

Время выполнения заданий:
Теоретическая часть - 120 минут
Практическая часть – 120 минут

Теоретическая часть
Вписать развернутые ответы.
Пишите разборчиво.
(Максимальное количество баллов – 60)

Задание 1

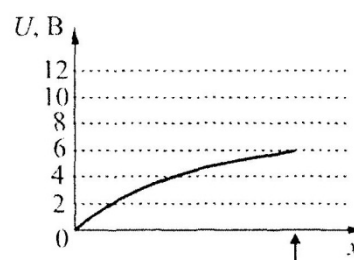
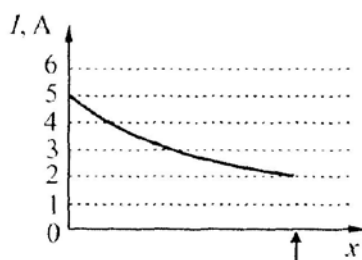
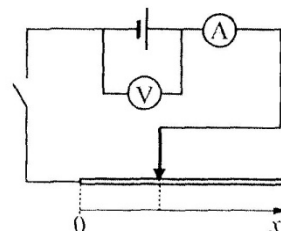
Электрон влетает в однородное электрическое поле со скоростью $v = 105$ м/с противоположно направлению силовых линий поля. Область поля, протяженностью $l = 1,1$ м электрон пролетает за время $t = 10^{-6}$ с. Определить напряженность электрического поля.

(Максимум – 15 баллов).

Ответ: напряженность электрического поля $E = 11,375$ В/м.

Задание 2

Во время лабораторной работы по определению внутреннего сопротивления источника тока школьник исследовал зависимость показаний вольтметра и амперметра от длины проводника x при движении скользящего контакта вправо, как показано на рисунке. По результатам эксперимента он построил два графика зависимостей показаний амперметра $I(x)$ и вольтметра $U(x)$.



Полагая измерительные приборы идеальными, определите внутреннее сопротивление источника по результатам этой работы.

(Максимум – 15 баллов).

Ответ: внутреннее сопротивление источника тока $r = 2$ Ом.

Задание 3

Терминатор был послан из будущего в наше время с одной очень важной миссией. Его задание хранится на специальном носителе и представляет собой голографическую запись, состоящую из изображений и звукового сопровождения. Количество изображений в записи – 10, размером 8192×4320 точек, кодированные с использованием цветовой палитры, содержащей 240 цветов. Каждое изображение проигрывается 5 секунд (переключение изображений происходит без задержек). На протяжении всей записи проигрывается фрагмент 9-канального звукового файла, закодированный с частотой дискретизации 32000 Гц и 65536 уровнями квантования. Продолжительность звукового файла равна общему времени показа всех изображений.

Проблема заключается в том, что у терминатора осталось только 2 ГБ свободной памяти для того, чтобы сохранить информацию о задании. Терминатор может не сохранять некоторую информацию об изображении, но должен сохранить звуковую информацию. Сколько изображений необходимо проигнорировать терминатору для того, чтобы выполнить задание?

(Максимум – 15 баллов).

Ответ: Четыре изображения.

Задание 4

Вычислительная локальная сеть предприятия состоит из компьютеров и маршрутизаторов. Каждый маршрутизатор имеет 5 портов и работает как коммутатор (1 порт – для подключения к компьютеру, 4 других порта – общего назначения). Каждый компьютер подключен к своему маршрутизатору, при этом к одному маршрутизатору не может быть подключено несколько компьютеров; в то же время могут существовать маршрутизаторы, к которым не подключен ни один компьютер (порт подключения к компьютеру не используется). С помощью остальных портов маршрутизаторы соединяются между собой, некоторые порты могут быть не задействованы. Компьютеры не могут быть соединены друг с другом напрямую. В каждом компьютере стоит 1 сетевая карта, и, соответственно, есть один сетевой порт.

Считаем, что длина соединительных патч-кордов одинакова и достаточна для того, чтобы маршрутизаторы могли быть размещены в любом месте предприятия, на любом удалении друг от друга. Расстояние между маршрутизаторами (L) не влияет на время передачи пакета данных и измеряется в «хопах» (перемещение одного пакета между двумя соседними соединенными маршрутизаторами). Расстоянием передачи между компьютером и подключенным к нему маршрутизатором пренебрегают.

Считаем, что данные между компьютерами передаются пакетами одинакового размера, а маршрутизатор может одновременно выполнять коммутацию нескольких портов и хранить неограниченное количество пакетов. Любой компьютер может обмениваться пакетами с любыми другими компьютерами.

