

## **Лабораторна робота №1**

### **Схема - 4, рядок даних - 2**

**Тема:** Електричні ланцюги постійного струму.

**Мета:** Вивчити методи розрахунку електричних ланцюгів постійного струму.

Оволодіти навичками комп'ютерної розробки та моделювання електричних ланцюгів постійного струму.

#### **Забезпечення лабораторної роботи:**

1. Операційна система WINDOWS 3.1 або вища.
2. Програма Multisim (або ELECTRONICWORKBENCH v4.0 – 5.12, OrCAD, PCAD-2001 чи ін.)
3. ПК 486DX4 або вище.
4. Індивідуальні завдання.

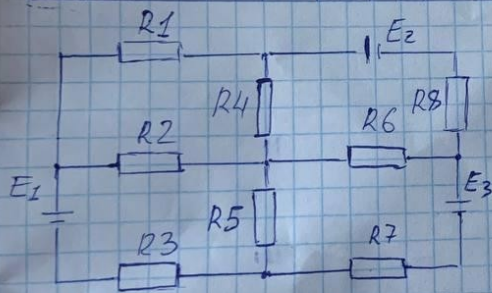
#### **Хід роботи**

Спочатку представляємо зображення електричної схеми індивідуального завдання. Розробляємо схему заміщення та виконуємо еквівалентні перетворення. Використовуючи закони Кірхгофа, складаємо систему рівнянь для електричного ланцюга. Проводимо розв'язок отриманої системи рівнянь, шукаємо струми в ланцюгах, спадки напруги на елементах та потужність, що виділяється на них.

# Лабораторна робота №1

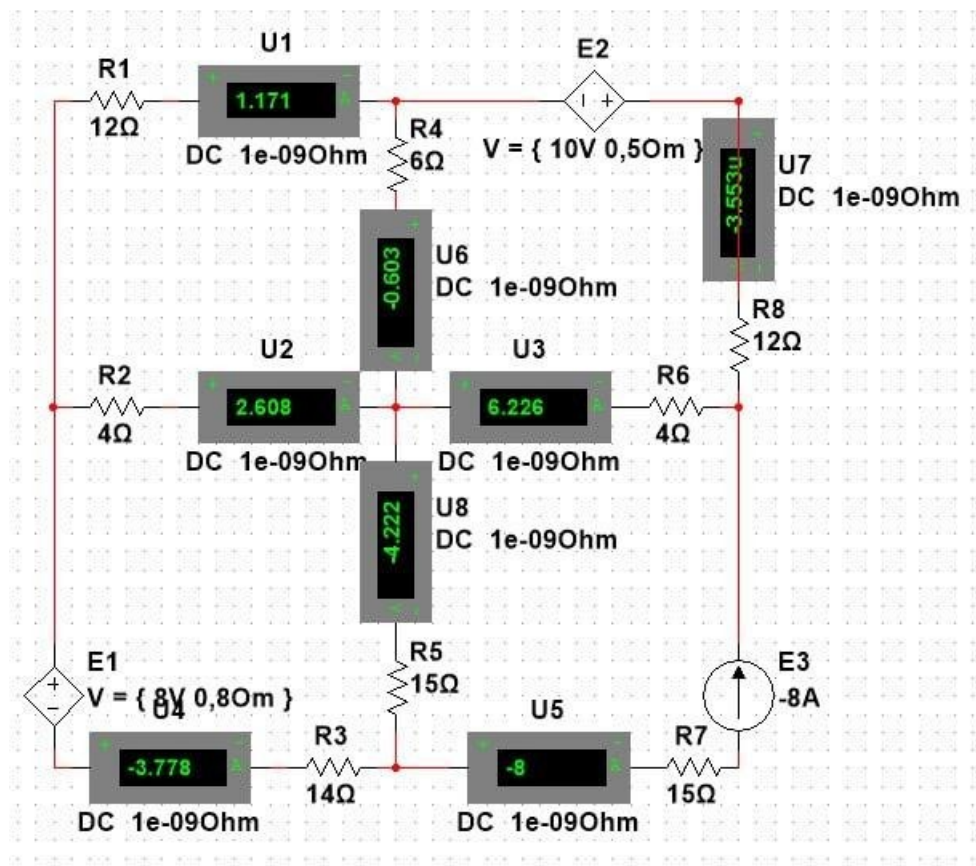
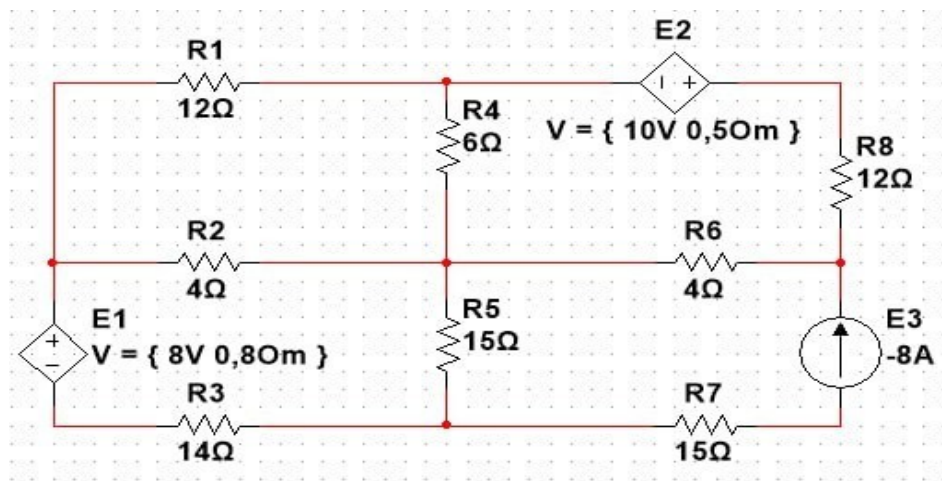
4 схема, 2 рядок даних

