

Лабораторна робота № 1

Розрахунок ліній зв'язку мікрохвильової техніки

1.1. Мета роботи

Отримати навички розрахунку ліній зв'язку мікрохвильової техніки.

1.2. Зміст роботи

1. Провести розрахунок параметрів конструкції коаксіальної лінії передачі: внутрішній діаметр металевого обплетення D , діаметр центральної жили d , хвильовий опір W_{λ} , довжина хвилі Λ , коефіцієнт загасання α , гранична потужність $P_{\text{ГР}}$.

Вихідні дані: тип лінії передачі, матеріал провідника, матеріал діелектрика, потужність P , частота сигналу f на вході лінії передачі з полозою частот f . Вихідні дані за варіантами наведені в індивідуальному завданні 1.

2. Коаксіальний кабель характеризується параметрами: D , d , μ , ϵ .

Частота сигналу f на вході лінії передачі з шириною спектра Δf . Чому дорівнює гранична і допустима потужності, що передаються по коаксіальному кабелю. Вихідні дані за варіантами наведені в індивідуальному завданні 2.

1.3. Загальні відомості

1.3.1. Коаксіальні лінії передачі. Вони являють собою два співвісних коаксіальних провідника заданих розмірів, центровані шайбами або суцільним діелектричним заповненням (рис. 1.1).

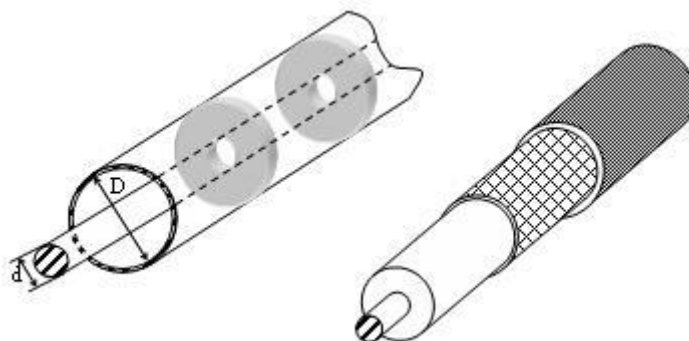


Рис. 1.1. Коаксіальні лінії передачі

Хвильовий опір у коаксіальній ЛП

$$W_{\text{л}} = 138 \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} \lg \left(\frac{D}{d} \right), \text{ Ом} \quad (1.1)$$

де μ і ε - відносні магнітна і діелектрична проникність діелектрика, що заповнює коаксіальну ЛП, D - внутрішній діаметр металевого обплетення; d - діаметр центральної жили.

Довжина хвилі у коаксіальній ЛП

$$\Lambda = \lambda / \sqrt{\varepsilon \mu}, \quad (1.2)$$

де λ - довжина хвилі у вільному просторі.

Коефіцієнт загасання

У коаксіальній ЛП обумовлений втратами у напівпровідниках α_{R} , дБ/м та діелектрику α_{ε} , дБ/м

$$\alpha = \alpha_{\text{R}} + \alpha_{\varepsilon}. \quad (1.3)$$

Коефіцієнт загасання у мідних провідниках

$$\alpha_{\text{R}} = \frac{1,898 \cdot 10^{-8} \sqrt{\varepsilon f} \left(\frac{1}{D} + \frac{1}{d} \right)}{\lg(D/d)} \quad (1.4)$$

Коефіцієнт загасання у діелектрику

$$\alpha_{\varepsilon} = 9 \cdot 10^{-11} \cdot f \sqrt{\varepsilon} \cdot \text{tg} \delta \quad (1.5)$$

де $\text{tg} \delta = \frac{\gamma}{\omega \varepsilon_a}$ - тангенс кута втрат, γ - провідність середовища f - частота сигналу.

Умова існування поперечної хвилі Т

$$\pi(D + d) \leq \lambda \quad (1.6)$$

Гранична та допустима потужність, що передається по коаксіальному кабелю

$$P_{\text{пр}} = \frac{E_{\text{пр}}^2 \sqrt{\varepsilon} d^2 \ln \frac{D}{d}}{480} \quad ; \quad P_{\text{доп}} \approx 0,3 \cdot P_{\text{пр}}$$

**Фізичні постійні, параметри матеріалів,
параметри стандартних прямокутних хвильоводів**

Таблиця 1.1. Фізичні постійні

Символ	Ім'я	Чисельне значення	Одиниця вимірювання
c	Швидкість у вакуумі	$2,99792458 \cdot 10^8$	м/с
ϵ_0	Електрична постійна	$8,85418782 \cdot 10^{-12}$	Ф/м
μ_0	Магнітна постійна	$1,25663706 \cdot 10^{-6}$	Гн/м

Таблиця 1.2. Основні електричні параметри діелектриків

Найменування діелектрика	Відносна діелектрична проникність	Тангенс кута діелектричних втрат $\text{tg}\delta$	Пробивна напруга $E_{\text{пр}}$, кВ/мм
Поліетилен	2,35	$4,5 \cdot 10^{-4}$	40
Тефлон	2,2	$4 \cdot 10^{-4}$	35
Полістирол	2,55	$3,5 \cdot 10^{-4}$	20
Фторопласт	2,1	$2,5 \cdot 10^{-4}$	40

10

Таблиця 1.3. Основні електричні параметри металів

Найменування металу	Провідність $\gamma \cdot 10^7$, См/м	Відносна магнітна проникність, μ
Срібло	6,6	≈ 1
Мідь	5,9	≈ 1
Алюміній	3,81	≈ 1
Латунь	1,57	≈ 1

11

1.4. Індивідуальне завдання

Таблиця 1.5. Індивідуальне завдання 1

Варіант	Тип ЛП	Матеріал провідників	Матеріал діелектрика	P, Вт	f, МГц	Δf , МГц
1	ПРД – А	мідь	Поліетилен	10000	5000	10
2	А – ПРМ	мідь	Тефлон	10^{-10}	3000	5
3	ПРД – А	мідь	Полістирол	7500	1000	3
4	А – ПРМ	мідь	Фторопласт	10^{-10}	4000	8
5	ПРД – А	мідь	Поліетилен	12000	2000	4
6	А – ПРМ	мідь	Тефлон	10^{-10}	5000	9

7	ПРД – А	мідь	Полістирол	8000	3000	4
8	А – ПРМ	мідь	Фторопласт	10-10	1000	2
9	ПРД – А	мідь	Поліетилен	9000	4000	6
10	А – ПРМ	мідь	Тефлон	10-10	2000	4

Таблиця 1.6. Індивідуальне завдання 2

Варіант	D, мм	d, мм	μ	ϵ	f, МГц	Δf , МГц
1	10	2	1	1	5000	8
2	8	1	1	2	3000	4
3	12	3	1	4	1000	3
4	14	3	1	3	4000	8
5	5	1	1	1	2000	4
6	6	1	1	2	5000	9
7	7	2	1	4	3000	4
8	4	1	1	3	1000	2
9	3	1	1	1	4000	6
10	11	3	1	2	2000	4

1.5. Зміст звіту

Звіт по роботі повинен містити:

1. Тему і мету роботи.
2. Виконання та оформлення змісту роботи.
3. Висновки по вирішеним завданням.