

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра биомедицинской инженерии

УТВЕРЖДЕНО
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
«5» *март* 2017 г.



ЭЛЕКТРОНИКА

Методические рекомендации по выполнению практических занятий для
студентов направления 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 31.12.2020 13:36:44
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eaabbf73e943df4a4851fda56d089

Курск 2017

УДК 504.064.38

Составитель Бурмака А.А.

Рецензент

Цыплаков Ю.В., начальник отдела НИИЦ(г.Курск)ФГУП «18 ЦНИИ» МО РФ

Электроника: методические рекомендации по выполнению практических занятий / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: А.А. Бурмака, Курск, 2017. 13 с. с ил.

Содержат методические рекомендации к проведению практических занятий по дисциплине «Электроника». Приведены примеры решения типовых задач.

Методические указания по структуре, содержанию и стилю изложения материала соответствуют методическим и научным требованиям, предъявляемым к учебным и методическим пособиям.

Предназначены для студентов направления подготовки 12.03.04 - Биотехнические системы и технологии.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 5.06.17 Формат 60x84 1/16
Усл.печ.л. 0,76. Уч.-изд.л. 0,68. Тираж 50 экз. Заказ: 853 Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет,
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

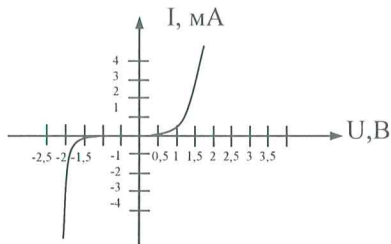
Оглавление

Практическое занятие №1: Использование методов расчета электрических цепей в электронных узлах и устройствах.....	4
Практическое занятие №2: Методы узловых напряжений и эквивалентного генератора, элементы типовых задач.....	6
Практическое занятие №3: Метод контурных токов и типовые задачи.....	9

Практическое занятие №1: Использование методов расчета электрических цепей в электронных узлах и устройствах

Задача №1

Дан график и в/а характеристика полупроводникового диода



Найти динамическое сопротивление диода на прямолинейных участках прямой и обратной ветви в/а характеристики.

1. Найти крутизну характеристики прямой ветви.

Вспомогательный материал:

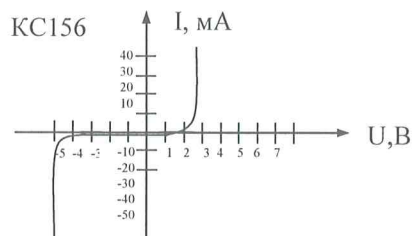
- 1) Динамическое сопротивление:

$$R_d = \frac{\Delta u \text{ (В)}}{\Delta y \text{ (А)}}$$

- 2) Крутизна вольтамперной характеристики

$$S = \frac{\Delta I}{\Delta U} \text{ (МА/В)}$$

Задача №2



Даны:

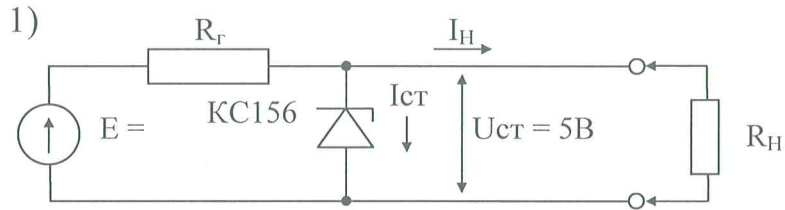
- 1) Графическая в/а характеристика стабилитрона КС156А;
- 2) Напряжение источника – 9В;
- 3) Ток нагрузки $I_{н\max} = 20 \text{ мА}$;
- 4) Напряжение стабилизации $U_c = 5\text{В}$.

Найти:

- 1) Построить схему стабилизации $U_{ст} = 5\text{В}$, $U_{СТ}=2,5\text{В}$;

- 2) Исходя из допустимости тока через стабилизаторы КС156А 40 мА, рассчитать величину гасящего сопротивления $R_{г}$, учитывая, что ток нагрузки имеет тенденцию к уменьшению.

