

Олимпиада «Высшая проба» проводится при поддержке Сбера, приветствуем участников соревнования!



Сбер – лидер по созданию инноваций, которые эффективно интегрируются в жизнь людей.

Поздравляем – ты являешь участником заключительного этапа олимпиады по направлению «Инженерные науки».

Вперед к наукоемким технологиям! Желаем тебе блистательной победы!

Время выполнения – 200 минут.

Пишите разборчиво. Ответ пишите на странице с соответствующим номером вопроса. Если используете дополнительный лист, обязательно напишите об этом на основном листе ответа. Если не знаете ответа, ставьте прочерк. Черновики не оцениваются.

Нахождение каждого ответа должно сопровождаться подробной аргументацией. Участником должны быть приведены необходимые для объяснения логики решения рисунки, формулы, аналитические обоснования.

Приступая к выполнению заданий, вы подтверждаете, что профиль и класс заданий соответствуют сведениям, указанным вами при регистрации.

(Максимальное количество баллов – 100)

Задача 1 (Максимум – 25 баллов).

В учебном кампусе проектируют ориентированную оптоволоконную сеть между четырьмя узлами связи №1, №2, №3 и №4. Наличие канала задано логическими выражениями: если выражение истинно (равно 1), то ребро существует, иначе — нет. Дано: $A=1$, $B=0$, $C=1$, $D=0$. Операции: $*$ — И, $+$ — ИЛИ, $\oplus$ — XOR, $\neg$ — НЕ. Элементы главной диагонали

Матрица (логические выражения):

	1	2	3	4
1	$(A \oplus B) * C$	$(A + C) * \neg D$	$(B + D) \oplus A$	$(\neg B) * C$
2	$(A * D) + C$	$\neg(A * B)$	$(A \oplus C) * D$	$(B + C) + D$
3	$(\neg D) \oplus (A * B)$	$(A + D) * C$	$(\neg A) + D$	$(A \oplus B) + C$
4	$(B \oplus D) + A$	$(C * D) \oplus A$	$\neg(B + D)$	$(A * C) + \neg B$

Если ребро существует, то его вес (в часах) задан в двоичной системе. Для отсутствующих рёбер вес равен 0.

Матрица весов (в двоичной системе):

	1	2	3	4
1	0_2	101101_2	10010_2	11101_2
2	100111_2	0_2	0_2	1100_2
3	101011_2	1110_2	0_2	10011_2
4	11010_2	111001_2	1010_2	0_2

Ответьте на вопросы:

- 1) По логическим выражениям определите количество ориентированных рёбер в графе (без петель).
- 2) Переведите все ненулевые веса в десятичную систему и найдите максимальный вес ребра.
- 3) Найдите максимальную и минимальную степень вершин и запишите число, полученное конкатенацией max и min.
- 4) Найдите общий вес графа (сумма весов всех существующих рёбер в десятичной системе).
- 5) Определите минимальный вес пути из узла 1 в узел 4.

В ответы вносите целые числа, полученные при решении.

Задача 2 (Максимум – 25 баллов).

В лабораторном макете для исследования оптического интерферометрического сенсора используется схема представленная на рисунке 1. Номиналы сопротивлений $R_1 = 4 \text{ кОм}$, $R_2 = 1,5 \text{ кОм}$, $R_3 = 4 \text{ кОм}$, $R_4 = 3,3 \text{ кОм}$, $R_5 = 1,5 \text{ кОм}$, $R_6 = 7 \text{ кОм}$, $R_7 = 6 \text{ кОм}$, $R_8 = 12 \text{ кОм}$.

Номиналы емкостей конденсаторов $C_1 = 0,4 \text{ мкФ}$, $C_2 = 20 \text{ нФ}$, $C_3 = 30 \text{ нФ}$. Напряжение источника ЭДС $U = 15 \text{ В}$. В рамках калибровки сенсора необходимо определить значения электрических параметров схемы для установившегося режима (после завершения переходных процессов).

