

Лабораторная работа 23

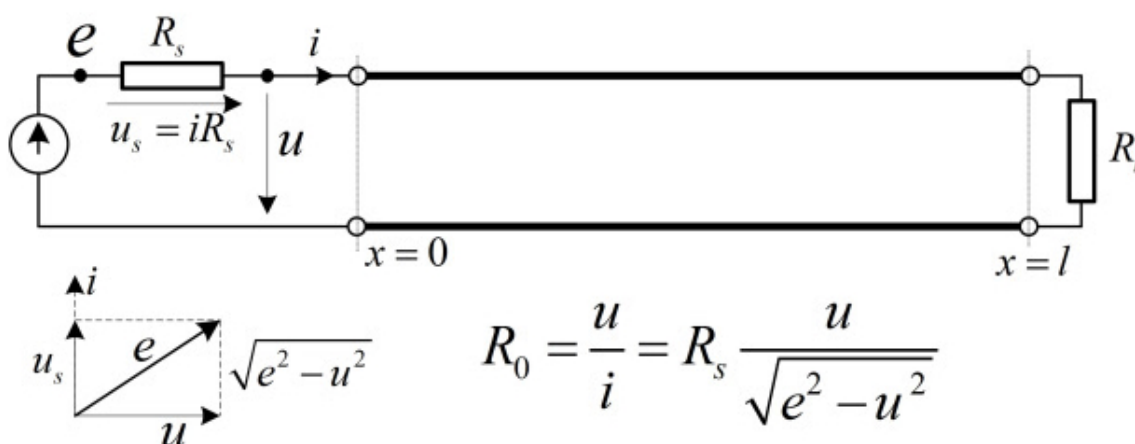
Пассивные электрические цепи

1. Измерение параметров линии

1. Измерим длину кабеля

$$l = 2 * 298 \text{ см} = 5.96 \text{ м}$$

2. Соберём на макетной плате схему:



$$f = 1.3 \text{ МГц}$$

$E = 3 \text{ В}$ - амплитуда входного сигнала

Измерим модули входных импедансов в режиме КЗ ($R_l = 0$) и ХХ ($R_l = \infty$).

Измерять будем двумя каналами для точности измерений.

Режим КЗ:

$$R_s = 39 \text{ Ом}$$

$$e = \frac{1.11 + 1.10}{2} = 1.11 \text{ В}$$

$$u = \frac{550 + 450}{2} = 500 \text{ В}$$

$$R_{0K3} = R_s \frac{u}{\sqrt{e^2 - u^2}} = 20 \text{ Ом}$$

Режим XX:

$$R_s = 329 \text{ Ом}$$

$$e = \frac{1.99 + 2.10}{2} = 2.05 \text{ В}$$

$$u = \frac{1.24 + 1.27}{2} = 1.26 \text{ В}$$

$$R_{0XX} = 256 \text{ Ом}$$

3. По результатам измерений в режимах КЗ и XX оценим волновое сопротивление линии и скорость распространения волны:

$$\omega = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{R_{0K3} R_{0XX}} = 72 \text{ Ом}$$

$$v = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \frac{2\pi f l}{\arctg \frac{R_{0K3}}{\omega}} \approx 2\pi f l \frac{\omega}{R_{0K3}} = 1.75 * 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Отсюда найдём погонные ёмкость и индуктивность:

$$C = \frac{1}{\omega v} = 7.94 * 10^{-11} \frac{\text{с}}{\text{м} * \text{Ом}}$$

$$L = \frac{\omega}{v} = 4.11 * 10^7 \frac{\text{Ом} * \text{с}}{\text{м}}$$

4. При резонансной частоте измерим эквивалентное сопротивление и ширину двухсторонней полосы пропускания.

$$\text{Резонансная частота } f_0 = 7.8 \text{ МГц}$$

$$R_s = 1.08 \text{ кОм}$$

$$R_0 = R_s \frac{u}{e - u} = 1.87 \text{ кОм}$$

Уровень 0.7 наблюдается при $f = 8.2 \text{ МГц}$ и $f = 6.8 \text{ МГц}$.

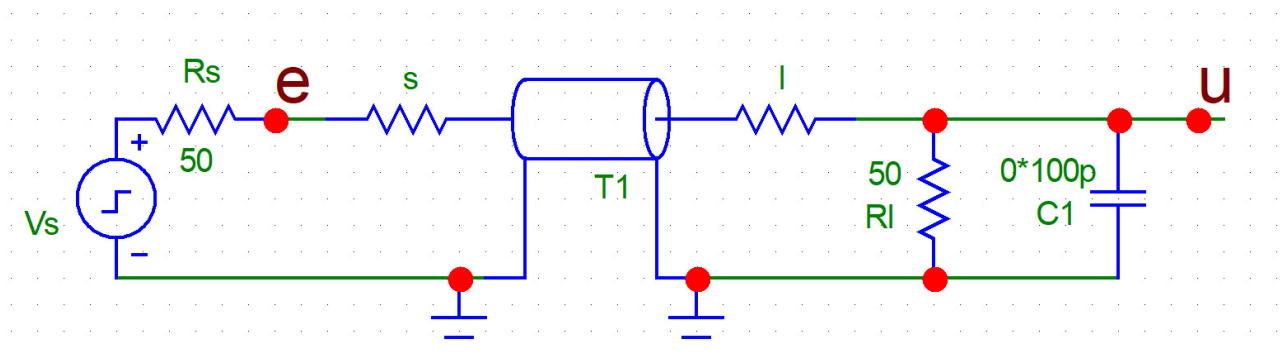
$$\Delta f = f_2 - f_1 = 1.4 \text{ МГц}$$