Вспомогательный материал:

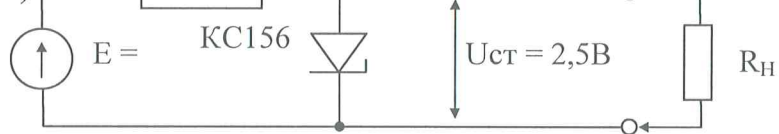


$$I_{ст1} = 40 \text{ мА}, I_{н} = 20 \text{ мА}, U_{ст1} = 5 \text{ В}.$$

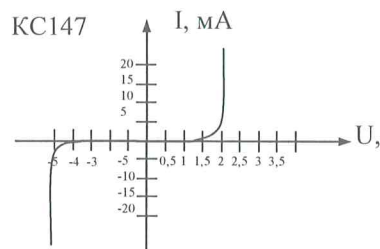
2)

$$R_{г1} = \frac{E - U_{ст}}{I_{ст1} + I_{ст}} = \frac{9 - 5}{60 * 10^{-3}} = 0,67 * 10^2 = 67 \text{ Ом}$$

3)



Задача №3



Даны:

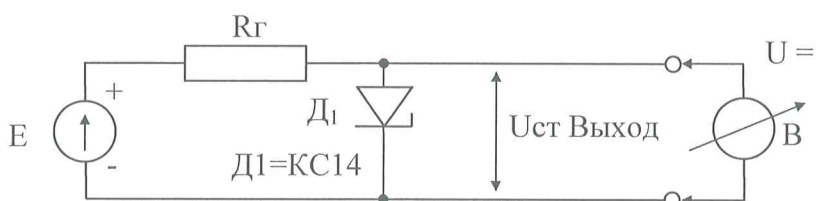
- 1) Графическое представление в/а характеристики стабилитрона КС147Б;
- 2) Напряжение источника $E = 5 \text{ В}$;

Найти:

- 1) Построить схему стабилизации $U_{ст} = 2 \text{ В}$;
- 2) Определить величину гасящего резистора без нагрузки, если ток через стабилитрона составляет 20 мА.

Вспомогательный материал:

- 1) Строится схема стабилизации с использованием прямой ветви стабилитрона:



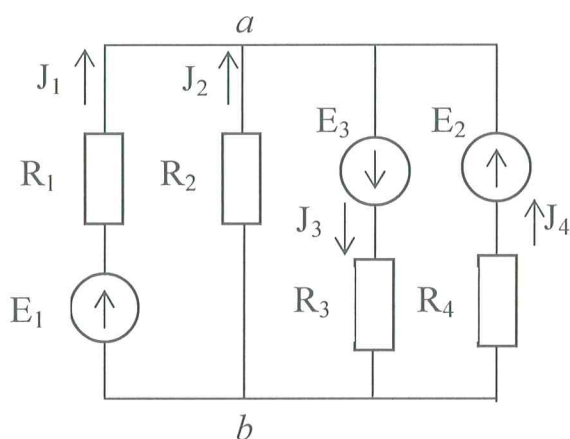
2) Величина R_{Γ}

$$R_{\Gamma} = \frac{E - U_{\text{сг}}}{I_{\Delta}} = \frac{5 - 2}{20 \cdot 10^{-3}} = 150 \text{ Ом}$$

Практическое занятие №2: Методы узловых напряжений и эквивалентного генератора, элементы типовых задач

Задача 1

Метод 2-х узлов



Здесь ток к узлам «а» и «b» схемы не подтекает, т.е. $J=0$.

1. Из условия $J_{ab}=0$ находим U_{ab} :

$$U_{ab} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i g_i}{\sum_{i=1}^n g_i} = \frac{\sum_{i=1}^4 E_i g_i}{\sum_{i=1}^4 g_i};$$

$$2. \quad g_1 = \frac{1}{R_1}; \quad g_2 = \frac{1}{R_2}; \quad g_3 = \frac{1}{R_3}; \quad g_4 = \frac{1}{R_4}.$$

Пусть дано:

$$R_1=10\text{Ом}, \quad R_2=16\text{Ом}, \quad R_3=5\text{Ом}, \quad R_4=30\text{ Ом}. \quad E_1=5\text{В}, \quad E_2=20\text{В}, \quad E_3=15\text{В}$$

J_1, J_2, J_3, J_4 ?

3. Находим U_{ab} :

$$U_{ab} = \frac{E_1 g_1 + 0 g_2 + E_3 g_3 + E_2 g_4}{g_1 + g_2 + g_3 + g_4} = \frac{\frac{5}{10} + \frac{15}{5} + \frac{20}{30}}{\frac{1}{10} + \frac{1}{16} + \frac{1}{5} + \frac{1}{30}} = \frac{0,5 + 3 + 0,67}{0,1 + 0,06 + 0,2 + 0,03} =$$

$$= \frac{4,17}{0,39} = 10,7\text{В}$$

$$U_{ab} = 10,7B$$

4. Находим токи:

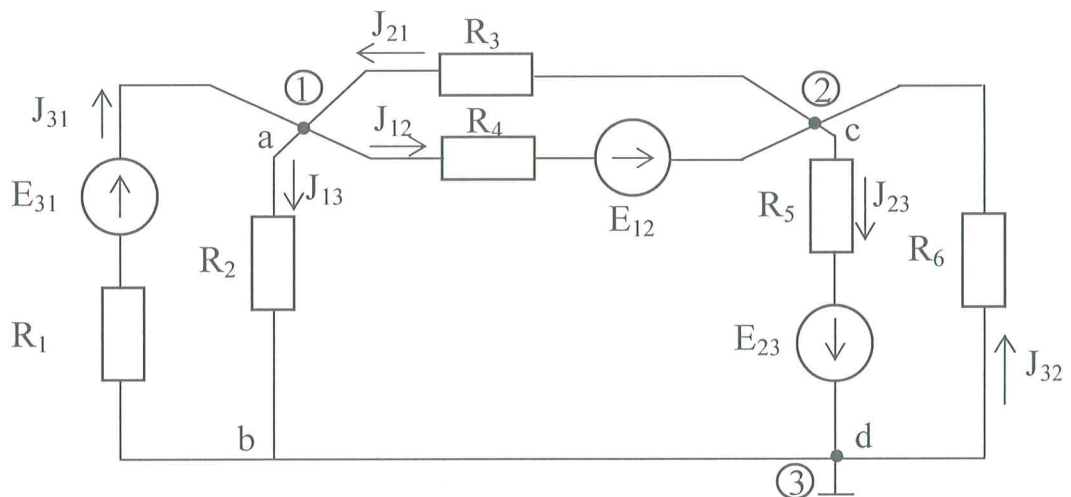
$$J_1 = \frac{E_1 - U_{ab}}{R_1} = \frac{5 - 10,7}{10} = -0,57A$$

$$J_2 = \frac{0 - U_{ab}}{R_2} = \frac{-10,7}{16} = -0,67A$$

$$J_3 = \frac{E_3 - U_{ab}}{R_3} = \frac{15 - 10,7}{5} = \frac{4,3}{5} = 0,86A$$

$$J_4 = \frac{E_2 - U_{ab}}{R_4} = \frac{20 - 10,7}{30} = 0,31A$$

Задача 2



1. Если $n > 2$ (здесь $n = 3$), то один из узлов мысленно заземляем.
2. Число неизвестных узловых напряжений равно числу уравнений по 1-му закону Кирхгофа.

3. Для узла 1:

$$-J_{13} + J_{31} + J_{21} - J_{12} = 0;$$

Для узла 2:

$$J_{12} + J_{32} - J_{23} - J_{21} = 0.$$

$$\sum_{i=1}^n E_i g_i$$

4. $\frac{\sum_{i=1}^n E_i g_i}{\sum_{i=1}^n g_i}$ n- число параллельных ветвей в схеме

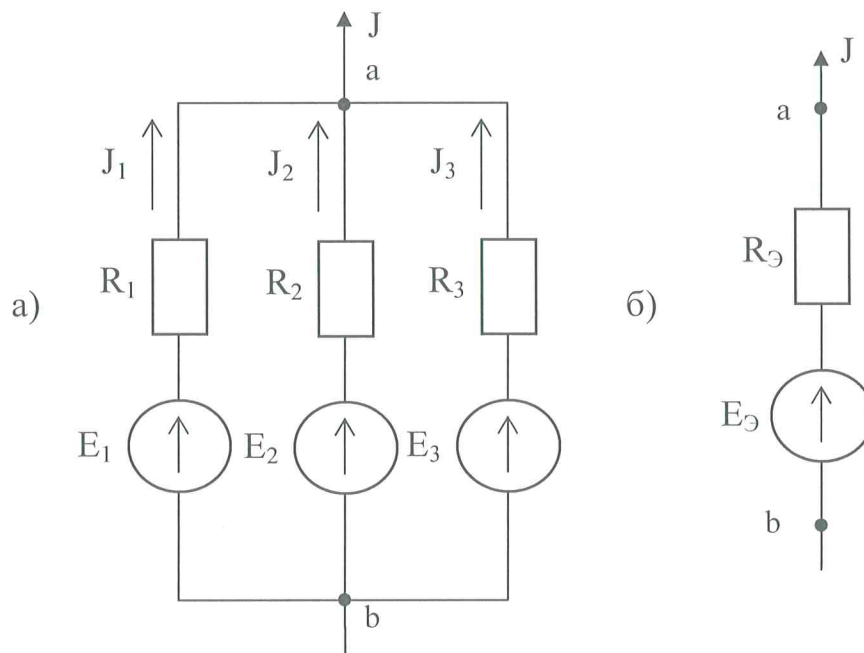
Пусть дано: $R_1 = 100 \text{ Ом}$, $R_2 = 120 \text{ Ом}$, $R_3 = 60 \text{ Ом}$, $R_4 = 90 \text{ Ом}$, $R_5 = 100 \text{ Ом}$; $R_6 = 150 \text{ Ом}$, $E_{31} = 60B$, $E_{12} = 80B$, $E_{23} = 90B$.

