

# Лабораторная работа 3.5.3

## Релаксационные колебания

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

**Оборудование:** стабилитрон СГ-2, амперметр, вольтметр, магазин сопротивлений, магазин ёмкостей, источник питания, осциллограф (ЭО), генератор звуковой частоты (ЗГ).

### Теория

Рассмотрим следующую схему релаксационного генератора: (Рис. 1).

Вольт – амперная характеристика стабилитрона с последовательно

включенным резистором показана на Рис. 2. Здесь  $V_1$  – напряжение зажигания,  $V_2$  – напряжение гашения. Можно записать

$$I_C + I(V) = \frac{U - V}{R}$$

$$C \frac{dV}{dt} + I(V) = \frac{U - V}{R}$$

В стационарном режиме, когда напряжение на конденсаторе постоянно, ток через лампу равен

$$I_{ст} = \frac{U - V}{R}$$

Для разных сопротивлений стационарный режим можно представить

графически (Рис. 3). Откуда видно, что при сопротивлении  $R > R_{кр} = \frac{U - V_2}{I_2}$

стационарный режим невозможен и в схеме на Рис. 1 возникают колебания: конденсатор заряжается до напряжения зажигания, после чего лампа начинает пропускать ток и конденсатор разряжается до напряжения гашения и т.д.

Найдем период таких колебаний. Пусть  $R$  существенно превосходит сопротивление лампы. Тогда в полный период можно учесть только время зарядки и не учитывать время разрядки. Изначальное уравнение перейдет в

