Кафедра КТЭИ

Оптические и электрические кабели связи

Расчётная работа

"Расчет первичных и вторичных параметров кабелей связи"

Специальность – электроизоляционная, конденсаторная и кабельная техника

2009

Задание

1. Рассчитать первичные и вторичные параметры симметричного кабеля звездной скрутки с конструктивными размерами, указанными в табл. 1 (материал ТПЖ – медь).

Таблица 1 Конструктивные размеры симметричного кабеля звездной скрутки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вар | Диаметр ТПЖ, мм | Число четв. в кабеле | Материал и конструкция изоляции | Изоляция, мм | | Шаг скрутки, мм | Материал оболочки | Система уплотнения |
| Толщина корделя | Толщина слоя |
| 22 | 1,2 | 7 | ПЭ-пористый | - | 0,6 | 200 | Al | К‑60 |

2. Рассчитать первичные и вторичные параметры коаксиальных кабелей. Исходные данные приведены в табл. 2.

Таблица 2 Конструктивные размеры коаксиальных кабелей

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вар | d/D,  мм | Система уплотн. (диапазон частот, ГГц) | Материал жил | | Материал изоляции | Конструкция ТПЖ | |
| Внутренней | Внешней | Внутренней | Внешней |
| 22 | 0,74/7,3 | 0,01–10 | Медь (\*) | Медь(\*) | Ф‑4 сплошная | 1\*0,74 | оплетка |

**1. Расчёт первичных и вторичных параметров симметричного кабеля звездной скрутки**

**Решение:**

1. Диаметр изолированной жилы

мм.

1. Диаметр звездной четверки

мм.

1. Расстояние между центрами жил

мм.

1. Сопротивление жилы постоянному току

 Ом/м;

Коэффициент укрутки



1. Коэффициент вихревых токов

Рабочий диапазон частот составляет 12–108 кГц. Для получения зависимости параметров от частоты выберем в этом диапазоне 6 точек: 12, 30, 50, 70, 90 и 108 кГц. Подробная запись при определении первичных и вторичных параметров проводятся для частоты 12 кГц.

 рад/c.

 1/м

1. Определение параметров , , , :



Таблица 1.3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f | 12 | 30 | 50 | 70 | 90 | 108 |
| x | 1,405822571 | 2,222801 | 2,869623306 | 3,395384085 | 3,85000367 | 4,217467713 |
| F(x) | 0,02 | 0,111 | 0,286 | 0,456 | 0,64 | 0,752 |
| G(x) | 0,054 | 0,221 | 0,384 | 0,481 | 0,567 | 0,618 |
| H(x) | 0,08 | 0,205 | 0,333 | 0,4 | 0,45 | 0,474 |
| Q(x) | 0,99 | 0,945 | 0,86 | 0,782 | 0,702 | 0,657 |

Параметры , ,  выбираются по величине *x* приложения 1

1. Активное сопротивление



 Ом/м

Так как кабель семичетверочный, то следует уточнить значения *RM*:



где *R*M1 – дополнительное сопротивление, обусловленное жилами соседних четверок;

*R*M2 – то же, обусловленное наличием металлической оболочки.

Для центральной четверки



 Ом/м

Для четверок в повиве



 Ом/м

Поскольку *R*МП больше*R*МЦ, то

 Ом/км

Полное активное сопротивление симметричной пары на частоте 12 кГц определится

 Ом/м

1. Индуктивность симметричной цепи



Для меди μ=1



;

Ёмкость

Коэффициент *n* для кабеля скрученного из звездных четверок, расположенных в металлической оболочке равен 0,75.

