

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА  
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

## ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

*Утверждено Редакционно-издательским советом  
университета в качестве методических указаний  
и контрольных заданий для самостоятельной работы*

САМАРА  
Издательство СГАУ  
2011

УДК 621.389.681.2

Составитель *И.А. Лиманов*

Рецензент А. Г. С а н о я н

**Электротехника и электроника:** метод. указания и контрольные задания для самостоятельной работы / сост. *И.А. Лиманов*. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. – 111 с.

Методические указания являются руководством для выполнения самостоятельной работы студентами по электротехнике и электронике. Приведены теоретические положения для расчета сложных электрических цепей постоянного и однофазного переменного тока с использованием векторного анализа и метода комплексных чисел, показано создание электронных комбинационных логических устройств и реализация их в виде схем на логических элементах.

Предназначены для студентов неэлектротехнических специальностей высших учебных заведений. Подготовлены на кафедре электротехники.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Целью контрольных заданий является проверка усвоения студентами отдельных разделов курса “Электроника и электротехника”, соответствующего программе, составленной на основании государственного стандарта высшего профессионального образования.

При изучении курса студенты приобретают необходимые знания об основных законах Ома, Кирхгофа и методах расчета сложных цепей с помощью контурных токов, узловых потенциалов, эквивалентного генератора и др. Расчет электрической цепи как постоянного, так и переменного тока сводится к определению токов во всех ветвях по заданным величинам э.д.с. и сопротивлениям. При расчете цепей синусоидального тока приходится совершать различные математические операции, которые удобно производить над действующими значениями токов и напряжений, рассматривая их как векторы, включающие модуль и фазу.

Для практических расчетов удобнее выражать векторы тока и напряжения, а также сопротивления и проводимости комплексными числами, в которых активные сопротивления являются действительными числами, а реактивные – мнимыми. Вещественная и мнимая части комплексного напряжения и комплексного тока зависят от расположения соответствующих векторов относительно осей комплексной плоскости, активная и реактивная составляющие определяются углом сдвига по фазе  $\varphi$  между этими двумя векторами.

Методические указания и контрольные задания позволяют активно участвовать в решении задач по инновационной образовательной программе развития центра компетенции и подготовки специалистов в области аэрокосмических и геоинформационных технологий.

# 1. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ №1

## 1.1. Задание №1

**Задача.** Для электрических цепей, схемы которых изображены на рис. 1 – 30 (варианты контрольных заданий №1), по заданным сопротивлениям и э.д.с. выполнить следующее:

- 1) составить систему уравнений, необходимых для определения токов по первому и второму законам Кирхгофа;
- 2) найти все токи, пользуясь методом контурных токов;
- 3) проверить правильность решения, применив метод узлового напряжения.

Предварительно упростить схему, заменив треугольник сопротивлений  $R_4$ ,  $R_5$ ,  $R_6$  эквивалентной звездой.

Начертить расчетную схему с эквивалентной звездой и показать на ней токи;

- 4) определить ток в резисторе  $R_6$  методом эквивалентного генератора;

- 5) определить показания вольтметра и составить баланс мощностей для заданной схемы.

## 1.2. Краткие теоретические сведения

### *Методы общего анализа линейных электрических цепей с несколькими источниками*

Важным вопросом этого раздела является расчет распределения токов в сложных линейных цепях с несколькими источниками. Классическим методом расчета таких цепей является непосредственное применение законов Кирхгофа. Все остальные методы расчета исходят из этих фундаментальных законов электротехники.

Рассмотрим сложную электрическую цепь (рис.1), которая содержит шесть ветвей. Если будут заданы значения всех э.д.с. и сопротивлений резисторов, а по условию задачи требуется определить токи в ветвях, то имеем задачу с шестью неизвестными. Такие задачи решаются с помощью законов Кирхгофа. В этом случае должно быть составлено столько уравнений, сколько неизвестных токов.

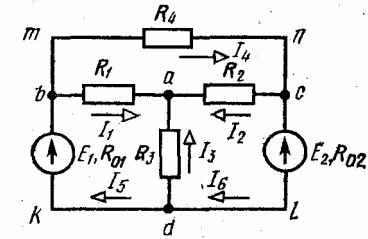


Рис. 1

Порядок расчета следующий.

1. Если цепь содержит последовательные и параллельные соединения, то ее упрощают, заменяя эти соединения эквивалентными.

2. Произвольно указывают направления токов во всех ветвях. Если принятое направление тока не совпадает с действительным, то при расчете такие токи получаются со знаками "минус".

3. Составляют  $(n-1)$  уравнений по первому закону Кирхгофа ( $n$  - число узлов).

4. Недостающие уравнения в количестве  $m-(n-1)$ , где  $m$  - число ветвей, составляют по второму закону Кирхгофа, при этом обход контура можно производить как по часовой стрелке, так и против нее. За положительные э. д. с. и токи принимаются такие, направление которых совпадает с направлением обхода контура. Направление действия э.д.с. внутри источника всегда принимают от минуса к плюсу (см. рис. 1).

5. Полученную систему уравнений решают относительно неизвестных токов. Составим расчетные уравнения для электрической цепи, изображенной на рис.1. Выбрав произвольно направление токов в ветвях цепи, составляем уравнение по первому закону Кирхгофа для a,b, c:

$$\left. \begin{aligned} I_1 + I_2 + I_3 &= 0, \\ I_5 - I_1 - I_4 &= 0, \\ I_4 - I_2 - I_6 &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Приняв направление обхода контуров по часовой стрелке, составляем уравнения по второму закону Кирхгофа для трех произвольно выбранных контуров:

– для контура *adkba*

$$E_1 = R_1 I_1 - R_3 I_3 + R_{01} I_5; \quad (2)$$

– для контура *bacldkb*

$$E_1 - E_2 = R_1 I_1 - R_2 I_2 + R_{01} I_5 + R_{02} I_6; \quad (3)$$

– для контура  $bmncab$

$$0 = R_1 I_1 + R_2 I_2 + R_4 I_4. \quad (4)$$

Решая совместно уравнения (1), (2), (3) и (4), определяем токи в ветвях электрической цепи.

Легко заметить, что решение полученной системы из шести уравнений является весьма трудоемкой операцией. Поэтому при анализе электрических цепей с несколькими источниками целесообразно применять метод контурных токов (метод ячеек), позволяющий уменьшить число совместно решаемых уравнений, записанных по первому закону Кирхгофа. Следовательно, число уравнений, составляемых по методу контурных токов, равно  $m-n+1$ . При решении этим методом количество уравнений определяется числом ячеек. Ячейкой называется такой контур, внутри которого отсутствуют ветви. В данном случае таких контуров-ячеек три:  $adkba$ ,  $bacldkb$ ,  $bmncab$ .

Расчет сложных электрических цепей методом контурных токов ведется следующим образом:

1. Вводя понятие “контурный ток”, произвольно задаемся направлением этих токов в ячейках. Удобнее все токи указать в одном направлении, например по часовой стрелке (рис. 2).

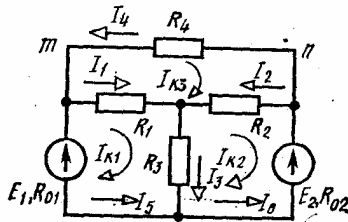


Рис. 2

2. Составляем для каждого контура-ячейки уравнение по второму закону Кирхгофа. Обход контуров производим по часовой стрелке:

– первый контур:

$$E_1 = (R_{01} + R_1 + R_3) I_{k1} - R_3 I_{k2} - R_1 I_{k3}; \quad (5)$$

– второй контур:

$$-E_1 = -R_3 I_{k1} + (R_{02} + R_2 + R_3) I_{k2} - R_2 I_{k3}; \quad (6)$$

– третий контур:

$$0 = -R_1 I_{k1} - R_2 I_{k2} + (R_1 + R_2 + R_4) I_{k3}. \quad (7)$$

3. Решая совместно уравнения (5), (6), (7), определяем контурные токи. В том случае, когда контурный ток получается со знаком минус, это означает, что его направление противоположно выбранному на схеме.

4. Токи во внутренних ветвях схемы определяются как сумма или разность соответствующих контурных токов. В том случае, когда контурные токи в ветвях совпадают, берут сумму, а когда направлены навстречу – из большего тока вычитают меньший.

5. Токи во внешних ветвях схемы по значению равны соответствующим контурным токам.

**Задача 1.** Найти токи в цепи, схема которой изображена на рис.2. Задано:  $E_1=100\text{В}$ ,  $E_2=120\text{В}$ ,  $R_{01}=R_{02}=0,5\text{Ом}$ ,  $R_1=5\text{Ом}$ ,  $R_2=10\text{Ом}$ ,  $R_3=2\text{Ом}$ ,  $R_4=10\text{Ом}$ . Определим токи в ветвях цепи.

**Решение.** Используя уравнения (5), (6) и (7), получаем

$$\left. \begin{aligned} 100 &= 7,5I_{k1} - 2I_{k2} - 5I_{k3}, \\ -120 &= -2I_{k1} + 12,5I_{k2} - 10I_{k3}, \\ 0 &= -5I_{k1} - 10I_{k2} + 25I_{k3}. \end{aligned} \right\}$$

Выразив  $I_{k3}$  через  $I_{k1}$  и  $I_{k2}$ :

$$I_{k3} = \frac{5}{25}I_{k1} + \frac{10}{25}I_{k2}$$

и проведя соответствующие подстановки, получаем

$$\left. \begin{aligned} 100 &= 6,5I_{k1} - 4I_{k2}, \\ -120 &= -4I_{k1} + 8,5I_{k2}. \end{aligned} \right\}$$

Совместное решение полученных уравнений дает:

$$I_{k1} = -5,2\text{А}; \quad I_{k2} = -33,5\text{А}; \quad I_{k3} = -14,4\text{А}.$$

Определяем токи в ветвях:

$$I_1 = I_{k1} - I_{k3} = -5,2 + 14,4 = 9,2\text{А};$$

$$I_2 = I_{k3} - I_{k2} = -14,4 + 33,5 = 19,1\text{А};$$

$$I_3 = I_{k1} - I_{k2} = -5,2 + 33,5 = 28,3\text{А};$$

$$I_4 = -I_{k3} = 14,4\text{А}; \quad I_5 = -I_{k1} = 5,2\text{А}; \quad I_6 = -I_{k2} = 33,5\text{А}.$$

**Задача 2.** Определить токи и составить баланс мощностей для схемы, изображенной на рис. 3.

Дано:  $I=50\text{ мА}$ ,  $E=60\text{ В}$ ,  $R_1=5\text{ кОм}$ ,  $R_2=4\text{ кОм}$ ,  $R_3=16\text{ кОм}$ ,  $R_4=2\text{ кОм}$ ,  $R_7=8\text{ кОм}$ .

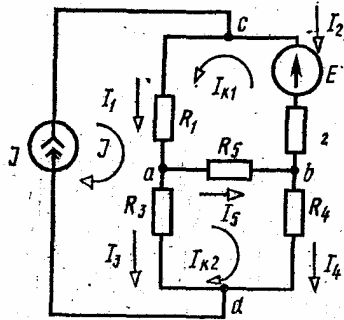


Рис. 3

**Решение.** Схема содержит шесть ветвей ( $m = 6$ ) и четыре узла ( $n = 4$ ). Число уравнений, составляемых по методу контурных токов, равно  $m - n + 1 = 2$ , так как в схеме имеется источник тока, ток которого может быть принят равным контурному току. Зададимся произвольным направлением контурных токов  $I_{k1}$  и  $I_{k2}$ , как показано на рис.3. Там же нанесен известный контурный ток источника тока  $I$ . Составим систему уравнений первого и второго контуров:

$$\left. \begin{aligned} (R_1 + R_2 + R_3) \cdot I_{k1} + R_5 \cdot I_{k2} + R_1 \cdot J &= E, \\ R_5 \cdot I_{k1} + (R_3 + R_4 + R_5) \cdot I_{k2} - R_3 \cdot J &= 0. \end{aligned} \right\}$$

Подставляя числовые значения и решая эти уравнения, найдем контурные токи:

$$I_{k1} = -30 \text{ мА}; \quad I_{k2} = 40 \text{ мА}.$$

Искомые токи будут равны:

$$I_1 = J + I_{k1} = 20 \text{ мА}; \quad I_2 = -I_{k1} = 30 \text{ мА};$$

$$I_3 = J - I_{k2} = 10 \text{ мА}; \quad I_4 = I_{k2} = 40 \text{ мА};$$

$$I_5 = I_{k1} + I_{k2} = 10 \text{ мА}.$$

Составляем баланс мощностей:

$$P_{II} = -EI_2 + U_{cd}J = -EI_2 + (R_1I_1 + R_3I_3)J;$$

$$P_H = R_1I_1^2 + R_2I_2^2 + R_3I_3^2 + R_4I_4^2 + R_5I_5^2.$$

Подставляя числовые значения, получим  $P_{II} = P_H = 11,2 \text{ Вт}$ .

В промышленной электронике, автоматике часто используют цепи, схема которых изображена на рис. 4. Такие схемы можно анализировать с помощью метода узлового напряжения (напряжения между двумя узлами).



**Задача.** Найти токи и показания вольтметра в цепи, схема которой приведена на рис. 4, если  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 10 \text{ Ом}$ .

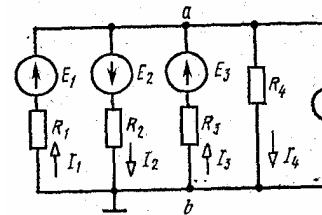


Рис. 4

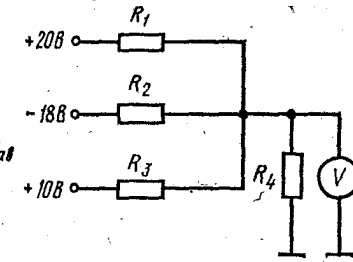


Рис. 5

**Решение.** Рис. 4 соответствует схеме замещения (рис. 5):  $E_1 = 20\text{В}$ ,  $E_2 = 18\text{В}$ ,  $E_3 = 10\text{В}$ .

Найдем узловое напряжение  $U_{ab}$  (показания вольтметра):

$$U_{ab} = \frac{G_1 E_1 - G_2 E_2 + G_3 E_3}{G_1 + G_2 + G_3 + G_4} = \frac{0,1 \cdot 20 - 0,1 \cdot 18 + 0,1 \cdot 10}{0,4} = 3\text{В}.$$

Токи в ветвях определяются по закону Ома:

$$I_1 = \frac{(E_1 - U_{ab})}{R_1} = 1,7\text{А}; \quad I_2 = \frac{(E_2 + U_{ab})}{R_2} = 2,1\text{А};$$

$$I_3 = \frac{(E_3 - U_{ab})}{R_3} = 0,7\text{А}; \quad I_4 = \frac{U_{ab}}{R_4} = 0,3\text{А}.$$

**Частичный анализ электрических цепей.  
Метод эквивалентного генератора**

На практике часто бывает необходимо изучать режим работы только одной из ветвей сложной электрической цепи. При этом не следует производить громоздкий расчет всей цепи, а целесообразно воспользоваться методом эквивалентного генератора. Согласно этому методу, воздействие всех источников сложной электрической цепи на исследуемую ветвь можно заменить воздействием последовательно включенного с ветвью эквивалентного источника (генератора), имеющего э.д.с.  $E_{\text{эк}}$ , равную напряжению холостого хода  $U_x$  на зажимах разомкнутой исследуемой ветви, и внутреннее сопро-

тивление  $R_{\text{эк}}$ , равное входному сопротивлению цепи со стороны зажимов исследуемой ветви.

Порядок расчета: 1) произвольно выбирают направление тока в исследуемой ветви; 2) отключают исследуемую ветвь, осуществляя режим холостого хода; 3) определяют напряжение холостого хода  $U_x$  на зажимах разомкнутой ветви; 4) находят входное (эквивалентное) сопротивление цепи со стороны зажимов разомкнутой ветви; 5) в общем случае находят ток в исследуемой ветви по выражению

$$I = \frac{(U_x \pm E)}{(R_{\text{эк}} + R)},$$

где  $R$  – сопротивление резистора ветви, в которой определяется ток;

$R_{\text{эк}}$  – входное (эквивалентное) сопротивление цепи со стороны зажимов выделенной ветви;

$U_x$  – напряжение холостого хода на зажимах разомкнутой выделенной ветви;

$E$  – э.д.с., находящаяся в исследуемой ветви. Если ветвь содержит э.д.с., то она принимается равной нулю.

Знаки плюс и минус выбирают в соответствии с законом Ома для ветви с источником, т.е. если направление э.д.с. совпадает с направлением тока, то берется знак плюс, в противном случае – минус.

Рассмотрим применение метода эквивалентного генератора на примере схемы, изображенной на рис. 6.

**Задача.** Определить токи в ветви  $bc$ , если  $E_2 = E_3 = E_4 = 20\text{В}$ ,  $E_5 = 30\text{В}$ ,  $E_6 = 60\text{В}$ ,  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 2\text{Ом}$ ,  $R_5 = 3\text{Ом}$ ,  $R_6 = 6\text{Ом}$ .

**Решение** задачи состоит из двух этапов.

1. Определение напряжения холостого хода  $U_{xbc}$  на зажимах разомкнутой ветви  $bc$ . Схема в этом случае имеет вид, показанный на рис. 7. Для нахождения  $U_{xbc}$  следует найти ток  $I_1$  и напряжение  $U_{ac}$ :

$$I_1 = \frac{E_2}{R_1 + R_2} = \frac{20}{2 + 2} = 5\text{А}.$$

Напряжение  $U_{ac}$  находим по формуле узлового напряжения:

$$U_{ac} = \frac{G_5 E_5 - G_4 E_4 - G_6 E_6}{G_4 + G_5 + G_6} = \frac{\frac{1}{3} \cdot 30 - \frac{1}{2} \cdot 20 - \frac{1}{6} \cdot 60}{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6}} = -10 \text{ В.}$$

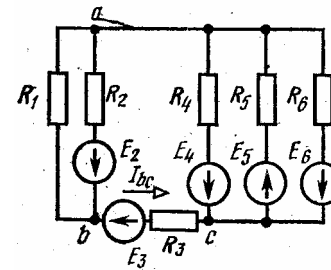


Рис. 6

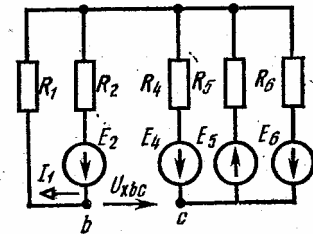


Рис. 7

Напряжение найдем по второму закону Кирхгофа, обходя контур  $bacb$ :

$$U_{xbc} = R_1 I_1 + U_{ac} = 2 \cdot 5 - 10 = 0.$$

2. Определение эквивалентного сопротивления  $R_{экbc}$

Схема в этом случае имеет вид, показанный на рис.8:

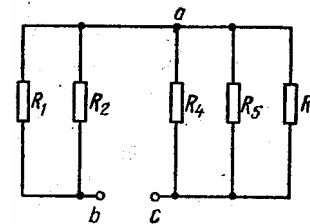


Рис. 8

$$R_{экbc} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{1}{1/R_4 + 1/R_5 + 1/R_6} = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} + \frac{1}{1/2 + 1/3 + 1/6} = 2 \text{ Ом.}$$

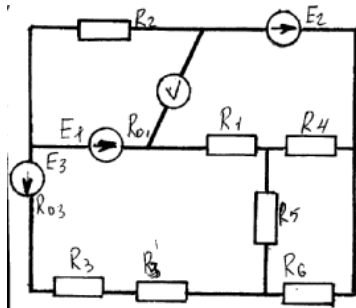
Подставляя найденные значения, получаем ток

$$I_{bc} = \frac{(0 - 20)}{(2 + 2)} = -5 \text{ А,}$$

т.е. истинный ток в схеме имеет направление, противоположное выбранному.

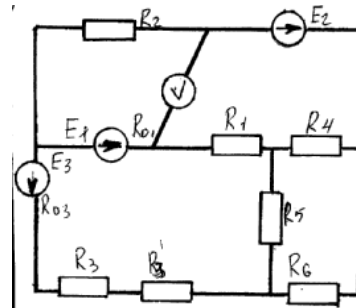
### 1.3. Контрольные задания №1

#### ГРУППА ВАРИАНТОВ № 1



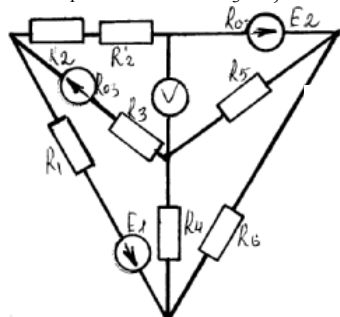
Вариант 1

$$\begin{aligned} E_1 &= 8\text{В} & R_2 &= 2\ \text{Ом} \\ E_2 &= 6\text{В} & R_3 &= 1\ \text{Ом} \\ E_3 &= 36\text{В} & R_4 &= 6\ \text{Ом} \\ R_{01} &= 1,3\ \text{Ом} & R_5 &= 8\ \text{Ом} \\ R_{03} &= 1,2\ \text{Ом} & R_6 &= 6\ \text{Ом} \\ R_1 &= 3\ \text{Ом} & R'_3 &= 1,5\ \text{Ом} \end{aligned}$$



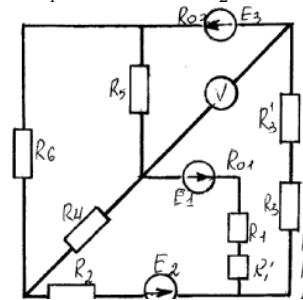
Вариант 2

$$\begin{aligned} E_1 &= 72\text{В} & R_2 &= 1\ \text{Ом} \\ E_2 &= 12\text{В} & R_3 &= 10\ \text{Ом} \\ E_3 &= 4\text{В} & R_4 &= 4\ \text{Ом} \\ R_{01} &= 0,7\ \text{Ом} & R_5 &= 12\ \text{Ом} \\ R_{02} &= 1,5\ \text{Ом} & R_6 &= 4\ \text{Ом} \\ R_1 &= 6\ \text{Ом} & R'_2 &= 5\ \text{Ом} \end{aligned}$$



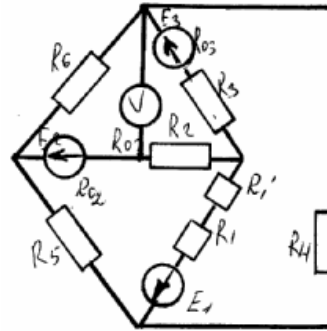
Вариант 3

$$\begin{aligned} E_1 &= 12\text{В} & R_2 &= 1\ \text{Ом} \\ E_2 &= 48\text{В} & R_3 &= 4\ \text{Ом} \\ E_3 &= 6\text{В} & R_4 &= 15\ \text{Ом} \\ R_{02} &= 0,4\ \text{Ом} & R_5 &= 2\ \text{Ом} \\ R_{03} &= 0,4\ \text{Ом} & R_6 &= 2\ \text{Ом} \\ R_1 &= 2,5\ \text{Ом} & R'_2 &= 3,5\ \text{Ом} \end{aligned}$$



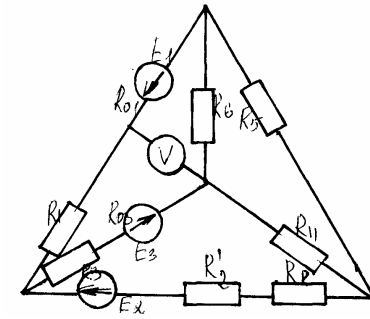
Вариант 4

$$\begin{aligned} E_1 &= 12\text{В} & R_2 &= 2\ \text{Ом} \\ E_2 &= 30\text{В} & R_3 &= 3\ \text{Ом} \\ E_3 &= 9\text{В} & R_4 &= 3\ \text{Ом} \\ R_{01} &= 0,5\ \text{Ом} & R_5 &= 1\ \text{Ом} \\ R_{03} &= 0,5\ \text{Ом} & R_6 &= 3\ \text{Ом} \\ R_1 &= 3,5\ \text{Ом} & R'_1 &= 2\ \text{Ом} & R'_3 &= 4\ \text{Ом} \end{aligned}$$



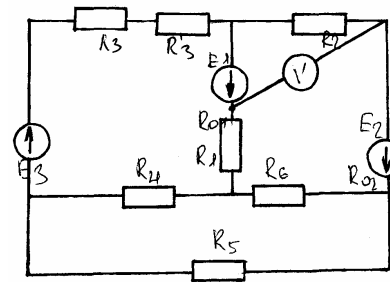
Вариант 5

$E_1=9\text{В}$       $R_2=2\ \Omega$   
 $E_2=6\text{В}$       $R_3=8\ \Omega$   
 $E_3=27\text{В}$      $R_4=13\ \Omega$   
 $R_{02}=1\ \Omega$     $R_5=4\ \Omega$   
 $R_{03}=0,8\ \Omega$   $R_6=3\ \Omega$   
 $R_1=4,5\ \Omega$     $R'_1=4\ \Omega$



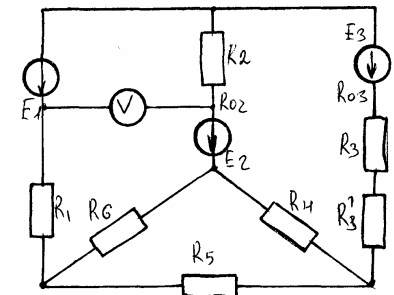
Вариант 6

$E_1=15\text{В}$       $R_2=3\ \Omega$   
 $E_2=63\text{В}$       $R_3=1\ \Omega$   
 $E_3=6\text{В}$        $R_4=2\ \Omega$   
 $R_{01}=1\ \Omega$      $R_5=12\ \Omega$   
 $R_{03}=1,2\ \Omega$   $R_6=3\ \Omega$   
 $R_1=5\ \Omega$       $R'_2=4\ \Omega$



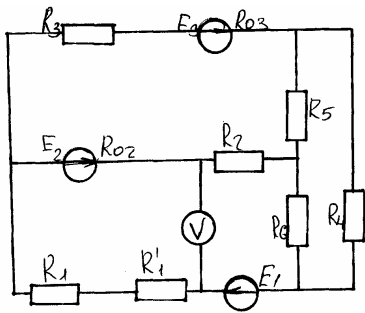
Вариант 7

$E_1=54\text{В}$       $R_2=3\ \Omega$   
 $E_2=27\text{В}$       $R_3=1\ \Omega$   
 $E_3=3\text{В}$        $R_4=4\ \Omega$   
 $R_{01}=1,2\ \Omega$   $R_5=2\ \Omega$   
 $R_{02}=0,9\ \Omega$   $R_6=2\ \Omega$   
 $R_1=8\ \Omega$       $R'_3=1,5\ \Omega$



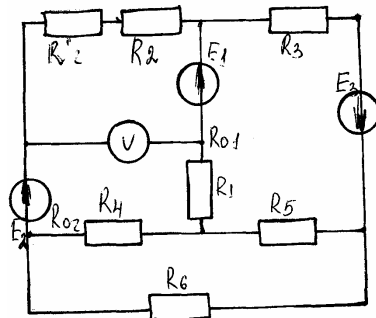
Вариант 8

$E_1=36\text{В}$       $R_2=4\ \Omega$   
 $E_2=9\text{В}$        $R_3=2\ \Omega$   
 $E_3=24\text{В}$       $R_4=1\ \Omega$   
 $R_{02}=0,8\ \Omega$   $R_5=5\ \Omega$   
 $R_{03}=0,8\ \Omega$   $R_6=1\ \Omega$   
 $R_1=3\ \Omega$       $R'_3=1\ \Omega$



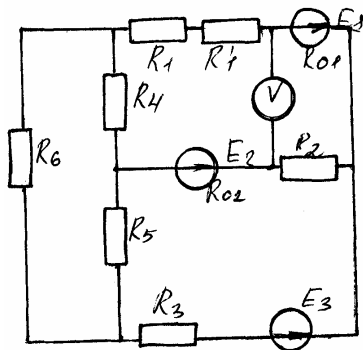
Вариант 9

$E_1=3\text{В}$       $R_2=4\ \text{ОМ}$   
 $E_2=66\text{В}$      $R_3=2\ \text{ОМ}$   
 $E_3=9\text{В}$       $R_4=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=0,7\ \text{ОМ}$   $R_5=7\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=1,2\ \text{ОМ}$   $R_6=3\ \text{ОМ}$   
 $R_1=1\ \text{ОМ}$     $R_1'=2\ \text{ОМ}$



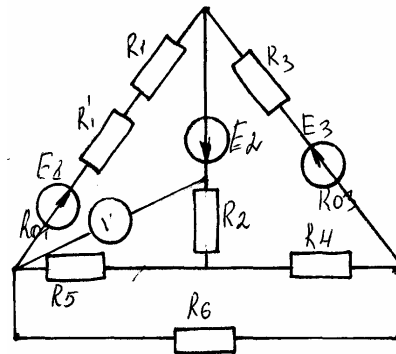
Вариант 10

$E_1=12\text{В}$      $R_2=5\ \text{ОМ}$   
 $E_2=30\text{В}$      $R_3=1\ \text{ОМ}$   
 $E_3=25\text{В}$      $R_4=1\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=1\ \text{ОМ}$     $R_5=6\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=0,4\ \text{ОМ}$   $R_6=4\ \text{ОМ}$   
 $R_1=1\ \text{ОМ}$     $R_2=4\ \text{ОМ}$



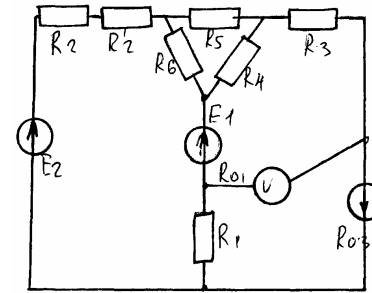
Вариант 11

$E_1=30\text{В}$      $R_2=5\ \text{ОМ}$   
 $E_2=16\text{В}$      $R_3=3\ \text{ОМ}$   
 $E_3=10\text{В}$      $R_4=1\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,6\ \text{ОМ}$   $R_5=8\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=0,8\ \text{ОМ}$   $R_6=5\ \text{ОМ}$   
 $R_1=2\ \text{ОМ}$     $R_1'=1\ \text{ОМ}$



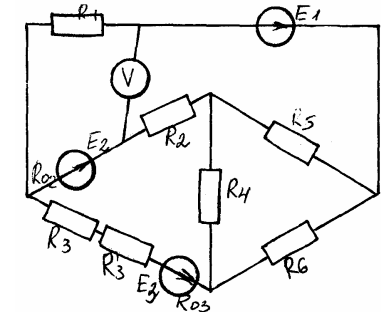
Вариант 12

$E_1=10\text{В}$      $R_2=6\ \text{ОМ}$   
 $E_2=32\text{В}$      $R_3=1\ \text{ОМ}$   
 $E_3=10\text{В}$      $R_4=7\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,6\ \text{ОМ}$   $R_5=1\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=1\ \text{ОМ}$     $R_6=5\ \text{ОМ}$   
 $R_1=1,5\ \text{ОМ}$   $R_1'=2\ \text{ОМ}$



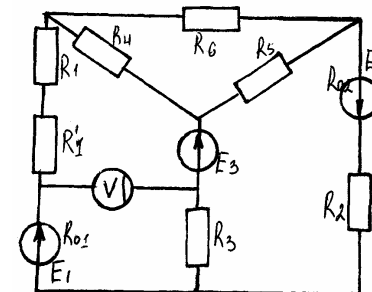
Вариант 13

$E_1=5\text{В}$       $R_2=6\ \Omega$   
 $E_2=10\text{В}$      $R_3=3\ \Omega$   
 $E_3=36\text{В}$      $R_4=2\ \Omega$   
 $R_{01}=0,3\ \Omega$   $R_5=2\ \Omega$   
 $R_{03}=0,8\ \Omega$   $R_6=2\ \Omega$   
 $R_1=1,2\ \Omega$   $R_2'=5\ \Omega$



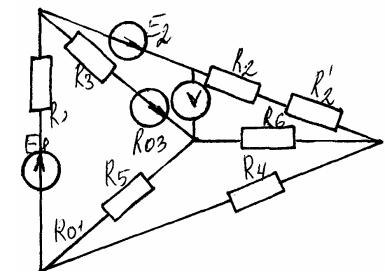
Вариант 14

$E_1=40\text{В}$       $R_2=3\ \Omega$   
 $E_2=25\text{В}$      $R_3=2\ \Omega$   
 $E_3=8\text{В}$       $R_4=4\ \Omega$   
 $R_{02}=0,2\ \Omega$   $R_5=3\ \Omega$   
 $R_{03}=0,2\ \Omega$   $R_6=2\ \Omega$   
 $R_1=3\ \Omega$      $R_3'=1\ \Omega$



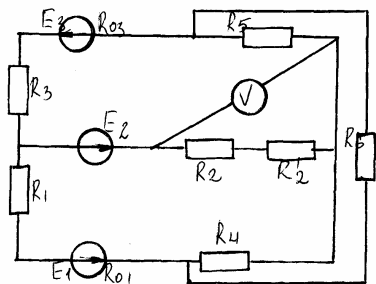
Вариант 15

$E_1=8\text{В}$       $R_2=3\ \Omega$   
 $E_2=40\text{В}$      $R_3=3\ \Omega$   
 $E_3=10\text{В}$      $R_4=3\ \Omega$   
 $R_{01}=0,8\ \Omega$   $R_5=2\ \Omega$   
 $R_{02}=1\ \Omega$     $R_6=1\ \Omega$   
 $R_1=5\ \Omega$      $R_1'=1\ \Omega$



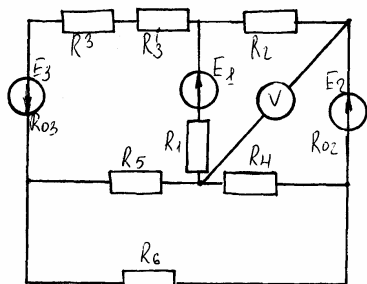
Вариант 16

$E_1=22\text{В}$       $R_2=1\ \Omega$   
 $E_2=24\text{В}$      $R_3=8\ \Omega$   
 $E_3=10\text{В}$      $R_4=4\ \Omega$   
 $R_{01}=0,2\ \Omega$   $R_5=10\ \Omega$   
 $R_{03}=1\ \Omega$     $R_5=10\ \Omega$   
 $R_1=2\ \Omega$      $R_2'=2\ \Omega$



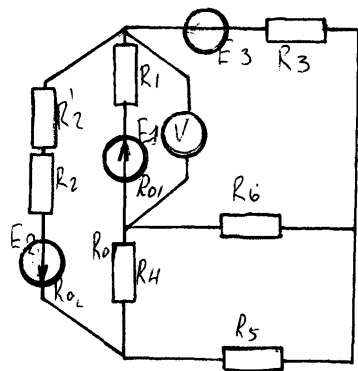
Вариант 17

$E_1=55\text{В}$      $R_2=4\ \text{ОМ}$   
 $E_2=18\text{В}$      $R_3=3\ \text{ОМ}$   
 $E_3=4\text{В}$        $R_4=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,8\ \text{ОМ}$     $R_5=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,8\ \text{ОМ}$     $R_6=4\ \text{ОМ}$   
 $R_1=8\ \text{ОМ}$       $R_2'=5\ \text{ОМ}$



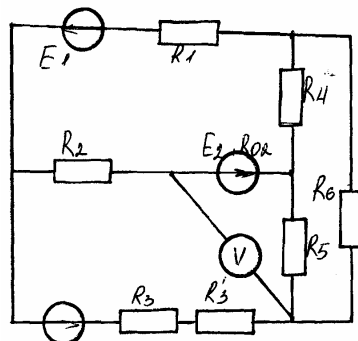
Вариант 18

$E_1=55\text{В}$      $R_2=4\ \text{ОМ}$   
 $E_2=18\text{В}$      $R_3=3\ \text{ОМ}$   
 $E_3=4\text{В}$        $R_4=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,8\ \text{ОМ}$     $R_5=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,8\ \text{ОМ}$     $R_6=4\ \text{ОМ}$   
 $R_1=8\ \text{ОМ}$       $R_2'=5\ \text{ОМ}$



Вариант 19

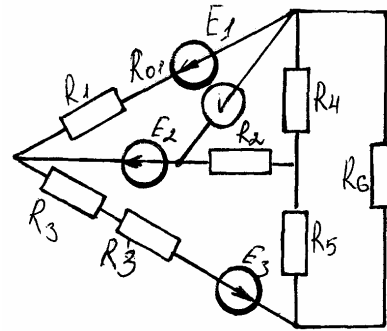
$E_1=16\text{В}$      $R_2=3\ \text{ОМ}$   
 $E_2=5\text{В}$       $R_3=2\ \text{ОМ}$   
 $E_3=32\text{В}$      $R_4=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=0,6\ \text{ОМ}$     $R_5=1\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,8\ \text{ОМ}$     $R_6=5\ \text{ОМ}$   
 $R_1=9\ \text{ОМ}$       $R_3'=1\ \text{ОМ}$



