

Время выполнения заданий – 240 минут

Максимальное количество баллов - 100

**Теоретическая часть (количество баллов – 60)**

**Задача 1.**

(Максимум – 15 баллов).

В современных системах передачи электрической энергии и в сфере инфокоммуникационных технологий широко используются трансформаторы. Простейший трансформатор позволяет передавать электрическую энергию от одной электрической цепи к другой при сохранении мощности, но с изменением напряжения. Трансформатор состоит из двух обмоток, индуктивно связанных между собой с помощью магнитопровода (см. рисунок).

Принцип работы устройства:

1. при изменении электрического тока первичной обмотки в магнитопроводе наводится магнитный поток;
2. магнитный поток передаётся по магнитопроводу в неизменном виде от первичной обмотки ко вторичной;
3. при изменении магнитного потока во вторичной обмотке наводится ЭДС за счёт действия магнитной индукции.

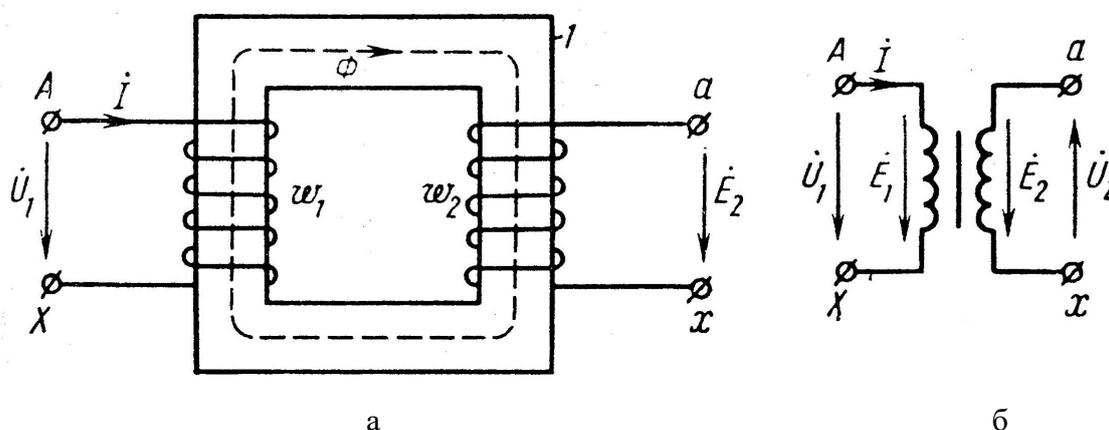


Рис. 1. Способ подключения трансформатора к электрическим цепям (а) и обозначение трансформатора на электрической схеме (б)

Пусть в идеальном трансформаторе количество витков первичной обмотки равно  $w_1 = 250$ , во второй  $w_2 = 1000$ . Ко вторичной обмотке подключено сопротивление 200 Ом. Сопротивлением обмоток можно пренебречь. В течение 10 мкс напряжение в первичной обмотке  $U_1$  равномерно изменилось на 100 В.

Дайте ответ в следующей форме (приведите решение):

- 1) ЭДС во вторичной обмотке изменилась на \_\_\_ В (округлите до целых);
- 2) ток во вторичной обмотке изменился на \_\_\_ А (округлите до целых);

3) электрическая мощность во вторичной обмотке в конечный момент времени равна \_\_\_ Вт (округлите до целых).

Ответ: 400; 2; 800

**Задача 2.**

(Максимум – 15 баллов).

Электрическая цепь, представленная на рисунке 2, состоит из 7 одинаковых резисторов с сопротивлением  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = R_7 = 1 \text{ Ом}$  и ключа К. Напряжение между клеммами  $U = 5 \text{ В}$ . Сопротивление проводов в цепи пренебрежительно мало.

