnych.

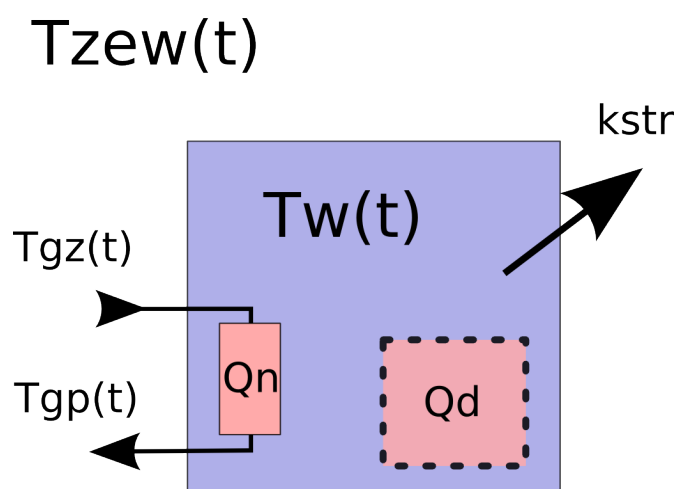
Ocena

1.Cel Ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z różnymi metodami identyfikacji obiektów inercyjnych i porównanie wyznaczonych modeli z modelem rzeczywistym.

2.Przebieg ćwiczenia

2.1.Model obiektu



Rysunek 1: Schemat modelowanego obiektu

Obiekt modelowany jest przez następujący układ równań:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Równania operatorowe obiektu:

$$C_{vw} \cdot s \cdot T_w = k_g \cdot (T_{gsr} - T_w) - k_{str} \cdot (T_w - T_{zew}) + Q_d \quad (7)$$

$$C_{vg} \cdot s \cdot T_{gsr} = c_{pw} \cdot \rho_w \cdot f_0 \cdot T_{gz} - c_{pw} \cdot \rho_w \cdot f_0 \cdot T_{gp} - k_g \cdot (T_{gsr} - T_w) \quad (8)$$

W celu uproszczenia równań stosujemy podstawienie:

$$M_1 = C_{vw} \cdot s + k_g + k_{str}$$

$$M_2 = C_{vg} \cdot s + 2 \cdot c_{pw} \cdot \rho_w \cdot f_0$$

Układ równań zmiennych wejściowych:

$$T_w = \frac{k_g}{M_1} \cdot T_{g\dot{s}r} + \frac{k_{str}}{M_1} \cdot T_{zew} + \frac{Q_{dN}}{M_1}$$

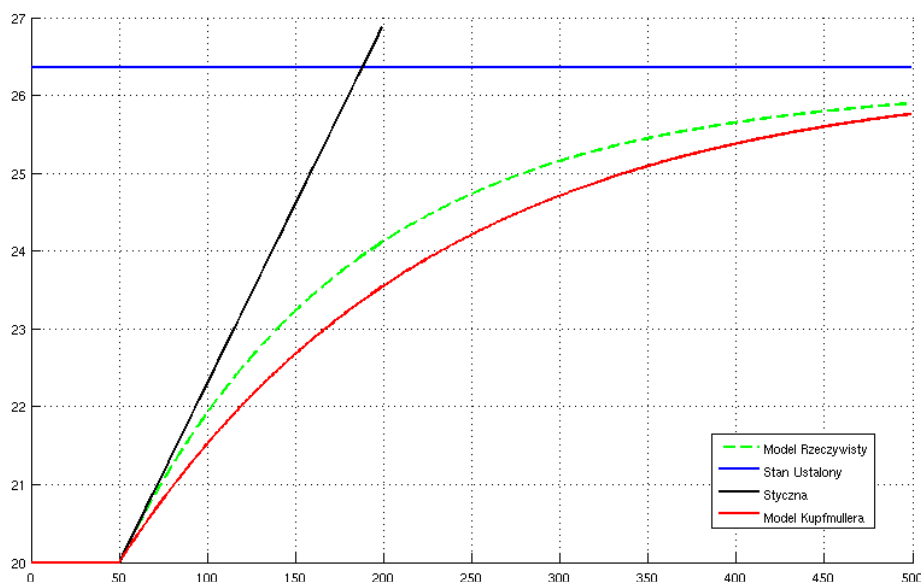
$$T_{g\dot{s}r} = \frac{2 \cdot c_{pw} \cdot \rho_w \cdot f_0}{M_2} \cdot T_{gz} + \frac{k_g}{M_2} \cdot T_w$$