Вариант 20

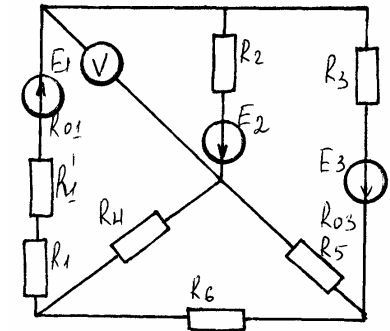
$E_1=14\text{В}$      $R_2=2\ \text{ОМ}$   
 $E_2=25\text{В}$      $R_3=8\ \text{ОМ}$   
 $E_3=28\text{В}$      $R_4=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,9\ \text{ОМ}$     $R_5=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=1,2\ \text{ОМ}$     $R_6=6\ \text{ОМ}$   
 $R_1=5\ \text{ОМ}$       $R_2'=1\ \text{ОМ}$





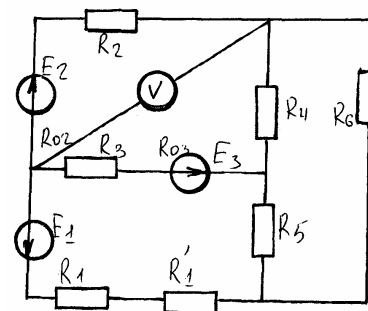
Вариант 21

$$\begin{aligned}
 E_1 &= 5\text{В} & R_2 &= 4 \text{ Ом} \\
 E_2 &= 16\text{В} & R_3 &= 3 \text{ Ом} \\
 E_3 &= 30\text{В} & R_4 &= 2 \text{ Ом} \\
 R_{01} &= 0,4 \text{ Ом} & R_5 &= 5 \text{ Ом} \\
 R_{03} &= 0,7 \text{ Ом} & R_6 &= 3 \text{ Ом} \\
 R_1 &= 6 \text{ Ом} & R_3' &= 5 \text{ Ом}
 \end{aligned}$$



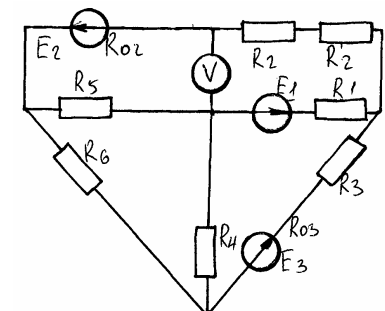
Вариант 22

$$\begin{aligned}
 E_1 &= 10\text{В} & R_2 &= 5 \text{ Ом} \\
 E_2 &= 6\text{В} & R_3 &= 6 \text{ Ом} \\
 E_3 &= 24\text{В} & R_4 &= 6 \text{ Ом} \\
 R_{01} &= 0,8 \text{ Ом} & R_5 &= 3 \text{ Ом} \\
 R_{03} &= 0,3 \text{ Ом} & R_6 &= 10 \text{ Ом} \\
 R_1 &= 3,5 \text{ Ом} & R_1' &= 4 \text{ Ом}
 \end{aligned}$$



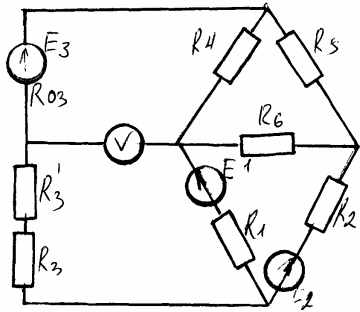
Вариант 23

$$\begin{aligned}
 E_1 &= 6\text{В} & R_2 &= 6 \text{ Ом} \\
 E_2 &= 20\text{В} & R_3 &= 4 \text{ Ом} \\
 E_3 &= 4\text{В} & R_4 &= 4 \text{ Ом} \\
 R_{02} &= 0,8 \text{ Ом} & R_5 &= 3 \text{ Ом} \\
 R_1 &= 4 \text{ Ом} & R_6 &= 3 \text{ Ом} \\
 R_1' &= 3 \text{ Ом}
 \end{aligned}$$



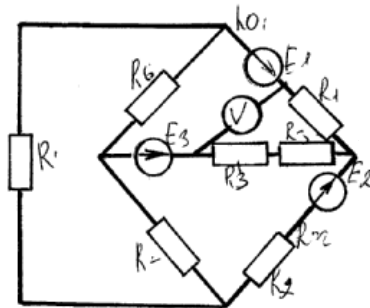
Вариант 24

$$\begin{aligned}
 E_1 &= 21\text{В} & R_2 &= 7 \text{ Ом} \\
 E_2 &= 4\text{В} & R_3 &= 2 \text{ Ом} \\
 E_3 &= 10\text{В} & R_4 &= 8 \text{ Ом} \\
 R_{02} &= 0,2 \text{ Ом} & R_5 &= 1 \text{ Ом} \\
 R_{03} &= 0,6 \text{ Ом} & R_6 &= 1 \text{ Ом} \\
 R_1 &= 5 \text{ Ом} & R_2' &= 6 \text{ Ом}
 \end{aligned}$$



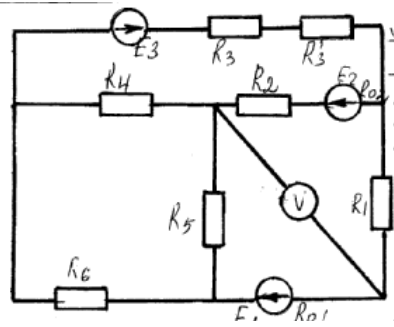
Вариант 25

$E_1=4\text{В}$       $R_2=10\text{ Ом}$   
 $E_2=9\text{В}$       $R_3=4\text{ Ом}$   
 $E_3=18\text{В}$      $R_4=8\text{ Ом}$   
 $R_{01}=0,8\text{ Ом}$   $R_5=10\text{ Ом}$   
 $R_{02}=0,7\text{ Ом}$   $R_6=4\text{ Ом}$   
 $R_1=2,7\text{ Ом}$   $R'_3=5\text{ Ом}$



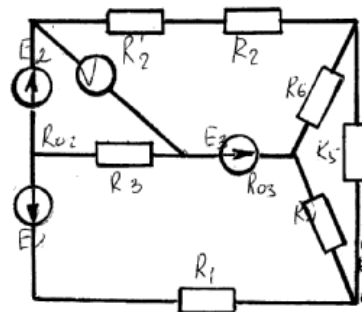
Вариант 26

$E_1=12\text{В}$      $R_2=3\text{ Ом}$   
 $E_2=6\text{В}$       $R_3=8\text{ Ом}$   
 $E_3=40\text{В}$      $R_4=5\text{ Ом}$   
 $R_{01}=1,2\text{ Ом}$   $R_5=7\text{ Ом}$   
 $R_{02}=0,6\text{ Ом}$   $R_6=8\text{ Ом}$   
 $R_1=2\text{ Ом}$      $R'_3=7\text{ Ом}$



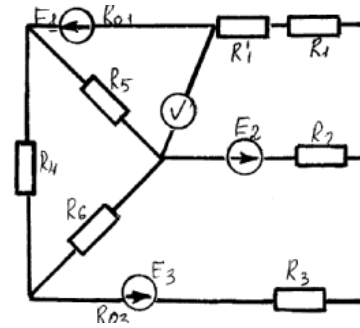
Вариант 27

$E_1=48\text{В}$      $R_2=4\text{ Ом}$   
 $E_2=12\text{В}$      $R_3=2\text{ Ом}$   
 $E_3=6\text{В}$       $R_4=12\text{ Ом}$   
 $R_{01}=0,8\text{ Ом}$   $R_5=6\text{ Ом}$   
 $R_{02}=1,4\text{ Ом}$   $R_6=2\text{ Ом}$   
 $R_1=4,2\text{ Ом}$   $R'_3=1\text{ Ом}$



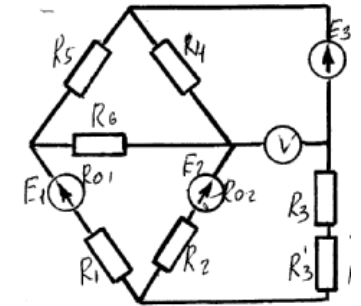
Вариант 28

$E_1=12\text{В}$      $R_2=5\text{ Ом}$   
 $E_2=36\text{В}$      $R_3=1\text{ Ом}$   
 $E_3=12\text{В}$      $R_4=5\text{ Ом}$   
 $R_{02}=0,4\text{ Ом}$   $R_5=6\text{ Ом}$   
 $R_{03}=1,2\text{ Ом}$   $R_6=9\text{ Ом}$   
 $R_1=3,5\text{ Ом}$   $R'_2=4\text{ Ом}$



Вариант 29

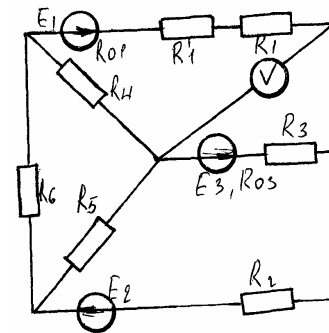
$E_1=4\text{В}$	$R_2=8\ \text{Ом}$
$E_2=24\text{В}$	$R_3=10\ \text{Ом}$
$E_3=6\text{В}$	$R_4=6\ \text{Ом}$
$R_{01}=0,9\ \text{Ом}$	$R_5=10\ \text{Ом}$
$R_{03}=0,5\ \text{Ом}$	$R_6=4\ \text{Ом}$
$R_1=9\ \text{Ом}$	$R'_1=8\ \text{Ом}$



Вариант 30

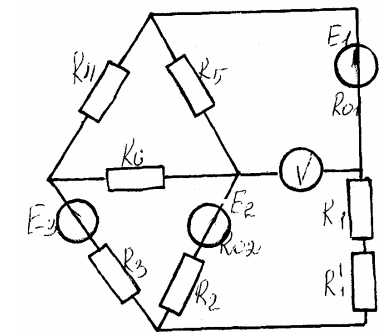
$E_1=16\text{В}$	$R_2=6\ \text{Ом}$
$E_2=8\text{В}$	$R_3=6\ \text{Ом}$
$E_3=9\text{В}$	$R_4=5\ \text{Ом}$
$R_{01}=0,2\ \text{Ом}$	$R_5=10\ \text{Ом}$
$R_{02}=0,6\ \text{Ом}$	$R_6=5\ \text{Ом}$
$R_1=2,5\ \text{Ом}$	$R'_3=7\ \text{Ом}$

ГРУППА ВАРИАНТОВ № 2



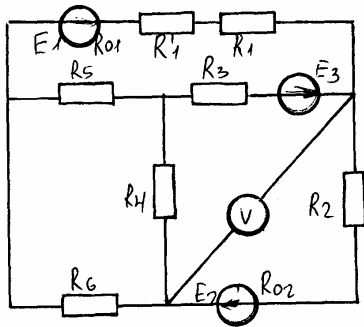
Вариант 1

$E_1=4\text{В}$	$R_2=8\ \text{Ом}$
$E_2=24\text{В}$	$R_3=1\ \text{Ом}$
$E_3=6\text{В}$	$R_4=6\ \text{Ом};$
$R_{01}=0,9\ \text{Ом}$	$R_5=10\ \text{Ом}$
$R_{03}=0,5\ \text{Ом}$	$R_6=4\ \text{Ом}$
$R_1=9\ \text{Ом}$	$R'_1=8\ \text{Ом}$



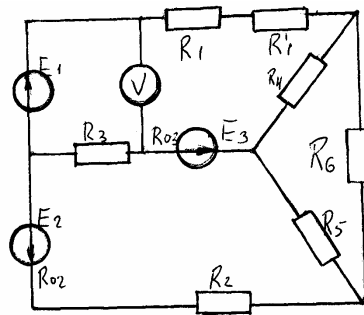
Вариант 2

$E_1=16\text{В}$	$R_2=6\ \text{Ом}$
$E_2=8\text{В}$	$R_3=6\ \text{Ом}$
$E_3=9\text{В}$	$R_4=5\ \text{Ом}$
$R_{01}=0,2\ \text{Ом}$	$R_5=10\ \text{Ом}$
$R_{02}=0,6\ \text{Ом}$	$R_6=5\ \text{Ом}$
$R_1=2,5\ \text{Ом}$	$R'_1=3\ \text{Ом}$



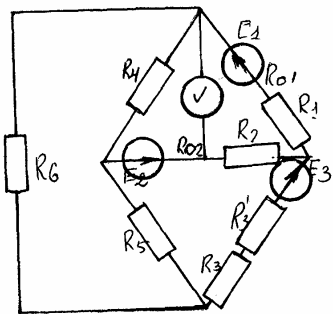
Вариант 3

$E_1=48\text{В}$      $R_2=4\ \Omega$   
 $E_2=12$      $R_3=2\ \Omega$   
 $E_3=6\text{В}$      $R_4=12\ \Omega$   
 $R_{01}=0,8\ \Omega$      $R_5=6\ \Omega$   
 $R_{02}=1,4\ \Omega$      $R_6=2\ \Omega$   
 $R_1=4,2\ \Omega$      $R_1'=4,8\ \Omega$



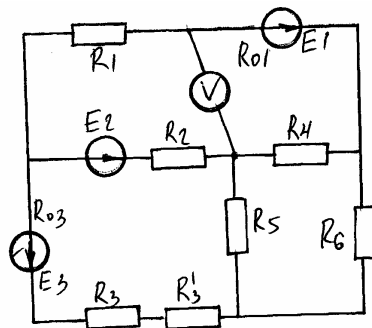
Вариант 4

$E_1=12\text{В}$      $R_2=5\ \Omega$   
 $E_2=36\text{В}$      $R_3=1\ \Omega$   
 $E_3=12\text{В}$      $R_4=5\ \Omega$   
 $R_{02}=0,4\ \Omega$      $R_5=6\ \Omega$   
 $R_{03}=1,2\ \Omega$      $R_6=9\ \Omega$   
 $R_1=3,5\ \Omega$      $R_1'=4\ \Omega$



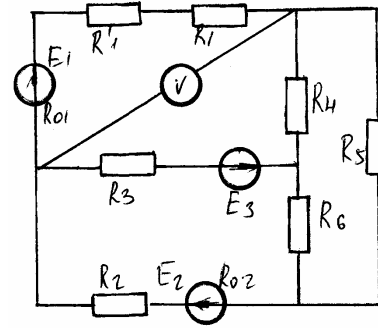
Вариант 5

$E_1=12\text{В}$      $R_2=3\ \Omega$   
 $E_2=6\text{В}$      $R_3=8\ \Omega$   
 $E_3=40\text{В}$      $R_4=5\ \Omega$   
 $R_{01}=1,2\ \Omega$      $R_5=7\ \Omega$   
 $R_{02}=0,6\ \Omega$      $R_6=8\ \Omega$   
 $R_1=2\ \Omega$      $R_3'=6\ \Omega$



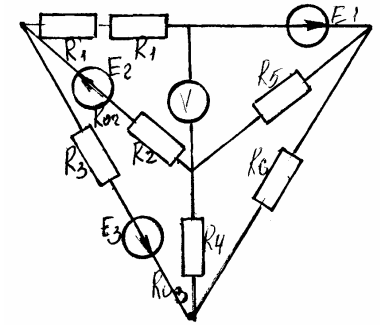
Вариант 6

$E_1=8\text{В}$      $R_2=2\ \Omega$   
 $E_2=6\text{В}$      $R_3=1\ \Omega$   
 $E_3=36\text{В}$      $R_4=6\ \Omega$   
 $R_{01}=1,3\ \Omega$      $R_5=8\ \Omega$   
 $R_{03}=1,2\ \Omega$      $R_6=6\ \Omega$   
 $R_1=3\ \Omega$      $R_3'=1,5\ \Omega$



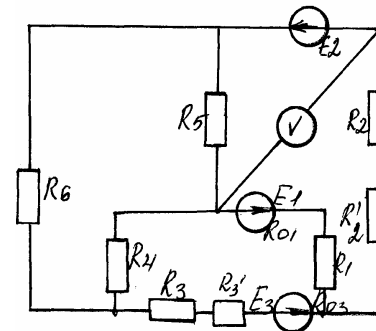
Вариант 7

$$\begin{aligned}
 E_1 &= 72\text{В} & R_2 &= 1\ \text{Ом} \\
 E_2 &= 12\text{В} & R_3 &= 10\ \text{Ом} \\
 E_3 &= 4\text{В} & R_4 &= 4\ \text{Ом} \\
 R_{01} &= 0,7\ \text{Ом} & R_5 &= 12\ \text{Ом} \\
 R_{02} &= 1,5\ \text{Ом} & R_6 &= 4\ \text{Ом} \\
 R_1 &= 6\ \text{Ом} & R_1' &= 7\ \text{Ом}
 \end{aligned}$$



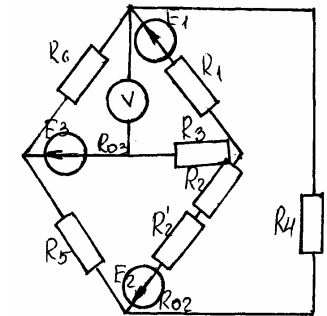
Вариант 8

$$\begin{aligned}
 E_1 &= 12\text{В} & R_2 &= 1\ \text{Ом} \\
 E_2 &= 48\text{В} & R_3 &= 4\ \text{Ом} \\
 E_3 &= 6\text{В} & R_4 &= 15\ \text{Ом} \\
 R_{02} &= 0,4\ \text{Ом} & R_5 &= 2\ \text{Ом} \\
 R_{03} &= 0,4\ \text{Ом} & R_6 &= 2\ \text{Ом} \\
 R_1 &= 2,5\ \text{Ом} & R_1' &= 2\ \text{Ом}
 \end{aligned}$$



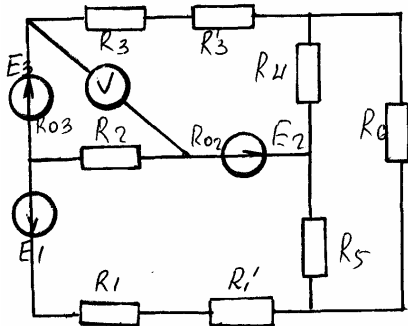
Вариант 9

$$\begin{aligned}
 E_1 &= 12\text{В} & R_2 &= 2\ \text{Ом} \\
 E_2 &= 30\text{В} & R_3 &= 3\ \text{Ом} \\
 E_3 &= 9\text{В} & R_4 &= 3\ \text{Ом} \\
 R_{01} &= 0,5\ \text{Ом} & R_5 &= 1\ \text{Ом} \\
 R_{03} &= 0,5\ \text{Ом} & R_6 &= 3\ \text{Ом} \\
 R_1 &= 3,5\ \text{Ом} & R_2' &= 1\ \text{Ом} & R_3' &= 4\ \text{Ом}
 \end{aligned}$$



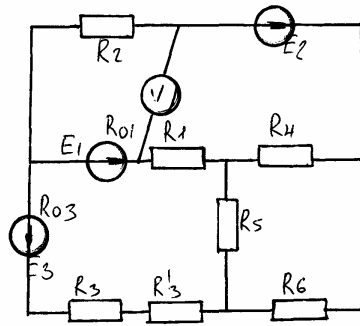
Вариант 10

$$\begin{aligned}
 E_1 &= 9\text{В} & R_2 &= 2\ \text{Ом} \\
 E_2 &= 6\text{В} & R_3 &= 8\ \text{Ом} \\
 E_3 &= 27\text{В} & R_4 &= 13\ \text{Ом} \\
 R_{02} &= 1\ \text{Ом} & R_5 &= 4\ \text{Ом} \\
 R_{03} &= 0,8\ \text{Ом} & R_6 &= 3\ \text{Ом} \\
 R_1 &= 4,5\ \text{Ом} & R_2' &= 1\ \text{Ом}
 \end{aligned}$$



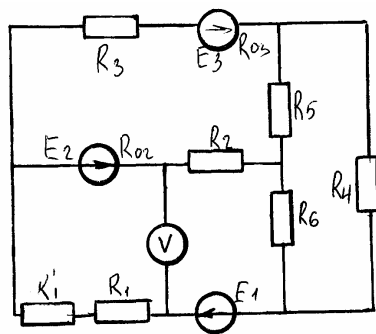
Вариант 11

$E_1=16\text{В}$      $R_2=6\ \text{ОМ}$   
 $E_2=5\text{В}$      $R_3=10\ \text{ОМ}$   
 $E_3=32\text{В}$      $R_4=3,6\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=1,5\ \text{ОМ}$      $R_5=4,2\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=1,8\ \text{ОМ}$      $R_6=6\ \text{ОМ}$   
 $R_1=4\ \text{ОМ}$      $R_1'=5\ \text{ОМ}$   
 $R_3=9\ \text{ОМ}$



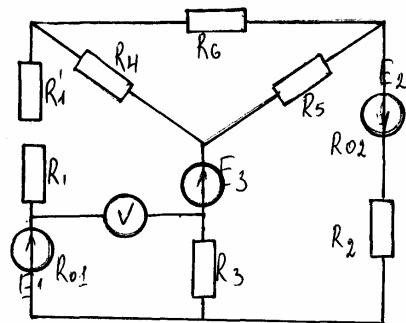
Вариант 12

$E_1=24\text{В}$      $R_2=4\ \text{ОМ}$   
 $E_2=12\text{В}$      $R_3=8\ \text{ОМ}$   
 $E_3=36\text{В}$      $R_4=12\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=1,6\ \text{ОМ}$      $R_5=16\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,5\ \text{ОМ}$      $R_6=8\ \text{ОМ}$   
 $R_1=16\ \text{ОМ}$      $R_3'=6\ \text{ОМ}$



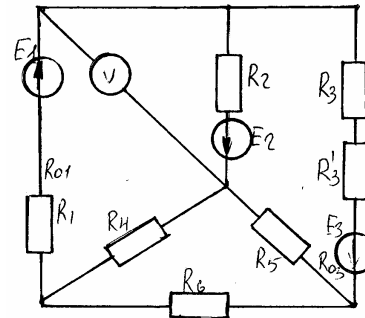
Вариант 13

$E_1=4\text{В}$      $R_2=4\ \text{ОМ}$   
 $E_2=6\text{В}$      $R_3=6\ \text{ОМ}$   
 $E_3=2\text{В}$      $R_4=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=0,4\ \text{ОМ}$      $R_5=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=1,2\ \text{ОМ}$      $R_6=10\ \text{ОМ}$   
 $R_1=12\ \text{ОМ}$      $R_1'=7\ \text{ОМ}$



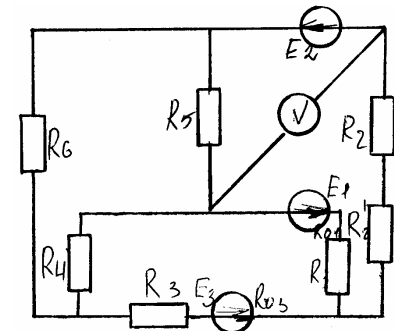
Вариант 14

$E_1=6\text{В}$      $R_2=8\ \text{ОМ}$   
 $E_2=12\text{В}$      $R_3=6\ \text{ОМ}$   
 $E_3=4\text{В}$      $R_4=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,2\ \text{ОМ}$      $R_5=10\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=1,0\ \text{ОМ}$      $R_6=12\ \text{ОМ}$   
 $R_1=2\ \text{ОМ}$      $R_1'=1\ \text{ОМ}$



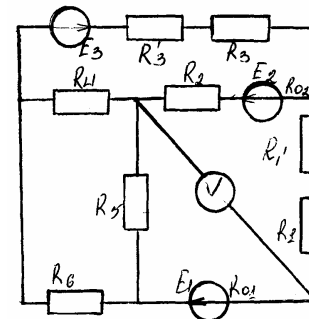
Вариант 15

$E_1=32\text{В}$      $R_2=2,4\ \text{ОМ}$   
 $E_2=27\text{В}$      $R_3=5,6\ \text{ОМ}$   
 $E_3=12\text{В}$      $R_4=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=1,6\ \text{ОМ}$      $R_5=6\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,8\ \text{ОМ}$      $R_6=4\ \text{ОМ}$   
 $R_1=3,6\ \text{ОМ}$      $R_3'=6\ \text{ОМ}$



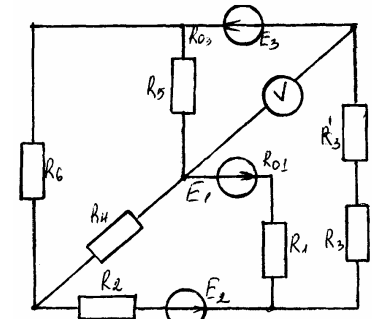
Вариант 16

$E_1=2\text{В}$      $R_2=12\ \text{ОМ}$   
 $E_2=4\text{В}$      $R_3=2\ \text{ОМ}$   
 $E_3=8\text{В}$      $R_4=16\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,2\ \text{ОМ}$      $R_5=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=1,8\ \text{ОМ}$      $R_6=8\ \text{ОМ}$   
 $R_1=6\ \text{ОМ}$      $R_2'=8\ \text{ОМ}$



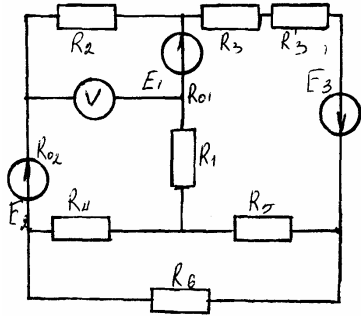
Вариант 17

$E_1=9\text{В}$      $R_2=2\ \text{ОМ}$   
 $E_2=27\text{В}$      $R_3=8\ \text{ОМ}$   
 $E_3=6\text{В}$      $R_4=16\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=1\ \text{ОМ}$      $R_5=10\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=1,4\ \text{ОМ}$      $R_6=18\ \text{ОМ}$   
 $R_1=4,5\ \text{ОМ}$      $R_1'=5\ \text{ОМ}$      $R_3'=6\ \text{ОМ}$



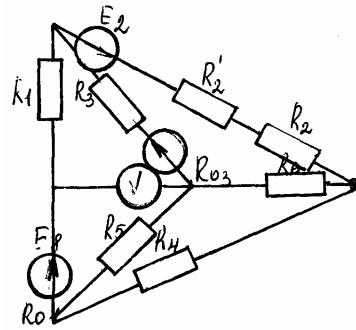
Вариант 18

$E_1=10\text{В}$      $R_2=6,5\ \text{ОМ}$   
 $E_2=18\text{В}$      $R_3=2\ \text{ОМ}$   
 $E_3=4\text{В}$      $R_4=12\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=1,2\ \text{ОМ}$      $R_5=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,2\ \text{ОМ}$      $R_6=18\ \text{ОМ}$   
 $R_1=4,8\ \text{ОМ}$      $R_3'=1\ \text{ОМ}$



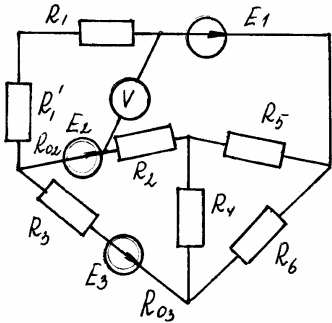
Вариант 19

$E_1=16\text{В}$      $R_2=4\ \text{ОМ}$   
 $E_2=10\text{В}$      $R_3=8\ \text{ОМ}$   
 $E_3=4\text{В}$       $R_4=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=2\ \text{ОМ}$     $R_5=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=1\ \text{ОМ}$     $R_6=12\ \text{ОМ}$   
 $R_1=6\ \text{ОМ}$      $R_3'=6\ \text{ОМ}$



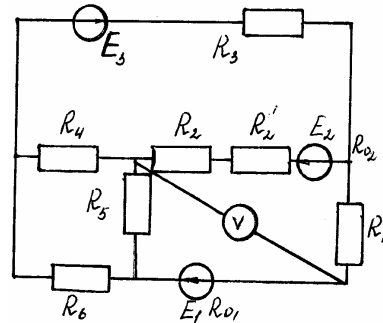
Вариант 20

$E_1=22\text{В}$      $R_2=1\ \text{ОМ}$   
 $E_2=24\text{В}$      $R_3=8\ \text{ОМ}$   
 $E_3=10\text{В}$      $R_4=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,2\ \text{ОМ}$     $R_5=10\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=1,2\ \text{ОМ}$     $R_6=6$   
 $R_1=2\ \text{ОМ}$       $R_2'=1,5\ \text{ОМ}$



Вариант 21

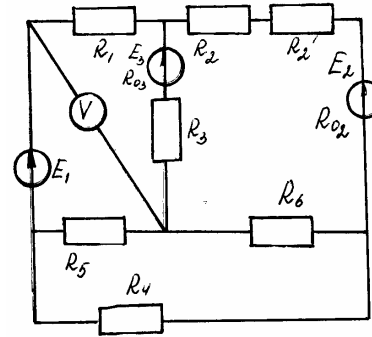
$E_1=40\text{В}$      $R_2=3\ \text{ОМ}$   
 $E_2=25\text{В}$      $R_3=2\ \text{ОМ}$   
 $E_3=8\text{В}$       $R_4=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=0,2\ \text{ОМ}$     $R_5=3\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,2\ \text{ОМ}$     $R_6=2\ \text{ОМ}$   
 $R_1=3\ \text{ОМ}$      $R_1'=4\ \text{ОМ}$



Вариант 22

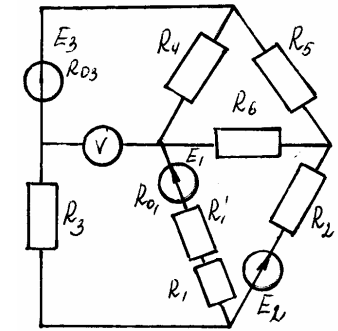
$E_1=9\text{В}$       $R_2=2\ \text{ОМ}$   
 $E_2=27\text{В}$      $R_3=8\ \text{ОМ}$   
 $E_3=6\text{В}$       $R_4=16\ \text{ОМ}$ ;  
 $R_{01}=10\ \text{ОМ}$     $R_5=10\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=1,4\ \text{ОМ}$     $R_6=10\ \text{ОМ}$   
 $R_1=4,5\ \text{ОМ}$     $R_2'=12\ \text{ОМ}$





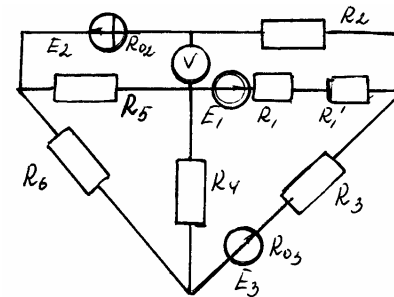
Вариант 23

$E_1=36\text{В}$      $R_2=8\ \text{Ом}$   
 $E_2=10\text{В}$      $R_3=3\ \text{Ом}$   
 $E_3=25\text{В}$      $R_4=1\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,4\ \text{Ом}$      $R_5=2\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,5\ \text{Ом}$      $R_6=7\ \text{Ом}$   
 $R_1=4\ \text{Ом}$      $R_2'=6\ \text{Ом}$



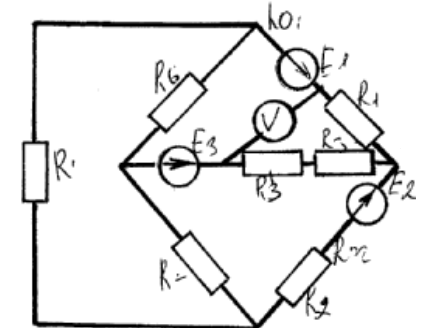
Вариант 24

$E_1=4\text{В}$      $R_2=10\ \text{Ом}$   
 $E_2=9\text{В}$      $R_3=4\ \text{Ом}$   
 $E_3=18\text{В}$      $R_4=8\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,8\ \text{Ом}$      $R_5=10\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,7\ \text{Ом}$      $R_6=4\ \text{Ом}$   
 $R_1=2,7\ \text{Ом}$      $R_1'=3\ \text{Ом}$



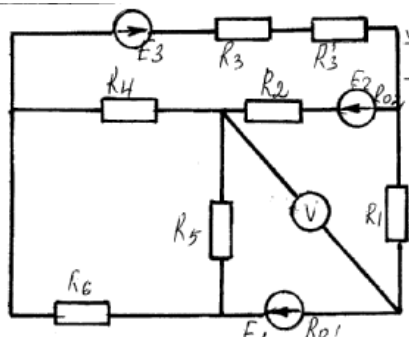
Вариант 25

$E_1=21\text{В}$      $R_2=7\ \text{Ом}$   
 $E_2=4\text{В}$      $R_3=2\ \text{Ом}$   
 $E_3=10\text{В}$      $R_4=8\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,2\ \text{Ом}$      $R_5=1\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,6\ \text{Ом}$      $R_6=1\ \text{Ом}$   
 $R_1=5\ \text{Ом}$      $R_1'=3\ \text{Ом}$



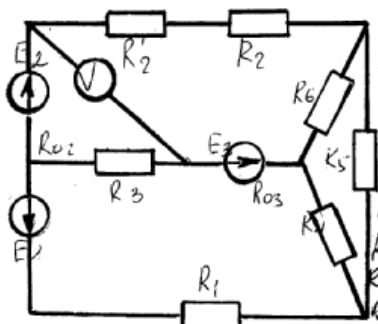
Вариант 26

$E_1=12\text{В}$      $R_2=3\ \text{Ом}$   
 $E_2=6\text{В}$      $R_3=8\ \text{Ом}$   
 $E_3=40\text{В}$      $R_4=5\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=1,2\ \text{Ом}$      $R_5=7\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,6\ \text{Ом}$      $R_6=8\ \text{Ом}$   
 $R_1=2\ \text{Ом}$      $R_1'=7\ \text{Ом}$



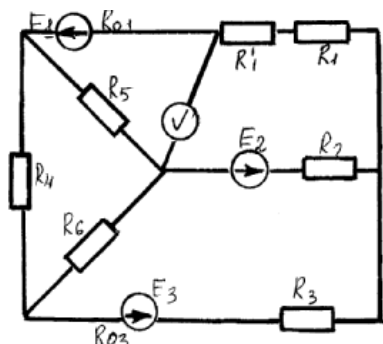
Вариант 27

$E_1=48\text{В}$      $R_2=4\ \text{Ом}$   
 $E_2=12\text{В}$      $R_3=2\ \text{Ом}$   
 $E_3=6\text{В}$       $R_4=12\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,8\ \text{Ом}$   $R_5=6\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=1,4\ \text{Ом}$   $R_6=2\ \text{Ом}$   
 $R_1=4,2\ \text{Ом}$   $R_3=1\ \text{Ом}$



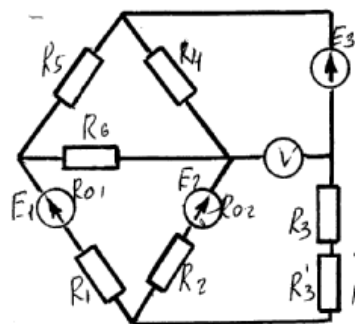
Вариант 28

$E_1=12\text{В}$      $R_2=5\ \text{Ом}$   
 $E_2=36\text{В}$      $R_3=1\ \text{Ом}$   
 $E_3=12\text{В}$      $R_4=5\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,4\ \text{Ом}$   $R_5=6\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=1,2\ \text{Ом}$   $R_6=9\ \text{Ом}$   
 $R_1=3,5\ \text{Ом}$   $R_2=4\ \text{Ом}$



Вариант 29

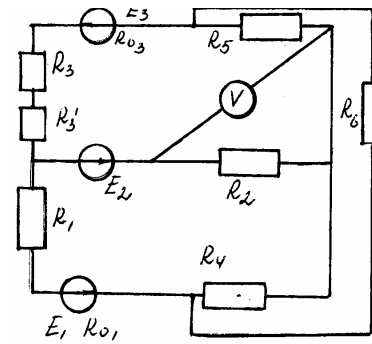
$E_1=4\text{В}$       $R_2=8\ \text{Ом}$   
 $E_2=24\text{В}$      $R_3=10\ \text{Ом}$   
 $E_3=6\text{В}$       $R_4=6\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,9\ \text{Ом}$   $R_5=10\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,5\ \text{Ом}$   $R_6=4\ \text{Ом}$   
 $R_1=9\ \text{Ом}$      $R_1=8\ \text{Ом}$



Вариант 30

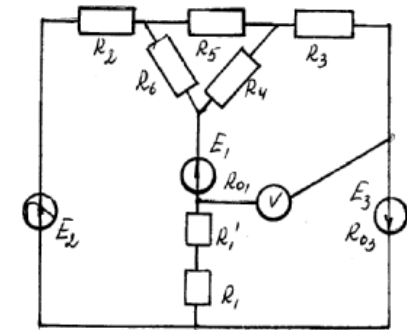
$E_1=16\text{В}$      $R_2=6\ \text{Ом}$   
 $E_2=8\text{В}$       $R_3=6\ \text{Ом}$   
 $E_3=9\text{В}$       $R_4=5\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,2\ \text{Ом}$   $R_5=10\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,6\ \text{Ом}$   $R_6=5\ \text{Ом}$   
 $R_1=2,5\ \text{Ом}$   $R_3=7\ \text{Ом}$

