

Рисунок 2

Второй принцип – разделить логику и отрисовку. Чтобы это реализовать, вся логика выносится во `vueх`, а в компонентах осуществляется только ввод-вывод данных. Алгоритмы обработки входных данных также выносятся в отдельный файл. Схема потока данных представлена на рис. 3.

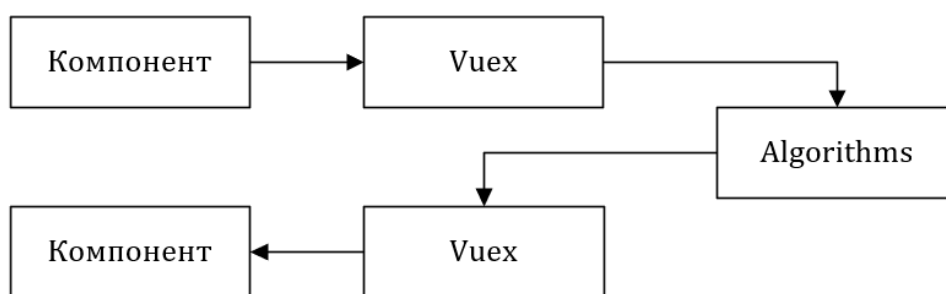


Рисунок 3

Практическое применение. Приложение способно решать задачи, связанные с экспертными оценками, используя шесть методов. При этом результат выводится на экран, а также может быть записан в файл. Формат вывода максимально приближен к формату оформления лабораторной работы, что может быть крайне полезно при проверке работ.

Список используемых источников.

1. Колбин, В. В. Математические методы коллективного принятия решений : учебное пособие / В. В. Колбин. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 256 с.

УДК 378.147:51

КОЛЕБАНИЯ В ЦЕПИ ЕМКОСТИ С ИСКРОВОМ ПРОМЕЖУТКОМ

А. В. Зарецкий, Н. Н. Сендер

Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина, Брест,

Типичная схема использования конденсатора показана на рисунке 1. В цепь включен источник напряжения с ЭДС \mathcal{E} и сопротивлением R (роль R может играть внутреннее сопротивление источника напряжения). Ниже находится искровой промежуток; при разности потенциалов меньше определенного значения φ_1 искровой промежуток является изолятором. При $\varphi = \varphi_1$ проскакивает искра, между проводами воздух накаляется до высокой температуры и становится хорошим проводником. Суммарное сопротивление подводящих проводов и

накаленного воздуха обозначим через r . Величина r мала и остается малой до тех пор, пока идет ток, поддерживающий высокую температуру воздуха. При определенном малом значении тока I_2 воздух остывает и искровой промежуток снова становится изолятором. Этому значению тока соответствует разность потенциалов $\varphi_2 = I_2 r$. При этом $\varphi_1 > \varphi_2$: нужно большее напряжение для того, чтобы зажечь искру, чем для того, чтобы поддерживать ее горение.

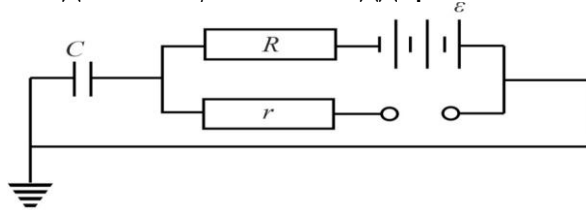


Рисунок 1

На рисунке 2 показана зависимость φ от t для такой схемы. На участке OA происходит зарядка емкости, ток не идет через искровой промежуток. В этом случае справедлива формула $z = z_0 e^{-t/(RC)}$:

$$\varphi = \varepsilon(1 - e^{-t/(RC)}). \quad (1)$$

В точке A в момент времени $t = t_A$ разность потенциалов достигает значения φ_1 , искровой промежуток начинает проводить ток, идет разрядка конденсатора. Так как при этом $R \ll r$, то током, идущим от источника напряжения, можно пренебречь по сравнению с током, идущим через искровой промежуток. Поэтому для φ получаем уравнение

