

Лабораторная работа №2

«Исследование процессов в проводных линиях связи (ЛС)»

Матяш А.А., ККСО-01-19

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 Перечень элементов на схемах

1.1 «ЛС в режиме согласованной линии»

- Четырех канальный осциллограф
- Источник переменного тока (5 В, 500 кГц)
- Резистор (3.3 кОм)
- Двух проводная ЛС с потерями (50 м, 10 Ом)

1.2 «ЛС с потерями в режиме несогласованной разомкнутой линии»

- Четырех канальный осциллограф
- Источник переменного тока (5 В, 12 МГц)
- Двух проводная ЛС с потерями (50 м, 0.001 Ом)

1.3 «ЛС с потерями в режиме несогласованной замкнутой линии»

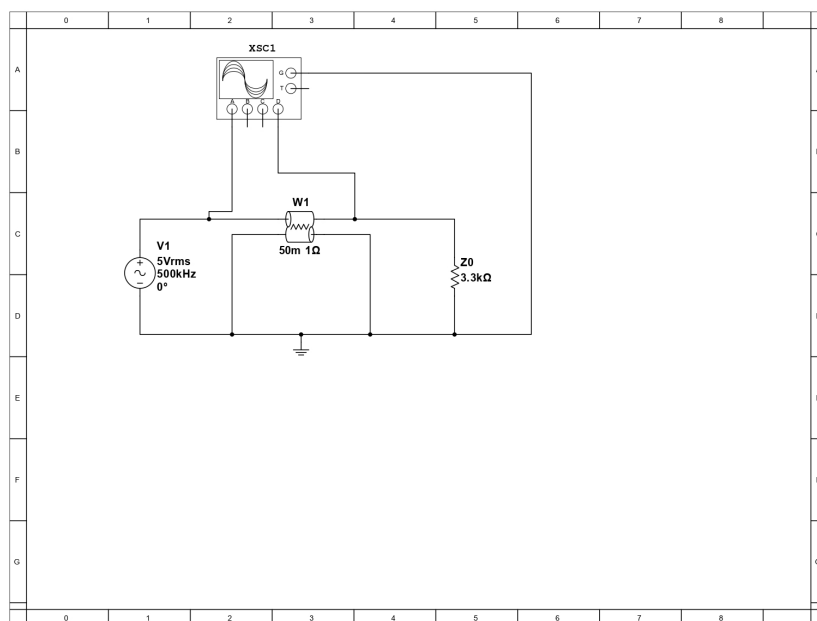
- Источник переменного тока (5 В, 6 МГц)
- Двух проводная ЛС с потерями (50 м, 0.001 Ом)
- Двух проводная ЛС с потерями (25 м, 0.001 Ом)
- Двух проводная ЛС с потерями (25 м, 0.001 Ом)
- Четырех канальный осциллограф
- Датчик тока

1.4 «ЛС с потерями в режиме несогласованной нагрузки»

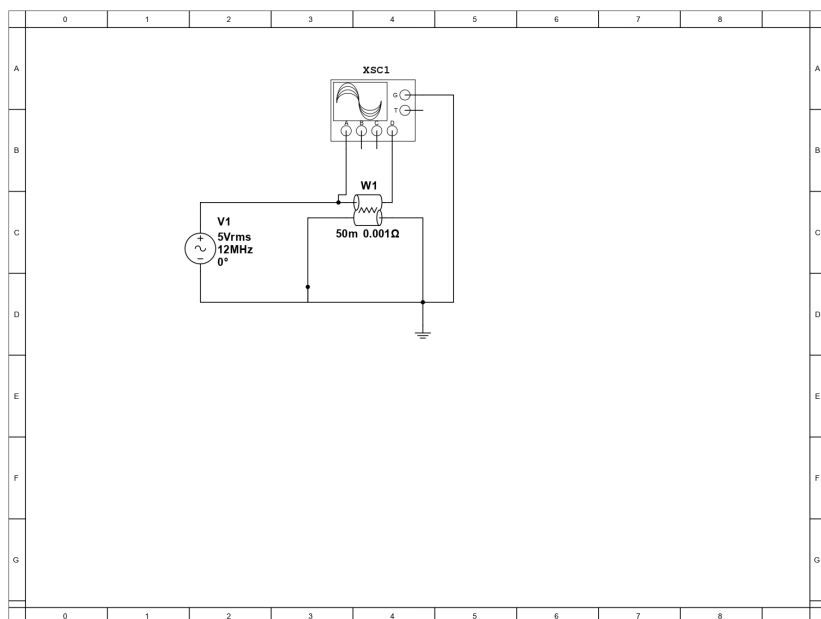
- Построитель частотных характеристик
- Двух проводная ЛС с потерями (50 м, 1 Ом)
- Источник переменного тока (5 В, 500 кГц)
- Резистор (0.001 Ом)
- Ключ

