# Практическое задание 1

## Тема 1. Модели компонентов электронных схем

**Задание:** для приведенной цепи (рис. 1) параметры линейных элементов заданы константами, а нелинейных – соответствующими компонентными зависимостями. Необходимо построить малосигнальную схему замещения и определить значения параметров ее элементов.



Рис. 1. Схема для расчета

### Рекомендации по выполнению задания

1. Произвести расчет по постоянному току нелинейной цепи и тем самым определить рабочие точки нелинейных элементов.
2. Рассчитать дифференциальные параметры нелинейных элементов в рабочей точке.
3. Заменить каждый нелинейный элемент его дифференциальным аналогом и исключить источники постоянного напряжения и тока (Е – накоротко, J – разорвать).

Численные значения параметров взять из табл. 1.1 по варианту, соответствующему первой букве фамилии студента.

Таблица 1.1

Численные данные к задаче по вариантам

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Бук. | Вар. | R1, R2 | C1 | L1 | E1 |
| А | 1 | I (U) = 0,5U+U3 | q(U) = 3[(U+1)1/3–1] | ψ(I) = 3I1/3 | 0,5 |
| Б | 2 | I (U) = 0,5U+U3 | q(U) = 3[(U+1)1/3–1] | ψ(I) = 3I1/3 | 1,0 |
| В | 3 | I (U) = 0,5U+U3 | q(U) = 3[(U+1)1/3–1] | ψ(I) = 3I1/3 | 1,5 |
| Г | 4 | I (U) = 0,5U+U3 | q(U) = 3[(U+1)1/3–1] | ψ(I) = 3I1/3 | 2,0 |
| Д | 5 | I (U) = 0,5U+U3 | q(U) = 3[(U+1)1/3–1] | ψ(I) = 3I1/3 | 2,5 |
| Е, Ё | 6 | I (U) = 0,6U+U3/2 | q(U) = 0,5[(U+8)1/3–2] | ψ(I) = 0,5I1/2 | 0,2 |
| Ж | 7 | I (U) = 0,6U+U3/2 | q(U) = 0,5[(U+8)1/3–2] | ψ(I) = 0,5I1/2 | 0,5 |
| З | 8 | I (U) = 0,6U+U3/2 | q(U) = 0,5[(U+8)1/3–2] | ψ(I) = 0,5I1/2 | 1,0 |
| И | 9 | I (U) = 0,6U+U3/2 | q(U) = 0,5[(U+8)1/3–2] | ψ(I) = 0,5I1/2 | 1,5 |
| К | 10 | I (U) = 0,6U+U3/2 | q(U) = 0,5[(U+8)1/3–2] | ψ(I) = 0,5I1/2 | 2,0 |
| Л | 11 | I (U) = 0,6U+U3/2 | q(U) = 0,5[(U+8)1/3–2] | ψ(I) = 0,5I1/2 | 2,5 |
| М | 12 | I (U) = 1–e–U | q(U) = 0,5U3/2+0,5U | ψ(I) = 0,5[1–e(–2I)] | 0,2 |
| Н | 13 | I (U) = 1–e–U | q(U) = 0,5U3/2+0,5U | ψ(I) = 0,5[1–e(–2I)] | 0,5 |
| О | 14 | I (U) = 1–e–U | q(U) = 0,5U3/2+0,5U | ψ(I) = 0,5[1–e(–2I)] | 1,0 |
| П | 15 | I (U) = 1–e–U | q(U) = 0,5U3/2+0,5U | ψ(I) = 0,5[1–e(–2I)] | 1,5 |
| Р | 16 | I (U) = 1–e–U | q(U) = 0,5U3/2+0,5U | ψ(I) = 0,5[1–e(–2I)] | 2,0 |
| С | 17 | I (U) = 1–e–U | q(U) = 0,5U3/2+0,5U | ψ(I) = 0,5[1–e(–2I)] | 2,5 |
| Т | 18 | I (U) = 1–e–U | q(U) = 0,5U3/2+0,5U | ψ(I) = 0,5[1–e(–2I)] | 5,0 |
| У | 19 | I (U) = 2(1–e–0,2U) | q(U) = 10(1–e–0,25U) | ψ(I) = 2–2e(–I) | 0,2 |
| Ф | 20 | I (U) = 2(1–e–0,2U) | q(U) = 10(1–e–0,25U) | ψ(I) = 2–2e(–I) | 0,5 |
| Х | 21 | I (U) = 2(1–e–0,2U) | q(U) = 10(1–e–0,25U) | ψ(I) = 2–2e(–I) | 1,0 |
| Ц, Ч | 22 | I (U) = 2(1–e–0,2U) | q(U) = 10(1–e–0,25U) | ψ(I) = 2–2e(–I) | 1,5 |
| Ш, Щ | 23 | I (U) = 2(1–e–0,2U) | q(U) = 10(1–e–0,25U) | ψ(I) = 2–2e(–I) | 2,0 |
| Э, Ю | 24 | I (U) = 2(1–e–0,2U) | q(U) = 10(1–e–0,25U) | ψ(I) = 2–2e(–I) | 2,5 |
| Я | 25 | I (U) = 2(1–e–0,2U) | q(U) = 10(1–e–0,25U) | ψ(I) = 2–2e(–I) | 5,0 |

Решение по образцу, приведённому ниже, поместить в файл с именем «МАРЭС1\_ПЗ1\_<Фамилия>\_<вариант>.doc(x)», например: «МАРЭС1\_ПЗ1\_Кудинов\_10.doc», и загрузить для оценки.

### Образец выполнения задания

Нелинейная цепь и параметры её элементов представлены на следующем рисунке.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Рис. 2. К примеру расчета

1. На постоянном токе конденсаторы представляются разрывами электрической цепи, а катушки – перемычками. При этом весь ток источника тока J1 протекает по резистору R1 и катушке L1. Напряжения на конденсаторе C1 и резисторе R1 одинаковы, напряжение на резисторе R2 и катушке L1 равны нулю.

Для нахождения напряжения на резисторе R1 подставим в его компонентное уравнение I = J1:

10 = 0,5U + 0,05U2.

Отсюда находим U = 10 (В).

Таким образом, рабочие точки нелинейных элементов следующие:

R1: IR1 = 10 А; UR1 = 10 В.

C1: UC1 = 10 В.

R2: IR2 = 0; UR2 = 0.

2. Рассчитаем дифференциальные параметры.

Для резисторов, управляемых напряжением, можно вычислить дифференциальную проводимость Gдиф = dI/dU.

Т. е. Gдиф = 0,5 + 0,1U.

Подставляя напряжения резисторов в рабочей точке, находим дифференциальные проводимости резисторов R1 и R2:

G1,диф = 0,5 + 0,1UR1 = 0,5 + 0,1 ∙ 10 = 1,5 (Ом–1).

G2,диф = 0,5 + 0,1UR2 = 0,5 + 0,1 ∙ 0 = 0,5 (Ом–1).

Дифференциальные сопротивления обратны дифференциальным проводимостям:

R1,диф = 1/G1,диф = 1/1,5 = 0,667 (Ом).

R2,диф = 1/G2,диф = 1/0,5 = 2 (Ом).

Для конденсатора, управляемого зарядом, можно вычислить дифференциальную емкость:

Cдиф = dq/dU = 2 + 0,06U2, т. е.

C1,диф = 2 + 0,06UC12 = 2 + 0,06 ∙ 102 = 8 (Ф).

3. Малосигнальная схема замещения будет такая:

