

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ ДИОДЫ

Цель задания

Получение практических навыков моделирования и расчета электрических цепей, содержащих диоды.

Постановка задачи

Для заданной электрической цепи определить ток в цепи и напряжение на диоде. Значения электрических величин определить путем моделирования схемы и графическим способом.

Содержание отчета

- 1) Постановка задачи.
- 2) Схема исследования электрической цепи.
- 3) Измеренные значения электрических величин.
- 4) График ВАХ диода, полученный путем моделирования схемы и линии нагрузки, построенную по точкам.
- 5) Вычисленные графическим способом значения тока и напряжения на диоде.
- 6) Выводы.

Методические указания

- 1) Рассмотрим электрическую цепь (рис.1).

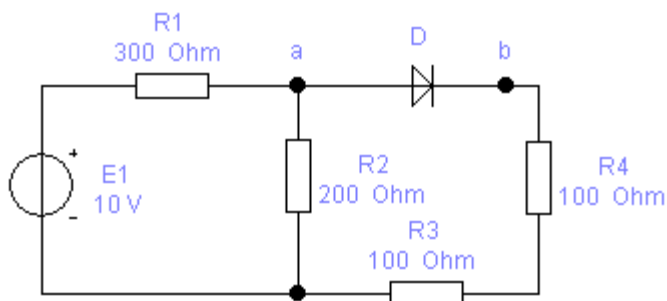


Рис.1. Исследуемая электрическая цепь

Анализ схемы проведем по теореме об эквивалентном источнике напряжения. Для этого преобразуем исходную схему (рис.2) и найдем $U_{ab\text{ xx}}$ и R_{ab} .

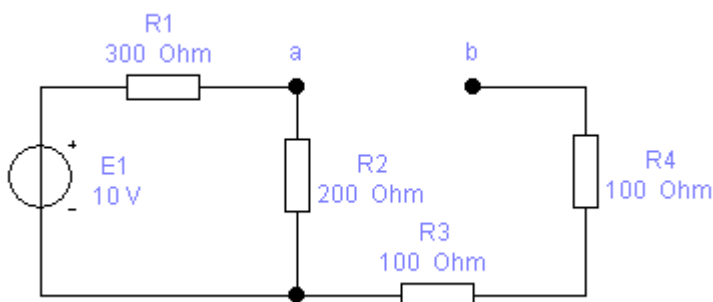
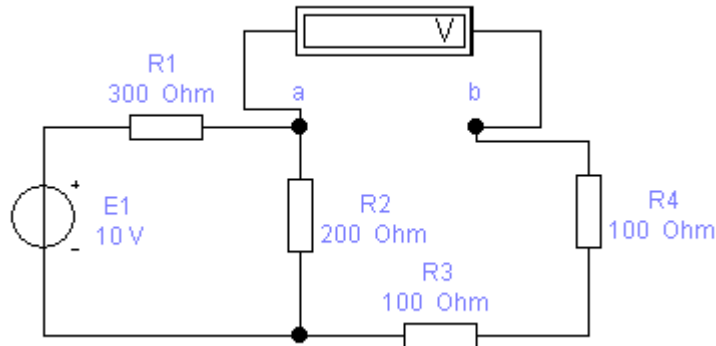


Рис.2. Преобразованная электрическая схема

Для определения $U_{ab \text{ xx}}$ можно, например, воспользоваться вольтметром (рис.3) или мультиметром. Для определения R_{ab} воспользуемся мультиметром, но при этом необходимо отключить источник напряжения E_1 .

Рис.3. Схема для определения $U_{ab \text{ xx}}$

В результате измерений получим следующие значения: $U_{ab \text{ xx}} = 4 \text{ В}$; $R_{ab} = 320 \text{ Ом}$.

2) Значения $U_{ab \text{ xx}}$ и R_{ab} определим по расчетным формулам:

$$R_{ab} = R_1 + \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4} = 300 + \frac{200 \cdot (100 + 100)}{200 + 100 + 100} = 320 \text{ (Ом)}.$$

$$U_{ab \text{ xx}} = E \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3 + R_4} = 10 \cdot \frac{200}{200 + 100 + 100} = 4 \text{ (В)}.$$

3) Согласно теореме об эквивалентном источнике напряжения исходную схему (рис.1) преобразуем в схему, показанную на рис.4.

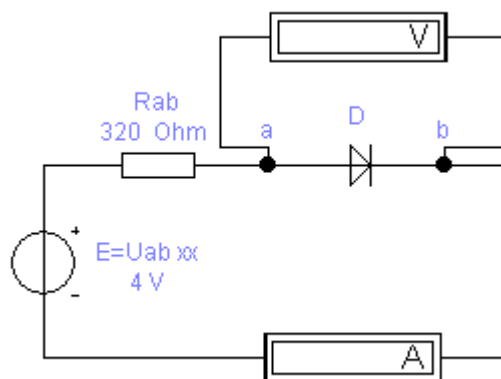


Рис.4. Преобразованная, согласно теореме электрическая схема

Из преобразованной схемы (рис.4), с помощью вольтметра и амперметра найдем ток и напряжение на диоде: $U_D = 0,7153 \text{ (В)}$, $I_D = 10,27 \text{ (мА)}$.

4) Определим значения тока в цепи и напряжение на диоде графическим способом. Для этого в одной системе координат можно построить

вольт – амперную характеристику (ВАХ) диода и линию нагрузки. Уравнение линии нагрузки имеет вид:

$$I = \frac{U_{ab} - U_{xx}}{R_{ab}}.$$

Эта линия строится по токам пересечения с осями координат:

$$I = \frac{U_{ab} - U_{xx}}{R_{ab}} \quad (A);$$

$$U_{ab} = \frac{U_{xx}}{R_{ab}} \quad (mA).$$

Точка пересечения ВАХ и линии нагрузки будет соответствовать искомым значениям тока и напряжения.

С помощью схемы, изображенной на рис.5 построим прямую ветвь ВАХ диода.

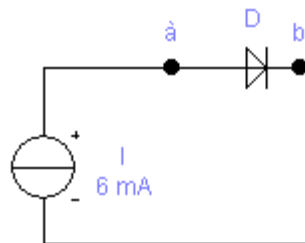


Рис.5. Схема для исследования прямой ветви ВАХ диода

Схема (рис.5) содержит источник тока (I) и диод (D). Исследование схемы будет производиться, используя меню Analysis пункт DC Sweep. Но перед этим введем нумерацию узлов (на рис.5 нумерация не показана). Нумерация задается из меню Circuit пункт Schematic Options. В этом пункте выбирается закладка Show/Hide и устанавливается метка напротив команды Show Nodes. Таким образом нумеруются все узлы схемы.

