

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**

по лабораторной работе № 4

Название: Переходные процессы в длинных линиях

Дисциплина: Электротехника

Преподаватель _____

(Подпись, дата) (И.О. Фамилия)

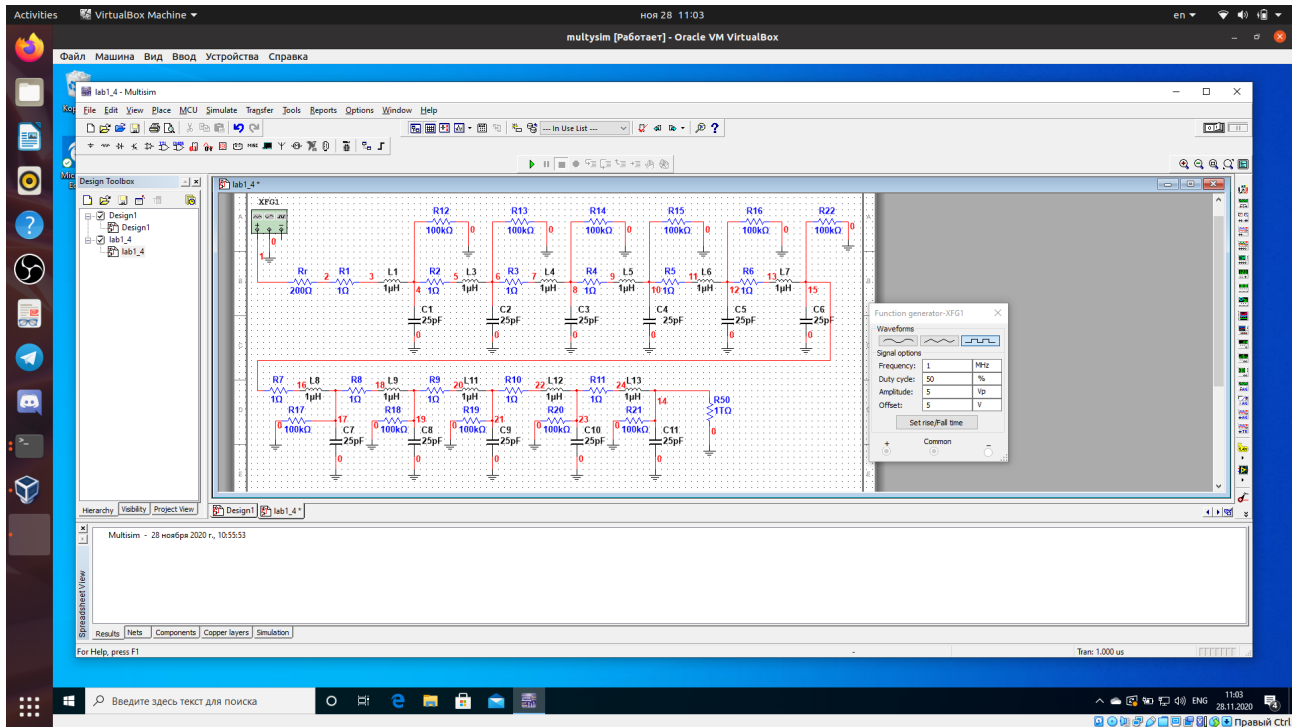
Москва, 2020

Задание

Цель работы:

- Ознакомиться с моделями, отражающими поведение длинных линий во время протекающих в них переходных процессов;
- Исследовать поведение длинных линий в различных нагрузочных режимах и дать качественную оценку влияния длинной линии на проходящие через нее сигналы.

Ход работы



Рассчитаем волновое сопротивление:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R_0 + j\omega L_0}{G_0 + j\omega C_0}} - \text{волновое сопротивление.}$$

Модуль и аргумент волнового сопротивления:

$$Z_0 = \sqrt[4]{\frac{[R_0^2 + (\omega L_0)^2]}{G_0^2 + (\omega C_0)^2}},$$

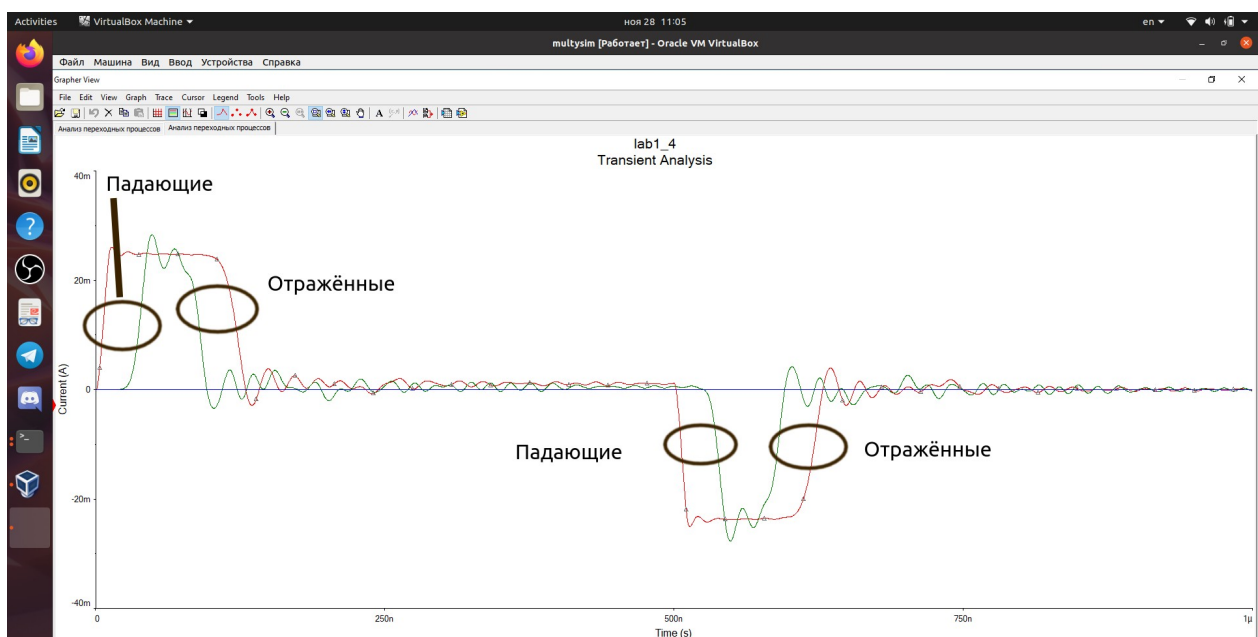
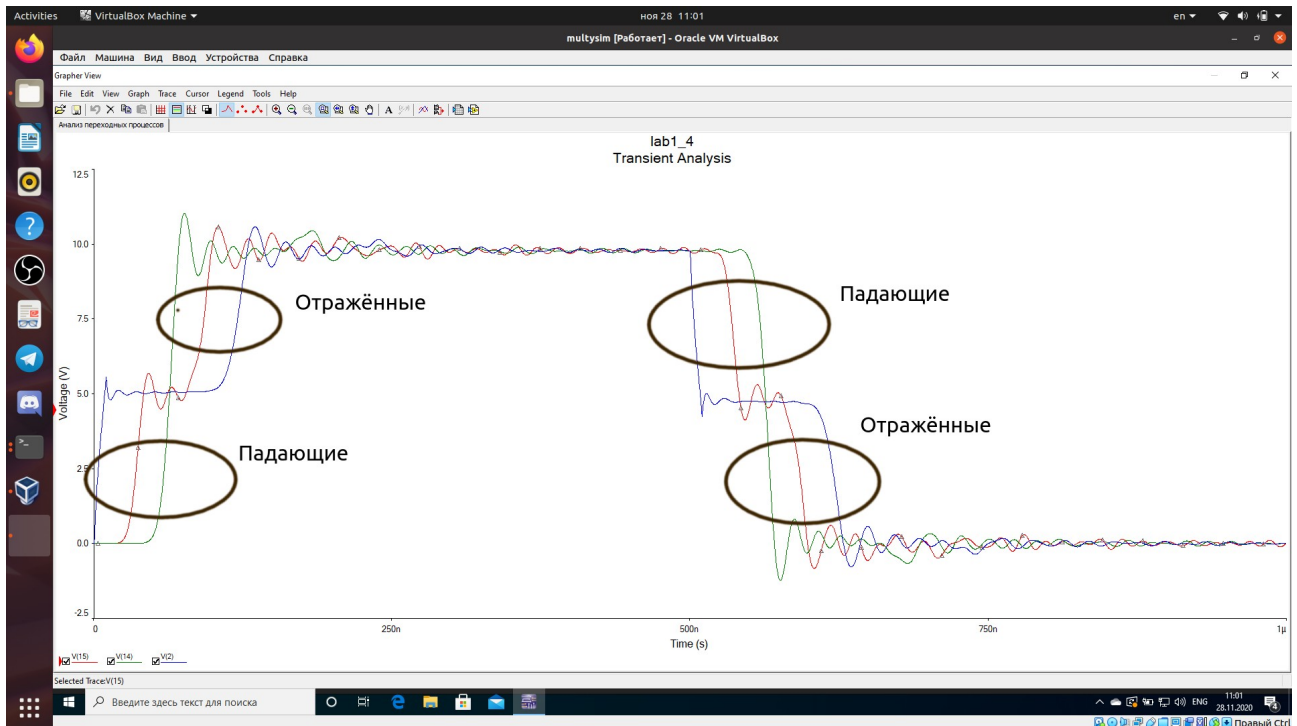
$$\varphi_{Z_0} = \frac{1}{2} \left(\arctg \frac{\omega L_0}{R_0} - \arctg \frac{\omega C_0}{G_0} \right)$$

