

УДК 621.315.2

ПЕРВИЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПЕРЕДАЧИ КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ

К.В. Сапунов, А.Е. Миронов, В.В. Дворядкин
Научный руководитель: К.А. Батенков, д.т.н.
Академия ФСО России
г. Орел

Традиционно линии связи строятся на основе симметричных и коаксиальных кабелей связи, и, несмотря на то, что в настоящее время популярным стало внедрение волоконно-оптических кабелей и цифровых систем передачи, на местном уровне продолжают использоваться сети широкополосного доступа на симметричных кабельных линиях с медными жилами.

Величина первичных параметров обусловлена конструкцией кабеля и частотой передаваемого сигнала. Сопротивление постоянному току зависит от сечения, материала и длины провода, а сопротивление переменному току возрастает с увеличением частоты. Это явление называется поверхностным эффектом [1].

Для контроля работоспособности имеющихся линий связи, расчета по прокладке будущих кабельных линий, необходимо уметь определять и рассчитывать параметры передачи как первичных, так и вторичных разных типов кабельных линий.

Следует обратить внимание на то, что проводимость изоляции (G) считается равной нулю. В таблицах представлены приблизительные значения параметров R , L , C , полученные опытным путем при измерении на расстояние в 1 км и при температуре 20°C.

Зависимость параметров R и L от частоты можно смоделировать следующим образом:

$$R(f) = (r_{oc}^4 + a_c \times f^2)^{\frac{1}{4}}, \quad (1)$$

$$L(f) = \frac{L_0 + L_8 \times x(b)}{1 + x(b)}, \quad (2)$$

где $x(b) = \left(\frac{f}{f_m}\right)^b$

Шесть коэффициентов r_{oc} , a_c , b , f_m , L_0 , L_8 для разных видов кабелей указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Коэффициенты для расчета параметров R и L

| | r_{oc} | a_c | L_0 | L_8 | f_m | b |
|---------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.32 мм | 0.4090 | 0.3822 | 0.6075 | 0.5 | 0.6090 | 5.269 |
| 0.4 мм | 0.2800 | 0.0696 | 0.5873 | 0.4260 | 0.7459 | 1.385 |
| 0.5 мм | 0.1792 | 0.0561 | 0.6746 | 0.5327 | 0.6647 | 1.195 |
| 0.63 мм | 0.113 | 0.0257 | 0.6994 | 0.4772 | 0.2658 | 1.0956 |
| 0.9 мм | 0.0551 | 0.0094 | 0.7509 | 0.5205 | 0.1238 | 0.9604 |

С учетом выше приведенных данных и формул в программной среде Mathcad 14 был разработан модуль расчета зависимости параметров R и L от частоты. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения R и L для разных диаметров жил

| Частота f , кГц | 0,32 мм | | 0,5 мм | | 0,63 | | 0,9 мм | |
|----------------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | R Ом/км | L мГн/км | R Ом/км | L мГн/км | R Ом/км | L мГн/км | R Ом/км | L мГн/км |
| 0 | 409.00 | 607.63 | 179.00 | 673.57 | 113.00 | 699.25 | 55.00 | 750.79 |
| 50 | 412.44 | 607.63 | 184.82 | 668.46 | 122.76 | 668.69 | 75.58 | 682.91 |
| 100 | 422.3 | 607.63 | 199.6 | 661.67 | 143.11 | 642.71 | 100.79 | 647.49 |
| 150 | 437.33 | 607.57 | 218.72 | 654.62 | 164.93 | 622.05 | 121.86 | 625.14 |
| 200 | 456.08 | 607.32 | 239.13 | 647.73 | 185.68 | 605.49 | 140.05 | 609.65 |
| 250 | 477.22 | 606.63 | 259.46 | 641.20 | 204.99 | 592.04 | 156.23 | 598.25 |
| 300 | 499.75 | 605.07 | 279.17 | 635.11 | 222.96 | 580.96 | 170.97 | 589.50 |
| 350 | 522.96 | 602.04 | 298.12 | 629.48 | 239.76 | 571.69 | 184.56 | 582.56 |
| 400 | 546.39 | 596.93 | 316.23 | 624.30 | 255.57 | 563.84 | 197.28 | 576.91 |
| 450 | 596.74 | 589.33 | 333.59 | 619.55 | 270.53 | 557.12 | 209.14 | 572.23 |
| 500 | 592.84 | 579.37 | 350.24 | 615.20 | 284.75 | 551.32 | 220.35 | 568.28 |
| 550 | 615.57 | 567.82 | 366.24 | 611.21 | 298.33 | 546.26 | 231.01 | 564.91 |
| 600 | 637.88 | 555.86 | 381.65 | 607.55 | 311.33 | 541.80 | 241.36 | 561.98 |
| 650 | 659.74 | 544.65 | 396.52 | 604.19 | 323.84 | 537.86 | 251.15 | 559.43 |
| 700 | 681.13 | 534.94 | 410.90 | 601.10 | 335.89 | 534.35 | 260.65 | 557.18 |
| 750 | 702.07 | 526.99 | 424.83 | 598.26 | 347.54 | 531.21 | 269.75 | 555.18 |
| 800 | 722.55 | 520.73 | 438.34 | 595.63 | 358.81 | 528.37 | 278.57 | 553.39 |