ГРУППА ВАРИАНТОВ № 3



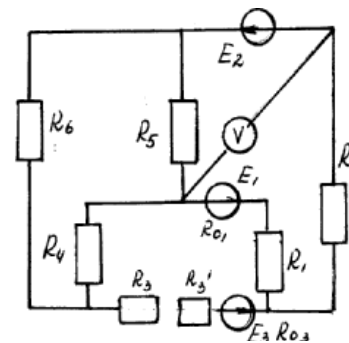
Вариант 1

$E_1=55\text{В}$	$R_2=4\ \text{Ом}$
$E_2=18\text{В}$	$R_3=3\ \text{Ом}$
$E_3=4\text{В}$	$R_4=2\ \text{Ом}$
$R_{01}=0,8\ \text{Ом}$	$R_5=4\ \text{Ом}$
$R_{03}=0,8\ \text{Ом}$	$R_6=4\ \text{Ом}$
$R_1=8\ \text{Ом}$	$R'_3=2\ \text{Ом}$



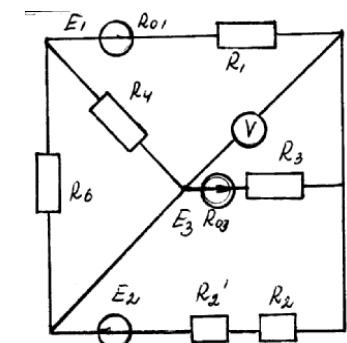
Вариант 2

$E_1=5\text{В}$	$R_2=6\ \text{Ом}$
$E_2=10\text{В}$	$R_3=3\ \text{Ом}$
$E_3=36\text{В}$	$R_4=2\ \text{Ом}$
$R_{01}=0,3\ \text{Ом}$	$R_5=2\ \text{Ом}$
$R_{03}=0,8\ \text{Ом}$	$R_6=2\ \text{Ом}$
$R_1=1,2\ \text{Ом}$	$R'_1=2\ \text{Ом}$



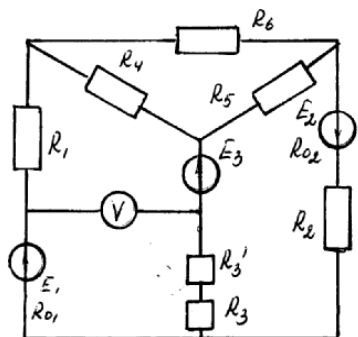
Вариант 3

$E_1=12\text{В}$	$R_2=2\ \text{Ом}$
$E_2=30\text{В}$	$R_3=3\ \text{Ом}$
$E_3=9\text{В}$	$R_4=3\ \text{Ом}$
$R_{01}=0,5\ \text{Ом}$	$R_5=1\ \text{Ом}$
$R_{03}=0,5\ \text{Ом}$	$R_6=3\ \text{Ом}$
$R_1=3,5\ \text{Ом}$	$R'_3=1\ \text{Ом}$



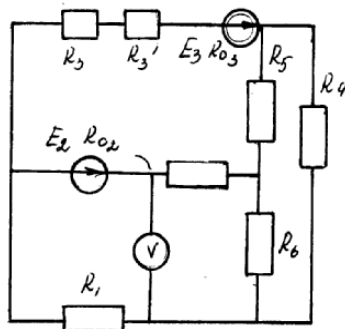
Вариант 4

$E_1=4\text{В}$	$R_2=8\ \text{Ом}$
$E_2=24\text{В}$	$R_3=1\ \text{Ом}$
$E_3=6\text{В}$	$R_4=6\ \text{Ом}$
$R_{01}=0,9\ \text{Ом}$	$R_5=1\ \text{Ом}$
$R_{03}=0,5\ \text{Ом}$	$R_6=4\ \text{Ом}$
$R_1=9\ \text{Ом}$	$R'_2=7\ \text{Ом}$



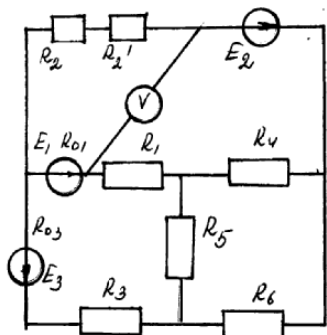
Вариант 5

$E_1=6\text{В}$       $R_2=8\ \text{Ом}$   
 $E_2=12\text{В}$      $R_3=6\ \text{Ом}$   
 $E_3=4\text{В}$       $R_4=4\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,2\ \text{Ом}$   $R_5=10\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=1\ \text{Ом}$     $R_6=12\ \text{Ом}$   
 $R_1=2\ \text{Ом}$      $R'_3=2\ \text{Ом}$



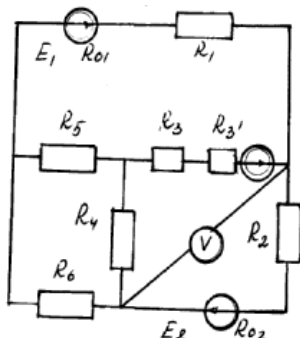
Вариант 6

$E_1=4\text{В}$       $R_2=12\ \text{Ом}$   
 $E_2=6\text{В}$       $R_3=4\ \text{Ом}$   
 $E_3=2\text{В}$       $R_4=4\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,4\ \text{Ом}$   $R_5=2\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=1,2\ \text{Ом}$   $R_6=10\ \text{Ом}$   
 $R_1=3,5\ \text{Ом}$   $R'_3=7\ \text{Ом}$



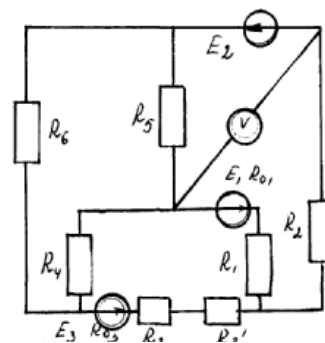
Вариант 7

$E_1=24\text{В}$       $R_2=4\ \text{Ом}$   
 $E_2=12\text{В}$       $R_3=8\ \text{Ом}$   
 $E_3=36\text{В}$      $R_4=12\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=1,6\ \text{Ом}$   $R_5=16\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,5\ \text{Ом}$   $R_6=8\ \text{Ом}$   
 $R_1=16\ \text{Ом}$     $R'_2=3\ \text{Ом}$



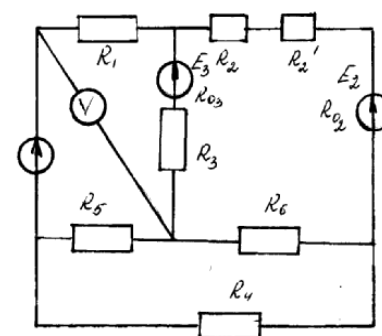
Вариант 8

$E_1=48\text{В}$ ,     $R_2=4\ \text{Ом}$   
 $E_2=12\text{В}$ ,     $R_3=2\ \text{Ом}$   
 $E_3=6\text{В}$       $R_4=12\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,8\ \text{Ом}$   $R_5=6\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=1,4\ \text{Ом}$   $R_6=2\ \text{Ом}$   
 $R_1=4,2\ \text{Ом}$     $R'_3=4\ \text{Ом}$



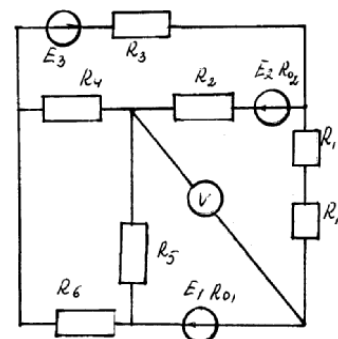
Вариант 9

$E_1=2\text{В}$       $R_2=12\ \text{ОМ}$   
 $E_2=4\text{В}$       $R_3=2\ \text{ОМ}$   
 $E_3=8\text{В}$       $R_4=16\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,2\ \text{ОМ}$     $R_5=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=1,8\ \text{ОМ}$     $R_6=8\ \text{ОМ}$   
 $R_1=6\ \text{ОМ}$       $R'_3=2\ \text{ОМ}$



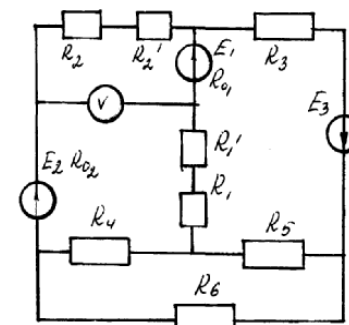
Вариант 10

$E_1=36\text{В}$       $R_2=8\ \text{ОМ}$   
 $E_2=10\text{В}$       $R_3=3\ \text{ОМ}$   
 $E_3=25\text{В}$       $R_4=1\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=0,4\ \text{ОМ}$     $R_5=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,5\ \text{ОМ}$     $R_6=7\ \text{ОМ}$   
 $R_1=4\ \text{ОМ}$       $R'_2=1,5\ \text{ОМ}$



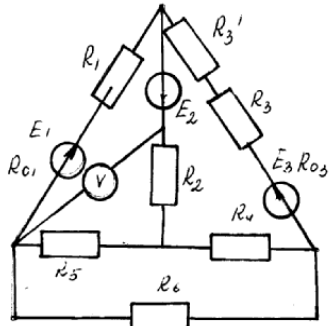
Вариант 11

$E_1=9\text{В}$       $R_2=2\ \text{ОМ}$   
 $E_2=27\text{В}$       $R_3=8\ \text{ОМ}$   
 $E_3=6\text{В}$       $R_4=16\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=1\ \text{ОМ}$     $R_5=10\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=1,4\ \text{ОМ}$     $R_6=18\ \text{ОМ}$   
 $R_1=4,5\ \text{ОМ}$     $R'_1=3,5\ \text{ОМ}$     $R_1=6\ \text{ОМ}$



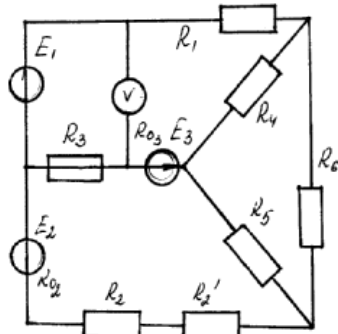
Вариант 12

$E_1=16\text{В}$       $R_2=4\ \text{ОМ}$   
 $E_2=10\text{В}$       $R_3=8\ \text{ОМ}$   
 $E_3=4\text{В}$       $R_4=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=2\ \text{ОМ}$     $R_5=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=1\ \text{ОМ}$     $R_6=12\ \text{ОМ}$   
 $R'_2=3\ \text{ОМ}$     $R'_1=5\ \text{ОМ}$



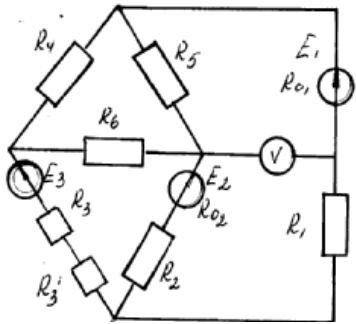
Вариант 13

$E_1=10\text{В}$      $R_2=6\ \text{ОМ}$   
 $E_2=32\text{В}$      $R_3=1\ \text{ОМ}$   
 $E_3=10\text{В}$      $R_4=7\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,6\ \text{ОМ}$      $R_5=1\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=1\ \text{ОМ}$      $R_6=5\ \text{ОМ}$   
 $R_1=1,5\ \text{ОМ}$      $R'_3=1,5\ \text{ОМ}$



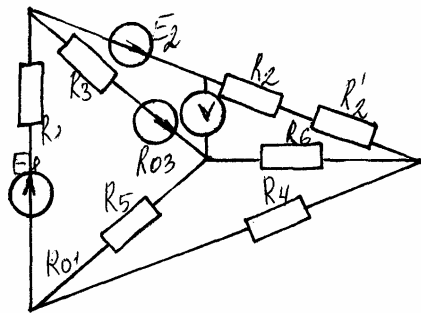
Вариант 14

$E_1=12\text{В}$      $R_2=5\ \text{ОМ}$   
 $E_2=36\text{В}$      $R_3=1\ \text{ОМ}$   
 $E_3=12\text{В}$      $R_4=5\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=0,4\ \text{ОМ}$      $R_5=6\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=1,2\ \text{ОМ}$      $R_6=9\ \text{ОМ}$   
 $R_1=3,5\ \text{ОМ}$      $R'_2=6\ \text{ОМ}$



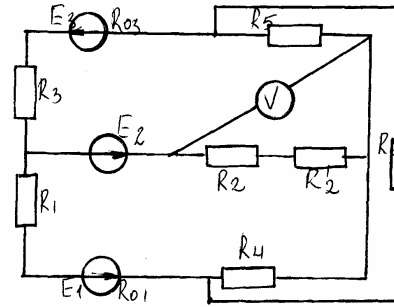
Вариант 15

$E_1=16\text{В}$      $R_2=6\ \text{ОМ}$   
 $E_2=8\text{В}$      $R_3=6\ \text{ОМ}$   
 $E_3=9\text{В}$      $R_4=5\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,2\ \text{ОМ}$      $R_5=10\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=0,6\ \text{ОМ}$      $R_6=5\ \text{ОМ}$   
 $R_1=2,5\ \text{ОМ}$      $R'_3=4\ \text{ОМ}$



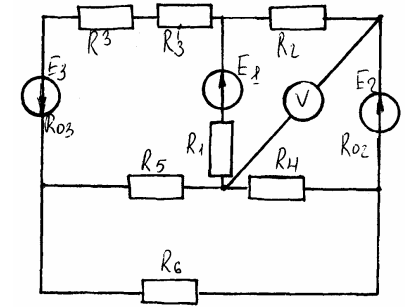
Вариант 16

$E_1=22\text{В}$      $R_2=1\ \text{ОМ}$   
 $E_2=24\text{В}$      $R_3=8\ \text{ОМ}$   
 $E_3=10\text{В}$      $R_4=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,2\ \text{ОМ}$      $R_5=10\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=1\ \text{ОМ}$      $R_6=6\ \text{ОМ}$   
 $R_1=2\ \text{ОМ}$      $R'_2=2\ \text{ОМ}$



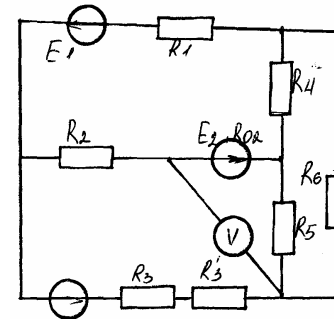
Вариант 17

$E_1=55\text{В}$      $R_2=4\ \text{ОМ}$   
 $E_2=18\text{В}$      $R_3=3\ \text{ОМ}$   
 $E_3=4\text{В}$        $R_4=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,8\ \text{ОМ}$     $R_5=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,8\ \text{ОМ}$     $R_6=4\ \text{ОМ}$   
 $R_1=8\ \text{ОМ}$       $R_2'=5\ \text{ОМ}$



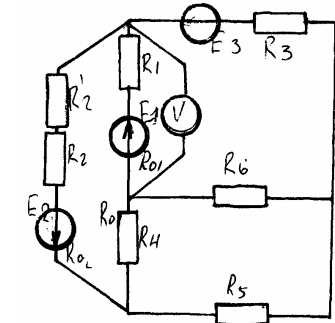
Вариант 18

$E_1=36\text{В}$      $R_2=8\ \text{ОМ}$  ;  
 $E_2=10\text{В}$      $R_3=3\ \text{ОМ}$  ;  
 $E_3=25\text{В}$      $R_4=1\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=0,4\ \text{ОМ}$     $R_5=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,5\ \text{ОМ}$     $R_6=7\ \text{ОМ}$   
 $R_1=4\ \text{ОМ}$       $R_3'=3,5\ \text{ОМ}$



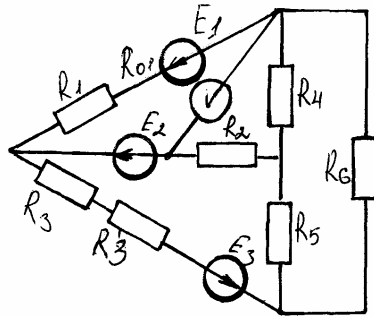
Вариант 19

$E_1=16\text{В}$      $R_2=3\ \text{ОМ}$   
 $E_2=5\text{В}$       $R_3=2\ \text{ОМ}$   
 $E_3=32\text{В}$      $R_4=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=0,6\ \text{ОМ}$     $R_5=1\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,8\ \text{ОМ}$     $R_6=5\ \text{ОМ}$   
 $R_1=9\ \text{ОМ}$       $R_3'=1\ \text{ОМ}$



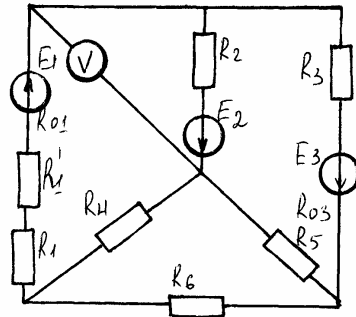
Вариант 20

$E_1=14\text{В}$      $R_2=2\ \text{ОМ}$   
 $E_2=25\text{В}$      $R_3=8\ \text{ОМ}$   
 $E_3=28\text{В}$      $R_4=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,9\ \text{ОМ}$     $R_5=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=1,2\ \text{ОМ}$     $R_6=6\ \text{ОМ}$   
 $R_1=5\ \text{ОМ}$       $R_2'=1\ \text{ОМ}$



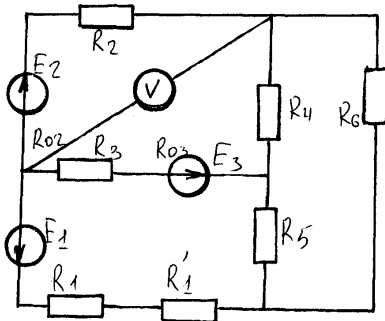
Вариант 21

$$\begin{aligned}
 E_1 &= 5\text{В} & R_2 &= 4 \text{ Ом} \\
 E_2 &= 16\text{В} & R_3 &= 3 \text{ Ом} \\
 E_3 &= 30\text{В} & R_4 &= 2 \text{ Ом} \\
 R_{01} &= 0,4 \text{ Ом} & R_5 &= 5 \text{ Ом} \\
 R_{03} &= 0,7 \text{ Ом} & R_6 &= 3 \text{ Ом} \\
 R_1 &= 6 \text{ Ом} & R_3' &= 5 \text{ Ом}
 \end{aligned}$$



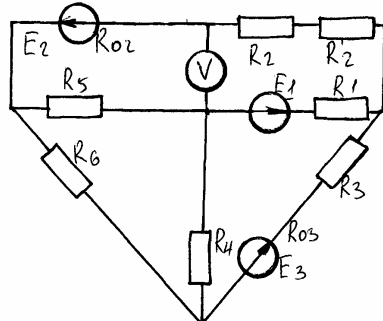
Вариант 22

$$\begin{aligned}
 E_1 &= 10\text{В} & R_2 &= 5 \text{ Ом} \\
 E_2 &= 6\text{В} & R_3 &= 6 \text{ Ом} \\
 E_3 &= 24\text{В} & R_4 &= 6 \text{ Ом} \\
 R_{01} &= 0,8 \text{ Ом} & R_5 &= 3 \text{ Ом} \\
 R_{03} &= 0,3 \text{ Ом} & R_6 &= 10 \text{ Ом} \\
 R_1 &= 3,5 \text{ Ом} & R_1' &= 4 \text{ Ом}
 \end{aligned}$$



Вариант 23

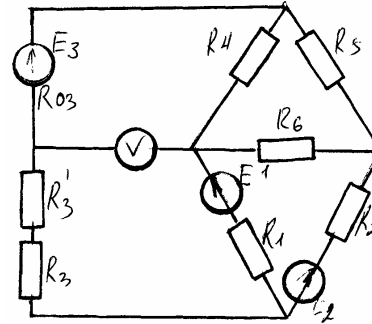
$$\begin{aligned}
 E_1 &= 6\text{В} & R_2 &= 6 \text{ Ом} \\
 E_2 &= 20\text{В} & R_3 &= 4 \text{ Ом} \\
 E_3 &= 4\text{В} & R_4 &= 4 \text{ Ом} \\
 R_{02} &= 0,8 \text{ Ом} & R_5 &= 3 \text{ Ом} \\
 R_1 &= 4 \text{ Ом} & R_6 &= 3 \text{ Ом} \\
 R_1' &= 3 \text{ Ом}
 \end{aligned}$$



Вариант 24

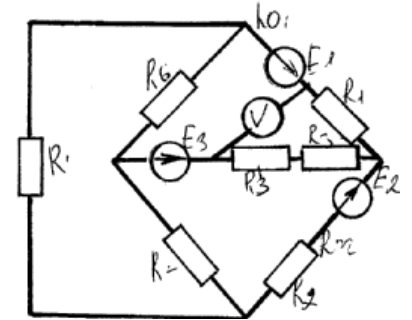
$$\begin{aligned}
 E_1 &= 21\text{В} & R_2 &= 7 \text{ Ом} \\
 E_2 &= 4\text{В} & R_3 &= 2 \text{ Ом} \\
 E_3 &= 10\text{В} & R_4 &= 8 \text{ Ом} \\
 R_{02} &= 0,2 \text{ Ом} & R_5 &= 1 \text{ Ом} \\
 R_{03} &= 0,6 \text{ Ом} & R_6 &= 1 \text{ Ом} \\
 R_1 &= 5 \text{ Ом} & R_2' &= 6 \text{ Ом}
 \end{aligned}$$





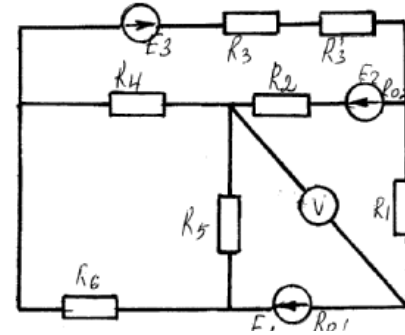
Вариант 25

$E_1=4\text{В}$       $R_2=10\ \text{Ом}$   
 $E_2=9\text{В}$       $R_3=4\ \text{Ом}$   
 $E_3=18\text{В}$      $R_4=8\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,8\ \text{Ом}$   $R_5=10\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,7\ \text{Ом}$   $R_6=4\ \text{Ом}$   
 $R_1=2,7\ \text{Ом}$   $R_3'=5\ \text{Ом}$



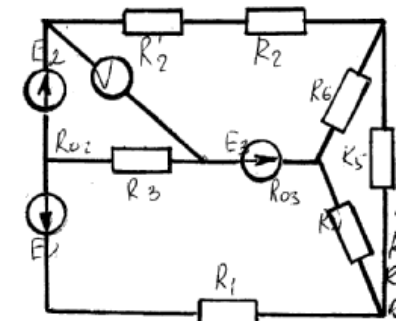
Вариант 26

$E_1=12\text{В}$      $R_2=3\ \text{Ом}$   
 $E_2=6\text{В}$       $R_3=8\ \text{Ом}$   
 $E_3=40\text{В}$      $R_4=5\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=1,2\ \text{Ом}$   $R_5=7\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,6\ \text{Ом}$   $R_6=8\ \text{Ом}$   
 $R_1=2\ \text{Ом}$      $R_3'=7\ \text{Ом}$



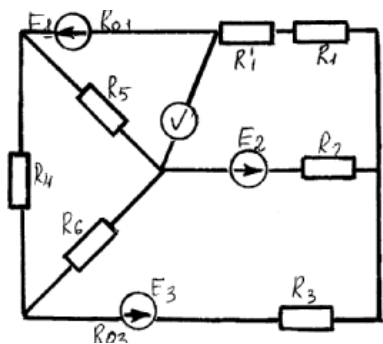
Вариант 27

$E_1=48\text{В}$      $R_2=4\ \text{Ом}$   
 $E_2=12\text{В}$      $R_3=2\ \text{Ом}$   
 $E_3=6\text{В}$       $R_4=12\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,8\ \text{Ом}$   $R_5=6\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=1,4\ \text{Ом}$   $R_6=2\ \text{Ом}$   
 $R_1=4,2\ \text{Ом}$   $R_3'=1\ \text{Ом}$



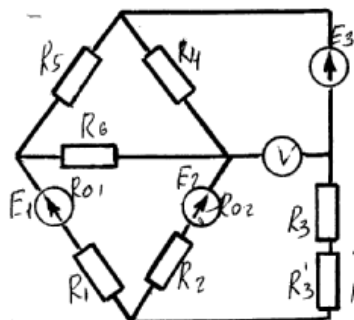
Вариант 28

$E_1=12\text{В}$      $R_2=5\ \text{Ом}$   
 $E_2=36\text{В}$      $R_3=1\ \text{Ом}$   
 $E_3=12\text{В}$      $R_4=5\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,4\ \text{Ом}$   $R_5=6\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=1,2\ \text{Ом}$   $R_6=9\ \text{Ом}$   
 $R_1=3,5\ \text{Ом}$   $R_2'=4\ \text{Ом}$



Вариант 29

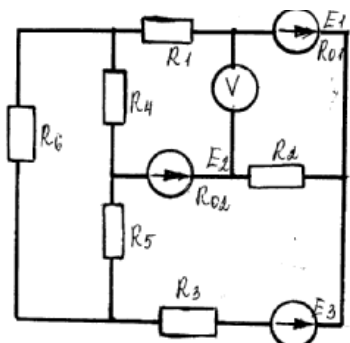
$E_1=4\text{В}$       $R_2=8\ \text{Ом}$   
 $E_2=24\text{В}$      $R_3=10\ \text{Ом}$   
 $E_3=6\text{В}$       $R_4=6\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,9\ \text{Ом}$   $R_5=10\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,5\ \text{Ом}$   $R_6=4\ \text{Ом}$   
 $R_1=9\ \text{Ом}$      $R'_1=8\ \text{Ом}$



Вариант 30

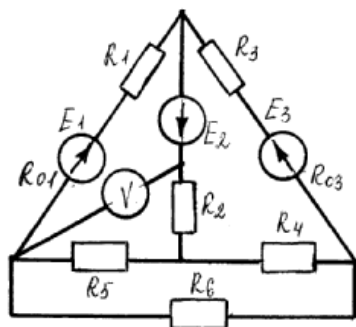
$E_1=16\text{В}$      $R_2=6\ \text{Ом}$   
 $E_2=8\text{В}$       $R_3=6\ \text{Ом}$   
 $E_3=9\text{В}$       $R_4=5\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,2\ \text{Ом}$   $R_5=10\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,6\ \text{Ом}$   $R_6=5\ \text{Ом}$   
 $R_1=2,5\ \text{Ом}$     $R'_3=7\ \text{Ом}$

ГРУППА ВАРИАНТОВ № 4



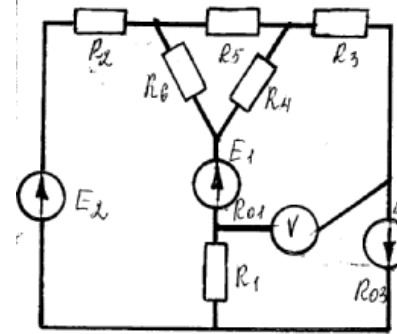
Вариант 1

$E_1=30\text{В}$      $R_2=5\ \text{Ом}$   
 $E_2=16\text{В}$      $R_3=3\ \text{Ом}$   
 $E_3=10\text{В}$      $R_4=1\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,6\ \text{Ом}$   $R_5=8\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,8\ \text{Ом}$   $R_6=5\ \text{Ом}$   
 $R_1=2\ \text{Ом}$



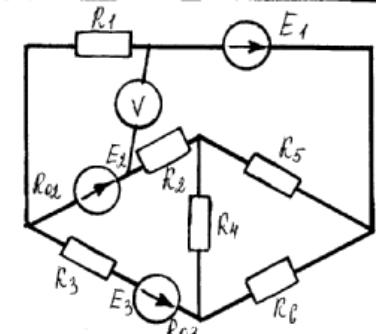
Вариант 2

$E_1=10\text{В}$      $R_2=6\ \text{Ом}$   
 $E_2=32\text{В}$      $R_3=1\ \text{Ом}$   
 $E_3=10\text{В}$      $R_4=7\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,6\ \text{Ом}$   $R_5=1\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=1\ \text{Ом}$     $R_6=5\ \text{Ом}$   
 $R_1=1,5\ \text{Ом}$



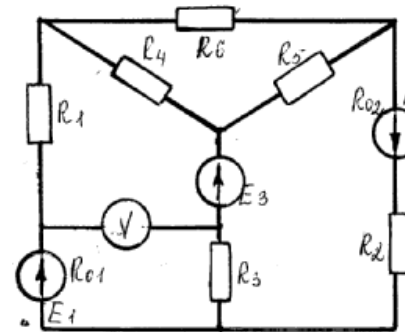
Вариант 3

$E_1=5\text{В}$      $R_2=6\ \Omega$   
 $E_2=10\text{В}$      $R_3=3\ \Omega$   
 $E_3=36\text{В}$      $R_4=2\ \Omega$   
 $R_{01}=0,3\ \Omega$      $R_5=2\ \Omega$   
 $R_{03}=0,8\ \Omega$      $R_6=2\ \Omega$   
 $R_1=1,2\ \Omega$



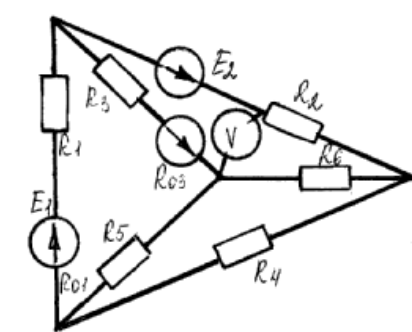
Вариант 4

$E_1=40\text{В}$      $R_2=3\ \Omega$   
 $E_2=25\text{В}$      $R_3=2\ \Omega$   
 $E_3=8\text{В}$      $R_4=4\ \Omega$   
 $R_{02}=0,2\ \Omega$      $R_5=3\ \Omega$   
 $R_{03}=0,2\ \Omega$      $R_6=2\ \Omega$   
 $R_1=3\ \Omega$



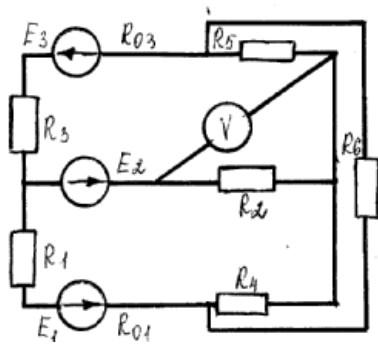
Вариант 5

$E_1=8\text{В}$      $R_2=3\ \Omega$   
 $E_2=40\text{В}$      $R_3=3\ \Omega$   
 $E_3=10\text{В}$      $R_4=3\ \Omega$   
 $R_{01}=0,8\ \Omega$      $R_5=2\ \Omega$   
 $R_{02}=1\ \Omega$      $R_6=1\ \Omega$   
 $R_1=5\ \Omega$



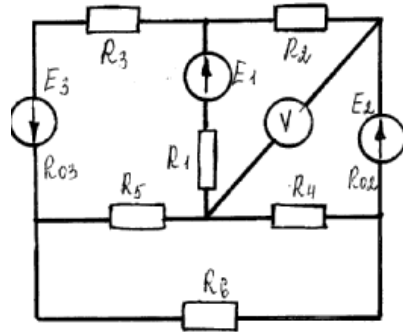
Вариант 6

$E_1=22\text{В}$      $R_2=1\ \Omega$   
 $E_2=24\text{В}$      $R_3=8\ \Omega$   
 $E_3=10\text{В}$      $R_4=4\ \Omega$   
 $R_{01}=0,2\ \Omega$      $R_5=10\ \Omega$   
 $R_{03}=1,2\ \Omega$      $R_6=6\ \Omega$   
 $R_1=2\ \Omega$



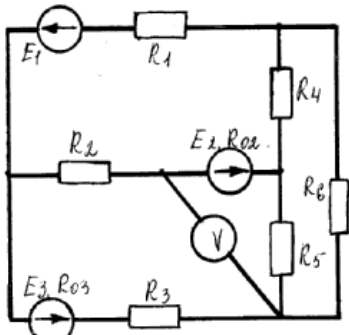
Вариант 7

$E_1=55\text{В}$      $R_2=4\ \text{ОМ}$   
 $E_2=18\text{В}$      $R_3=3\ \text{ОМ}$   
 $E_3=4\text{В}$        $R_4=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,8\ \text{ОМ}$     $R_5=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,8\ \text{ОМ}$     $R_6=4\ \text{ОМ}$   
 $R_1=8\ \text{ОМ}$



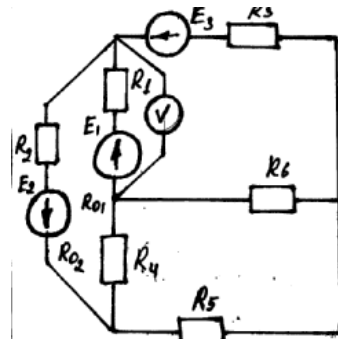
Вариант 8

$E_1=36\text{В}$      $R_2=8\ \text{ОМ}$   
 $E_2=10\text{В}$      $R_3=3\ \text{ОМ}$   
 $E_3=25\text{В}$      $R_4=1\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=0,4\ \text{ОМ}$     $R_5=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,5\ \text{ОМ}$     $R_6=7\ \text{ОМ}$   
 $R_1=4\ \text{ОМ}$



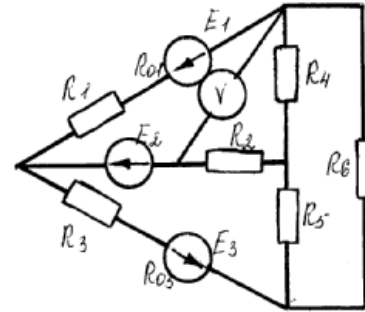
Вариант 9

$E_1=16\text{В}$      $R_2=3\ \text{ОМ}$   
 $E_2=5\text{В}$        $R_3=2\ \text{ОМ}$   
 $E_3=32\text{В}$      $R_4=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=0,6\ \text{ОМ}$     $R_5=1\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,8\ \text{ОМ}$     $R_6=5\ \text{ОМ}$   
 $R_1=9\ \text{ОМ}$



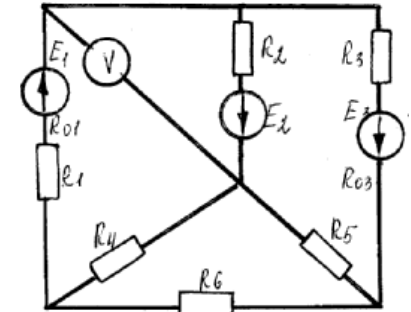
Вариант 10

$E_1=14\text{В}$      $R_2=2\ \text{ОМ}$   
 $E_2=25\text{В}$      $R_3=8\ \text{ОМ}$   
 $E_3=28\text{В}$      $R_4=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,9\ \text{ОМ}$     $R_5=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=1,2\ \text{ОМ}$     $R_6=6\ \text{ОМ}$   
 $R_1=5\ \text{ОМ}$



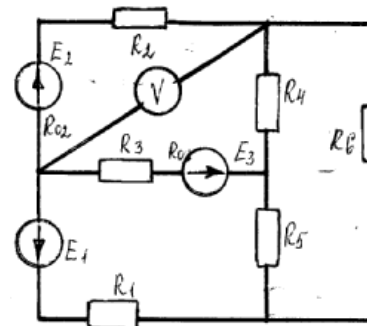
Вариант 11

$E_1=5\text{В}$       $R_2=4\ \text{Ом}$   
 $E_2=16\text{В}$      $R_3=3\ \text{Ом}$   
 $E_3=30\text{В}$      $R_4=2\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,4\ \text{Ом}$   $R_5=5\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,7\ \text{Ом}$   $R_6=3\ \text{Ом}$   
 $R_1=6\ \text{Ом}$



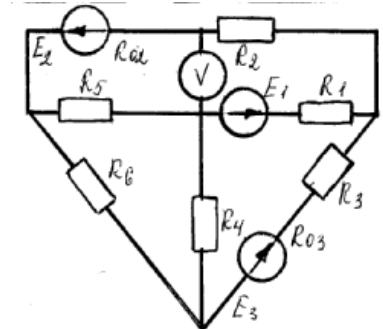
Вариант 12

$E_1=10\text{В}$      $R_2=5\ \text{Ом}$   
 $E_2=6\text{В}$       $R_3=6\ \text{Ом}$   
 $E_3=24\text{В}$     $R_4=6\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,8\ \text{Ом}$   $R_5=3\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,3\ \text{Ом}$   $R_6=1\ \text{Ом}$   
 $R_1=3,5\ \text{Ом}$



