WOJSKOWA AKADEMIA TECHNICZNA

Wydział Cybernetyki



**SPRAWOZDANIE   
Z ĆWICZENIA LABORATORYJNEGO NR 7**

Temat ćwiczenia:

Modelowanie układu regulacji

Prowadzący: mgr inż. Małgorzata Rudnicka - Schmidt

Wykonała: kpr. pchor. Damian KRATA (Nr albumu: 59223)

Grupa: I4X3S1

Data wykonania ćwiczenia: 14.01.2016r.

Rozpatrzmy układ dwóch zbiorników wody ze swobodnym przepływem pokazany na Rysunku 1. Oznaczmy:

Rysunek 1 Układ dwóch zbiorników połączonych

**μ1 – współczynnik przepływu wody z pierwszego do drugiego zbiornika = 1**

**μ2 – współczynnik odpływu wody z drugiego zbiornika = 2**

**C1 – powierzchnia lustra wody w pierwszym zbiorniku = 8**

**C2 – powierzchnia lustra wody w drugim zbiorniku = 5**

q(t) – strumień wody wpływający do pierwszego zbiornika – stanowi wymuszenie – może być .kształtowany dowolnie przez obserwatora układu

w(t) – odpływ wody z pierwszego do drugiego zbiornika

z(t) – odpływ wody z drugiego zbiornika

h1(t) – poziom lustra wody w pierwszym zbiorniku

h2(t) – poziom lustra wody w drugim zbiorniku

U – strumień wody dopływającej do pierwszego zbiornika po otworzeniu zaworu

e(t) – uchyb (błąd regulacji)

p0 – zadawana wartość sygnału wyjściowego

– przyjęty poziom dokładności regulacji, histereza

Stan układu określają poziomy wody w obu zbiornikach: dla dalszego przewidywania stanu układu będę potrzebował stanu aktualnego i wartości sygnału wymuszenia począwszy od chwili bieżącej. Należy zauważyć, że woda z pierwszego zbiornika do drugiego będzie się przelewać jedynie w sytuacji, gdy ciśnienie panujące w pierwszym zbiorniku będzie większe niż w drugim. Na tej podstawie możemy wywnioskować, że musi zachodzić zależność

h1(t) >= h2(t). Wydatek przepływu w(t) w krótkich przewężeniach dla powyższego warunku określa następujący wzór:

.

Rozpatrując odwrotną sytuację, że poziom wody w drugim zbiorniku byłby wyższy niż w pierwszym, woda przelewałaby się z drugiego do pierwszego zbiornika. Dlatego też powyższy wzór należy zmodyfikować, tak by pod pierwiastkiem nie mogła wyjść wartość ujemna – zależy nam jedynie na wartości bezwzględnej:

Modyfikacja ta jednak powoduje, że tracimy informację o kierunku przepływu wody, w związku z tym pomnożymy prawą stronę wzoru przez wartości funkcji signum owej różnicy poziomów. Otrzymamy zatem:

Natomiast odpływ wody z drugiego zbiornika z(t) uzależniony jest wyłącznie od ciśnienia w drugim zbiorniku, dlatego też:

gdzie,

Funkcja nie zmienia iloczynu dla dodatniego poziomu wody, dla ujemnego zeruje iloczyn. W praktyce (w MATLABIE) nigdy nie przyjmie wartości mniejszej od zera, dlatego można zastosować pierwszy wzór na . Mając powyższe równania możemy określić funkcję na wzrost objętości wody w obu zbiornikach.