2 Копии окон схемных файлов с позиционными обозначениями

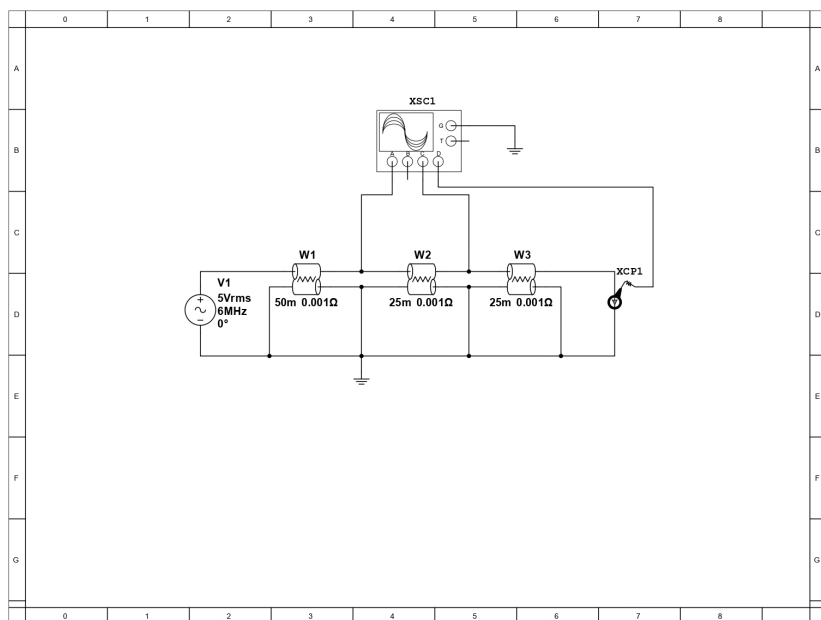
2.1 «ЛС в режиме согласованной линии»



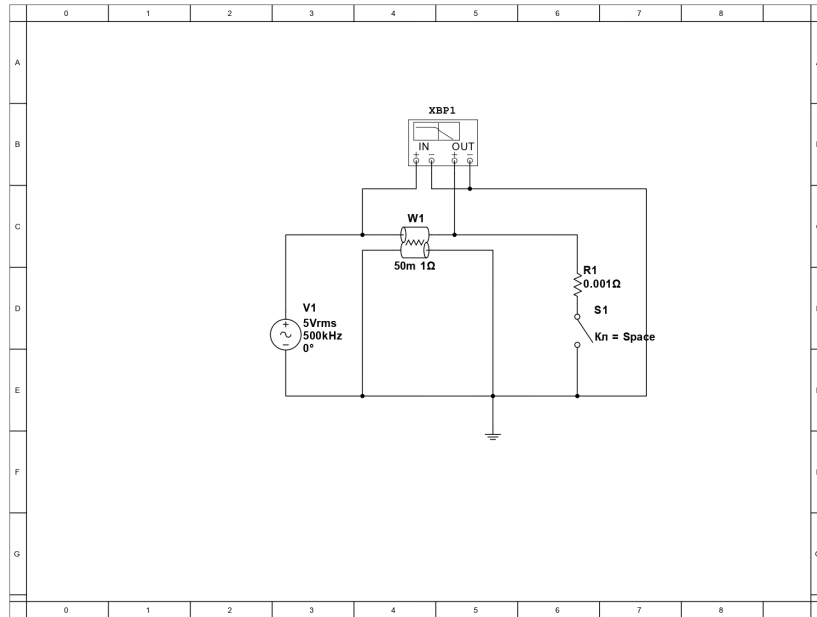
2.2 «ЛС с потерями в режиме несогласованной разомкнутой линии»



