Modelowanie i symulacja zbiornika z grzaniem

Sprawozdanie

Data wykonania ćwiczenia: 14.12.2022 r.

Data oddania sprawozdania: 20.12.2022 r.

Jakub Górski

Grupa dziekańska nr 3

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica

Modelowanie Systemów Dynamicznych 2022

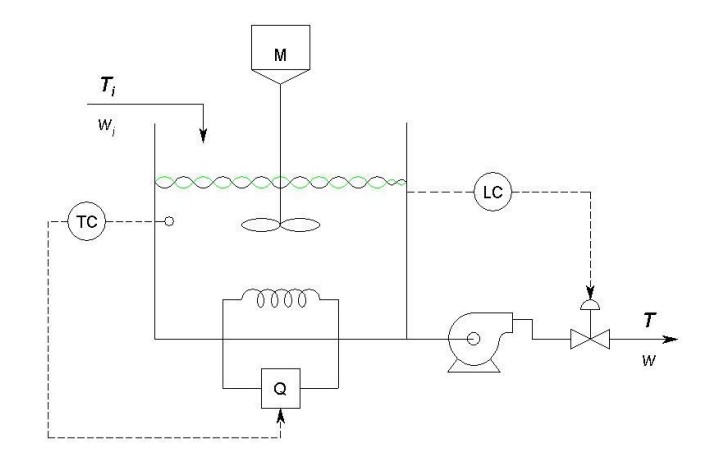
WEAIiIB, Automatyka i Robotyka

Spis Treści

1. Cel ćwiczeń
2. Wstęp teoretyczny
3. Wykonanie zadań
4. Wnioski
5. Bibliografia
6. Cel ćwiczeń

Celem laboratorium jest zamodelowanie zbiornika o stałym przepływie, stałej pojemności, z idealnym mieszaniem oraz grzaniu (stałym, a także zmiennym).  
W ramach wykonania ćwiczenia rozwiązano numerycznie równania różniczkowe opisujące zadany model korzystając z metody Eulera.

1. Wstęp teoretyczny



Schemat modelu potrzebnego do wykonania laboratorium

**Równania różniczkowe opisujące zadany model:**

*Z zasady zachowania masy:*

*Z zasady zachowania energii:*

Oznaczenia:

– temperatura strumienia wejściowego [K]

– temperatura strumienia wyjściowego [K]

– masowy strumień wejściowy [kg/s]

– masowy strumień wyjściowy [kg/s]

– objętość cieczy w zbiorniku [m3]

– moc grzałki [W]

– gęstość cieczy [kg/m3]

– ciepło właściwe cieczy [J/(kgK)]

Można zauważyć, że model zbiornika jest nieliniowy (na podstawie działań mnożenia i dzielenia w przedstawionych wyżej równaniach różniczkowych).

**Schemat metody Eulera:**

,

*h* – krok

1. Wykonanie zadań

Wartości wykorzystywane w trakcie symulacji:

– liczba próbek

– krok

– temperatura strumienia wejściowego

– temperatura strumienia wyjściowego w stanie ustalonym

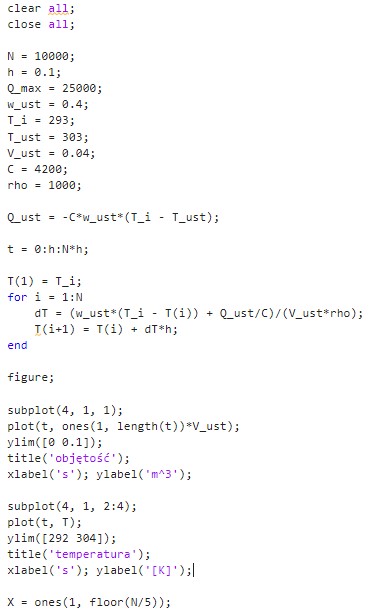
– masowy strumień w stanie ustalonym

– objętość cieczy w zbiorniku (stan ustalony)

