



Генеральный партнер олимпиады «Высшая проба» - Сбербанк - приветствует участников! Сбер сегодня – это команда единомышленников и энтузиастов, которые разрабатывают новые крутые технологии, чтобы сделать жизнь ярче и интереснее. Для нас твоё участие олимпиаде по профилю *«Инженерные науки»* означает, что ты не боишься принимать сложные вызовы и полон энтузиазма, делая свои первые шаги в увлекательном мире компьютерных технологий, современной электроники и робототехники. Верим в тебя, искренне желаем удачи на заключительном этапе!

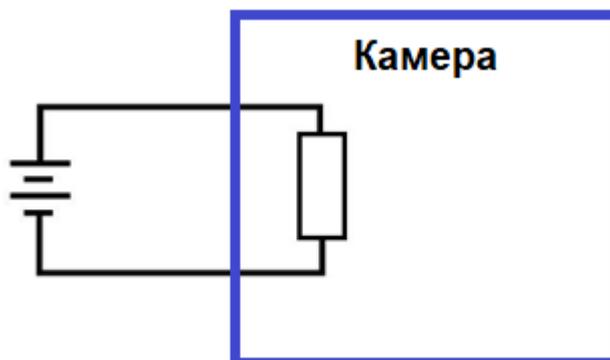
Теоретическая часть – 120 минут.
(Максимальное количество баллов – 60)

Задача 1 (Максимум – 15 баллов).

Терморезистор с сопротивлением R , линейно зависящим от температуры T : $R(T) = wT$, использовали как простой датчик температуры и включили в электрическую цепь с источником напряжения $E = 9$ В для контроля технологического процесса в камере (см. рис.).

Было известно, что температура системы в камере линейно растёт со временем: $T(t) = k(1 + t)$, однако коэффициент k известен не был.

В начальный момент времени $t = 0$ температура $T(0)$ была равна комнатной 25 °С, сопротивление резистора равно $R(0) = 1$ Ом. Спустя 5 секунд после включения установки сопротивление становится равно $R(5) = 6$ Ом.



Вопросы:

1. Найдите коэффициенты k и w .
2. Найдите мощность выделения теплоты P в момент времени $T_p = 10$ с.

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

Решение:

Вопрос 1.

1) В начальный момент времени $t_0 = 0$:

$$R(0) = w \cdot T(0), \quad w = \frac{R(0)}{T(0)};$$

$$T(0) = k(1 + t_0) \Rightarrow k = T(0)$$

Вопрос 2.

2) Выражение для мощности:

$$P = EI, \quad \text{причём } I(T) = \frac{E^2}{R(t)}$$

3) Выражение для сопротивления:

$$R(t) = w \cdot T(t), \quad T(t) = k(1 + t), \quad R(t) = wk(1 + t),$$

4) Тогда

$$P(t) = \frac{E^2}{wk(1 + t)}$$

5) В момент времени $t_{10} = 10$:

$$P(10) = \frac{E^2}{\frac{R(0)}{T(0)} T(0)(1 + t_{10})} = \frac{E^2}{R(0)(1 + t_{10})}$$

Программная проверка:

R_0=1;

R_5=6;

E=9;

T_0=25;

t_5=5;

t_10=10;

w= R_0/ T_0

k= T_0

P_10 = E^2/[R_0*(1+t_10)]

w = 0.040000

k = 25

P_10 = 7.3636

Ответ:

1) $w=0,04 \text{ Ом}/^\circ\text{C}$, $k=25 \text{ }^\circ\text{C}/\text{c}$

2) $P=7,36 \text{ Вт}$

Критерии оценки*по вопросу 1:*

задание не выполнено.	0
приведены формулы, необходимые для решения, но решение не выполнено.	1–2
принцип решения верен, но допущены ошибки.	3–4
алгоритм решения верен, но результат получен неверно.	5
решение полностью верно.	6