2.3 «ЛС с потерями в режиме несогласованной замкнутой линии»



2.4 «ЛС с потерями в режиме несогласованной нагрузки»



3 Результаты расчетов и измерений приборами

3.1 «ЛС в режиме согласованной линии»

Определим значения параметров Z_0 , C , G :

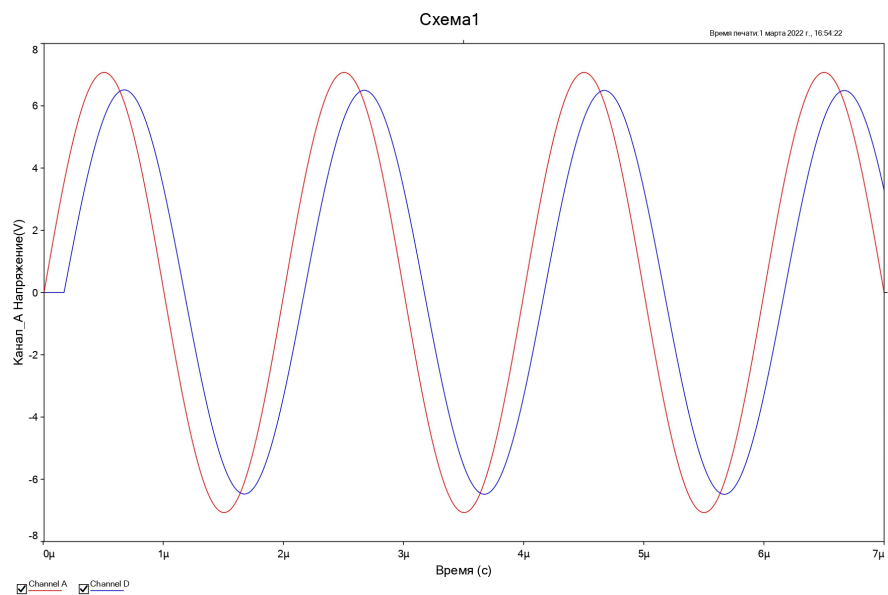
$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{11,11 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 10^{-12}}} \approx 3,3 \text{ кОм}$$

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

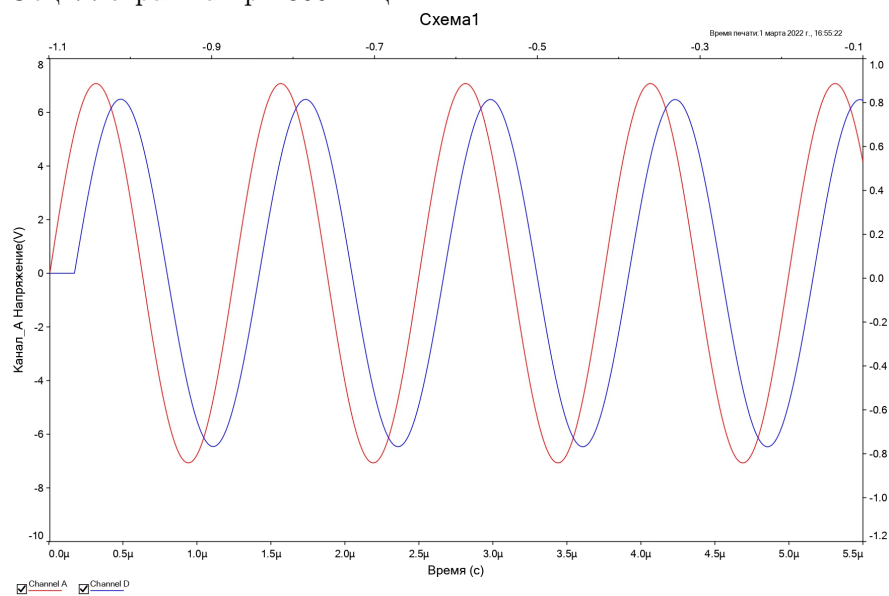
$$G = \frac{RC}{L} = \frac{1 \cdot 10^{-12}}{11,11 \cdot 10^{-6}} = 9 \cdot 10^{-8} = 90 \cdot 10^{-9} = 90 \text{ нСм/м}$$

