

Лабораторная работа 3.2.8. Релаксационные колебание.

Вязовцев Андрей, Б01-005

22.10.21

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

В работе используются: стабилитрон СГ-2 (газонаполненный диод) на монтажной панели, амперметр, вольтметр, магазин сопротивлений, магазин ёмкостей, источник питания, осциллограф (ЭО), генератор звуковой частоты (ЗГ).

Теоретическая справка:

Колебательные системы, как правило, имеют два накопителя, между которыми происходит перекачка энергии. Однако, встречаются системы, содержащие всего один накопитель энергии. Например, цепь, состоящая из конденсатора и сопротивления без самоиндукции. Разряд конденсатора — аperiodический процесс, но если через постоянные промежутки времени подавать на него заряд, процесс становится периодическим. Таким образом, эти колебания являются результатом двух аperiodических процессов. Они называются релаксационными.

В нашей системе роль «ключа», обеспечивающего зарядку и разрядку конденсатора, будет играть газоразрядный диод. При этом он обладает рядом особенностей: ток начинает течь только при напряжении зажигания V_1 ($V_1 \neq 0$), а перестаёт при напряжении гашения V_2 ($0 < V_2 < V_1$).

Экспериментальная установка:

Измерения будут проводится по двум схемам:

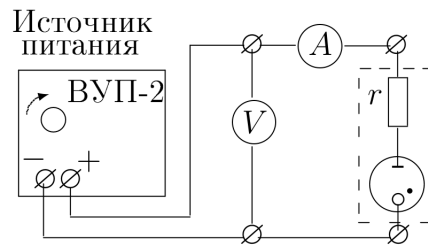


Рис. 1. Схема установки для изучения характеристик стабилитрона

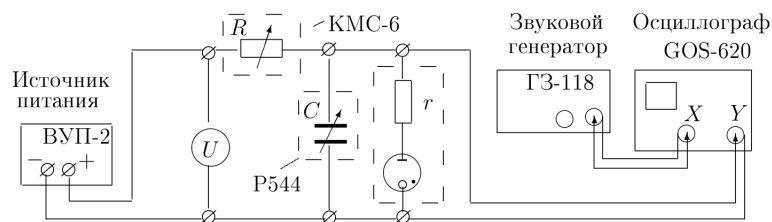


Рис. 2. Схема установки для исследования релаксационных колебаний

Ход работы:

1. Соберём схему по 1, выполним необходимые действия для подготовки к работе.

2. Снимем вольтамперную характеристику стабилитрона с резистором $r = 5,4 \text{ кОм}$.

Из таблицы видно, что, $V_1 = 91,25 \text{ В}$, $I_1 = 3,37 \text{ мА}$, $V_2 = 80,52 \text{ В}$, $I_2 = 1,41 \text{ мА}$.

3. Теперь соберём релаксационный генератор. Установим $C = 50 \text{ нФ}$, $R = 0,9 \text{ МОм}$. Выставим напряжение $U = 1,2 \cdot V_1 \approx 110 \text{ В}$. Настроим осциллограф.

4. Получим пилу на экране. Оценим время зарядки и разрядки: $\tau_3 \approx 60 \text{ мс}$, $\tau_p \approx 5 \text{ мс}$. Картину колебаний см. ниже на 3.

5. Найдём $R_{кр}$, при котором пропадают колебания. Убедимся, что при $R > R_{кр}$ (но не намного) и увеличении U колебания также пропадают.

Получим: $R_{кр} = 1,4 \cdot 10^5 \text{ Ом}$. По формуле же можно найти:

$$R_{кр} = \frac{U - V_2}{I_2} \approx 0,2 \cdot 10^5 \text{ Ом}$$

Такую большую разницу можно объяснить тем, что V_2 и I_2 были измерены неточно.

| При возрастании | | При убывании | |
|-----------------|---------|--------------|---------|
| I , мА | U , В | I , мА | U , В |
| 0 | 91 | 6.48 | 108.37 |
| 3.37 | 91.25 | 6.26 | 106.48 |
| 3.72 | 93.25 | 5.92 | 105.1 |
| 4.01 | 94.93 | 5.52 | 103.02 |
| 4.47 | 97.53 | 5.34 | 102.05 |
| 4.76 | 99.15 | 4.87 | 99.25 |
| 5.25 | 102.05 | 4.64 | 98.05 |
| 5.47 | 103.33 | 3.8 | 93.55 |
| 5.78 | 105.12 | 3.5 | 92.02 |
| 6.28 | 107.15 | 3.22 | 90.25 |
| 6.48 | 108.37 | 2.76 | 87.67 |
| | | 2.26 | 84.97 |
| | | 1.41 | 80.52 |
| | | 0 | 75.4 |

