

СМОЛЕНСКОЕ ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВЯЗЕМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

ОДОБРЕНО

Протоколом Методического совета

СОГБОУ СПО «Вяземский

политехнический техникум»

«27» августа 2013 г. № 1

УТВЕРЖДЕНО

Протоколом Педагогического совета

СОГБОУ СПО «Вяземский

политехнический техникум»

«28» августа 2013 г. № 1

Методическое руководство  
по лабораторной работе № 4,5

**Дисциплина:** Электротехника

**Форма обучения:** очная, заочная (дистанционная), экстернат.

**Специальность:** 270843 «Монтаж, наладка и эксплуатация  
электрооборудования промышленных и гражданских  
зданий»

**Группа:** Т-27

**Раздел:** «Электрические цепи постоянного тока»

**Тема:** «Исследование электрических цепей при  
последовательном и параллельном  
соединении резисторов»

**Разработал: преподаватель Кольцова Г.А.**

Рассмотрено на заседании ПЦК профессиональных дисциплин  
специальностей 140448, 270843

Протокол № \_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Председатель ПЦК \_\_\_\_\_ Кольцова Г.А.

г. Вязьма  
2013г.

Цель работы: проверка на опыте особенностей последовательного и параллельного соединения резисторов.

### 1. Теоретические сведения

Последовательное соединение резисторов - это такое соединение, когда к концу одного резистора присоединяется начало другого, к концу второго - начало третьего и т.д. и при этом образуется неразветвленная цепь или участок цепи. Для последовательного соединения характерно то, что во всех этих резисторах возникает одинаковый ток, а падение напряжения на них пропорционально сопротивлениям:

$$U_1 = IR_1, \text{ В}$$

$$U_2 = IR_2, \text{ В}$$

$$U_3 = IR_3, \text{ В}$$

Каждое сопротивление может быть найдено по формулам:

$$R_1 = \frac{U_1}{I}, \text{ Ом}$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I}, \text{ Ом}$$

$$R_3 = \frac{U_3}{I}, \text{ Ом}$$

Падение напряжения на всем участке цепи равно сумме падений напряжений на каждом резисторе:

$$U = U_1 + U_2 + U_3, \text{ В} \quad (1)$$

Эквивалентное сопротивление участка цепи равно сумме сопротивлений каждого резистора:

$$R_{\text{ЭКВ}} = R_1 + R_2 + R_3, \text{ Ом} \quad (2)$$

Если же к концам участка вместо трех резисторов подключить эквивалентный резистор с сопротивлением  $R_{\text{ЭКВ}}$  и подать такое же напряжение  $U$ , то в участке установится ток такой же силы  $I$ , что и при последовательном сопротивлении резисторов:

$$I = \frac{U}{R_{\text{ЭКВ}}}, \text{ А}$$

Следовательно,

$$R_{\text{экв}} = \frac{U}{I}, \text{ Ом}$$

Если сопротивления резисторов равны

$$R_1=R_2=R_3=R, \text{ Ом}$$

то эквивалентное сопротивление

$$R_{\text{экв}} = Rn$$

где n - число последовательно соединенных резисторов.

Мощность резистора можно определить по формулам:

$$P_1 = U_1 I = I^2 R_1 = \frac{U_1^2}{R_1}, \text{ Вт} \quad (4)$$

$$P_2 = U_2 I = I^2 R_2 = \frac{U_2^2}{R_2}, \text{ Вт}$$

Мощность всего участка с последовательным соединением резисторов

$$P_3 = U_3 I = I^2 R_{\text{экв}} = \frac{U^2}{R_{\text{экв}}}, \text{ Вт}$$

Параллельное соединение резисторов - это такое соединение, когда начала всех резисторов соединены в одну точку, а концы - в другую.

