**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра КСУ**

отчет

**по лабораторной работе № 2**

**по дисциплине «Моделирование систем управления»**

Тема: Исследование статических режимов динамической системы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студенты гр. 5491 |  | Дернов Н.А. |
|  |  | Половинко Л.В. |
|  |  | Лаврова Е.А. |
|  |  | Холмогоров В.Н. |
| Преподаватель |  | Ветчинкин А.С. |

Санкт-Петербург

2019

**Цель работы.**

Преобразовать исходную систему уравнений в СНЛАУ, описывающую статические режимы. Используя пакет MATLAB, решить полученную СНЛАУ и рассчитать статические характеристики динамической системы.

**Ход работы.**

1. В исходных уравнениях объекта выделить переменные состояния и входные переменные. Исключить промежуточные переменные и записать СНЛАУ в нормированном виде.

Исходные уравнения:

F = iвw

Ф = Λ(F)

uв = iвrв + w dФ/dt

ceФω = iгrя + Lя diг/dt + iгR0

J dω/dt = Mв - cмФiг

Форма Коши:

dФ/dt = uв / w – Λ-1(F)rв / w

diг/dt = (ceФω – iг (rя + R0)) / Lя

dω/dt = (Mв - cмФiг) / J

Уравнения статических режимов:

0 = uв – Λ-1(F)rв

0 = ceФω – iг (rя + R0)

0 = (Mв - cмФiг) / J

Выразим переменную F через Ф, F = Λ-1(Ф), а зависимость F = Λ-1(Ф) выразим через аппроксимирующий полином р(Ф), полученный в работе № 1.

0 = uв / rв – р(Ф)

0 = ceФω – iг (rя + R0)

0 = (Mв - cмФiг) / J

Вектор переменных состояния: x = [x1 x2 x3]T = [Ф iг ω]T

Вектор входных переменных: u = [u1 u2 u3]T = [uв Mв R0]T

Нормирование переменных:

Ф’ = Ф / Фн = 1, Mвн’ = 1, см = 1, ce’ = 1, rя’ = 1, uвн’ = 1, w’ = 1, r’в = 1

Ф(1) = p(x) = 0,0652531\*15 - 0,417793\*13 + 1,2471\*1 = 0.8946

Упрощённая система уравнений

dФ/dt = uв – р(Ф)

diг/dt = Фω – iг (1 + R0)

dω/dt = Mв – Фiг

0 = u1 – (0,065 x15 - 0,4178 x13 + 1,247 x1)

0 = x1x3 – x2 (1 + u3)

0 = u2 – x1x2

Таким образом, вектору входов

Соответствует вектор состояний

main.m

clear all

clc

cla

% определение констант и присвоение их значений

eps = 0.01;

% определение аппроксимирующего полинома

p = [0.0652531464530903 0 -0.417793814270038 0 1.24716103354177 0];

% формирование набора значений вектора входов при постоянных значениях

% первой и третьей координат

u1 = 2 : -0.01 : 0.1;

u2 = 1;

u3 = 1;

Ones = ones(1, length(u1));

u = [u1; u2\*Ones; u3\*Ones];

% задание начальных значений вектора х, номинальный режим

x0 = [1; 1; 2];

% цикл расчёта значений вектора х

xx = [];

for i = 1:length(u1)

x = newton('fun\_F','fun\_G',x0,u(:,i),0.001)

xx = [xx x];

x0 = x;

end

% построение графиков

subplot(3,3,1);

plot(u1,xx(1,:));

xlabel('Uв');

ylabel('Ф(Uв)');

subplot(3,3,2);

plot(u1,xx(2,:),'--');

xlabel('Uв');

ylabel('iг(Uв)');

subplot(3,3,3);

plot(u1,xx(3,:),'-.');

xlabel('Uв');

ylabel('\omega(Uв)');

drawnow

u1 = 1;

u2 = 2 : -0.01: 0.1;

u3 = 1;

Ones = ones(1, length(u2));

u = [u1\*Ones; u2; u3\*Ones];

% задание начальных значений вектора х, номинальный режим

x0 = [1; 1; 2];

% цикл расчёта значений вектора х

x = [];

xx = [];

for i = 1:length(u2)

x = newton('fun\_F','fun\_G',x0,u(:,i),eps)

xx = [xx x];

x0 = x;

end

subplot(3,3,4);

plot(u2,xx(1,:));

xlabel('Mв');

ylabel('Ф(Mв)');

subplot(3,3,5);

plot(u2,xx(2,:),'--');

xlabel('Mв');

ylabel('iг(Mв)');

subplot(3,3,6);

plot(u2,xx(3,:),'-.');

xlabel('Mв');

ylabel('\omega(Mв)');

drawnow

u1 = 1;

u2 = 1;

u3 = 4 : -0.1 : 0.1;

Ones = ones(1, length(u3));

u = [u1\*Ones; u2\*Ones; u3];

% задание начальных значений вектора х, номинальный режим

x0 = [1; 1; 2];

% цикл расчёта значений вектора х

x = [];

xx = [];

for i = 1:length(u3)

x = newton('fun\_F','fun\_G',x0,u(:,i),eps)

xx = [xx x];

x0 = x;

end

subplot(3,3,7);

plot(u3,xx(1,:));

xlabel('R0');

ylabel('Ф(R0)');

subplot(3,3,8);

plot(u3,xx(2,:),'--');

xlabel('R0');

ylabel('iг(R0)');

subplot(3,3,9);

plot(u3,xx(3,:),'-.');

xlabel('R0');

ylabel('\omega(R0)');

fun\_F.m

function f=fun\_F(x,u)

p = [0.0652531464530903 0 -0.417793814270038 0 1.24716103354177 0];

f=[u(1)-(p(1)\*x(1)^5 + p(3)\*x(1)^3 + p(5)\*x(1));

x(1)\*x(3)-x(2)\*(1+u(3));

u(2)-x(1)\*x(2)];

end

fun\_G.m

function g =fun\_G(x,u)

p = [0.0652531464530903 0 -0.417793814270038 0 1.24716103354177 0];

g=[-(p(1)\*5\*x(1)^4 + p(3)\*3\*x(1)^2 + p(5)), 0, 0;

x(3), -(1+u(3)), x(1);

-x(2), -x(1), 0];

End

newton.m

function [x]=newton(F,G,x0,u,e)

t=0;

y=feval(F,x0,u);

x=x0;

while(norm(y)>e)

gr=feval(G,x,u);

x=x-inv(gr)\*y;

y=feval(F,x,u);

clc,disp(y)

end



Рисунок 2.1 – Статические характеристики

**Вывод.**

В ходе выполнения лабораторной работы были найдены статические характеристики