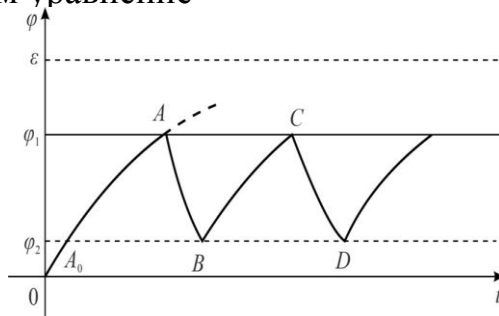


Рисунок 2

$$\frac{d\varphi}{dt} = -\frac{\varphi}{rC},$$

причем при $t = t_A$ $\varphi = \varphi_1$. Отсюда находим

$$\varphi = \varphi_1 e^{-(t-t_A)/(rC)}. \quad (2)$$

В момент времени $t = t_B$ (в точке B) $\varphi = \varphi_2$, при этом искровой промежуток опять становится изолятором, снова начинается зарядка (участок BC).

Определим время $t_B - t_A$, в течение которого происходила разрядка емкости. Для этого воспользуемся тем, что при $t = t_B$, $\varphi = \varphi_2$. Полагая в (2) $\varphi = \varphi_2$, $t = t_B$, получим

$$\varphi_2 = \varphi_1 e^{-(t_B-t_A)/(rC)},$$

откуда

$$t_B - t_A = rC \ln \frac{\varphi_1}{\varphi_2}.$$

На участке BC (зарядка) справедлива зависимость (1), сдвинутая по времени на величину τ (на рисунке 2 величина τ изображается отрезком A_0B). Поэтому $\varphi = \varepsilon(1 - e^{-(t-\tau)/(RC)})$.

Полагая здесь $t = t_B$, получим $\varphi_2 = \varepsilon(1 - e^{-(t_B-\tau)/RC})$.

Аналогично, полагая $t = t_C$, находим $\varphi_1 = \varepsilon(1 - e^{-(t_C-\tau)/RC})$.

Из последних двух формул

$$\frac{\varepsilon - \varphi_2}{\varepsilon - \varphi_1} = e^{(t_C - t_B)/(RC)}, \quad t_C - t_B = RC \ln \frac{\varepsilon - \varphi_2}{\varepsilon - \varphi_1}.$$

или

Полный период процесса (зарядка – разрядка) есть

$$T = t_C - t_A = (t_C - t_B) + (t_B - t_A) = RC \ln \frac{\varepsilon - \varphi_2}{\varepsilon - \varphi_1} + rC \ln \frac{\varphi_1}{\varphi_2}.$$

Обычно сопротивление в цепи источника напряжения R во много раз больше сопротивления искрового промежутка, поэтому время зарядки гораздо больше времени разряда. Зато ток разрядки оказывается во много раз больше, чем ток зарядки, больше, чем тот максимальный ток, который можно было бы получить от источника напряжения (при наличии внутреннего сопротивления

R_1 источник напряжения не дает ток больше, чем $\frac{\varepsilon}{R_1}$). Схема (рисунок 1) преобразует длительный малый ток, вызываемый источником напряжения, в сильный ток, который, однако, течет не все время, а в течение кратких промежутков времени (как принято говорить, «короткие импульсы тока»).

Действие схемы подобно системе, в которой маленькая струйка воды постепенно наполняет сосуд (рисунок 3). Сосуд закреплен так, что когда накопится достаточное количество воды, то он опрокидывается, вода выливается, после чего сосуд снова принимает вертикальное положение, и процесс начинается сначала. На рисунке сосуд закреплен на горизонтальной оси OO' ниже середины. Внизу к сосуду прикреплен груз, так что центр тяжести пустого сосуда лежит ниже оси. Однако когда сосуд заполняется водой, то центр тяжести полного сосуда оказывается выше оси и сосуд опрокидывается.

