

Лабораторная работа 3.2.8

Релаксационные колебания

Кагарманов Радмир Б01-106

20 декабря 2022 г.

Цель работы: изучение вольт-амперной характеристики нормального тлеющего разряда; исследование релаксационных колебаний генератора на стабилитроне.

В работе используется: стабилитрон СГ-2 (газонаполненный диод) на монтажной плате, магазин ёмкостей, магазин сопротивлений, источник питания, амперметр, вольтметр, осциллограф.

Описание

В работе исследуются релаксационные колебания, возбуждаемые в электрическом контуре, состоящем из C , резистора R и газоразрядного диода с S -образной вольт-амперной характеристикой. Релаксационные колебания в этом случае являются совокупностью двух аperiodических процессов - зарядки конденсатора и его разрядки. В нашей установке роль «ключа», обеспечивающего попеременную зарядку и разрядку конденсатора, играет газоразрядный диод. Зависимость тока от напряжения на газоразрядной лампе $I_S(V)$ не подчиняется закону Ома. Ток в лампе возникает только в том случае, если разность потенциалов на её электродах достигает напряжения зажигания V_1 . При этом скачком устанавливается конечная сила тока I_1 - в лампе возникает нормальный текущий разряд. при дальнейшем незначительном увеличении напряжения V сила тока заметно возрастает по закону, близкому к линейному.

Если начать уменьшать напряжение на горячей лампе, то при напряжении, равном V_1 , лампа ещё не гаснет, и сила тока продолжает уменьшаться. Лампа перестаёт пропускать ток лишь при напряжении гашения V_2 , которое обычно существенно меньше V_1 . Сила тока при этом скачком падает от значения I_2 , меньшего I_1 , до нуля.

Схема экспериментального стенда для изучения релаксационных колебаний представлена на рис. 1.

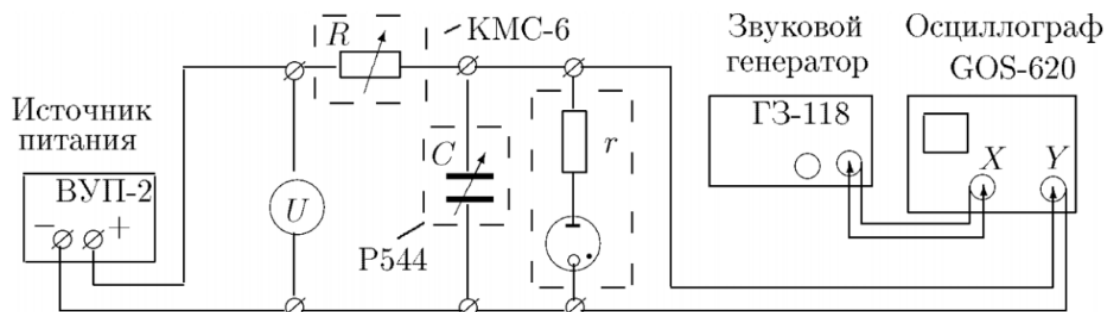


Рис. 1: Экспериментальная установка

На рис. 2 представлены релаксационные колебания. Они будут проходить с амплитудой $V_1 - V_2$. Полное время периода колебаний T состоит из суммы времени зарядки и времени разрядки. Во время зарядки конденсатора лампа не горит ($I(V) = 0$), и уравнение для напряжения $V(t)$ принимает вид

$$RC \frac{dV}{dt} = U - V. \quad (1)$$

Будем отсчитывать время с момента гашения лампы. Решив уравнение (1), найдём:

$$V = U - (U - V_2)e^{-t/RC}. \quad (2)$$

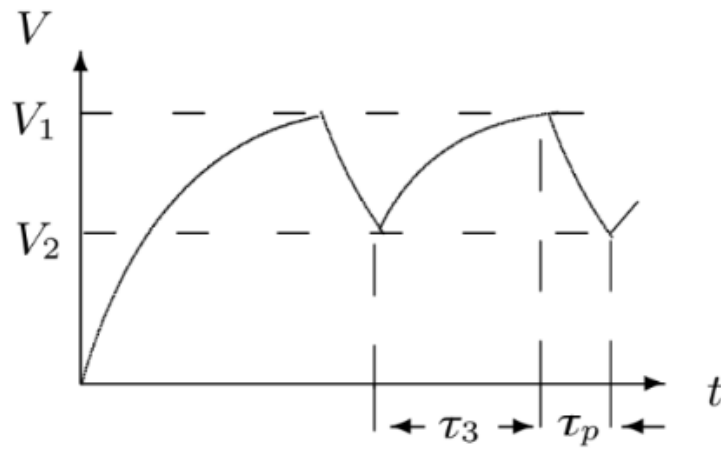


Рис. 2: Релаксационные колебания

В момент зажигания $t = \tau_3$, $V = V_1$, поэтому

$$V_1 = U - (U - V_2)e^{-\tau_3/RC}. \quad (3)$$

Из уравнений (2) и (3) нетрудно найти период колебаний:

$$T \approx \tau_3 = RC \ln \frac{U - V_2}{U - V_1}. \quad (4)$$

Обработка результатов

1. Соберём установку, изображённую на рис. 3. Определим напряжения V_1 и V_2 и построим вольт-амперную характеристику.

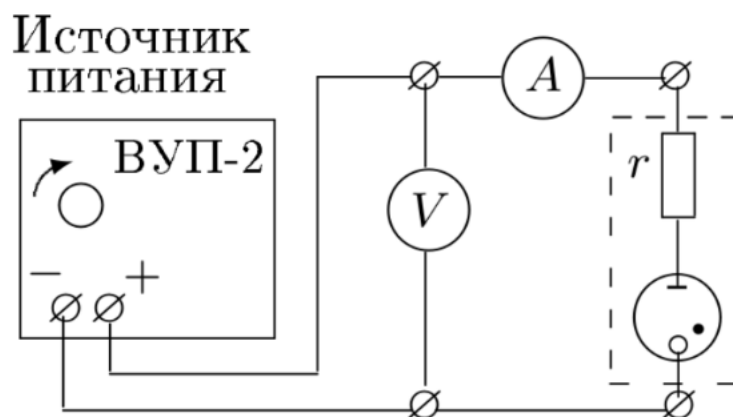


Рис. 3: Экспериментальная установка

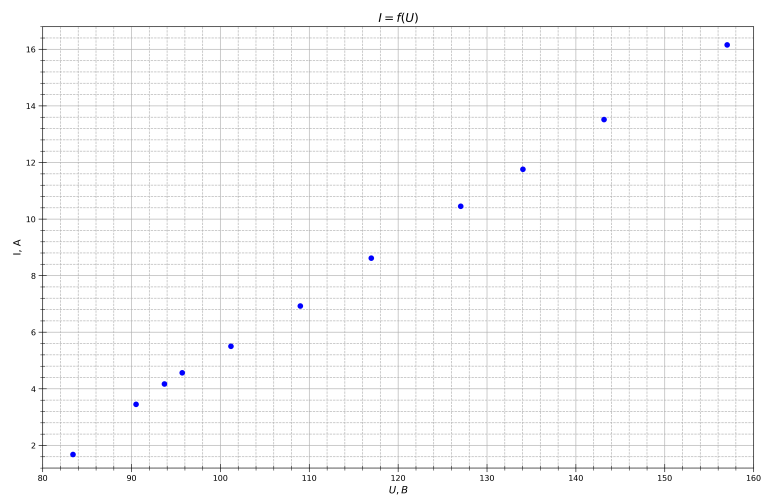


Рис. 4: Вольт-амперная характеристика

$$V_1 = 90,5 \text{ В и } I_1 = 3,455 \text{ А}$$

$$V_2 = 83,4 \text{ В и } I_2 = 1,680 \text{ А}$$

2. Построим графики зависимости периода $T = f(C)$ и $T = f(R)$.

