Министерство образования Российской Федерации

НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА

Выксунский филиал

Кафедра «Прикладная информатика»

**Курсовая работа по информатике**

**«Численное моделирование и анализ переходных процессов в электрической цепи»**

**Вариант №3**

**Выполнил:**

студент гр. ЭПА-06

Братица Д.П.

**Проверил:**

старший преподаватель

Атаманов А.А

2007 г.

**Содержание**

1. Постановка задачи

1.1 Схема электрической цепи

1.2 Параметры элементов цепи

1.3 Описание работы электрической цепи

2. Вывод системы дифференциальных уравнений

3. Численное решение дифференциальных уравнений

3.1 Блок-схема решения системы дифференциальных уравнений

3.2 Реализация алгоритма на языке программирования высокого уровня Pascal

3.3 Решение дифференциальных уравнений в пакете MathCAD

4. Решение интерполяции в пакете Excel

5. Численное интегрирование

5.1 Блок-схема для нахождения выделившийся теплоты на резисторе R4

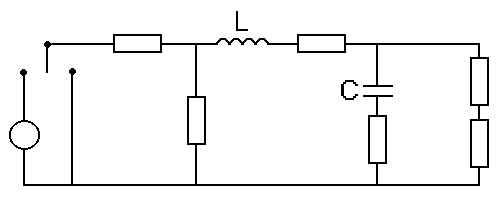
5.2 Реализация алгоритма на языке программирования высокого уровня Pascal

5.3 Вычисление количества теплоты в пакете MathCAD

Заключение

**1. Постановка задачи**

* 1. **Схема электрической цепи**



# R4

# R1

2

1



# R2

## E

# R6

# R3

Дана схема электрической цепи, содержащая источник переменного тока, катушку индуктивности, конденсатор, набор резисторов и ключ.

**1.2 Параметры элементов цепи**

- гармонический источник тока

- циклическая частота

мГн - катушка индуктивности

мкФ - конденсатор

В - амплитуда колебаний

В – амплитуда колебаний

Ом - резистор

Ом - резистор

Ом - резистор

Ом - резистор

Ом - резистор

Ом - резистор

****Гц - линейная частота

с. - текущее время

с. - текущее время

 Рад - фаза

**1.3 Описание работы электрической цепи**

В начальный момент времени ключ находится в положении . При этом цепь разомкнута, напряжение на конденсаторе и ток на катушке равны нулю . Происходит первое переключение ключа, т.е. ключ мгновенно переводится в положение . При этом происходит заряд конденсатора, меняются значения и .

В момент с. ключ мгновенно переводится в положение . Конденсатор разряжается, вновь меняются параметры и . Анализ схемы заканчивается в момент времени с.

**2. Вывод системы дифференциальных уравнений**

В соответствии с рисунком запишем выражения для  и  законов Кирхгоффа для положения ключа .



Систему  можно преобразовать, исключив токи и . Тогда для величин и получим систему двух дифференциальных уравнений первого порядка.



Начальные условия 

Аналогично может быть получена система дифференциальных уравнений для величин и при положении ключа . В этом случае имеем:



**3. Численное решение дифференциальных уравнений**

**3.1 Блок-схема решения системы дифференциальных уравнений**



**3.2 Реализация алгоритма на языке программирования высокого уровня Pascal**

**Program** DIFFERENTSIAL;

**uses** wincrt;

**var** R1,R2,R3,R4,R5,R6,L,C,E0,h,w,f,fi,t,A,B,D,G,

Ik1,Ik2,Uk1,Uk2,Ik3,Uk3,Ik4,Uk4,It, Ut, dIt, dUt: real;

j:integer;

y: text;

**Begin**

clrscr;

assign(y,'c:\rezyltat.txt');

rewrite(y);

R1:=30; R2:=25; R3:=50; R4:=1.88; R5:=15; R6:=50;

L:=0.00557; C:=0.00002;

A:=(R5+R6)/(R5+R6+R3); G:=1/(R5+R6+R3); B:=R2/(R1+R2);