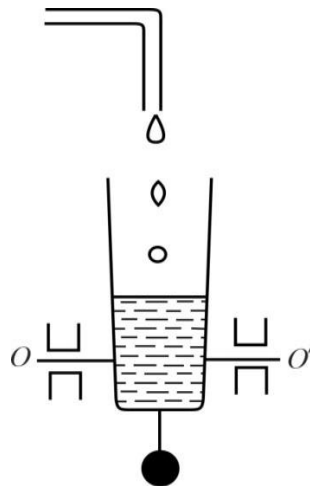


Рисунок 3

Рассмотрим схемы (рисунки 4 и 5). В таких схемах, состоящих из емкостей, сопротивлений и ЭДС, по истечении некоторого промежутка времени потенциалы практически выравниваются. Действительно, в схеме рисунок 4 устанавливается $\varphi = 0$, в схеме рисунок 5 $\varphi = \varepsilon_0$ (формулы $\varphi(t) = \varphi_0 e^{-t/(RC)}$ и $\varphi = z + \varepsilon_0 = -\varepsilon_0 e^{-t/(RC)} + \varepsilon_0 = \varepsilon_0(1 - e^{-t/(RC)})$). Совершенно другую картину наблюдаем в случае схемы с искровым промежутком. Здесь происходят незатухающие колебания величины φ . Эти колебания связаны с особыми свойствами искрового промежутка, в частности, с тем фактом, что до достижения определенного потенциала (так называемого потенциала пробоя φ_1) ток через искровой промежуток совсем не идет.

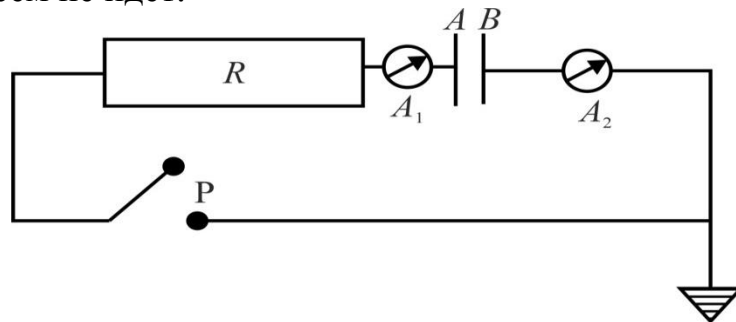


Рисунок 4

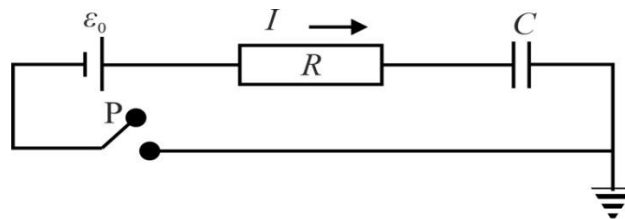


Рисунок 5

О свойствах разряда через воздух в искровом промежутке написаны большие книги; мы привели только минимум сведений, необходимых для понимания действия схемы рисунок 1. Сведения, которые мы дали, недостаточны для ответа на простой вопрос: что произойдет, если соединить искровой промежуток с источником напряжения без конденсатора?

Действительно, если ток не идет, то на искровом промежутке будет напряжение ε_0 . Так как $\varepsilon_0 > \varphi_1$, то должен произойти пробой. Но если бы произошел пробой, то сопротивление искрового промежутка стало бы малым, равным r . Тогда на искровом промежутке возникла бы разность потенциалов, равная

$\varepsilon_0 \cdot \frac{r}{r + R'}$, и ток $I = \frac{\varepsilon_0}{r + R}$. Если R велико, то ток I мал – меньше I_2 , разность потенциалов на искровом промежутке мала – меньше φ_2 . Но в таком случае воздух не нагревается и сопротивление искрового промежутка не станет малой величиной r , а значит, разность потенциалов будет велика, равна ε . Мы получили противоречие.

На самом деле в этих условиях получается электрический разряд другого типа, так называемый тлеющий разряд (малый ток без нагрева воздуха), а не искра с накалившимся воздухом.