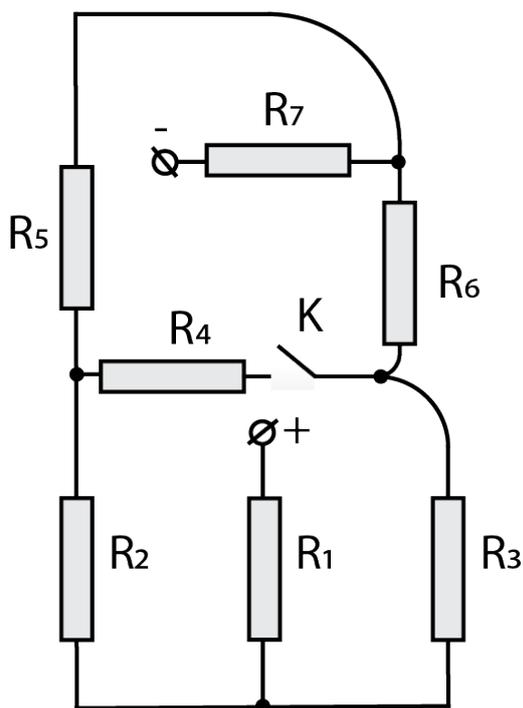


Рис.2. Электрическая цепь

Дайте ответ в следующей форме (приведите решение):

1) эквивалентное сопротивление  $R_{\text{эKB1}}$  цепи до замыкания ключа К равно \_\_\_ Ом (округлите до целых);

2) эквивалентное сопротивление  $R_{\text{эKB2}}$  цепи после замыкания ключа К равно \_\_\_ Ом (округлите до целых);

3) после замыкания ключа К вместо резисторов  $R_2$  и  $R_6$  в цепь подключили конденсаторы  $C_1$  и  $C_2$ , соответственно, с ёмкостями  $C_1 = 1 \text{ мкФ}$  и  $C_2 = 2 \text{ мкФ}$ .

На конденсаторе  $C_1$  установится заряд  $q_1 = \_\_ \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$  (округлите до целых),

На конденсаторе  $C_2$  установится заряд  $q_2 = \_\_ \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$  (округлите до целых).

Ответ: 3, 3, 2 и 4

Задача 3

(Максимум – 15 баллов).

В некоторой Подсолнечной системе находятся разные планеты, заселенные разными народами, между которыми налажена торговля различными товарами. Пилоту торгового космического корабля необходимо доставить товары от планеты Нару до планеты Керрумий и сделать это как можно быстрее. Торговый космический корабль движется с постоянной скоростью. У пилота торгового космического корабля есть цифровая карта Подсолнечной системы, на которой указано расстояние в десятичной системе счисления (в парсеках) между планетами и по которой можно спланировать маршрут из одной точки в другую (рисунок 3). Проблема заключается в том, что карта была повреждена вредоносным компьютерным червем “Верд” и теперь расстояние между некоторыми планетами закодировано в десятичной, восьмеричной и шестнадцатеричной системах счисления, а значения некоторых разрядов этих чисел умышленно потеряны и обозначены символом “@”. Поврежденные данные о расстоянии между планетами представлены в таблице 1, пилоту повезло, что расстояние Y не подверглось действию компьютерного червя и представлено во всех доступных системах счисления. Восстановите исходные данные, найдите кратчайший маршрут от планеты Нару до планеты Керрумий и в ответ запишите его длину в десятичной системе счисления в парсеках.

Таблица 1.

Основание системы счисления, в которой закодировано расстояние	Закодированное расстояние X (парсек)	Закодированное расстояние Y (парсек)	Закодированное расстояние Z (парсек)	Закодированное расстояние T (парсек)
10	@2@2	4080	@@2	@9@2
8	2@5@	7760	10@@	3@1@
16	@E@	FF0	@0A	@@C