Po prostych przekształceniach:

$$T_w = \frac{2 \cdot k_g \cdot c_{pw} \cdot \rho_w \cdot f_0}{M_1 \cdot M_2 - k_g^2} \cdot T_{gz} + \frac{M_2 \cdot k_{str}}{M_1 \cdot M_2 - k_g^2} \cdot T_{zew} + \frac{M_2}{M_1 \cdot M_2 - k_g^2} \cdot Q_{dN}^1$$

$$G(s) = \frac{4.167 \cdot 10^4}{1.127 \cdot 10^{10} \cdot s^2 + 1.027 \cdot 10^{08} \cdot s + 1.146 \cdot 10^{05}}$$

2.2. Identyfikacja obiektu metodą Küpfmüllera



Rysunek 2: Identyfikacja obiektu metodą Küpfmüllera

$$G(s) = \frac{k}{T \cdot s + 1} \cdot e^{-s \cdot T_0} = \frac{26.3632}{180 \cdot s + 1} \cdot e^{-s \cdot 50},$$

$$k = 26.3632$$

$$T = 180 [s]$$

$$T_0 = 50 [s]$$

Skrypt symulacyjny znajduje się w załączniku.

1 Rozwiązane w poprzednich sprawozdaniach

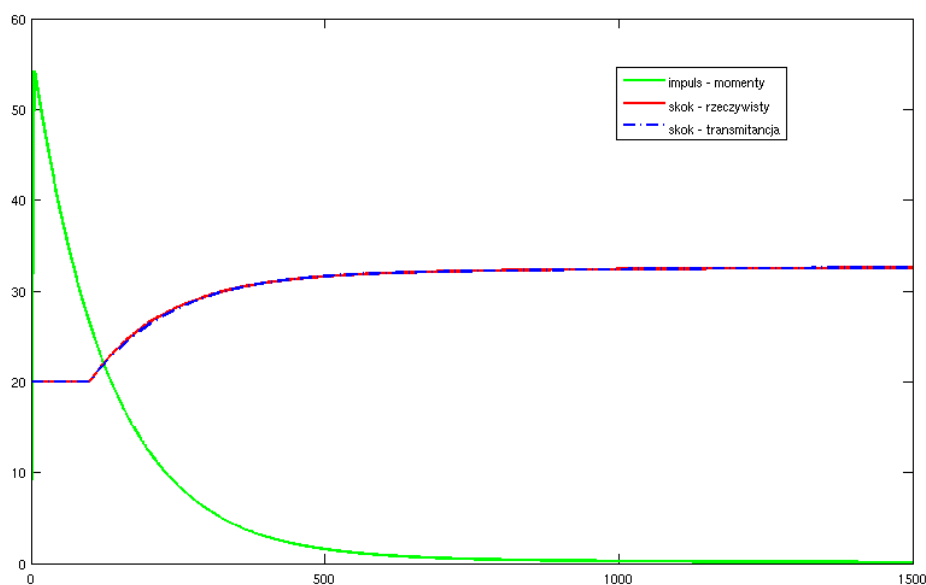
2.3. Identyfikacja obiektu metodą momentów

Momenty modelu wyznaczone są z następującej zależności:

$$m_i = \int_0^{\infty} t^i \cdot x(t) dt, \text{ gdzie } i - \text{rzęd parametru funkcji } x(t)$$