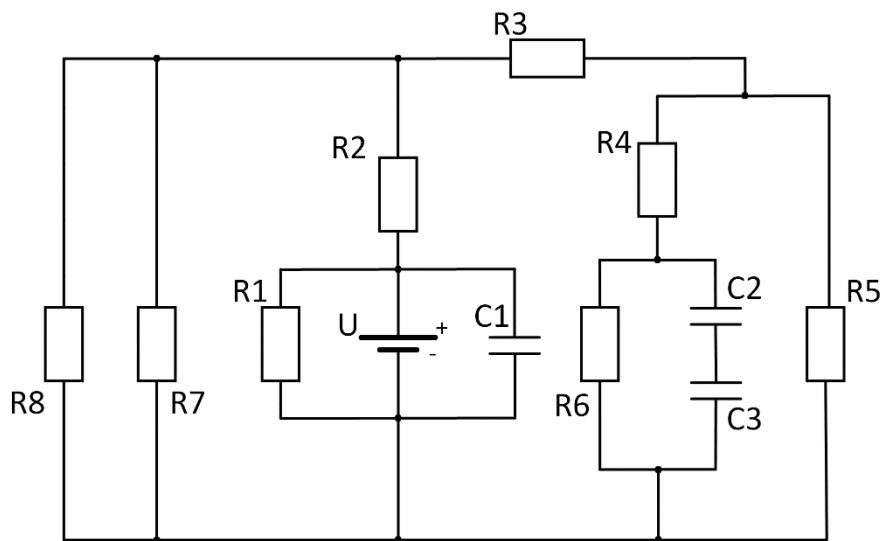


Рисунок 1. Электрическая схема.

Вопросы:

1. Определите значение тока через источник U .
2. Определите падение напряжения на конденсаторе C_1 .
3. Определите падение напряжения на сопротивление R_7 .
4. Определите ток через сопротивление R_6 .
5. Определите заряд (Q_2) на конденсаторе C_2 .
6. Определите энергию (W_3) конденсатора C_3 .

Задача 3 (Максимум – 25 баллов).

На заводе работает конвейер, создающий вибрацию, которая генерирует звуковую волну определённой частоты. Пять сенсоров (S1–S5) расположены вдоль конвейера с шагом 1 метр. Каждый сенсор измеряет амплитуду вибрации (целое число от 0 до 7), которая пропорциональна уровню звукового давления в данной точке. Контроллер преобразует показания в битовую матрицу В размером 5×3 (строка – двоичный код уровня, 3 бита, старший слева).

Логический блок контроллера анализирует не сами уровни, а паттерны в матрице В и определяют значение трёх флагов за 1, если выполнены соответствующие условия:

- Флаг «Резонанс»: $R = 1$, если хотя бы в двух соседних строках матрицы В все три бита совпадают.
- Флаг «Скачок»: $J = 1$, если сумма первых битов всех строк больше суммы последних битов всех строк.
- Флаг «Разбаланс»: $D = 1$, если количество строк, где средний бит равен 1, отличается от количества строк, где крайние биты дают сумму 1.
- Флаг «Колонка»: $C = 1$, если в каждом столбце матрицы В количество единиц чётно.

Сигнал остановки конвейера STOP формируется как:

$$STOP = ((R \rightarrow J) \vee (D \wedge \neg C)) \rightarrow ((\neg R \wedge C) \vee (J \rightarrow D))$$

В момент проверки сенсоры показали уровни (в десятичной системе), которые занесены в таблицу 1.

Таблица 1	
Сенсор	Уровень
S1	5
S2	2
S3	7
S4	4
S5	1

Задания:

- 1) Постройте матрицу В по указанным данным, определите значения флагов. Остановится ли конвейер?
- 2) Известно, что звуковая волна имеет длину волны $\lambda = 4$ м. Сенсоры расположены вдоль направления распространения волны. Определите, в какой фазе находится колебание в точке S3 относительно точки S1. Ответ выразите в градусах.
- 3) Найдите равносильную заданной булевой функции STOP в виде минимальной дизъюнкции конъюнктов. Определите количество бит в матрице В, для которых справедливо «если изменить значение бита, то сигнал STOP изменился на противоположный».

