

Задание 9.2. Что внутри? Внутри «серого» ящика находится идеальный источник с подключенным последовательно к нему резистором (рис. 1). Определите $I_{\text{кз}}$ – ток короткого замыкания серого ящика.

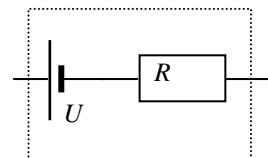


Рис. 1

Примечание. Коротким замыканием будем называть соединение между собой выводов серого ящика.

Приборы и оборудование: два одинаковых мультиметра (режим амперметра отключен), «серый» ящик с двумя выходами.

Примечание. Погрешность мультиметра считать равной 1% от значения измеряемой величины + 1 единица последнего разряда.

Рекомендации организаторам

- Выдавайте участникам олимпиады одинаковые мультиметры (типа м838В, м830, м832, м838) из которых **обязательно!!!!** вынуть предохранители, для исключения их использования в режиме амперметра.
- Внутри черного ящика помещается батарейка типа «Крона» с колодкой, к которой последовательно подключается резистор с сопротивлением 1,50 МОм (следует отбраковать из партии резисторы с номиналами, отличающимися более чем на 2%).
- выводы из черного ящика целесообразно снабдить разъемами типа «крокодил».



Возможное решение (Шеронов А.). Для определения тока короткого замыкания необходимо определить напряжение U источника и сопротивление R резистора, находящихся внутри «серого» ящика.

К выводам ящика подключаем вольтметр и снимаем его показание $U_1 = 3,60$ В. Для получения дополнительной информации необходимо провести еще измерения, например, подключив два вольтметра, соединенных последовательно. В этом случае они показывают по $U_2 = 2,57$ В. Сумма показаний вольтметров не совпадает с U_1 . Это наводит на мысль, что сопротивление внутри ящика сравнимо по величине с сопротивлением вольтметра.

Сопротивление вольтметра в режиме 20 В измеряется непосредственно вторым мультиметром, включенным в режим мегаомметра. Оно составляет $R_V = 1,00$ МОм.

Теоретические зависимости напряжений на одном и двух включенных последовательно вольтметрах имеют вид: $U_1 = \frac{UR_V}{R + R_V}$, и $U_2 = \frac{UR_V}{R + 2R_V}$. Решая систему

относительно U и R , получим: $U = \frac{U_1 U_2}{U_1 - U_2} = 9,0$ В и $R = R_V \frac{2U_2 - U_1}{U_1 - U_2} = 1,5$ МОм.

К аналогичным значениям могут привести измерения, сделанные двумя вольтметрами, соединенными параллельно, в этом случае их показания составляют по $U_3 = 2,25$ В.

Ток короткого замыкания равен $I_{кз} = \frac{U}{R} = 6$ мкА.

Следует обратить внимание, что при измерении больших сопротивлений необходимо избегать соприкосновения пальцев рук с электрическими контактами приборов, так как сопротивление тела человека меньше или сравнимо с 1 МОм и может внести существенное искажение в измеряемую величину.

Критерии оценивания

1)	Измерение напряжения U_1 одним вольтметром		1 балл
2)	Измерение напряжения U_2 или U_3 двумя вольтметрами		2 балл
3)	Измерение омметром сопротивления вольтметра в режиме 20 В		2 балл
4)	Получена теоретическая зависимость для R		2 балла
5)	Получена теоретическая зависимость для U		2 балла
6)	Вычислено напряжение U	$\pm 5\%$	2 балла
		$\pm 10\%$	1 балл
7)	Вычислено сопротивление R	$\pm 5\%$	2 балла
		$\pm 10\%$	1 балл
8)	Определён ток короткого замыкания		1 балл
9)	Оценена погрешность измеренных величин (по 1 баллу за каждую)		1 балл