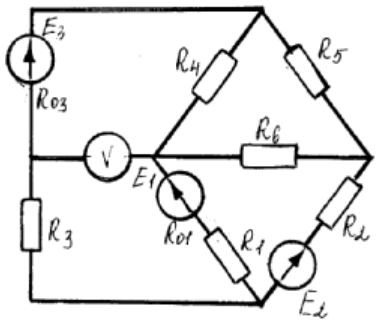
Вариант 13

$E_1=6\text{В}$       $R_2=6\ \text{Ом}$   
 $E_2=20\text{В}$     $R_3=4\ \text{Ом}$   
 $E_3=4\text{В}$       $R_4=4\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,8\ \text{Ом}$   $R_5=3\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=1,2\ \text{Ом}$   $R_6=3\ \text{Ом}$   
 $R_1=4\ \text{Ом}$



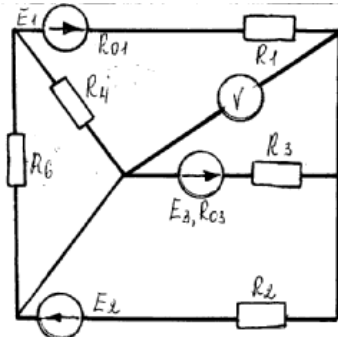
Вариант 14

$E_1=21\text{В}$      $R_2=7\ \text{Ом}$   
 $E_2=4\text{В}$       $R_3=2\ \text{Ом}$   
 $E_3=10\text{В}$     $R_4=8\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,2\ \text{Ом}$   $R_5=1\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,6\ \text{Ом}$   $R_6=1\ \text{Ом}$   
 $R_1=5\ \text{Ом}$



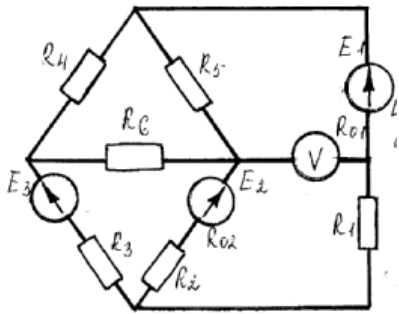
Вариант 15

$E_1=4\text{В}$        $R_2=10\ \Omega$   
 $E_2=9\text{В}$        $R_3=4\ \Omega$   
 $E_3=18\text{В}$       $R_4=8\ \Omega$   
 $R_{01}=0,8\ \Omega$     $R_5=10\ \Omega$   
 $R_{03}=0,7\ \Omega$     $R_6=4\ \Omega$   
 $R_1=2,7\ \Omega$



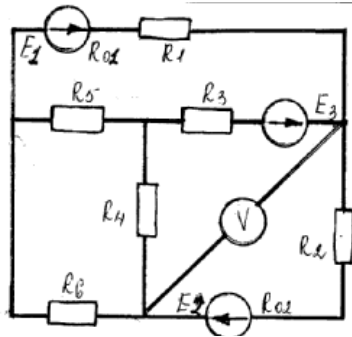
Вариант 16

$E_1=4\text{В}$        $R_2=8\ \Omega$   
 $E_2=24\text{В}$       $R_3=1\ \Omega$   
 $E_3=6\text{В}$        $R_4=6\ \Omega$   
 $R_{01}=0,9\ \Omega$     $R_5=10\ \Omega$   
 $R_{03}=0,5\ \Omega$     $R_6=4\ \Omega$   
 $R_1=9\ \Omega$



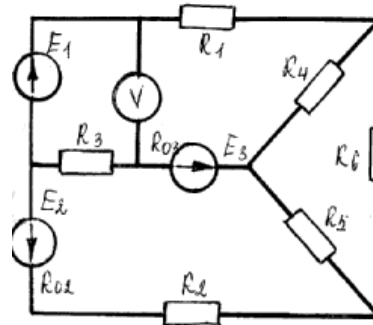
Вариант 17

$E_1=16\text{В}$       $R_2=6\ \Omega$   
 $E_2=8\text{В}$        $R_3=6\ \Omega$   
 $E_3=9\text{В}$        $R_4=5\ \Omega$   
 $R_{01}=0,2\ \Omega$     $R_5=10\ \Omega$   
 $R_{02}=0,6\ \Omega$     $R_6=5\ \Omega$   
 $R_1=2,5\ \Omega$



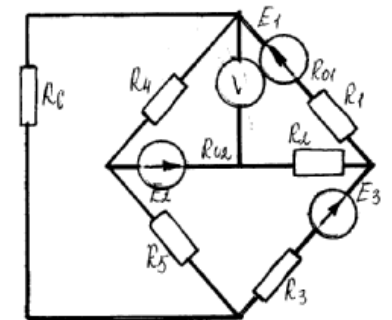
Вариант 18

$E_1=48\text{В}$       $R_2=4\ \Omega$   
 $E_2=12\text{В}$       $R_3=2\ \Omega$   
 $E_3=6\text{В}$        $R_4=12\ \Omega$   
 $R_{01}=0,8\ \Omega$     $R_5=6\ \Omega$   
 $R_{02}=1,4\ \Omega$     $R_6=2\ \Omega$   
 $R_1=4,2\ \Omega$



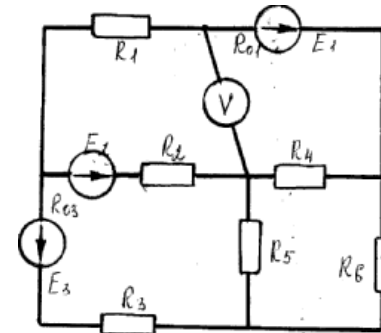
Вариант 19

$E_1=12\text{В}$      $R_2=5\ \Omega$   
 $E_2=36\text{В}$      $R_3=1\ \Omega$   
 $E_3=12\text{В}$      $R_4=5\ \Omega$   
 $R_{02}=0,4\ \Omega$      $R_5=6\ \Omega$   
 $R_{03}=1,2\ \Omega$      $R_6=9\ \Omega$   
 $R_1=3,5\ \Omega$



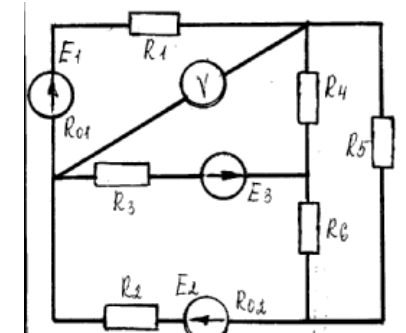
Вариант 20

$E_1=12\text{В}$      $R_2=3\ \Omega$   
 $E_2=6\text{В}$      $R_3=8\ \Omega$   
 $E_3=40\text{В}$      $R_4=5\ \Omega$   
 $R_{01}=1,2\ \Omega$      $R_5=7\ \Omega$   
 $R_{02}=0,6\ \Omega$      $R_6=8\ \Omega$   
 $R_1=2\ \Omega$



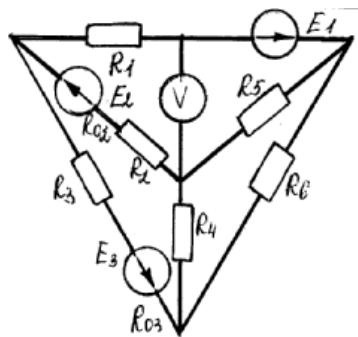
Вариант 21

$E_1=8\text{В}$      $R_2=2\ \Omega$   
 $E_2=6\text{В}$      $R_3=1\ \Omega$   
 $E_3=36\text{В}$      $R_4=6\ \Omega$   
 $R_{01}=1,3\ \Omega$      $R_5=8\ \Omega$   
 $R_{03}=1,2\ \Omega$      $R_6=6\ \Omega$   
 $R_1=3\ \Omega$



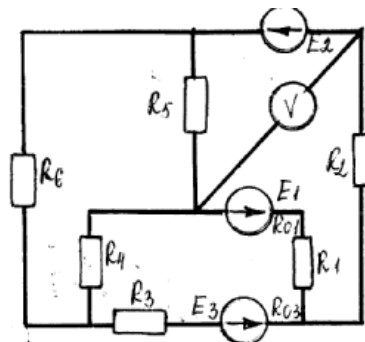
Вариант 22

$E_1=72\text{В}$      $R_2=1\ \Omega$   
 $E_2=12\text{В}$      $R_3=10\ \Omega$   
 $E_3=4\text{В}$      $R_4=4\ \Omega$   
 $R_{01}=0,7\ \Omega$      $R_5=12\ \Omega$   
 $R_{02}=1,5\ \Omega$      $R_6=4\ \Omega$   
 $R_1=6\ \Omega$



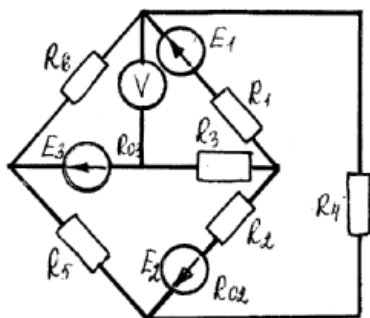
Вариант 23

$E_1=12\text{В}$      $R_2=1\ \text{Ом}$   
 $E_2=48\text{В}$      $R_3=4\ \text{Ом}$   
 $E_3=6\text{В}$      $R_4=15\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,4\ \text{Ом}$      $R_5=2\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,4\ \text{Ом}$      $R_6=2\ \text{Ом}$   
 $R_1=2,5\ \text{Ом}$



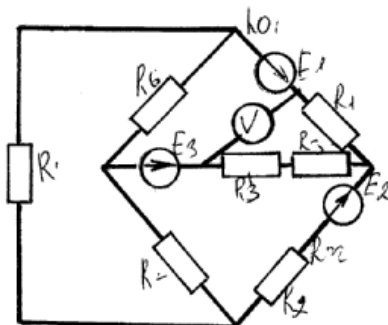
Вариант 24

$E_1=12\text{В}$      $R_2=2\ \text{Ом}$   
 $E_2=30\text{В}$      $R_3=3\ \text{Ом}$   
 $E_3=9\text{В}$      $R_4=3\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,5\ \text{Ом}$      $R_5=1\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,5\ \text{Ом}$      $R_6=3\ \text{Ом}$   
 $R_1=3,5\ \text{Ом}$



Вариант 25

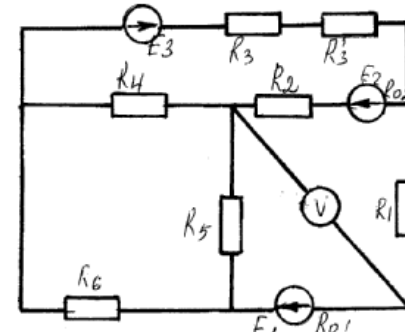
$E_1=9\text{В}$      $R_2=2\ \text{Ом}$   
 $E_2=6\text{В}$      $R_3=8\ \text{Ом}$   
 $E_3=27\text{В}$      $R_4=13\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=1\ \text{Ом}$      $R_5=4\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,8\ \text{Ом}$      $R_6=3\ \text{Ом}$   
 $R_1=4,5\ \text{Ом}$



Вариант 26

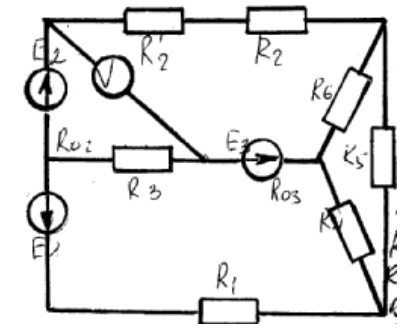
$E_1=12\text{В}$      $R_2=3\ \text{Ом}$   
 $E_2=6\text{В}$      $R_3=8\ \text{Ом}$   
 $E_3=40\text{В}$      $R_4=5\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=1,2\ \text{Ом}$      $R_5=7\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,6\ \text{Ом}$      $R_6=8\ \text{Ом}$   
 $R_1=2\ \text{Ом}$      $R'_3=7\ \text{Ом}$





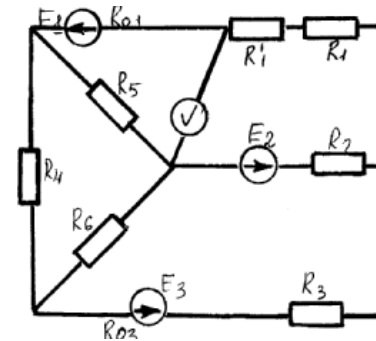
Вариант 27

$E_1=48\text{В}$      $R_2=4\ \text{Ом}$   
 $E_2=12\text{В}$      $R_3=2\ \text{Ом}$   
 $E_3=6\text{В}$      $R_4=12\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,8\ \text{Ом}$      $R_5=6\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=1,4\ \text{Ом}$      $R_6=2\ \text{Ом}$   
 $R_1=4,2\ \text{Ом}$      $R'_3=1\ \text{Ом}$



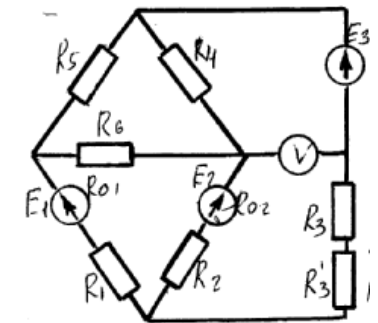
Вариант 28

$E_1=12\text{В}$      $R_2=5\ \text{Ом}$   
 $E_2=36\text{В}$      $R_3=1\ \text{Ом}$   
 $E_3=12\text{В}$      $R_4=5\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,4\ \text{Ом}$      $R_5=6\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=1,2\ \text{Ом}$      $R_6=9\ \text{Ом}$   
 $R_1=3,5\ \text{Ом}$      $R'_2=4\ \text{Ом}$



Вариант 29

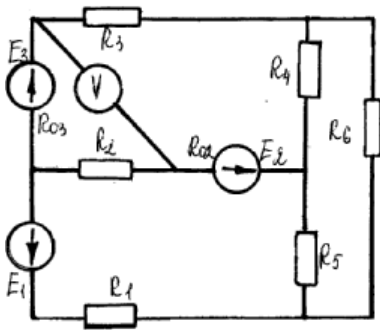
$E_1=4\text{В}$      $R_2=8\ \text{Ом}$   
 $E_2=24\text{В}$      $R_3=10\ \text{Ом}$   
 $E_3=6\text{В}$      $R_4=6\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,9\ \text{Ом}$      $R_5=10\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,5\ \text{Ом}$      $R_6=4\ \text{Ом}$   
 $R_1=9\ \text{Ом}$      $R'_1=8\ \text{Ом}$



Вариант 30

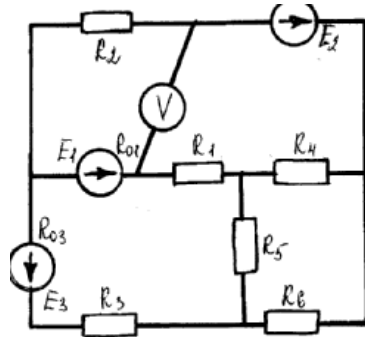
$E_1=16\text{В}$      $R_2=6\ \text{Ом}$   
 $E_2=8\text{В}$      $R_3=6\ \text{Ом}$   
 $E_3=9\text{В}$      $R_4=5\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,2\ \text{Ом}$      $R_5=10\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,6\ \text{Ом}$      $R_6=5\ \text{Ом}$   
 $R_1=2,5\ \text{Ом}$      $R'_3=7\ \text{Ом}$

ГРУППА ВАРИАНТОВ № 5



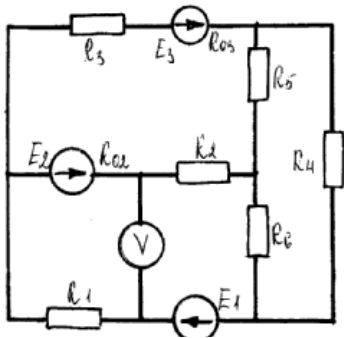
Вариант 1

$E_1=16\text{В}$      $R_2=6\ \Omega$   
 $E_2=5\text{В}$      $R_3=10\ \Omega$   
 $E_3=32\text{В}$      $R_4=3.6\ \Omega$   
 $R_{02}=1,5\ \Omega$      $R_5=4.2\ \Omega$   
 $R_{03}=1,2\ \Omega$      $R_6=6\ \Omega$   
 $R_1=4\ \Omega$



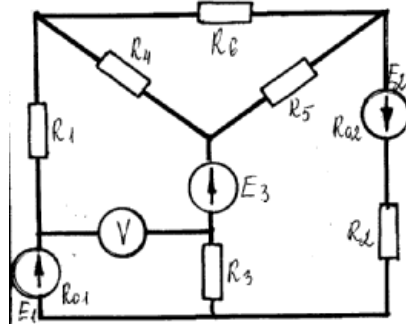
Вариант 2

$E_1=24\text{В}$      $R_2=4\ \Omega$   
 $E_2=12\text{В}$      $R_3=8\ \Omega$   
 $E_3=36\text{В}$      $R_4=12\ \Omega$   
 $R_{01}=1,6\ \Omega$      $R_5=16\ \Omega$   
 $R_{03}=0,5\ \Omega$      $R_6=8\ \Omega$   
 $R_1=16\ \Omega$



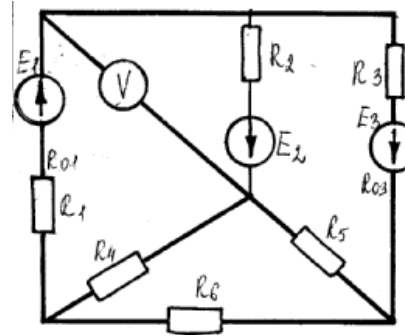
Вариант 3

$E_1=4\text{В}$      $R_2=4\ \Omega$   
 $E_2=6\text{В}$      $R_3=6\ \Omega$   
 $E_3=2\text{В}$      $R_4=4\ \Omega$   
 $R_{02}=0,4\ \Omega$      $R_5=2\ \Omega$   
 $R_{03}=1,2\ \Omega$      $R_6=10\ \Omega$   
 $R_1=12\ \Omega$



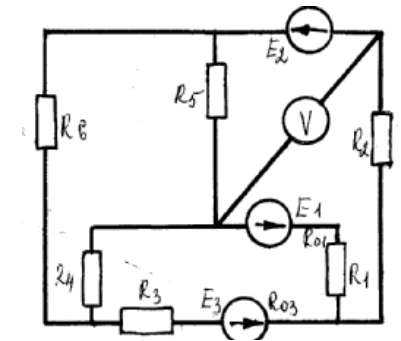
Вариант 4

$E_1=6\text{В}$      $R_2=8\ \Omega$   
 $E_2=12\text{В}$      $R_3=6\ \Omega$   
 $E_3=4\text{В}$      $R_4=4\ \Omega$   
 $R_{01}=0,2\ \Omega$      $R_5=10\ \Omega$   
 $R_{02}=1\ \Omega$      $R_6=12\ \Omega$   
 $R_1=2\ \Omega$



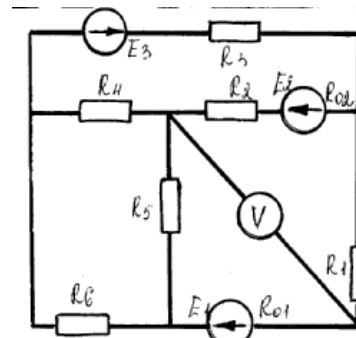
Вариант 5

$E_1=32\text{В}$      $R_2=2,4\ \text{Ом}$   
 $E_2=27\text{В}$      $R_3=5,6\ \text{Ом}$   
 $E_3=12\text{В}$      $R_4=2\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=1,6\ \text{Ом}$      $R_5=6\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,8\ \text{Ом}$      $R_6=4\ \text{Ом}$   
 $R_1=3,6\ \text{Ом}$



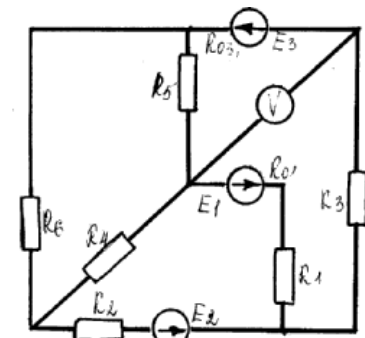
Вариант 6

$E_1=2\text{В}$      $R_2=12\ \text{Ом}$   
 $E_2=4\text{В}$      $R_3=2\ \text{Ом}$   
 $E_3=8\text{В}$      $R_4=16\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,2\ \text{Ом}$      $R_5=2\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=1,8\ \text{Ом}$      $R_6=8\ \text{Ом}$   
 $R_1=6\ \text{Ом}$



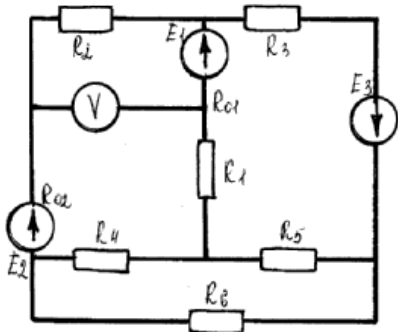
Вариант 7

$E_1=9\text{В}$      $R_2=2\ \text{Ом}$   
 $E_2=27\text{В}$      $R_3=8\ \text{Ом}$   
 $E_3=6\text{В}$      $R_4=16\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=1\ \text{Ом}$      $R_5=10\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=1,4\ \text{Ом}$      $R_6=18\ \text{Ом}$   
 $R_1=4,5\ \text{Ом}$



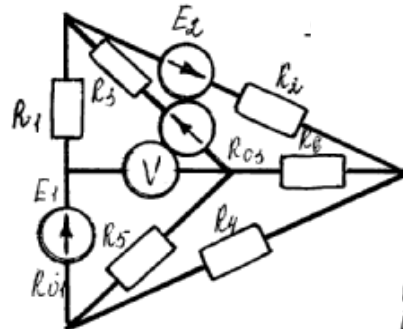
Вариант 8

$E_1=10\text{В}$      $R_2=6,5\ \text{Ом}$   
 $E_2=18\text{В}$      $R_3=2\ \text{Ом}$   
 $E_3=4\text{В}$      $R_4=12\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=1,2\ \text{Ом}$      $R_5=4\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,2\ \text{Ом}$      $R_6=18\ \text{Ом}$   
 $R_1=4,8\ \text{Ом}$



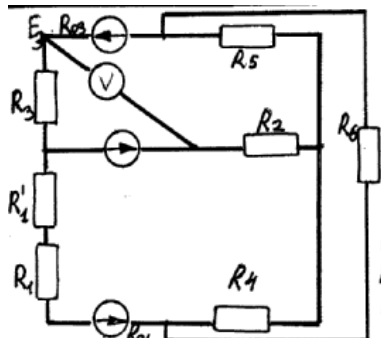
Вариант 9

$E_1=16\text{В}$      $R_2=4\ \text{Ом}$   
 $E_2=10\text{В}$      $R_3=8\ \text{Ом}$   
 $E_3=4\text{В}$      $R_4=2\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=2\ \text{Ом}$      $R_5=4\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=1\ \text{Ом}$      $R_6=12\ \text{Ом}$   
 $R_1=6\ \text{Ом}$



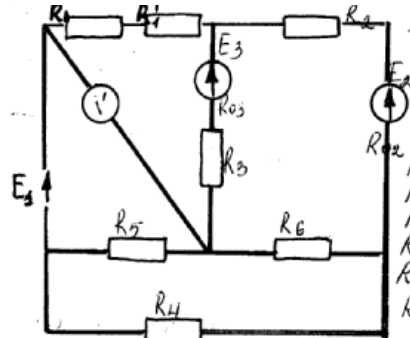
Вариант 10

$E_1=22\text{В}$      $R_2=1\ \text{Ом}$   
 $E_2=24\text{В}$      $R_3=8\ \text{Ом}$   
 $E_3=10\text{В}$      $R_4=4\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,2\ \text{Ом}$      $R_5=10\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=1,8\ \text{Ом}$      $R_6=6\ \text{Ом}$   
 $R_1=2\ \text{Ом}$



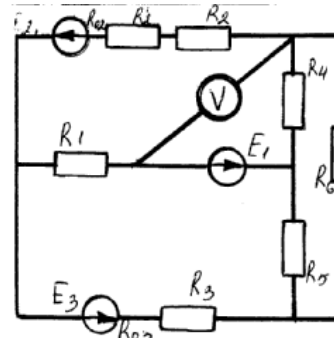
Вариант 11

$E_1=55\text{В}$      $R_2=4\ \text{Ом}$   
 $E_2=18\text{В}$      $R_3=3\ \text{Ом}$   
 $E_3=4\text{В}$      $R_4=2\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,8\ \text{Ом}$      $R_5=4\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,8\ \text{Ом}$      $R_6=4\ \text{Ом}$   
 $R_1=8\ \text{Ом}$      $R'_1=6\ \text{Ом}$



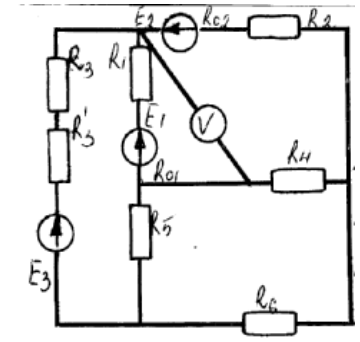
Вариант 12

$E_1=36\text{В}$      $R_2=8\ \text{Ом}$   
 $E_2=10\text{В}$      $R_3=3\ \text{Ом}$   
 $E_3=25\text{В}$      $R_4=1\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,4\ \text{Ом}$      $R_5=2\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,5\ \text{Ом}$      $R_6=7\ \text{Ом}$   
 $R_1=4\ \text{Ом}$      $R'_1=3\ \text{Ом}$



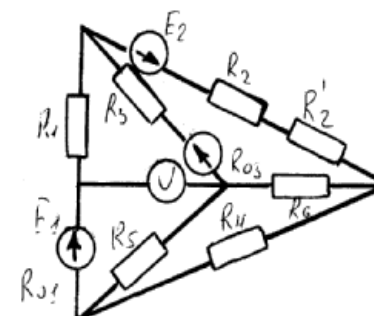
Вариант 13

$E_1=16\text{В}$      $R_2=3\ \Omega$   
 $E_2=5\text{В}$      $R_3=2\ \Omega$   
 $E_3=32\text{В}$      $R_4=4\ \Omega$   
 $R_{02}=0,6\ \Omega$      $R_5=1\ \Omega$   
 $R_{03}=0,8\ \Omega$      $R_6=5\ \Omega$   
 $R_1=9\ \Omega$      $R'_2=4\ \Omega$



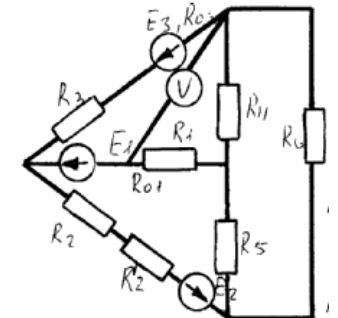
Вариант 14

$E_1=14\text{В}$      $R_2=2\ \Omega$   
 $E_2=25\text{В}$      $R_3=8\ \Omega$   
 $E_3=28\text{В}$      $R_4=2\ \Omega$   
 $R_{01}=0,9\ \Omega$      $R_5=2\ \Omega$   
 $R_{02}=1,2\ \Omega$      $R_6=6\ \Omega$   
 $R_1=5\ \Omega$      $R'_3=7\ \Omega$



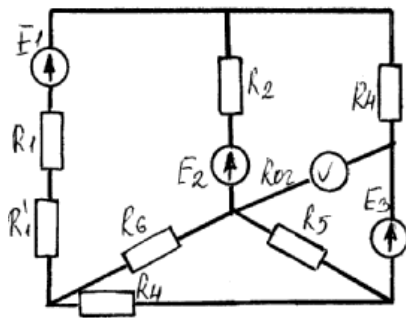
Вариант 15

$E_1=20\text{В}$      $R_2=2\ \Omega$   
 $E_2=22\text{В}$      $R_3=6\ \Omega$   
 $E_3=9\text{В}$      $R_4=3\ \Omega$   
 $R_{01}=0,1\ \Omega$      $R_5=8\ \Omega$   
 $R_{03}=1,1\ \Omega$      $R_6=4\ \Omega$   
 $R_1=1\ \Omega$      $R'_2=3\ \Omega$



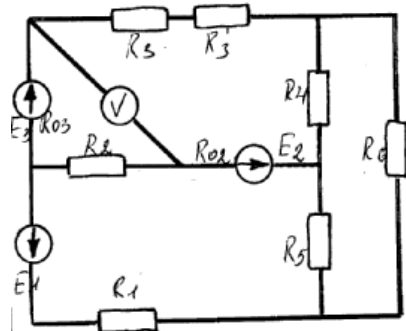
Вариант 16

$E_1=5\text{В}$      $R_2=4\ \Omega$   
 $E_2=16\text{В}$      $R_3=3\ \Omega$   
 $E_3=30\text{В}$      $R_4=2\ \Omega$   
 $R_{01}=0,4\ \Omega$      $R_5=5\ \Omega$   
 $R_{03}=0,7\ \Omega$      $R_6=3\ \Omega$   
 $R_1=6\ \Omega$      $R'_2=5\ \Omega$



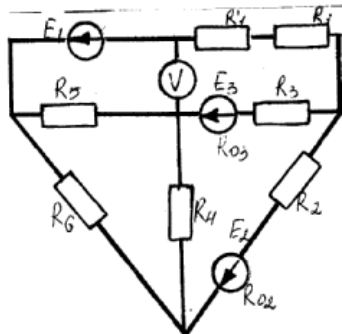
Вариант 17

$E_1=10\text{В}$      $R_2=5\ \text{ОМ}$   
 $E_2=6\text{В}$      $R_3=6\ \text{ОМ}$   
 $E_3=24\text{В}$      $R_4=6\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,8\ \text{ОМ}$      $R_5=3\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=0,3\ \text{ОМ}$      $R_6=1\ \text{ОМ}$   
 $R_1=3,5\ \text{ОМ}$      $R'_1=4\ \text{ОМ}$



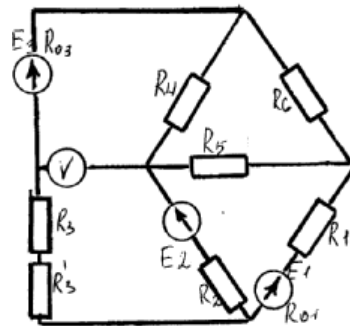
Вариант 18

$E_1=6\text{В}$      $R_2=6\ \text{ОМ}$   
 $E_2=20\text{В}$      $R_3=4\ \text{ОМ}$   
 $E_3=4\text{В}$      $R_4=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=0,8\ \text{ОМ}$      $R_5=3\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=1,2\ \text{ОМ}$      $R_6=3\ \text{ОМ}$   
 $R_1=4\ \text{ОМ}$      $R'_3=3\ \text{ОМ}$



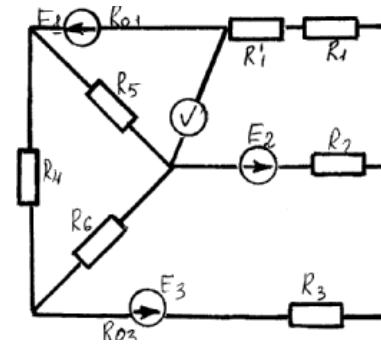
Вариант 19

$E_1=21\text{В}$      $R_2=7\ \text{ОМ}$   
 $E_2=4\text{В}$      $R_3=2\ \text{ОМ}$   
 $E_3=10\text{В}$      $R_4=8\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=0,2\ \text{ОМ}$      $R_5=1\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,6\ \text{ОМ}$      $R_6=1\ \text{ОМ}$   
 $R_1=5\ \text{ОМ}$      $R'_1=4\ \text{ОМ}$



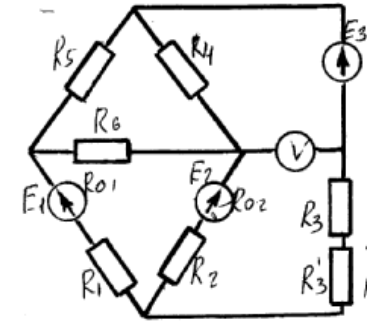
Вариант 20

$E_1=4\text{В}$      $R_2=10\ \text{ОМ}$   
 $E_2=9\text{В}$      $R_3=4\ \text{ОМ}$   
 $E_3=18\text{В}$      $R_4=8\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,8\ \text{ОМ}$      $R_5=10\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,7\ \text{ОМ}$      $R_6=2\ \text{ОМ}$   
 $R_1=2,7\ \text{ОМ}$      $R'_3=3\ \text{ОМ}$



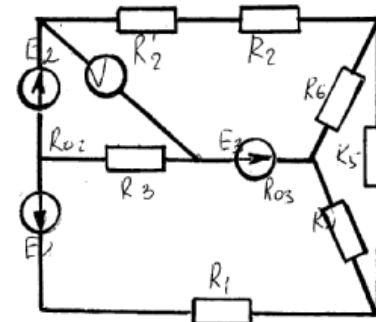
Вариант 21

$E_1=4\text{В}$       $R_2=8\ \text{Ом}$   
 $E_2=24\text{В}$      $R_3=10\ \text{Ом}$   
 $E_3=6\text{В}$       $R_4=6\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,9\ \text{Ом}$   $R_5=10\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,5\ \text{Ом}$   $R_6=4\ \text{Ом}$   
 $R_1=9\ \text{Ом}$      $R'_1=8\ \text{Ом}$



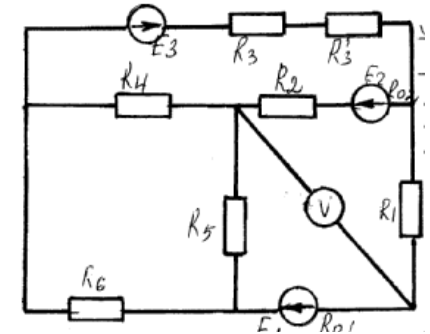
Вариант 22

$E_1=16\text{В}$       $R_2=6\ \text{Ом}$   
 $E_2=8\text{В}$        $R_3=6\ \text{Ом}$   
 $E_3=9\text{В}$        $R_4=5\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,2\ \text{Ом}$   $R_5=10\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,6\ \text{Ом}$   $R_6=5\ \text{Ом}$   
 $R_1=2,5\ \text{Ом}$     $R'_3=7\ \text{Ом}$



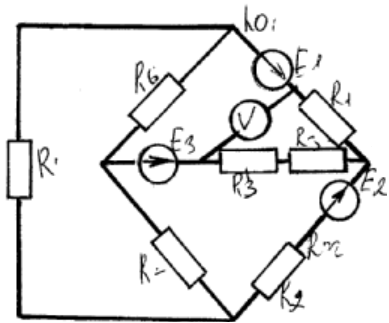
Вариант 23

$E_1=12\text{В}$       $R_2=5\ \text{Ом}$   
 $E_2=36\text{В}$      $R_3=1\ \text{Ом}$   
 $E_3=12\text{В}$       $R_4=5\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,4\ \text{Ом}$   $R_5=6\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=1,2\ \text{Ом}$   $R_6=9\ \text{Ом}$   
 $R_1=3,5\ \text{Ом}$     $R'_2=4\ \text{Ом}$



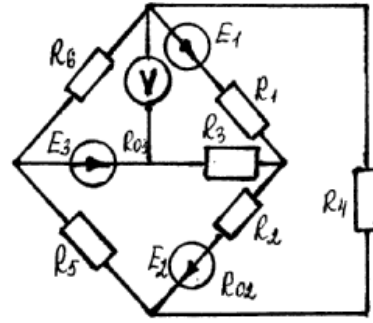
Вариант 24

$E_1=48\text{В}$       $R_2=4\ \text{Ом}$   
 $E_2=12\text{В}$       $R_3=2\ \text{Ом}$   
 $E_3=6\text{В}$        $R_4=12\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,8\ \text{Ом}$   $R_5=6\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=1,4\ \text{Ом}$   $R_6=2\ \text{Ом}$   
 $R_1=4,2\ \text{Ом}$     $R'_3=1\ \text{Ом}$



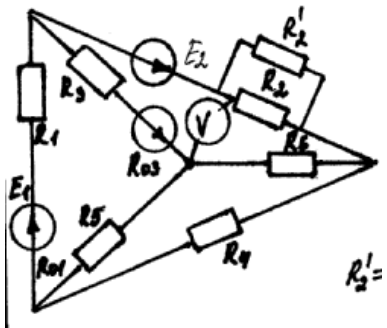
Вариант 25

$E_1=12\text{В}$      $R_2=3\ \text{ОМ}$   
 $E_2=6\text{В}$      $R_3=8\ \text{ОМ}$   
 $E_3=40\text{В}$      $R_4=5\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=1,2\ \text{ОМ}$      $R_5=7\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=0,6\ \text{ОМ}$      $R_6=8\ \text{ОМ}$   
 $R_1=2\ \text{ОМ}$      $R'_3=7\ \text{ОМ}$



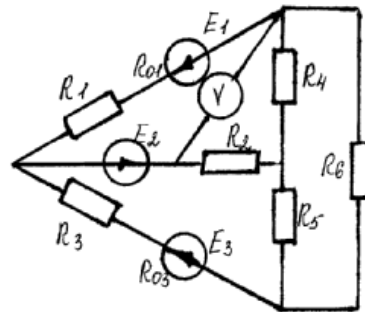
Вариант 26

$E_1=9\text{В}$      $R_2=2\ \text{ОМ}$   
 $E_2=6\text{В}$      $R_3=8\ \text{ОМ}$   
 $E_3=27\text{В}$      $R_4=13\ \text{ОМ}$   
 $R_{02}=1\ \text{ОМ}$      $R_5=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,8\ \text{ОМ}$      $R_6=3\ \text{ОМ}$   
 $R_1=4,5\ \text{ОМ}$



Вариант 27

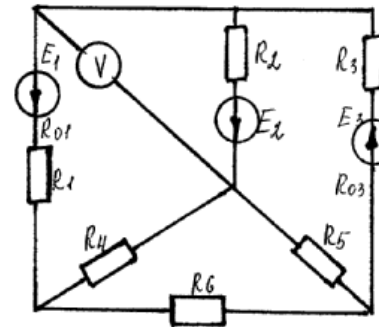
$E_1=22\text{В}$      $R_2=R'_2=1\ \text{ОМ}$   
 $E_2=24\text{В}$      $R_3=8\ \text{ОМ}$   
 $E_3=10\text{В}$      $R_4=4\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,2\ \text{ОМ}$      $R_5=10\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=1,2\ \text{ОМ}$      $R_6=6\ \text{ОМ}$   
 $R_1=2\ \text{ОМ}$



Вариант 28

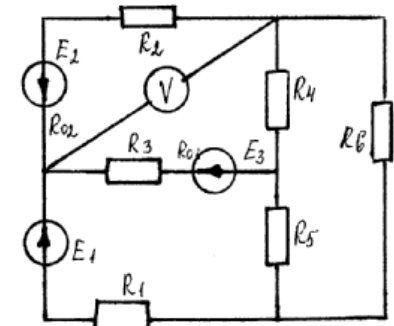
$E_1=5\text{В}$      $R_2=4\ \text{ОМ}$   
 $E_2=16\text{В}$      $R_3=3\ \text{ОМ}$   
 $E_3=30\text{В}$      $R_4=2\ \text{ОМ}$   
 $R_{01}=0,4\ \text{ОМ}$      $R_5=5\ \text{ОМ}$   
 $R_{03}=0,7\ \text{ОМ}$      $R_6=3\ \text{ОМ}$   
 $R_1=6\ \text{ОМ}$





Вариант 29

$E_1=10\text{В}$      $R_2=5\ \text{Ом}$   
 $E_2=6\text{В}$      $R_3=6\ \text{Ом}$   
 $E_3=24\text{В}$      $R_4=6\ \text{Ом}$   
 $R_{01}=0,8\ \text{Ом}$      $R_5=3\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=0,3\ \text{Ом}$      $R_6=1\ \text{Ом}$   
 $R_1=3,5\ \text{Ом}$



Вариант 30

$E_1=6\text{В}$      $R_2=6\ \text{Ом}$   
 $E_2=20\text{В}$      $R_3=4\ \text{Ом}$   
 $E_3=4\text{В}$      $R_4=4\ \text{Ом}$   
 $R_{02}=0,8\ \text{Ом}$      $R_5=3\ \text{Ом}$   
 $R_{03}=1,2\ \text{Ом}$      $R_6=3\ \text{Ом}$   
 $R_1=4\ \text{Ом}$

## **2. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ №2**

### **2.1. Задание №2**

Задача. Для электрической цепи, схема которой изображена на рис. 1 – 30 (варианты контрольных заданий №2), по заданным параметрам и э.д.с. источника определить токи во всех ветвях цепи и напряжения на отдельных участках. Составить баланс активной и реактивной мощностей. Построить в масштабе на комплексной плоскости векторную диаграмму токов, напряжений и потенциальную диаграмму напряжений по внешнему контуру. Определить показания вольтметра и активную мощность, измеряемую ваттметром.