В диалоговом окне пункта DC Sweep задаются параметры источников при исследовании схемы по постоянному току, причем в схеме могут использоваться два источника напряжения или тока. В схеме на рис.5 имеется один источник тока. Для источника задается начальное (Start value) и конечное (Stop value) значения изменяемой величины. Кроме этого задается шаг изменения величины (Increment). Для схемы на рис.5 эти значения соответствуют: 0,006 (A); 0,02 (A) и 0,002 (A). В окне Output node указывается номер узла, в котором измеряется напряжение как функция от тока генератора (I).

Результаты моделирования показаны на рис.6. Для полученного графика задаются параметры изображения (кнопка Properties). К параметрам относятся: атрибуты заголовка изображения, атрибуты координатных осей и выводимой линии.

Кнопка Toggle Cursor позволяет вывести числовые значения для двух визирных линий. В частности на рис.6 показана визирная линия в точке пересечения ВАХ с линией нагрузки. Числовые значения этой точки:

$I_1 = 10,27$ (мА); $U = 0,7153$ (В). Эти значения соответствуют значениям, измеренным в пункте 3.

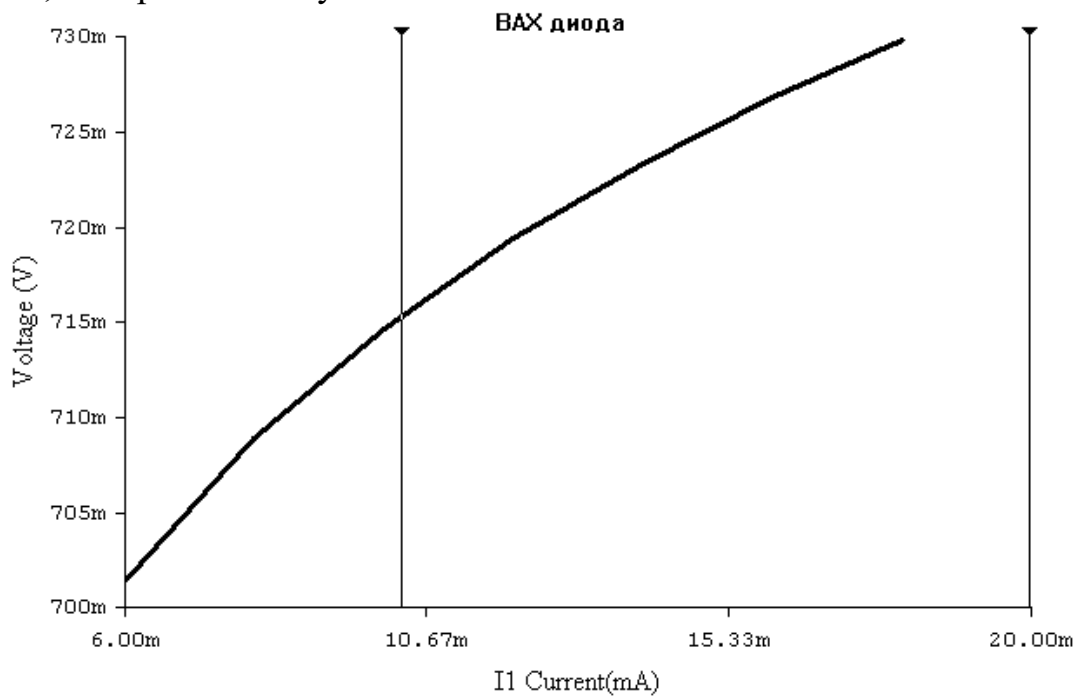


Рис.6. Прямая ветвь ВАХ диода

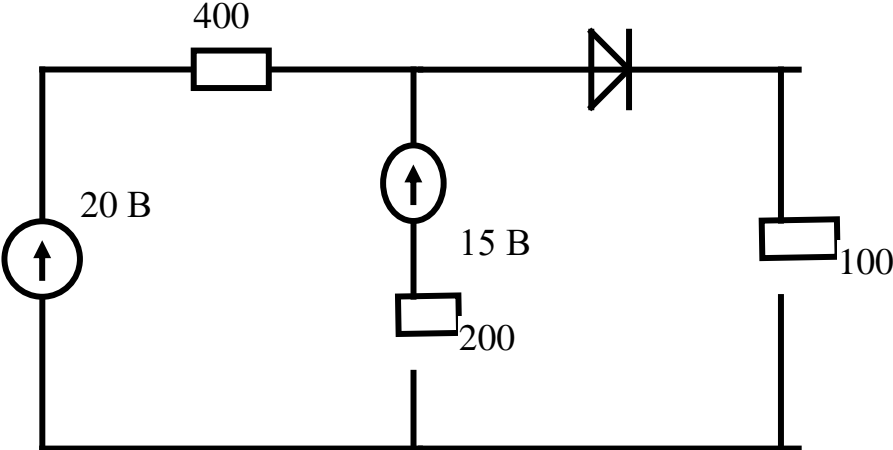
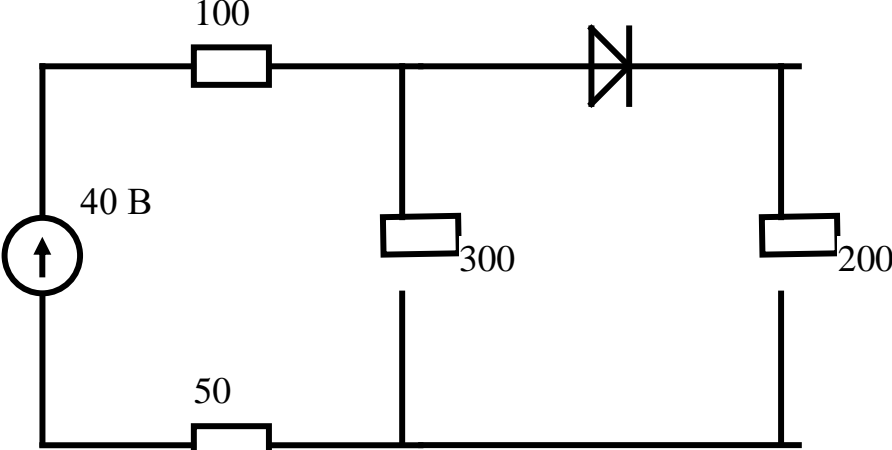
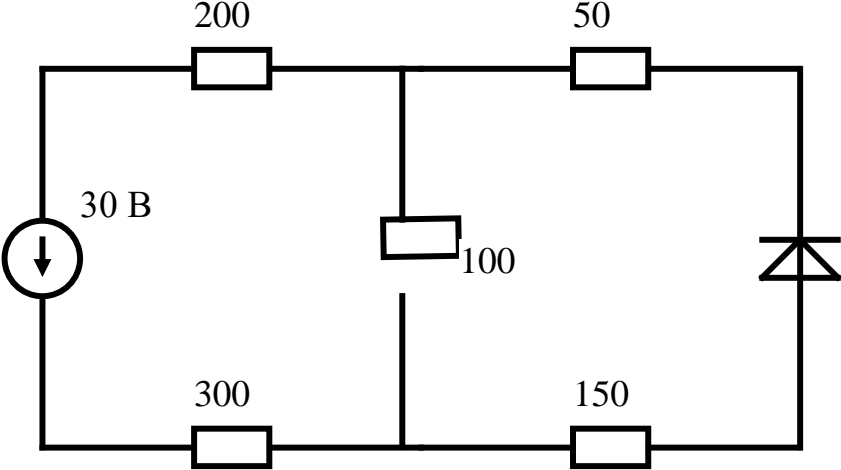
- 5) Выводы, которые можно сделать из приведенных расчетов: ток в цепи и напряжение на диоде соответствуют значениям $I_D = 10,27$ (мА), $U_D = 0,7153$ (В).