| $E_1$       | $E_2$        | $E_3$ | $R_1$ | $R_2$ | $R_3$ | $R_4$ | $R_5$ | $R_6$ | $R_7$ | $R_8$ |
|-------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 8В<br>(0,8) | 10В<br>(0,5) | -8В   | 12    | 4     | 14    | 6     | 15    | 4     | 15    | 12    |



Вузли - 5  
Гілок - 8  
Контури - 4  
Гілок з дпм. струму - 3

У середовищі Multisim був створений новий файл у форматі .СА4. Далі було встановлено в робочому вікні необхідні амперметри для вимірювань (з використанням віртуальних вимірювальних приладів для ланцюгів постійного струму). Після підключення цих приладів до схеми, було запущено її виконання.





Закоми:

Перший закон Кірхгофа:

$$\sum_{k=1}^n I_k = 0$$

Алгебраїчна сума струмів у вузлі електричного кола дорівнює 0.

Другий закон Кірхгофа:

$$\sum_{k=1}^n I_k R_k = \sum_{k=1}^m E_k$$

Алгебраїчна сума напруг на опорах у замкнутій контурі електричного кола дорівнює алгебр. сумі ЕРС контура.

За II законами Кірхгофа:

I:  $E_2 = I_1 R_1 + I_2 R_2$

II:  $E_2 = I_4 R_4 + I_8 R_2 + I_5 R_5$

III:  $E_2 = I_6 (R_2 + R_6) + I_5 R_5 + I_3 R_3$

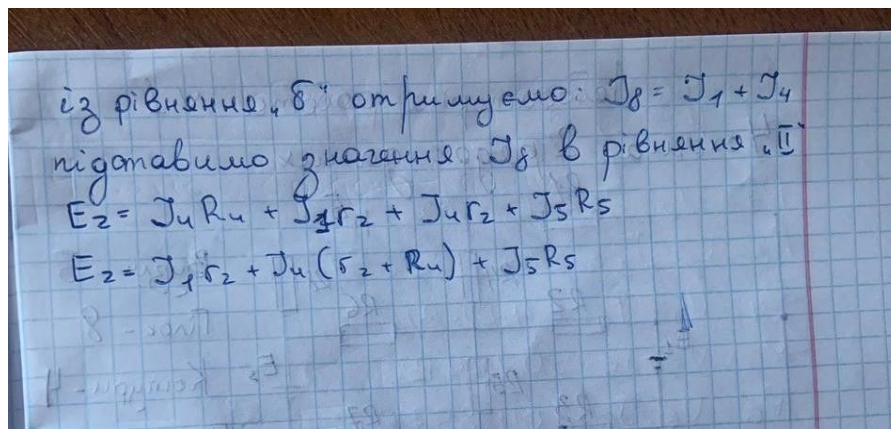
За I законами Кірхгофа:

a:  $I_1 - I_2 + I_1 = 0$

б:  $I_8 - I_1 - I_4 = 0$

в:  $I_6 + I_4 - I_5 = 0$

г:  $I_3 - I_6 - I_1 = 0$



Після побудови схеми в середовищі Multisim, створюємо матрицю для знайдених рівнянь, що відповідають першому та другому законам Кірхгофа, в програмі Maple.

```
> with(LinearAlgebra)
[&x, Add, Adjoint, BackwardSubstitute, BandMatrix, Basis, BeoutMatrix, BidiagonalForm, BilinearForm, CARE, CharacteristicMatrix, (1)
CharacteristicPolynomial, Column, ColumnDimension, ColumnOperation, ColumnSpace, CompanionMatrix,
CompressedSparseForm, ConditionNumber, ConstantMatrix, ConstantVector, Copy, CreatePermutation, CrossProduct, DARE,
DeleteColumn, DeleteRow, Determinant, Diagonal, DiagonalMatrix, Dimension, Dimensions, DotProduct, EigenConditionNumbers,