1. Исследуем модель линии связи для различных частот входного сигнала:

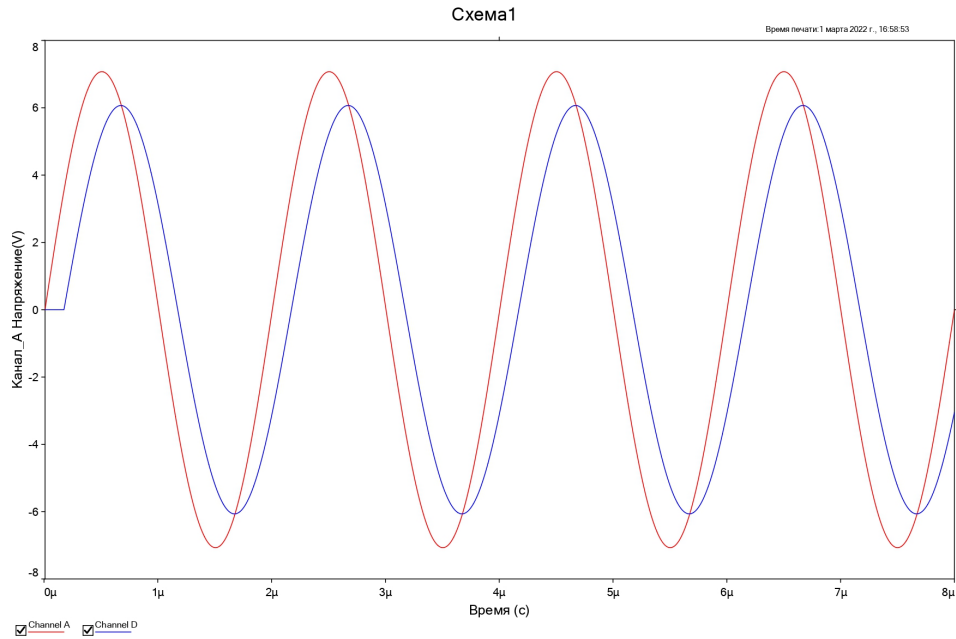
- Осциллограмма при 500 кГц



- Осциллограмма при 800 кГц



2. Осциллограмма при $R = 10 \text{ Ом/м}$:



3. Запаздывание выходного сигнала относительно входного ($T_2 - T_1$):

- Для 500 кГц:
 $\tau_1 = 147 * 10^{-9} \text{с}$
- Для 800 кГц:
 $\tau_2 = 163 * 10^{-9} \text{с}$

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

$$\beta = 2 * \pi * f(T_2 - T_1) = 2 * \pi * \tau \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \beta_1 = 2 * 3.14 * 147 * 10^{-9} = 9,23 * 10^{-6}$$

$$\beta_2 = 2 * 3.14 * 163 * 10^{-9} = 10,24 * 10^{-6}$$

5. Амплитуды входного U_1 и выходного напряжения U_2 :