 Ф/м;

1. Проводимость изоляции



 1/(Ом⋅м)

1. Волновое сопротивление

Ом

1. Коэффициент затухания



 Нп/м

 дБ/м

1. Коэффициент фазы





 рад/м

1. Скорость распространения

 м/с;

Максимальная дальность

 м;

Таблица 3. Зависимость параметров симметричных кабелей от частоты

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| F, кГц | 12 | 30 | 50 | 70 | 90 | 108 |
| R, Ом | 0,037086699 | 0,045010658 | 0,055456 | 0,064122 | 0,072901 | 0,078366 |
| L, Гн/м | 7,72349E‑07 | 7,67474E‑07 | 7,58E‑07 | 7,5E‑07 | 7,41E‑07 | 7,36E‑07 |
| G, 1/(Ом/м) | 8,20637E‑10 | 2,7134E‑09 | 5,63E‑09 | 9,42E‑09 | 1,41E‑08 | 1,93E‑08 |
| Zв, Ом | 161,4652542 | 151,7064458 | 150,1815 | 149,5849 | 149,3032 | 149,1028 |
| Alpha, Дб | 1,37641E‑05 | 1,72771E‑05 | 2,14E‑05 | 2,48E‑05 | 2,83E‑05 | 3,05E‑05 |
| Beta, рад/м | 0,000410334 | 0,000992695 | 0,001646 | 0,0023 | 0,002954 | 0,003542 |
| V, м/с | 183655300 | 189786410,1 | 1,91E+08 | 1,91E+08 | 1,91E+08 | 1,91E+08 |

**Зависимости параметров симметричных кабелей от частоты**



Рис. 1. Зависимость активного сопротивления от частоты



Рис. 2. Зависимость индуктивности от частоты



Рис. 3. Зависимость проводимости от частоты



Рис. 4. Зависимость волнового сопротивления от частоты



Рис. 5. Зависимость коэффициента затухания от частоты



Рис. 6. Зависимость коэффициента фазы от частоты



Рис. 7. Зависимость скорости распространения от частоты

**2.** Расчёт первичных и вторичных параметров коаксиального кабеля

**Решение:**

1. Коэффициент вихревых токов.

В указанном диапазоне выбираем 7 точек: *f* = 100, 300, 500, 700, 900, 1100, 1300, МГц. Подробная запись при определении первичных и вторичных параметров проводится для частоты 10 МГц.

 рад/c

*kd, kD –* коэффициенты вихревых токов внутреннего и внешнего проводников, соответственно, 1/м;

 1/м.

1. Активное сопротивление



 Ом/м

1. Индуктивность

 Гн/м



 Гн/м

1. Емкость

 Ф/м;

1. Проводимость



1/(Ом⋅м);

1. Волновое сопротивление

 Ом

1. Коэффициент затухания



;  дБ/м

1. Коэффициент фазы

 рад/м;

1. Скорость распространения

 м/с;

Таблица 4. Зависимость параметров коаксиальных кабелей от частоты

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| F, Гц | 10 | 30 | 100 | 300 | 1000 | 3000 | 10000 |
| R, Ом | 0,41810907 | 0,72418615 | 1,322177 | 2,290078 | 4,181091 | 7,241862 | 13,22177 |
| L, Гн/м | 4,6868E‑07 | 4,6408E‑07 | 4,61E‑07 | 4,6E‑07 | 4,59E‑07 | 4,58E‑07 | 4,58E‑07 |
| G, 1/(Ом/м) | 1,2194E‑06 | 3,841E‑06 | 1,52E‑05 | 5,49E‑05 | 0,000244 | 0,001097 | 0,005792 |
| Zв, Ом | 98,2611825 | 97,7776212 | 97,47767 | 97,32378 | 97,22858 | 97,17982 | 97,14968 |
| Alpha, Дб/м | 0,00025156 | 0,00044747 | 0,000865 | 0,00166 | 0,003836 | 0,010417 | 0,04018 |
| Beta, рад/м | 0,29954166 | 0,89420267 | 2,971532 | 8,900522 | 29,63939 | 88,87356 | 296,1533 |
| V, м/с | 209653644 | 210690491 | 2,11E+08 | 2,12E+08 | 2,12E+08 | 2,12E+08 | 2,12E+08 |

**Зависимости параметров коаксиальных кабелей от частоты**



Рис. 8. Зависимость активного сопротивления от частоты



Рис. 9. Зависимость индуктивности от частоты



Рис. 10. Зависимость проводимости от частоты



Рис. 11. Зависимость волнового сопротивления от частоты



Рис. 12. Зависимость коэффициента затухания от частоты



Рис. 13. Зависимость коэффициента фазы от частоты



Рис. 14. Зависимость скорости распространения от частоты