Таблица 1. Зависимость $U(I)$ при возрастании и убывании



Рис. 3. Картина колебаний для пилы

6. Восстановим исходные параметры релаксационного генератора. Получим фигуры Лиссажу, соответствующие соотношению частот 1:1, 2:1, 3:1. Получаем следующие изображения (см. таблицу 2):

7. При $R = 5,2 \cdot 10^5$ Ом снимем зависимость $f(C)$ с помощью фигур Лиссажу 1:1. Результаты см. в таблице 3.

8. При $C = 10$ нФ снимем зависимость $f(R)$ с помощью фигур Лиссажу 1:1. Результаты см. в таблице 4.

Обработка результатов:

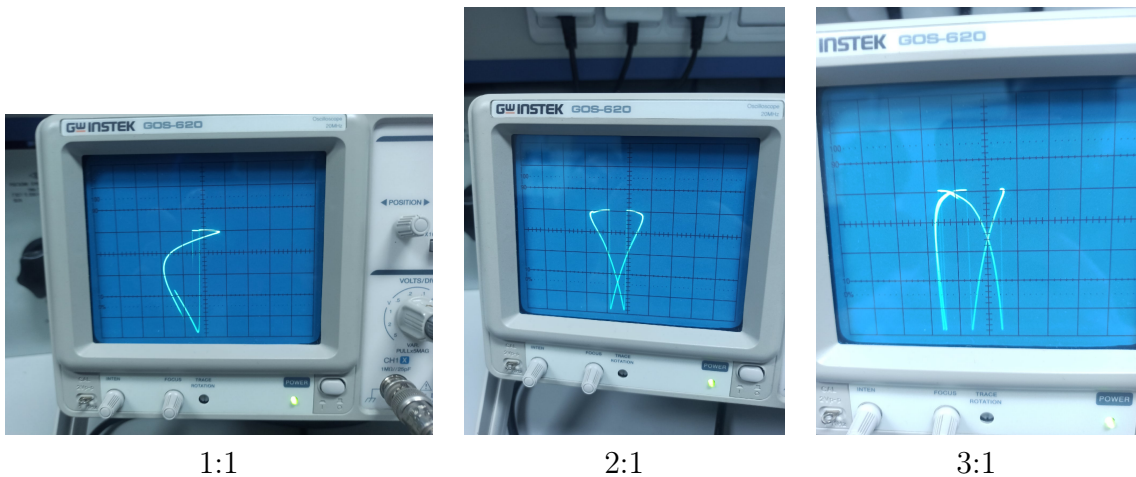


Таблица 2. Фигуры Лиссажу

| | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|
| f , Гц | 150 | 75 | 50 | 37 | 30 |
| C , мкФ | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 |

Таблица 3. Зависимость $f(C)$

| | | | | | | | | |
|-----------------|----|----|----|------|----|------|----|------|
| f , Гц | 17 | 19 | 22 | 25.7 | 31 | 39.5 | 53 | 78.2 |
| R , 10^5 Ом | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 |

Таблица 4. Зависимость $f(R)$

9. По таблице 4 построим графики вольтамперной характеристики в случае возрастания и убывания.

Теперь построим график только с возрастанием, но для сравнения проведём график, в котором не учитывается падение напряжения на r . Результат представлен на рисунке 5.

10. Построим графики $T_{\text{эксп}}(C)$ и $T_{\text{теор}}(C)$ согласно таблице 3. Результаты см. на рисунке 6.

11. Построим графики $T_{\text{эксп}}(R)$ и $T_{\text{теор}}(R)$ согласно таблице 4. Результаты см. на рисунке 7.