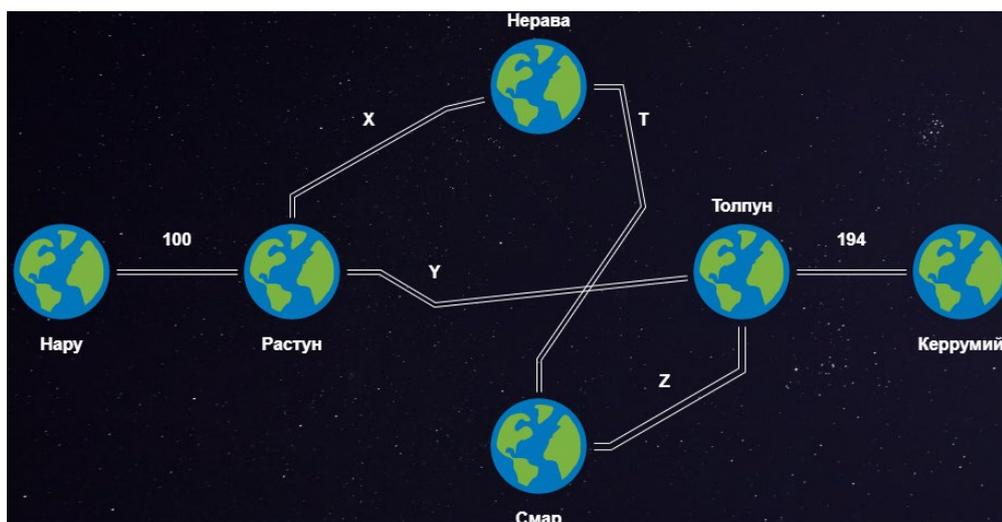


Рис. 3. Карта Подсолнечной системы

Ответ: 4010

Задача 4

(Максимум – 15 баллов).

На планете Лязме случилась вспышка нового заболевания. Для лечения нового вируса ученые планеты создали устройство, схема которого представлена на рисунке 4. Точки 1-4 обозначают приемопередатчики, которые могут получать или передавать информацию. Между каждой парой приемопередатчиков есть некая логическая переключательная схема по которой передаются сигналы. Буквами в данной схеме обозначены некоторые логические функции, которые замыкают или размыкают контакт (1 – контакт замкнут, 0 – контакт разомкнут). Запись “!Z” означает инверсию логической переменной Z. Устройство, представленное на схеме, оказалось слишком дорогим для производства, т.к. содержит слишком много логических функций.

Упростите данное устройство и запишите упрощенные логические функции для каждой пары приемопередатчиков.

