

МЭИ	ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6	Утверждаю: Зав. кафедрой 09.01.22 г.
	Кафедра ВМСС	
	Дисциплина МСПИ II часть	
	Институт ИВТ	
1. Характеристики однородной линии. Входное сопротивление длинной линии. Коэффициент отражения волны длинной линии. I 2. Общие характеристики антенн.		

1. Характеристики однородной линии. Входное сопротивление длинной линии. Коэффициент отражения волны длинной линии.

Характеристиками однородной линии являются:

- Коэффициент затухания амплитуд α характеризует изменение амплитуды волны и измеряется в децибелах (если посмотришь старые билеты тут есть огромное еще дополнение, но мне оно не кажется таким важным)

- Коэффициент фазы характеризует изменение фазы, его определяют в радианах на единицу длины (рад/м).

Коэффициенты затухания и фазы рассчитываются по формулам:

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{2}(Z_0 Y_0 + r_0 g_0 - \omega^2 L_0 C_0)}; \quad \beta = \sqrt{\frac{1}{2}(Z_0 Y_0 - r_0 g_0 + \omega^2 L_0 C_0)}$$

Где $Z_0 = \sqrt{r_0^2 + \omega^2 L_0^2}$ – модуль продольного удельного сопротивления.

$Y_0 = \sqrt{g_0^2 + \omega^2 C_0^2}$ – модуль поперечной удельной проводимости.

Волновое сопротивление $Z_{\text{в}} = Z_{\text{в}} e^{j\theta}$ определяет токи прямой и обратной волн по соответствующим напряжениям. Для расчета применяются формулы:

$$\underline{Z}_{\text{в}} = \sqrt{\frac{Z_0}{Y_0}} e^{j\theta}, \quad \text{где } \theta = \arctg \frac{\omega(g_0 L_0 - r_0 C_0)}{r_0 g_0 + \omega^2 L_0 C_0}$$

$$\underline{Z}_{\text{в}} = r_{\text{в}} + jr_{\text{в}} = \sqrt[4]{\frac{r_0^2 + \omega^2 L_0^2}{g_0^2 + \omega^2 C_0^2}} e^{j\theta}$$

$\underline{Z}_{\text{в}}$ представляет из себя комплексную величину, у которой знак начальной величины – фазы θ , есть величина отрицательная. Начальная фаза меняет значение от 0, на бесконечности до 0. Модуль волнового сопротивления, как правило, описывается убывающей функцией, имеет

определённое значение на нулевой частоте: $\sqrt{\frac{r_0}{g_0}}$ и при фазовой скорости, соответствующей

скорости света, значение: $\sqrt{\frac{L_0}{C_0}}$.

Фазовая скорость волн в линиях это скорость перемещения какой либо определенной фазы (состояния возмущения, или определенного мгновенного значения напряжения или тока) колебания, которая в течение времени t и по мере увеличения расстояния x , пройденного волной, остается постоянной. Вычисляется по формуле:

$$\nu = \frac{\omega}{\beta} = \frac{\omega}{\sqrt{\frac{1}{2}(Z_0 Y_0 - r_0 g_0 + \omega^2 L_0 C_0)}}$$

Для неискажающей передачи информации необходимо обеспечить постоянство по частоте фазовой скорости ν и волнового сопротивления Z_B .

Напряжения $U(x)$ и токи $I(x)$ в сечениях линии связаны между собой сопротивлением $Z(x)$, называемым входным сопротивлением линии. Под входным сопротивлением линии понимают сосредоточенное сопротивление, которым можно заменить линию вместе с приемником на ее конце при расчете режима в начале линии. Входное сопротивление связывает напряжение и ток в сечении x длинной линии соотношением $Z_{вх} = U(x)/I(x)$. Далее вспомним уравнения длинной линии с гиперболическими функциями и упростим выражение для сопротивления введя Z_n .

$$\underline{Z}_{вх} = \frac{\underline{U}(x)}{\underline{I}(x)} = \frac{\underline{U}_2 \operatorname{ch} \underline{\gamma} x + \underline{Z}_B \underline{I}_2 \operatorname{sh} \underline{\gamma} x}{\frac{\underline{U}_2}{\underline{Z}_B} \operatorname{sh} \underline{\gamma} x + \underline{I}_2 \operatorname{ch} \underline{\gamma} x} = \underline{Z}_B \frac{\operatorname{ch} \underline{\gamma} x (\frac{\underline{U}_2}{\underline{I}_2} + \underline{Z}_B \operatorname{th} \underline{\gamma} x)}{\operatorname{ch} \underline{\gamma} x (\frac{\underline{U}_2}{\underline{I}_2} \operatorname{th} \underline{\gamma} x + \underline{Z}_B)} = \underline{Z}_B \frac{\underline{Z}_n + \underline{Z}_B \operatorname{th} \underline{\gamma} x}{\underline{Z}_B + \underline{Z}_n \operatorname{th} \underline{\gamma} x}$$

Рассмотрим входное сопротивление в разных режимах:

- Холостой ход на выходных зажимах $\underline{Z}_n = \infty$

$$\underline{Z}_{вх х} = \underline{Z}_B \frac{1}{\operatorname{th} \underline{\gamma} x} = \underline{Z}_B \operatorname{cth} \underline{\gamma} x$$

- Короткое замыкание на выходных зажимах $\underline{Z}_n = 0$

$$\underline{Z}_{вх к} = \underline{Z}_B \frac{\underline{Z}_B \operatorname{th} \underline{\gamma} x}{\underline{Z}_B} = \underline{Z}_B \operatorname{th} \underline{\gamma} x$$

$$\text{Тогда } \underline{Z}_{вх} = \underline{Z}_B \frac{\underline{Z}_n + \underline{Z}_{вх к}}{\underline{Z}_{вх х} + \underline{Z}_n}$$

Координата x отсчитывается от нагрузки.