Получим $Z_0 = 201e - j0,047$

$$|Z_0| = 201$$

Будем считать $Z_0 \approx 200 \text{ Ом}$

Режим хх



$$\underline{R}_U = 1 \quad \underline{R}_I = -1$$

$$\underline{U}_{nad} = \frac{1}{2} \underline{U}_0 = 5 \text{ В}; \quad \underline{U}_{omp} = \underline{R}_U * \underline{U}_{nad} = 5 \text{ В}; \quad \underline{U}_{ex} = \underline{U}_1 = \underline{U}_{nad} + \underline{U}_{omp} = 10 \text{ В}$$

$$\underline{I}_{nad} = \frac{\underline{U}_0}{\underline{R}_I + \rho} = 0.025 \text{ А}; \quad \underline{I}_{omp} = \underline{R}_I * \underline{I}_{nad} = -0.025 \text{ А}; \quad \underline{I}_{ex} = \underline{I}_1 = \underline{I}_{nad} + \underline{I}_{omp} = 0$$

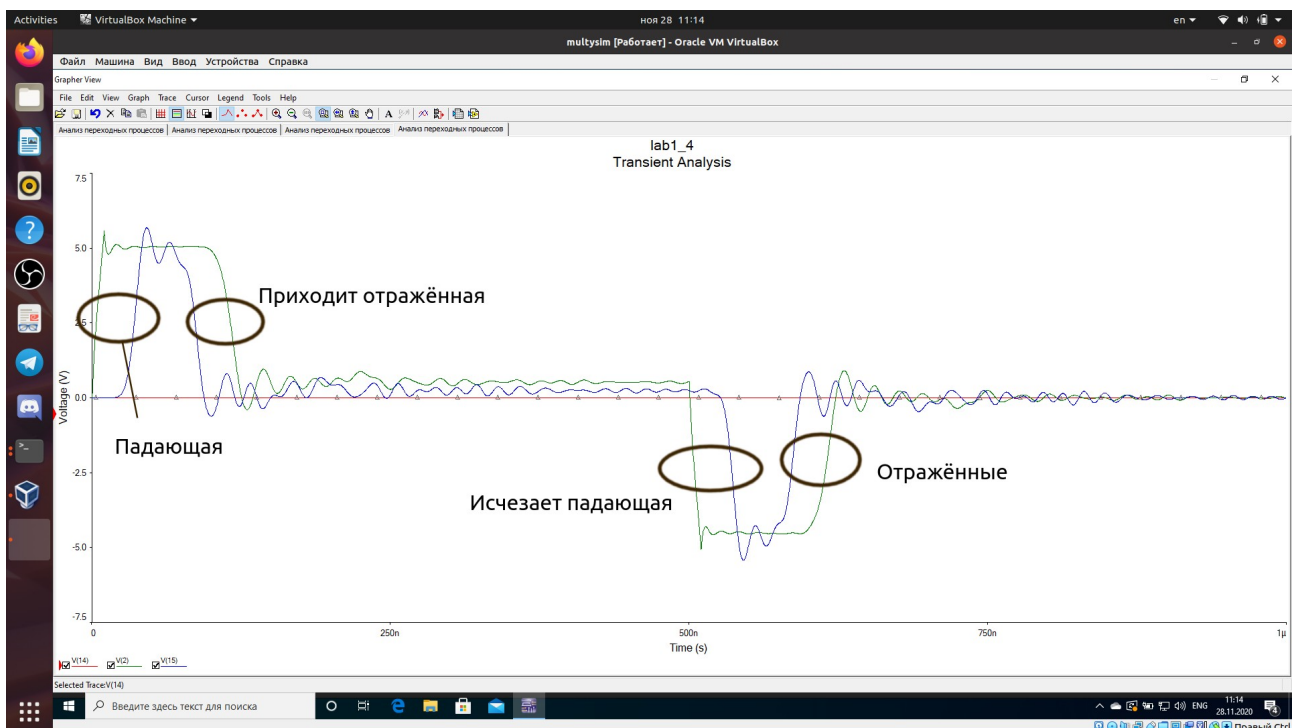
Расчет через уравнения передачи:

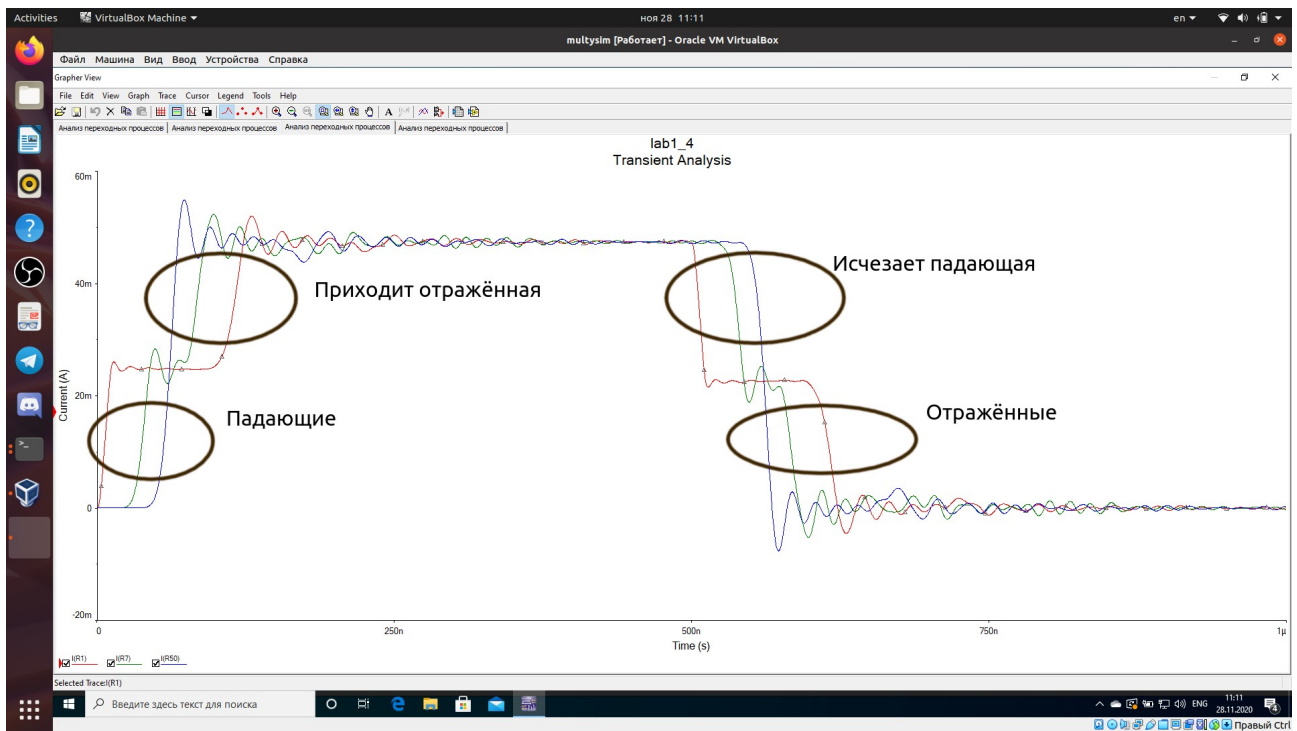
$$\underline{U}_{ex} = \frac{\underline{U}_1 + \underline{I}_1 \underline{Z}_0}{2} + \frac{\underline{U}_1 - \underline{I}_1 \underline{Z}_0}{2} = 5 + 5 = 10 \text{ В}$$

$$\underline{I}_{ex} = \frac{\underline{U}_1 + \underline{I}_1 \underline{Z}_0}{2 \underline{Z}_0} - \frac{\underline{U}_1 - \underline{I}_1 \underline{Z}_0}{2 \underline{Z}_0} = 0.025 - 0.025 = 0$$

Вывод: По достижению отражённой волной источника она поглотится сопротивлением R_i ток исчезнет во всей линии, а напряжение установится U_0 .