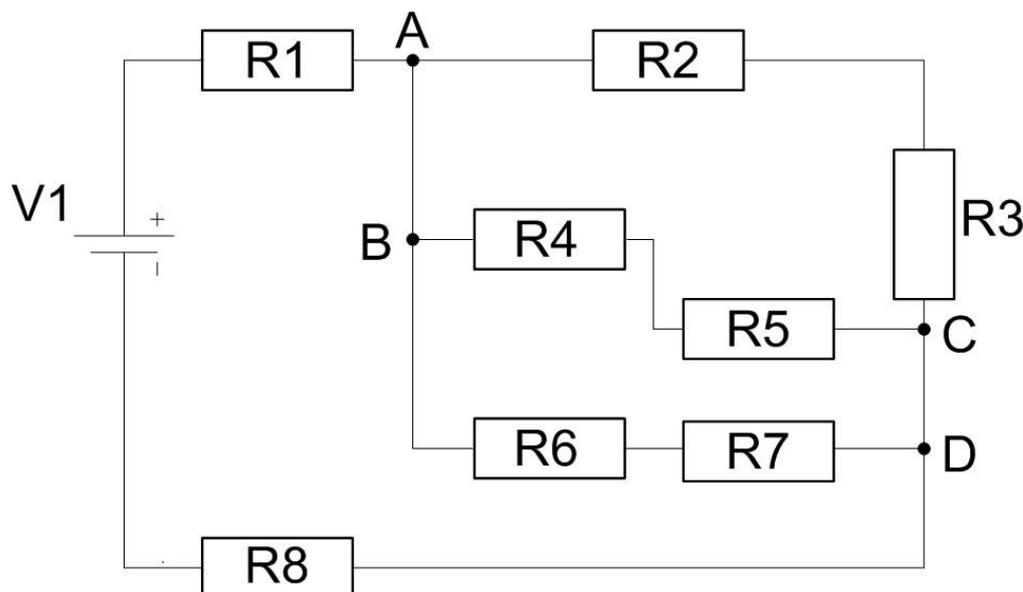
по вопросу 2:

задание не выполнено.	0
приведены формулы, необходимые для решения, но решение не выполнено.	1–3
принцип решения верен, но допущены ошибки.	4–6
алгоритм решения верен, но результат получен неверно.	7–8
решение полностью верно.	9

Задача 2 (Максимум – 15 баллов).

Ученики инженерных классов на занятиях изучают основы электроники. Сегодня преподаватель выдал задание, суть которого заключается в сборке электрической схемы из резисторов, подключение источника напряжения и определение показаний тока и напряжений. Схема для эксперимента представлена на рисунке ниже.

Напряжение источника $V1 = 12\text{ В}$. $R1 = 500\text{ Ом}$, $R2 = 350\text{ Ом}$, $R3 = 250\text{ Ом}$, $R4 = 150\text{ Ом}$, $R5 = 450\text{ Ом}$, $R6 = 305\text{ Ом}$, $R7 = 295\text{ Ом}$, $R8 = 750\text{ Ом}$.



Найдите ответы на следующие **вопросы**:

1. Определите ток, протекающий через источник напряжения $V1$ для данной схемы.
2. Одна из бригад смогла собрать и померить схемы буквально за пять минут, пока другие бригады только приступали к сборке схем. Тогда преподаватель усложнил задание: заменил два соседних резистора на один резистор номиналом 600 Ом при этом ток, протекающий через источник напряжения, не изменился. Какие два резистора мог заменить преподаватель?
3. Ученики с легкостью ответили на вопрос №2. Тогда преподаватель внес ещё одно изменение в схему – заменил один резистор на резистор номиналом 755 Ом , в этом случае ток через источник напряжения уменьшился на 15% . Какой резистор был заменен?
4. Определите падение напряжения на участке AD для схемы, полученной с учетом изменений, внесенных в вопросах №2 и №3.
5. Определить ток через участок цепи BC для схемы, полученной с учетом изменений, внесенных в вопросах №2 и №3.

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

Решение

1. Для определения тока протекающего через источник $V1$ необходимо воспользоваться законом Ома:

$$I_I = \frac{V1}{R_I}$$

$V1$ известно из условия, эквивалентное сопротивление схемы для первого случая рассчитывается следующим образом:

$$R_I = R_1 + R_{234567} + R_8$$

R_{234567} представляет собой параллельное соединение трех ветвей, причем сопротивление каждой ветви равно 600 Ом.

$$\frac{1}{R_{234567}} = \frac{1}{R_{23}} + \frac{1}{R_{45}} + \frac{1}{R_{67}}$$

Таким образом, сопротивление участка R_{234567} равно 200 Ом.