$$U_1 = 7,05 \text{В}$$

$$U_2 = 6,91 \text{В}$$

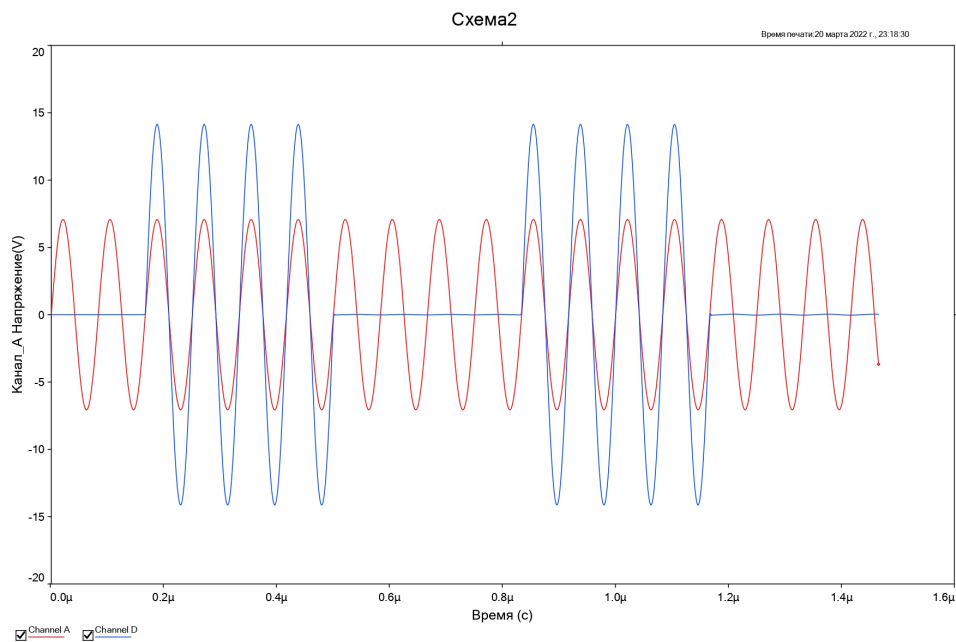
6. Получим α , βl и U :

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

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

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

3.2 «ЛС с потерями в режиме несогласованной разомкнутой линии»



Запаздывание выходного сигнала относительно входного:

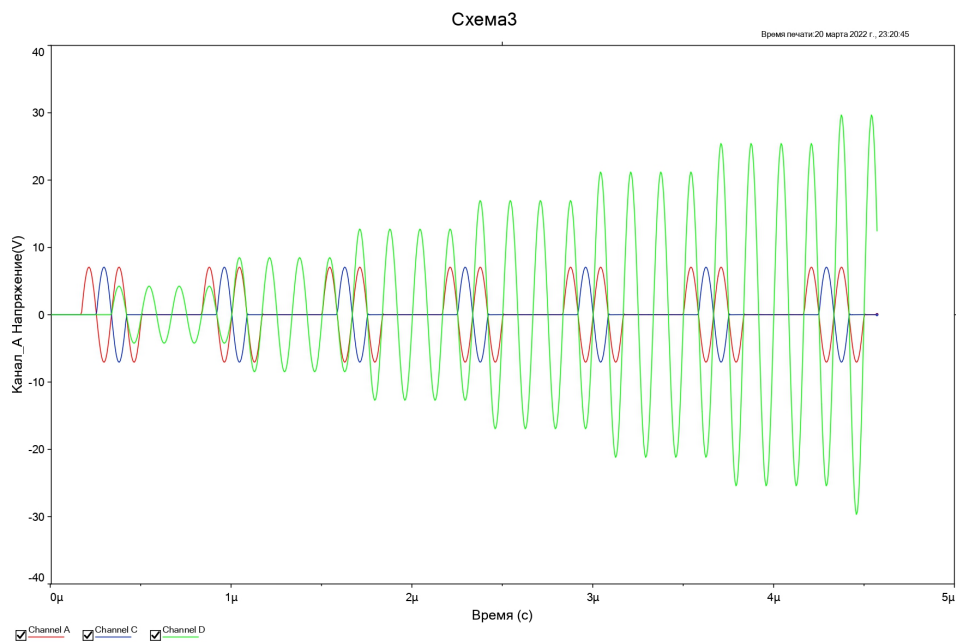
$$T_2 - T_1 = 162 \text{ нс}$$

Амплитуды входного и выходного напряжений:

$$U_i = 6 \text{ В}$$

$$U = 14 \text{ В}$$

3.3 «ЛС с потерями в режиме несогласованной замкнутой линии»