В преобразованной схеме (рис.4) источник напряжения соответствует $E=4$ В. Часть этого напряжения падает на диоде $U_D = 0,7153$ В, а часть на сопротивлении R_{ab} :

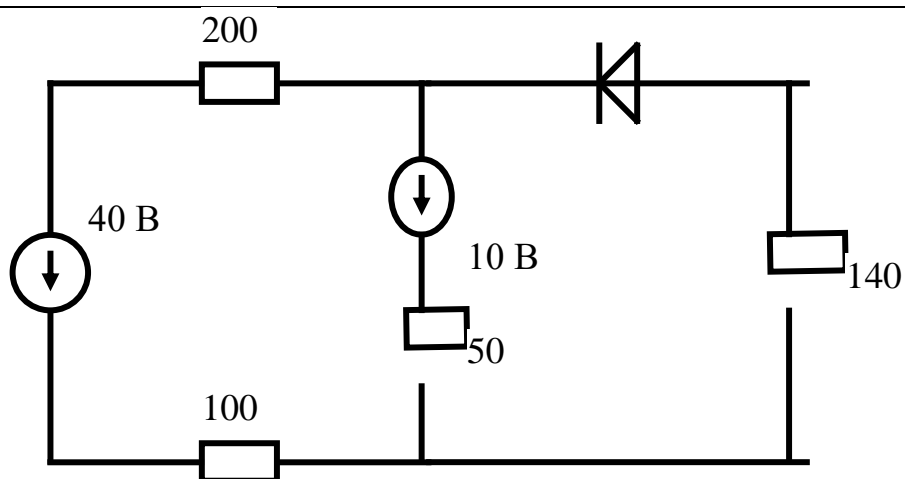
$$U_R = R_{ab} \cdot I_D = 320 \cdot 0,01027 = 3,2864 \text{ (В)}.$$

$$\text{Таким образом } E = U_R + U_D = 3,2864 + 0,7153 = 4,0017 \text{ (В)}.$$

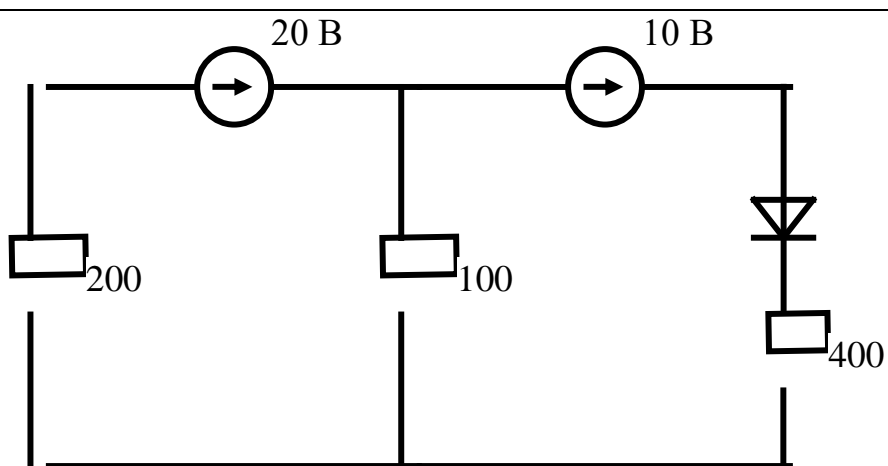
Варианты

№	Исследуемая электрическая цепь
1	 <p>Circuit diagram for Variant 1: A DC circuit with three parallel branches connected to a common top and bottom rail. The left branch contains a 20 V DC voltage source (represented by a circle with an upward arrow). The middle branch contains a 15 V DC voltage source (circle with upward arrow) in series with a 200 resistor. The right branch contains a 400 resistor in series with a diode (pointing right) in series with a 100 resistor.</p>
2	 <p>Circuit diagram for Variant 2: A DC circuit with three parallel branches connected to a common top and bottom rail. The left branch contains a 40 V DC voltage source (circle with upward arrow) in series with a 100 resistor. The middle branch contains a 300 resistor. The right branch contains a diode (pointing right) in series with a 200 resistor. A 50 resistor is connected in parallel between the top and bottom rails, positioned to the left of the middle branch.</p>
3	 <p>Circuit diagram for Variant 3: A DC circuit with three parallel branches connected to a common top and bottom rail. The left branch contains a 30 V DC voltage source (circle with downward arrow) in series with a 200 resistor. The middle branch contains a 100 resistor. The right branch contains a 50 resistor in series with a diode (pointing left) in series with a 150 resistor. A 300 resistor is connected in parallel between the top and bottom rails, positioned to the left of the middle branch.</p>