### **2.2. Краткие теоретические сведения**

#### *Электрические цепи переменного тока. Однофазные цепи*

Для практических расчетов удобнее выражать векторы тока и напряжения, а также сопротивления и проводимости комплексными числами, в которых активные составляющие являются действительными значениями, а реактивные — мнимыми. Причем знак у мнимого значения зависит от характера реактивной составляющей. При расчете электрических цепей переменного тока с помощью комплексных чисел могут быть использованы методы расчета, применяемые для цепей постоянного тока. Уравнения Кирхгофа в этом случае записываются как соответствующие геометрические суммы.

При выполнении расчетов по методу комплексных чисел следует иметь в виду, что действительная и мнимая части комплексных сопротивлений, проводимости и мощности всегда представляют собой соответственно активную и реактивную составляющие этих значений; что же касается комплексного напряжения и комплексного тока, то такое положение имеет место лишь в частных случаях. Действительная и мнимая части комплексного напряжения и комплексного тока определяются начальными фазами значений, иначе говоря, зависят от расположения соответствующих векторов относительно осей комплексной плоскости, тогда как их активная и ре-

активная составляющие определяются углом сдвига по фазе  $\varphi$  между этими двумя векторами.

**Задача.** Рассчитать электрическую цепь синусоидального тока со смешанным соединением приемников, схема которой изображена на рис. 1. Дано:  $U=120$  В,  $R_1=1$  Ом,  $R_2=24$  Ом,  $R_3=15$  Ом,  $L_1=19,1$  мГ,  $L_3=63,5$  мГ,  $C_2=455$  мкФ,  $f=50$  Гц. Определить токи  $\dot{I}_1, \dot{I}_2, \dot{I}_3$  в ветвях цепи, напряжения на участках цепи  $\dot{U}_{ab}, \dot{U}_{bc}$ , активную, реактивную и полную мощности и построить векторную диаграмму на комплексной плоскости.

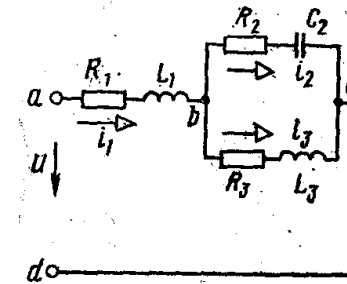


Рис. 1

**Решение.** Выражаем сопротивления ветвей цепи в комплексной форме:

$$\underline{Z} = R \pm jX = Ze^{\pm j\varphi};$$

$$\underline{Z}_1 = R_1 + j\omega L_1 = 10 + j2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 19,1 \cdot 10^{-3} = 10 + j6 \text{ Ом.}$$

Переходя от алгебраической формы записи комплексного числа к показательной, получаем:

$$\underline{Z}_1 = Z_1 e^{j\varphi_1} = 11,6 e^{j31^\circ} \text{ Ом,}$$

где  $Z_1 = \sqrt{R_1^2 + (\omega \cdot L_1)^2}$ ;  $\text{tg}\varphi_1 = \frac{\omega \cdot L_1}{R_1}$ ;

$$\underline{Z}_2 = R_2 - j \frac{1}{\omega C_2} = 24 - j \frac{10^6}{2\pi \cdot 50 \cdot 455} = 24 - j7 = 25 e^{-j16^\circ 15'} \text{ Ом};$$

$$\begin{aligned} \underline{Z}_3 &= R_3 + j\omega \cdot L_3 = 15 + j2\pi \cdot 50 \cdot 63,5 \cdot 10^{-3} = 15 + j20 = \\ &= 25 e^{j53^\circ 05'} \text{ Ом.} \end{aligned}$$

Выражаем заданное напряжение  $U$  в комплексной форме. Если начальная фаза напряжения не задана, то ее можно принять равной нулю и располагать вектор напряжения совпадающим с положительным направлением действительной оси.

В этом случае мнимая составляющая комплексного числа отсутствует (рис. 2),  $\dot{U} = U = 120$  В.

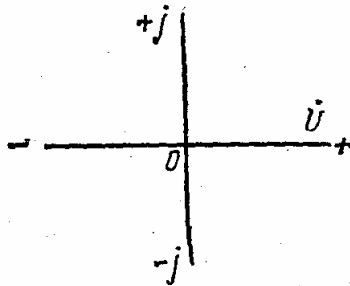


Рис. 2

Полное комплексное сопротивление цепи

$$\begin{aligned} \underline{Z} &= \underline{Z}_1 + \frac{\underline{Z}_2 \underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3} = 10 + j6 + \frac{(24 - j7)(15 + j20)}{39 + j13} = 10 + j6 + \\ &+ \frac{25e^{-j16^\circ 15'} \cdot 25e^{j53^\circ 05'}}{41e^{j18^\circ 25'}} = 24,4 + j10,8 = 26,7e^{j23^\circ 55'} \text{ Ом.} \end{aligned}$$

Определяем ток в неразветвленной части цепи:

$$\dot{I}_1 = \dot{U} / \underline{Z} = 120 / 26,7e^{j23^\circ 55'} = 4,5e^{-j23^\circ 55'} \text{ А.}$$

Токи  $\dot{I}_2$  и  $\dot{I}_3$  в параллельных ветвях могут быть выражены через ток в неразветвленной части цепи:

$$\dot{I}_2 = \dot{I}_1 \frac{\underline{Z}_3}{\underline{Z}_2 + \underline{Z}_3} = 4,5e^{-j23^\circ 55'} \frac{15 + j20}{39 + j13} = 2,7e^{j10^\circ 45'} \text{ А.}$$

$$I_3 = I_1 \frac{Z_2}{Z_2 + Z_3} = 4,5e^{-j23^{\circ}55'} \frac{24 - j7}{39 + j13} = 2,7e^{-j58^{\circ}35'} \text{ A}.$$

Токи  $I_2$  и  $I_3$  можно найти иначе:

$$\begin{aligned} \dot{U}_{bc} &= Z_{bc} I_1 = \frac{Z_2 Z_3}{Z_2 + Z_3} I_1 = \frac{(24 - j7)(15 + j20)}{39 + j13} \cdot 4,5e^{-j23^{\circ}55'} = \\ &= 68,4e^{-j5^{\circ}30'} \text{ В}; \end{aligned}$$

$$I_2 = \dot{U}_{bc} / Z_2 = 68,4e^{-j5^{\circ}30'} / 25e^{-j16^{\circ}15'} = 2,74e^{j10^{\circ}45'} \text{ A};$$

$$I_3 = \dot{U}_{bc} / Z_3 = 68,4e^{-j5^{\circ}30'} / 25e^{j53^{\circ}05'} = 2,74e^{-j58^{\circ}35'} \text{ A}.$$

Найдем мощности всей цепи и отдельных ее ветвей:

$$\underline{S} = \dot{U} I_1^* = 120 \cdot 4,5e^{j23^{\circ}55'} = 540e^{j23^{\circ}55'} \text{ В} \cdot \text{А}.$$

Для определения активной и реактивной мощностей полную мощность, выраженную комплексным числом в показательной форме, переводим в алгебраическую форму. Тогда действительная часть комплекса представляет собой активную мощность, а мнимая - реактивную:

$$\underline{S} = 540 \cos 23^{\circ}55' + j540 \sin 23^{\circ}55' = 494 + j218 \text{ В} \cdot \text{А},$$

откуда  $P = 494 \text{ Вт}$ ;  $Q = 218 \text{ В} \cdot \text{А}_p$ .

Активную и реактивную мощности можно найти иначе:

$$P = \text{Re} \left[ \dot{U} I_1^* \right] = \text{Re} \left[ 120 \cdot 4,5e^{j23^{\circ}55'} \right] = 120 \cdot 4,5 \cos 23^{\circ}55' = 494 \text{ Вт};$$

$$P_1 = R_1 I_1^2 = 10 \cdot 4,5^2 = 202 \text{ Вт}; \quad P_2 = R_2 I_2^2 = 180 \text{ Вт};$$

$$P_3 = R_3 I_3^2 = 112 \text{ Вт}.$$

Проверка показывает, что  $P = P_1 + P_2 + P_3$ .

$$Q = \text{Im} \left[ \dot{U} \dot{I}_1^* \right] = \text{Im} \left[ 120 \cdot 4,5 e^{j23^{\circ}55'} \right] = 120 \cdot 4,5 \sin 23^{\circ}55' = 218 \text{ В} \cdot \text{А}_p;$$

$$Q_1 = X_1 I_1^2 = 6 \cdot 4,5^2 = 122 \text{ В} \cdot \text{А}_p;$$

$$Q_2 = X_2 I_2^2 = -52,5 \text{ В} \cdot \text{А}_p;$$

$$Q_3 = X_3 I_3^2 = 150 \text{ В} \cdot \text{А}_p.$$

Учитывая, что  $Q_1$  и  $Q_2$  положительны (реактивная мощность индуктивных катушек), а  $Q_3$  отрицательно (реактивная мощность конденсатора), получим  $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 218 \text{ В} \cdot \text{А}_p$ .

На рис. 3 приведена векторная диаграмма токов и напряжений, построенная по расчетным данным. Порядок ее построения следующий: по результатам расчетов отложены векторы токов  $\dot{I}_1, \dot{I}_2$  и  $\dot{I}_3$ , затем по направлению  $\dot{I}_1$  отложен вектор  $R_1 \dot{I}_1$  и перпендикулярно к нему в сторону опережения - вектор  $jX_1 \dot{I}_1$ . Их сумма дает вектор  $Z_1 \dot{I}_1$ . Далее в фазе с  $\dot{I}_2$  построен вектор  $R_2 \dot{I}_2$  и перпендикулярно к нему в сторону отставания вектор  $jX_2 \dot{I}_2$ , а их сумма дает

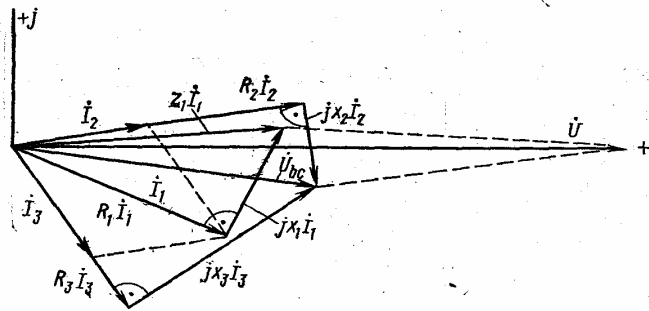
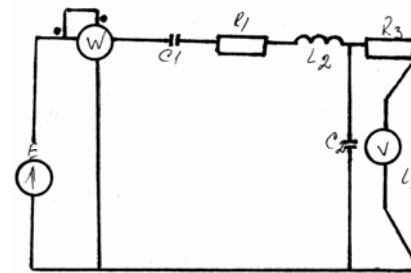


Рис. 3

вектор напряжения на параллельном участке  $\dot{U}_{bc}$ . Тот же вектор можно получить, если в фазе с  $\dot{I}_3$  отложить  $R_3 \dot{I}_3$  и к нему прибавить вектор  $jX_3 \dot{I}_3$ , опережающий  $\dot{I}_3$  на  $90^{\circ}$ . Сумма векторов  $Z_1 \dot{I}_1$  и  $\dot{U}_{bc}$  дает вектор приложенного напряжения  $\dot{U}$ .

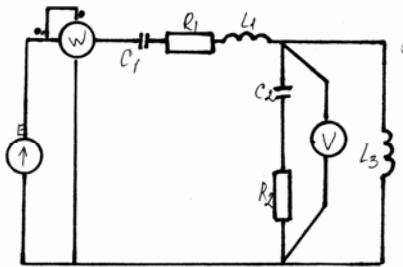
## 2.3. Контрольные задания №2

### ГРУППА ВАРИАНТОВ №1



Вариант 1

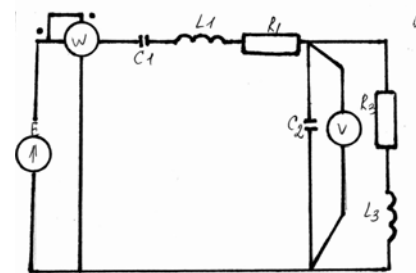
$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $L_2=80\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=6\text{Ом}$   
 $R_3=20\text{Ом}$



Вариант 2

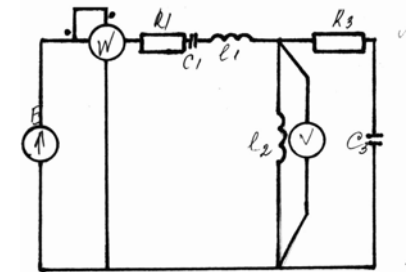
$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_2=159\text{мкФ}$   
 $L_1=25\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=6\text{Ом}$   
 $R_2=4\text{Ом}$

Вариант 2  
 рис 2.27  
 $E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_2=159\text{мкФ}$   
 $L_1=25\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=6\text{Ом}$   
 $R_2=4\text{Ом}$



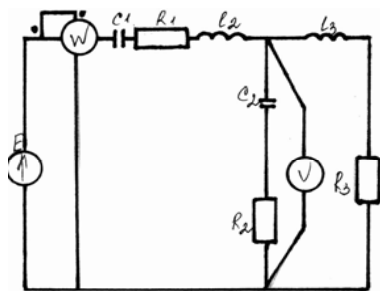
Вариант 3

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=300\text{мкФ}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $C_3=637\text{мкФ}$   
 $L_1=25\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=6\text{Ом}$   
 $R_3=20\text{Ом}$



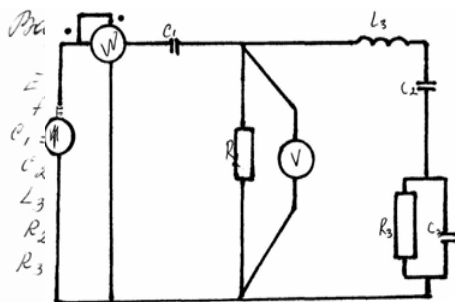
Вариант 4

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_3=637\text{мкФ}$   
 $L_1=8\text{мГн}$   
 $L_2=9\text{мГн}$   
 $R_1=6\text{Ом}$   
 $R_3=20\text{Ом}$



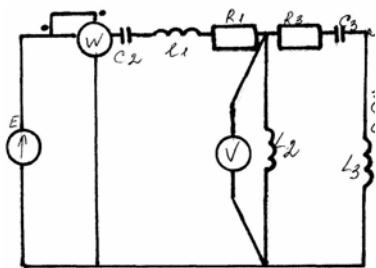
Вариант 5

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=318\text{мкФ}$   
 $C_2=637\text{мкФ}$   
 $L_3=L_2=31,8\text{мГн}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=40\text{Ом}$



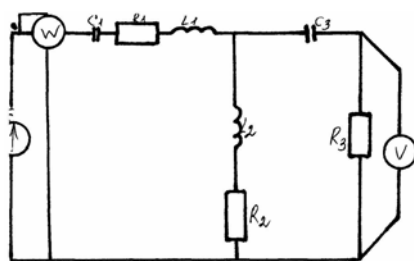
Вариант 6

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_2=318\text{мкФ}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=10\text{Ом}$



Вариант 7

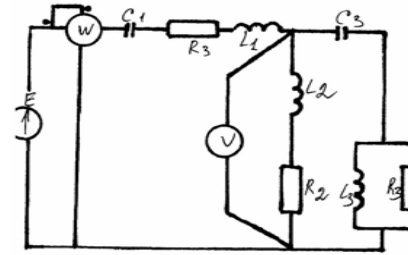
$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_3=300\text{мкФ}$   
 $C_2=150\text{мкФ}$   
 $L_1=19,1\text{мГн}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=40\text{Ом}$   
 $R_3=10\text{Ом}$



Вариант 8

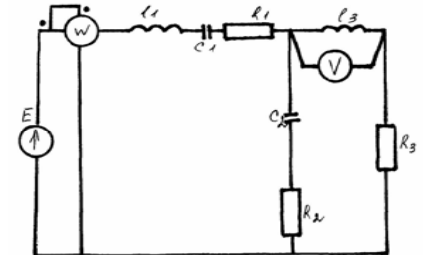
$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=318\text{мкФ}$   
 $C_3=300\text{мкФ}$   
 $L_1=12\text{мГн}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=10\text{Ом}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=10\text{Ом}$





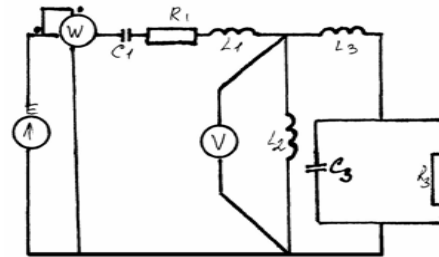
Вариант 9

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=318\text{мкФ}$   
 $C_3=300\text{мкФ}$   
 $L_1=L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=10\text{Ом}$



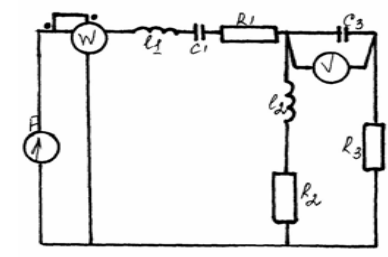
Вариант 10

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=10\text{мкФ}$   
 $L_1=19,5\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{Ом}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=4\text{Ом}$



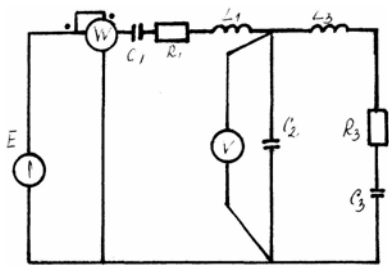
Вариант 11

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=20\text{мГн}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=96\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{Ом}$   
 $R_2=4\text{Ом}$



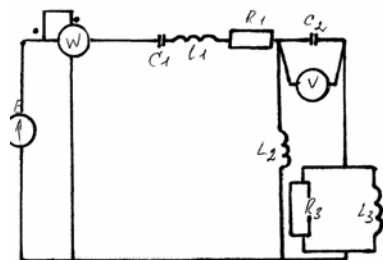
Вариант 12

$E=150\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_2=200\text{мкФ}$   
 $L_1=L_2=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{Ом}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=4\text{Ом}$



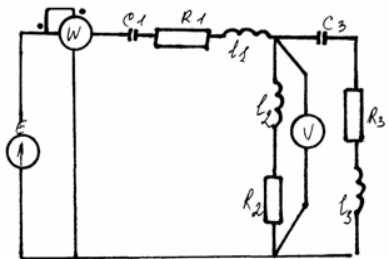
Вариант 13

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_2=318\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=9,5\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{Ом}$   
 $R_3=4\text{Ом}$



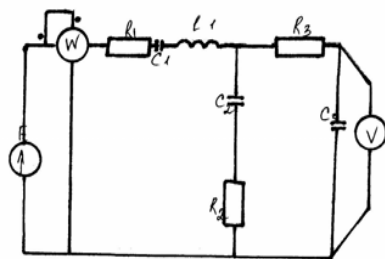
Вариант 14

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=9,5\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{Ом}$   
 $R_3=4\text{Ом}$



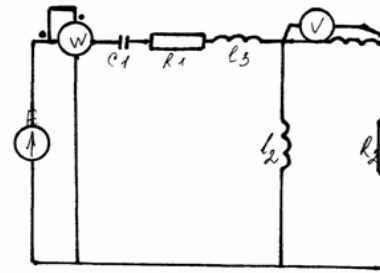
Вариант 15

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=L_2=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=9,5\text{мГн}$   
 $R_1=4\text{Ом}$   
 $R_2=40\text{Ом}$   
 $R_3=40\text{Ом}$



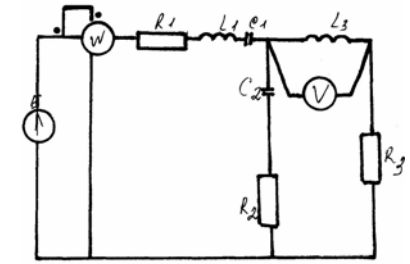
Вариант 16

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_2=318\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=9,55\text{мГн}$   
 $R_1=4\text{Ом}$   
 $R_2=40\text{Ом}$   
 $R_3=40\text{Ом}$



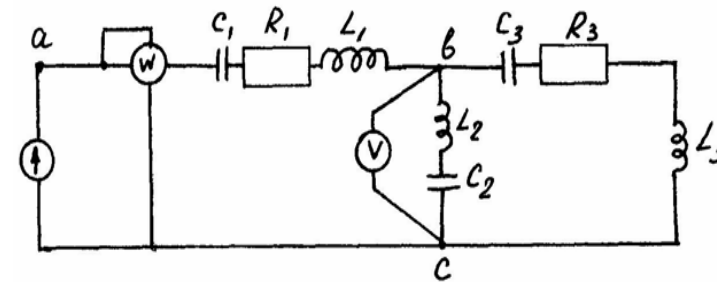
Вариант 17

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=500\text{мкФ}$   
 $L_1=L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=4\text{Ом}$   
 $R_2=4\text{Ом}$



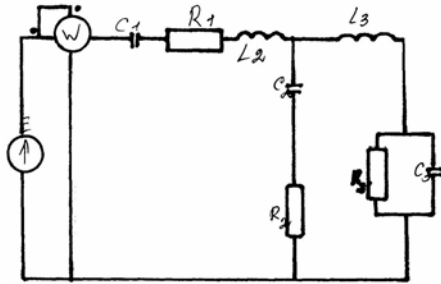
Вариант 18

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=500\text{мкФ}$   
 $L_1=L_2=15,9\text{мГн}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $R_1=40\text{Ом}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=40\text{Ом}$



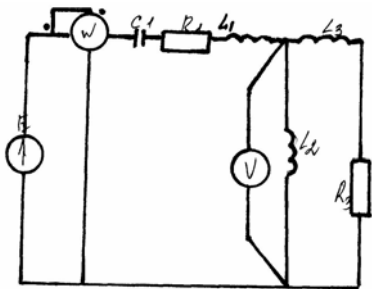
Вариант 19

$E=250\text{В}$   
 $f=400\text{Гц}$   
 $C_1=15\text{мкФ}$   
 $C_2=30\text{мкФ}$   
 $C_3=45\text{мкФ}$   
 $L_1=10\text{мГн}$   
 $L_2=25\text{мГн}$   
 $L_3=40\text{мГн}$   
 $R_1=40\text{Ом}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=40\text{Ом}$



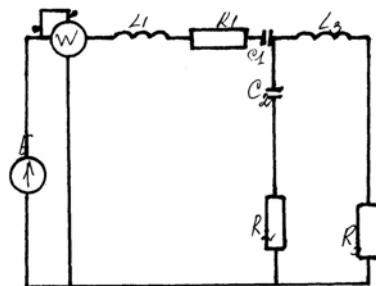
Вариант 20

$E=50 \text{ В}$   
 $f=50 \text{ Гц}$   
 $C_1=500 \text{ мкФ}$   
 $L_1=L_3=31,8 \text{ мГн}$   
 $C_3=159 \text{ мкФ}$   
 $R_1=350 \text{ Ом}$   
 $R_2=200 \text{ Ом}$   
 $R_3=400 \text{ Ом}$



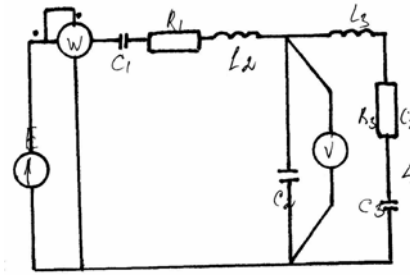
Вариант 21

$E=100 \text{ В}$   
 $f=50 \text{ Гц}$   
 $C_1=500 \text{ мкФ}$   
 $L_1=L_2=15,9 \text{ мГн}$   
 $L_3=31,8 \text{ мГн}$   
 $R_1=350 \text{ Ом}$   
 $R_3=400 \text{ Ом}$



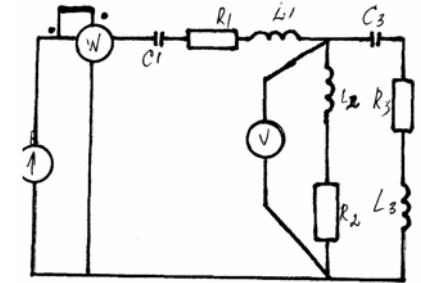
Вариант 22

$E=120 \text{ В}$   
 $f=50 \text{ Гц}$   
 $C_1=C_2=159 \text{ мкФ}$   
 $L_1=15,9 \text{ мГн}$   
 $L_3=31,8 \text{ мГн}$   
 $R_1=350 \text{ Ом}$   
 $R_2=200 \text{ Ом}$   
 $R_3=800 \text{ Ом}$



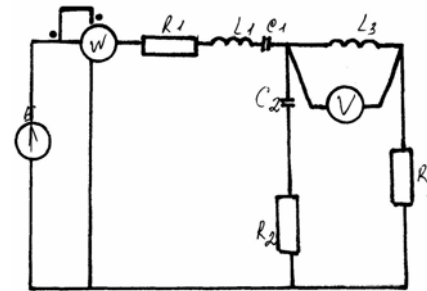
Вариант 23

$E=220 \text{ В}$   
 $f=50 \text{ Гц}$   
 $C_1=318 \text{ мкФ}$   
 $C_2=159 \text{ мкФ}$   
 $L_1=L_2=31,8 \text{ мГн}$   
 $L_3=31,8 \text{ мГн}$   
 $R_1=350 \text{ Ом}$   
 $R_2=200 \text{ Ом}$   
 $R_3=800 \text{ Ом}$



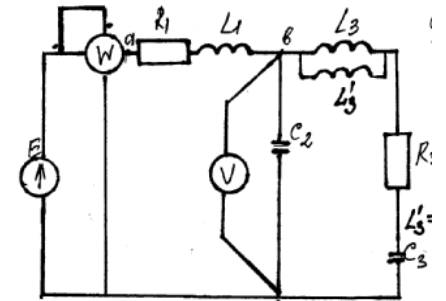
Вариант 24

$E=220 \text{ В}$   
 $f=50 \text{ Гц}$   
 $C_1=C_2=318 \text{ мкФ}$   
 $C_3=159 \text{ мкФ}$   
 $L_2=31,8 \text{ мГн}$   
 $L_3=31,8 \text{ мГн}$   
 $R_1=350 \text{ Ом}$   
 $R_2=200 \text{ Ом}$   
 $R_3=800 \text{ Ом}$



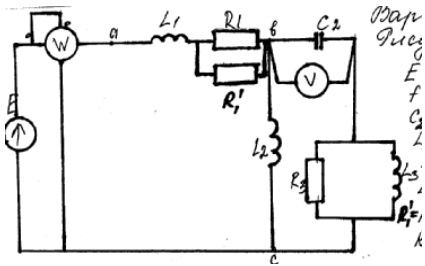
Вариант 25

$E=50 \text{ В}$   
 $f=50 \text{ Гц}$   
 $C_1=C_2=318 \text{ мкФ}$   
 $L_1=15,9 \text{ мГн}$   
 $L_2=31,8 \text{ мГн}$   
 $R_1=50 \text{ Ом}$   
 $R_2=100 \text{ Ом}$   
 $R_3=800 \text{ Ом}$



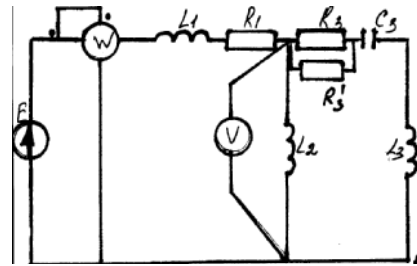
Вариант 26

$E=200 \text{ В}$   
 $f=50 \text{ Гц}$   
 $C_2=318 \text{ мкФ}$   
 $C_3=200 \text{ мкФ}$   
 $L_1=15,9 \text{ мГн}$   
 $L'_3=L_3=95 \text{ мГн}$   
 $R_1=8 \text{ Ом}$   
 $R_2=4 \text{ Ом}$



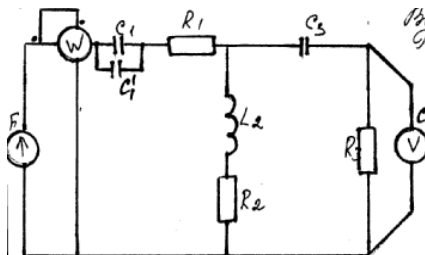
Вариант 27

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=200\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $L_2'=95\text{мГн}$   
 $R_1=R_1'=8\text{ Ом}$   
 $R_3=4\text{ Ом}$



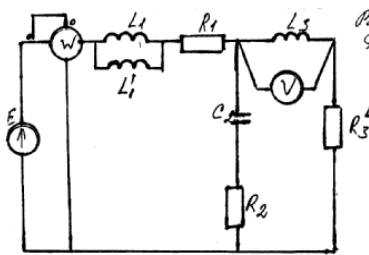
Вариант 28

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_3=300\text{мкФ}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_1=19,1\text{мГн}$   
 $R_2=40\text{ Ом}$   
 $R_3=R_3'=10\text{ Ом}$



Вариант 29

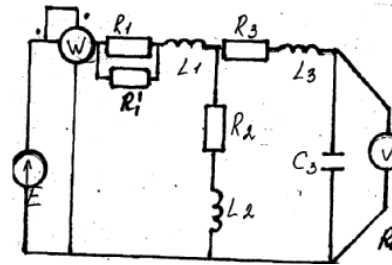
$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_2=318\text{мкФ}$   
 $C_3=300\text{мкФ}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=R_3=10\text{ Ом}$   
 $R_2=40\text{ Ом}$



Вариант 30

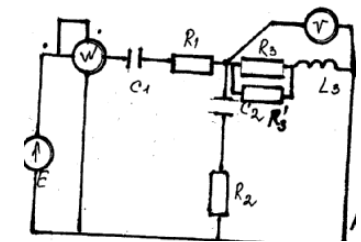
$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=100\text{мкФ}$   
 $L_1=L_2=19,5\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{ Ом}$   
 $R_2=10\text{ Ом}$   
 $R_3=4\text{ Ом}$

ГРУППА ВАРИАНТОВ №2



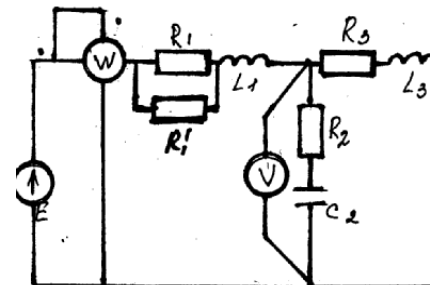
Вариант 1

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_3=100\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_2=9\text{мГн}$   
 $L_3=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=R_2=80\text{Ом}$   
 $R_3=30\text{Ом}$   
 $R_3=40\text{Ом}$



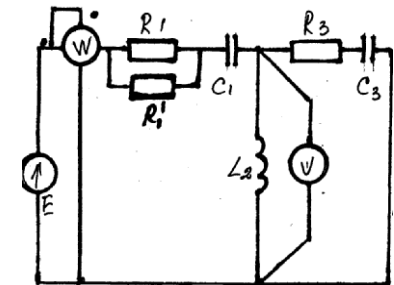
Вариант 2

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=80\text{Ом}$   
 $R_2=30\text{Ом}$   
 $R_3=R_3=40\text{Ом}$



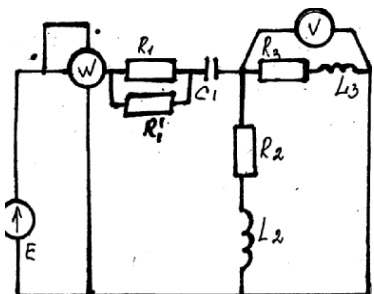
Вариант 3

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=300\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=R_2=80\text{Ом}$   
 $R_2=30\text{Ом}$   
 $R_3=40\text{Ом}$



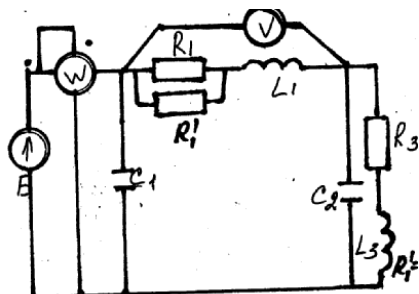
Вариант 4

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_3=100\text{мкФ}$   
 $L_2=47,7\text{мГн}$   
 $R_1=R_2=80\text{Ом}$   
 $R_3=40\text{Ом}$



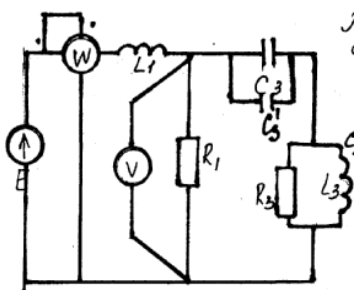
Вариант 5

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=100\text{мкФ}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $L_3=115\text{мГн}$   
 $R_1=R_1=100\text{Ом}$   
 $R_2=40\text{Ом}$   
 $R_3=1000\text{Ом}$