$$C \frac{dV}{dt} = \frac{U - V}{R}$$

Его решением будет

$$V = U - (U - V_2) \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$

Откуда

$$V_1 = U - (U - V_2) \cdot e^{-\frac{\tau_3}{RC}}$$

$$T \approx \tau_3 = RC \cdot \ln \frac{U - V_2}{U - V_1}$$

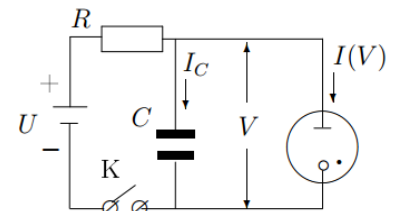


Рис. 1

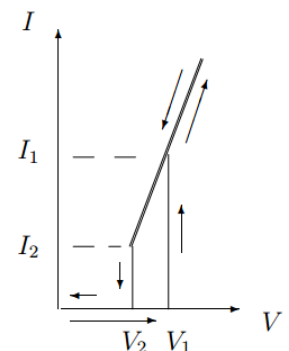


Рис. 2

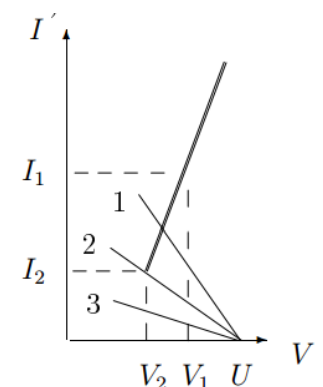


Рис. 3

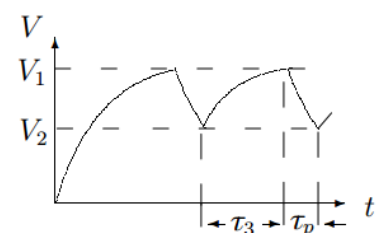


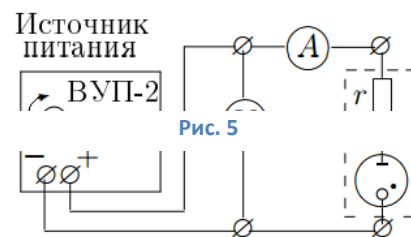
Рис. 4

## Ход работы

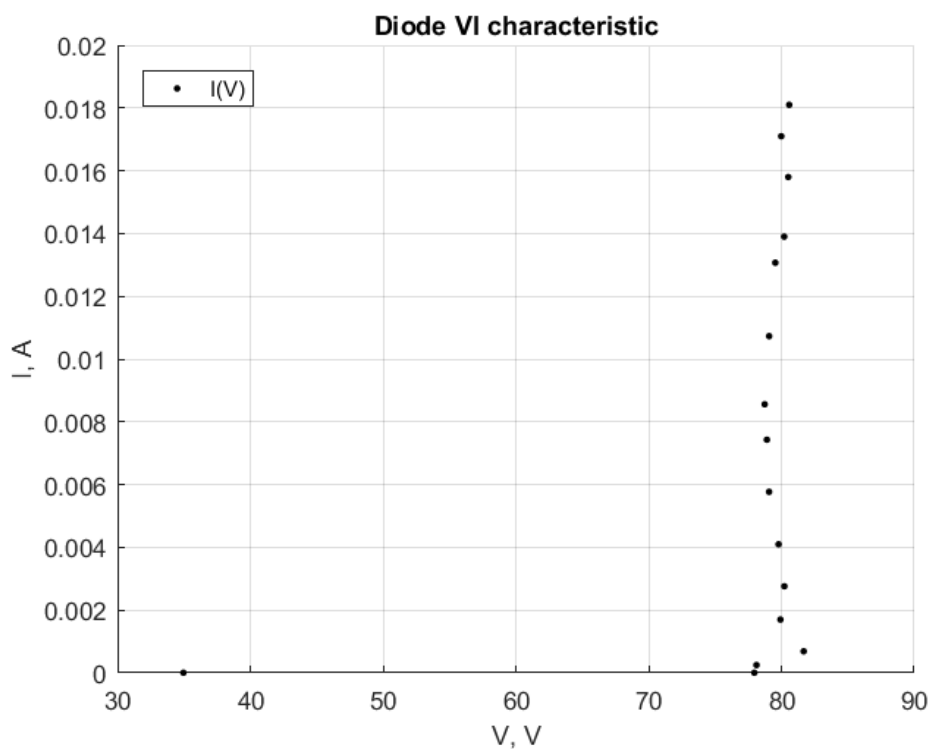
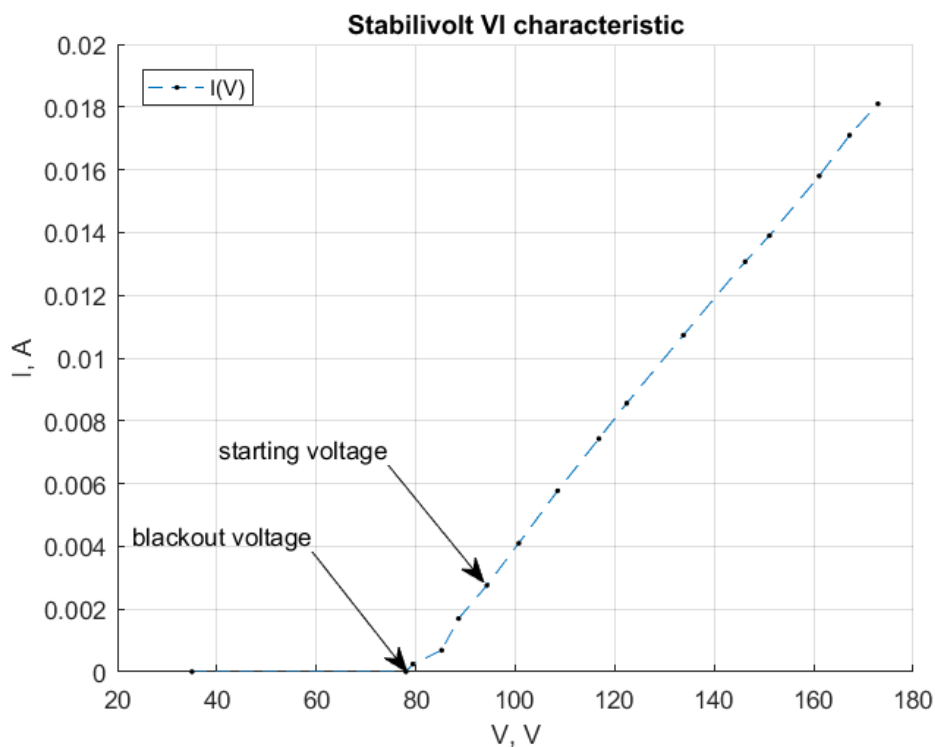
### Характеристика стабилитрона

Соберем схему как на Рис. 5 и снимем ВАХ стабилитрона.

Добавочное сопротивление  $r = 5.1 \text{ кОм}$ . По полученным данным построим графики зависимости силы тока от напряжения на самом диоде и на диоде с резистором.



V, Вольт	I, mA
35.0	0.007
78.0	0.007
79.4	0.25
85.2	0.69
88.6	1.70
94.3	2.76
100.7	4.10
108.5	5.77
116.8	7.43
122.4	8.56
133.8	10.73
146.2	13.07
151.1	13.90
161.1	15.80
167.2	17.10
172.9	18.10



## Фазовая плоскость и осциллограммы релаксационных колебаний

Соберем схему как на Рис. 6. Сопротивление  $R = 900 \text{ кОм}$ , емкость  $C = 0.05 \text{ мкФ}$ , сопротивление  $R_2 = 80 \text{ Ом}$ .

