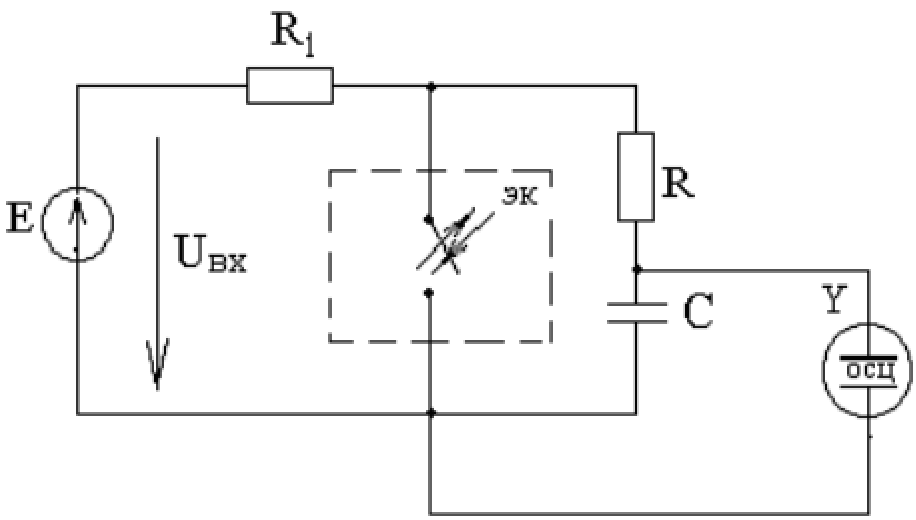
Лабораторная работа №4

Переходные процессы в цепях первого и второго порядка

Цель работы: получение навыков экспериментального исследования переходных процессов в цепи с одним накопителем энергии (конденсатором) и с двумя накопителями энергии.



Расчет переходного процесса для цепи первого порядка:

```
U_0 = 10;
R1 = 300;
R = 300;
C = 5e-6;
```

До коммутации:

```
I_0 = 0
```

```
I_0 = 0
```

```
U_C_0 = U_0      %U_C до коммутации
```

```
U_C_0 = 10
```

после коммутации

при t=+inf:

```
syms I_1 I_2 I_3 U_C;
f1 = I_1-I_2-I_3==0;     %решение системы уравнений Киргоффа
f2 = R1*I_1==U_0;
```

```
f3 = R*I_3+U_C+R1*I_1==U_0;
f4 = I_3==0;
sol = solve(f1,f2,f3,f4);
U_C_pr = double(sol.U_C)    %U_C принужденная
```

```
U_C_pr = 0
```

при t=0

```
syms p;
p = double(solve(R*C*p+1==0))    %Корень характ. ур.
```

```
p = -666.6667
```

```
tau = -1/p
```

```
tau = 0.0015
```

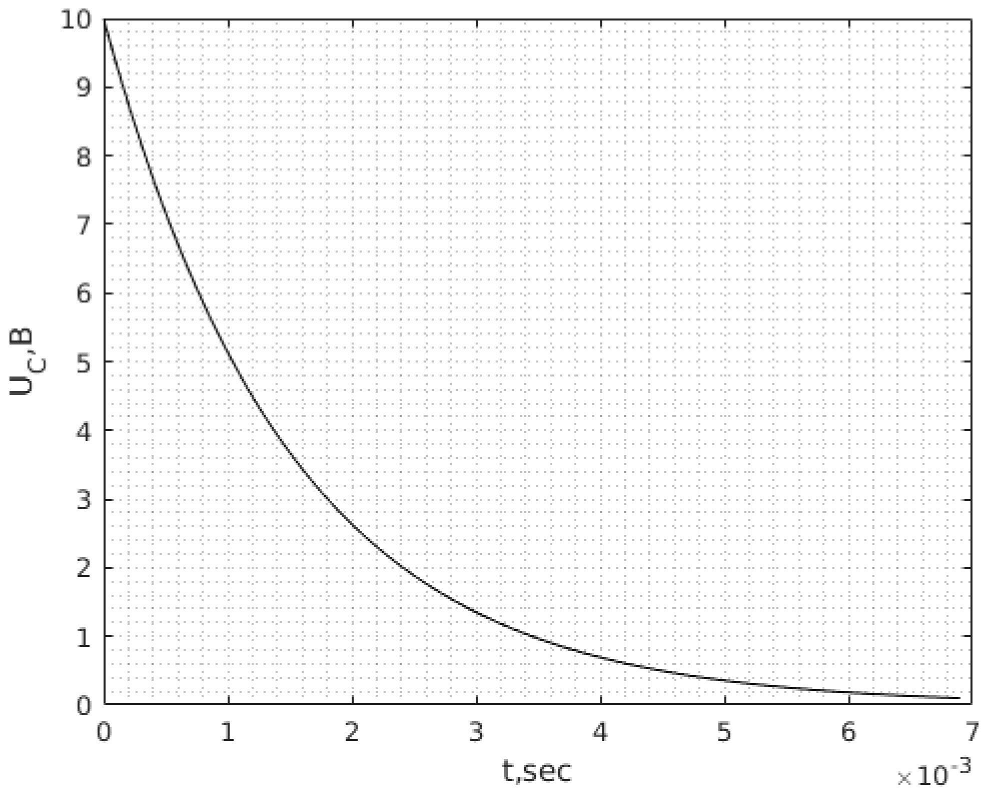
```
delta_t = 4.6*tau
```

```
delta_t = 0.0069
```