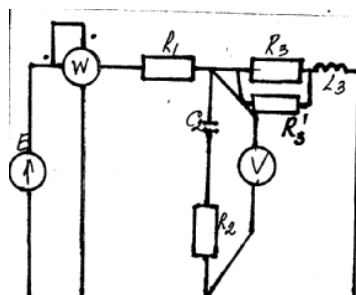
Вариант 6

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=100\text{мкФ}$   
 $C_2=300\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=115\text{мГн}$   
 $R_1=R_1=100\text{Ом}$   
 $R_3=1000\text{Ом}$



Вариант 7

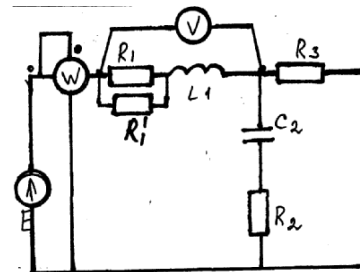
$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=C_3=100\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=115\text{мГн}$   
 $R_2=40\text{Ом}$   
 $R_3=1000\text{Ом}$



Вариант 8

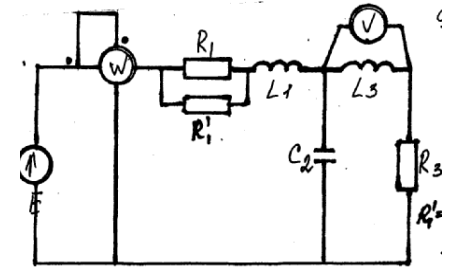
$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $L_3=115\text{мГн}$   
 $R_1=100\text{Ом}$   
 $R_2=40\text{Ом}$   
 $R_3=R_3=1000\text{Ом}$





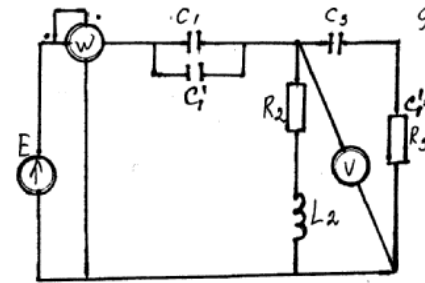
Вариант 9

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=318\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $R_2=R_1'=10\text{Ом}$   
 $R_1=40\text{Ом}$   
 $R_3=1000\text{Ом}$



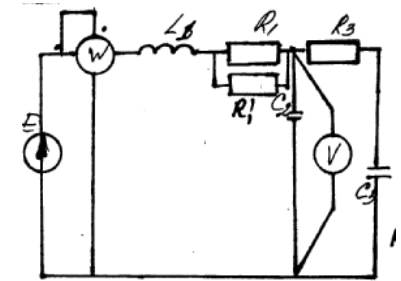
Вариант 10

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=637\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=6,37\text{мГн}$   
 $R_1=R_1'=50\text{Ом}$   
 $R_3=8\text{Ом}$



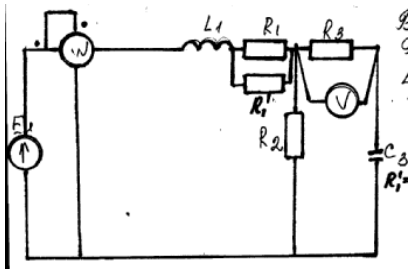
Вариант 11

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_1'=637\text{мкФ}$   
 $C_3=100\text{мкФ}$   
 $L_2=15,7\text{мГн}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=8\text{Ом}$



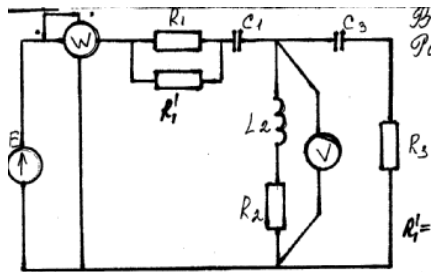
Вариант 12

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=300\text{мкФ}$   
 $C_3=100\text{мкФ}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=R_1'=50\text{Ом}$   
 $R_3=8\text{Ом}$



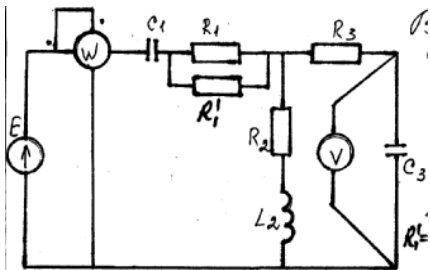
Вариант 13

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_3=100\text{мкФ}$   
 $L_1=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=R_1'=5\text{ Ом}$   
 $R_2=10\text{ Ом}$   
 $R_3=8\text{ Ом}$



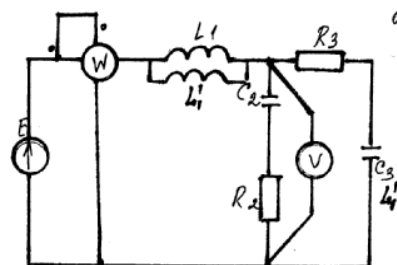
Вариант 14

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=R_1'=5\text{ Ом}$   
 $R_2=10\text{ Ом}$   
 $R_3=8\text{ Ом}$



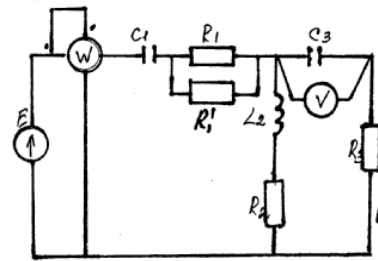
Вариант 15

$E=150\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=100\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=R_1'=10\text{ Ом}$   
 $R_2=2\text{ Ом}$   
 $R_3=10\text{ Ом}$



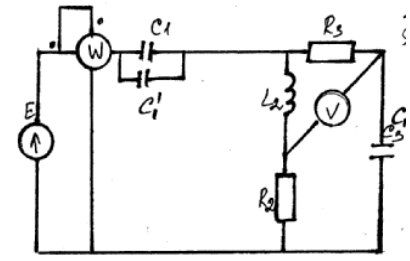
Вариант 16

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=1600\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=L_1'=31,8\text{мГн}$   
 $R_2=8\text{ Ом}$   
 $R_3=10\text{ Ом}$



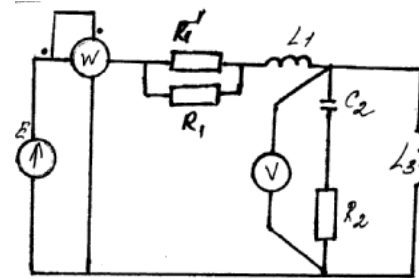
Вариант 17

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=100\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=R_2=10\ \Omega$   
 $R_3=8\ \Omega$   
 $R_3=10\ \Omega$



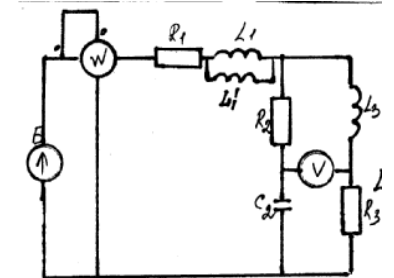
Вариант 18

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_1'=637\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=R_2=5\ \Omega$   
 $R_3=8\ \Omega$   
 $R_3=10\ \Omega$



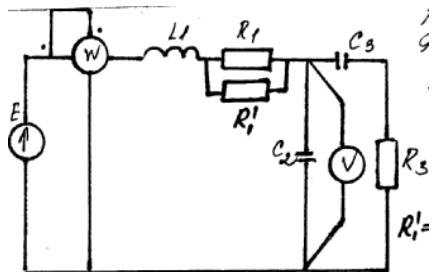
Вариант 19

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=1600\text{мкФ}$   
 $L_1=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=R_2=10\ \Omega$   
 $R_2=8\ \Omega$



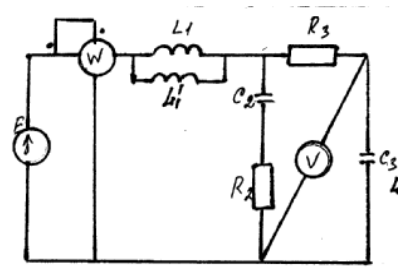
Вариант 20

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $L_1=L_3=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=15\ \Omega$   
 $R_2=10\ \Omega$   
 $R_3=10\ \Omega$



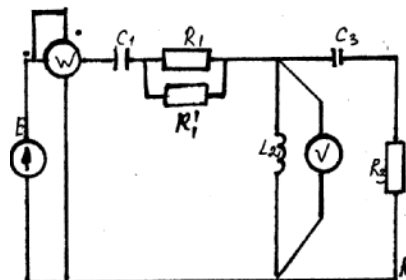
Вариант 21

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=R_1'=15\text{Ом}$   
 $R_3=10\text{Ом}$



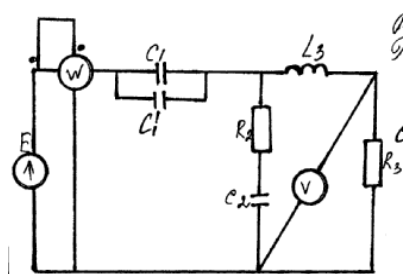
Вариант 22

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1'=L_1=15,9\text{мГн}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=20\text{Ом}$



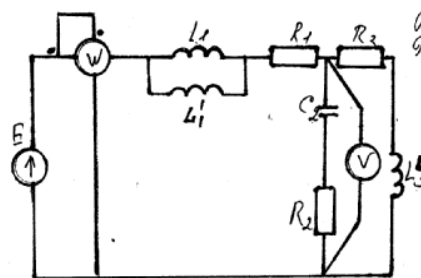
Вариант 23

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=R_1'=15\text{Ом}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=20\text{Ом}$



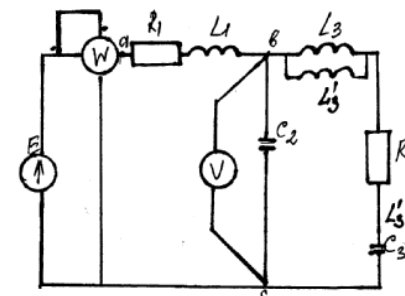
Вариант 24

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_1'=637\text{мкФ}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=20\text{Ом}$



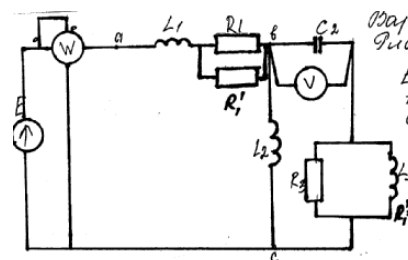
Вариант 25

$E=150\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $L_1=L_2=25\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=6\text{Ом}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=20\text{Ом}$



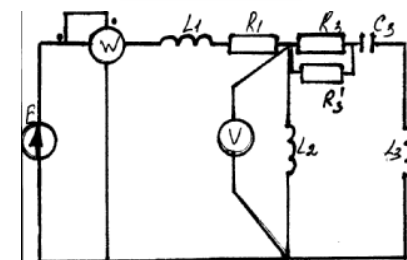
Вариант 26

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=318\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_2=L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{Ом}$   
 $R_2=4\text{Ом}$



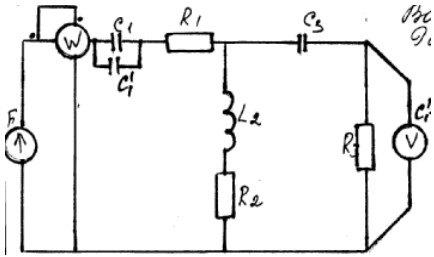
Вариант 27

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=200\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=R_2=8\text{Ом}$   
 $R_3=4\text{Ом}$



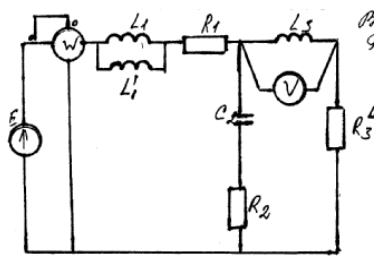
Вариант 28

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_3=300\text{мкФ}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=19,1\text{мГн}$   
 $R_2=40\text{Ом}$   
 $R_1=R_3=10\text{Ом}$



Вариант 29

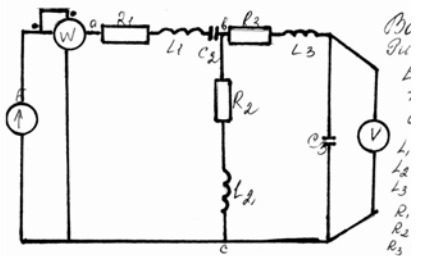
$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_3=318\text{мкФ}$   
 $C_3=300\text{мкФ}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=40\text{Ом}$



Вариант 30

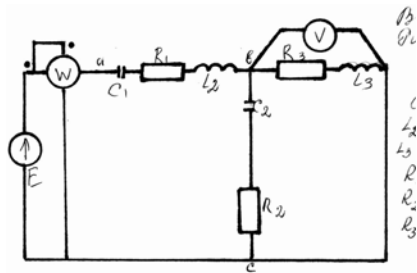
$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=100\text{мкФ}$   
 $L_1=L_3=19,5\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{Ом}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=4\text{Ом}$

ГРУППА ВАРИАНТОВ № 3



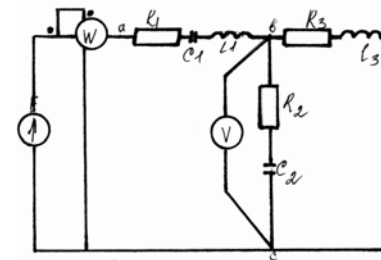
Вариант 1

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=C_3=100\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_2=9\text{мГн}$   
 $L_3=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{Ом}$   
 $R_2=3\text{Ом}$   
 $R_3=4\text{Ом}$



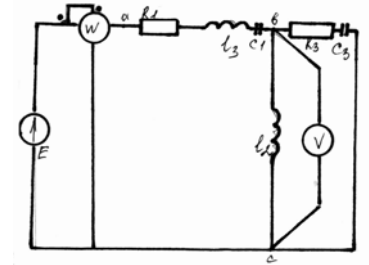
Вариант 2

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{Ом}$   
 $R_2=3\text{Ом}$   
 $R_3=4\text{Ом}$



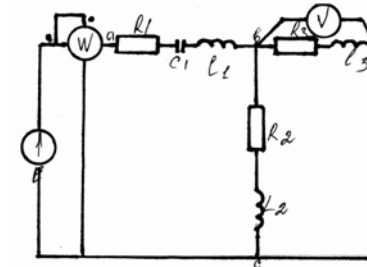
Вариант 3

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=100\text{мкФ}$   
 $C_2=300\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=8\ \text{Ом}$   
 $R_2=3\ \text{Ом}$   
 $R_3=4\ \text{Ом}$



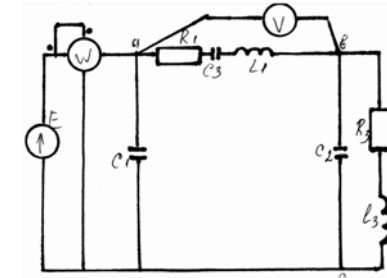
Вариант 4

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_3=100\text{мкФ}$   
 $L_2=47,7\text{мГн}$   
 $L_3=30\text{мГн}$   
 $R_1=8\ \text{Ом}$   
 $R_3=4\ \text{Ом}$



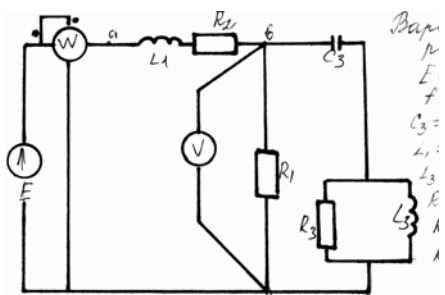
Вариант 5

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=100\text{мкФ}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $L_1=100\text{мГн}$   
 $L_3=115\text{мГн}$   
 $R_1=10\ \text{Ом}$   
 $R_2=4\ \text{Ом}$   
 $R_3=100\ \text{Ом}$



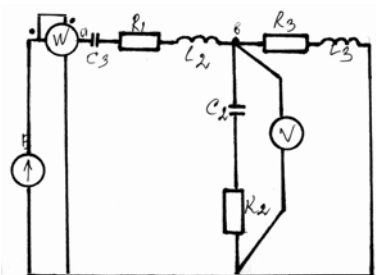
Вариант 6

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=100\text{мкФ}$   
 $C_2=50\text{мкФ}$   
 $C_3=300\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=115\text{мГн}$   
 $R_1=10\ \text{Ом}$   
 $R_2=100\ \text{Ом}$   
 $R_3=20\ \text{Ом}$



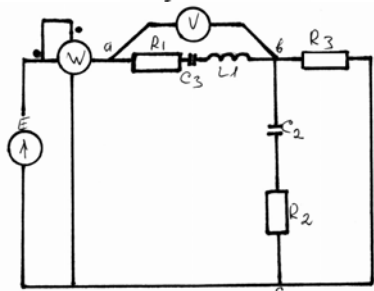
Вариант 7

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_3=100\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=115\text{мГн}$   
 $R_1=4\text{Ом}$   
 $R_2=4\text{Ом}$   
 $R_3=100\text{Ом}$



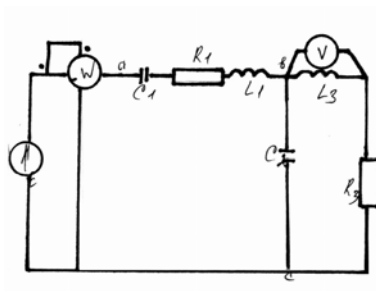
Вариант 8

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_3=C_1=159\text{мкФ}$   
 $L_2=L_3=100\text{мГн}$   
 $R_1=10\text{Ом}$   
 $R_2=4\text{Ом}$   
 $R_3=100\text{Ом}$



Вариант 9

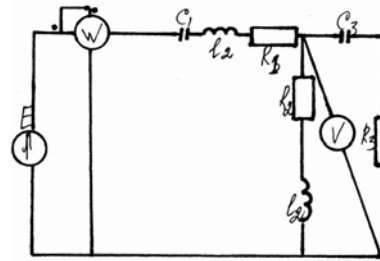
$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_3=C_2=318\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=10\text{Ом}$   
 $R_2=4\text{Ом}$   
 $R_3=100\text{Ом}$



Вариант 10

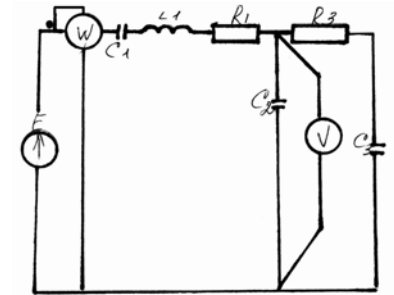
$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=100\text{мкФ}$   
 $C_2=637\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=6,37\text{мГн}$   
 $R_1=5\text{Ом}$   
 $R_2=8\text{Ом}$





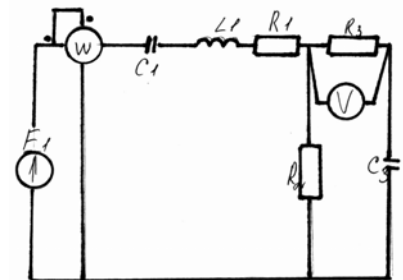
Вариант 11

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_3=100\text{мкФ}$   
 $L_2=15,7\text{мГн}$   
 $R_1=5\text{ Ом}$   
 $R_2=10\text{ Ом}$   
 $R_3=8\text{ Ом}$



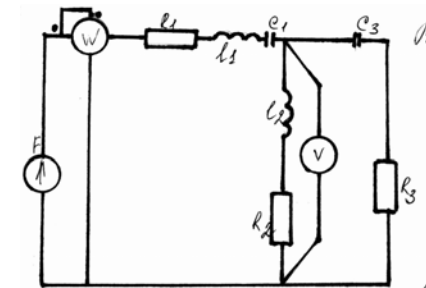
Вариант 12

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=200\text{мкФ}$   
 $C_2=300\text{мкФ}$   
 $C_3=100\text{мкФ}$   
 $L_1=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=5\text{ Ом}$   
 $R_3=8\text{ Ом}$



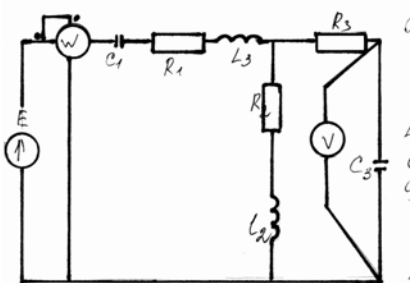
Вариант 13

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_3=100\text{мкФ}$   
 $L_1=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=5\text{ Ом}$   
 $R_2=10\text{ Ом}$   
 $R_3=8\text{ Ом}$



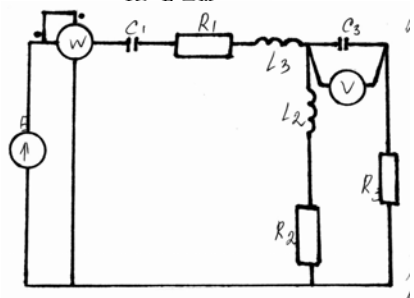
Вариант 14

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=L_2=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=5\text{ Ом}$   
 $R_2=10\text{ Ом}$   
 $R_3=8\text{ Ом}$



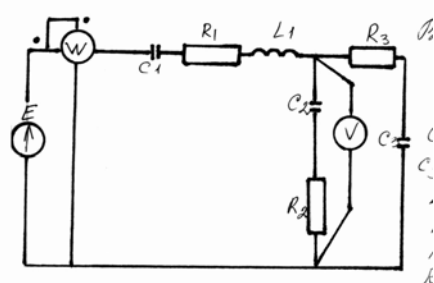
Вариант 15

$E=150\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=100\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_2=L_3=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=10\text{Ом}$   
 $R_2=2\text{Ом}$



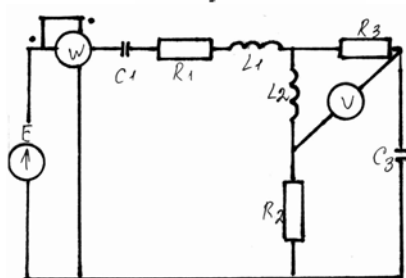
Вариант 17

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=40\text{мГн}$   
 $L_3=31,8$   
 $R_1=5\text{Ом}$   
 $R_2=8\text{Ом}$   
 $R_3=10\text{Ом}$



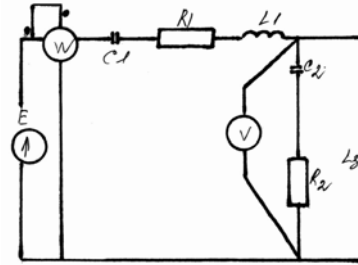
Вариант 16

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_3=1600\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=2\text{Ом}$   
 $R_2=8\text{Ом}$   
 $R_3=10\text{Ом}$



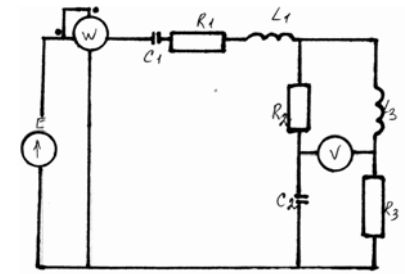
Вариант 18

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=40\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=5\text{Ом}$   
 $R_2=8\text{Ом}$   
 $R_3=10\text{Ом}$



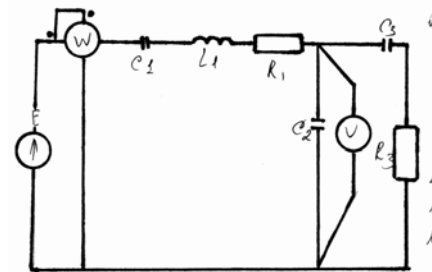
Вариант 19

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=1600\text{мкФ}$   
 $C_1=1500\text{мкФ}$   
 $L_1=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=10\ \Omega$   
 $R_2=8\ \Omega$



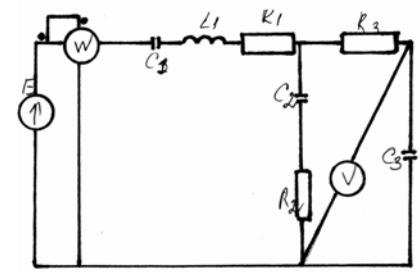
Вариант 20

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $C_1=50\text{мкФ}$   
 $L_1=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=15\ \Omega$   
 $R_2=10\ \Omega$   
 $R_3=10\ \Omega$



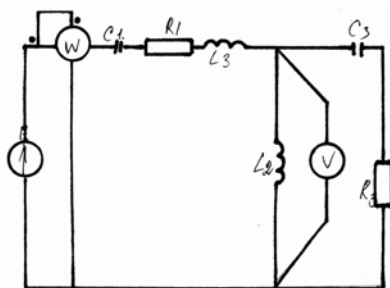
Вариант 21

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_2=159\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=15\ \Omega$   
 $R_3=10\ \Omega$



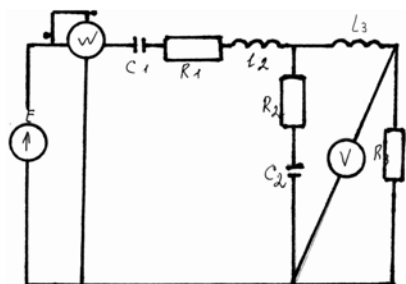
Вариант 22

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_2=159\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=5\ \Omega$   
 $R_2=10\ \Omega$   
 $R_3=20\ \Omega$



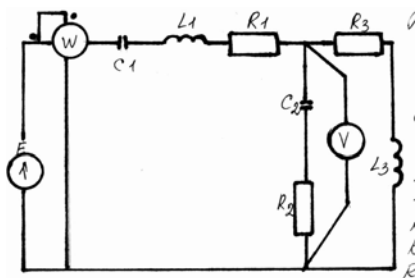
Вариант 23

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_2=200\text{мкФ}$   
 $L_2=L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=15\text{Ом}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=20\text{Ом}$



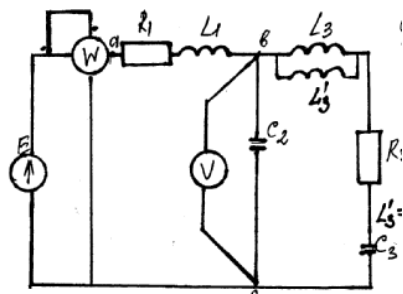
Вариант 24

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $L_2=80\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=5\text{Ом}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=20\text{Ом}$



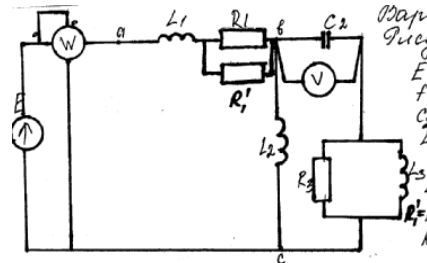
Вариант 25

$E=150\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=80\text{мкФ}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $L_1=25\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=6\text{Ом}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=20\text{Ом}$



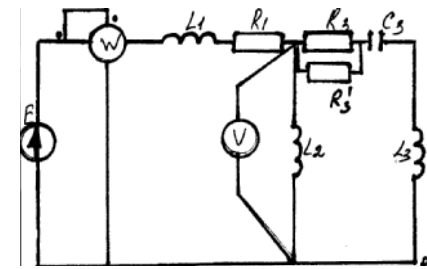
Вариант 26

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=318\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=L_3'=95\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{Ом}$   
 $R_2=4\text{Ом}$



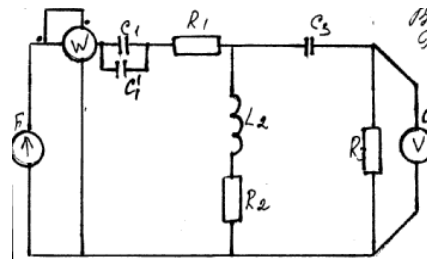
Вариант 27

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=200\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=R_2=8\text{Ом}$   
 $R_3=4\text{Ом}$



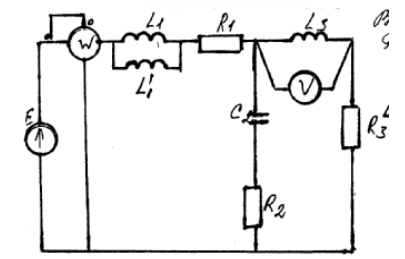
Вариант 28

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_3=300\text{мкФ}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=15,9\text{мГн}$   
 $L_1=19,1\text{мГн}$   
 $R_2=40\text{Ом}$   
 $R_3=R_3=10\text{Ом}$



Вариант 29

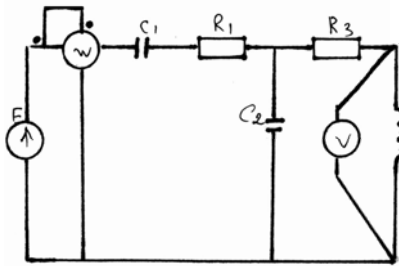
$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_1=318\text{мкФ}$   
 $C_3=300\text{мкФ}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=40\text{Ом}$



Вариант 30

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_3=100\text{мкФ}$   
 $L_1=L_1=19,5\text{мГн}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{Ом}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=4\text{Ом}$

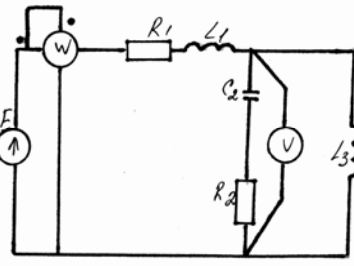
ГРУППА ВАРИАНТОВ № 4



Вариант 1

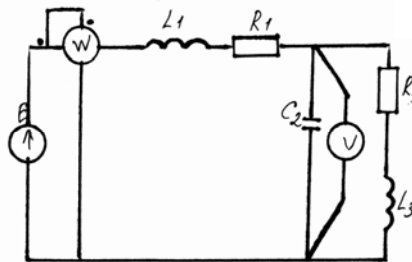
$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=6\text{ Ом}$   
 $R_3=20\text{ Ом}$

$E=1$   
 $f=1$   
 $C_1=1$   
 $C_2=1$   
 $L_3=1$   
 $R_1=1$   
 $R_3=1$



Вариант 2

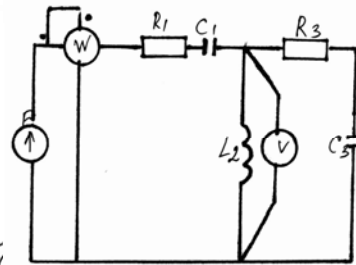
$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=6\text{ Ом}$   
 $R_3=20\text{ Ом}$



Вариант 3

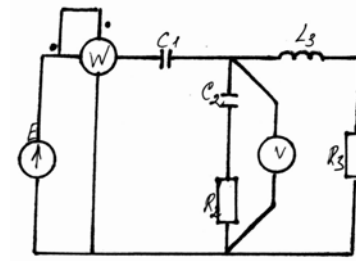
$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $C_3=637\text{мкФ}$   
 $L_1=25\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=6\text{ Ом}$   
 $R_3=20\text{ Ом}$

$R_3=20\text{ Ом}$



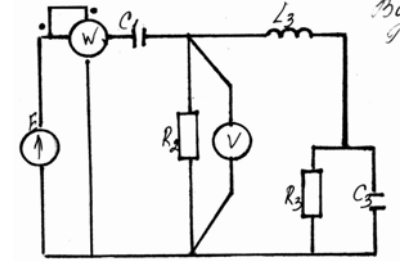
Вариант 4

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_3=637\text{мкФ}$   
 $L_2=9\text{мГн}$   
 $R_1=6\text{ Ом}$   
 $R_3=20\text{ Ом}$



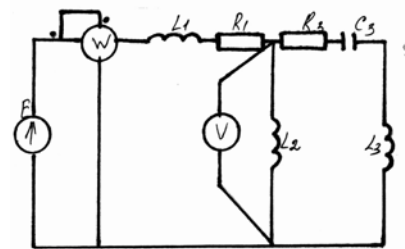
Вариант 5

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=318\text{мкФ}$   
 $C_2=318\text{мкФ}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_2=10\text{ Ом}$   
 $R_3=40\text{ Ом}$



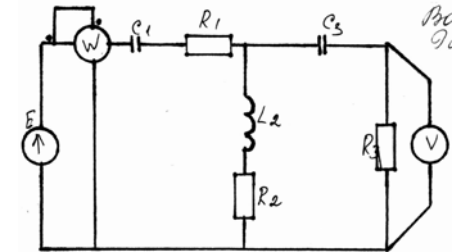
Вариант 6

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=318\text{мкФ}$   
 $C_3=300\text{мкФ}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_2=10\text{ Ом}$   
 $R_3=10\text{ Ом}$



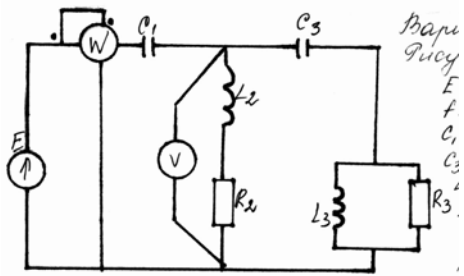
Вариант 7

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_3=300\text{мкФ}$   
 $L_1=19,1\text{мГн}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=40\text{ Ом}$   
 $R_2=10\text{ Ом}$



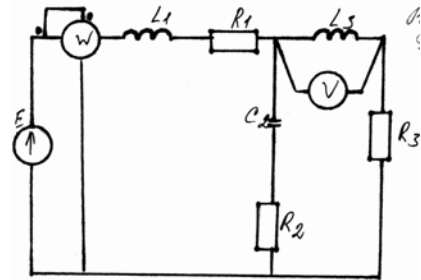
Вариант 8

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=318\text{мкФ}$   
 $C_3=300\text{мкФ}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=10\text{ Ом}$   
 $R_2=10\text{ Ом}$   
 $R_3=10\text{ Ом}$



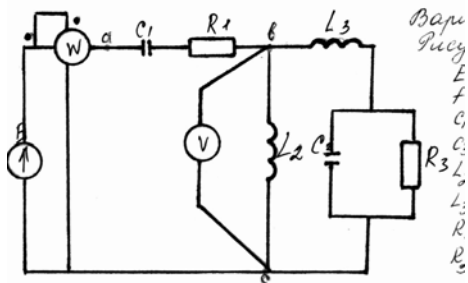
Вариант 9

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=318\text{мкФ}$   
 $C_3=300\text{мкФ}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_2=10\text{ Ом}$   
 $R_3=10\text{ Ом}$



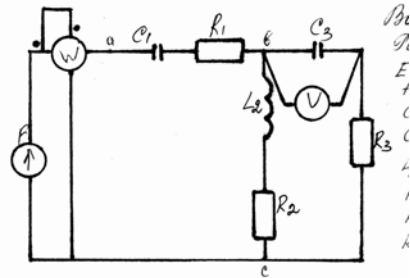
Вариант 10

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=100\text{мкФ}$   
 $L_1=19,5\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{ Ом}$   
 $R_2=10\text{ Ом}$   
 $R_3=4\text{ Ом}$



Вариант 11

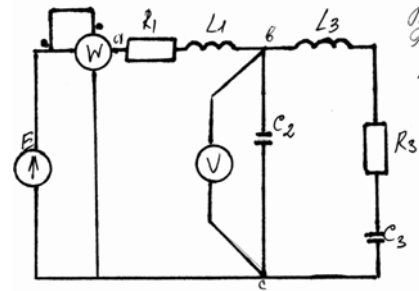
$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{ Ом}$   
 $R_3=4\text{ Ом}$



Вариант 12

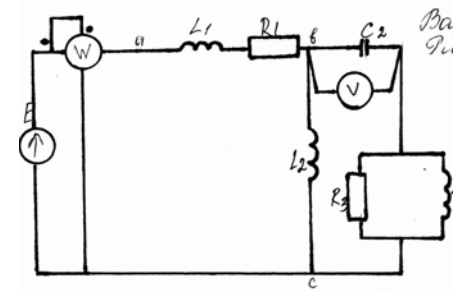
$E=150\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{ Ом}$   
 $R_2=10\text{ Ом}$   
 $R_3=4\text{ Ом}$





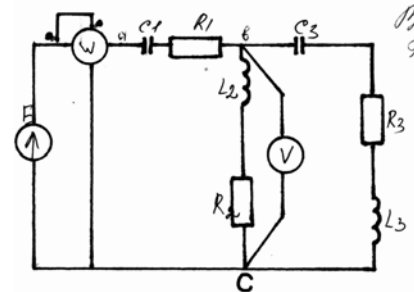
Вариант 13

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=318\text{мкФ}$   
 $C_2=200\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{ Ом}$   
 $R_3=4\text{ Ом}$



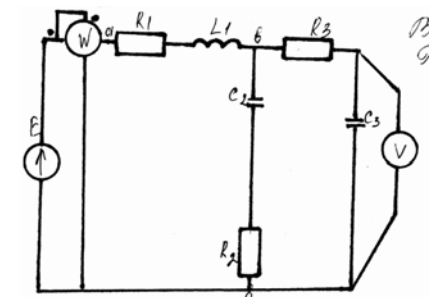
Вариант 14

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=200\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{ Ом}$   
 $R_3=4\text{ Ом}$



