

Лабораторная работа №2

«Исследование процессов в проводных линиях связи»

Перепелица А.А., ККСО-01-19

Москва, 2022 г.

Цель работы: экспериментальное подтверждение волновых процессов в проводных линиях связи, используемых в качестве физической среды при организации каналов передачи данных и приобретение практических навыков постановки и проведения исследований.

1 Схема №1: ЛС с потерями в режиме согласованной линии

1.1 Перечень элементов, использованных в схемах, с их краткими характеристиками

- Источник переменного тока (5 В, 500 кГц)
- Четырехканальный осциллограф
- Двухпроводная ЛС с потерями (50 м, 10 Ом)
- Резистор (3.3 кОм)

1.2 Копии окон схемных файлов с позиционными обозначениями

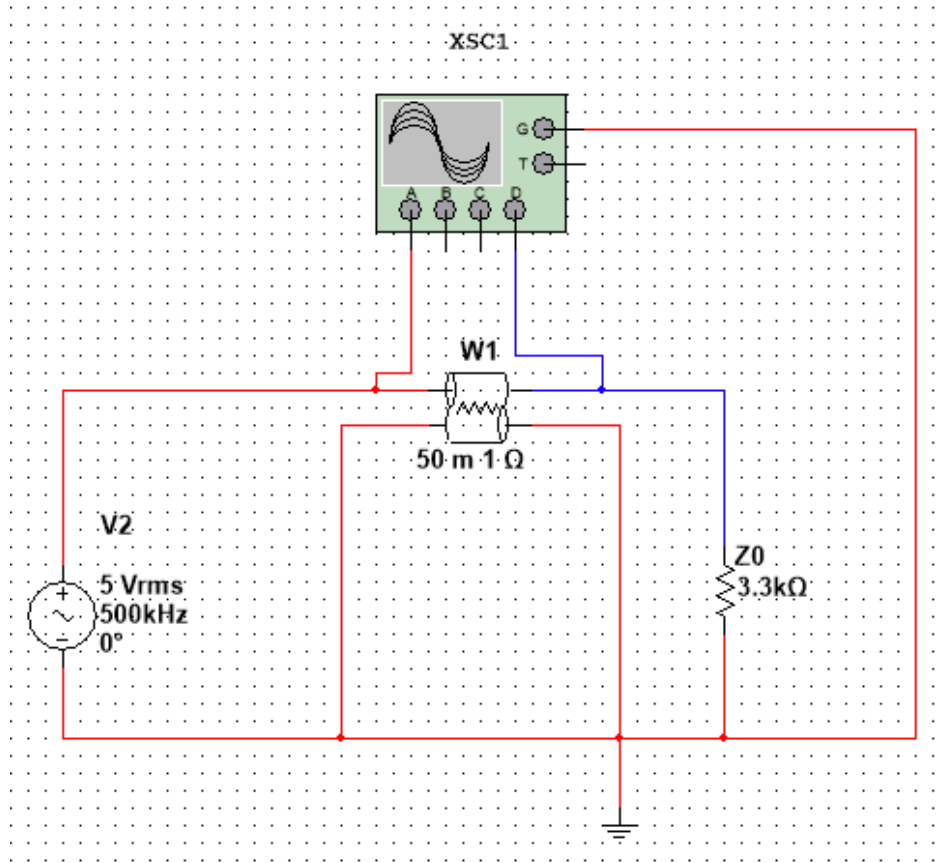


Рис.1 Схема ЛС с потерями в режиме согласованной линии.

1.3 Результаты расчетов и измерений приборами

Определим значения параметров Z_0 , C , G :

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{11,11 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^{-12}}} \approx 3,3 \text{ кОм}$$

$$L * C = \frac{1}{c^2} = 11,11 \cdot 10^{-18} \Rightarrow C = \frac{11,11 \cdot 10^{-18}}{11,11 \cdot 10^{-6}} = 1 \text{ пФ}$$

$$G = \frac{RC}{L} = \frac{1 \cdot 10^{-12}}{11,11 \cdot 10^{-6}} = 9 \cdot 10^{-8} = 90 \cdot 10^{-9} = 90 \text{ нСм/м}$$

