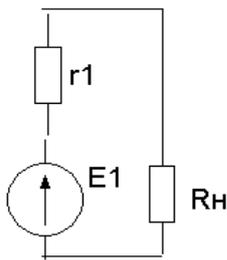


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН
ГБУ ДО Республиканский детский образовательный технопарк
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»
Кафедра «Электроснабжение и применение электрической энергии в
сельском хозяйстве»

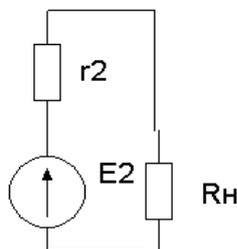
XXII Республиканская техническая олимпиада «Шаг в будущее»
Задания по направлению «Электротехника и электротехнологии»
Заочный этап

Уфа, 2016-2017 учебный год

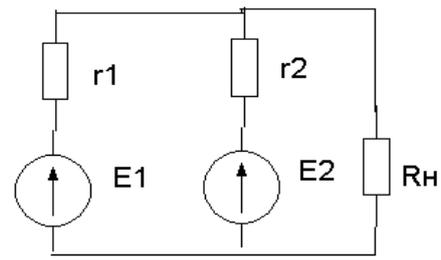
Задача 1. Два различных гальванических элемента имеют одинаковую емкость – $C_1 = C_2 = 1,2$ А·час, но различные величины э.д.с. и внутреннего сопротивления – соответственно: $E_1 = 1,5$ В, $r_1 = 0,2$ Ом и $E_2 = 1,8$ В; $r_2 = 0,55$ Ом. Схемы соединения элементов с нагрузкой $R_H = 14$ Ом приведены ниже.



а)



б)



в)

- 1) Рассчитать для каждой из схем: токи в ветвях схемы и напряжение на нагрузке;
- 2) Сколько времени может работать каждая схема?
- 3) Каков к.п.д. каждой схемы и как он зависит от величины R_H ?
- 4) Каковы будут токи и напряжения в схеме (в), если в ней отключить R_H ?

Задача 2. Светильник с каким источником света Вы выберете для использования у себя дома и порекомендуете другим с точки зрения энергетической и экономической эффективности? Аргументируйте свой выбор результатами расчётов. Для сравнения принять лампу накаливания (ЛН), компактную люминесцентную лампу (КЛЛ), трубчатую люминесцентную лампу низкого давления (ЛЛ) и светодиодную лампу (СД).

Что следует учитывать в первую очередь при выборе источников света? Какие дополнительные преимущества, неучтённые в Ваших расчётах, имеют рекомендуемые Вами источники света по сравнению с другими?

Примечание. Стоимость электроэнергии принять по утверждённым тарифам на электроэнергию для населения Республики Башкортостан на 2017 год. При расчётах учитывать обеспечение лампами соизмеримой освещённости.

Задача 3. У дома лесника протекает ручей на расстоянии $L = 0,5$ км, на котором он хочет установить микроГЭС. Напор (перепад уровней воды) составляет $H=10$ м. Расход воды $Q_1=0,1$ м³/с – летом и $Q_2=0,025$ м³/с - зимой. В продаже имеются 4 вида микроГЭС, имеющих различную мощность P_m : а) $P_m = 1$ кВт, б) $P_m = 2$ кВт, в) $P_m = 5$ кВт, г) $P_m = 10$ кВт. При этом, все микроГЭС вырабатывают ток напряжением $U=220-250$ В и имеют к.п.д. $\eta=P_m/P_{\text{потока воды}}=0,7$.

Потребляемая мощность электроустройств, установленных в доме может меняться от $P_{\text{min}} = 100 \text{ Вт}$ до $P_{\text{max}} = 1,5 \text{ кВт}$.

1) Какую микроГЭС должен купить лесник? Обоснуйте ответ расчетом.
2) Какой максимальный ток может выдавать микроГЭС летом и зимой?
3) Сколько литров бензина будет экономить лесник на выработке каждых 100 кВт·часов электроэнергии, если будет использовать микроГЭС вместо бензинового генератора? (Принять удельную теплоту сгорания бензина - 33 МДж/литр, а к.п.д. генерации $\eta_{\text{г}}=0,25$).