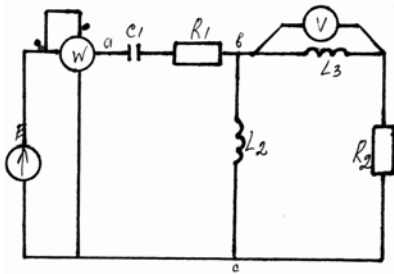
Вариант 15

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_2=200\text{мкФ}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=4\text{ Ом}$   
 $R_2=40\text{ Ом}$   
 $R_3=40\text{ Ом}$



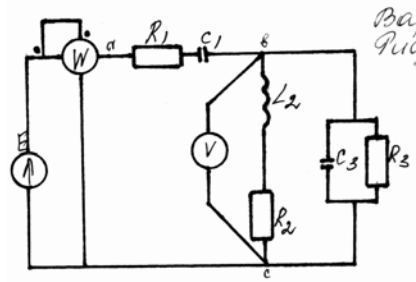
Вариант 16

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=318\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=9,55\text{мГн}$   
 $R_1=4\text{ Ом}$   
 $R_2=40\text{ Ом}$   
 $R_3=4\text{ Ом}$



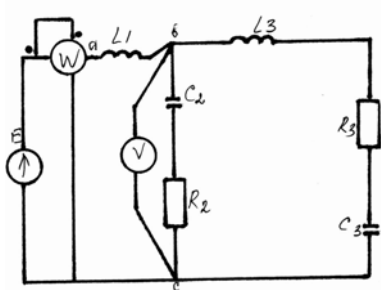
Вариант 17

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=500\text{мкФ}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=4\text{Ом}$   
 $R_2=4\text{Ом}$



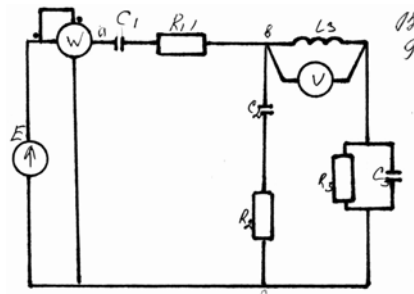
Вариант 18

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=500\text{мкФ}$   
 $C_3=159\text{мкФ}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=40\text{Ом}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=40\text{Ом}$



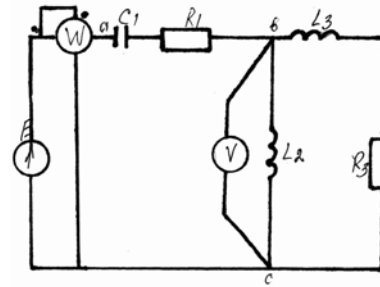
Вариант 19

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=318\text{мкФ}$   
 $C_3=159\text{мкФ}$   
 $L_1=9,55\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=40\text{Ом}$



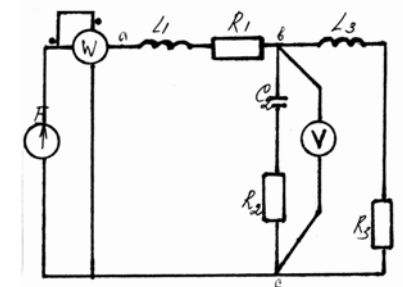
Вариант 20

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=500\text{мкФ}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $C_3=159\text{мкФ}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=35\text{Ом}$   
 $R_2=20\text{Ом}$   
 $R_3=40\text{Ом}$



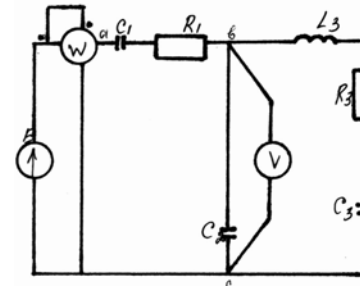
Вариант 21

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=500\text{мкФ}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=35\text{Ом}$   
 $R_3=40\text{Ом}$



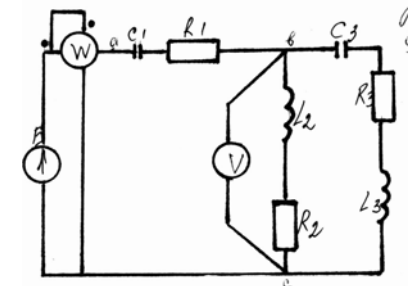
Вариант 22

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=159\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=35\text{Ом}$   
 $R_2=20\text{Ом}$   
 $R_3=80\text{Ом}$



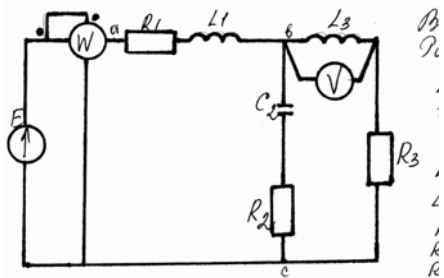
Вариант 23

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=318\text{мкФ}$   
 $C_3=159\text{мкФ}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=35\text{Ом}$   
 $R_2=20\text{Ом}$   
 $R_3=80\text{Ом}$



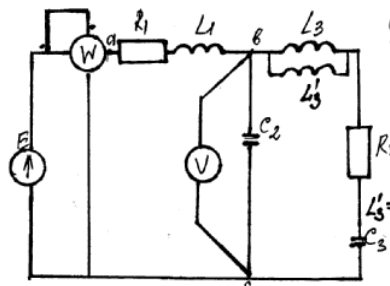
Вариант 24

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=318\text{мкФ}$   
 $C_3=159\text{мкФ}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=35\text{Ом}$   
 $R_2=20\text{Ом}$   
 $R_3=80\text{Ом}$



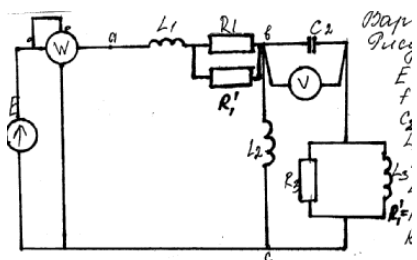
Вариант 25

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=318\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=5\text{ Ом}$   
 $R_2=10\text{ Ом}$   
 $R_3=80\text{ Ом}$



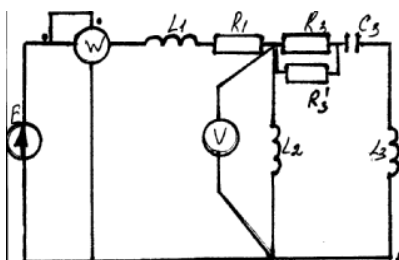
Вариант 26

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=318\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L'_3=L_3=9,5\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{ Ом}$   
 $R_3=4\text{ Ом}$



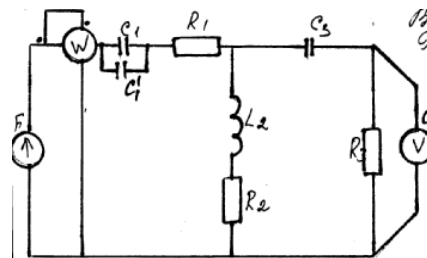
Вариант 27

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=200\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=9,5\text{мГн}$   
 $R_1=R_3=8\text{ Ом}$   
 $R_3=4\text{ Ом}$



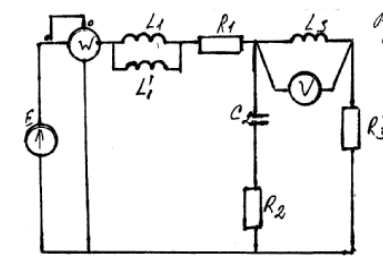
Вариант 28

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=300\text{мкФ}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_1=19,1\text{мГн}$   
 $R_3=40\text{ Ом}$   
 $R'_3=R_3=10\text{ Ом}$



Вариант 29

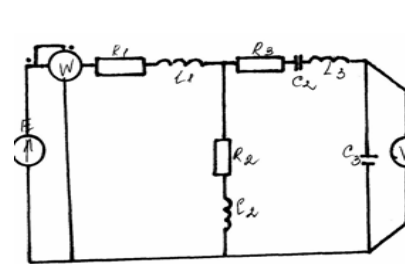
$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_2=318\text{мкФ}$   
 $C_3=300\text{мкФ}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=40\text{Ом}$



Вариант 30

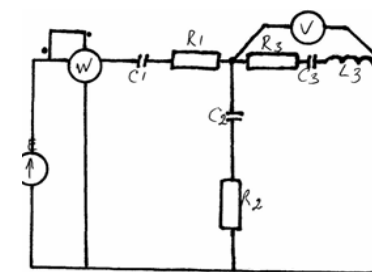
$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=100\text{мкФ}$   
 $L_1=L_2=19,5\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{Ом}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=4\text{Ом}$

ГРУППА ВАРИАНТОВ № 5



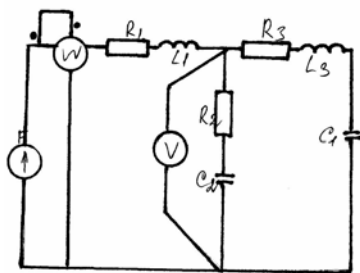
Вариант 1

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=C_3=100\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_2=9\text{мГн}$   
 $L_3=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{Ом}$   
 $R_2=3\text{Ом}$   
 $R_3=4\text{Ом}$



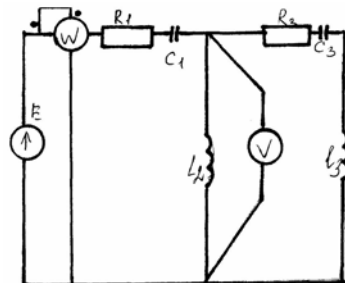
Вариант 2

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_2=637\text{мкФ}$   
 $C_3=707\text{мкФ}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{Ом}$   
 $R_2=3\text{Ом}$   
 $R_3=4\text{Ом}$



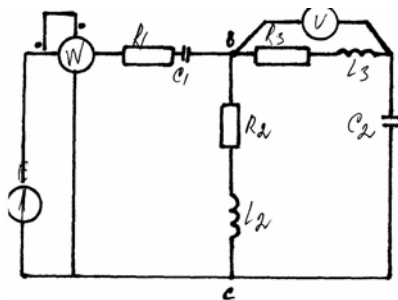
Вариант 3

$E=200 \text{ В}$   
 $f=50 \text{ Гц}$   
 $C_1=C_2=300 \text{ мкФ}$   
 $L_1=L_3=15,9 \text{ мГн}$   
 $R_1=80 \text{ Ом}$   
 $R_2=30 \text{ Ом}$   
 $R_3=40 \text{ Ом}$



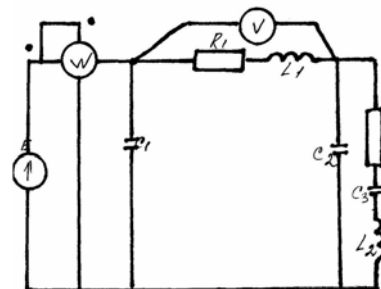
Вариант 4

$E=220 \text{ В}$   
 $f=50 \text{ Гц}$   
 $C_1=637 \text{ мкФ}$   
 $C_3=100 \text{ мкФ}$   
 $L_1=L_3=47,7 \text{ мГн}$   
 $R_1=80 \text{ Ом}$   
 $R_3=40 \text{ Ом}$



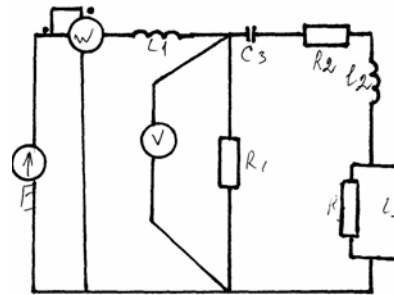
Вариант 5

$E=50 \text{ В}$   
 $f=50 \text{ Гц}$   
 $C_1=100 \text{ мкФ}$   
 $C_2=159 \text{ мкФ}$   
 $L_3=115 \text{ мГн}$   
 $R_1=100 \text{ Ом}$   
 $R_2=40 \text{ Ом}$   
 $R_3=1000 \text{ Ом}$



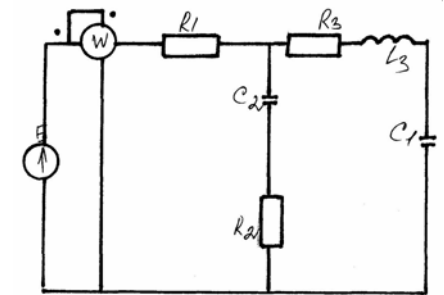
Вариант 6

$E=100 \text{ В}$   
 $f=50 \text{ Гц}$   
 $C_1=100 \text{ мкФ}$   
 $C_2=C_3=300 \text{ мкФ}$   
 $L_1=15,9 \text{ мГн}$   
 $L_3=115 \text{ мГн}$   
 $R_1=100 \text{ Ом}$   
 $R_3=1000 \text{ Ом}$



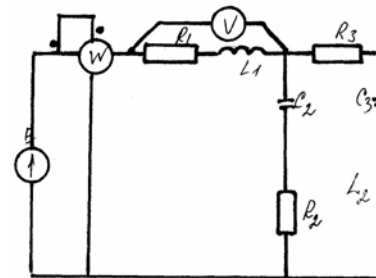
Вариант 7

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_3=100\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=L_2=115\text{мГн}$   
 $R_1=60\text{Ом}$   
 $R_2=40\text{Ом}$   
 $R_3=1000\text{Ом}$



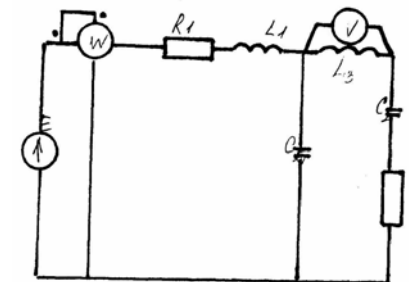
Вариант 8

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_2=159\text{мкФ}$   
 $L_3=115\text{мГн}$   
 $R_1=100\text{Ом}$   
 $R_2=40\text{Ом}$   
 $R_3=1000\text{Ом}$



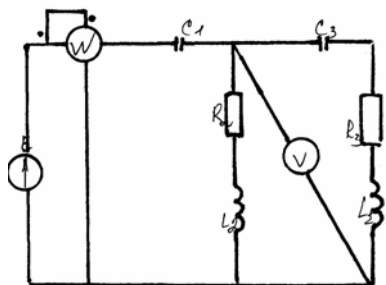
Вариант 9

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=318\text{мкФ}$   
 $C_3=318\text{мкФ}$   
 $L_1=L_2=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=100\text{Ом}$   
 $R_2=40\text{Ом}$   
 $R_3=1000\text{Ом}$



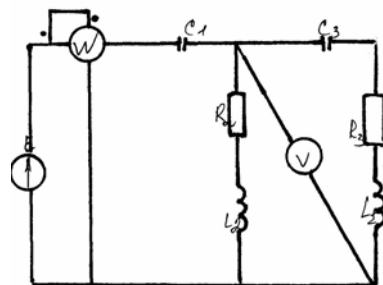
Вариант 10

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_2=637\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=6,37\text{мГн}$   
 $R_1=50\text{Ом}$   
 $R_3=80\text{Ом}$



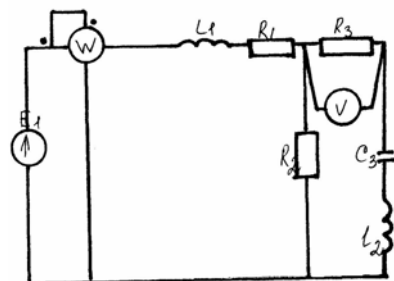
Вариант 11

$$\begin{aligned}
 E &= 100\text{В} \\
 f &= 50\text{Гц} \\
 C_1 &= 637\text{мкФ} \\
 C_3 &= 100\text{мкФ} \\
 L_1 = L_2 &= 15,7\text{мГн} \\
 R_1 &= 10\text{Ом} \\
 R_2 &= 8\text{Ом}
 \end{aligned}$$



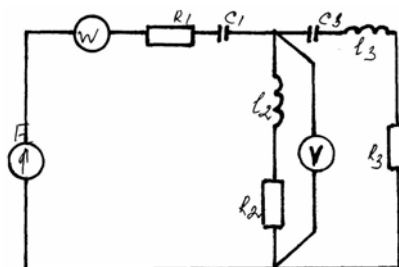
Вариант 12

$$\begin{aligned}
 E &= 120\text{В} \\
 f &= 50\text{Гц} \\
 C_1 &= 300\text{мкФ} \\
 C_3 &= 100\text{мкФ} \\
 L_1 = L_2 &= 31,8\text{мГн} \\
 R_1 &= 5\text{Ом} \\
 R_2 &= 8\text{Ом}
 \end{aligned}$$



Вариант 13

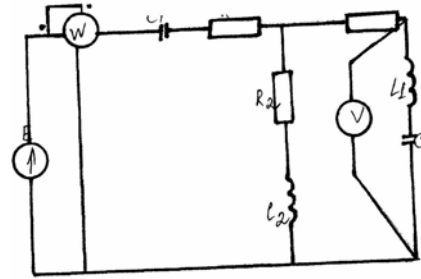
$$\begin{aligned}
 E &= 200\text{В} \\
 f &= 50\text{Гц} \\
 C_1 &= 100\text{мкФ} \\
 L_1 = L_2 &= 31,8\text{мГн} \\
 R_1 &= 5\text{Ом} \\
 R_2 &= 10\text{Ом} \\
 R_3 &= 8\text{Ом}
 \end{aligned}$$



Вариант 14

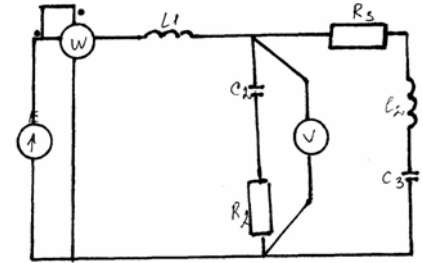
$$\begin{aligned}
 E &= 220\text{В} \\
 f &= 50\text{Гц} \\
 C_1 &= 637\text{мкФ} \\
 C_3 &= 200\text{мкФ} \\
 L_1 = L_2 &= 15,9\text{мГн} \\
 R_1 &= 5\text{Ом} \\
 R_2 &= 10\text{Ом} \\
 R_3 &= 8\text{Ом}
 \end{aligned}$$





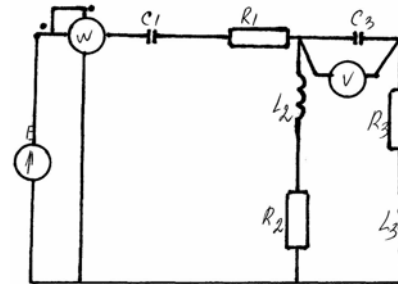
Вариант 15

$$\begin{aligned}
 E &= 150\text{В} \\
 f &= 50\text{Гц} \\
 C_1 &= 100\text{мкФ} \\
 C_3 &= 200\text{мкФ} \\
 L_1 = L_2 &= 15,9\text{мГн} \\
 R_1 &= 100\text{Ом} \\
 R_2 &= 20\text{Ом} \\
 R_3 &= 100\text{Ом}
 \end{aligned}$$



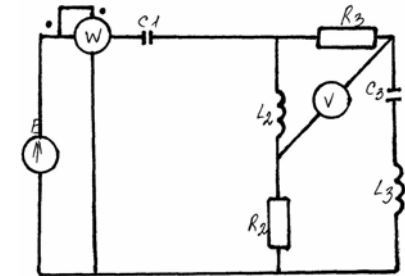
Вариант 16

$$\begin{aligned}
 E &= 100\text{В} \\
 f &= 50\text{Гц} \\
 C_2 &= 1600\text{мкФ} \\
 C_3 &= 200\text{мкФ} \\
 L_1 = L_2 &= 31,8\text{мГн} \\
 R_2 &= 80\text{Ом} \\
 R_3 &= 100\text{Ом}
 \end{aligned}$$



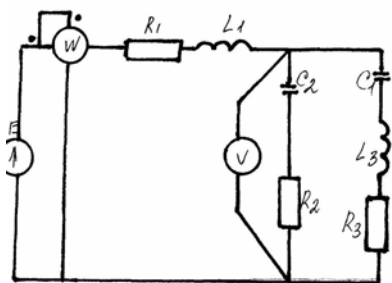
Вариант 17

$$\begin{aligned}
 E &= 120\text{В} \\
 f &= 50\text{Гц} \\
 C_1 &= 100\text{мкФ} \\
 C_3 &= 200\text{мкФ} \\
 L_2 = L_3 &= 15,9\text{мГн} \\
 R_1 &= 100\text{Ом} \\
 R_2 &= 80\text{Ом} \\
 R_3 &= 100\text{Ом}
 \end{aligned}$$



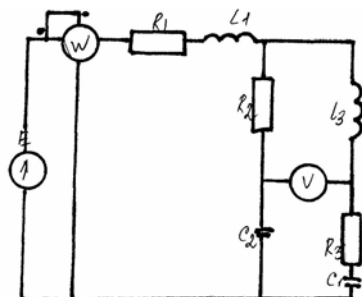
Вариант 18

$$\begin{aligned}
 E &= 200\text{В} \\
 f &= 50\text{Гц} \\
 C_1 &= 637\text{мкФ} \\
 C_3 &= 200\text{мкФ} \\
 L_2 = L_3 &= 31,8\text{мГн} \\
 R_2 &= 80\text{Ом} \\
 R_3 &= 100\text{Ом}
 \end{aligned}$$



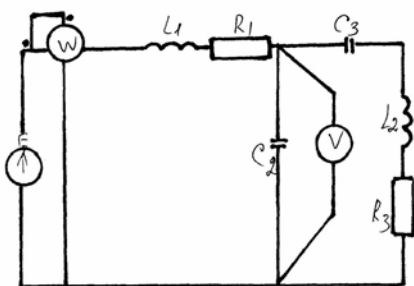
Вариант 19

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_2=1600\text{мкФ}$   
 $L_1=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=100\text{Ом}$   
 $R_2=80\text{Ом}$



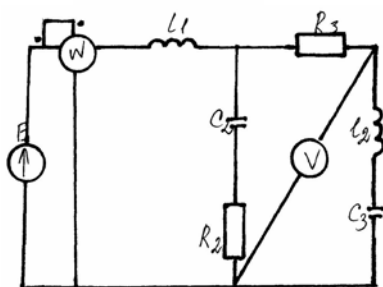
Вариант 20

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_2=159\text{мкФ}$   
 $L_1=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=150\text{Ом}$   
 $R_2=100\text{Ом}$   
 $R_3=100\text{Ом}$



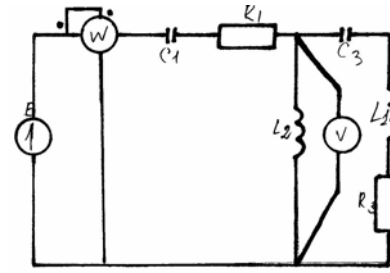
Вариант 21

$E=100\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=L_2=15,9\text{мГн}$   
 $R_1=150\text{Ом}$   
 $R_3=100\text{Ом}$



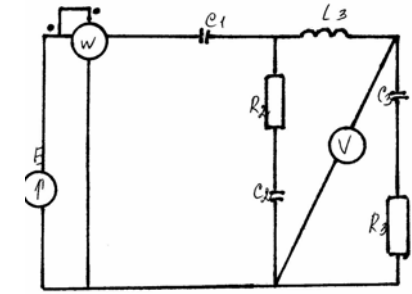
Вариант 22

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=L_2=15,9\text{мГн}$   
 $R_2=100\text{Ом}$   
 $R_3=200\text{Ом}$



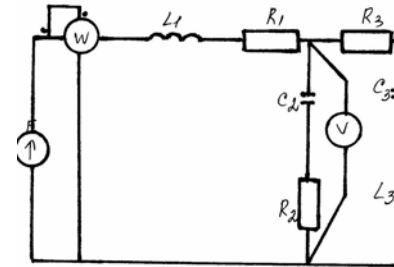
Вариант 23

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=L_2=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=150\text{Ом}$   
 $R_2=100\text{Ом}$



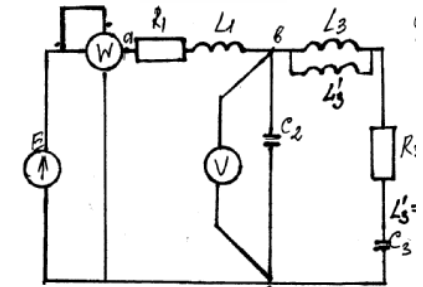
Вариант 24

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=637\text{мкФ}$   
 $C_2=159\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_2=100\text{Ом}$   
 $R_3=200\text{Ом}$



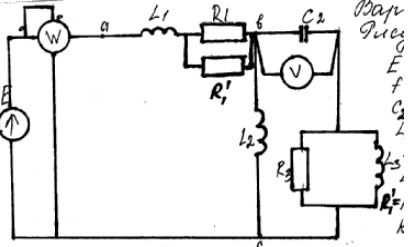
Вариант 25

$E=150\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=C_3=159\text{мкФ}$   
 $L_1=25\text{мГн}$   
 $L_2=95\text{мГн}$   
 $R_1=60\text{Ом}$   
 $R_2=100\text{Ом}$   
 $R_3=200\text{Ом}$



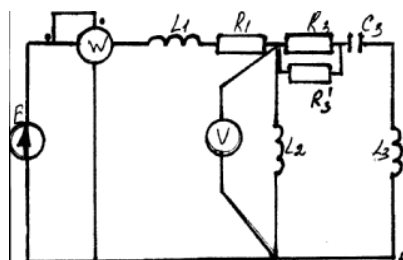
Вариант 26

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=318\text{мкФ}$   
 $C_3=200\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L'_3=L_2=95\text{мГн}$   
 $R_1=80\text{Ом}$   
 $R_2=40\text{Ом}$   
 $R_3=200\text{Ом}$



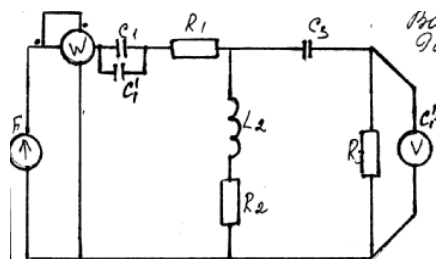
Вариант 27

$E=220\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=200\text{мкФ}$   
 $L_1=15,9\text{мГн}$   
 $L_2=31,8\text{мГн}$   
 $L_3=95\text{мГн}$   
 $R_1=R_4=8\text{Ом}$   
 $R_3=4\text{Ом}$



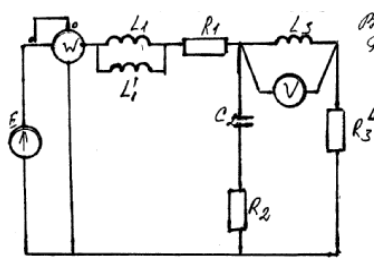
Вариант 28

$E=120\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_3=300\text{мкФ}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_1=19,1\text{мГн}$   
 $R_2=40\text{Ом}$   
 $R_3=R_4=10\text{Ом}$



Вариант 29

$E=200\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_1=C_4=318\text{мкФ}$   
 $C_2=300\text{мкФ}$   
 $L_2=15,9\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=40\text{Ом}$



Вариант 30

$E=50\text{В}$   
 $f=50\text{Гц}$   
 $C_2=100\text{мкФ}$   
 $L_1=L_4=19,5\text{мГн}$   
 $L_3=31,8\text{мГн}$   
 $R_1=8\text{Ом}$   
 $R_2=10\text{Ом}$   
 $R_3=4\text{Ом}$

### 3. ЭЛЕКТРОНИКА. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

#### 3.1. Задание

Выбрать из таблицы логическую функцию  $Y$  в соответствии с номером своего варианта.

1) Вычислить значение функции  $Y$ , если:

a)  $x_1=1$ ;

b)  $x_1=0$ .

2) Упростить исходную логическую функцию  $Y$ , используя переместительный и сочетательный законы, а также ряд тождеств.

3) Представить логическую функцию в виде трёх логических устройств:  $Y$ ,  $Y_{x_1=1}$ ,  $Y_{x_1=0}$ .

4) Сделать словесное описание комбинационных логических устройств применительно к работе авиационного двигателя и ДВС, включая штатные и нештатные ситуации.

5) Выбрать из справочников соответствующие ИС (интегральные схемы).

#### 3.2. Краткие теоретические сведения

##### *Логические функции и логические элементы*

##### *Логические элементы*

Логические элементы вместе с запоминающими элементами составляют основу устройств цифровой (дискретной) обработки информации – вычислительных машин, цифровых измерительных приборов и устройств автоматики. Логические элементы выполняют простейшие логические операции над цифровой информацией, а запоминающие элементы служат для её хранения.

Логическая операция преобразует по определённым правилам входную информацию в выходную. Логические элементы чаще всего строят на базе электронных устройств, работающих в ключевом режиме. Поэтому цифровую информацию обычно представляют в двоичной форме, в которой сигналы принимают только два значе-

ния: "0" (логический нуль) и "1" (логическая единица), соответствующие двум состояниям ключа.

Логические преобразования двоичных сигналов включают три элементарные операции:

1) логическое сложение (дизъюнкцию), или операцию **ИЛИ**, обозначаемую знаками "+" или  $\vee$ :

$$Y = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n;$$

2) логическое умножение (конъюнкцию), или операцию **И**, обозначаемую знаками ".",  $\wedge$  или написанием переменных рядом без знаков деления:

$$Y = x_1 x_2 x_3 \dots x_n;$$

3) логическое отрицание (инверсию), или операцию **НЕ**, обозначаемую чертой над переменной:

$$Y = \bar{x}.$$

Правила выполнения логических операций над двоичными переменными для случая двух переменных имеют следующий вид:

Операция <b>ИЛИ</b>	Операция <b>И</b>	Операция <b>НЕ</b>
$0+0=0$	$0 \cdot 0=0$	$\bar{0} = 1$
$0+1=1$	$0 \cdot 1=0$	$\bar{1} = 0$
$1+0=1$	$1 \cdot 0=0$	
$1+1=1$	$1 \cdot 1=1$	

Самостоятельное значение имеет логическая операция **ЗАПРЕТ**, которая символически записывается в виде

$$Y = x_1 \bar{x}_2.$$

Логические элементы, реализующие операцию **ИЛИ**, называют элементами **ИЛИ** и обозначают на функциональных схемах, как показано на рис. 1. Выходной сигнал  $Y$  элемента **ИЛИ** равен единице, если хотя бы на один из  $n$  входов подан сигнал "1".

Логические элементы, реализующие операцию **И**, называют элементами **И** либо схемами совпадения и обозначают, как показано на рис. 1. Выходной сигнал  $Y$  элемента **И** равен единице, если одновременно на все  $n$  входов подан сигнал "1".

Операция **НЕ** реализуется логическим элементом **НЕ** или инвертором, обозначение которого приведено на рис. 1.

Логический элемент **ЗАПРЕТ** имеет в простейшем случае лишь два входа: разрешающий (вход  $x_1$ ) и запрещающий (вход  $x_2$ ). Выходной сигнал повторяет сигнал на разрешающем входе  $x_1$ , если

$x_2=0$ . При  $x_2=1$  на выходе возникает сигнал "0" независимо от значения  $x_1$ . Обозначение приведено на рис. 1.

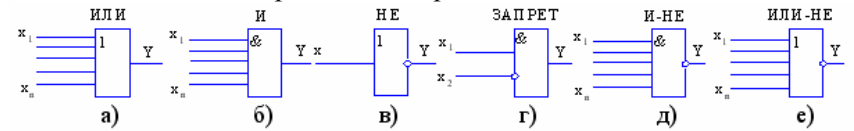


Рис. 1. Условные обозначения основных логических элементов

На практике применяют комбинированные элементы, реализующие две (и более) логические операции, например **И-НЕ**, **ИЛИ-НЕ**. Первый из них выполняет операцию  $Y = \overline{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \dots \cdot x_n}$ , а второй операцию  $Y = \overline{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}$ .

### Алгебра логики

Алгебра логики является аналогом обычной алгебры. Ее особенность заключается в том, что аргументы и функции принимают только два значения: 0 и 1. Алгебра логики выполняет следующие функции:

- 1) позволяет математически записывать логические сообщения и связи между ними, что необходимо для определения порядка и принципа работы устройства;
- 2) позволяет реализовать логические уравнения в виде логических схем, т.е. переходить от аналитического описания процесса к его схемной реализации в виде логического автомата;
- 3) позволяет проводить реализацию логических автоматов в оптимальном виде (минимальное число элементов, их однородность, надежность функционирования и т.д.).

Логические операции могут быть интерпретированы графически с помощью диаграмм Венна (рис. 2). Всё поле диаграмм Венна соответствует логической единице ("всегда"), нулевая площадь – логическому нулю ("никогда"). Логические функции изображаются в виде кругов (рис. 2).

Диаграммы Венна позволяют наглядно изобразить логические операции. На рис. 2а заштрихована суммарная площадь переменных **A**, **B**. Их суммарная площадь соответствует **A+B**, т.е. является интерпретацией операции **ИЛИ**. На диаграмме 2б заштрихована площадь **A**, т.е. графически изображена операция **НЕ**. Общая площадь фигур **A** и **B** заштрихована на рис. 2в и соответствует логическому

произведению  $AB$  (операция **И**). Порядок действий в алгебре логики следующий: сначала выполняется операция **НЕ**, затем **И** и, наконец, **ИЛИ**. Как и в обычной алгебре, для изменения порядка действий используются скобки. Не следует забывать, что операций вычитания и деления в алгебре логики нет. Справедливы переместительный и сочетательный законы:

$$A+B+C=A+C+B=B+A+C$$

$$ABC=ACB=BAC$$

$$A+B+C=A+(B+C)=(A+B)+C$$

$$ABC=A(BC)=(AB)C$$

Для осуществления операций над логическими выражениями пользуются рядом тождеств:

$$(1) A + A = A$$

$$(5) AA = A$$

$$(9) \overline{\overline{A}} = A$$

$$(2) A + \overline{A} = 1$$

$$(6) A\overline{A} = 0$$

$$(10) A + AB + AC = A$$

$$(3) A + 0 = A$$

$$(7) A \cdot 0 = 0$$

$$(11) A + \overline{AB} = A + B$$

$$(4) A + 1 = 1$$

$$(8) A \cdot 1 = A$$

Следующие тождества называются формулами де Моргана:

$$(12) \overline{A + B + C} = \overline{A}\overline{B}\overline{C}$$

$$(13) \overline{A \cdot B \cdot C} = \overline{A} + \overline{B} + \overline{C}$$

Все тождества могут быть легко доказаны с помощью диаграмм Венна. Например, на диаграмме рис. 2а заштрихована площадь, соответствующая левой и правой частям тождества (11), на рис. 2г заштрихована площадь, соответствующая левой и правой частям формулы де Моргана (12), а рис. 2д интерпретирует формулу де Моргана (13).

Тождества алгебры логики полезно запомнить. Используя тождества, можно упростить логические уравнения, при этом сводится к минимуму число логических элементов, необходимых для реализации логической функции.

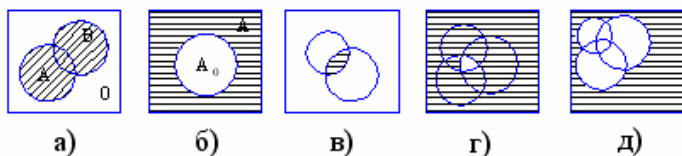


Рис. 2. Диаграммы Венна



Логические устройства, выходные функции которых однозначно определяются входными логическими функциями в тот же момент времени, называются комбинационными. Рассмотрим порядок построения комбинационного логического устройства на примере.

Требуется создать логическое устройство для подключения напряжения к агрегату, агрегат может быть включен непосредственно ( $A=1$ ) или по команде с диспетчерского пункта ( $B=1$ ). Агрегат работает только тогда, когда напряжение питания  $U \geq U_{\min}$  (логическая функция  $C=1$ ).

Разобьём решение задачи на несколько этапов.

**1 этап** – составление таблицы истинности. В соответствии с условиями задачи заполняем таблицу истинности, в которой записываем значение выходной функции  $Y$  в зависимости от входных функций  $A$ ,  $B$ ,  $C$  для всех возможных вариантов их сочетаний. При трёх входных функциях число сочетаний  $N=2^3=8$ . Таблица истинности приведена в табл. 1.

Таблица 1. Таблица истинности логического устройства

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>Y</b>
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

**2 этап** – составление логического уравнения. Сведения, представленные в таблице истинности, необходимо записать в виде уравнения. Прежде всего, выделим строки табл.1, в которых  $Y=1$ . Это строки 4-я, 6-я и 8-я. Функция  $Y$  истинна, если входные переменные имеют значения, соответствующие любой из этих строк. Сформулируем это словесно: "Функция  $Y$  истинна (равна 1), когда истинны не  $A$  и  $B$  и  $C$  (4-я строка) или  $A$  и не  $B$  и  $C$  (6-я строка) или  $A$  и  $B$  и  $C$  (8-я строка)". А теперь заменим слово "не" на знак опера-

ции **НЕ**, слово "или" на знак операции **ИЛИ**, а слово "и" на знак операции **И**. Получим

$$Y = \bar{A}BC + A\bar{B}C + ABC. \quad (1)$$

**3 этап** – минимизация функции (1). Можно создать логическое устройство, которое непосредственно реализует (1). Тогда для выполнения двух инверсий будет необходимо два элемента **НЕ**; трижды выполняется операция **И**, берем три трёхходовых элемента **И**; затем выполняем операцию **ИЛИ** на одном трёхходовом элементе **ИЛИ**. Всего используем шесть элементов.

Но выражение (1) можно упростить. Для этого воспользуемся тождеством (1) и вынесем за скобки общие члены:

$$Y = \bar{A}BC + ABC + A\bar{B}C + ABC = BC(\bar{A} + A) + AC(\bar{B} + B).$$

Для выражений в скобках применим тождество (2), получим

$$Y = BC + AC = C(A + B). \quad (2)$$

**4 этап** – составление логической схемы. Функция (2) содержит две операции: **ИЛИ** и **И**. В соответствии с этим схема логического устройства, приведенная на рис. 3а, выполнена на двух элементах. Мы имели возможность убедиться, какие возможности дает алгебра логики для упрощения схемных решений логических устройств. Порядок решения задачи, разбиваемой на четыре этапа, сохраняется, если разрабатываются и более сложные комбинационные устройства.

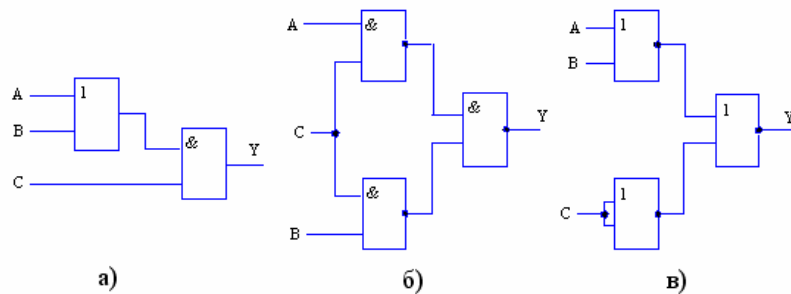


Рис. 3. Реализация логических операций **ИЛИ** и **И**

При проектировании логических элементов стремятся использовать ограниченную номенклатуру логических элементов. В частности, любое устройство может быть реализовано исключительно на элементах **И-НЕ**, в котором на каждом из входов переменная **A**. То-

гда  $Y = \overline{AA} = \overline{A}$ . Схема представлена на рис. 4а. Операция **И** выполняется схемой рис. 4б. Действительно, согласно тождеству (9)  $Y = \overline{AB} = \overline{AB}$ . Операция **ИЛИ** выполняется схемой рис. 4в. Воспользуемся тождеством (9) и формулой де Моргана (12):  $A + B = \overline{\overline{A} + \overline{B}} = \overline{AB}$ .

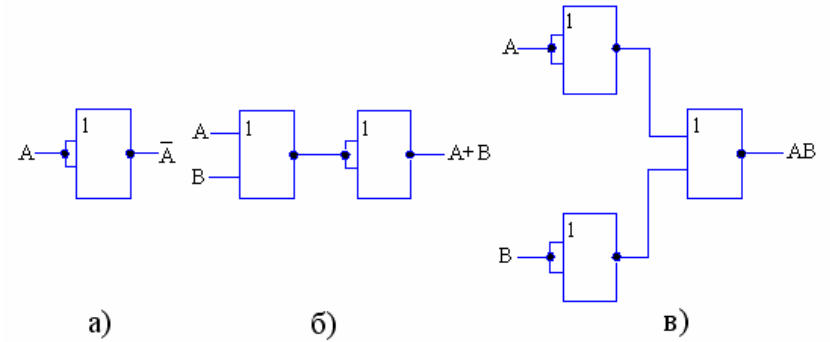


Рис. 4. Реализация логических операций **НЕ**, **И**, **ИЛИ** на элементах **И-НЕ**

Реализуем логическое устройство по уравнению на элементах **И-НЕ**. Схема представлена на рис. 4б.

Любое устройство может быть воплощено и на элементах **ИЛИ-НЕ**. Операция **НЕ** выполняется по схеме рис. 5а:  $Y = \overline{A + A} = \overline{A}$ . Операция **ИЛИ** реализуется схемой рис. 5б:  $\overline{A + B} = \overline{A + B}$ . Операция **И** выполняется схемой рис. 5в.

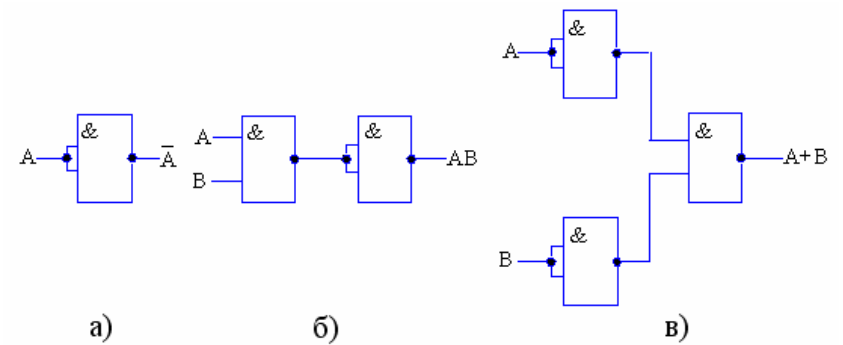


Рис. 5. Реализация логических операций **НЕ**, **ИЛИ**, **И** на элементах **ИЛИ-НЕ**

### 3.3. Контрольные задания №3

#### ГРУППА ВАРИАНТОВ №1

1.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + x_2 \bar{x}_1 + x_1$
2.  $Y = x_1 x_3 + x_2 + x_3 x_2$
3.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_2 + x_3$
4.  $Y = x_2 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + x_1 \cdot (x_1 + \bar{x}_3) + x_3 x_2$
5.  $Y = (x_3 \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_3 x_2) \cdot x_3 + x_1 x_2$
6.  $Y = x_2 + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_3 + \bar{x}_1$
7.  $Y = \bar{x}_1 \cdot (x_1 + x_2) + x_1 \bar{x}_2$
8.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_3 x_1 + \bar{x}_4 x_2 + \bar{x}_1 x_3$
9.  $Y = \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_2 \bar{x}_1 + x_2 x_1 + x_1$
10.  $Y = (x_1 + \bar{x}_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + x_2$
11.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 + x_1$
12.  $Y = x_3 \bar{x}_2 x_1 + x_3 x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_1$
13.  $Y = \bar{x}_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_3 + x_3 x_1$
14.  $Y = \bar{x}_3 x_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2 x_1 + x_3 x_2 \bar{x}_1 + x_1$
15.  $Y = \bar{x}_2 + x_1 x_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_2 x_3$
16.  $Y = \bar{x}_1 x_2 + x_1 \bar{x}_2 + x_3 \bar{x}_1 + x_1$
17.  $Y = x_1 \cdot (x_1 + \bar{x}_2) + x_2 + x_2 \bar{x}_1 + x_1$
18.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1 + x_2 x_3 + x_3 \bar{x}_2$
19.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + x_2 x_1 + x_3 + \bar{x}_1 x_2$
20.  $Y = \bar{x}_1 \cdot (x_1 + x_2) + x_2 \cdot (x_2 + \bar{x}_3) + x_3 \bar{x}_1 + x_1$
21.  $Y = (x_3 \bar{x}_2 x_1 + x_3 x_2) \cdot x_2 + \bar{x}_1 x_2 + x_1$
22.  $Y = \bar{x}_1 + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_1 + x_2 x_3 + x_3 \cdot (x_2 + \bar{x}_1)$
23.  $Y = x_1 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + \bar{x}_2 x_1 + x_1$
24.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_3 + x_4 x_1 + \bar{x}_2 x_3$
25.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + x_2 x_1 + \bar{x}_2 x_3 + x_2 + x_1 + x_1 \bar{x}_3$
26.  $Y = (\bar{x}_1 + x_2) \cdot (x_1 + x_2) \cdot (x_1 + \bar{x}_2) + x_1 x_2 + x_2$
27.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_2 x_3$
28.  $Y = x_1 x_2 + x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3$
29.  $Y = \bar{x}_3 x_2 + \bar{x}_3 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1$
30.  $Y = x_3 \bar{x}_2 x_1 + x_3 x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_2$

ГРУППА ВАРИАНТОВ №2

1.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 x_1 + \bar{x}_1$
2.  $Y = x_2 x_1 + \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_2 \cdot (\bar{x}_1 + \bar{x}_2) + x_1$
3.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + x_1 + x_1 \bar{x}_2$
4.  $Y = x_3 \cdot (x_2 + \bar{x}_3) + x_3 \cdot (\bar{x}_1 + \bar{x}_2) + x_1 x_2$
5.  $Y = (x_3 x_2 \bar{x}_1 + x_3 \bar{x}_2) \cdot x_2 + x_2 x_3$
6.  $Y = x_3 + \bar{x}_1 x_3 + x_2 \bar{x}_3 + x_2$
7.  $Y = x_2 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + \bar{x}_2$
8.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_1 + \bar{x}_4 \bar{x}_2 + x_3$
9.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1 + x_3 + x_2 x_3$
10.  $Y = (x_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + \bar{x}_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + x_2 \bar{x}_1$
11.  $Y = \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_2 \bar{x}_1 + x_2 \bar{x}_1$
12.  $Y = \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 + x_3 x_2 x_1 + \bar{x}_3 \bar{x}_2$
13.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 + x_2$
14.  $Y = x_3 x_2 \bar{x}_1 + x_3 \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_3 x_2 x_1 + x_2$
15.  $Y = \bar{x}_2 + x_1 \bar{x}_2 + x_3 \bar{x}_1 + x_3$
16.  $Y = x_1 \bar{x}_2 + \bar{x}_1 x_2 + x_3 \bar{x}_1 + x_3 \cdot (x_1 + x_3)$
17.  $Y = x_2 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + x_1 + \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_2$
18.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_3 + x_3 x_1$
19.  $Y = x_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1 + x_2 + \bar{x}_1 x_3$
20.  $Y = x_1 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + \bar{x}_2 \cdot (x_2 + x_3) + \bar{x}_3 x_1 + x_3$
21.  $Y = (x_3 x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 \bar{x}_2) \cdot \bar{x}_2 + x_1 x_2 + x_2$
22.  $Y = x_1 + \bar{x}_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2 + x_2 x_1 + \bar{x}_1$
23.  $Y = x_1 \cdot (x_1 + \bar{x}_2) + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3$
24.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_3 x_1 + x_4 \bar{x}_2 + x_3 x_4$
25.  $Y = x_2 x_1 + x_2 x_1 + \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_3 + x_2 + x_3 \bar{x}_2$
26.  $Y = (x_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2) \cdot (x_1 + \bar{x}_2) + \bar{x}_1 x_2 + \bar{x}_1 + x_2$
27.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1 + x_1 \bar{x}_3$
28.  $Y = x_3 \bar{x}_2 + \bar{x}_1 x_2 x_3 + \bar{x}_1$
29.  $Y = \bar{x}_3 x_2 + \bar{x}_3 \bar{x}_1 + x_3 \bar{x}_2$
30.  $Y = x_3 x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_2 x_1 + \bar{x}_3 x_2 + x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1$

ГРУППА ВАРИАНТОВ №3

1.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 x_1$
2.  $Y = x_1 + x_2 x_1 + x_3$
3.  $Y = \bar{x}_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1$
4.  $Y = x_1 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + x_2 \cdot (\bar{x}_2 + \bar{x}_3)$
5.  $Y = (x_3 x_2 x_1 + \bar{x}_3 x_2) \cdot x_2$
6.  $Y = \bar{x}_1 + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_2$
7.  $Y = \bar{x}_1 \cdot (x_1 + \bar{x}_2)$
8.  $Y = x_2 x_1 + \bar{x}_3 x_1 + x_4 \bar{x}_2$
9.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1 + x_2 x_1$
10.  $Y = (x_1 + x_2) \cdot (x_1 + \bar{x}_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2)$
11.  $Y = x_2 x_1 + \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_2 x_1$
12.  $Y = x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_3 x_2 \bar{x}_1$
13.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_3$
14.  $Y = \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 + x_3 x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_2 x_1 + x_3 x_2 x_1$
15.  $Y = \bar{x}_2 + x_1 \bar{x}_2 + \bar{x}_3 x_1$
16.  $Y = \bar{x}_1 x_2 + \bar{x}_1 \bar{x}_2 + x_3 x_1$
17.  $Y = x_2 \cdot (x_1 + \bar{x}_2) + x_1 + x_2 x_1$
18.  $Y = \bar{x}_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1 + x_3 x_1$
19.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 x_1 + x_3$
20.  $Y = x_1 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + x_2 \cdot (\bar{x}_2 + \bar{x}_3) + x_3 x_1$
21.  $Y = (x_3 x_2 x_1 + \bar{x}_3 x_2) \cdot x_2 + x_1 x_2$
22.  $Y = \bar{x}_1 + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_2 + x_2 x_1$
23.  $Y = x_1 \cdot (x_1 + \bar{x}_2) + \bar{x}_2 x_1$
24.  $Y = x_2 x_1 + \bar{x}_3 x_1 + x_4 \bar{x}_2 + x_1 x_3$
25.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1 + x_2 x_1 + x_1 + x_3$
26.  $Y = (x_1 + x_2) \cdot (x_1 + \bar{x}_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + x_1 x_2$
27.  $Y = x_2 x_1 + \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_2 x_1 + \bar{x}_1 x_2$
28.  $Y = x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_3 x_2 \bar{x}_1 + x_1$
29.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 x_1 + x_3 x_1$
30.  $Y = \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 + x_3 x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2 x_1$

ГРУППА ВАРИАНТОВ №4

1.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_2$
2.  $Y = x_1 x_2 + x_2 x_3 + x_1$
3.  $Y = x_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1 + x_1$
4.  $Y = x_1 \cdot (x_1 + \bar{x}_2) + x_2 \cdot (\bar{x}_2 + x_3) + x_3 x_1$
5.  $Y = (\bar{x}_3 x_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2) \cdot x_1 + x_2$
6.  $Y = x_1 + \bar{x}_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2 + \bar{x}_3$
7.  $x_1 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + \bar{x}_1$
8.  $\bar{x}_2 x_1 + x_3 \bar{x}_1 + \bar{x}_4 x_2 + \bar{x}_1$
9.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_2 x_1 + x_2 x_1 + x_3$
10.  $Y = (\bar{x}_1 + x_2) \cdot (x_1 + \bar{x}_2) \cdot (x_1 + \bar{x}_2) + x_1$
11.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_1 + \bar{x}_2$
12.  $Y = \bar{x}_3 x_2 x_1 + x_3 x_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1$
13.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + x_2 x_1 + \bar{x}_3 + \bar{x}_2 x_3$
14.  $Y = x_3 \bar{x}_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_3 x_2 x_1$
15.  $Y = x_2 + \bar{x}_1 x_2 + x_3 \bar{x}_1 + \bar{x}_1$
16.  $Y = x_1 \bar{x}_2 + \bar{x}_1 \bar{x}_2 + \bar{x}_3 x_1 + x_2$
17.  $Y = x_2 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + x_2 + \bar{x}_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1$
18.  $Y = \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_3 + x_2 x_1$
19.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_3 + x_1 + x_2 \bar{x}_3$
20.  $Y = x_1 \cdot (x_1 + \bar{x}_2) + x_2 \cdot (\bar{x}_2 + x_3) + x_3 x_1 + \bar{x}_2$
21.  $Y = (\bar{x}_3 x_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2) \cdot \bar{x}_2 + x_1 x_2 + x_1 \bar{x}_2$
22.  $Y = x_1 + \bar{x}_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2 + x_2 x_1 + \bar{x}_2$
23.  $Y = \bar{x}_1 \cdot (x_1 + x_2) + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2$
24.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_3 \bar{x}_1 + x_4 x_3 + x_1 x_2$
25.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1 + x_2 x_1 + x_1 + x_2 + \bar{x}_1 x_2$
26.  $Y = (x_1 + x_2) \cdot (x_1 + \bar{x}_2) \cdot (x_1 + x_2) + x_1 \bar{x}_2 + \bar{x}_1$
27.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1 + x_1 \bar{x}_2 x_3$
28.  $Y = x_3 x_2 x_1 + x_3 \bar{x}_1 + x_2$
29.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 x_1 + x_2 \bar{x}_3$
30.  $Y = \bar{x}_3 x_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2 x_1 + x_3 x_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1$

## ГРУППА ВАРИАНТОВ №5

1.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_1 + x_2 + \bar{x}_1 x_2$
2.  $Y = x_1 + x_2 x_1 + x_3 x_2 + x_3 + x_2$
3.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + x_2 x_1 + \bar{x}_2 x_1$
4.  $Y = x_1 \cdot (\bar{x}_1 + \bar{x}_2) + x_2 \cdot (\bar{x}_2 + \bar{x}_3) + x_3 \cdot (x_2 + x_1)$
5.  $Y = (x_3 \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_3 x_2) \cdot x_2 + \bar{x}_1 \cdot (x_2 + x_3)$
6.  $Y = \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_1 + x_3 \bar{x}_2 + \bar{x}_1 x_3$
7.  $Y = x_1 \cdot (x_1 + \bar{x}_2) + x_1 \bar{x}_2 x_3$
8.  $Y = x_2 x_1 + x_3 \bar{x}_1 + x_3 \bar{x}_4 + x_4$
9.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + x_2 x_1 + x_2 x_1 \cdot (x_2 + \bar{x}_1)$
10.  $Y = (x_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2) \cdot (x_1 + \bar{x}_2) \cdot (\bar{x}_1 + \bar{x}_2) \cdot x_2$
11.  $Y = x_2 x_1 + x_2 x_1 + x_2 \cdot (x_1 + \bar{x}_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2)$
12.  $Y = x_3 x_2 x_1 + x_3 x_2 x_1 + \bar{x}_2 x_1$
13.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1 + x_3 x_2 + x_1$
14.  $Y = x_3 x_2 x_1 + \bar{x}_3 x_2 x_1 + x_3 x_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2$
15.  $Y = \bar{x}_2 + x_1 + x_3 + x_1 \bar{x}_2 + x_3 \bar{x}_1$
16.  $Y = x_1 \bar{x}_2 + x_1 x_2 + x_3 x_1 + x_2 \cdot (x_1 + \bar{x}_2)$
17.  $Y = x_2 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + x_1 + x_2 x_1 + x_2 \cdot (x_1 + \bar{x}_2)$
18.  $Y = \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_2 \bar{x}_1 + x_3 x_1 + x_3 x_2$
19.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1 + x_3 x_2 + x_1$
20.  $Y = x_1 \cdot (\bar{x}_1 + \bar{x}_2) + x_2 \cdot (x_2 + x_3) + \bar{x}_3 \cdot (x_1 + x_2)$
21.  $Y = (x_3 x_2 x_1 + x_3 x_2 x_1) \cdot x_2 + x_1 x_2 x_3$
22.  $Y = \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2 + x_2 x_1 \cdot (x_1 + \bar{x}_2 x_3)$
23.  $Y = x_1 \cdot (x_2 + \bar{x}_1) + \bar{x}_2 x_1 + x_2 \cdot (x_1 + \bar{x}_2)$
24.  $Y = x_2 x_1 + x_3 \bar{x}_1 + x_4 \cdot (x_3 + \bar{x}_2 + x_1)$
25.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1 + x_2 x_1 + x_1 + x_3 + x_2 \cdot (\bar{x}_3 + x_2)$
26.  $Y = (x_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2) \cdot (x_1 + \bar{x}_2) + x_1 x_2 \cdot (\bar{x}_1 + x_2)$
27.  $Y = x_2 x_1 + x_2 x_1 + \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_2 \cdot (x_2 + x_1)$
28.  $Y = \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2 x_1 + x_1 \cdot (\bar{x}_2 + x_3)$
29.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_2 x_1 + x_3 x_1 + x_3 \bar{x}_1$
30.  $Y = x_3 \bar{x}_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2 x_1 + x_3 x_2 x_1 + \bar{x}_3 x_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2$



ГРУППА ВАРИАНТОВ №6

1.  $Y = \overline{x_1 x_3} + x_3 \overline{x_2 x_1} + x_3 \overline{x_2}$
2.  $Y = \overline{x_1 x_2} + \overline{x_3 x_2} + \overline{x_1 x_2}$
3.  $Y = x_3 x_2 x_1 + x_3 x_2 x_1 + \overline{x_1} + \overline{x_2} x_3$
4.  $Y = x_1 \cdot (\overline{x_1} + \overline{x_2}) + x_2 \cdot (x_2 + x_3) + \overline{x_3 x_1} + x_1 \overline{x_3}$
5.  $Y = (\overline{x_3 x_2 x_1} + \overline{x_3 x_2}) \cdot x_2 + x_1 \overline{x_2} + x_1$
6.  $Y = \overline{x_1} + x_2 \overline{x_1} + \overline{x_3 x_1} + x_2 \overline{x_3} + x_2$
7.  $Y = x_2 x_1 + x_2 x_1 + \overline{x_2 x_1} + \overline{x_3} + x_2 + x_3 \overline{x_2}$
8.  $Y = (\overline{x_1} + x_2) \cdot (x_1 + \overline{x_2}) + \overline{x_1} x_2 + \overline{x_1} + x_2$
9.  $Y = x_2 \overline{x_1} + x_2 \overline{x_1} + \overline{x_2 x_1} + x_1 \overline{x_2} x_3$
10.  $Y = x_2 \cdot (\overline{x_1} + x_2) + x_1 + \overline{x_2 x_1} + x_2 \overline{x_1}$
11.  $Y = \overline{x_2 x_1} + x_2 \overline{x_1} + \overline{x_2 x_3} + x_3 x_1$
12.  $Y = x_2 x_1 + x_2 \overline{x_1} + \overline{x_2} + \overline{x_1} x_3$
13.  $Y = x_1 x_2 + x_3 \overline{x_2 x_1} + \overline{x_3} x_1$
14.  $Y = \overline{x_3 x_2} + x_3 x_1 + \overline{x_3} \overline{x_2} x_1$
15.  $Y = x_3 \overline{x_2} x_1 + \overline{x_3} x_2 \overline{x_1} + \overline{x_3} x_2 + x_1$
16.  $Y = x_2 \cdot (\overline{x_1} + x_2) + \overline{x_1} + x_2 x_1 + x_2 \cdot (x_1 + \overline{x_2})$
17.  $Y = \overline{x_2} \overline{x_1} + x_2 \overline{x_1} + x_3 x_1 + x_3 \overline{x_2}$
18.  $Y = x_2 \overline{x_1} + \overline{x_2} x_1 + x_3 x_2 + \overline{x_1}$
19.  $Y = x_1 \cdot (x_1 + \overline{x_2}) + \overline{x_3} \cdot (\overline{x_2} + x_3) + x_3 x_1$
20.  $Y = (\overline{x_3} x_2 x_1 + x_3 \overline{x_2}) \cdot x_1 + x_2 x_1$
21.  $Y = x_1 + \overline{x_2} x_1 + x_3 \overline{x_2} + x_3$
22.  $Y = x_1 \cdot (\overline{x_1} + x_2) + \overline{x_1} + x_2 x_1$
23.  $Y = (x_3 \overline{x_2} x_1 + \overline{x_3} x_2) \cdot x_3 + x_1 x_2$
24.  $Y = x_2 + x_2 \overline{x_1} + \overline{x_2} x_3 + \overline{x_1} x_2 x_3$
25.  $Y = \overline{x_1} \cdot (x_1 + x_2) + x_1 \overline{x_2} + \overline{x_1}$
26.  $Y = \overline{x_2} x_1 + x_3 x_1 + \overline{x_4} x_2 + \overline{x_1}$
27.  $Y = x_2 x_1 + x_2 \overline{x_1} + x_2 x_1 + \overline{x_2}$
28.  $Y = \overline{x_2} x_1 + x_2 \overline{x_1} + x_2 x_1 + x_1 + \overline{x_3} + x_2 \cdot (\overline{x_3} + x_2)$
29.  $Y = (x_1 + x_2) \cdot (\overline{x_1} + x_2) \cdot (\overline{x_1} + \overline{x_2}) + x_1 \overline{x_2} \cdot (\overline{x_1} + x_2)$
30.  $Y = \overline{x_2} x_1 + x_2 x_1 + \overline{x_2} x_1 + \overline{x_2} x_1 + \overline{x_2}$

ГРУППА ВАРИАНТОВ №7

1.  $Y = x_2 + x_1 + \bar{x}_2 x_1$
2.  $Y = x_1 + x_2 x_3 + x_2 + x_3 x_1$
3.  $Y = \bar{x}_1 + x_2 \bar{x}_3 + \bar{x}_2 \bar{x}_1$
4.  $Y = x_3 \cdot (x_2 + \bar{x}_3) + x_2 \cdot (\bar{x}_1 + \bar{x}_2) + x_3 x_1 \cdot (x_2 + \bar{x}_1)$
5.  $Y = (x_3 x_2 x_1 + \bar{x}_1 + x_2) \cdot x_1 + x_1 x_3$
6.  $Y = x_1 + x_2 \bar{x}_3 + \bar{x}_1 x_3 + \bar{x}_1 x_2$
7.  $Y = x_2 \cdot (x_1 + \bar{x}_2) + \bar{x}_1 + x_2$
8.  $Y = \bar{x}_3 x_2 + \bar{x}_1 x_4 + x_4 x_2 + x_4$
9.  $Y = \bar{x}_2 x_3 + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_1 + x_3$
10.  $Y = (x_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2) \cdot (x_1 + \bar{x}_2) + \bar{x}_2 x_1$
11.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1 + x_2 x_1$
12.  $Y = x_3 x_2 x_1 + \bar{x}_3 x_2 x_1 + \bar{x}_2 x_1$
13.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1 + x_3 + \bar{x}_1$
14.  $Y = x_3 x_2 x_1 + \bar{x}_3 x_2 x_1 + x_3 x_2 \bar{x}_1 + x_3$
15.  $Y = x_1 + x_1 \bar{x}_2 + \bar{x}_3 x_2 + \bar{x}_3 x_1$
16.  $Y = x_1 x_2 + x_1 x_2 + \bar{x}_3 x_1 + x_2$
17.  $Y = x_1 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + \bar{x}_2 + \bar{x}_2 x_1 + x_1$
18.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + x_2 x_1 + x_2 \bar{x}_3 + \bar{x}_3 x_1$
19.  $Y = x_2 x_1 + \bar{x}_2 x_1 + x_2 + \bar{x}_3 x_1$
20.  $Y = x_1 \cdot (\bar{x}_1 + \bar{x}_2) + x_2 \cdot (x_2 + x_3) + \bar{x}_3 x_1 + x_1 \bar{x}_2$
21.  $Y = (\bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 + x_3 x_2) \cdot x_2 + x_1 \bar{x}_2 + x_1$
22.  $Y = \bar{x}_1 + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_1 + x_2 x_3 + x_2$
23.  $Y = x_1 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + \bar{x}_2 x_1 + x_3$
24.  $Y = x_2 x_1 + x_3 x_2 + \bar{x}_4 x_3 + \bar{x}_1 x_4$
25.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_2 x_1 + x_2 \bar{x}_3 + x_1 + x_2 + \bar{x}_3 x_2$
26.  $Y = (x_1 + \bar{x}_2) \cdot (x_1 + x_2) \cdot (x_1 + x_2) + x_1 \bar{x}_2 + x_1 \bar{x}_2$
27.  $Y = x_2 x_1 + x_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1 + x_3$
28.  $Y = \bar{x}_1 x_3 + x_3 x_2 x_1 + x_3$
29.  $Y = \bar{x}_1 x_2 + \bar{x}_3 x_2 + \bar{x}_1 x_2$
30.  $Y = x_3 x_2 x_1 + x_3 x_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_3$

ГРУППА ВАРИАНТОВ №8

1.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 x_1 + \bar{x}_1$
2.  $Y = x_1 x_2 + x_2 x_3 + x_1$
3.  $Y = \bar{x}_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1$
4.  $Y = x_2 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + x_1 \cdot (x_1 + \bar{x}_3) + x_3 x_2$
5.  $Y = (x_3 x_2 x_1 + \bar{x}_1 + x_2) \cdot x_1 + x_3 x_1$
6.  $Y = x_3 + \bar{x}_1 x_3 + x_2 \bar{x}_3 + x_2$
7.  $Y = x_1 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + \bar{x}_1$
8.  $Y = \bar{x}_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_1 + x_4 \bar{x}_2$
9.  $Y = \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_2 \bar{x}_1 + x_2 x_1 + x_1$
10.  $Y = (x_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2) \cdot (x_1 + \bar{x}_2) + \bar{x}_2 x_1$
11.  $Y = x_2 x_1 + \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_2 \cdot (x_1 + \bar{x}_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2)$
12.  $Y = \bar{x}_3 \bar{x}_2 x_1 + x_3 x_2 \bar{x}_1 + x_3 \bar{x}_2$
13.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + x_2 x_1 + \bar{x}_3 + \bar{x}_2 x_3$
14.  $Y = \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 + x_3 x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_2 x_1 + x_3 x_2 x_1$
15.  $Y = \bar{x}_2 + x_2 x_1 + \bar{x}_3 + \bar{x}_2 x_3$
16.  $Y = x_1 x_2 + \bar{x}_1 \bar{x}_2 + \bar{x}_3 x_1 + x_2$
17.  $Y = x_2 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + x_1 + x_2 x_1 + x_2 \cdot (x_1 + \bar{x}_2)$
18.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_3 + x_3 x_1$
19.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_3 + x_1 + x_2 \bar{x}_3$
20.  $Y = x_2 \cdot (x_1 + x_2) + x_2 \cdot (\bar{x}_2 + \bar{x}_3) + x_3 x_1$
21.  $Y = (x_3 \bar{x}_2 x_1 + x_3 x_2) \cdot x_2 + \bar{x}_1 x_2 + x_1$
22.  $Y = \bar{x}_1 + x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_1 + x_2 x_3 + x_2$
23.  $Y = x_1 \cdot (x_2 + \bar{x}_1) + \bar{x}_2 x_1 + x_2 \cdot (x_1 + \bar{x}_2)$
24.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_3 x_1 + x_4 \bar{x}_2 + x_3 x_4$
25.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1 + x_2 x_1 + x_1 + x_2 + \bar{x}_1 x_2$
26.  $Y = (x_1 + x_2) \cdot (x_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + x_1 x_2$
27.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_2 x_3$
28.  $Y = \bar{x}_1 x_3 + x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_3$
29.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 \bar{x}_1 + x_3 \bar{x}_1$
30.  $Y = x_3 x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_2 x_1 + \bar{x}_3 x_2 + x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1$

ГРУППА ВАРИАНТОВ №9

1.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + x_2 \bar{x}_1 + x_1$
2.  $Y = (x_1 + \bar{x}_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + x_2$
3.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_2 + x_3$
4.  $Y = x_1 + x_2 x_1 + x_3$
5.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + x_2 x_1$
6.  $Y = \bar{x}_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1$
7.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + x_2 x_1 + x_3$
8.  $Y = x_1 x_2 + x_2 x_3 + x_1$
9.  $Y = \overline{x_2 x_1 + x_2 \bar{x}_1}$
10.  $Y = \bar{x}_1 x_2 + x_3 x_2 + x_1 x_2$
11.  $Y = x_2 + x_1 + \bar{x}_2 x_1$
12.  $Y = (x_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2) \cdot (x_1 + \bar{x}_2) + \bar{x}_2 x_1$
13.  $Y = x_1 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + \bar{x}_1$
14.  $Y = (x_1 + x_2) \cdot (x_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + x_1 x_2$
15.  $Y = x_2 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + x_1 + x_2 x_1 + x_2 \cdot (x_1 + \bar{x}_2)$
16.  $Y = x_2 x_1 + \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_2 \cdot (x_1 + \bar{x}_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2)$
17.  $Y = \bar{x}_1 x_3 + x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_3$
18.  $Y = (x_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + x_2) \cdot (\bar{x}_1 + \bar{x}_2) + x_1 \bar{x}_2 \cdot (\bar{x}_1 + x_2)$
19.  $Y = x_1 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + \bar{x}_2 x_1 + x_3$
20.  $Y = x_1 \cdot (\bar{x}_1 + x_2) + \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1 + x_1$
21.  $Y = x_1 \cdot (\bar{x}_1 + \bar{x}_2) + x_2 \cdot (x_2 + x_3) + \bar{x}_3 \bar{x}_1 + x_1 \bar{x}_2$
22.  $Y = \bar{x}_3 x_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_2 \bar{x}_1$
23.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_3 \bar{x}_1 + x_3 \bar{x}_1$
24.  $Y = \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_2 x_1 + \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_2 \cdot (x_2 + x_1)$
25.  $Y = (\bar{x}_3 x_2 x_1 + x_3 \bar{x}_2) \cdot \bar{x}_2 + x_1 x_2 + x_1 \bar{x}_2$
26.  $Y = x_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_3 + x_4 x_1 + \bar{x}_2 x_3$
27.  $Y = (x_3 \bar{x}_2 x_1 + x_3 x_2) \cdot x_2 + \bar{x}_1 x_2 + x_1$
28.  $Y = \bar{x}_1 \cdot (x_1 + x_2) + x_2 \cdot (x_2 + \bar{x}_3) + x_3 \bar{x}_1 + x_1$
29.  $Y = \bar{x}_2 \bar{x}_1 + \bar{x}_2 x_1 + x_3 x_1$
30.  $Y = \bar{x}_2 x_1 + \bar{x}_2 \bar{x}_1 + x_3$

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Касаткин, А.С. Электротехника / А.С. Касаткин, М.В. Немцов. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 440с.
2. Глазенко, Т.А. Прянишников В.А. Электротехника и основы электроники: учеб. пособие для неэлектротехнических специальностей вузов / Т.А. Глазенко, В.А. Прянишников. - М: Высш. шк., 1996. – 66 с.
3. Электротехника / под ред. В.Г. Герасимова. – М.: Высш. шк., 1985. – 480 с.
4. Основы промышленной электроники: учебник для неэлектротехн. спец. вузов / В.Г. Герасимов [и др.]; под. ред. В.Г. Герасимова. – 3-е изд. перераб. и доп. – М: Высш. шк., 1986. –336 с.
5. Сборник задач по электротехнике и основам электроники: учеб. пособие для вузов / под ред. В.Г. Герасимова. – М: Высш. шк., 1987.
6. Электротехника и электроника в экспериментах и упражнениях. Практикум по Electronics Workbench. Т.1./ под ред. проф. Д.И. Панфилова. – М.: Додэка, 2001. – 304 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
1. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. Методические указания и контрольные задания для самостоятельной работы №1.....	4
1.1. Задание №1.....	4
1.2. Краткие теоретические сведения.....	4
1.3. Контрольные задания №1.....	12
Группа вариантов №1.....	12
Группа вариантов №2.....	19
Группа вариантов №3.....	27
Группа вариантов №4.....	34
Группа вариантов №5.....	42
2. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. Методические указания и контрольные задания для самостоятельной работы №2.....	50
2.1. Задание №2.....	50
2.2. Краткие теоретические сведения.....	50
2.3. Контрольные задания №2.....	54
Группа вариантов №1.....	54
Группа вариантов №2.....	62
Группа вариантов №3.....	70
Группа вариантов №4.....	77
Группа вариантов №5.....	85
3. ЭЛЕКТРОНИКА. Методические указания и контрольные задания для самостоятельной работы.....	93
3.1. Задание №3.....	93
3.2. Краткие теоретические сведения.....	93
3.3. Контрольные задания №3.....	100
Группа вариантов №1.....	100
Группа вариантов №2.....	101
Группа вариантов №3.....	102
Группа вариантов №4.....	103
Группа вариантов №5.....	104
Группа вариантов №6.....	105
Группа вариантов №7.....	106
Группа вариантов №8.....	107
Группа вариантов №9.....	108
Список используемой литературы.....	109

Учебное издание

**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**

*Методические указания и контрольные  
задания для самостоятельной работы*

Составитель: **Лиманов Игорь Алексеевич**

Компьютерная верстка А.В. Ярославцева

Подписано в печать 22.05.2011 г. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Печ.л. 7,0.

Тираж 100 экз. Заказ      Арт. С- М5/2011

Самарский государственный аэрокосмический  
университет. 443086, Самара, Московское шоссе, 34.

---

Изд-во Самарского государственного аэрокосмического  
университета. 443086, Самара, Московское шоссе, 34.