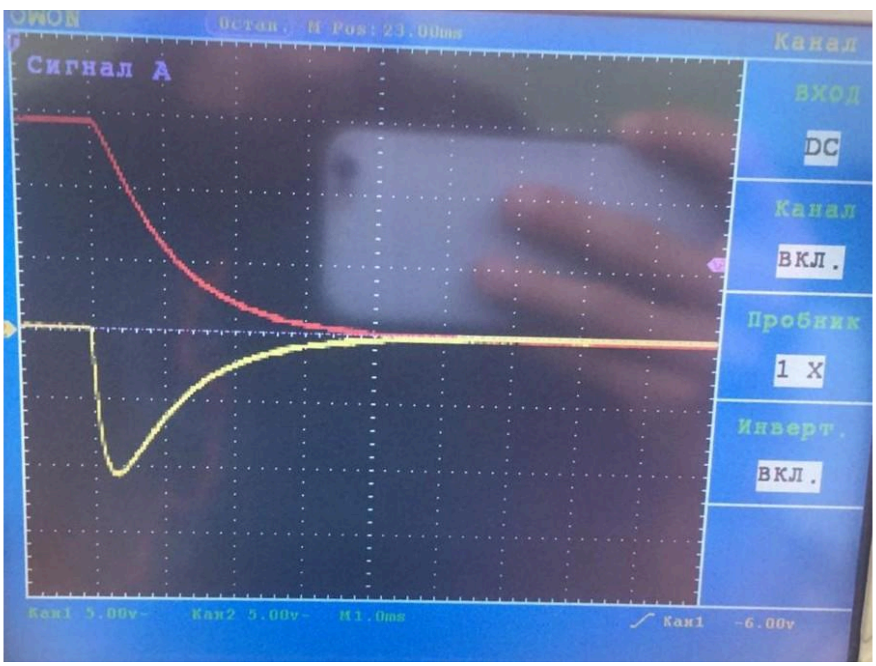
```
syms A
U_C_sv = @(t) A.*exp(p.*t);    %Рассчет U_C свободная
U_C = @(t) U_C_pr + U_C_sv(t);  %Общее решение дифф. уравнения
A = solve(U_C(0)==U_C_0)    %Постоянная интегрирования
```

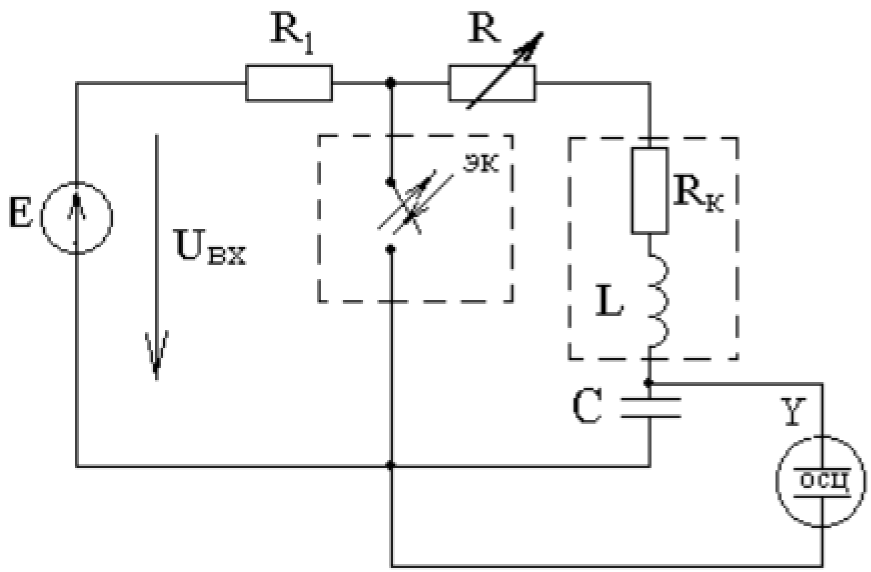
A = 10

```
U_C_sv = @(t) A.*exp(p.*t);
U_C = @(t) U_C_pr + U_C_sv(t);  %Частное решение дифф. уравнения
plot(0:1e-5:delta_t,U_C(0:1e-5:delta_t),'k-')
grid minor
xlabel('t,sec')
ylabel('U_C,B')
```



Осцилограмма зависимости напряжения на конденсаторе от времени при практических измерениях:





Расчёт переходного процесса для цепи второго порядка:

```
U_0 = 10;
R1 = 300;
R = 10;
C = 5e-6;
L = 30e-3;
```

До коммутации:

```
I_0 = 0     %I_L до коммутации
```

```
I_0 = 0
```

```
U_C_0 = U_0     %U_C до коммутации
```

```
U_C_0 = 10
```

после коммутации

при t=+inf:

```
syms I_1 I_2 I_3 U_C U_L;
f1 = I_1-I_2-I_3==0;     %решение системы уравнений Киргоффа
f2 = R1*I_1==U_0;
f3 = R*I_3+U_C+U_L+R1*I_1==U_0;
f4 = I_3==0;
f5 = U_L==0;
sol = solve(f1,f2,f3,f4,f5);
U_C_pr = double(sol.U_C)     %U_C принужденная
```

```
U_C_pr = 0
```

```
I_L_pr = double(sol.I_3)     %I_L принужденная
```

```
I_L_pr = 0
```

при t=0

```
syms p;
p = double(solve( (R1*(R+L*p+1/(C*p)))/(R1+R+L*p+1/(C*p)) ))    %Корень характ. ур.
```

```
p = 2×1 complex
10^3 ×
  -0.1667 - 2.5766i
  -0.1667 + 2.5766i
```

```
alpha = abs(real(p(1)));
```

```
alpha = 166.6667
```

```
omega = abs(imag(p(1)));
```

```
omega = 2.5766e+03
```

```
tau = 1/alpha
```

```
tau = 0.0060
```

```
delta_t = 4.6*tau
```

```
delta_t = 0.0276
```

```
syms A psi
U_C_sv = @(t) A.*exp(-alpha*t)*sin(omega*t+psi);
U_C_sv_diff = @(t) -alpha*A*exp(-alpha*t)*sin(omega*t+psi)+omega*A*exp(-alpha*t)*cos(or
```

По закону о коммутации ток на катушке после коммутации остался таким-же как и до коммутации $I_L(0-) = I_L(0+)$, соответственно можно найти $\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}U_C(t)$ по такой формуле: $I_C(t) = C\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}U_C(t) = 0$

```
f1 = U_C_0 == U_C_pr + U_C_sv(0) %частное решение дифф. ур.
```

f1 = $10 = A\sin(\psi)$

```
f2 = U_C_sv_diff(0) == 0
```

f2 =

$$\frac{5666012421917359\, A\cos(\psi)}{2199023255552} - \frac{500\, A\sin(\psi)}{3} = 0$$

```
sol = solve(f1,f2);
```

```
sol = struct with fields:
      A: [2×1 sym]
    psi: [2×1 sym]
```