4) Какое минимальное сечение медных проводов следует выбрать для 1-фазной линии электропередачи, чтобы при напряжении $U_{\text{г}} = 220 \text{ В}$, напряжение в доме не опускалось ниже $U_{\text{п}} = 210 \text{ В}$?

5) Какое напряжение $U_{\text{г}}$ нужно установить на микроГЭС, чтобы при выбранном сечении проводов колебания напряжения в домашней сети $U_{\text{п}}$ (вызываемые колебаниями $P_{\text{п}}$) лежали в диапазоне 210 – 230 В?

Примечание. Удельное сопротивление медного провода принять равным $\rho = 0,018 \text{ Ом} \cdot \text{м}^2/\text{мм}$.

Задача 4 (конструкторская). Разработать схему электроснабжения сельской усадьбы, в которой нужно электрифицировать следующие объекты: дом из 6 комнат (прихожая, кухня, санузел, 3 жилых комнаты); гараж-мастерская; сарай; баня; двор.

На схеме необходимо изобразить:

- точку подключения домашней сети к уличной линии 230 В через автоматический выключатель на номинальный ток 40А (т.е. макс. ток, потребляемый усадьбой не должен превышать 40А);

- линии внутренней электропроводки, защищенные своими автоматическими выключателями. Причем для их защиты можно использовать только автоматические выключатели, рассчитанные на ток срабатывания 6 А, 10 А или 16 А.

Схема должна обеспечивать следующие условия работы внутренней сети:

- в каждой комнате дома или в ином объекте стационарное освещение и приборы, включаемые в розетки, должны быть подключены к разным автоматическим выключателям (чтобы замыкание в приборе не приводило к отключению освещения и наоборот);

- при отключении любого автоматического выключателя (одного) питание розеток или освещение должно сохраняться не менее, чем в 2-х комнатах дома или в 2-х иных объектах.

При составлении схемы учитывать следующие потребители электроэнергии:

- стационарные лампы освещения – количество и мощность выбрать самостоятельно;

- электроприборы: телевизор – 80 Вт, стиральная машина – от 0,5 кВт (режим полоскания) до 2 кВт (режим нагрева воды), холодильник – от 0 Вт (пауза) до 400 Вт (работа компрессора), утюг – 2 кВт, электрочайник – 2 кВт (нагрев), микроволновая печь – 700 Вт (микроволновый режим) или 1,5 кВт (электрогриль), компьютер – 200 Вт, лазерный принтер – 10 Вт (ожидание) 1 кВт (печать), пылесос – 1500 Вт, электродрель – 800 Вт, электропила – 1500 Вт, водяной электронасос – от 0 Вт (пауза) до 200 Вт (работа компрессора) 200 Вт.

В дополнение к схеме составьте перечни электрооборудования, размещаемого в каждой комнате (объекте) и, если необходимо - таблицу, указывающую – какие устройства можно включать одновременно (чтобы не срабатывал тот или иной автоматический выключатель).

Задача 5. Оцените целесообразность использования живой тягловой силы на примере лошадей для производства электрической энергии.

Примечание. Расчёт произвести как для тяговых, так и рабочих лошадей. При расчётах учесть распорядок рабочего дня лошади, а начальной стоимостью механизмов и электрооборудования, а также их КПД пренебречь.

Задача 6. Рассмотрите возможности микроавтобуса, который приводится в движение с помощью энергии, запасенной в маховике, который разгоняется на стоянках электромотором, подключаемым к электросети. Маховик имеет следующие данные: масса 600 кг, диаметр 1,6 м, частота вращения 3500 об/мин.

Определить кинетическую энергию маховика при максимальной скорости и среднее время между стоянками для зарядки, если средняя мощность, потребляемая микроавтобусом, составляет 11 кВт.

Задача 7. Система горячего водоснабжения фермы содержит электрический водонагреватель с термостатом емкостью $V = 100$ л. Вода в термостате автоматически пополняется из водопровода при ее расходе и подогревается от температуры $t_x = +8^\circ\text{C}$ до температуры $t_{r1} = +80^\circ\text{C}$. При отсутствии расхода и подогрева температура снижается на величину $\Delta t = 2^\circ\text{C}/\text{час}$. Подогрев включается при снижении температуры воды ниже $t_{r2} = +74^\circ\text{C}$. Мощность нагревательного элемента $P_n = 2,5$ кВт, к.п.д. составляет 90%, напряжение сети $U_c = 220$ В.