Показания осциллографа

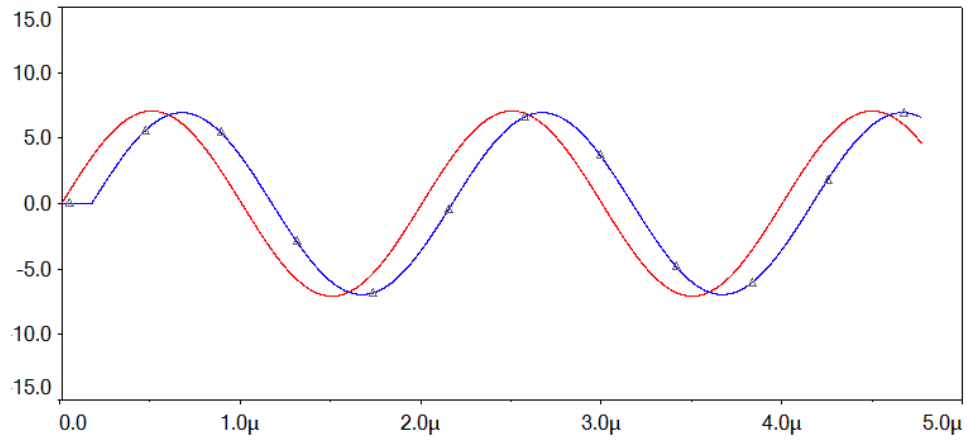


Рис.2 Показания осциллографа при частоте 500 кГц.

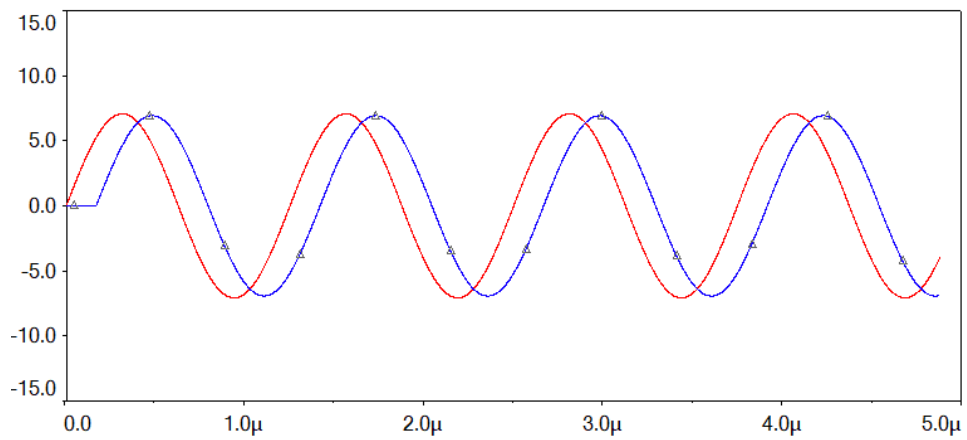


Рис.3 Показания осциллографа при частоте 800 кГц.

По графикам видно, что τ увеличилась. Перестроим модель для $R = 10$ Ом/м. Для этого поднимем погонную проводимость до 900 См/м, чтобы выполнялось условие неискажающей линии. Получим осциллограмму:

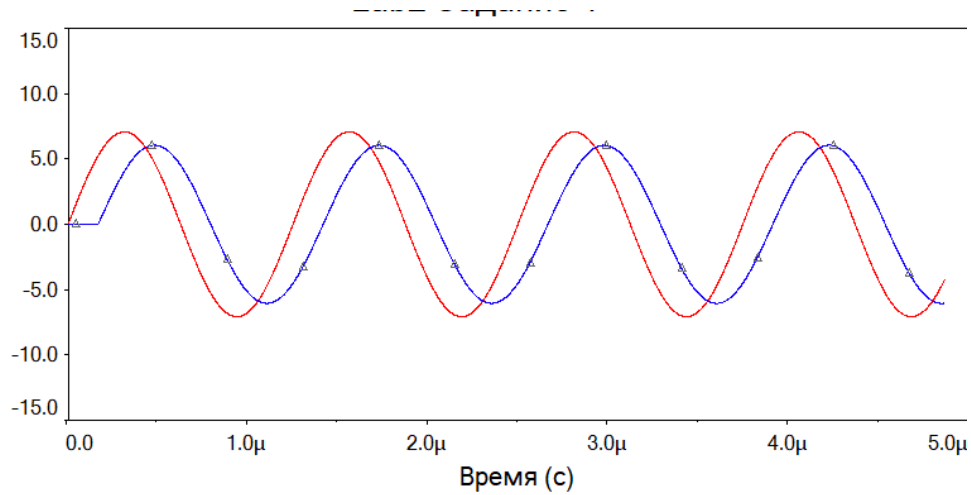


Рис.4 Показания осциллографа при $R = 10 \text{ Ом/м}$.