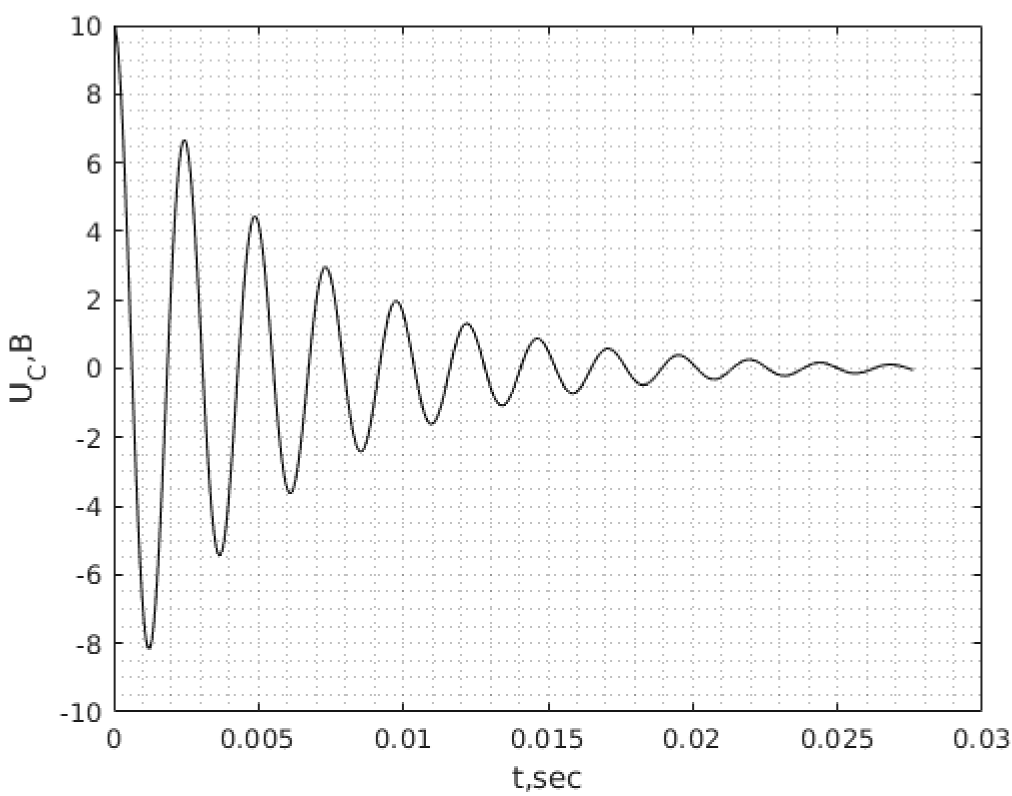
```
A = double(sol.A)
```

```
A = 2×1
   10.0209
  -10.0209
```

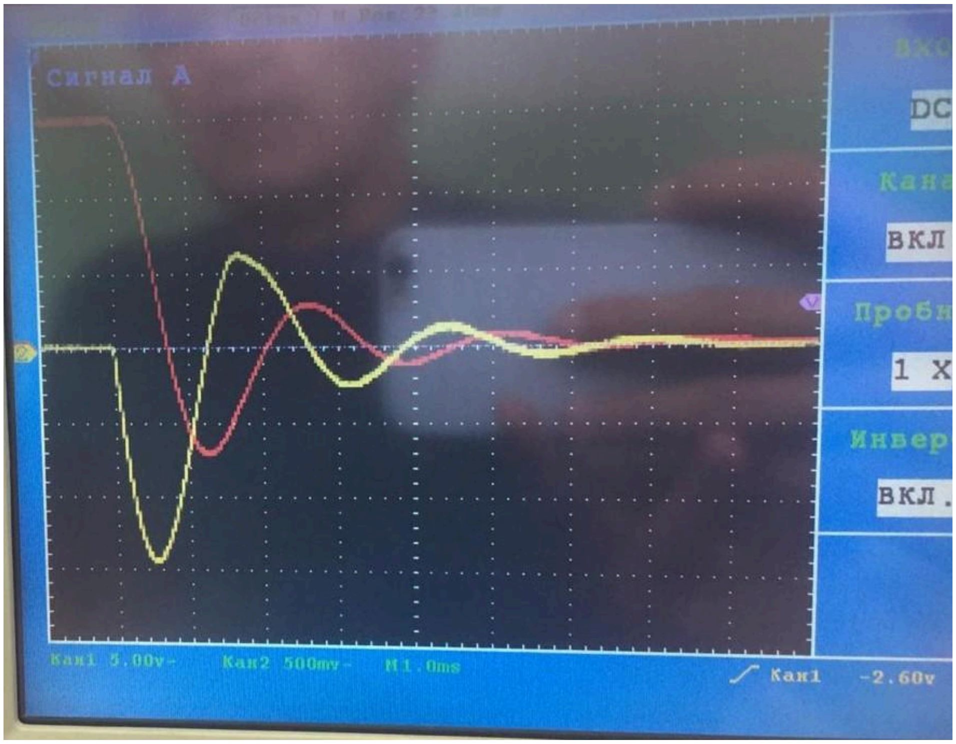
```
psi = double(sol.psi)
```

```
psi = 2×1
    1.5062
   -1.6354
```

```
U_C_sv = @(t) A.*exp(-alpha.*t).*sin(omega.*t+psi);   %Рассчет U_C свободная
U_C = @(t) U_C_pr + U_C_sv(t);  %Частное решение дифф. уравнения
plot(0:1e-5:delta_t,U_C(0:1e-5:delta_t),'k-')
grid minor
xlabel('t,sec')
ylabel('U_C,B')
```



Осцилограмма зависимости напряжения на конденсаторе от времени при практических измерениях:


Сигнал A
DC
ВКЛ
1 X
ВКЛ.
Кан1 5.00v
Кан2 500mv
M 1.0ms
Кан1 -2.60v