Задача 4 (Максимум – 25 баллов).

По широкой реке, скорость течения которой составляет $U = 2_{10}$ км/ч, движутся два патрульных катера. Катер А поднимается по течению вверх, катер В идет вниз по течению. В начальный момент времени с катера А запускается дрон-разведчик. Он начинает непрерывно курсировать между катерами, пока те не встретятся.

Известно, что скорость патрульных катеров в стоячей воде $V = 12_{16}$ км/ч, скорость дрона относительно воздуха $V_{\text{дрон}} = 11110_2$ км/ч. Начальное расстояние между катерами А и В по реке составляет $L = 74_8$ км.

Найдите:

1. Время полёта дрона до первой встречи с катером В.
2. Расстояния, пройденные дроном до встречи с катером В и обратно до катера А.
3. Общий путь, пройденный дроном при старте с катера А.
4. Общий путь, пройденный дроном, если дрон стартовал бы с катера В.
5. Какое количество раз дрон сделает полный цикл перемещения при старте с катера А (катер А – катер В – катер А).

Ответы выразите в десятичной системе счисления.

Задача 5 (Максимум – 25 баллов).

Вы разрабатываете прототип системы для автоматического управления вентилирования помещения. Arduino Uno обрабатывает полученные данные об интенсивности освещения и принимает решение об регуляции открытия клапанов системы вентиляции, реализованных на базе сервоприводов.

На рисунке 2 представлена монтажная схема разработанного прототипа, она включает в себя микроконтроллер Arduino Uno, резисторы с сопротивлением $R1 = 300 \text{ Ом}$, $R2 = 500 \text{ Ом}$, $R3 = 3 \text{ кОм}$, $R4 = 600 \text{ Ом}$, $R5 = 3 \text{ кОм}$, $R6 = 300 \text{ Ом}$, идеальный вольтметр $V1$, идеальный амперметр $A1$, сервопривод, фоторезистор (погрешность показаний – 1%), два ключа $K1$ и $K2$ (изначально ключи разомкнуты, на схеме находятся в нижнем положении), а также монтажную плату и соединительные провода. На рисунке 3 представлен программный код, загруженный в память Arduino Uno.

Проанализируйте монтажную схему и программный код, и ответьте на следующие вопросы:

1. Перерисуйте монтажную схему в виде электрической схемы цепи (сервопривод из электрической схемы исключить). Чему равняется эквивалентное сопротивление делителя напряжения, составленного из резисторов (без учета фоторезистора)?
2. Чему равняется показания амперметра $A1$ и вольтметра $V1$ при замкнутом ключе $K1$ и разомкнутом ключе $K2$?
3. Поясните, какую функцию играет делитель напряжения, составленный из резисторов, при замкнутом ключе $K2$ и разомкнутом ключе $K1$? Как это отражено в программном коде?
4. Используя представленный код, поясните, как сформировано сообщение, которое отправляется в последовательный порт (должна быть пояснена каждая строчка кода, влияющая на формирование сообщения).
5. Учитывая, что при минимальном освещении фоторезистор передает на программный контроллер значение 1011, определите значения сопротивления фоторезистора, амперметра $A1$ при замкнутом ключе $K2$ и разомкнутом ключе $K1$, если сервопривод повернулся на 19 градусов относительно начального положения (когда ключ $K2$ разомкнут), а вольтметр $V1$ показывает 203 мВ.

