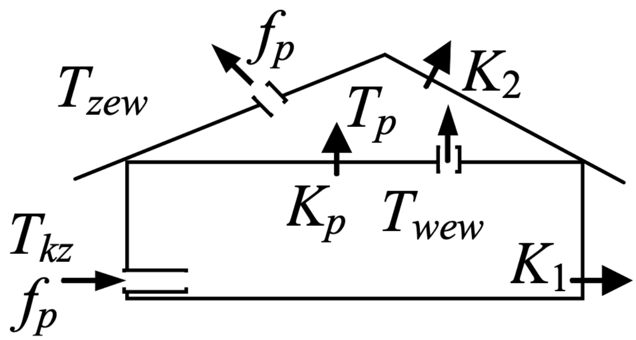
Miniprojekt

Autor: Aleksander Łyskawa 275 462

Data: 19.01.2024, Termin: pt. godz. 13:15



Rysunek 1: Ogrzewanie klimatyzowanego domu i poddasza

Nieliniowy model obiektu:

$$\begin{cases} C_{vw}\dot{T}_{wew}(t) = c_p\rho_p f_p(t)\Big(T_{kz}(t) - T_{wew}(t)\Big) - K_1\Big(T_{wew}(t) - T_{zew}(t)\Big) - K_p\Big(T_{wew}(t) - T_p(t)\Big) \\ C_{vp}\dot{T}_p(t) = c_p\rho_p f_p(t)\Big(T_{wew}(t) - T_p(t)\Big) + K_p\Big(T_{wew}(t) - T_p(t)\Big) - K_2\Big(T_p(t) - T_{zew}(t)\Big) \end{cases}$$

1 Schematy z blokami całkującymi

1.1 wzory do identyfikacji współczynników i obliczania punktów równowagi

Wzory na wspólczynniki przenikalnośći cieplnej:

$$\begin{cases} K_1 = \frac{c_p\rho_p f_{pN}\Big(T_{kN} - T_{pN}\Big)}{\Big(T_{wN} + 2T_{pN} - 3T_{zN}\Big)} \\ K_2 = \frac{2c_p\rho_p f_{pN}\Big(T_{kN} - T_{pN}\Big)}{T_{wN} + 2T_{pN} - 3T_{zN}} \\ K_p = \frac{2c_p\rho_p f_{pN}(T_{kN} - T_{pN})(T_{pN} - T_{zN})}{(T_{wN} - T_{pN})(T_{wN} + 2T_{pN} - 3T_{zN})) - c_p\rho_p f_{pN}}; \\ f_{pN} = \frac{q_{kN}}{c_p\rho_p T_{kN}}; \end{cases}$$

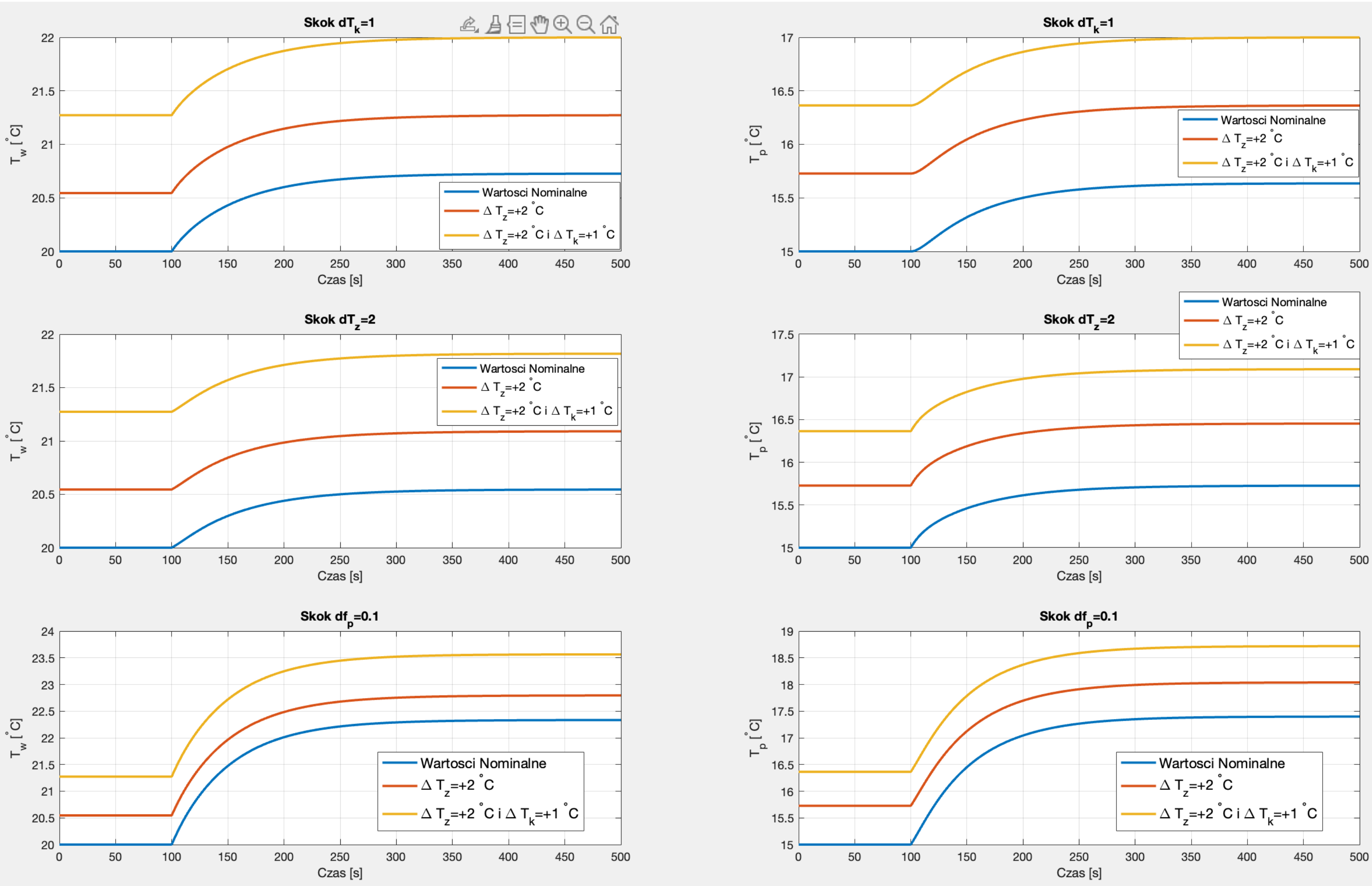
Wzory na warunki początkowe:

$$\begin{bmatrix} T_{w0} \\ T_{p0} \end{bmatrix} = \text{-inv} \begin{bmatrix} -c_p\rho_p f_p - K_p - K_1 & K_p \\ c_p\rho_p f_p + K_p & -c_p\rho_p f_p - K_2 - K_p \end{bmatrix} \begin{bmatrix} K_1 & c_p\rho_p f_p \\ K_2 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_{z0} \\ T_{k0} \end{bmatrix}$$

1.2 Wartości liczbowe zidentyfikowanych współczynników

$$\begin{cases} K_1 \approx 103\frac{W}{°C} \\ K_2 \approx 208\frac{W}{°C} \\ K_p \approx 883\frac{W}{°C} \\ f_{pN} \approx 0.48\frac{m^3}{s} \end{cases}$$

2 Odpowiedzi skokowe modelu nieliniowego



Rysunek 2: Odpowiedzi skokowe modelu nieliniowego, dla trzech różnych punktów pracy

3 Schematy z blokami StateSpace i TransferFcn

3.1 Równania stanu

$$\begin{bmatrix} \dot{T}_w \\ \dot{T}_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{-\left(c_p \cdot \rho_p \cdot f_p + K_1 + K_p\right)}{C_{vw}} & \frac{K_1}{C_{vw}} \\ \frac{c_p \cdot \rho_p \cdot f_p + K_p}{C_{vp}} & \frac{-\left(c_p \cdot \rho_p \cdot f_p + K_p + K_2\right)}{C_{vp}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_w \\ T_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{K_1}{C_{vw}} & \frac{c_p \cdot \rho_p \cdot f_p}{C_{vw}} \\ \frac{K_2}{C_{vp}} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} T_z \\ T_k \end{bmatrix}$$

3.2 Transmitancje

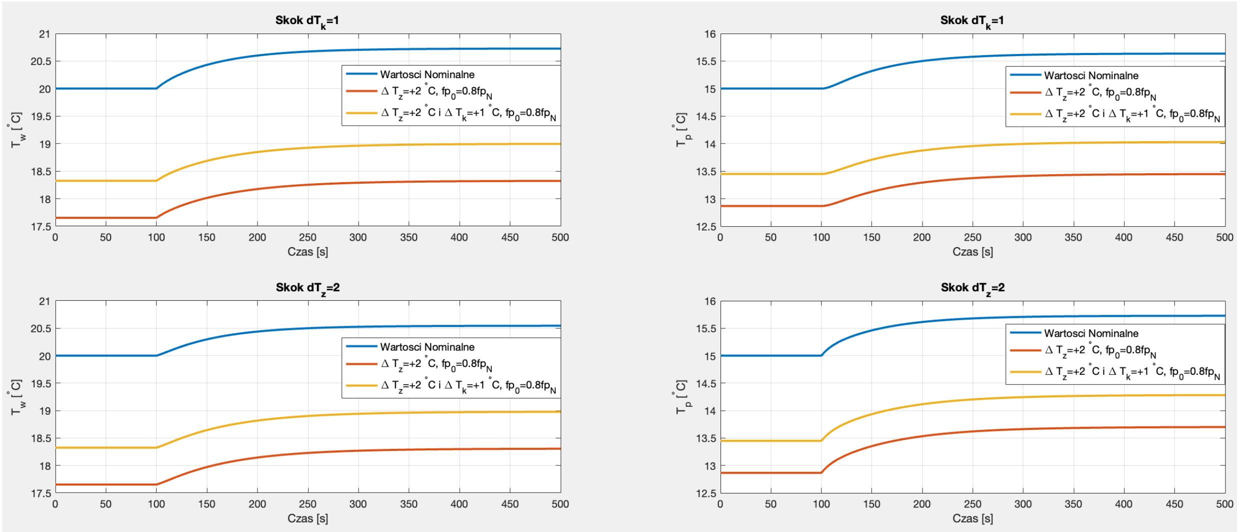
$$M(s) = s^2(C_{vw}C_{vp}) + s(C_{vw}(c_p\rho_p f_p + K_p + K_2) + C_{vp}(c_p\rho_p f_p + K_1 + K_p)) + c_p\rho_p f_p(c_p\rho_p f_p + K_1 + K_2 + K_p) + K_1K_p + K_1K_2 + K_pK_2; \quad (1)$$

