**Министерство науки и высшего образования РФ**



Кафедра **ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

**Расчетное задание №5**

**по дисциплине «Теоретические основы электротехники»**

«Установившиеся режимы в цепях с распределенными параметрами»

|  |  |
| --- | --- |
| **Студент:** |  |
| **Группа:** |  |
| **Вариант:** |  |
| **Подпись студента:** |  |
| **Дата сдачи:** |  |
| **Дата защиты:** |  |
| **Оценка:** |  |
| **Преподаватель:** |  |
| **Подпись преподавателя:** |  |

**Москва 2025**

**Часть 1. Линия с потерями в установившемся режиме**

Коаксиальный кабель подсоединен к источнику синусоидального напряжения с действующим значением [[1]](#footnote-1) кВ. Длина кабеля  км; жила и оболочка кабеля выполнена из меди проводимостью  См/м, изоляция кабеля имеет относительную диэлектрическую проницаемость . Радиус жилы  мм, радиус оболочки в  раз больше радиуса жилы (), толщина оболочки  мм.

1. Определить первичные параметра кабеля, пренебрегая утечкой между жилой и оболочкой (см. Методические указания).
2. Определить вторичные параметры, фазовую скорость и длину волны на частоте

1)  Гц;

2)  кГц.

Результаты расчетов свести в Таблицу 1.

1. Используя уравнения линии с потерями при заданном напряжении на входе () определить ток на входе, комплексное входное сопротивление, напряжение и ток на выходе кабеля при активной нагрузке  Ом на частоте  Гц и  кГц. Результаты расчетов свести в Таблицу 2.
2. Провести моделирование установившего режима в линии с потерями с помощью MathCAD или другого пакета математических программ, построить распределение действующего значения ,  на частоте  Гц и  кГц. Сделать вывод о характере распределения.
3. Записать мгновенные значения токов и напряжений в начале, середине и конце линии на частоте  Гц и  кГц.
4. Дополнительное задание (по указанию преподавателя). Провести моделирование кабеля эквивалентной схемой замещения: симметричным четырехполюсником на частоте  Гц и цепочной схемой, состоящей из  звеньев - симметричных четырехполюсников для частоты  кГц. Используя схему замещения при заданном напряжении на входе () определить ток на входе, напряжение и ток на выходе кабеля при активной нагрузке  Ом. Сравнить результаты расчета по уравнениям линии и при моделировании эквивалентной схемой замещения. Сделать вывод о возможности моделирования линии эквивалентной схемой замещения и выборе  числа звеньев.
5. Дополнительное задание (по указанию преподавателя). Провести моделирование установившего режима цепочной схемы с помощью MathCAD или другого пакета математических программ, построить распределение действующего значения , , где , , , , .

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |
| *f*=50 Гц |  |  |  |  |  |  |
| *f*=\_\_\_\_\_\_\_ кГц |  |  |  |  |  |  |

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *R*н=\_\_\_\_\_\_ Ом |  |  |  |  |  |
| *f*=50 Гц |  |  |  |  |  |
| *f*=\_\_\_\_\_\_\_ кГц |  |  |  |  |  |

**Часть 2. Линия без потерь в установившемся режиме**

1. Для кабеля с заданными параметрами принять  (считать кабель линией без потерь). Провести расчет вторичных параметров, фазовую скорость и длину волны на частоте  кГц.
2. Используя уравнения линии без потерь при заданном напряжении на входе () определить ток на входе, напряжение и ток на выходе кабеля при активной нагрузке  Ом.
3. Построить векторные диаграммы комплексных токов и напряжений на входе и выходе кабеля при активной нагрузке. Построить распределение действующего значения , . Записать мгновенные значения токов и напряжений в начале, середине и конце линии.
4. Провести согласование линии без потерь с нагрузкой. В качестве согласующего устройства использовать разомкнутый или короткозамкнутый шлейф длиной , включенный последовательно (для *n* – нечетных) или параллельно (для *n* – четных) на расстоянии  от нагрузки. Тип шлейфа выбрать из условия минимальной длины . Рассчитать  и , построить распределение действующего значения ,  в линии и шлейфе после согласования.

**Методические указания**

Для расчета первичных параметров коаксиального кабеля можно использовать следующие формулы (пренебрегая поверхностным эффектом и утечкой между жилой и оболочкой):

1. сопротивление жилы на единицу длины  Ом/м; сопротивление оболочки  Ом/м; сопротивление кабеля на единицу длины  Ом/м;
2. емкость коаксиального кабеля на единицу длины  Ф/м;
3. внешняя индуктивность кабеля на единицу длины (пренебрегая внутренней индуктивность жилы и считая оболочку тонкой)  Гн/м; для более точных расчетов используют формулу , где  внешний радиус оболочки;
4. эквивалентная схема замещения кабеля на частоте  Гц - симметричный четырехполюсник с сосредоточенными параметрами , , . Для П- образной схемы замещения имеет вид:



1. цепочная схема для моделирования линии с потерями на частоте  кГц.



1. *N* – номер группы, *n* – номер, под которым фамилия студента записана в журнале группы. [↑](#footnote-ref-1)