Режим короткого замыкания





$$U_{nad} = \frac{1}{2} U_0 = 5 \text{ В}; \quad U_{omp} = R_U * U_{nad} = -5 \text{ В}; \quad U_{ex} = U_1 = U_{nad} + U_{omp} = 0 \text{ В}$$

$$I_{nad} = \frac{U_0}{R_i + \rho} = 0.025 \text{ А}; \quad I_{omp} = R_I * I_{nad} = 0.025 \text{ А}; \quad I_{ex} = I_1 = I_{nad} + I_{omp} = 0.05 \text{ А}$$

Расчет через уравнения передачи

$$U_{ex} = \frac{U_1 + I_1 Z_0}{2} + \frac{U_1 - I_1 Z_0}{2} = 5 - 5 = 0 \text{ В};$$

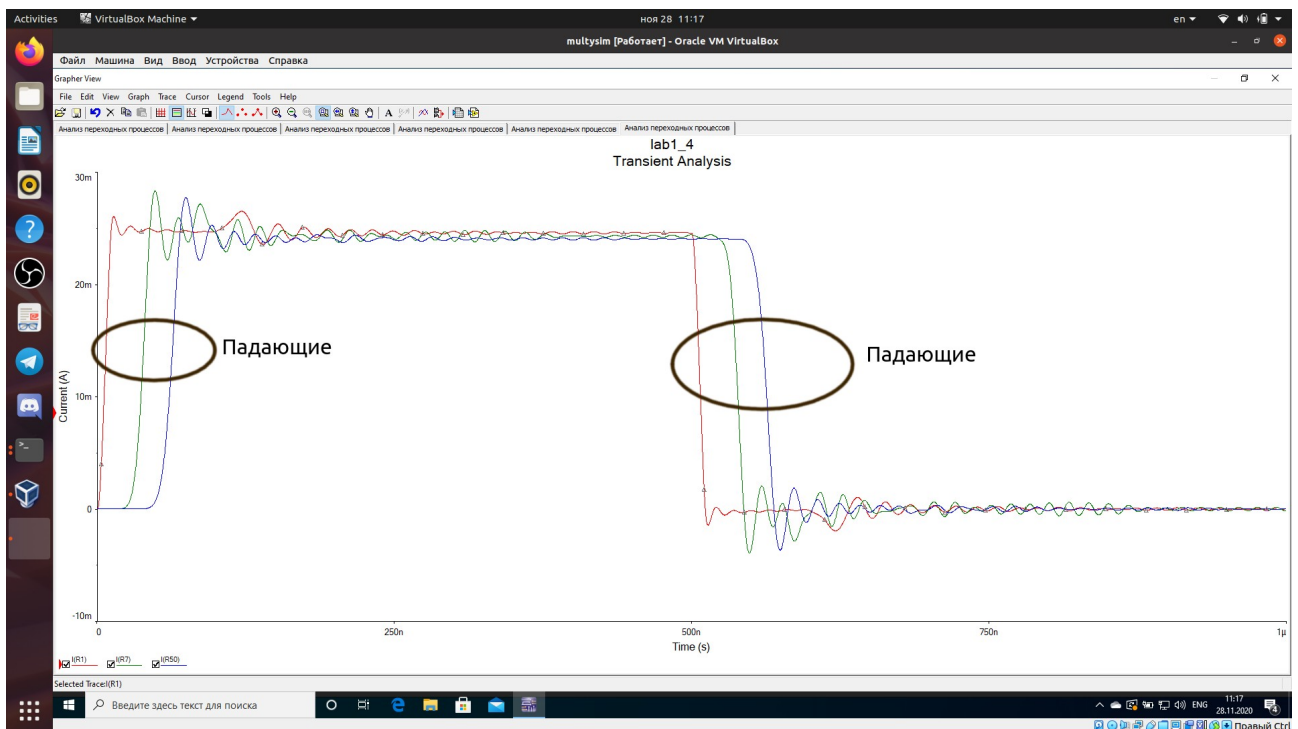
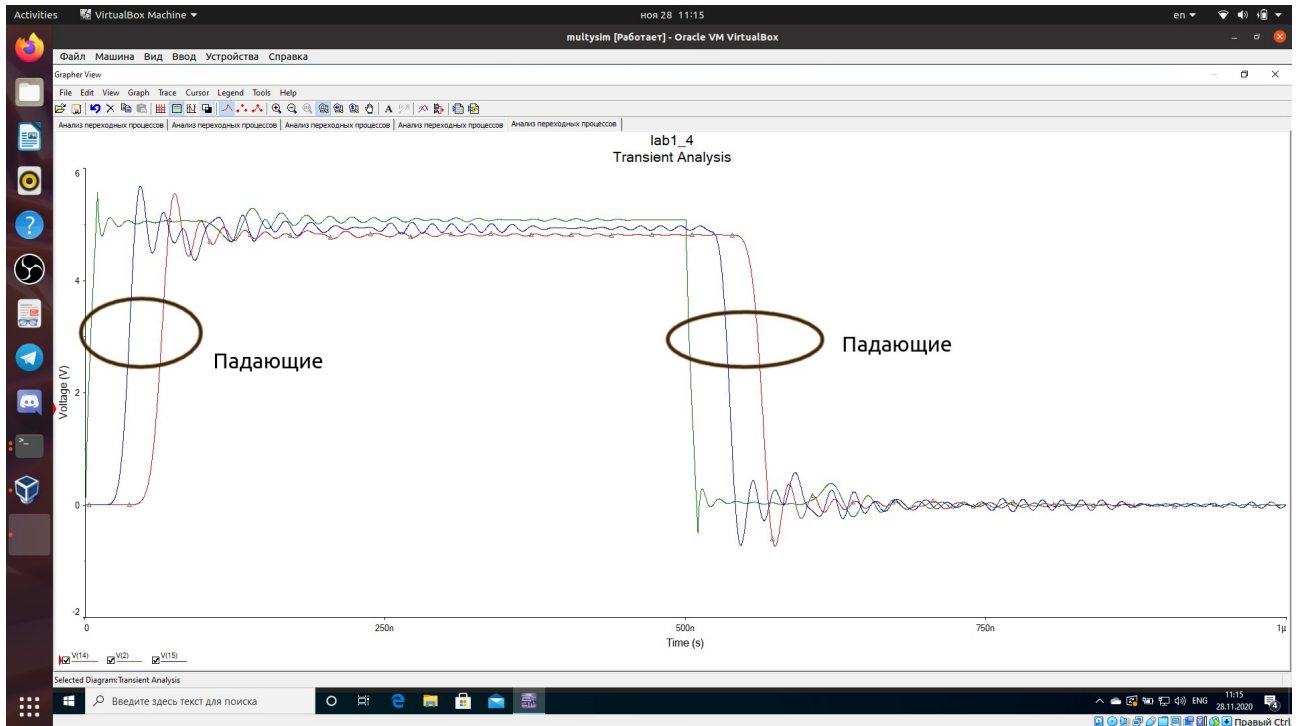
$$I_{ex} = \frac{U_1 + I_1 Z_0}{2 Z_0} - \frac{U_1 - I_1 Z_0}{2 Z_0} = 0.025 + 0.025 = 0.05 \text{ А}.$$