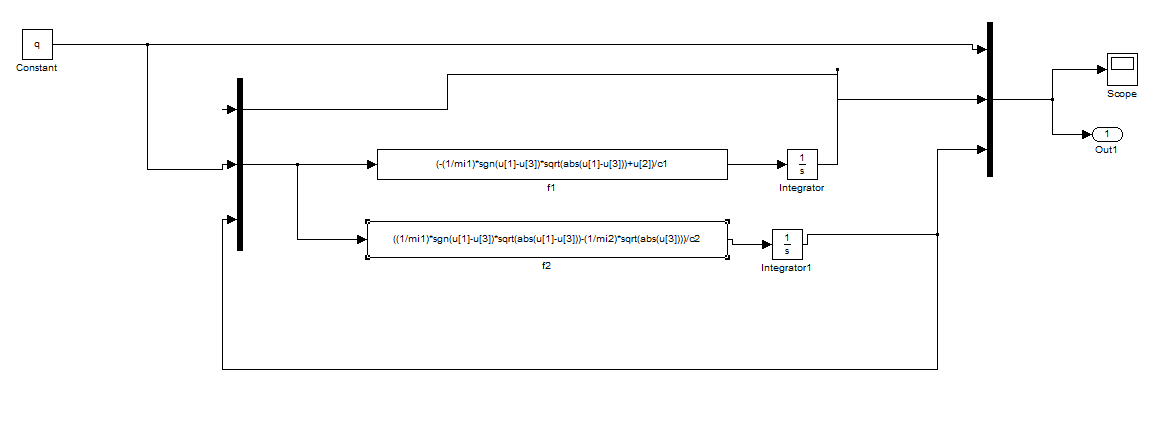
Na podstawie powyższego rozumowania określmy wzór funkcji na wzrost objętości wody w obu zbiornikach. Do pierwszego zbiornika wpływa woda z prędkością q(t), a wypływa z prędkością w(t). Do drugiego wpływa z prędkością w(t), a wypływa z prędkością z(t), zatem:

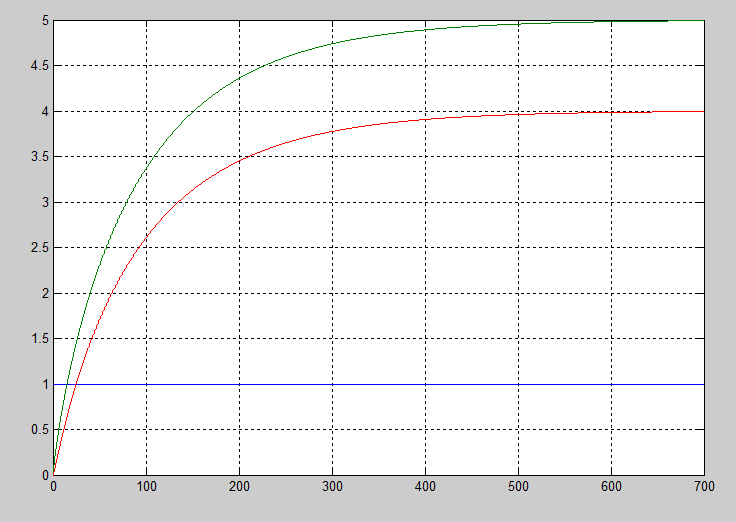
Biorąc pod uwagę, że C1 h1'(t) oraz C2 h2'(t) także określają chwilowy wzrost objętości wody w obu zbiornikach otrzymam:

Przyjmijmy, że wartość nominalna dopływu q(t) jest stała i wynosi q0. Obliczę stan równowagi układu, tzn. ustalone przy nominalnej wartości dopływu wartości h10, h20 poziomów wody w zbiornikach. Wartości te wyznaczamy z warunku zerowania się pochodnych i . Mamy więc:

Otrzymamy w przybliżeniu następujące wyniki h1=4.9665, h2=3.9842, zaś time=696.3581 dla q0=1 (są to wartości otrzymane w MATLABIE za pomocą funkcji ginput).

Rysunek 2 Model układu





Rysunek 3 Wykres poziomów wody w zbiornikach, dane początkowe

Analizując wykres przedstawiony na Rysunku 3, a także wykorzystując funkcję w MATLABie ginput, odczytującą wartości, możemy w przybliżeniu określić, że punktem dla którego proste stabilizują się są odpowiednio, dla h2(t) i h1(t), (696.3611, 3.9842) i (696.3611 , 4.9768). Natomiast teoretyczna wartość h1 wynosi 5.0000, a h2 4.0000. Porównując wynik moich obliczeń i odcztanych z wykresu, zauważamy że są one podobne, co do wartości.