Складываем значения трех последовательно подключенных резисторов и получаем R_I равно 1450 Ом.

Подставляем в выражение для тока I и получаем значение тока 8,27 мА.

2. Так как ток через источник не изменился, значит, эквивалентное сопротивление схемы не изменилось, такое возможно, только если были заменены одна из трех пар резисторов либо R_2 и R_3 , либо R_4 и R_5 , либо R_6 и R_7 . Для ответа подходит любая из пар, так как сумма сопротивлений каждой пары резисторов равна 600 Ом.

3. Определим новое значение тока

$$I_{II} = I_I \cdot 85\% = 7,03 \text{ мА}$$

Проверим через закон Ома значение тока I_{II} для двух схем, в первой резистор R_1 заменен на резистор R_1^* номиналом 755 Ом, во второй резистор R_8 заменен на резистор R_8^* номиналом 755 Ом.

$$I_{II_{R1}} = \frac{V1}{R_I + 255} = \frac{12}{1450 + 255} = 7,03 \text{ мА}$$

$$I_{II_{R8}} = \frac{V1}{R_I + 5} = \frac{12}{1450 + 5} = 8,24 \text{ мА}$$

Таким образом, определено, что был заменены резистор R_1 , так как значение тока для схемы с замененным резистором R_1 совпадает со значением тока из условия.

4. Значение напряжение на участке AD может быть определено через закон Ома:

$$U_{AD} = I_{II} \cdot R_{234567} = 1,4 \text{ В}$$

5. Ток через участок схемы BC представляет собой треть от тока протекающего через участок цепи AD , который представляет собой три параллельно подключенных одинаковых резистора.

$$I_{BC} = \frac{I_{II}}{3} = \frac{7,03 \cdot 10^{-3}}{3} = 2,34 \text{ мА}$$

Критерии

Вопросы:

1. Определите ток, протекающий через источник напряжения. (3 балла)
2. Какие два резистора могут быть заменены в первом случае. (3 балла)
3. Какой резистор мог быть заменен во втором случае. (3 балла)
4. Определите падение напряжение на участке AD для второго случая. (3 балла)
5. Определите ток, протекающий через участок цепи BC для второго случая. (3 балла)

Пункт решен полностью – 3 балла.

Ход решения верный, но присутствует ошибка в вычислениях – 2 балла.

Ход решения верный, но пункт до конца не решен – 1 балл.

Грубые ошибки в ходе решения или математических выкладках – 1 балл.

Пункт нерешен – 0 баллов.

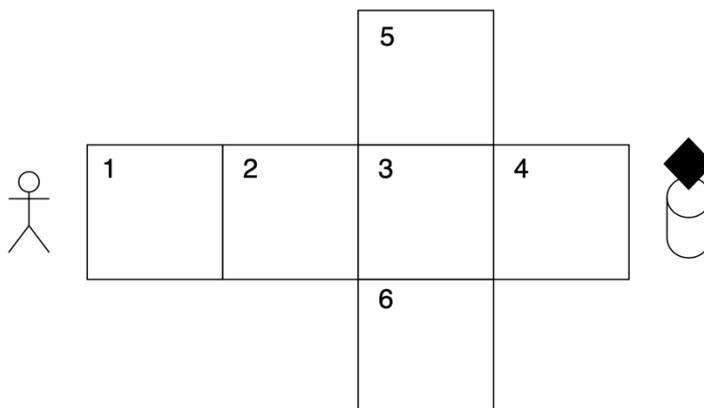
Задача 3 (Максимум – 15 баллов).

Археолог обнаружил храм древней цивилизации, которая знаменита своими познаниями в области математики и информационных технологий. В храме находится огромная пропасть, через которую проложен мост в форме развертки куба. На другой стороне пропасти на постаменте находится реликвия в виде парящего черного куба.

Изучив мост, археолог обнаружил, что на каждом участке моста выгравированы либо числа, либо выражения (нумерация клеток представлена на рисунке 1). Археологу нужно пройти по мосту, наступая на каждую клетку от 1 до 4. При прохождении клетки требуется произнести код, который деактивирует ловушку. Каждый код называется в 16-ой системе счисления.