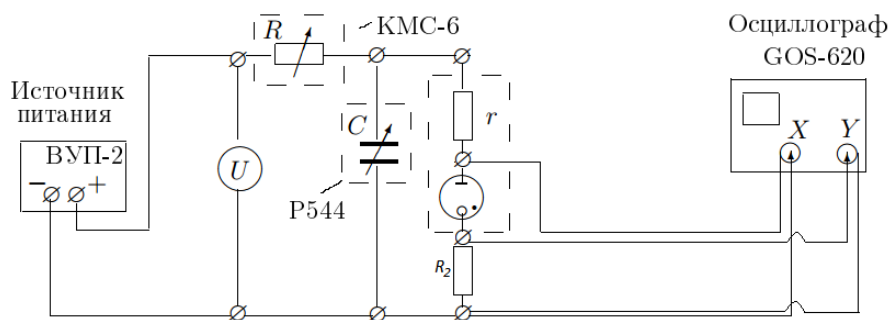


Рис. 6

На входе  $X$  можно наблюдать сигнал с периодом  $T = (31.0 \pm 1.2) \text{ мс}$ , причем время зарядки  $\tau_z = (30.0 \pm 1.0) \text{ мс}$ , а время разрядки  $\tau_p = (1 \pm 0.2) \text{ мс}$  (Рис. 7).

Критическое сопротивление при  $U = 154.6 \text{ В}$  равно  $R_{\text{кр}} = 659 \text{ кОм}$ . Его теоретическое значение  $R_{\text{кр.теор}} = 302 \text{ кОм}$ . Колебания исчезают также при  $U > 241 \text{ В}$ , теоретически  $U_{\text{теор}} = 305 \text{ В}$ .

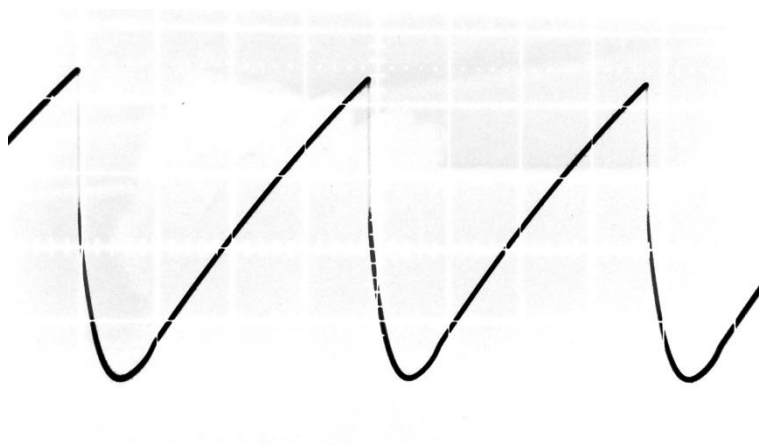


Рис. 7

Включив развертку  $XY$  на экране осциллографа можно наблюдать фазовую плоскость колебаний и истинную ВАХ стабилитрона. (Рис. 8)

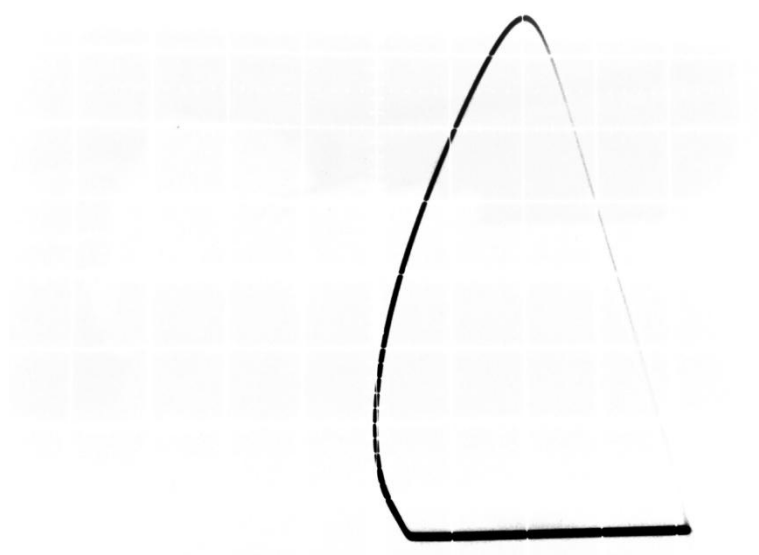


Рис. 8