$$U_{ab} = \frac{\sum_{i=1}^2 E_i g_i}{\sum_{i=1}^2 g_i} = \frac{E_{31} g_1}{g_1 + g_2} = \frac{\frac{60}{100}}{\frac{1}{100} + \frac{1}{120}} = \frac{0,6}{0,01 + 0,008} = 33,3B.$$

$$U_{ab} = \frac{\frac{E_{23}}{R_5}}{\frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6}} = \frac{\frac{90}{100}}{\frac{1}{100} + \frac{1}{180}} = \frac{0,9}{0,01 + 0,007} = 52,94B.$$

$$U_{ac} = \frac{\frac{E_{12}}{R_4}}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = \frac{\frac{80}{90}}{\frac{1}{60} + \frac{1}{90}} = \frac{0,89}{0,017 + 0,011} = 31,79B.$$

Задача 3



Для схемы а)

$$J_1 + J_2 + J_3 = J$$

$$J_1 = \frac{E_1 - U_{ab}}{R_1};$$

$$J_2 = \frac{E_2 - U_{ab}}{R_2};$$

$$J_3 = \frac{E_3 - U_{ab}}{R_3}.$$

Для схемы b)

$$1. J = \frac{E_{\mathcal{E}}}{R_{\mathcal{E}}} - \frac{U_{ab}}{R_{\mathcal{E}}};$$

2. Эквивалентная ЭДС:

$$E_{\mathcal{E}} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i g_i}{\sum_{i=1}^n g_i} \quad n - \text{число параллельных ветвей.}$$

Пусть известно:

$$R_1 = 20 \text{ Ом}, R_2 = 30 \text{ Ом}, R_3 = 50 \text{ Ом}, E_1 = 10 \text{ В}, E_2 = 15 \text{ В}, E_3 = 40 \text{ В}.$$

Найти J через $E_{\mathcal{E}}$

Решение

$$1. \text{ Найдем } g_{\mathcal{E}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{20} + \frac{1}{30} + \frac{1}{50} = 0,05 + 0,03 + 0,02 = 0,1.$$

$$2. \text{ Найдем } E_{\mathcal{E}}: E_{\mathcal{E}} = \frac{10 \cdot 0,05 + 15 \cdot 0,03 + 40 \cdot 0,02}{0,1} = \frac{1,75}{0,1} = 17,5 \text{ В}$$

3. Найдем J :

$$J = \frac{E_{\mathcal{E}}}{R_{\mathcal{E}}} = \frac{E_{\mathcal{E}}}{\frac{1}{g_{\mathcal{E}}}} = E_{\mathcal{E}} \cdot g_{\mathcal{E}} = 17,5 \cdot 0,1 = 1,75 \text{ А}$$

$$J_{31} = \frac{(E_{31} - U_{ab})}{R_1} = \frac{60 - 33,3}{100} = 0,267 \text{ А}$$

$$J_{13} = \frac{0 - U_{ab}}{R_2} = \frac{-33,3}{120} = -0,28 \text{ А}$$

$$J_{12} = \frac{E_{12} - U_{ab}}{R_4} = \frac{80 - 31,8}{90} = 0,53 \text{ А}$$

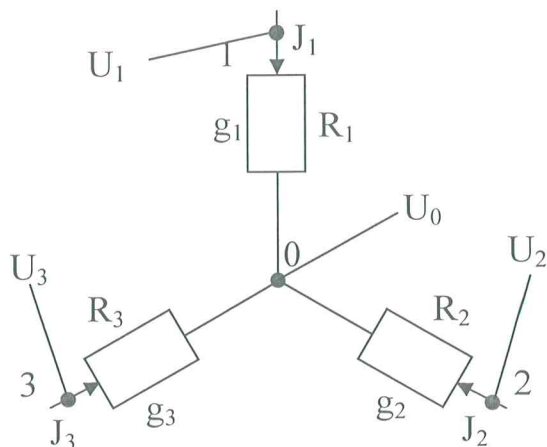
$$J_{21} = J_{12} + J_{13} \quad J_{31} = 0,53 + 0,28 - 0,267 = 0,54 \text{ А}$$