На некоторых участках моста нанесена следующая информация:

- Участок №5: Диапазон $[6;24]$ в семеричной системе счисления.
- Участок №6: Диапазон $[30;34]$ в шестеричной системе счисления.
- Участок №1: Код 20232022_4



Найдите коды, деактивирующие ловушки для участков 1, 2, 3 и 4, если известна дополнительная информация:

- Для второго участка код вычисляется умножением кода первого участка на число 20_5
- Для третьего участка требуется найти количество чисел, пересекающиеся в диапазонах участков 5 и 6 в десятичной системе счисления (включая границы).
- Итоговый код на участке №4 равен минимально возможному основанию системы счисления перемноженных первых чисел диапазонов 5 и 6 участков. Результат произведения должен быть представлен в 10-ой системе счисления.

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

Критерии оценивания

Для 1-3 пункта:

0 – задание не выполнено.

1 – принцип решения верен, но допущены ошибки или отсутствует аргументация (логические ошибки, ошибки влияющие на ход решения)

2 – алгоритм решения верен, но результат получен неверно (незначительные ошибки в вычислениях, незначительные недостатки в аргументации)

4 – решение полностью верно.

Для 4 пункта:

0 – задание не выполнено.

2 – алгоритм решения верен, но результат получен неверно (незначительные ошибки в вычислениях, незначительные недостатки в аргументации)

3 – решение полностью верно.

Решение:

1. Найдем код первой клетки: $20232022_4 = 8b8a_{16}$
2. Найдем код для второй ячейки: $20_5 = a_{16}$, следовательно код равен: $8b8a_{16} * a_{16} = 57364_{16}$
3. Для третьей ячейки требуется сравнить диапазоны. Переведем для в 10 систему счисления. 6-26 в семеричной – 1-18 в десятичной. 30 – 34 в шестеричной системе – 18 – 22. Следовательно пересекается 1 число – 18. Переведем ответ в 16 – 1
4. Для 4 ячейки перемножим 6_7 и 30_6 . Ответ 24 в десятичной. Так как присутствует цифра 4, => минимально возможная система счисления 5.

Задача 4 (Максимум – 15 баллов).

Знаменитому повару попала в распоряжение машина времени. Ему показалось интересной идеей воспользоваться машиной времени и посмотреть рецепты из будущего. Переместившись во времени, он обнаружил, что на кухне стоит необычный компьютер, в котором хранятся технологические карты блюд. Для того, чтобы получить доступ к рецептам необходимо ввести пароль к компьютеру, которого повар не знает. При этом около компьютера (в противоречие всем правилам информационной безопасности) находилась записка со следующей информацией:

- А. Компьютер принимает пароль в 8-ой системе счисления, а символы, формирующие пароль записываются только в четырехразрядном регистре.
- В. Старший разряд всегда равен 2.

Повару для доступа к рецептам необходимо найти пароль и ответить на следующие вопросы:

1. Какое количество возможных комбинаций пароля, который подходит под условия А и В?
2. На сколько возможных комбинаций пароля было бы больше, если компьютер работал только в пятиразрядном регистре, а при пятисимвольном пароле старший разряд менялся бы с 2 на 6?
3. Какой объем памяти в байтах занимает пятисимвольный пароль?

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

Критерии оценивания

Для каждого задания:

0 – задание не выполнено.

1 – приведены формулы, необходимые для решения, но решение не выполнено.

2-3 – принцип решения верен, но допущены ошибки или отсутствует аргументация (логические ошибки, ошибки влияющие на ход решения)

4 – алгоритм решения верен, но результат получен неверно (незначительные ошибки в вычислениях, незначительные недостатки в аргументации)

5 – решение полностью верно.