Определим запаздывание выходного сигнала относительно входного на длину линии в режиме бегущей волны:

$$\begin{aligned}\beta &= 2 * \pi * f(T_2 - T_1) = 2 * \pi * \tau \Rightarrow \\ \Rightarrow \beta_1 &= 2 * 3.14 * 147 * 10^{-9} = 9,23 * 10^{-6} \\ \beta_2 &= 2 * 3.14 * 163 * 10^{-9} = 10,24 * 10^{-6}\end{aligned}$$

Амплитуды входного U_1 и выходного напряжения U_2 :

$$U_1 = 7,05 \text{ В}$$

$$U_2 = 6,91 \text{ В}$$

Получим α , βl и U :

$$\beta = \omega * \sqrt{LC} = 500 * 10^3 \sqrt{11,11 * 10^{-6} * 10^{-12}} \approx 166 * 10^{-5}$$

$$\alpha = \sqrt{RG} = \sqrt{10 * 900 * 10^{-9}} = 3 * 10^{-3}$$

$$U(t) = U_i(t)e^{-\alpha l} \cos \omega t - \beta l = 7 * e^{-50 * 3 * 10^{-3}} * \cos(-166 * 10^{-5} * 50) = 6 \text{ В}$$

2 Схема №2: ЛС с потерями в режиме несогласованной разомкнутой линии

2.1 Перечень элементов, использованных в схемах, с их краткими характеристиками

- Источник переменного тока (5 В, 12 МГц)
- Четырехканальный осциллограф
- Двухпроводная ЛС с потерями (50 м, 0.001 Ом)

2.2 Копии окон схемных файлов с позиционными обозначениями

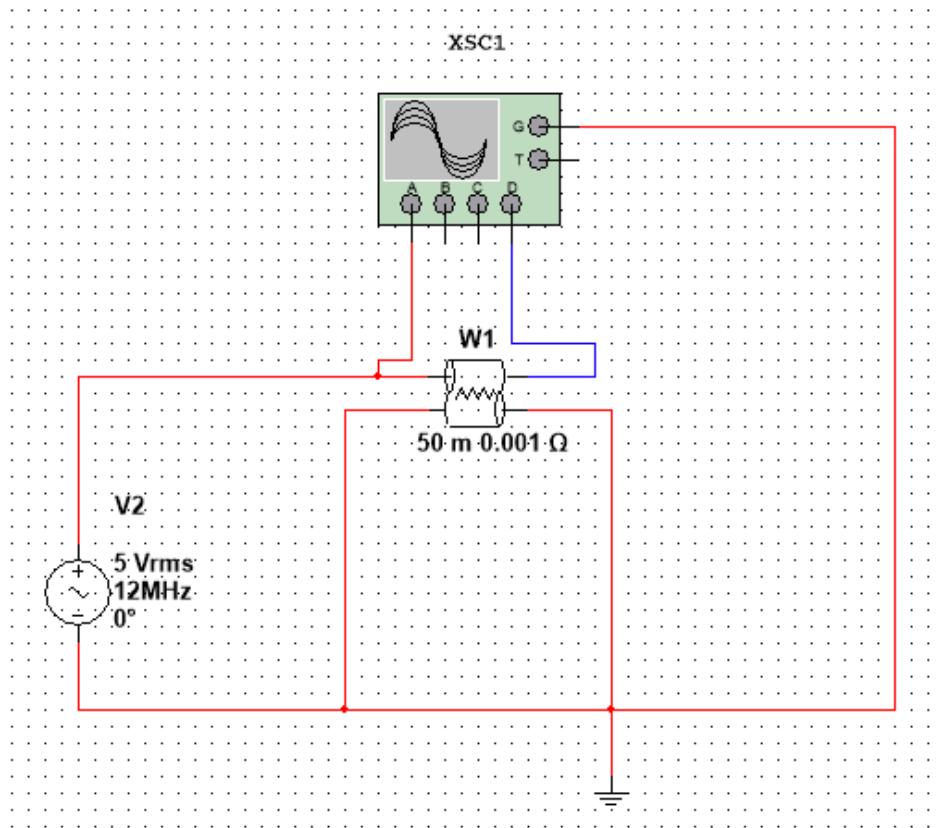


Рис.5 Схема ЛС с потерями в режиме несогласованной разомкнутой линии.