Для параллельного соединения характерно одинаковое падение напряжения на каждом резисторе и на всем участке:

$$U_1=U_2=U_3=U, \text{ В}$$

Сила токов в параллельных ветвях обратно пропорциональна сопротивлениям:

$$I_1 = \frac{U}{R_1}, \text{ А}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2}, \text{ А}$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3}, \text{ А}$$

Каждое сопротивление может быть найдено по формулам:

$$R_1 = \frac{U}{I_1}, \text{ А}$$

$$R_2 = \frac{U}{I_2}, A$$

$$R_3 = \frac{U}{I_3}, A$$

Сила тока в неразветвленной части цепи равна сумме сил токов всех ветвей:

$$I = I_1 + I_2 + I_3, A \quad (5)$$

Эквивалентное сопротивление двух ветвей определяется по формуле:

$$R_{\text{экв}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}, \text{ Ом},$$

трех ветвей

$$R_{\text{экв}} = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}, \text{ Ом}.$$

Если сопротивления ветвей равны, то эквивалентное сопротивление участка

$$R_{\text{экв}} = \frac{R}{m}, \text{ Ом}$$

где  $m$  - число параллельных ветвей.

Эквивалентная проводимость при параллельном соединении определяется как сумма проводимостей всех ветвей:

$$G_{\text{экв}} = G_1 + G_2 + G_3, \text{ См}, \quad (6)$$

где

$$G_1 = \frac{1}{R_1}, \text{ См}$$

$$G_2 = \frac{1}{R_2}, \text{ См}$$

$$G_3 = \frac{1}{R_3}, \text{ См}$$

проводимость ветвей.

Для  $m$  одинаковых резисторов эквивалентная проводимость:

$$G_{\text{экв}} = G_m$$

Силы токов в ветвях находят по формулам:

$$I_1 = U G_1, A$$

$$I_2 = U G_2, A$$

$$I_3 = UG_3, A$$

для неразветвленной части:

$$I = UG_{\text{эkv}}, A$$

Мощность, поглощаемая резисторами при параллельном соединении, можно рассчитать по формулам, аналогичным для последовательного соединения:

$$P_1 = UI_1 = I_1^2 R_1 = \frac{U^2}{R_1} = U^2 G_1, \text{Вт}$$

$$P_2 = UI_2 = I_2^2 R_2 = \frac{U^2}{R_2} = U^2 G_2, \text{Вт}$$

Электрическая энергия, выработанная источником, в потребителях переходит в другие виды энергии: тепловую, световую, механическую и т.д., поэтому будет справедливо уравнение, называемое балансом мощностей:

$$P = P_1 + P_2 + P_3, \text{Вт} \quad (7)$$

где  $P = EI$  - мощность источника энергии;  $P_1, P_2, P_3$  - мощности потребителей.

Для упрощения расчета часто потребители, преобразующие электрическую энергию в механическую или световую, заменяют эквивалентными потребителями, преобразующими электрическую энергию в тепловую, т.е. получают эквивалентную схему замещения.

## 2. Контрольные вопросы

2.1. Какое соединение резисторов называют последовательным и какое параллельным?

2.2. Как определить общее сопротивление резисторов при последовательном и при параллельном соединении?

2.3. Что называется проводимостью, и в каких единицах она измеряется?

2.4. Чему равен общий ток цепи и напряжение на участках цепи при последовательном и параллельном соединении?

2.5. Как определяется мощность на участках цепи и всей цепи при последовательном и параллельном соединении?

## 3. Приборы и оборудование

Таблица 3.1

Наименование	Тип	Количество	Техническая характеристика
Источник энергии переменного тока			
Вольтметр			
Амперметр			
Реостат			
Магазин сопротивлений			

#### 4. Программа работы

##### **Опыт №1 (последовательное соединение)**

Определить размещение приборов на столе.  
Собрать электрическую схему цепи (рис. 4.1) и показать для проверки преподавателю.

