

Przygotowanie i badanie układu regulacji na „obiekcie” (URO)

Mateusz Kwapisz 280107
Mikołaj Nowak 280082

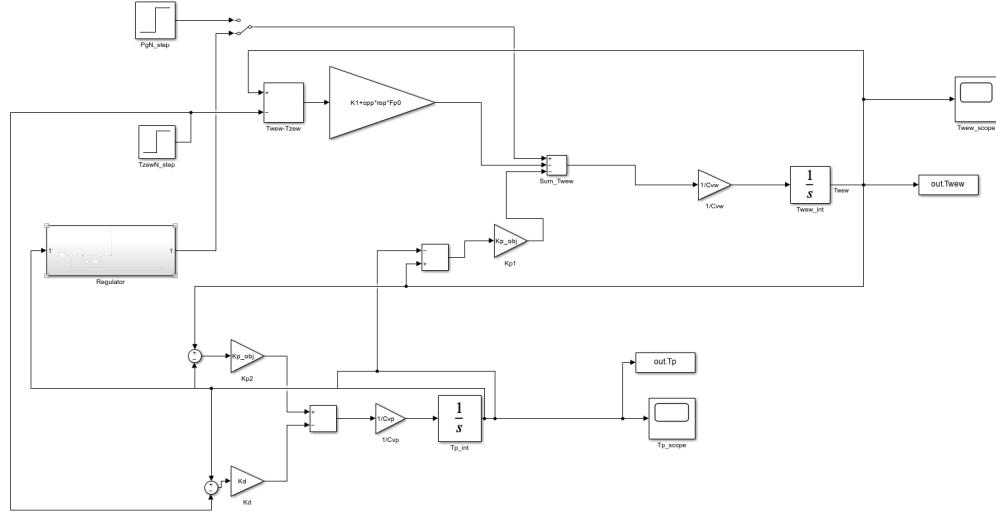
25 stycznia 2026

Spis treści

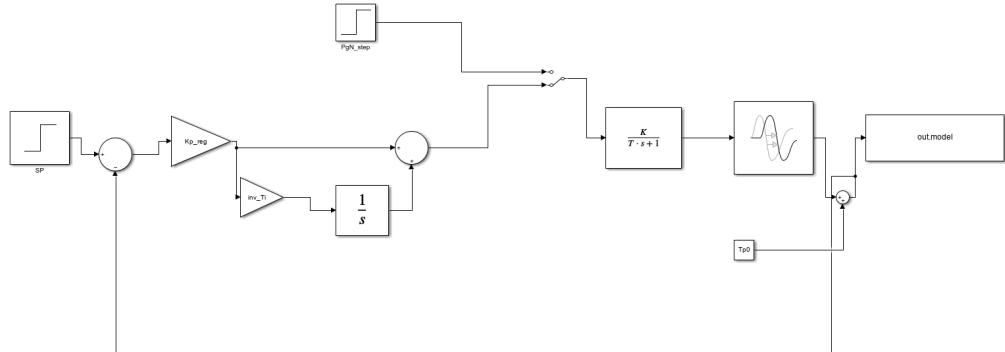
1 Schemat	2
2 Dobór nastaw	3
3 Porównanie reakcji obiektu i modelu	4
4 Porównanie odpowiedzi na zmianę wartości zadanej i zakłócenia	5

1 Schemat

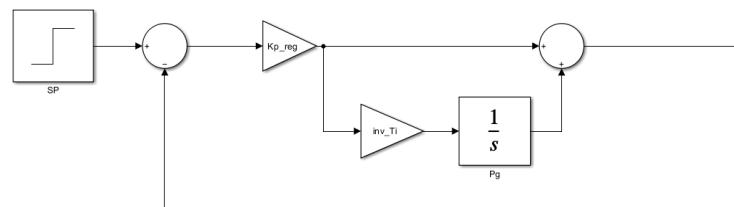
W ramach ćwiczenia zrealizowano dwa układy regulacji. Pierwszy z nich (URO) wykorzystuje model fizycznego obiektu ogrzewanego, natomiast drugi (URM) opiera się na zidentyfikowanym modelu uproszczonym FOTD.



Rysunek 1: Schemat układu regulacji na obiekcie rzeczywistym (URO).



Rysunek 2: Schemat układu regulacji na modelu uproszczonym (URM).



Rysunek 3: Schemat wewnętrzny regulatora PI.

2 Dobór nastaw

Nastawy regulatora zostały dobrane metodą Zieglera-Nicholsa na podstawie zidentyfikowanego modelu FOTD.

Parametry modelu FOTD przyjęte do obliczeń:

- Wzmocnienie obiektu: $K = 0.0035$
- Stała czasowa: $T = 1758$ s
- Opóźnienie transportowe: $T_0 = 100$ s

