

Условие

Задание 3. Нелинейные цепи

Хорошо известно, что на напряжение U и сила тока I на обыкновенном резисторе с некоторым сопротивлением R связаны соотношением $U = IR$, которое называют законом Ома для участка цепи. Подобная связь величин приводит к знакомым вам законам последовательного и параллельного соединения резисторов. В частности, если два сопротивления R_1 и R_2 соединены последовательно, то их можно заменить на эквивалентное сопротивление $R = R_1 + R_2$ (рис. 1). А если два резистора сопротивлениями R_1 и R_2 включены параллельно, то они соответствуют эквивалентному сопротивлению $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ (рис. 2).

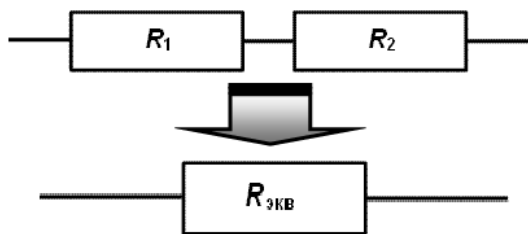


Рис. 1

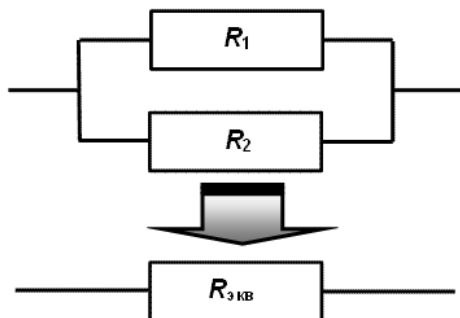


Рис. 2

В данной задаче предлагаем вам рассмотреть диоды, “закон Ома” для которых имеет непривычный вид.

1. Полупроводниковый диод

В этой части будем изучать распространённые полупроводниковые диоды. На электрических схемах они изображаются следующим образом:



Для полупроводниковых диодов связь между напряжением U и силой тока I можно приблизительно записать в виде $I = \alpha U^2$. Величину α с размерностью $\frac{\text{А}}{\text{В}^2}$ будем называть постоянной диода.

1.1. Два диода с постоянными α_1 и α_2 соединены параллельно.

1.1.а) Найдите закон параллельного соединения таких диодов, то есть определите, на диод с какой эквивалентной постоянной $\alpha_{\text{ЭКВ}}$ их можно заменить (рис. 3).

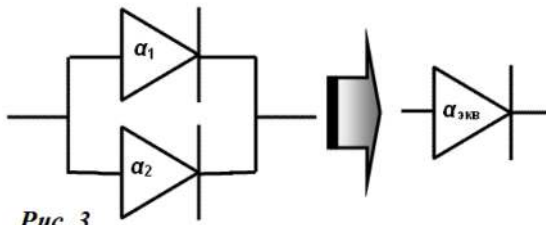


Рис. 3

1.1.b) Чему будет равно $\alpha_{\text{экв}}$, если соединить параллельно четыре диода с одинаковыми постоянными α ?

1.2. Два диода с постоянными α_1 и α_2 соединены последовательно.

1.2.a) Найдите закон последовательного соединения таких диодов, то есть определите, на диод с какой эквивалентной постоянной $\alpha_{\text{экв}}$ их можно заменить (рис. 4).

иодов, то
й $\alpha_{\text{экв}}$ их

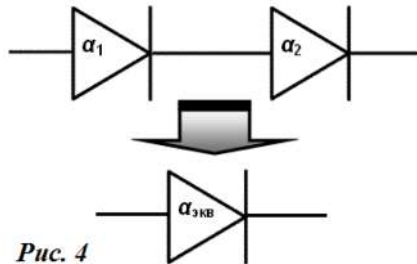


Рис. 4

1.2.b) Чему будет равно $\alpha_{\text{экв}}$, если соединить последовательно четыре диода с одинаковыми постоянными α ?

2. Туннельный диод

В данной части рассмотрим туннельный диод, который на схемах изображают символом:

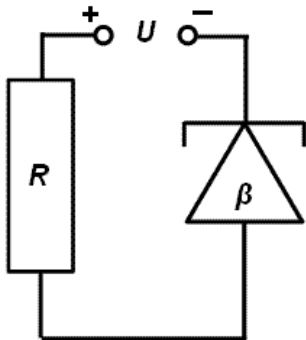


Рис. 5

Связь силы тока и напряжения на таком элементе, вообще говоря, довольно сложная. Однако, для некоторого туннельного диода, в диапазоне напряжений 0,10 В – 0,30 В данные величины можно приблизительно связать уравнением $I = \frac{\beta}{U}$. Постоянный коэффициент β имеет размерность мощности и в задаче его можно считать равным $\beta = 0,11$ мВт.



2.1. Туннельный диод включен в схему, изображённую на рисунке 5. На клеммы подаётся постоянное напряжение $U = 1,00$ В, сопротивление резистора $R = 1,0$ кОм. Найдите силу тока в данной цепи.

УТВЕРЖДАЮ Заместитель председателя оргкомитета заключительного этапа Республиканской олимпиады Заместитель Министра образования В.А. Будкевич «__» декабря 2013 г.



Республиканская физическая олимпиада 2014 год. (III этап)
Теоретический тур