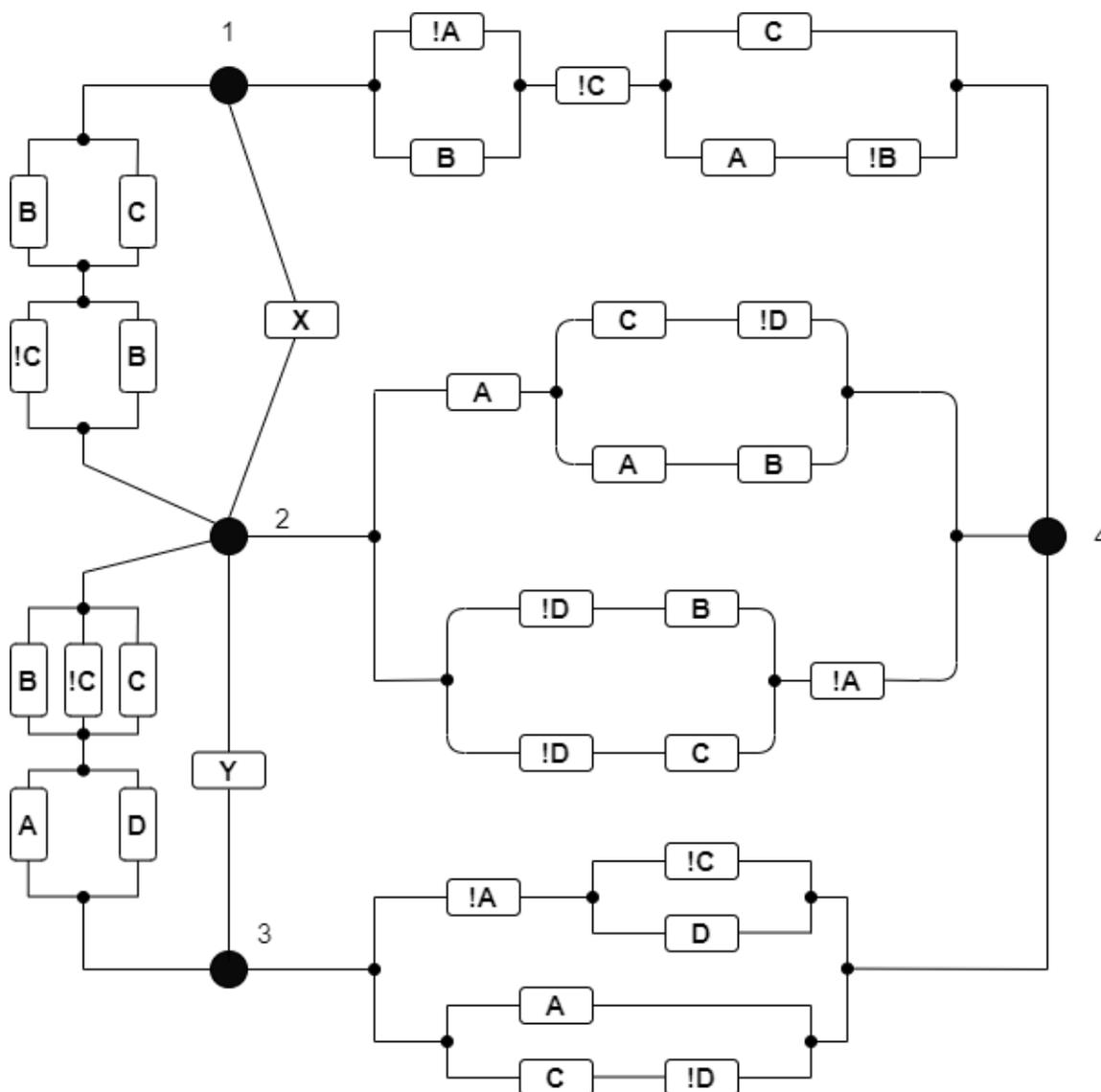


Рис. 4. Схема устройства

Ответ:

1=2: B, X

2=3: A+D, Y

1=4: 0

2=4:  $C \cdot \bar{D} + A \cdot B + \bar{A} \cdot B \cdot \bar{D}$

3=4: 1

### Практическая часть (количество баллов – 40)

#### Задание 5

С помощью виртуальной среды на сайте tinkercad.com реализовать следующие задачи:

#### Уровень 1.

(Максимум – 10 баллов).

Упростите, приведенную ниже логическую функцию и соберите ее схему на макетной плате, используя микросхемы логики.

$$(a\bar{b}\bar{c}) \vee (\bar{a}\bar{b}\bar{c}) \& (a\bar{b}b\bar{c})$$

Реализуйте все комбинации входных сигналов. Входные сигналы необходимо подавать, используя dip переключатели. Для каждого переключателя добавьте в виде аннотации название переменной, за которую он отвечает. В аннотации к схеме напишите результат упрощения функции, используя следующие обозначения: инверсия «!», конъюнкция «&», дизъюнкция «|». Выходные сигналы схемы подключите к светодиодам. Пример подключения входных сигналов и вывода аннотации приведен на рисунке 5:

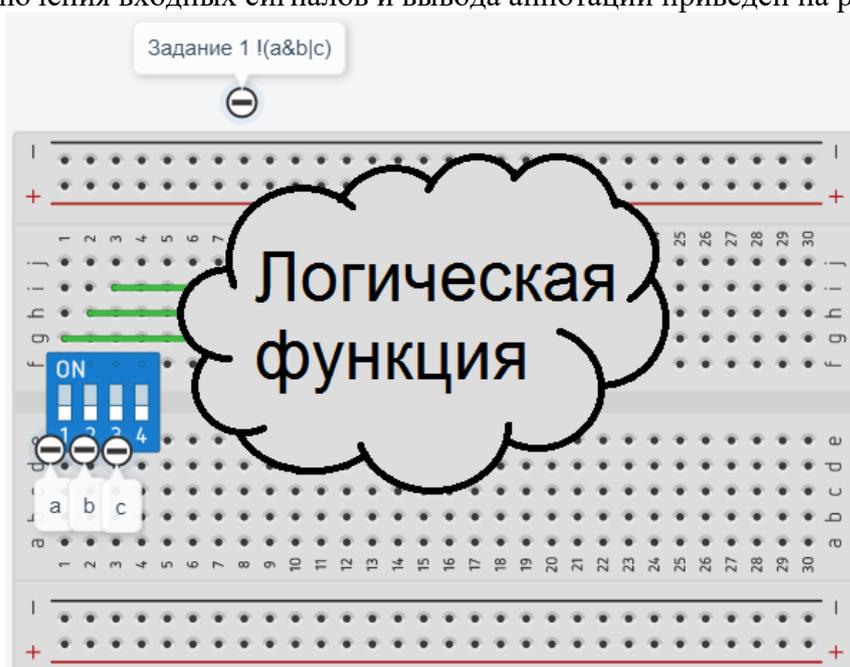


Рис. 5. Пример подключения входных сигналов и вывода аннотации

**Уровень 2.**  
**(Максимум – 10 баллов).**

Не изменяя схему, созданную в первой части задания, преобразуйте упрощенную логическую функцию в базис И-НЕ и соберите ее на новой макетной плате.

Реализуйте все комбинации входных сигналов. В аннотации к схеме напишите результат изменения упрощенной функции в базис И-НЕ. Пример подключения входных и выходных сигналов аналогичен первой части задания.

**Задание 6**

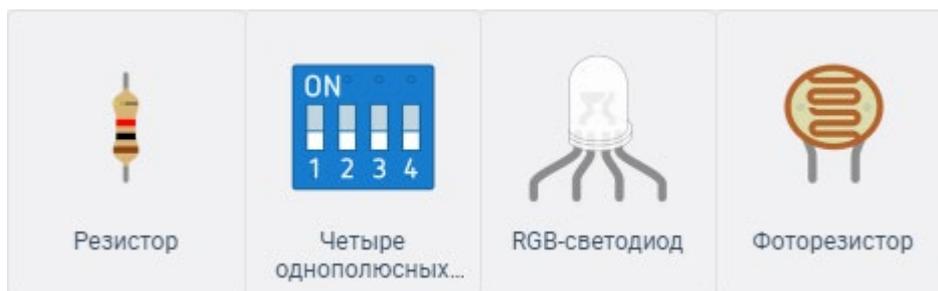
С помощью виртуальной среды на сайте tinkercad.com и эмулятора Arduino реализовать следующие задачи:

**Уровень 1.**  
**(Максимум – 10 баллов).**

Дан четырехпозиционный DIP переключатель (синий) и 1 RGB светодиод. При включении только первого переключателя – включить красный цвет на светодиоде. При включении только второго переключателя – включить синий цвет на светодиоде. При включении только третьего переключателя – включить зеленый цвет на светодиоде. При одновременном включении нескольких переключателей с первого по третий – одновременно мигать с задержкой 400 миллисекунд соответствующими цветами светодиодов.

**Уровень 2.**  
**(Максимум – 10 баллов).**

В схему, созданную в задании 1, необходимо дополнительно подключить еще 3 фоторезистора. При включении четвертого переключателя, вне зависимости от положения других переключателей, необходимо изменять яркость включенных цветов на светодиодах в соответствии с получаемыми значениями от фоторезисторов (каждый фоторезистор устанавливает яркость одному из цветов светодиода).



*Рис. 6. Изображения элементов, используемых в задании*