Wykorzystano następujące wzory dla regulatora PI:

$$K_p = \frac{0.9 \cdot T}{K \cdot T_0} \quad (1)$$

$$T_i = 3.33 \cdot T_0 \quad (2)$$

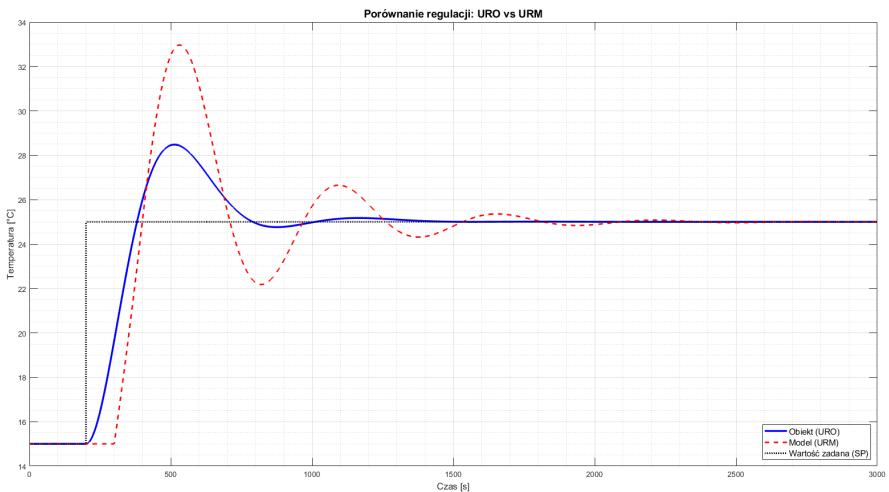
Podstawiając wartości:

$$K_p = \frac{0.9 \cdot 1758}{0.0035 \cdot 100} = \frac{1582.2}{0.35} \approx 4520.57$$

$$T_i = 3.33 \cdot 100 = 333 \text{ s}$$

$$\frac{1}{T_i} \approx 0.003003$$

3 Porównanie reakcji obiektu i modelu



Rysunek 4: Porównanie przebiegów regulacji dla obiektu (URO) i modelu (URM).

Analiza wyników

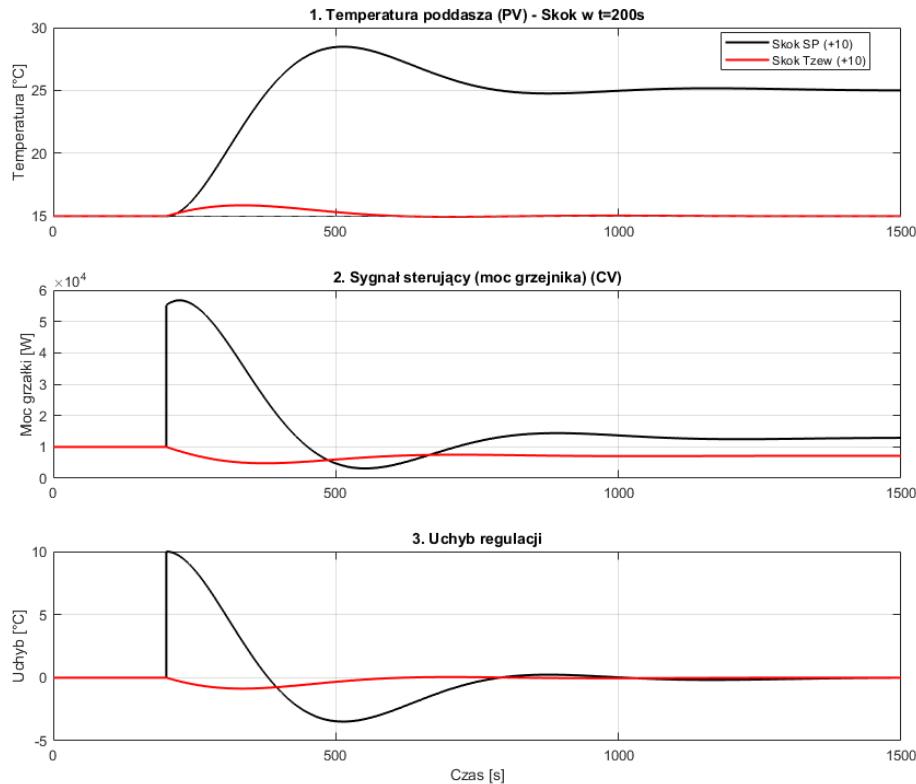
Badanie polegało na wykonaniu skoku wartości zadanej o 10°C w chwili $t = 200 \text{ s}$.

- **Obiekt:** Regulator poprawnie steruje obiektem. Widoczne jest przeregulowanie, co jest charakterystyczne dla nastaw Zieglera-Nicholsa, które stawiają na szybkość regulacji kosztem oscylacji. Czas ustalania wynosi około 1500 sekund od momentu skoku.
- **Model:** Reakcja modelu FOTD jest bardziej oscylacyjna i charakteryzuje się większym przeregulowaniem w porównaniu do obiektu rzeczywistego.

4 Porównanie odpowiedzi na zmianę wartości zadanej i zakłócenia

W tej części eksperymentu porównano zachowanie układu regulacji w dwóch scenariuszach (skok w chwili $t = 200$ s o amplitudzie +10):

1. **Skok SP:** Zmiana wartości zadanej temperatury poddasza.
2. **Skok Tzew:** Zmiana temperatury zewnętrznej (zakłócenie).



Rysunek 5: Porównanie reakcji układu na skok wartości zadanej (czarny) i skok temperatury zewnętrznej (czerwony).

Wnioski z porównania

- **Temperatura (PV):** Skok SP wymusza dużą zmianę temperatury z widocznym przeregulowaniem. Zakłócenie (wzrost T_{zew}) powoduje jedynie niewielkie odchylenie temperatury, które jest szybko kompensowane przez regulator.
- **Sygnał sterujący (CV):** Zmiana SP wymaga gwałtownego wzrostu mocy grzałki. Przy wzroście temperatury zewnętrznej moc nieznacznie **maleje**, ponieważ zmniejszają się straty ciepła obiektu.
- **Uchyb regulacji:** W przypadku zmiany SP uchyb pojawi się natychmiast. Dla zakłócenia uchyb narasta łagodnie ze względu na inercję cieplną obiektu.