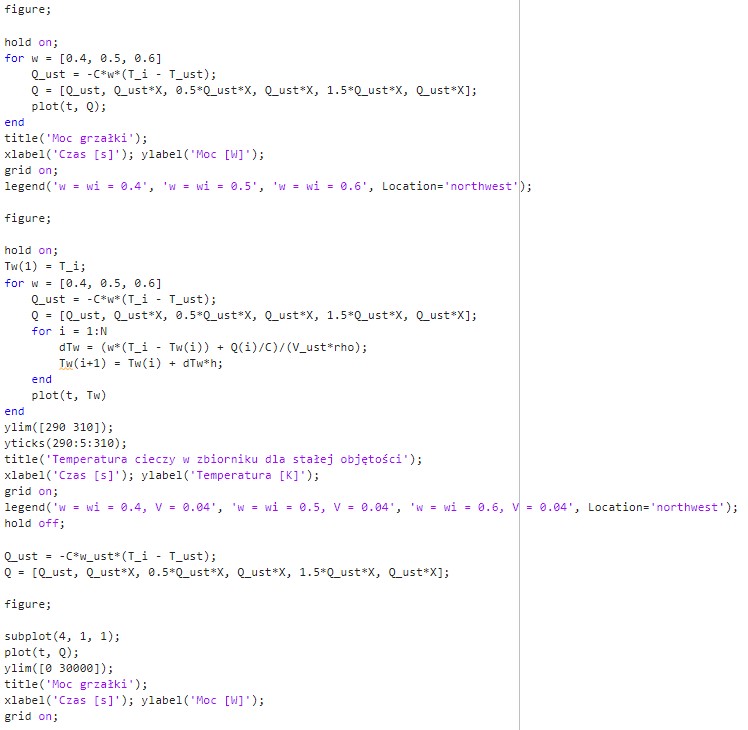
– maksymalna moc grzałki

– gęstość cieczy

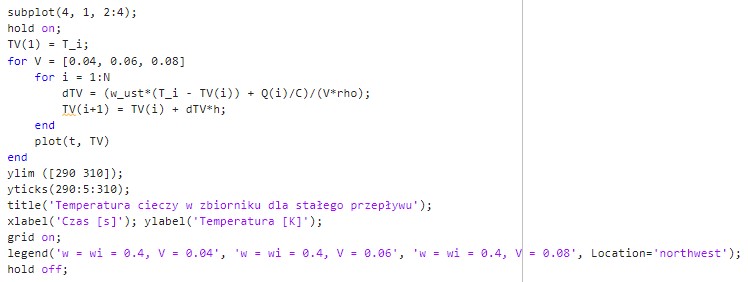
– ciepło właściwe cieczy



Kod programu (I)



Kod programu (II)