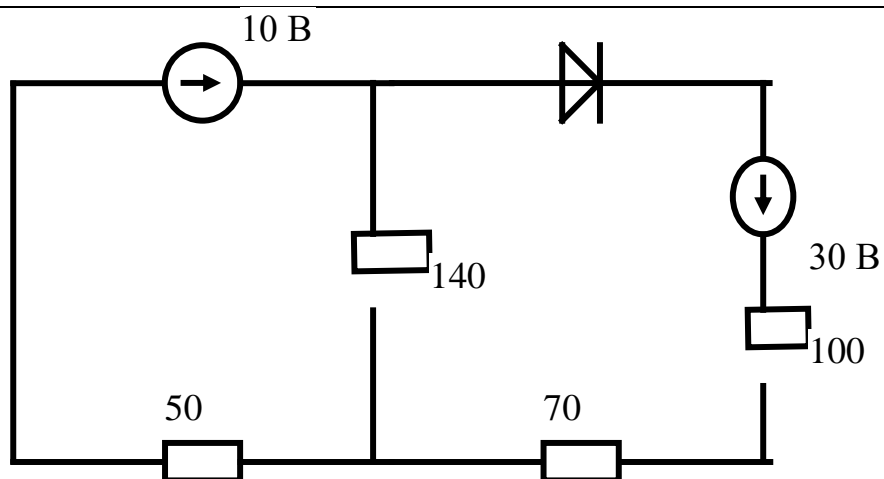
4



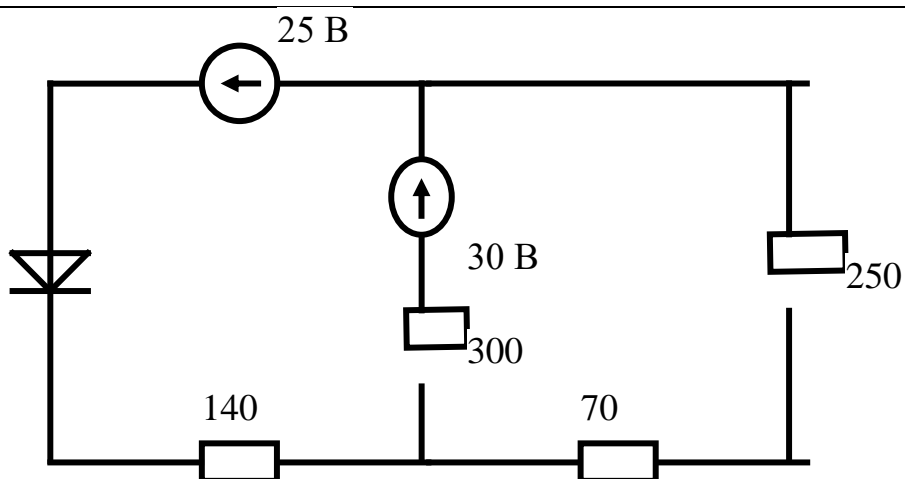
5



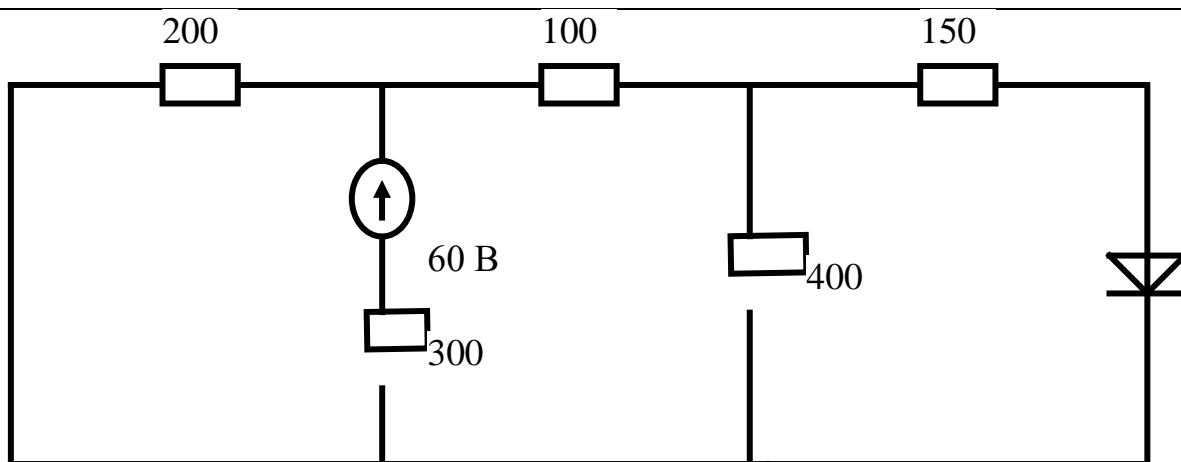
6



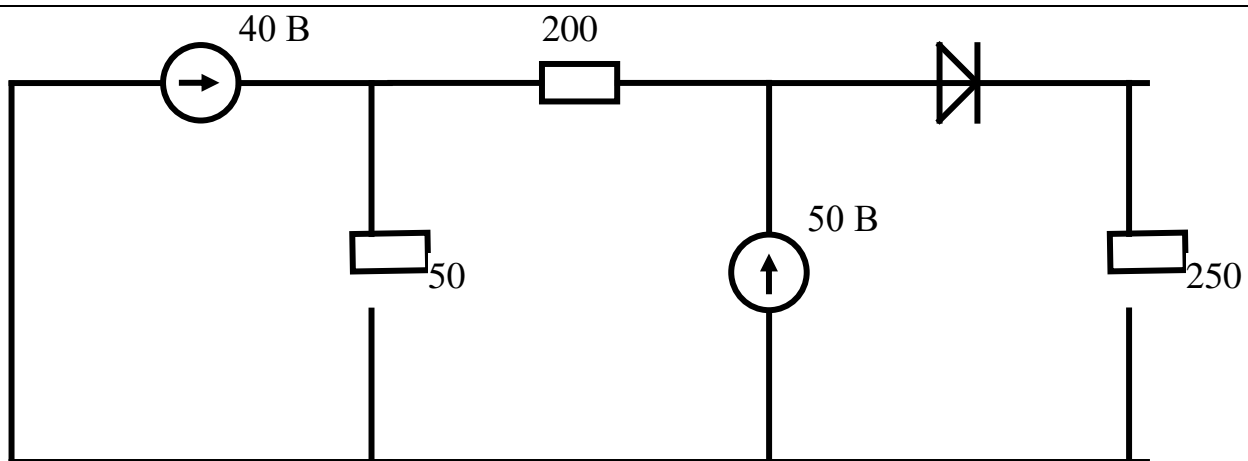
7



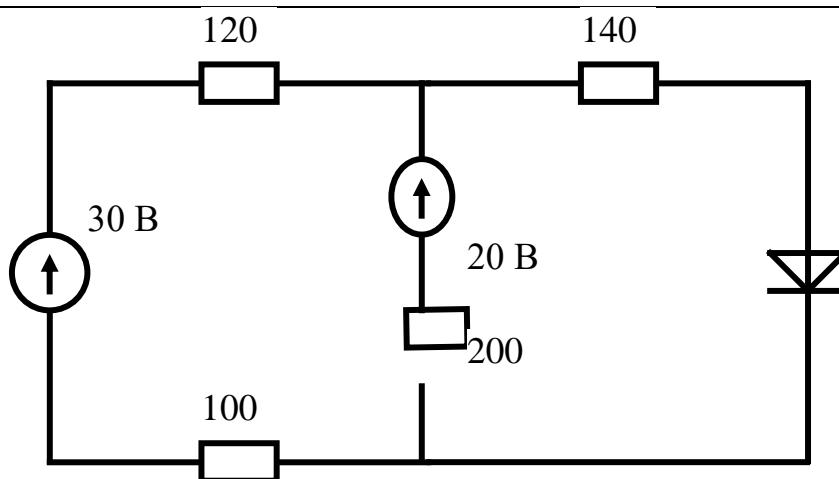
8