2.3 Результаты расчетов и измерений приборами

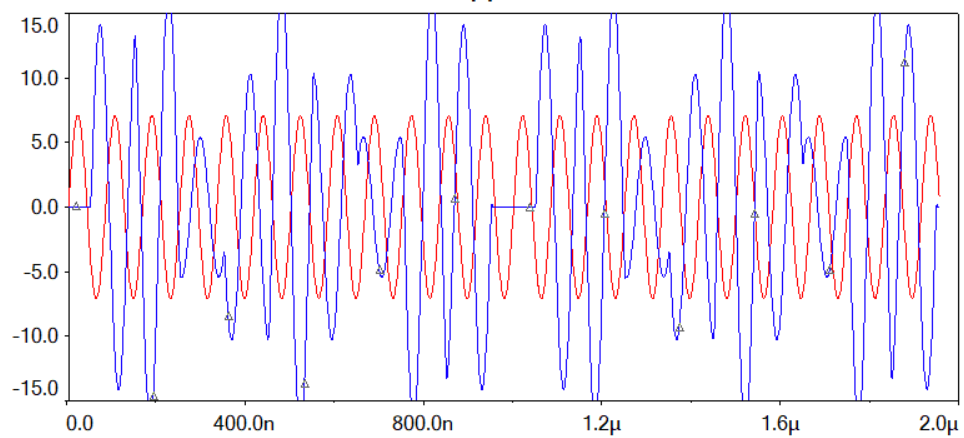


Рис.6 Показания осциллографа.

Запаздывание выходного сигнала относительно входного:

$$T_2 - T_1 = 162\text{нС}$$

Амплитуды входного и выходного напряжений:

$$U_i = 6\text{В}$$

$$U = 14\text{В}$$

3 Схема №3: ЛС с потерями в режиме несогласованной замкнутой линии

3.1 Перечень элементов, использованных в схемах, с их краткими характеристиками

- Источник переменного тока (5 В, 6 МГц)
- Двухпроводная ЛС с потерями (50 м, 0.001 Ом)
- Двухпроводная ЛС с потерями (25 м, 0.001 Ом) 2 шт.
- Четырехканальный осциллограф
- Датчик тока

3.2 Копии окон схемных файлов с позиционными обозначениями

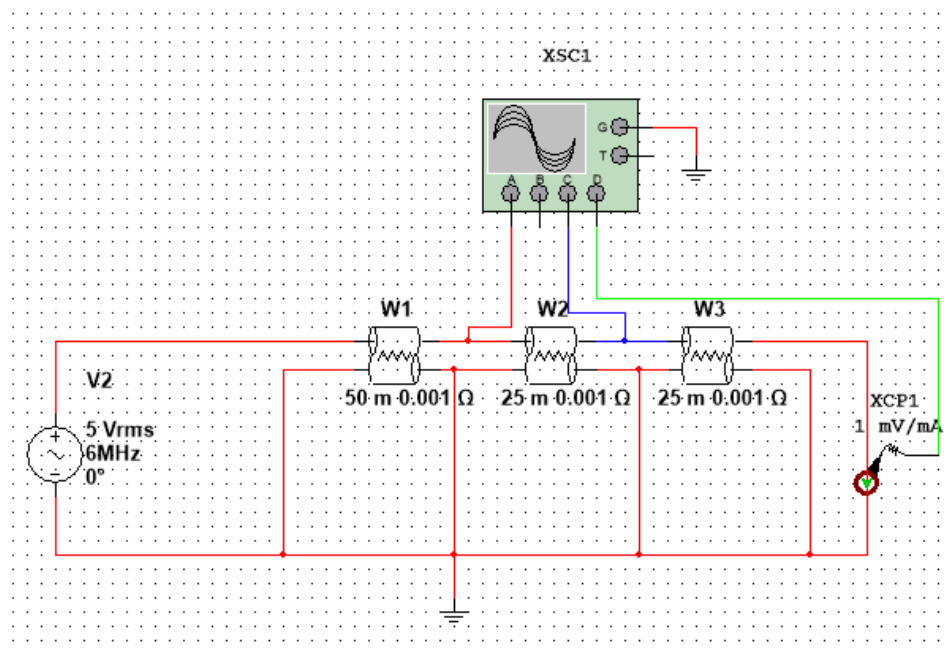


Рис.7 Схема ЛС с потерями в режиме несогласованной замкнутой линии.