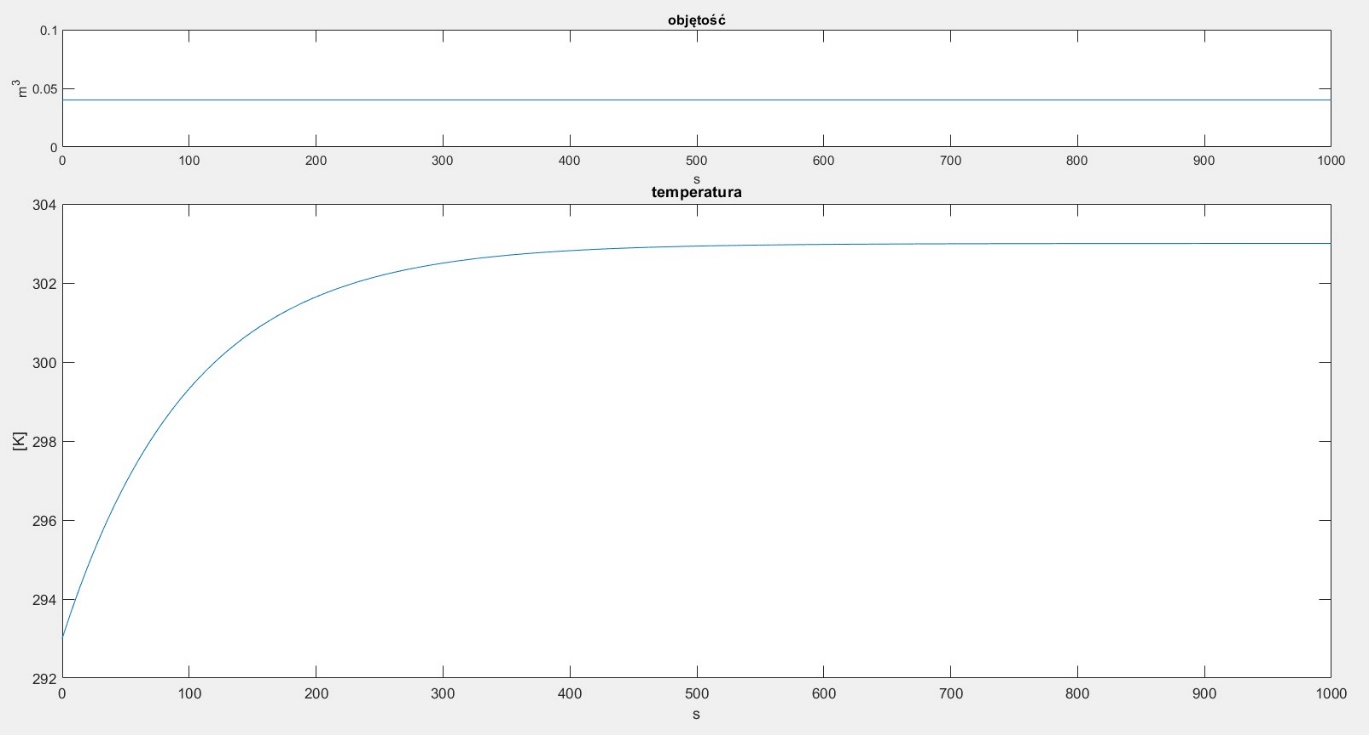


Kod programu (III)

We wstępie obliczono wartość mocy grzałki w stanie ustalonym wykorzystując do tego równanie różniczkowe wynikające z zasady zachowania energii w stanie ustalonym (ukazana pochodna jest równa zeru).

Moc grzałki w stanie ustalonym wynosi 16800 W.

Następnie, stosując metodę Eulera, rozwiązano równanie różniczkowe (bazujące na zasadzie zachowania energii) i narysowano wykres przebiegu temperatury i objętości cieczy w zbiorniku w czasie (przy stałych wartościach , oraz ).



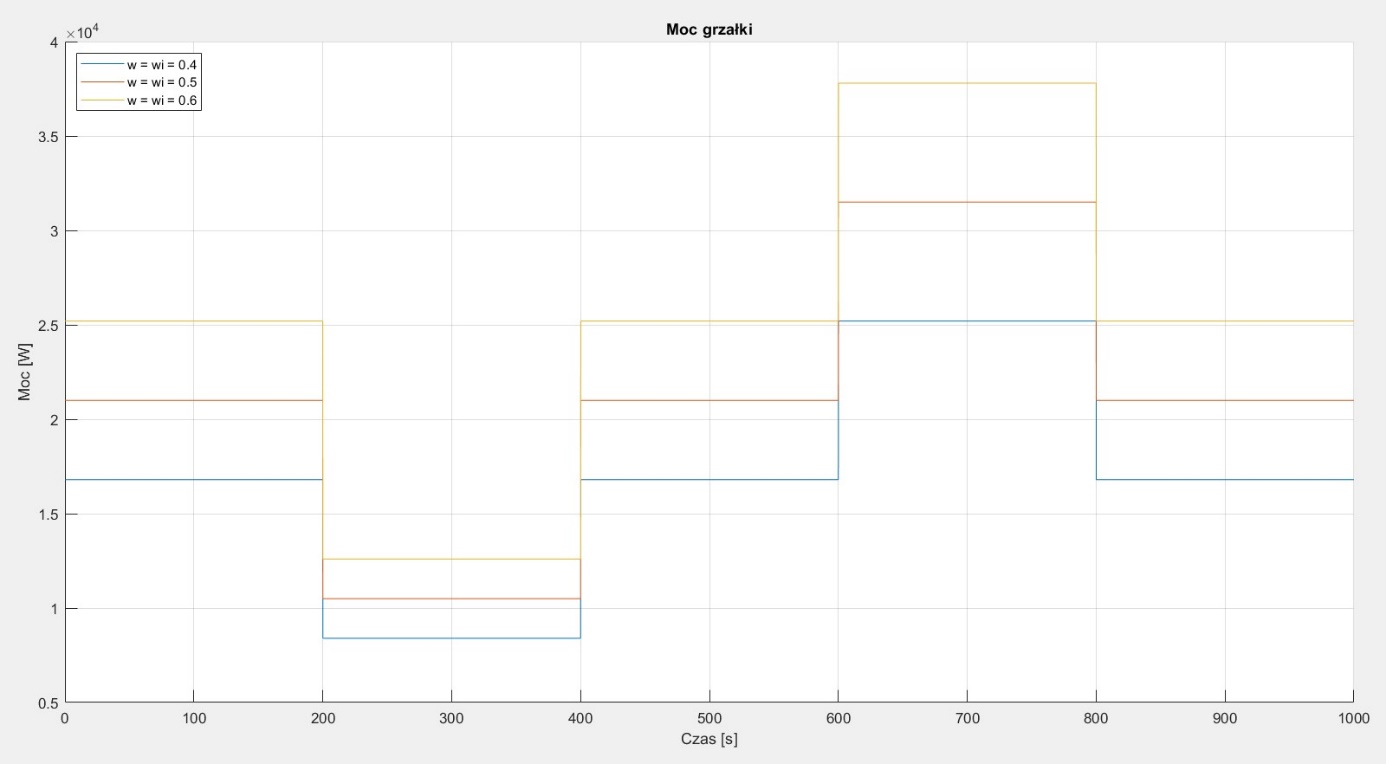
Wykres przebiegu wartości temperatury i objętości cieczy w czasie (przy stałych wartościach , oraz )