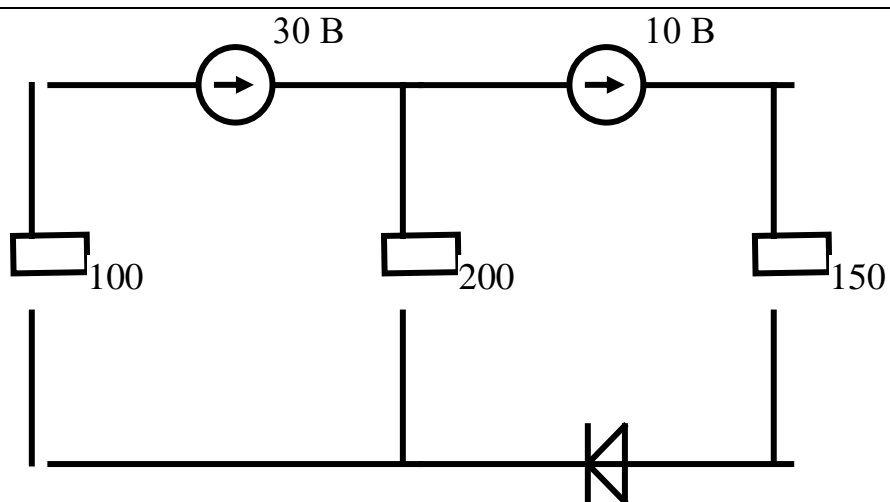
9



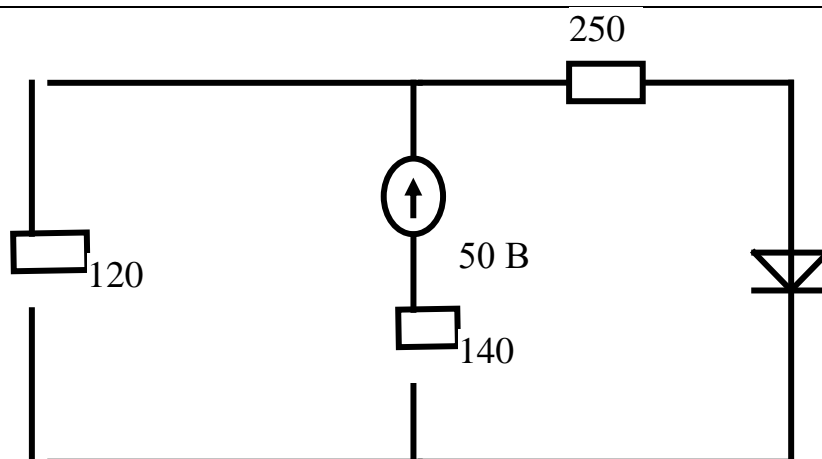
10



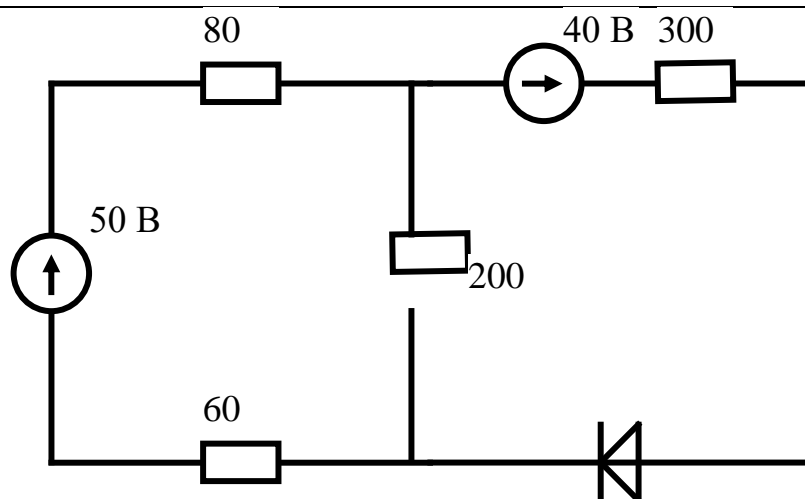
11



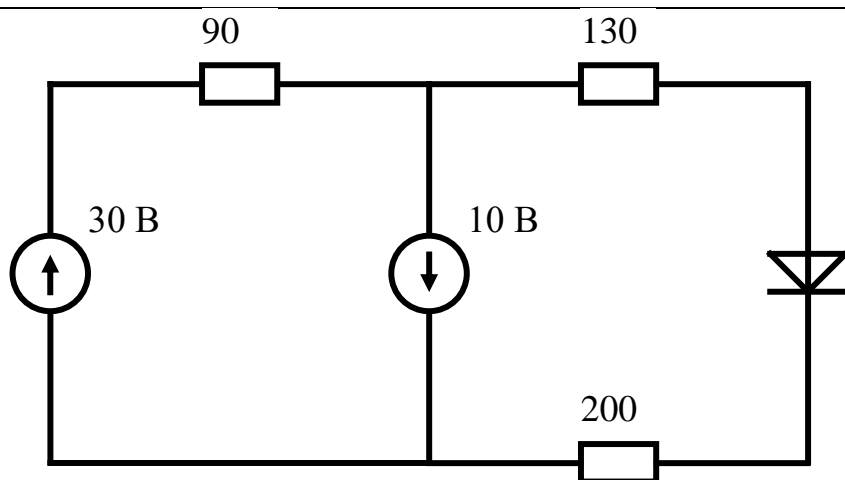
12



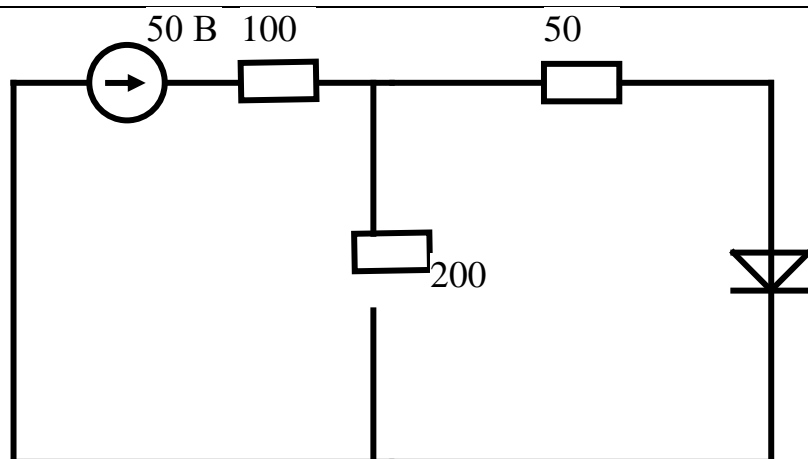