Рассматриваемая вычислительная локальная сеть имеет следующие метрики:

- количество компьютеров (N);

Межрегиональная олимпиада школьников «Высшая проба» 2017, 2 этап

- количество маршрутизаторов (M);
- количество соединений (E , количество патч-кордов для соединений между маршрутизаторами; патч-корды для подключения компьютеров к маршрутизаторам – короткие, и их количество такое же, как и количество компьютеров; они не учитываются);
- диаметр сети (D , измеряется в хопах, представляет собой наибольшее расстояние между любыми двумя компьютерами);
- среднее расстояние (L_{av} , измеряется в хопах, представляет собой среднее расстояние между любыми двумя компьютерами).

Задание:

Разработайте и опишите алгоритм поиска топологии сети для количества компьютеров $N = n$ и ограничений на количество маршрутизаторов $n \leq M \leq m_{max}$, количество соединений $e_{min} \leq E \leq e_{max}$, диаметр $D \leq d_{max}$ и среднее расстояние $L_{av} \leq lav_{max}$. Патч-корды между собой могут пересекаться. Разработайте и опишите алгоритм маршрутизации в такой сети.

(Максимум - 15 баллов).

Ответ: в творческом задании нет единственного ответа, оцениваются полнота и оригинальность предложенного решения.

Практическая часть

(Максимальное количество баллов – 40)

Необходимо выбрать только одно из заданий – А или Б.

Задание А

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

- 1) **Уровень 1.** Дан четырехпозиционный DIP переключатель и дисплей LED 16x2. При раздельном нажатии на кнопки на дисплее отображаются следующие надписи: кнопка №1 – “SAVE”, кнопка №2 – “LED”, кнопка №3 – “DRV”. Сообщение “ERR” должно выводиться на дисплей при одновременном нажатии нескольких кнопок.
(Максимум – 20 баллов).
- 2) **Уровень 2.** Добавить в схему, разработанную ранее, дальномер. При нажатии кнопки №1 (“SAVE”) на Arduino должно происходить сохранение сведений о расстоянии до виртуального объекта в пределах от 10 см до 110 см. Количество сохраняемых записей в секунду – 4. Максимальное количество записей – 20.
(Максимум – 10 баллов).
- 3) **Уровень 3.** Добавить в схему, полученную на уровне 2, 1 светодиод и 1 сервопривод. При нажатии на кнопку №2 (“LED”) светодиод должен изменять интенсивность излучаемого света в соответствии с сохраненными в памяти записями (≤ 10 см – 0 %, ≥ 110 см – 100%). При нажатии кнопки №3 сервопривод в течении 10 секунд должен

Межрегиональная олимпиада школьников «Высшая проба» 2017, 2 этап

крутиться с интенсивностью, в соответствии с сохраненными в памяти записями ($= < 10\text{см} - 0\%$, $> = 110\text{ см} - 100\%$).

(Максимум – 10 баллов).

Ответ: пояснения по выполнению задания содержатся в инструкции участника.

Задание Б

С помощью виртуальной среды на сайте tinkercad.com реализовать схему фильтра:

- 1) **Уровень 1.** Перенесите на рабочее поле резистор и синий конденсатор. Задайте сопротивление резистора $R=10\text{ кОм}$, а ёмкость конденсатора C рассчитайте из выражения $f=1/(2\pi RC)$, где $f=1\text{ кГц}$.

На макетной плате подключите последовательно эти резистор и конденсатор. Генератор синусоидального сигнала подключите через кнопку к крайним выводам схемы, осциллограф подключите к резистору. Провода, подведённые к осциллографу, должны отличаться по цвету.

(Максимум – 20 баллов).

- 2) **Уровень 2.** Проверьте работу схемы на высокой частоте сигнала: задайте частоту генератора $10\,000\text{ Гц}$, амплитуду 5 В , постоянное смещение 2 В . Задайте цену деления осциллографа $50\ \mu\text{s}$. Запустите моделирование.

При отжатой кнопке напряжение осциллографа должно быть близко к нулю (*сделать снимок проекта с названием 1.png*). При зажатой кнопке (нажатой вместе с клавишей Shift) амплитуда напряжения осциллографа должна быть близка к входной (*сделать снимок проекта с названием 2.png*). Остановите моделирование.

(Максимум – 10 баллов).

- 3) **Уровень 3.** Проверьте работу схемы на низкой частоте сигнала. Установите частоту генератора 100 Гц , установите цену деления осциллографа 5 ms . Запустите моделирование. При зажатой кнопке амплитуда напряжения осциллографа должна быть почти в 10 раз меньше входной (*сделать снимок проекта с названием 3.png*).

(Максимум – 10 баллов).

Ответ: пояснения по выполнению задания содержатся в инструкции участника.