комплексный коэффициент отражения волны (коэффициент отражения \tilde{n}) – нужен для определения величины обратной волны в любом сечении, введя его как отношение в произвольном сечении линии напряжения обратной волны в этом сечении к напряжению прямой волны в этом сечении.

$$\tilde{n} = \frac{\underline{A}_4 e^{-\underline{\gamma} x}}{\underline{A}_3 e^{\underline{\gamma} x}} = \frac{\underline{U}_2 - \underline{Z}_B \underline{I}_2}{\underline{U}_2 + \underline{Z}_B \underline{I}_2} e^{-2\underline{\gamma} x} = \frac{\frac{\underline{U}_2}{\underline{I}_2} - \underline{Z}_B}{\frac{\underline{U}_2}{\underline{I}_2} + \underline{Z}_B} e^{-2\underline{\gamma} x} = \frac{\underline{Z}_n - \underline{Z}_B}{\underline{Z}_n + \underline{Z}_B} e^{-2\underline{\gamma} x} = \tilde{n}(0) e^{-2\underline{\gamma} x}$$

где $\tilde{n}(0)$ – коэффициент отражения от нагрузки (при $x = 0$), который принято обозначать отдельным идентификатором \underline{n}_0

Тильда говорит, что коэффициент отражения в некотором сечении линии.

Через коэффициент отражения можно выразить входное сопротивление:

$$\underline{Z}_{вх} = \frac{\underline{U}(x)}{\underline{I}(x)} = \frac{\underline{U}_{np}(0)(1e^{\gamma x} + \underline{n}_0 e^{-\gamma x})}{\underline{I}_{np}(0)(1e^{\gamma x} - \underline{n}_0 e^{-\gamma x})} = \underline{Z}_в \frac{1 + \underline{\tilde{n}}}{1 - \underline{\tilde{n}}}$$

2. Общие характеристики антенн.

Рассмотрим основные характеристики, применяемые для описания антенн:

1) Диаграмма направленности антенны (ДН) – отражает разность величин энергий, которые данная антенна принимает/излучает в разных направлениях. Чаще всего изображается в виде годографа концов векторов в полярной системе координат, где длина векторов пропорциональна уровню принимаемого/излучаемого сигнала, а угол соответствует направлению приема/излучения. При этом длина векторов нормируется к максимальной излучаемой/принимаемой мощности данной антенной. Направление, в котором достигается максимальная мощность называют главным направлением приема и принимают за начало отсчета $\alpha = 0^\circ$. В соответствии с тем, что в полярной системе координат определенное направление задается двумя углами, диаграммы направленности антенн строят в меридиональной (главной плоскости, плоскости антенны) и перпендикулярной ей азимутальной плоскостях.

2) Направление (угол θ) максимума главного лепестка.

3) Ширина диаграммы направленности (главного лепестка) по уровню половинной мощности. Может быть выражена как в градусной мере в виде величины угла, в пределах которого напряженность поля уменьшается не более чем в $\sqrt{2}$ раз по сравнению с напряженностью поля в направлении максимального излучения, так и в виде коэффициента направленного действия, равного выраженному в децибелах отношению ширины диаграммы изотропного излучателя к ширине диаграммы направленности главного лепестка данной антенны.

4) Число n боковых лепестков диаграммы направленности.

5) Значения углов α_n , соответствующих максимумам боковых лепестков.

6) Максимальные значения уровней боковых лепестков. Максимальные значения напряженности поля в каждом из боковых лепестков ДН антенны. Обычно нормируются к максимальному значению напряженности поля (УБЛ – уровни боковых лепестков).

7) Усиление антенны G - отношение мощности P_a , принимаемой этой антенной, к мощности P_N , которая была бы принята резонансным симметричным вибратором в условиях, когда обе эти антенны находятся в однородном поле, облучающем их с направления максимума главного лепестка. Коэффициент усиления указывается по мощности ($G = 10 \lg \frac{P_a}{P_N}$) или по напряжению

($G = 20 \lg \frac{U_a}{U_N}$). Понятие «усиление антенны» показывает, во сколько раз больше энергии

антенна принимает/излучает в направлении главного лепестка относительно всех других направлений.

8) Сопротивление излучения антенны – параметр, который характеризует свойства антенны в дальней зоне и выражается как отношение излучаемой антенной мощности к действующему значению тока в точке питания.

9) Частотная характеристика антенны.