Eigenvalues, Eigenvectors, Equal, ForwardSubstitute, FrobeniusForm, FromCompressedSparseForm, FromSplitForm,
GaussianElimination, GenerateEquations, GenerateMatrix, Generic, GetResultDataType, GetResultShape, GivensRotationMatrix,
GramSchmidt, HankelMatrix, HermiteForm, HermitianTranspose, HessenbergForm, HilbertMatrix, HouseholderMatrix,
IdentityMatrix, IntersectionBasis, IsDefinite, IsOrthogonal, IsSimilar, IsUnitary, JordanBlockMatrix, JordanForm,
KroneckerProduct, LA_Main, LUdecomposition, LeastSquares, LinearSolve, LyapunovSolve, Map, Map2, MatrixAdd,
MatrixExponential, MatrixFunction, MatrixInverse, MatrixMatrixMultiply, MatrixNorm, MatrixPower, MatrixScalarMultiply,
MatrixVectorMultiply, MinimalPolynomial, Minor, Modular, Multiply, NoUserValue, Norm, Normalize, NullSpace,
OuterProductMatrix, Permanent, Pivot, PopovForm, ProjectionMatrix, QRdecomposition, RandomMatrix, RandomVector, Rank,
RationalCanonicalForm, ReducedRowEchelonForm, Row, RowDimension, RowOperation, RowSpace, ScalarMatrix, ScalarMultiply,
ScalarVector, SchurForm, SingularValues, SmithForm, SplitForm, StronglyConnectedBlocks, SubMatrix, SubVector, SumBasis,
SylvesterMatrix, SylvesterSolve, ToeplitzMatrix, Trace, Transpose, TridiagonalForm, UnitVector, VandermondeMatrix, VectorAdd,
VectorAngle, VectorMatrixMultiply, VectorNorm, VectorScalarMultiply, ZeroMatrix, ZeroVector, Zip]
```

```
> R1 := 12
R1 := 12 (2)
> R2 := 4
R2 := 4 (3)
> R3 := 14
R3 := 14 (4)
> R4 := 6
R4 := 6 (5)
> R5 := 15
R5 := 15 (6)
> R6 := 4
R6 := 4 (7)
> J1 := 8
J1 := 8 (8)
> J12 := 10
J12 := 10 (9)
> E2 := -8
E2 := -8 (10)
```

```
> coeffs :=
⎡ R1 R2 0 0 0 0 ⎤
⎢ 0 0 0 R4 R5 0 ⎥
⎢ 0 0 R3 0 R5 R6 ⎥
⎢ 1 -1 0 0 0 0 ⎥
⎢ 0 0 0 1 -1 1 ⎥
⎢ 0 0 1 0 0 -1 ⎥
```

```
coeffs :=
⎡ 12 4 0 0 0 0 ⎤
⎢ 0 0 0 6 15 0 ⎥
⎢ 0 0 14 0 15 4 ⎥
⎢ 1 1 0 0 0 0 ⎥
⎢ 0 0 0 1 1 1 ⎥
⎢ 0 0 1 0 0 1 ⎥
```