Kolejnym etapem laboratorium jest uzyskanie charakterystyk temperaturowych  
o objętości cieczy w zbiorniku należącej do zbioru {0.04, 0.06, 0.08} [m3], o wartości przepływu znajdującej się w zbiorze {0.4, 0.5, 0.6} [kg/s] (wszystkie przypadki są osobno traktowane) przy zmiennej wartości mocy grzałki.

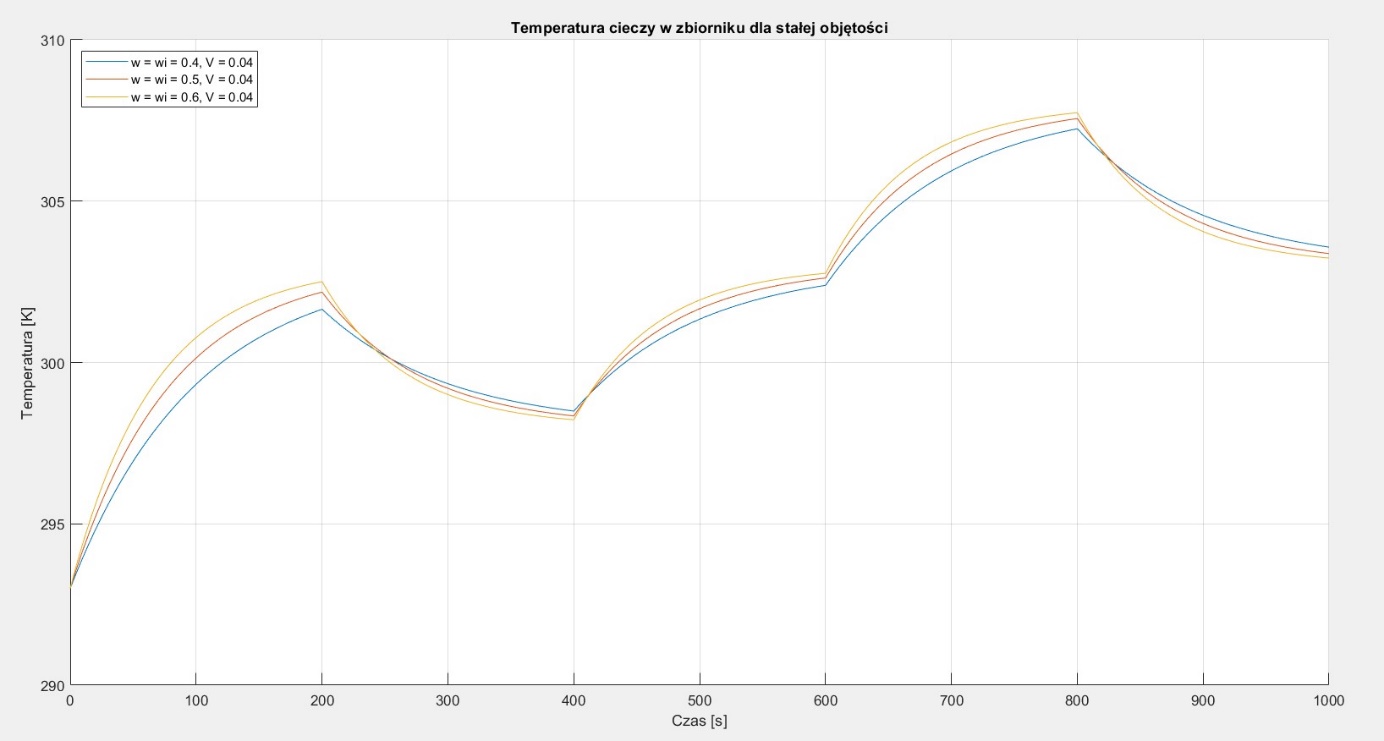
Aby zasymulować zmienność mocy elementu grzewczego utworzono odpowiednie wektory, które zawierają chwilowe wartości mocy grzałki (w tym fragmencie użyto dostarczonej w instrukcji wskazówki). Z uwagi na to, że moc grzałki w stanie ustalonym zależy od wartości przepływu, dla każdego przypadku związanego z ustaloną (inną) wartością wskazanej wielkości należy zmienić wektor będący reprezentacją mocy elementu grzewczego w czasie.