$$J_{23} = \frac{E_{23} - U_{cd}}{R_5} = \frac{90 - 53}{100} = 0,37 \text{ А}$$

$$J_{32} = J_{23} + J_{21} \quad J_{12} = 0,37 + 0,54 - 0,53 = 0,38 \text{ А}$$

Практическое занятие №3: Метод контурных токов и типовые задачи

Задача 1



Токи J_1 , J_2 , J_3 выражаем через разности потенциалов точек и соответствующие проводимости:

1) $J_1 + J_2 + J_3 = 0$ (для точки 0)

2) Система уравнений

$$\begin{cases} -J_1 = (U_1 - U_0)g_1 = \frac{U_1 - U_0}{R_1} \\ -J_2 = (U_2 - U_0)g_2 = \frac{U_2 - U_0}{R_2} \\ J_3 = (U_3 - U_0)g_3 = \frac{U_3 - U_0}{R_3} \end{cases}$$

3)
$$U_0 = \frac{U_1 \cdot g_1 + U_2 \cdot g_2 + U_3 \cdot g_3}{g_1 + g_2 + g_3}$$

Задано: $U_1=6\text{В}$; $U_2=7\text{В}$; $U_3=5\text{В}$; $R_1=24\text{ Ом}$; $R_2=30\text{ Ом}$; $R_3=12\text{ Ом}$.

Найти: J_1 , J_2 , J_3

1. Находим U_0 :

$$U_0 = \frac{\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \frac{U_3}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{\frac{6}{24} + \frac{7}{30} + \frac{5}{12}}{0,042 + 0,033 + 0,083} = \frac{0,25 + 0,23 + 0,42}{0,158} = 5,7\text{В}$$

2. Находим токи:

$$-J_1 = \frac{U_1 - U_0}{R_1} = \frac{6 - 5,7}{24} = -0,0125\text{ А}$$

$$J_2 = \frac{U_2 - U_0}{R_2} = \frac{7 - 5,7}{30} = 0,034\text{ А}$$

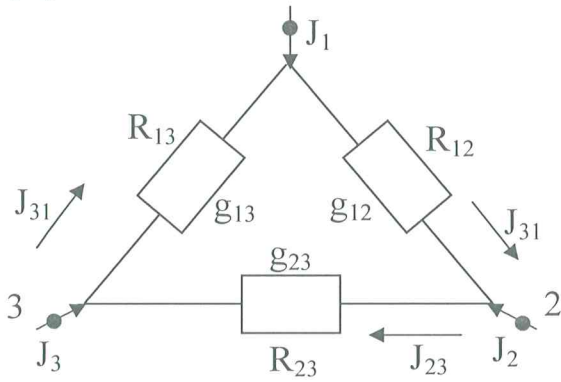
$$J_3 = -J_1 - J_2 = -0,0125 - 0,043 = -0,0555\text{ А}$$

3. Контрольная проверка

$$0,0125 + 0,043 - 0,555 = 0,0555 - 0,0555 = 0$$

Задача 2

Треугольник



$$1) J_1 = J_{12} - J_{13} = (U_1 - U_2)g_{12} - (U_3 - U_1)g_{13};$$

$$2) J_2 = J_{23} - J_{12} = (U_2 - U_3)g_{23} - (U_1 - U_2)g_{12};$$

$$3) J_3 = J_{13} - J_{23} = (U_3 - U_1)g_{13} - (U_2 - U_3)g_{23};$$

$$4) g_{12} = \frac{g_1 \cdot g_2}{g_1 + g_2 + g_3};$$

$$g_{13} = \frac{g_1 \cdot g_3}{g_1 + g_2 + g_3};$$

$$g_{23} = \frac{g_2 \cdot g_3}{g_1 + g_2 + g_3}.$$

Пусть дано: $U_1=6\text{В}$; $U_2=7\text{В}$; $U_3=5\text{В}$; $R_1=24\text{ Ом}$; $R_2=30\text{ Ом}$; $R_3=12\text{ Ом}$.

Найти: J_1, J_2, J_3

$$g_{12} = \frac{\frac{1}{R_1} \cdot \frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{\frac{1}{24 \cdot 30}}{0,042 + 0,033 + 0,083} = \frac{0,0014}{0,158} = 0,886 \cdot 10^{-2} =$$

$$= 0,0087 \cdot \text{Мо}$$