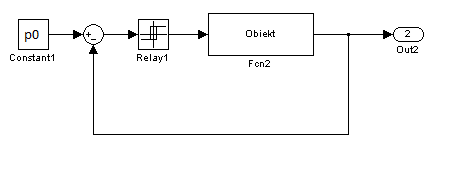
Wartości teoretyczne jakie powinien przyjąć układ już ustabilizowany możemy odczytać analizując pochodną. Widzimy, że w nieskończoności układ będzie się wyrównywał natomiast styczna do wykresu funkcji będzie coraz bardziej równoległa do osi OX układu współrzędnych, szukamy więc wartości funkcji dla warunku zerowania się pochodnej, mamy:

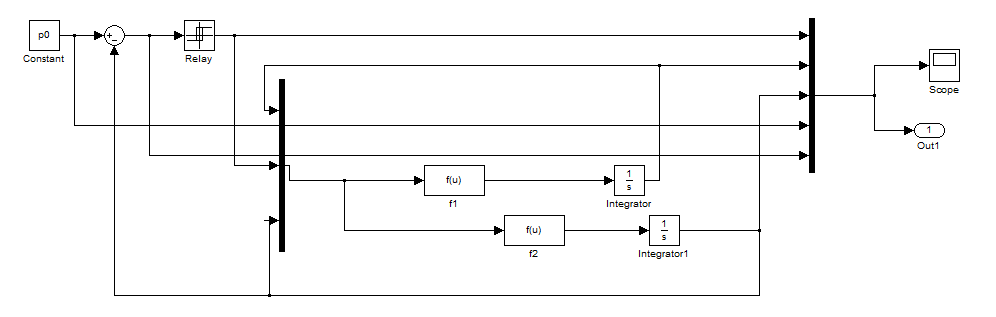
h1=(mi1\*mi1+mi2\*mi2)\*q\*q =5

h2=mi2\*mi2\*q\*q =4

Równanie wykorzystywane w modelu do wyznaczenia poziomów, jakie mają być podtrzymywane w zbiornikach:

**Układ regulacji z regulatorem przekaźnikowym:**

**

****Schemat układu regulacji z regulatorem przekaźnikowym:**

Do zamodelowania układu wykorzystałem następujące bloki:

- **Relay** z biblioteki Discontinuities

- **Fcn** z biblioteki User-defined functions

- **Integrator** z biblioteki Continuous

- **Mux** z biblioteki Signal Routing

- **Constant** z biblioteki Sources

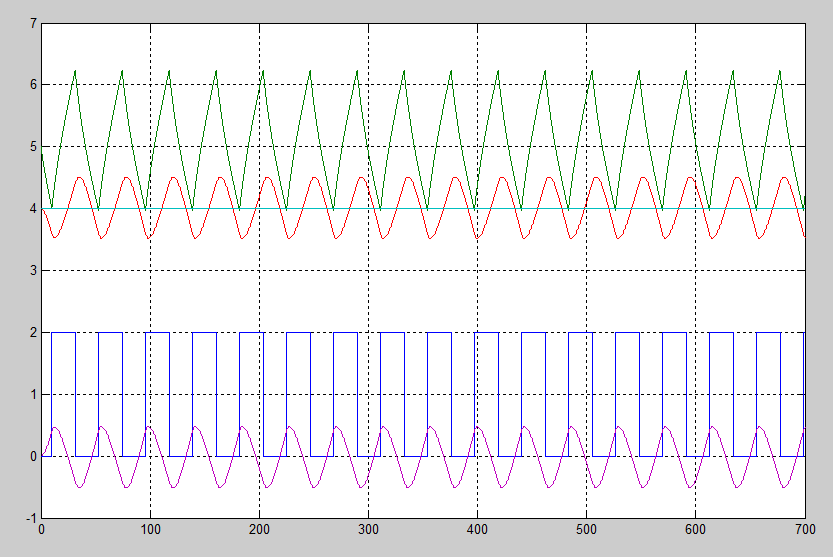
- **Scope**, **Out** z biblioteki Sinks

**Równania stanu (odpowiednio w f1 i f2, widzimy je również na rysunku nr 2):**





**Wykres działania układu z regulatorem przekaźnikowym:**

**

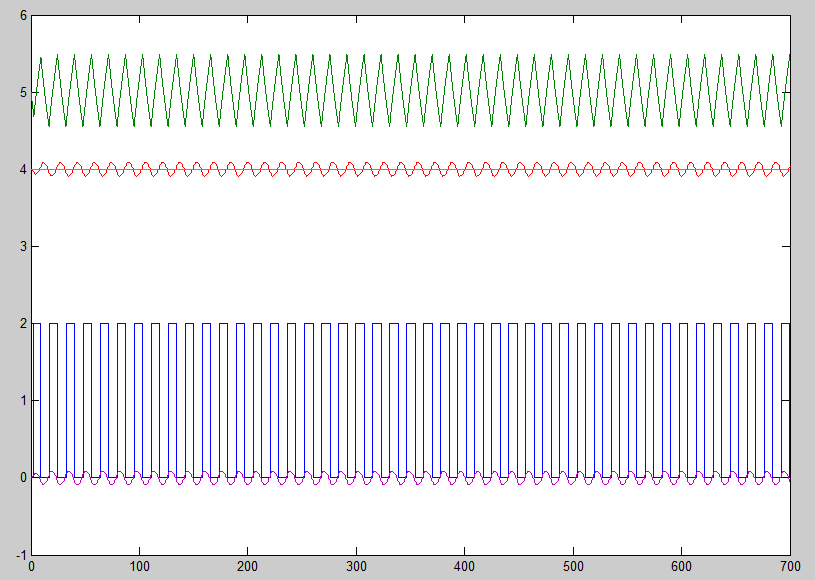
Legenda:

1. Zielona krzywa – wartość h1, poziom wody w pierwszym zbiorniku,
2. Czerwona krzywa – wartość h2, poziom wody w drugim zbiorniku,
3. Stała zielona linia – zadawana wartość sygnału wyjściowego,
4. Fioletowa linia – dopływ wody w metrach sześciennych,
5. Różowa linia – wartość uchybu.

Przejdźmy do krótkiej analizy tego wykresu:

Widzimy, że gdy wartość uchybu wyniesie około 0.5 czyli tak jak w treści zadania 0,1\*h1, to mamy do czynienia z ubytkiem wody, wtedy w regulatorze ustawiana jest wartość dopływu wody. Skoro zawór jest otwarty, woda wlewa się do pierwszego zbiornika, następuje podwyższenie poziomu lustra wody w pierwszym zbiorniku na linii nr 1. Wtedy po ułamku sekundy podnosi się także poziom wody w drugim zbiorniku, dopóki nie osiągnie stanu zadanego (p0). Wtedy sukcesywnie wartość uchybu się zmniejsza, a zawór zostaje zamknięty (linia nr 4 wraca na oś OX). Widzimy, ze układ z regulatorem przekaźnikowym nie jest idealny. Występują wahania poziomów wody i to znaczące. Na szczęście efekt ten można poprawić, stosując chociażby mniejszą wartość współczynnika histerezy. Wtedy przy mniejszej zmianie poziomu wody, już otwierałby się zawór co konsekwentnie prowadziłoby do zmniejszenia wartości uchybu.

**Efekt zastosowania histerezy na poziomie 0,01\*h1.**



Wykres potwierdza moje przypuszczenia.

Wnioski

Cel ćwiczenia laboratoryjnego nr 7 uważam za zrealizowany w stopniu bardzo dobrym. Po raz kolejny mogłem wykorzystać rozbudowane funkcje MATLAB-a, a ponadto nabyłem umiejętności, jeśli chodzi o tworzenie modeli obiektów sterowania. Zakładając, ze woda wylewa się proporcjonalnie do słupa wody, mogłem wyprowadzić odpowiednie zależności. Ponadto określiłem stan równowagi, wykorzystując warunek zerowania się pochodnych i . Ponadto, nauczyłem się tworzenia układów z regulatorem przekaźnikowym.