Запаздывание выходного сигнала относительно входного:

$$T_2 - T_1 = 83 \text{ нс}$$

Амплитуды входного и выходного напряжений:

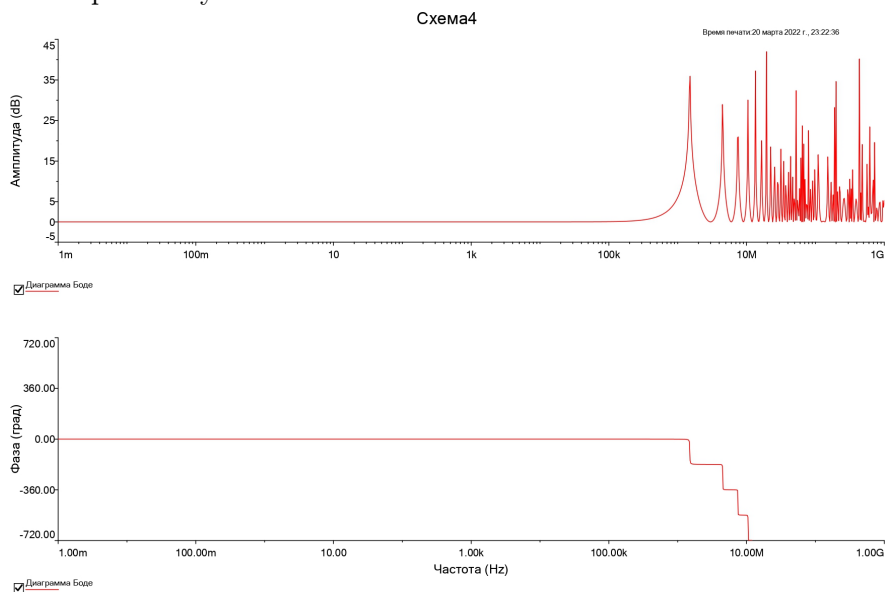
$$U_i = 7 \text{ В}$$

$U = 7 \text{ В}$ Выходной ток:

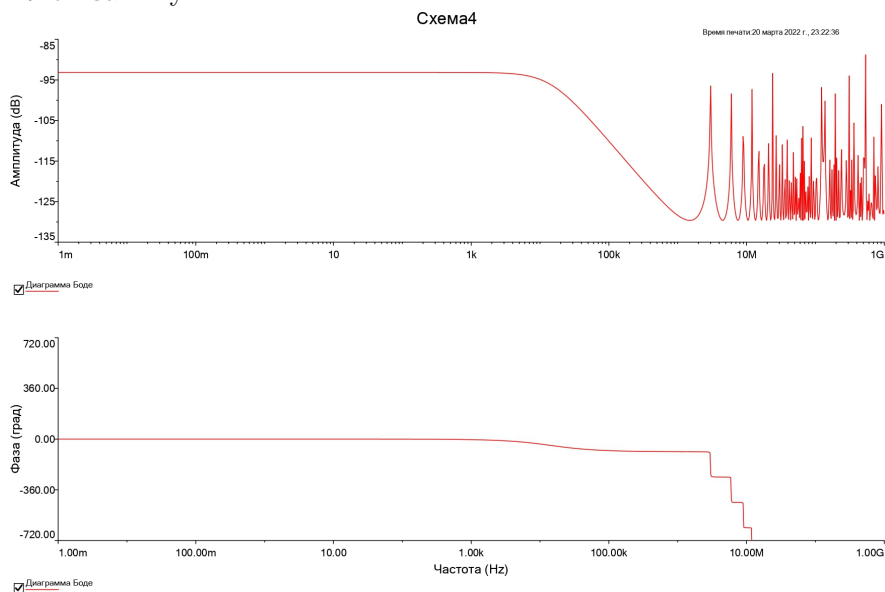
$$I = 800 \text{ мА}$$

3.4 «ЛС с потерями в режиме несогласованной нагрузки»

- Ключ разомкнут:



- Ключ замкнут:



Вывод: в этой работе мы ознакомились с теорией волновых процессов в проводных линиях связи, исследовали режимы бегущих и стоячих волн.