Вывод:

Когда отражённая волна источника поглотится сопротивлением R_i напряжение исчезнет во всей линии,

ток будет равным $\frac{U_0}{R_i} = \frac{U_0}{\rho}$

Согласованный режим



$$U_{nad} = \frac{1}{2} U_0 = 5 \text{ В}; \quad U_{omp} = R_U * U_{nad} = 0 \text{ В}; \quad U_{ex} = U_1 = U_{nad} + U_{omp} = 5 \text{ В}$$

$$I_{nad} = \frac{U_0}{R_i + \rho} = 0.025 \text{ А}; \quad I_{omp} = R_I * I_{nad} = 0 \text{ А}; \quad I_{ex} = I_1 = I_{nad} + I_{omp} = 0.025 \text{ А}$$

Через уравнения передачи

$$U_{ex} = \frac{U_1 + I_1 Z_0}{2} + \frac{U_1 - I_1 Z_0}{2} = 5 + 5 = 10 \text{ В};$$

$$I_{ex} = \frac{U_1 + I_1 Z_0}{2 Z_0} - \frac{U_1 - I_1 Z_0}{2 Z_0} = 0.025 + 0.025 = 0.05 \text{ А}.$$

Время задержки

$$V_\phi = \omega / \beta = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Время задержки: $\tau_{зад} \sqrt{LC} * N = 55 \text{ пс}$

В две стороны: 110 пс

Вывод

Когда сопротивление нагрузки $Z_2 = Z_{нагр}$ падающая волна полностью поглощается.

Напряжение в линии будет $\frac{1}{2} U_0$, ток = $\frac{U_1}{\rho}$.