$$T_w = \frac{s(K_1C_{vp}) + K_1c_p\rho_p f_p) + K_pK_1 + K_2K_2 + K_2K_p}{M(s)}T_z + \frac{s(C_{vp}c_p\rho_p f_p) + c_p\rho_p f_p(c_p\rho_p f_p + K_p + K_2))}{M(S)}T_k \quad (2)$$

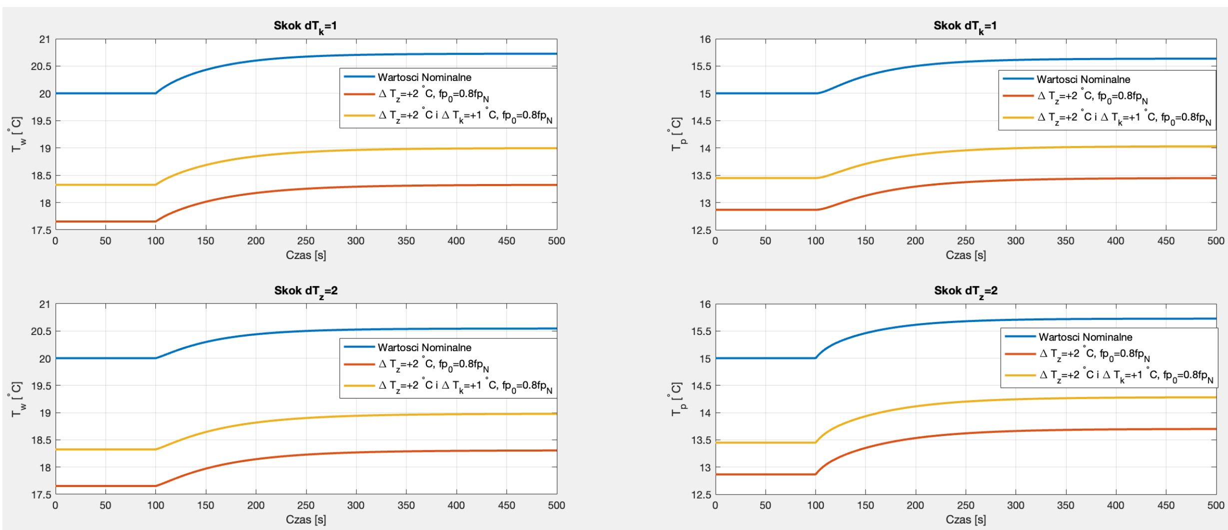
$$T_p = \frac{s(K_2C_{vw}) + K_2c_p\rho_p f_p) + K_2K_1 + K_2K_p + K_1c_p\rho_p f_p + K_1K_p}{m}T_z + \frac{c_p\rho_p f_p(c_p\rho_p f_p + K_p)}{M(S)} \quad (3)$$

3.3 Odpowiedzi skokowe modelu z równaniami stanu

3.4 Odpowiedzi skokowe modelu z transmitancjami



Rysunek 3: Odpowiedzi skokowe modelu liniowego state space, dla dwóch różnych punktów pracy



Rysunek 4: Odpowiedzi skokowe modelu liniowego transmitancji, dla trzech różnych punktów pracy

4 Wnioski

- Porównując wykresy z wartościami nominalnymi z układu nieliniowego do wykresów z modelu liniowego transmitancji i równań stanu widać, że są one identyczne, co potwierdza poprawność wykonanego modelu.
- Na wykresach odpowiedzi skokowych z modelu transmitancji i równań stanu widać, że zmiana parametru przepływu powoduje zmiane czasu stabilizacji temperatury.
- Z rysynku nr 3 i 4 można wywnioskować, że układ liniowy reaguje na jednakowe zakłócenie tak samo w różnych punktach pracy, gdzie układ nieliniowy z rysunku nr 2 ma różne reakcje na skoki