13



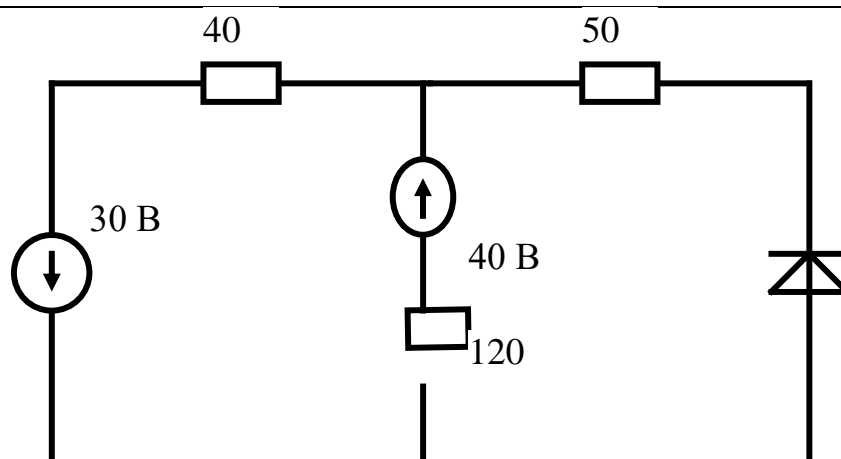
14



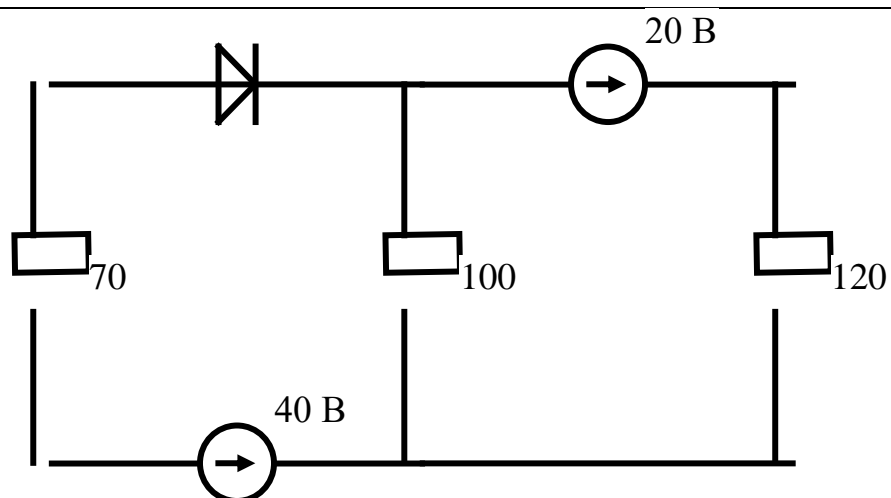
15



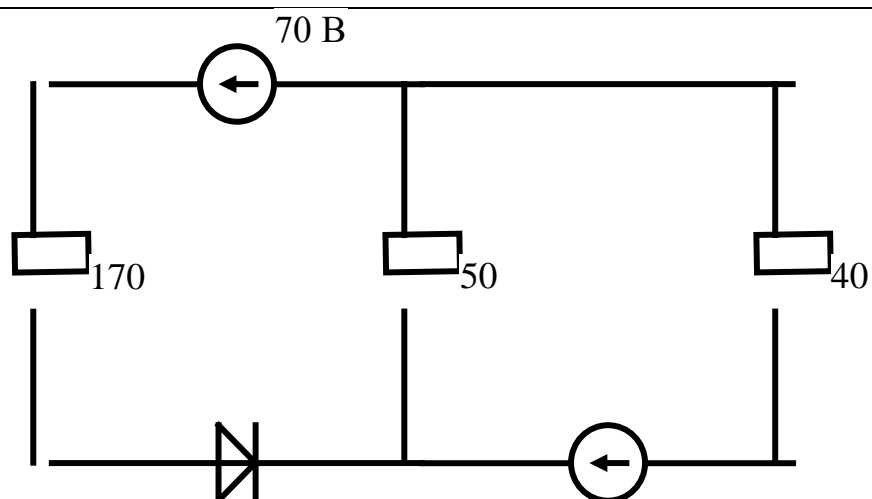
16



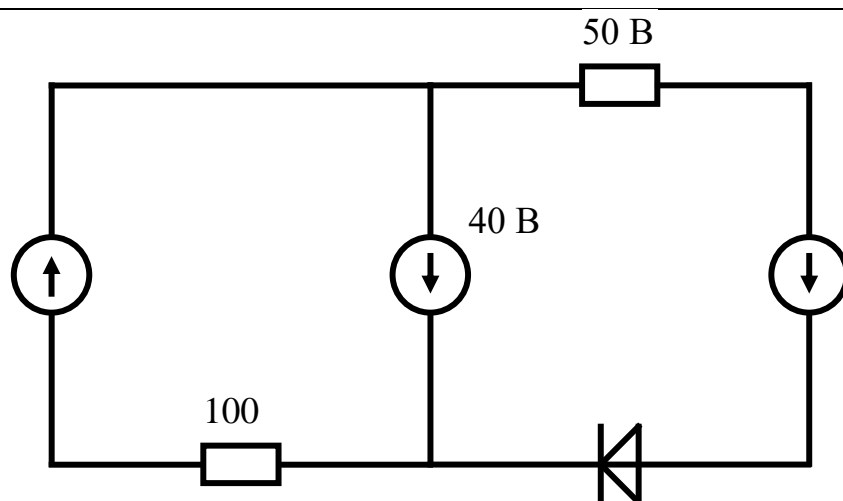
17



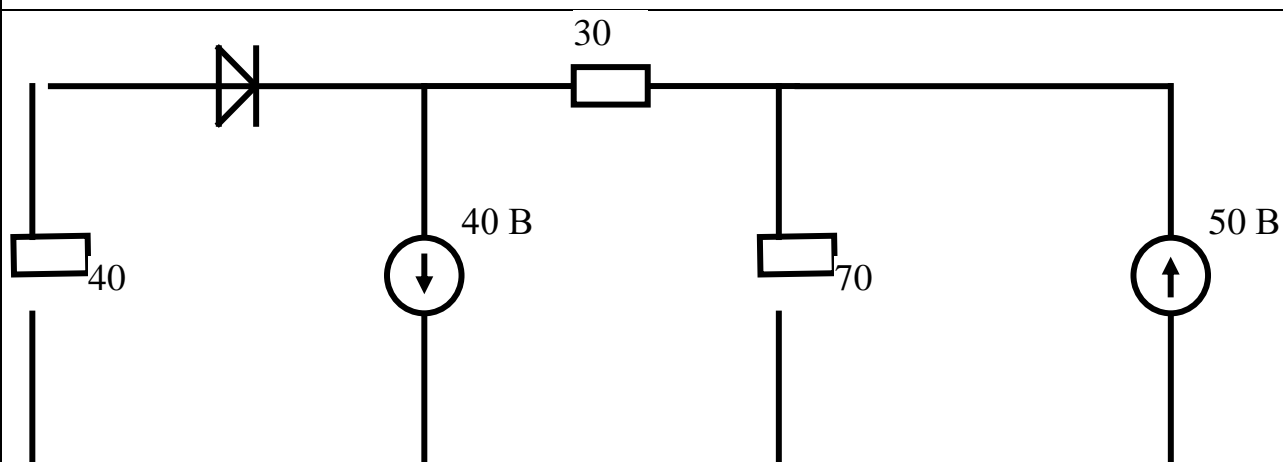