Решение:

1. Найдем команды подходящие под условия:
 - a. один разряд: $2 - 1$ код
 - b. два разряда: $20 - 27$ в $8 = 16 - 23$ в $10 - 8$
 - c. три разряда: $200 - 277$ в $8 = 128 - 191$ в $10 - 64$
 - d. четыре разряда: $2000 - 2777$ в $8 = 1024 - 1535$ в $10 - 512$

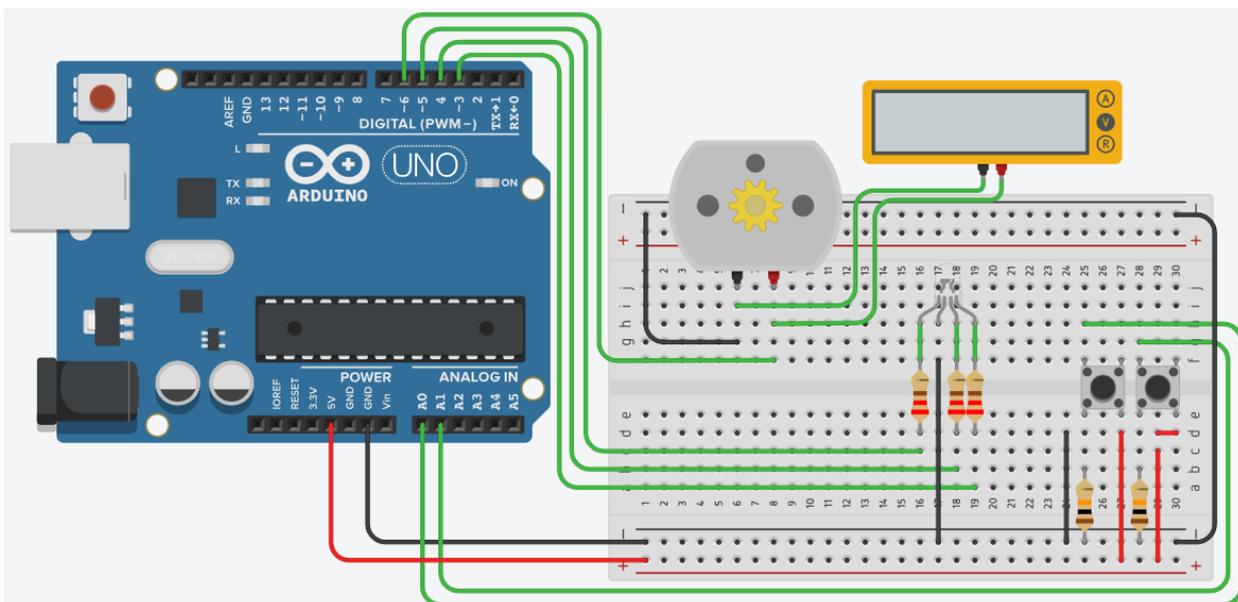
Найдем количество возможных команд – 585

2. Для решения второго вопроса потребуется вычислить количество возможных комбинаций при пятиразрядном пароле. Исходя из условий нижняя граница: $60000 - 67777$ в $8 = 2457610 - 2867110$ Следовательно количество комбинаций увеличилось на 4186.
3. Найдем количество символов, требуемых для записи одного символа. Так как система 8, соответственно символов 8 \Rightarrow вес одного символа 3 бита. Найдем количество символов. $12/3 = 4 \Rightarrow$ пароль 7777

Практическая часть – 120 минут.
(Максимальное количество баллов – 40)

Задача 5 (Максимум – 20 баллов).

После электромагнитной вспышки на солнце система охлаждения космического корабля вышла из строя. Инженерам удалось восстановить электрическую схему подключения всех компонентов. Однако программу управления они написать не смогли.



В эмуляторе Tinkercad для приведенной на рисунке выше схемы необходимо написать программное обеспечение, которое должно выполнять следующие функции:

1. Когда не нажата, ни одна кнопка, мотор не крутится и светодиод выключен.
2. Когда нажата только левая кнопка, мотор крутится со скоростью равной 10% от максимальной и светодиод горит синим цветом.
3. Когда нажата только правая кнопка мотор крутится со скоростью равной 55% от максимальной и светодиод горит зеленым цветом.
4. Когда нажаты обе кнопки сразу, мотор крутится с 100% скорости, а светодиод горит красным цветом.
5. Необходимо вывести значение с вольтметра в монитор последовательного интерфейса, когда мотор крутится со скоростью 55% от максимальной. Нужно вывести как само значение, так и единицы измерения.