Bez względu na wartość strumienia masy przebiegi mocy mają postać skokową.

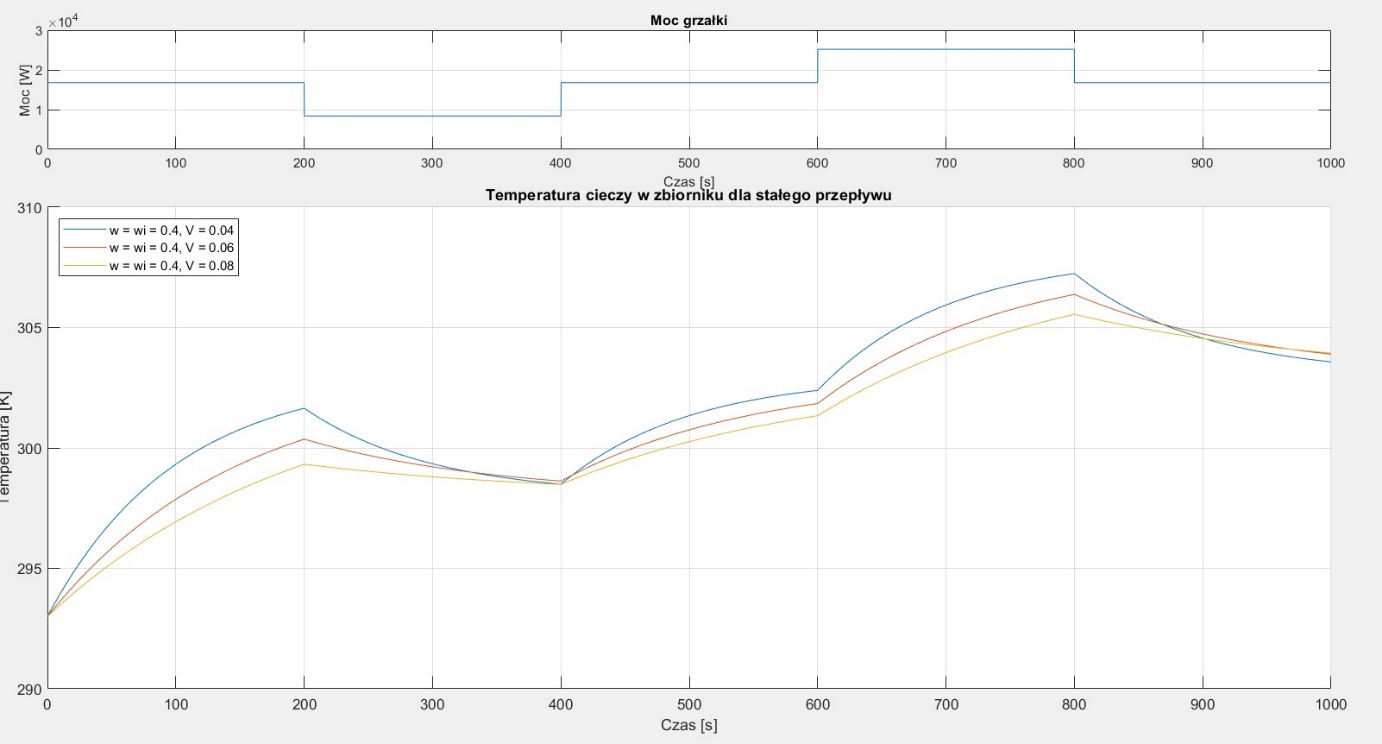
Ostateczne rezultaty ukazują poniższe wykresy.



Wykres przebiegu wartości mocy grzałki w czasie dla trzech różnych wartości przepływu



Wykres przebiegu wartości temperatury w czasie przy skokowej zmianie mocy grzałki (dla trzech różnych wartości przepływu)



Wykresy przebiegu wartości temperatury w czasie przy skokowej zmianie mocy grzałki oraz charakterystyka wspomnianej mocy grzałki w dziedzinie czasu (dla trzech różnych wartości objętości cieczy)

1. Wnioski

* Metoda Eulera umożliwia w sposób iteracyjny rozwiązać równanie różniczkowe.
* Przy stałych wartościach przepływu i objętości cieczy w zbiorniku zaprojektowany model zachowuje się jak obiekt liniowy, lecz jeśli jeden ze wspomnianych parametrów będzie się zmieniał w czasie, to model staje się nieliniowy.

1. Bibliografia

* Konspekt do zajęć „Modelowanie i symulacja zbiornika z grzaniem”