3.3 Результаты расчетов и измерений приборами

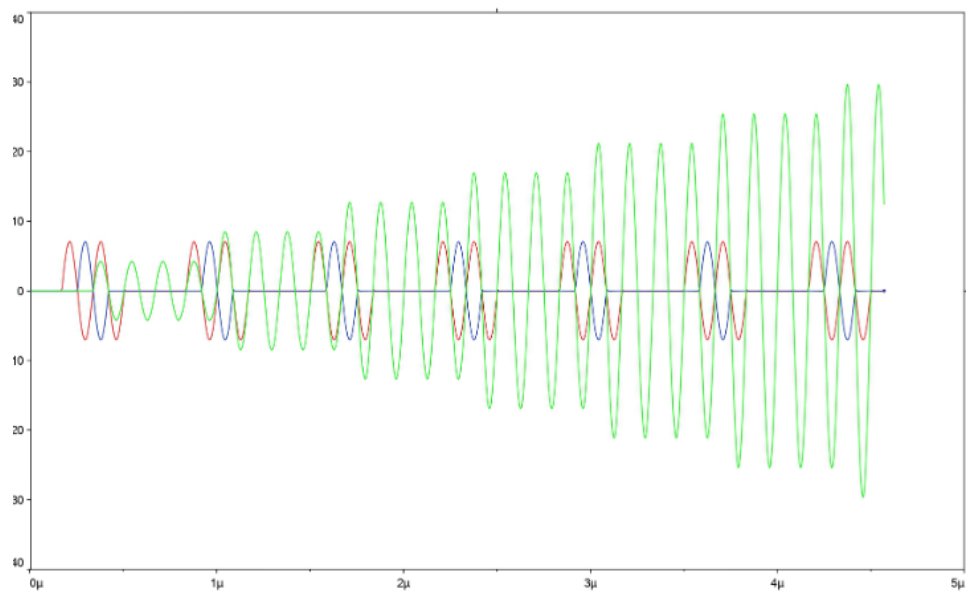


Рис.8 Показания осциллографа.

Запаздывание выходного сигнала относительно входного:

$$T_2 - T_1 = 83 \text{ нс}$$

Амплитуды входного и выходного напряжений:

$$U_i = 7 \text{ В}$$

$U = 7 \text{ В}$ Выходной ток:

$$I = 800 \text{ мА}$$

4 Схема №4: ЛС с потерями в режиме несогласованной нагрузки

4.1 Перечень элементов, использованных в схемах, с их краткими характеристиками

- Построитель частотных характеристик
- Двухпроводная ЛС с потерями (50 м, 1 Ом)
- Источник переменного тока (5 В, 500 кГц)
- Резистор (0.001 Ом)
- Ключ

4.2 Копии окон схемных файлов с позиционными обозначениями

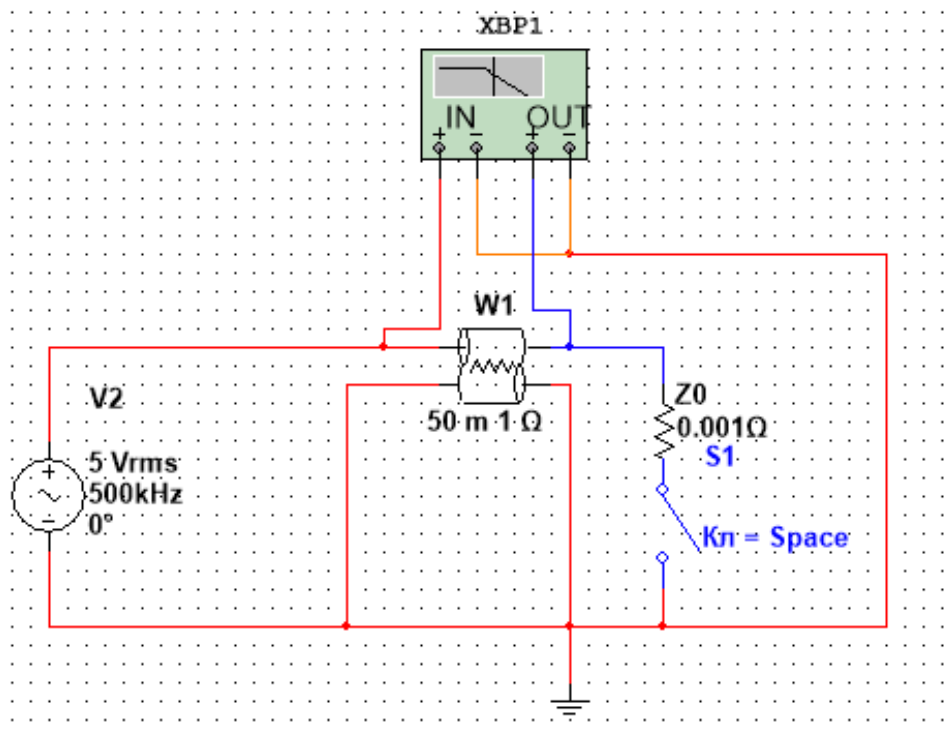


Рис.9 Схема ЛС с потерями в режиме несогласованной нагрузки.