а) Каков суточный расход электроэнергии (кВт*час) при использовании данной системы, если горячая вода не потребляется?

б) Насколько упадет температура воды сразу после потребления (и долива холодной), если слить $V = 50$ л горячей воды? За какое время вода будет подогрета до $t_{r1} = +60^\circ\text{C}$?

в) Каков суточный расход электроэнергии (кВт*час) при использовании данной системы, если горячая вода потребляется 2 раза в сутки порциями $V_1 = 20$ л и $V_2 = 45$ л?

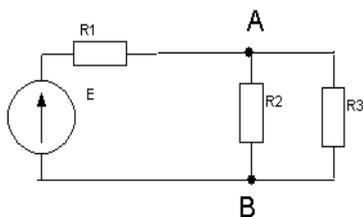
Задача 8. Сопротивления электрообогревателей теплицы, включенных согласно схеме, представленной на рисунке (а), неизвестны. Напряжение источника $E = 220$ В. На рисунке (б) та же цепь, но в нее включили амперметры РА1, РА2 и РА3, каждый из которых имеет входное (внутреннее) сопротивление $r_{РА} = 0,1$ Ом.

Показания амперметров следующие:

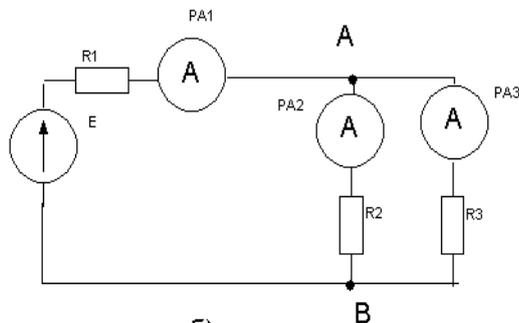
$$I_1 = 12,78 \text{ А,}$$

$$I_2 = 7,83 \text{ А,}$$

$$I_3 = 4,95 \text{ А.}$$



а)



б)

- 1) Чему равны сопротивления R_1 , R_2 , R_3 ?
- 2) Каковы значения I_1 , I_2 , I_3 для исходной схемы (а)?
- 3) Чему равно напряжение между точками А и В – U_{AB} в каждой из схем?
- 4) Какая мощность выделяется на R_1 , R_2 , R_3 в схеме (а)?

Задача 9. У Вас имеется: резистор R сопротивлением 35 Ом , дроссель L индуктивностью $0,1 \text{ Гн}$ и конденсатор C емкостью 120 мкФ .

а) Сколько всего может быть схем соединения данных элементов этих элементов? Приведите все эти схемы.

б) Каковы будут токи через каждый элемент (R , L , C) и падения напряжения на этих элементах в каждой схеме, если запитать ее от источника постоянного напряжения $U_{\text{п}} = 35 \text{ В}$?

в) Каковы будут токи через каждый элемент (R , L , C) и падения напряжения на этих элементах в каждой схеме, если запитать ее от источника переменного синусоидального напряжения $U_{\sim} = 35 \text{ В}$ с частотой $f = 50 \text{ Гц}$?

Примеч. В расчетах величины близкие (кратные) $3,15$ (например – $3,141$ или $31,75$ и т.д.) можно округлять до $3,15$ и до кратных этому числу.

Задача 10. Насколько увеличатся потери электрической мощности в линии электропередачи при повышении температуры окружающей среды от -30°C до $+40^\circ\text{C}$, если напряжение источника питания постоянно и равно 220В , сопротивление нагрузки 220 Ом , сопротивление линии электропередачи (при температуре -30°C) оставляет $0,22\text{Ом}$. Температурный коэффициент сопротивления имеет положительное значение и составляет $\alpha = 1,75 \cdot 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{см}$.

Рекомендации по оформлению решений задач

Некоторые задачи требуют творческого подхода, что в немалой степени может сказаться при оценке результатов. Недостающие данные можно брать из открытых информационных источников, однако эти источники должны заслуживать доверие, поэтому решение задач необходимо сопровождать подробными пояснениями и ссылками на информационные источники, из которых получена информация.

Разработчики - Кафедра «Электроснабжение и применение электрической энергии в сельском хозяйстве»:

- Галимарданов Ильдар Идгамович, к.т.н., доцент;
- Покшубин Сергей Петрович, ассистент.