Parametry modelu $G_{m,n}(s) = \frac{b_m \cdot s^m + \dots + b_1 \cdot s + b_0}{a_n \cdot s^n + \dots + a_1 \cdot s + a_0}$ wyznaczone są z układu równań:

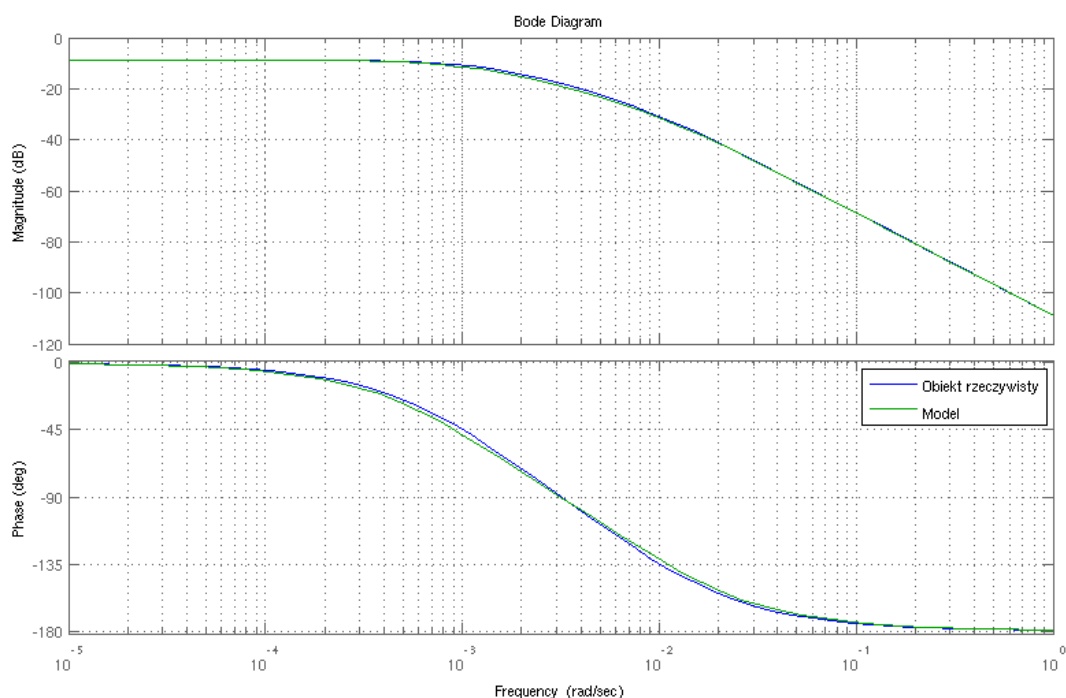
$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ m_0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ m_1 & -m_0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \frac{1}{2}m_2 & -m_1 & m_0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{6}m_3 & -\frac{1}{2}m_2 & m_1 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{24}m_4 & \frac{1}{6}m_3 & -\frac{1}{2}m_2 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_0 \\ m_1 \\ \frac{1}{2}m_2 \\ \frac{1}{6}m_3 \\ \frac{1}{24}m_4 \\ \frac{1}{120}m_5 \end{bmatrix}$$



Rysunek 3: Identyfikacja obiektu metodą momentów

Skrypt symulacyjny znajduje się w załączniku.

2.4. Identyfikacja obiektu przy pomocy charakterystyk Bodego



Rysunek 5: Identyfikacja obiektu przy pomocy charakterystyk Bodego dla T_{zew}

Skrypt symulacyjny znajduje się w załączniku.

3. Wnioski

- Model Kupfmullera oferuje najslabsze przybliżenie obiektu ponieważ modelujemy obiekt 1-rz.
- Stosując modele 2-rz obliczone z metody momentów, lub wyznaczone dzięki charakterystykom Bodego możemy uzyskać model bardzo zbliżony do modelu rzeczywistego,.
- Najbardziej efektywne wydaje się być wyznaczanie charakterystyk metodą momentów, gdyż można je najbardziej zautomatyzować.