Решение

```

1  int pin_button_left = A0;
2  int pin_button_right = A1;
3  int pin_r = 5;
4  int pin_g = 3;
5  int pin_b = 4;
6  int pin_motor_1 = 7;
7  int pin_motor_2 = 6;
8
9  int motor_power = 0;
10
11 void setup()
12 {
13   pinMode(pin_r, OUTPUT);
14   pinMode(pin_g, OUTPUT);
15   pinMode(pin_b, OUTPUT);
16   Serial.begin(9600);
17 }
18
19 void loop()
20 {
21   int data_button_left = analogRead(pin_button_left );
22   int data_button_right = analogRead(pin_button_right);
23
24   if(data_button_left < 20 && data_button_right < 20)
25   {
26     digitalWrite(pin_r, LOW);
27     digitalWrite(pin_g, LOW);
28     digitalWrite(pin_b, LOW);
29
30     motor_power = 0;
31     digitalWrite(pin_motor_1, LOW);
32     analogWrite (pin_motor_2, motor_power);
33   }
34   else if(data_button_left > 1000 && data_button_right < 20)
35   {
36     digitalWrite(pin_r, LOW);
37
38     digitalWrite(pin_b, HIGH);
39
40     motor_power = 255/100*10;
41     digitalWrite(pin_motor_1, LOW);
42     analogWrite (pin_motor_2, motor_power);
43   }
44   else if(data_button_left < 20 && data_button_right > 1000)
45   {
46     digitalWrite(pin_r, LOW);
47     digitalWrite(pin_g, HIGH);
48     digitalWrite(pin_b, LOW);
49
50     motor_power = 255/100*55;
51     digitalWrite(pin_motor_1, LOW);
52     analogWrite (pin_motor_2, motor_power);
53     Serial.println("1.20 V");
54   }
55   else if(data_button_left > 1000 && data_button_right > 1000)
56   {
57     digitalWrite(pin_r, HIGH);
58     digitalWrite(pin_g, LOW);
59     digitalWrite(pin_b, LOW);
60
61     motor_power = 255;
62     digitalWrite(pin_motor_1, LOW);
63     analogWrite (pin_motor_2, motor_power);
64   }
65
66
67   digitalWrite(pin_motor_1, LOW);
68   analogWrite(pin_motor_2, motor_power);
69 }

```

Монитор последовательного интерфейса

1.20 V
1.20 V

КРИТЕРИЙ ОЦЕНИВАНИЯ	БАЛЛЫ/ШТРАФЫ
Для уровня задания 5 корректно обрабатываются данные от компонентов	+5
Для уровня задания 5 корректно реализовано управление компонентами	+5
Для уровня задания 5 реализован требуемый алгоритм	+10
Для уровня задания 6 добавлены все необходимые для выполнения компоненты	+2
Для уровня задания 6 все необходимые компоненты соединены корректно	+3
Для уровня задания 6 корректно обрабатываются данные от компонентов	+2
Для уровня задания 6 реализован требуемый алгоритм	+3
Для задания в целом 6 аккуратно собрана схема	+1
Для задания в целом аккуратно написан код 6 (именование переменных, выделение функций)	+1
Не использованы готовые примеры при решении задания	+1
Оригинальное решение (как пример использование драйвера моторов)	+1
Общие мелкие недочеты при создании схемы (некорректно подключены некоторые из датчиков)	-1-10
Не аккуратная схема подключения	-1
Не читаемый код	-1

Общие мелкие недочеты в коде (не все показания компонентов корректно обработаны)	-1-3
Не корректный вывод ответа в монитор последовательного порта	-1-2
Не компилируется код	-1
Код задания написан на языке Scratch	-3
Заимствование чужой работы	-20

Задача 6 (Максимум – 20 баллов).

Инженеры космического корабля в помощь космонавтам решили реализовать систему сбора статистики по регулировке мощности двигателя.

Аппаратная часть состоит из платы Arduino UNO, потенциометра, красного и зеленого светодиодов, dip переключателя и кнопки.

Требования к программной части системы:

1. Пока dip переключатель выключен, устройство выключено (не производится считывания показаний потенциометра) и горит только красный светодиод.
2. Когда переключатель включен, устройство начинает считывать данные с потенциометра 10 раз в секунду, и включается зеленый светодиод.
3. Устройство хранит 50 показаний.
4. После заполнения массива он обнуляется и снова записывается.
5. В последовательный интерфейс выводится минимальное, максимальное и среднее значения с потенциометра. При этом среднее значение вычисляется только после того, как в массиве будет более 5 значений.
6. При нажатии на кнопку данные в массиве удаляются.