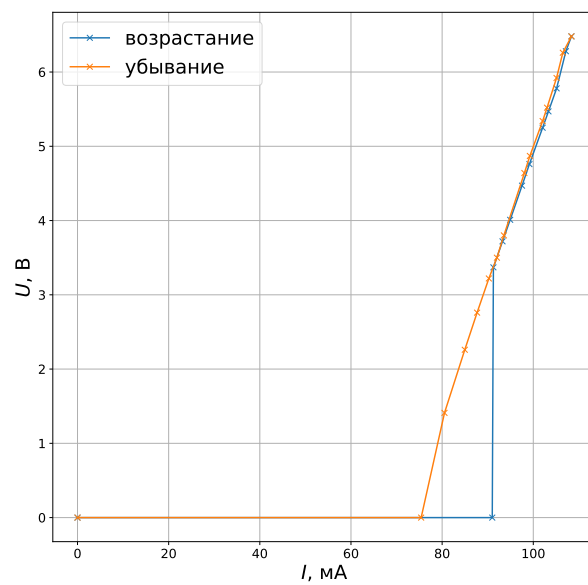


Рис. 4. Вольтамперная характеристика

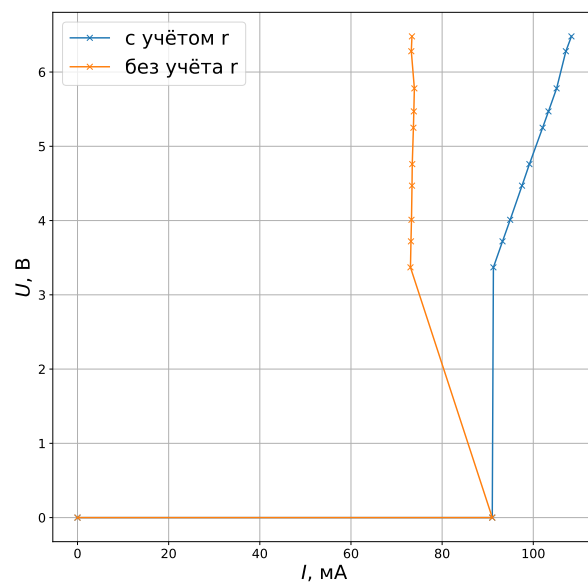


Рис. 5. Вольтамперная характеристика в сравнении

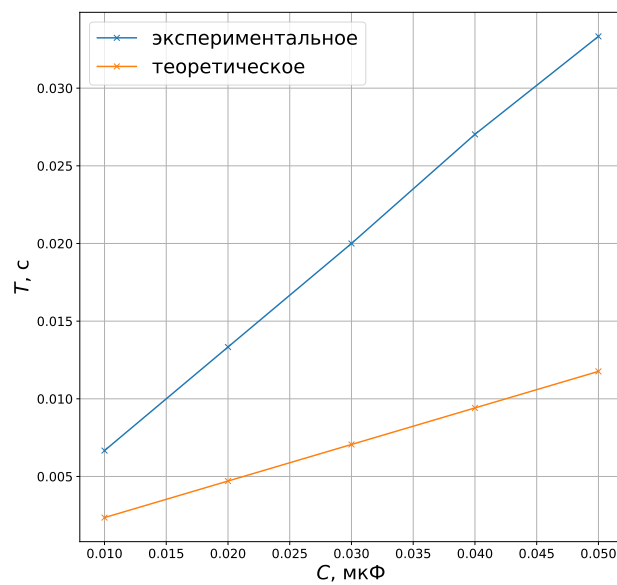


Рис. 6. Зависимость периода от ёмкости

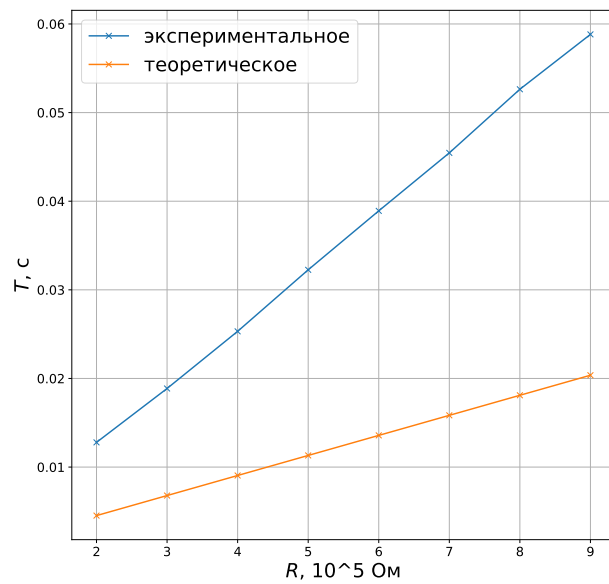


Рис. 7. Зависимость периода от ёмкости