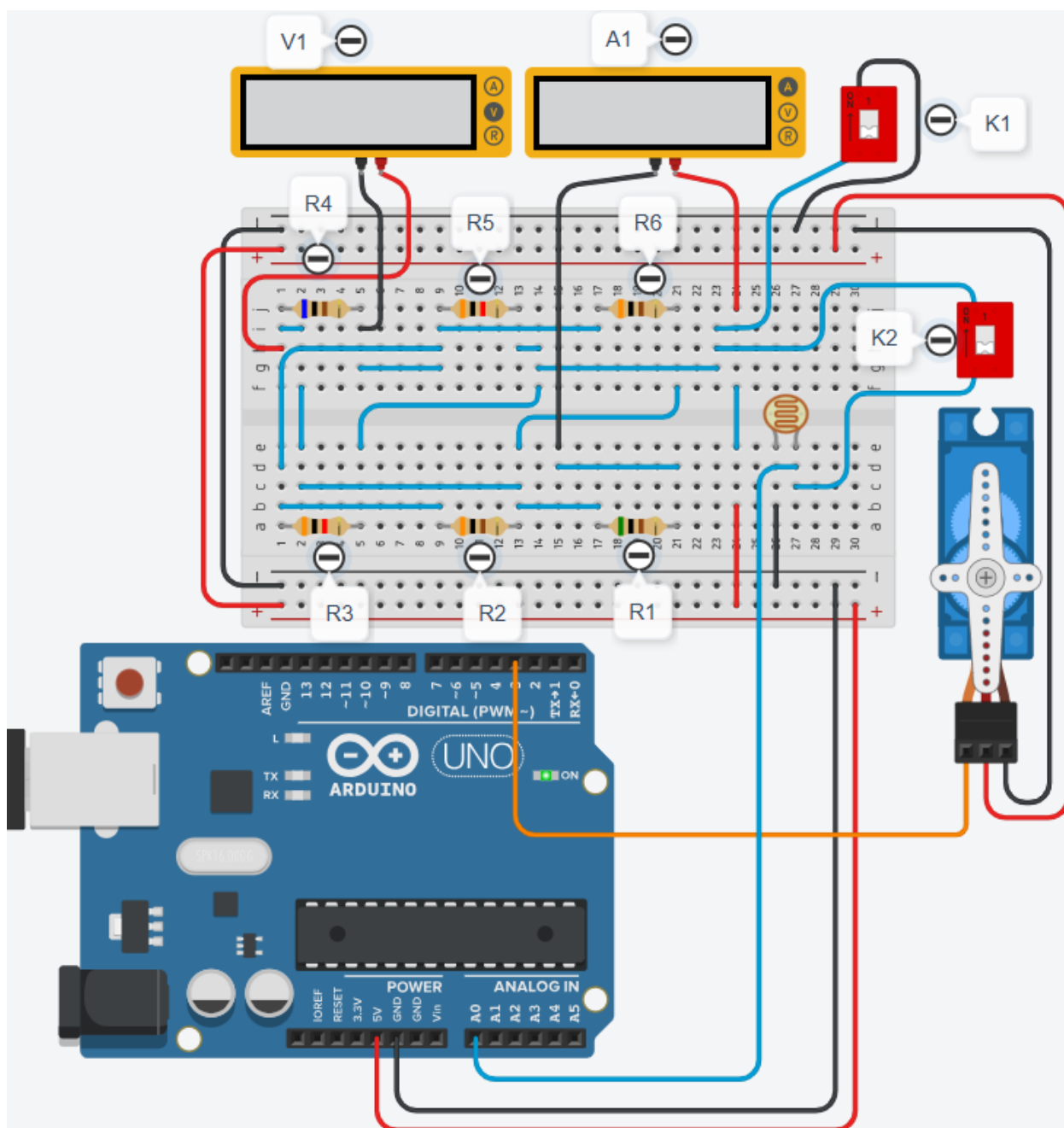


Рисунок 2. Монтажная схема

```
1  #include <Servo.h>
2  const int lightSensorPin = A0;
3  const int servoPin = 3;
4  Servo myServo;
5
6  void setup() {
7      myServo.attach(servoPin, 500, 2500);
8      pinMode(lightSensorPin, INPUT);
9      Serial.begin(9600);
10 }
11
12 void loop() {
13     int lightValue = analogRead(lightSensorPin);
14     int servoAngle = map(lightValue, 197, 1011, 180, 0);
15     myServo.write(servoAngle);
16     Serial.print("Light Value: ");
17     Serial.print(lightValue);
18     Serial.print(" | Servo Angle: ");
19     Serial.println(servoAngle);
20     delay(500);
21 }
```

Рисунок 3. Программный код, загруженный в память Arduino Uno.