

## ПРАКТИЧЕСКО УПРАЖНЕНИЕ 9

Изследване на права и отразена вълна в коаксиален кабел.

**Цел на упражнението:** Да се изследва разпространението на права и отразена вълна в дълга линия.

### 1. Теоретична постановка

Когато синусоидална вълна се предава по дълга линия, нейните напрежение и ток се изменят както по дължина на линията, така и във времето. Техните стойности, определени спрямо източника, са:

$$\begin{cases} \dot{U} = \dot{U}^+ e^{-\gamma x} + \dot{U}^- e^{\gamma x} \\ \dot{I} = \frac{\dot{U}^+}{Z_C} e^{-\gamma x} - \frac{\dot{U}^-}{Z_C} e^{\gamma x} \end{cases}$$

където  $\gamma = \alpha + j\beta$  е константата на предаване;

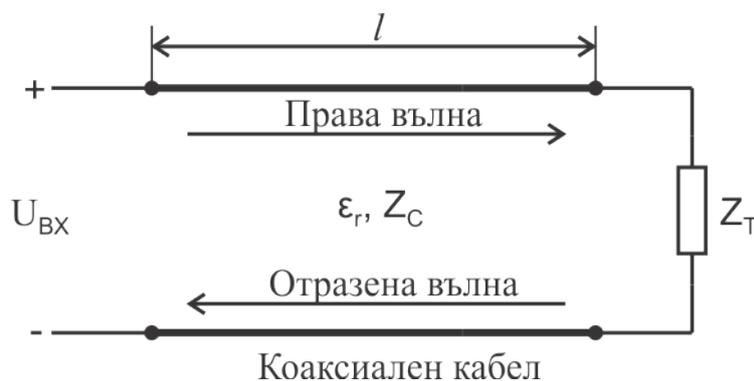
$\alpha$  – константата на затихване,  $N$ ;

$\beta$  – константата на фазата,  $rad$ .

Ако се положи  $\dot{U}^+ = U^+ e^{j\varphi_1}$  и  $\dot{U}^- = U^- e^{j\varphi_2}$ , първото уравнение от системата може да се запише в синусоидална форма:

$$u(x, t) = U^+ \sqrt{2} e^{-\alpha x} \sin(\omega t + \varphi_1 - \beta x) + U^- \sqrt{2} e^{\alpha x} \sin(\omega t + \varphi_2 + \beta x).$$

- Изразът  $U^+ \sqrt{2} e^{-\alpha x} \sin(\omega t + \varphi_1 - \beta x)$  представлява вълна, движеща се в права посока от източника към товара (права вълна);
- Изразът  $U^- \sqrt{2} e^{\alpha x} \sin(\omega t + \varphi_2 + \beta x)$  е вълна, движеща се в обратна посока от товара към източника (отразена вълна).



Фиг. 1. Права и обратна вълна в предавателните линии

Когато дългите линии се използват за предаване на информация, най-важното изискване към тях е да не внасят никакви смущения (изкривявания). Това изискване се изпълнява чрез съгласуване на товара с характеристикното съпротивление на линията ( $Z_T = Z_C$ ). Тази ситуация



$$v = \frac{l \cdot 2}{t}$$

**Забележка:**  $l$  е дължината на коаксиалния кабел.

3. Да се определи относителната диелектрична проникваемост  $\epsilon_r$  на диелектрика на коаксиалния кабел:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}} \rightarrow \epsilon_r = \frac{c^2}{v^2}$$

**Забележка:**  $c = 3 \cdot 10^8 [m/s]$  е скоростта на светлината.

**Задача 2.** Да се изследва влиянието на товара върху отразената вълна.

**Стъпка 1.** Да се използват същите схема и настройки както при задача 1. Изходът на коаксиалният кабел да се остави на празен ход ( $Z_T \approx \infty$ ). Да се наблюдават и скицират правата и отразена вълни.

**Забележка:** При скициране да се отбележат коректно размерностите на осите на осцилограмата (волта на деление и секунди на деление).

**Стъпка 2.** Към края на коаксиалния кабел да се свърже потенциометър.

1. Потенциометърът да се настрои на  $Z_T = 1 [k\Omega]$  и да се наблюдават и скицират правата и отразена вълни.
2. Потенциометърът да се настрои на  $Z_T = 75 [\Omega]$  и да се наблюдават и скицират правата и отразена вълни.
3. Потенциометърът да се настрои на  $Z_T = 25 [\Omega]$  и да се наблюдават и скицират правата и отразена вълни.
4. Потенциометърът да се настрои на късо съединение ( $Z_T = 0 [\Omega]$ ) и да се наблюдават и скицират правата и отразена вълни.

**Задача 3.** Да се изследва влиянието на товара върху изкривяването на вълната.

**Стъпка 1.** Схемата от задача 2 да се захрани със правоъгълен сигнал с честота  $f = 300 [kHz]$ .

**Стъпка 2.** Да се изменя съпротивлението на товара (потенциометъра) и да се наблюдава как се изменя сигнала на входа на коаксиалния кабел.

**Стъпка 3.** Да се отчете при какво съпротивлението на товара не се получават изкривявания във линията.

#### 4. Въпроси

1. Защо при определянето на скоростта на вълната дължината на коаксиалния кабел се умножава по 2?

2. Как изглежда отразената вълна, когато съпротивлението на товара е по-голямо от характеристикното съпротивление на коаксиалния кабел? А как изглежда когато е по-малко?

3. На какво се дължат изкривяванията на сигнала от страната на генератора при несъгласуван товар?

4. Ако източникът и линията на са съгласувани, отразената от товара вълна ще се отрази ли и от източника?