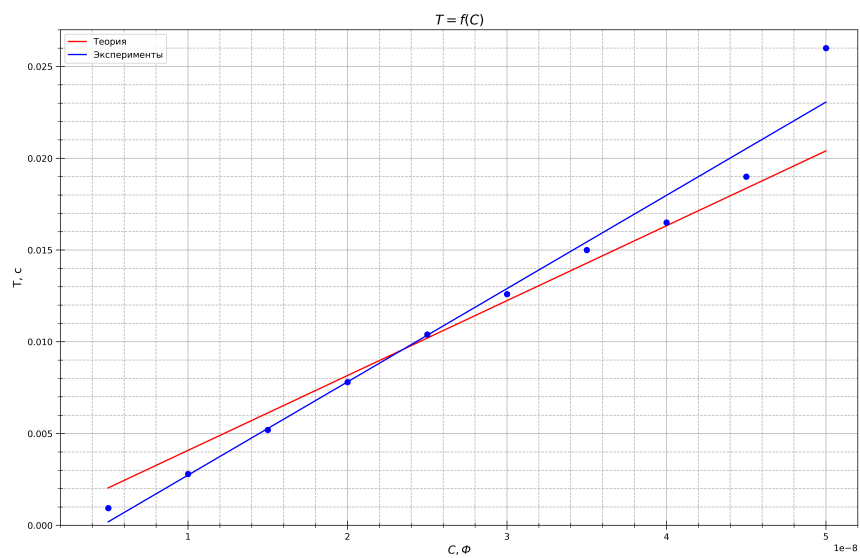


Рис. 5: $T = f(C)$

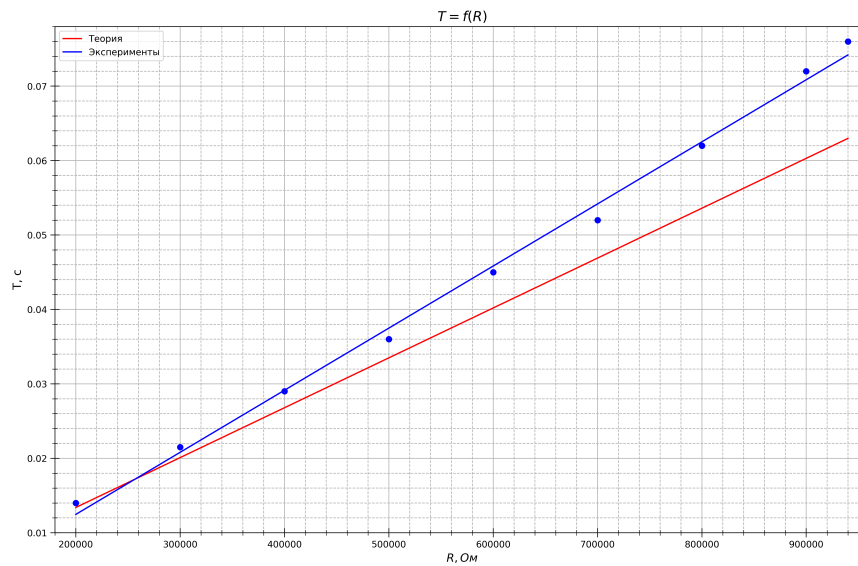


Рис. 6: $T = f(R)$

По графикам видно, что экспериментальные прямые близки к теоретическим.

Вывод: выполнив данную лабораторную работу, мы изучили вольт-амперную характеристику нормального тлеющего заряда и исследовали релаксационные колебания генератора на стабиитроне. Построили графики зависимости периода $T = f(C)$ и $T = f(R)$, и эксперименты оказались близки к теории.