В эмуляторе Tinkercad необходимо реализовать монтажную схему устройства и разработать программную часть системы в соответствии с требованиями.

Решение

```

1  int pin_led_red = 3;
2  int pin_led_green = 2;
3  int pin_sw = 6;
4  int pin_btn = 7;
5  int pin_sens = A0;
6
7  const int sens_max_array = 50;
8  int sens_data[sens_max_array];
9  int sens_index = 0;
10 int min_data = 500;
11 int max_data = 0;
12 double aver_data = 0;
13
14 void setup()
15 {
16   pinMode(pin_led_red, OUTPUT);
17   pinMode(pin_led_green, OUTPUT);
18   pinMode(pin_sw, INPUT);
19   pinMode(pin_btn, INPUT);
20
21   Serial.begin(9600);
22 }
23
24 void loop()
25 {
26   int sw_data = digitalRead(pin_sw);
27
28   if(sw_data == 0)
29   {
30     digitalWrite(pin_led_red, HIGH);
31     digitalWrite(pin_led_green, LOW);
32   }
33   else if(sw_data == 1)
34   {
35     digitalWrite(pin_led_red, LOW);
36     digitalWrite(pin_led_green, HIGH);
37
38     int btn_data = digitalRead(pin_btn);
39
40     if(btn_data == 1)
41     {
42       min_data = 500;
43       max_data = 0;
44       aver_data = 0;
45       sens_index = 0;
46       for(int i = 0; i < sens_max_array; i++)
47
48         sens_data[i] = 0;
49     }
50   }
51   else
52   {
53     if(sens_index == sens_max_array)
54     {
55       sens_index = 0;
56       min_data = 500;
57       max_data = 0;
58       aver_data = 0;
59       for(int i = 0; i < sens_max_array; i++)
60       {
61         sens_data[i] = 0;
62       }
63     }
64     sens_data[sens_index] = analogRead(pin_sens);
65     sens_index++;
66     delay(100);
67
68     if(sens_data[sens_index-1] < min_data)
69     {
70       min_data = sens_data[sens_index-1];
71     }
72     if(sens_data[sens_index-1] > max_data)
73     {
74       max_data = sens_data[sens_index-1];
75     }
76
77     Serial.print("min = "); Serial.print(min_data);
78     Serial.print("\t max = "); Serial.print(max_data);
79     if(sens_index >= 5)
80     {
81       aver_data = 0;
82       for(int i = 0; i < sens_index; i++)
83       {
84         aver_data = aver_data + sens_data[i];
85       }
86       aver_data = aver_data / (sens_index);
87       Serial.print("\t aver = "); Serial.print(aver_data);
88     }
89
90     Serial.println("");
91   }
92 }
93
94 }
```

КРИТЕРИЙ ОЦЕНИВАНИЯ	БАЛЛЫ/ШТРАФЫ
Для уровня задания 5 корректно обрабатываются данные от компонентов	+5
Для уровня задания 5 корректно реализовано управление компонентами	+5
Для уровня задания 5 реализован требуемый алгоритм	+10
Для уровня задания 6 добавлены все необходимые для выполнения компоненты	+2
Для уровня задания 6 все необходимые компоненты соединены корректно	+3
Для уровня задания 6 корректно обрабатываются данные от компонентов	+2
Для уровня задания 6 реализован требуемый алгоритм	+3
Для задания в целом 6 аккуратно собрана схема	+1
Для задания в целом аккуратно написан код 6 (именование переменных, выделение функций)	+1
Не использованы готовые примеры при решении задания	+1
Оригинальное решение (как пример использование драйвера моторов)	+1
Общие мелкие недочеты при создании схемы (некорректно подключены некоторые из датчиков)	-1-10
Не аккуратная схема подключения	-1
Не читаемый код	-1
Общие мелкие недочеты в коде (не все показания компонентов корректно обработаны)	-1-3
Не корректный вывод ответа в монитор последовательного порта	-1-2
Не компилируется код	-1
Код задания написан на языке Scratch	-3
Заимствование чужой работы	-20