18



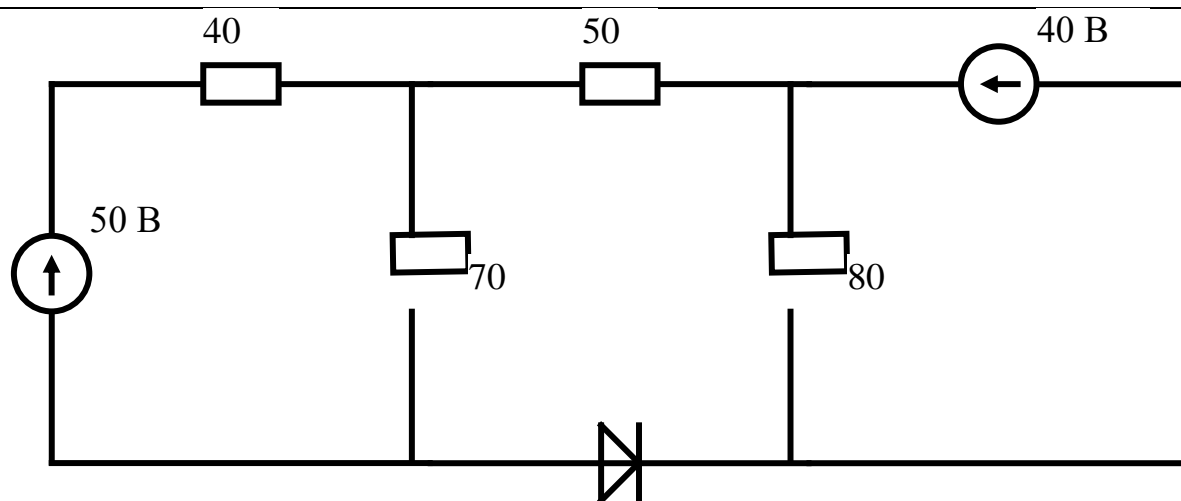
19



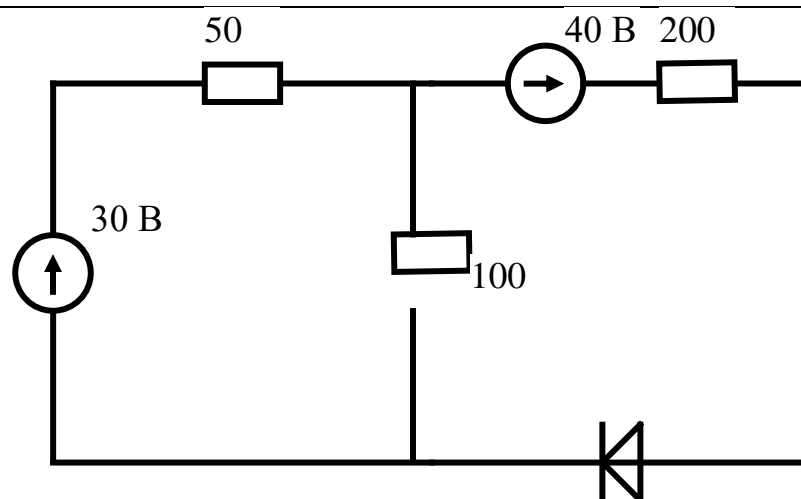
20



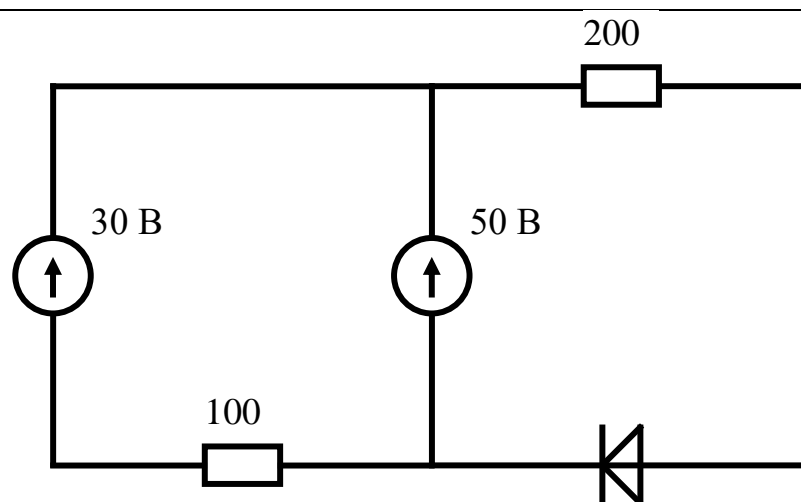
21



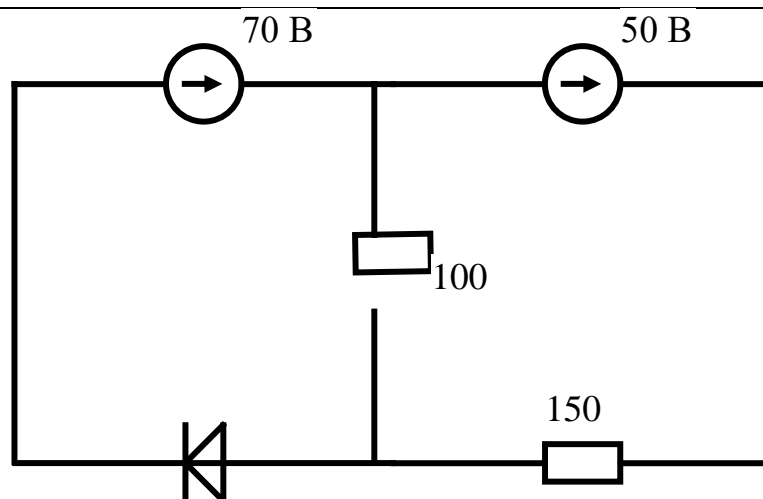
22



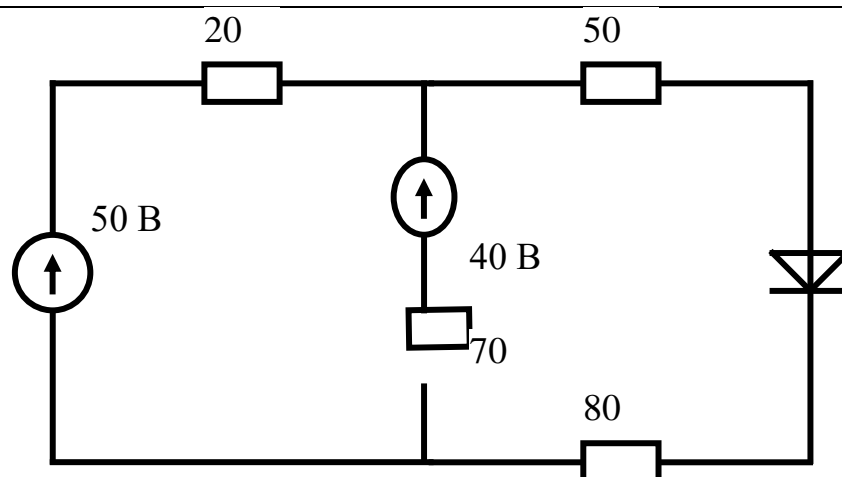