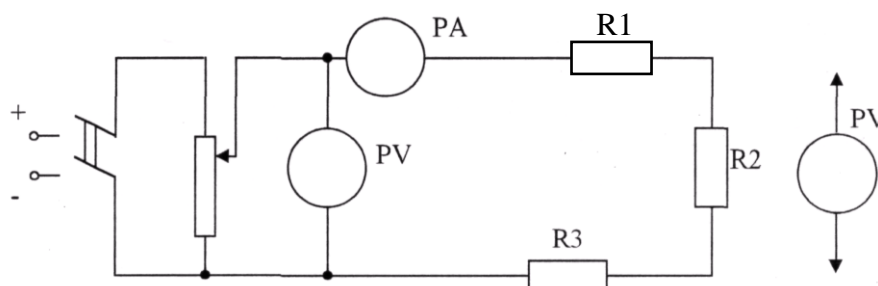


Рис.4.1

Определить цену деления приборов, исходя из установленных пределов измерения.

Установить заданные преподавателем параметры сопротивлений на магзинах.

Включить автомат (постоянного тока), установить при помощи реостата заданное напряжение по вольтметру. Результаты записать в табл. 4.1.

Переносным вольтметром измерить напряжение на клеммах резисторов  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  а также ток цепи. Результаты записать в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Участок	U, В	I, А	P, Вт	R, Ом
Резистор 1				
Резистор 2				
Резистор 3				
Вся цепь				

##### **Опыт №2 (параллельное соединение)**

Собрать электрическую схему (рис. 4.2) и показать ее для проверки преподавателю.

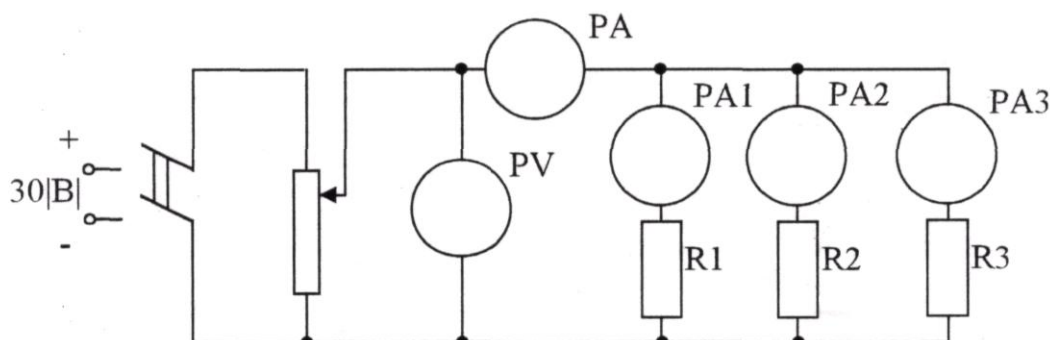


Рис.4.2

Определить цену деления приборов.

Установить заданные преподавателем параметры резисторов. Включить автомат постоянного тока, установить при помощи реостата заданное напряжение, записать его значение в таблицу 4.2.

Записать показания амперметров  $A, A_1, A_2, A_3$  в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Участок цепи	U, В	I, А	P, Вт	R, Ом	G, См
Резистор №1					
Резистор №2					
Резистор №3					
Вся цепь					

## 5. Обработка результатов опытов

Убедиться, что при последовательном соединении:

$$U_{u1} = U_1 + U_2 + U_3, \text{ В}$$

$$R_{u1} = R_1 + R_2 + R_3, \text{ Ом}$$

$$P_1 = U_1 I = I^2 R_1, \text{ Вт}$$

$$P_2 = U_2 I = I^2 R_2, \text{ Вт}$$

$$P_3 = U_3 I = I^2 R_3, \text{ Вт}$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I}, \text{ Ом}$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I}, \text{ Ом}$$

$$R_3 = \frac{U_3}{I}, \text{ Ом}$$

Убедиться, что при параллельном соединении:

$$I_u = I_1 + I_2 + I_3, \text{ А}$$

$$G_u = G_1 + G_2 + G_3, \text{ См}$$

$$G_1 = \frac{1}{R_1}, \text{ См}$$

$$G_2 = \frac{1}{R_2}, \text{ См}$$

$$G_3 = \frac{1}{R_3}, \text{ См}$$

$$G_u = \frac{1}{R_u}, C_M$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1}, A$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2}, A$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3}, A$$

$$I_u = \frac{U}{R_u}, A$$