D:=R4+(R1\*R2/(R1+R2))+R3\*((R5+R6)/(R5+R6+R3));

h:=0.0002; f:=50; fi:=5; w:=2\*pi\*f;

E0:=15; It:=0; Ut:=0; t:=0; j:=0;

**While** t<=0.0202 **do**

**begin**

Ik1:=h\*(1/L)\*(B\*(E0+E0\*sin(w\*t+fi))-D\*It-A\*Ut);

UK1:=h\*(1/C)\*(A\*It-G\*Ut);

Ik2:=h\*((1/L)\*(B\*(E0+E0\*sin(w\*(t+h/2)+fi))-D\*(It+Ik1/2)-A\*(Ut+Uk1/2)));

Uk2:=h\*(1/C)\*(A\*(It+Ik1/2)-G\*(Ut+UK1/2));

Ik3:=h\*((1/L)\*(B\*(E0+E0\*sin(w\*(t+h/2)+fi))-D\*(It+Ik2/2)-A\*(Ut+Uk2/2)));

Uk3:=h\*(1/C)\*(A\*(It+Ik2/2)-G\*(Ut+UK2/2));

Ik4:=h\*((1/L)\*(B\*(E0+E0\*sin(w\*(t+h)+fi))-D\*(It+Ik3)-A\*(Ut+Uk3)));

Uk4:=h\*(1/C)\*(A\*(It+Ik3)-G\*(Ut+UK3));

dIt:=(Ik1+2\*Ik2+2\*Ik3+Ik4)/6;

dUt:=(Uk1+2\*Uk2+2\*Uk3+Uk4)/6;

**if** j **mod** 5=0 **then**

Writeln(y,'t=',t:6:4,' It=',It:9:6,' Ut=',Ut:6:5);

Writeln('j=',j:3,' t=',t:6:4,' It=',It:9:6,' Ut=',Ut:6:5);

It:=It+dIt; Ut:=Ut+dUt; j:=j+1; t:=t+h;

**if** t>0.01 **then** E0:=0;

**end;**

Close(y);

readln;

**End.**

**Таблица результатов**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| t | I | U |
| 0.000 | 0.000000 | 0.000000 |
| 0.001 | 0.021116 | 0.28271 |
| 0.002 | 0.045202 | 0.95006 |
| 0.003 | 0.074067 | 1.99946 |
| 0.004 | 0.104367 | 3.36451 |
| 0.005 | 0.132911 | 4.92721 |
| 0.006 | 0.156807 | 6.54132 |
| 0.007 | 0.173674 | 8.05172 |
| 0.008 | 0.181844 | 9.31183 |
| 0.009 | 0.180509 | 10.19881 |
| 0.010 | 0.169796 | 10.62609 |
| 0.011 | -0.074194 | 5.16433 |
| 0.012 | -0.032145 | 2.22256 |
| 0.013 | -0.013829 | 0.95612 |
| 0.014 | -0.005949 | 0.41131 |
| 0.015 | -0.002559 | 0.17694 |
| 0.016 | -0.001101 | 0.07612 |
| 0.017 | -0.000474 | 0.03275 |
| 0.018 | -0.000204 | 0.01409 |
| 0.019 | -0.000088 | 0.00606 |
| 0.020 | -0.000038 | 0.00261 |

