Расчетно-графическая работа № 1

**Параметры передачи симметричных кабелей связи.**

Задание на РГР.

Произвести расчет первичных и вторичных параметров магистрального кабеля связи на максимальной частоте рабочего диапазона аналоговой аппаратуры или на полутактовой частоте цифровой аппаратуры уплотнения высокочастотных четверок (табл. 1).

# Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Номер варианта | | Марка и емкость кабеля | Аппаратура уплотнения |
| Последняя цифра шифра | 0 | МКПАБ-7х4х1,2 | К-24т |
| 1 | МКБАБ-14х4х1,2 | К-12+12 |
| 2 | МКПАБ-7х4х1,05 | К-60п |
| 3 | МКБАБ-7х4х1,2 | К-24т |
| 4 | МКБАБ-14х4х1,2 | К-12+12 |
| 5 | МКСБ-7х4х1,2 | К-24т |
| 6 | МКБ-7х4х1,2 | К-24т |
| 7 | МКСБ-7х4х1,2 | К-60п |
| 8 | МКПАБ-7х4х1,05 | ИКМ-120 |
| 9 | МКСБ-7х4х1,2 | ИКМ-120 |

К первичным параметрам линий связи: активное сопротивление (R), индуктивность (L), емкость (С) и проводимость изоляции (G).

В соответствии с заданием необходимо произвести расчет первичных параметров переменному току на линии длиной =1 км.

Сопротивление двухпроводной кабельной цепи определяется по формуле:

, Ом/км

где - сопротивление постоянному току, Ом,

ρ - удельное сопротивление металла проводника,

Ом мм2/м; для медного проводника ρ=0,01785 Ом мм2/м;

d- диаметр голой жилы, мм;

χ - коэффициент укрутки, учитывающий удлинение жил кабеля за счет скрутки (табл. 2);

р – коэффициент, учитывающий тип скрутки; для парной скрутки Р=1, для звездной скрутки р=5;

F(kr), G(kr), H(kr) – видоизмененные функции Бесселя,

,

f – частота, Гц;

a=1,41d1 – расстояние между проводниками, мм:

d1=d+2δ(1-σ)+2Δ - диаметр изолированной жилы, мм,

δ - диаметр корделя, при кордельно-стирофлексной или кордельно-полиэтиленовой изоляции δ=0,8 мм, а кордельно-бумажной изоляции δ=0,81 мм;

σ- коэффициент смятия корделя (для корделя из пластмассы σ=0, из бумаги σ=0,35);

Δ - толщина ленты изоляции (стирофлексной или полиэтиленовой Δ=0,05 мм, бумажной Δ=0,17 мм);

Rм – сопротивление за счет потерь энергии в окружающих металлических массах, Ом/км (табл. 3).

Таблица 2.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметр повива, мм  Коэф. укрутки | Значения коэффициента укрутки | | | | | |
| До 30 | 30-40 | 40-50 | 50-60 | 60-70 | 70-80 |
| χ | 1,010 | 1,016 | 1,025 | 1,037 | 1,050 | 1,070 |

# Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число четверок в кабеле | Величина дополнительного сопротивления Rт (Ом) за счет потерь в металлических частях кабеля при f=200 кГц | | | | | | | | |
| Повив смежных четверок(Rт') | | | Повив внутри свинцовой оболочки(Rт") | | | Повив внутри алюминиевой оболочки(Rт") | | |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 4 | 7,5 | - | - | 14 | - | - | 5,2 | - | - |
| 1+6 | 8 | 7,5 | - | 1,5 | 5,5 | - | 0,6 | 2 | - |
| 1+6+12 | 8 | 7,5 | 7,5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,4 |

Пересчет потерь в металле (Rм) для частоты, отличной от 200 кГц, производится по формуле:

,

где Rт = Rт' + Rт" – табличные значения,

Rт' – табличное значение сопротивления за счет потерь в смежных четверках;

Rт" – табличное значение сопротивления за счет потерь в оболочке кабеля;

f – частота, Гц.

Значения функций F(kr), G(kr), H(kr) приведены в табл. 4.

# Таблица 4

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| kr | F(kr) | G(kr) | H(kr) | Q(kr) |
| 0  0,5  1,0  1,5  2,0  2,5  3,0  3,5  4,0  4,5  5,0  7,0  10,0  >10,0 | 0  0,000326  0,00519  0,0258  0,0782  0,1756  0,318  0,492  0,678  0,862  1,042  1,743  2,799 | (kr)2/64  0,000975  0,01519  0,0691  0,1724  0,295  0,405  0,499  0,584  0,669  0,755  1,109  1,641 | 0,0417  0,042  0,053  0,092  0,169  0,263  0,348  0,416  0,466  0,503  0,530  0,596  0,643  0,750 | 1,0  0,9998  0,997  0,987  0,961  0,913  0,845  0,766  0,686  0,616  0,556  0,400  0,282 |

Индуктивность двухпроводной кабельной цепи рассчитывается по формуле:

, Гн/км

где r – радиус проводника, мм;

Q(kr) – видоизмененная функция Бесселя (табл. 4).

Емкость двухпроводной цепи определится

, Ф/км,

где ε - эквивалентная диэлектрическая проницаемость кабельной изоляции (табл. 5);

 - поправочный коэффициент, характеризующий близость окружающих металлических масс;

dгр – диаметр группы (для парной скрутки dгр = 1,71d1, для звездной скрутки dгр = 2,41 d1), мм.

Проводимость изоляции кабельных цепей определяется по формуле:

, См/км,

где ω = 2πf – угловая частота переменного тока, рад/с;

tgδ - тангенс угла диэлектрических потерь (табл. 5).

#### Таблица 5

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Изоляция | ε | tgδ⋅10-4 при частоте, кГц | | | | |
| 100 | 250 | 550 | 2500 | 4500 |
| Кордельно-бумажная  Кордельно-стирофлексная  Кордельно-полиэтиленовая | 1,3-1,4  1,2-1,3  1,2-1,3 | 113  7  6 | 160  12  8 | 280  20  12 | -  70  33 | -  120  54 |

Вторичными параметрами цепей связи являются волновое сопротивление и коэффициент распространения

, Ом,

,

где  - коэффициент затухания, дБ/км;

 - коэффициент фазы, рад/км.

Тогда скорость распространения электромагнитной энергии по цепям связи определится

, км/с.