23



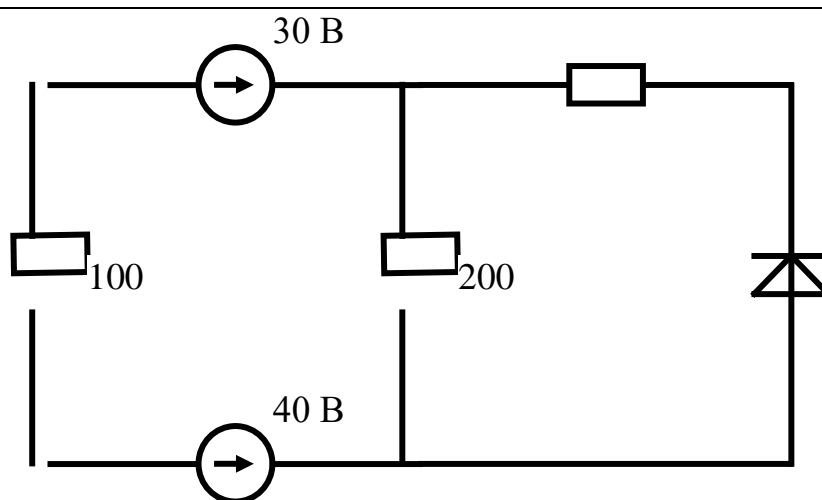
24



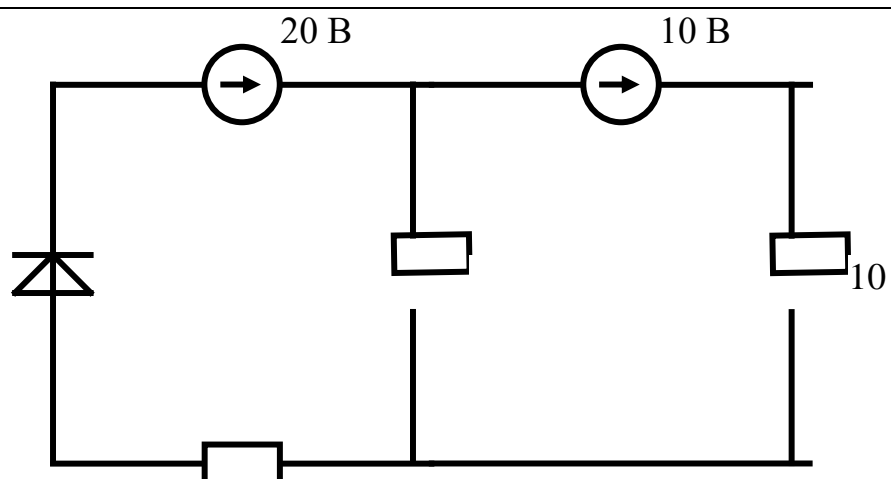
25



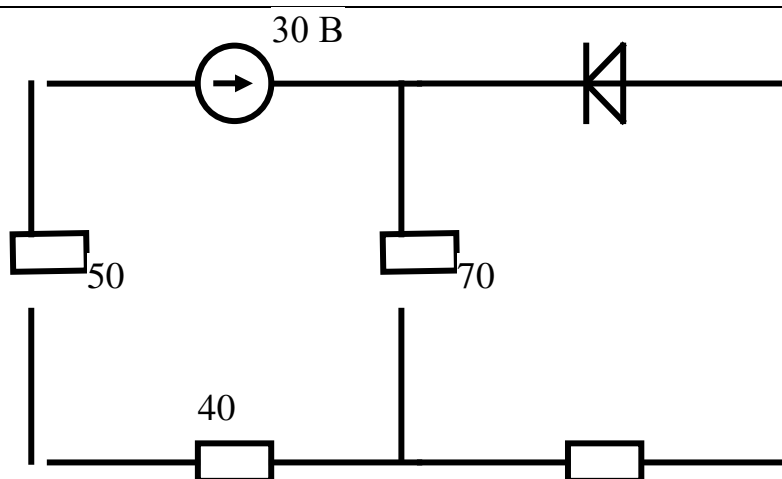
26



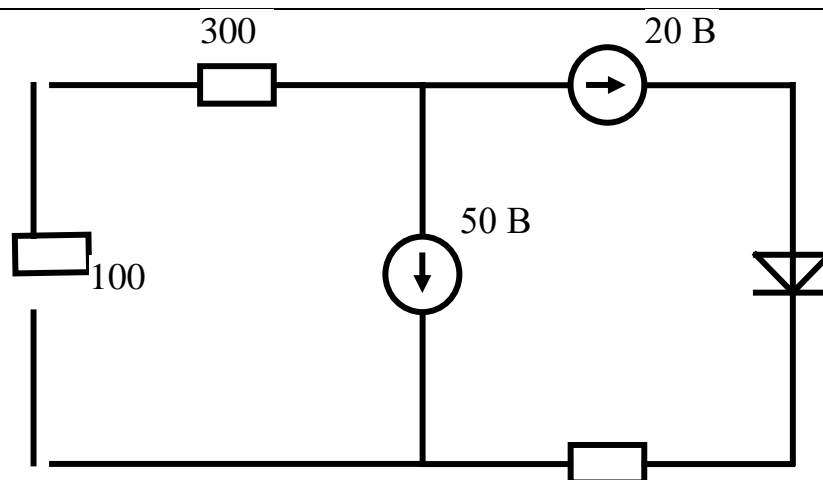
27



28



29



30