4.3 Результаты расчетов и измерений приборами

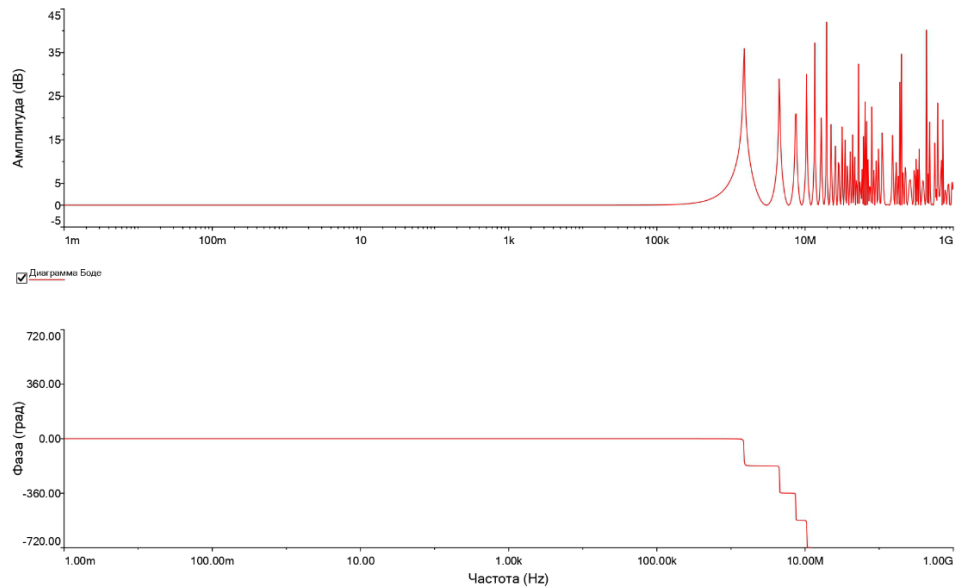


Рис.10 Показания при разомкнутом ключе.

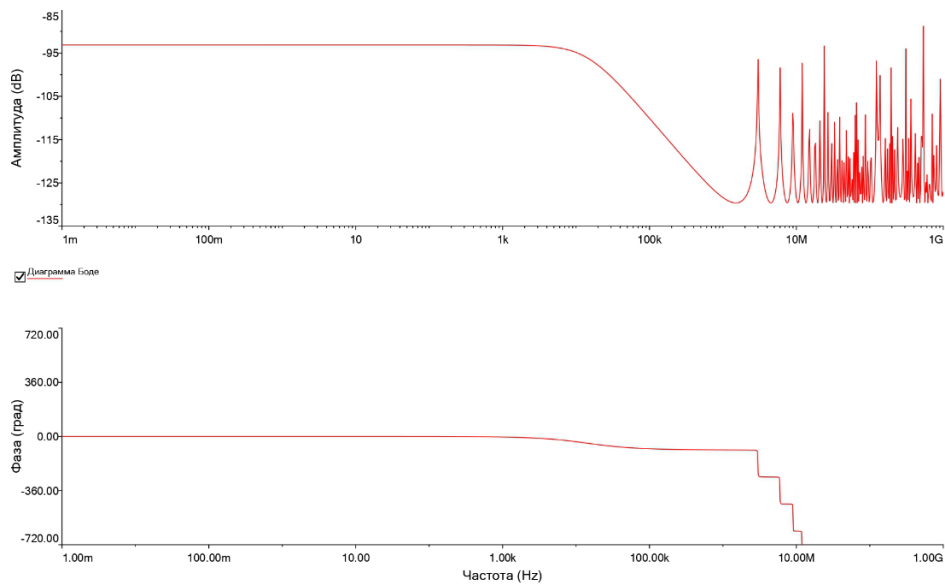


Рис.11 Показания при замкнутом ключе.

Вывод: в ходе выполнения лабораторной работы мы ознакомились с теорией волновых процессов в проводных линиях связи, исследовали режимы бегущих и стоячих волн.