**3.3 Решение дифференциальных уравнений в пакете MathCAD**

****

**Графики зависимости I(t) и U(t)**.

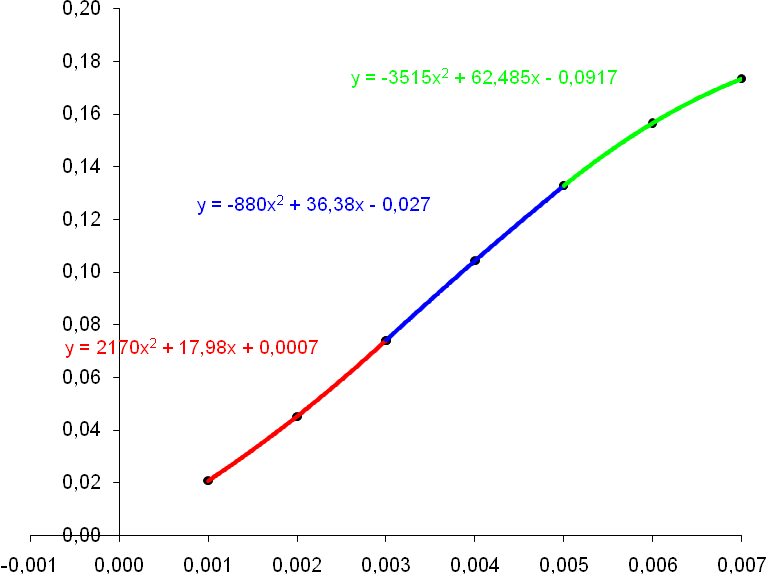


Результаты значений I и U в зависимости от времени t



**4. Решение интерполяции в пакете Excel**

|  |  |
| --- | --- |
| **t** | **I** |
| **0,001** | **0.021116** |
| **0,002** | **0.045202** |
| **0,003** | **0.074067** |
| **0,004** | **0.104367** |
| **0,005** | **0.132911** |
| **0,006** | **0.156807** |
| **0,007** | **0.173674** |



**5. Численное интегрирование**

**5.1 Блок-схема для нахождения выделившийся теплоты на резисторе R4**



**5.2 Реализация алгоритма на языке программирования высокого уровня Pascal**

**Program** teplota;

**uses** wincrt;

**var** R4,Q,f,f1,f2,hx,t,t1,t2,S,Int,a2,a1,a0,b2,b1,b0,c2,c1,c0,fn,fk:Real;

n:Integer;

begin

R4:=1.88;

t1:=0.001;

t2:=0.007;

n:=100;

hx:=(t2-t1)/n;

a2:=2170;a1:=17.98;a0:=0.0007;

b2:=-880; b1:=36.38;b0:=-0.027;

c2:=-3515;c1:=62.485;c0:=-0.0917;

t:=t1;

S:=0;

fn:=sqr(a2\*t1\*t1+a1\*t1+a0);

fk:=sqr(c2\*t2\*t2+c1\*t2+c0);

**repeat**

**if** t<=0.003 **then**

f:=sqr(a2\*t\*t+a1\*t+a0)

**else** **if** t<=0.005 **then**

f:=sqr(b2\*t\*t+b1\*t+b0)

**else** f:=sqr(c2\*t\*t+c1\*t+c0);

S:=S+f;

t:=t+hx;

**until** t>=t2;

S:=S-(fn+fk);

Int:=hx\*(((fn+fk)/2)+S);

Q:=R4\*Int;

writeln(' Int=',Int:2:8,' Q=',Q:2:7);

**end.**

**Результат: Int**=0.00007562

**Q**=0.0001422

**5.3 Вычисление количества теплоты в пакете MathCAD**



**Заключение**

В данной курсовой работе преследовалась цель - провести аналитический анализ работы электрической схемы (получить графики зависимости тока и напряжения), а так же количество теплоты, выделяющейся на резисторе за указанный промежуток времени.

Эти расчеты проводились в три этапа:

* выводы системы дифференциальных уравнений.
* аппроксимация полученных результатов.
* нахождение количества теплоты, выделяющейся на резисторе R4.

Все расчеты и вычисления осуществлялись на языке программирования Pascal и в пакете Excel, входящем в семейство Microsoft Office. Параллельно этому производились такие же вычисления в специальном математическом пакете MathCad, но координально другими методами.

Решение системы дифференциальных уравнений:

* метод Рунге-Кутта (Pascal)
* модифицированный метод Эйлера (MathCad)

Количество теплоты, выделяющееся на резисторе:

* методом трапеций (Pascal)
* методом трапеций (MathCad)

После сравнения результатов сделали вывод: что они аналогичны.