На рисунке 1 и на рисунке 2 представлены графики зависимости параметра R и L соответственно от частоты при использовании медных кабелей с различным диаметром жилы: 0.32 мм (красный), 0.4 мм (черный), 0.5 мм (синий), 0.63 мм (розовый), 0.9 мм (голубой).

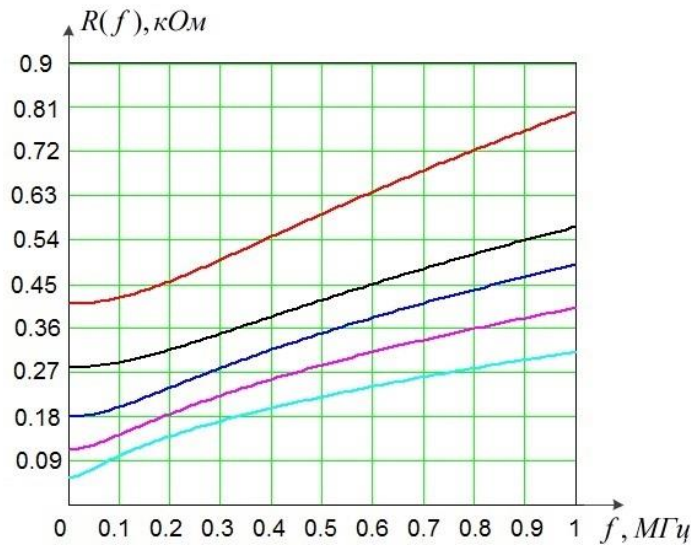


Рисунок 1 – График зависимости R от частоты для различных типов кабеля

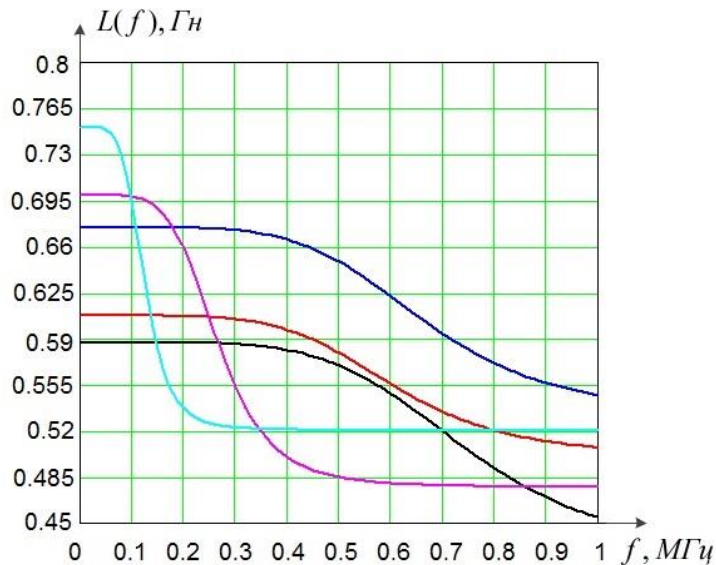


Рисунок 2 – График зависимости L от частоты для различных типов кабеля

Список литературы:

1. Ксенофонов С.Н., Портнов Э.Л. Направляющие системы электросвязи. Сборник задач. 2-е изд., стереотипное. М.: Горячая линия – Телеком, 2014. – 268 с.
2. Батенков К. А. Технический эффект оптимальных линейных модуляции и демодуляции в беспроводных системах связи // Известия Института инженерной физики. – 2015. – Т. 1, № 35. – С. 24–28.
3. Батенков К. А. Синтез дискретных отображений непрерывных каналов связи / К. А. Батенков. – Орел : Академия ФСО России, 2014. – 392 с.