(11)

$$\text{res} := \begin{bmatrix} E2 \\ E2 \\ E2 \\ -J1 \\ 0 \\ J1 \end{bmatrix}$$

$$\text{res} := \begin{bmatrix} 8 \\ 8 \\ 8 \\ 8 \\ 0 \\ 8 \end{bmatrix}$$

(12)

$$\text{temp} := \text{coefs}^{-1}$$

$$\text{temp} := \begin{bmatrix} \frac{1}{16} & 0 & 0 & \frac{1}{4} & 0 & 0 \\ \frac{1}{16} & 0 & 0 & -\frac{3}{4} & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{5}{156} & \frac{7}{156} & 0 & \frac{5}{26} & \frac{29}{78} \\ 0 & \frac{11}{156} & -\frac{5}{156} & 0 & \frac{15}{26} & \frac{35}{78} \\ 0 & \frac{1}{26} & \frac{1}{78} & 0 & -\frac{3}{13} & -\frac{7}{39} \\ 0 & -\frac{5}{156} & \frac{7}{156} & 0 & \frac{5}{26} & -\frac{49}{78} \end{bmatrix}$$

(13)

$$\text{cur} := \text{Multiply}(\text{temp}, \text{res})$$

$$\text{cur} := \begin{bmatrix} -\frac{5}{2} \\ \frac{11}{2} \\ \frac{112}{39} \\ \frac{128}{39} \\ -\frac{24}{13} \\ -\frac{200}{39} \end{bmatrix}$$

(14)



Отримані зв'язки:

$$J_1 = -2,5$$

$$J_2 = 5,5$$

$$J_3 = 2,87$$

$$J_4 = 3,28$$

$$J_5 = -1,84$$

$$J_6 = -5,12$$

Спадки напруг:

$$U_1 = J_1 \cdot R_1 = -30 \text{ В}$$

$$U_2 = J_2 \cdot R_2 = 22 \text{ В}$$

$$U_3 = J_3 \cdot R_3 = 40,18 \text{ В}$$

$$U_4 = J_4 \cdot R_4 = 19,68 \text{ В}$$

$$U_5 = J_5 \cdot R_5 = -27,6 \text{ В}$$

$$U_6 = J_6 \cdot R_6 = -20,48 \text{ В}$$

Потужності:

$$P_1 = U_1 \cdot J_1 = 75 \text{ Вт}$$

$$P_2 = U_2 \cdot J_2 = 121 \text{ Вт}$$

$$P_3 = U_3 \cdot J_3 = 115,3166 \text{ Вт}$$

$$P_4 = U_4 \cdot J_4 = 64,55 \text{ Вт}$$

$$P_5 = U_5 \cdot J_5 = 50,784 \text{ Вт}$$

$$P_6 = U_6 \cdot J_6 = 104,8576 \text{ Вт}$$

**Висновок:** За допомогою програми Maple ми обчислили струми на окремих вітках. За допомогою програми Multisim було побудовано ідеалізовану схему, за допомогою амперметрів було виміряно струми на окремих вітках. Також на цій лабораторній роботі я вивчив методи розрахунку електричних

ланцюгів постійного струму та оволодів навичками комп'ютерної розробки та моделювання електричних ланцюгів постійного струму.