

Условие

Трудно представить современную жизнь без резистора, электрического переключателя, конденсатора, полупроводникового диода, универсального измерительного прибора мультиметра, батарейки, секундомера и т. д.

Любую (почти любую) физическую величину необходимо уметь измерять, хотя бы оценочными, простыми методами. Попытки измерения физических характеристик тех или иных приборов способствуют более глубокому пониманию их работы, выяснению их достоинств и недостатков. Чистое же книжное знакомство с перечисленными выше приборами приводит к формализации знаний, идеализации представлений о сложнейших особенностях работы и применения в электронике диода, конденсатора, электрического ключа.

В данной работе вам предоставляется не паханное поле деятельности – творите, выдумывайте, пробуйте!

В каждой части приведите схему измерений, краткое теоретическое описание, результаты измерений и их обработку.

Приборы и оборудование: полупроводниковый диод Д226, два мультиметра, электролитический конденсатор 20 мкФ, школьный двухполюсный переключатель, резисторы (110 кОм, 10 кОм, 1 кОм, 100 Ом,), батарейка 4,5 В, соединительные провода.

Часть 1.

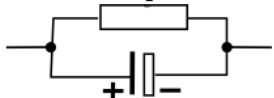
С помощью выданного вам оборудования определите:

- сопротивление мультиметра при измерении напряжения до 20 В;
- прямое и обратное сопротивление полупроводникового диода $R_d = \frac{U}{I}$ (помните – оно может зависеть от силы тока!);
- сопротивление утечки электролитического конденсатора.

Примечания:

В данном задании оба мультиметра использовать только при положении переключателя для измерения напряжения в диапазоне до 20 В.

Приборы позволяют получить оценочные величины сопротивлений, поэтому численные значения сопротивлений округлить до одной значащей цифры.



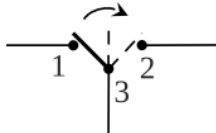
При подключении электролитического конденсатора в цепь необходимо соблюдать полярность! Реальный конденсатор можно представить в виде схемы изображенной на рисунке.

Не подключать полупроводниковый диод без резистора к батарейке!

Часть 2

При «быстром» переключении двухполюсного переключателя из положения 1 в положение 2 необходимо некоторое время: контакты 1 и 3 разомкнуты, а контакты 2 и 3 еще не замкнуты.

С помощью выданного

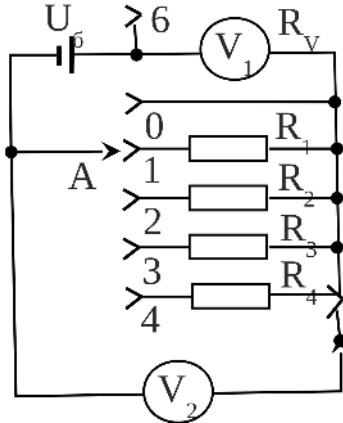


вам оборудования предложите способ определения этого времени τ_0 . Это и будет ваш (возможно первый) электронный секундомер!



Решение

Задача 11-1 Что больше и кто быстрее?



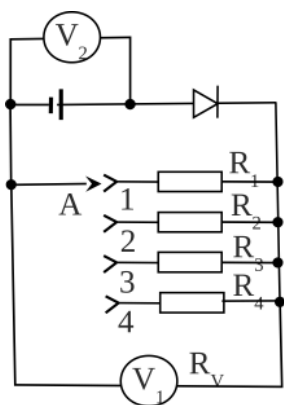
1) Для определения сопротивления мультиметра в режиме измерения напряжения в пределах до 20 В, соберем схему рис. 1 и замыкая последовательно контакт А с контактами 0, 1, 2, 3, 4 определим напряжение источника тока и сравним сопротивление мультиметра V_1 с сопротивлениями $R_1 - R_4$. Замыкая контакты Б5 (U_2) и Б6 (U_6) мы проверяем перераспределение напряжений при различных подключениях резисторов $R_1 - R_4$. При разомкнутом контакте А и замкнутом контакте Б5 можно сравнить сопротивления мультиметров V_1 и V_2 .

R	U_6	U_1	U_2
Ом	В	В	В
10^2	4,76	4,76	0
10^3	4,76	4,76	0
10^4	4,76	4,71	0,05
$1,1 \cdot 10^5$	4,75	4,30	0,46
R_V	4,76	2,38	2,38

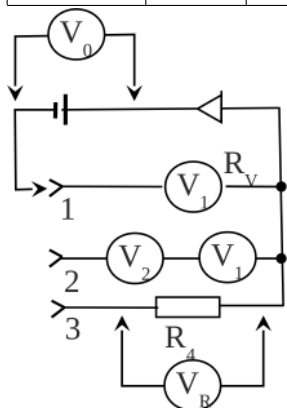
Из полученных данных можно сделать вывод, что сопротивления мультиметров равны $R_{V1} = R_{V2}$ и почти на порядок больше самого большого сопротивления $R_4 = 110 \text{ кОм}$.

$$\frac{U_1}{R_V} = \frac{U_2 (R_4 + R_V)}{R_4 R_V}, \quad R_V = \frac{U_1 - U_2}{U_2} R_4 = \frac{4,3 - 0,46}{0,46} 1,1 \times 10^5 \approx 9 \times 10^5 \hat{=} i$$

2) Для определения сопротивления диода в прямом направлении соберем схему рис.2. Последовательно замыкая контакт А с контактами 1, 2, 3, 4, а при разомкнутом контакте А с диодом последовательно подключается мультиметр, находим сопротивление диода в прямом направлении при различных значениях проходящего через него тока.



R Ом	U ₁ В	U ₂ В	$R_A = R \frac{U_2 - U_1}{U_1}$ Ом
10 ²	3,77	4,61	$2 \cdot 10^1$
10 ³	4,04	4,71	$2 \cdot 10^2$
10 ⁴	4,19	4,73	$1 \cdot 10^3$
$1,1 \cdot 10^5$	4,28	4,73	$1 \cdot 10^4$
$9 \cdot 10^5$	4,37	4,73	$1 \cdot 10^5$



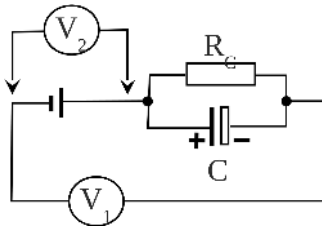
Для определения сопротивления диода в обратном направлении собираем схему рис.3.

Включая последовательно с диодом самое большое сопротивление $R_4 = 1,1 \times 10^5$ Ом, один и два мультиметра с пределом измерения напряжения 20 В, определяем сопротивление диода при обратном включении при различных токах.

R Ом	U ₀ В	U _r В	$R_A = R \frac{U_0 - U_R}{U_R}$ Ом
$9 \cdot 10^5$	4,74	0,71	$5 \cdot 10^6$
$18 \cdot 10^5$	4,74	1,3	$5 \cdot 10^6$
$1,1 \cdot 10^5$	4,74	0,08	$6 \cdot 10^6$

Итак, зависимость сопротивления диода при прямом включении от силы тока через него изменяется в **десятки тысяч** раз, а при обратном включении зависимость сопротивления от силы тока с нашим оборудованием не зафиксирована.

3) Зарядим конденсатор, подключив его к батарейке, соблюдая полярность. Подключим на короткое время к конденсатору мультиметр для измерения напряжения на нем. Повторим измерение напряжения на конденсаторе примерно через полминуты. Уменьшение напряжения на конденсаторе говорит о том, что он разряжается. (Если мультиметр подключен к Для определения сопротивления утечки конденсатора соберем схему рис.4. С течением времени показания мультиметра V_1 уменьшаются, значит идет зарядка конденсатора. Определим время зарядки конденсатора через мультиметр



$$\tau = 2,3R_{V_1}C = 2,3 \times 9 \times 10^5 \times 20 \times 10^{-6} \approx 40 \text{ с}$$

Примерно через минуту ток утечки конденсатора сравнивается с током его подзарядки и показания мультиметра V_1 стабилизируются.

$$R_C = R_V \frac{U_2 - U_1}{U_1} = 9 \times 10^5 \frac{4,73 - 0,11}{0,11} \approx 4 \times 10^7 \text{ Ом}$$

(сопротивления утечки других конденсаторов: 70 Мом, 30 Мом, 7 Мом, 20 Мом. Здесь тоже разбежка в численных значениях как и обратное сопротивление диодов)