5. Вычислим погонное сопротивление линии и добротность.

$$R = \frac{\omega^2}{lR_0} = 465 \frac{\text{Ом}}{\text{м}}$$

$$Q = \frac{f_0}{\Delta f} \left(1 + \frac{R_0}{R_s}\right) = 15.2$$

2. Исследование переходных процессов



1. Согласованная линия

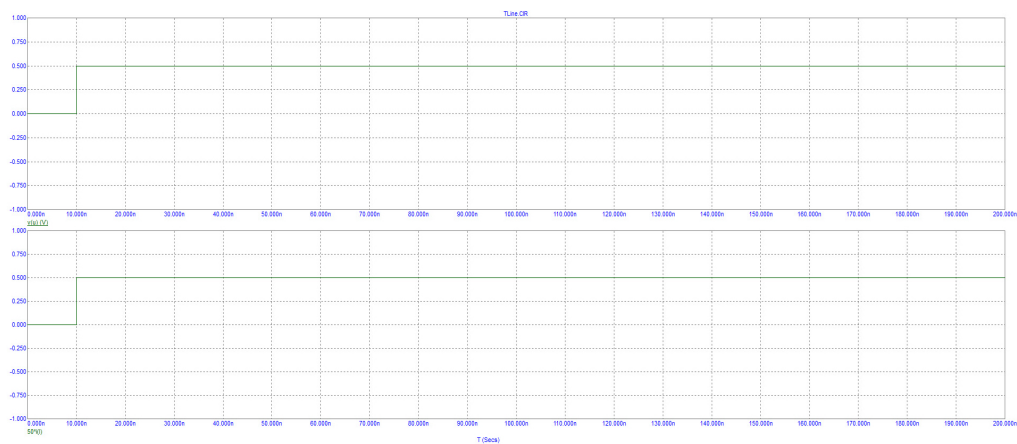
Установим $R_s = R_l = 50 \text{ Ом}$ и выведем графики в режиме Transient

Измерим $v(u)$, и $i(l)$.

$$v(u) = 0.5 \text{ В}$$

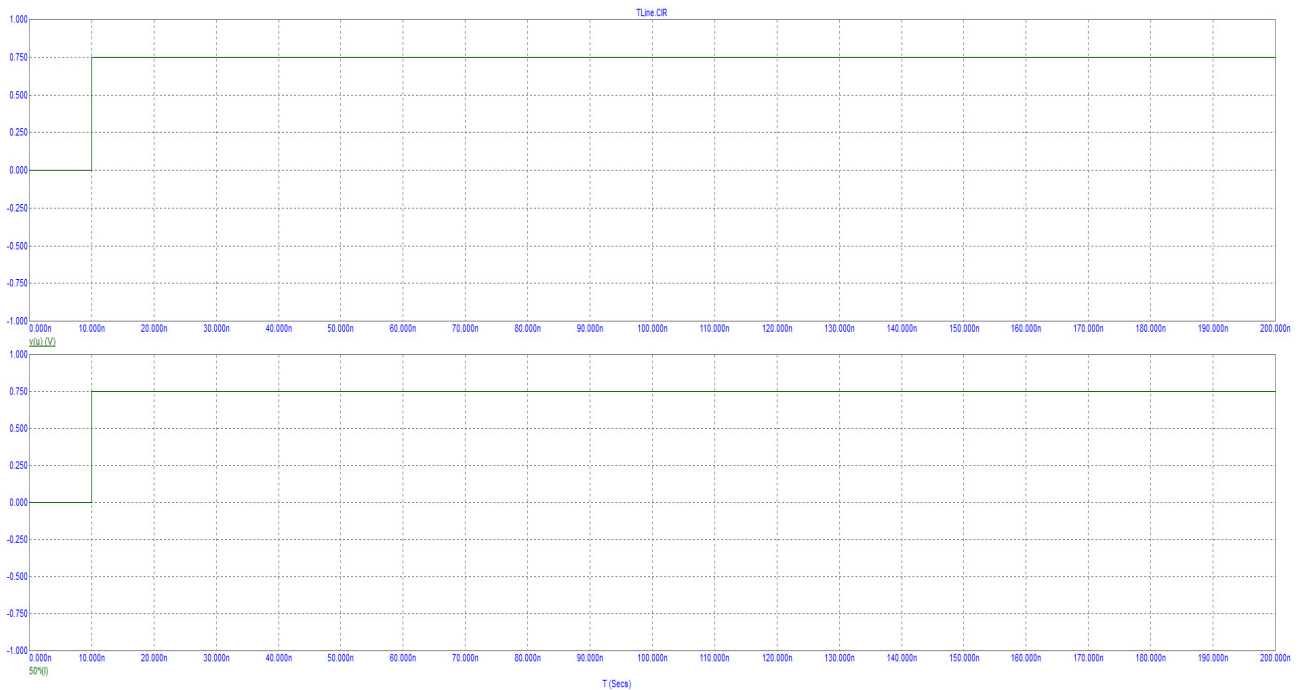
$$i(l) = 0.01 \text{ А}$$

$$P = v(u)i(l) = 0.005 \text{ Вт} = \frac{V^2}{4R_s}, V = 1 \text{ В} \quad - \text{ Формула верна.}$$



2. Рассогласованный источник

Установим $R_s = \frac{\omega}{3}$, $\omega = 50 \text{ Ом}$, $\rho_s = \frac{R_s - \omega}{R_s + \omega} = \frac{-1}{2}$

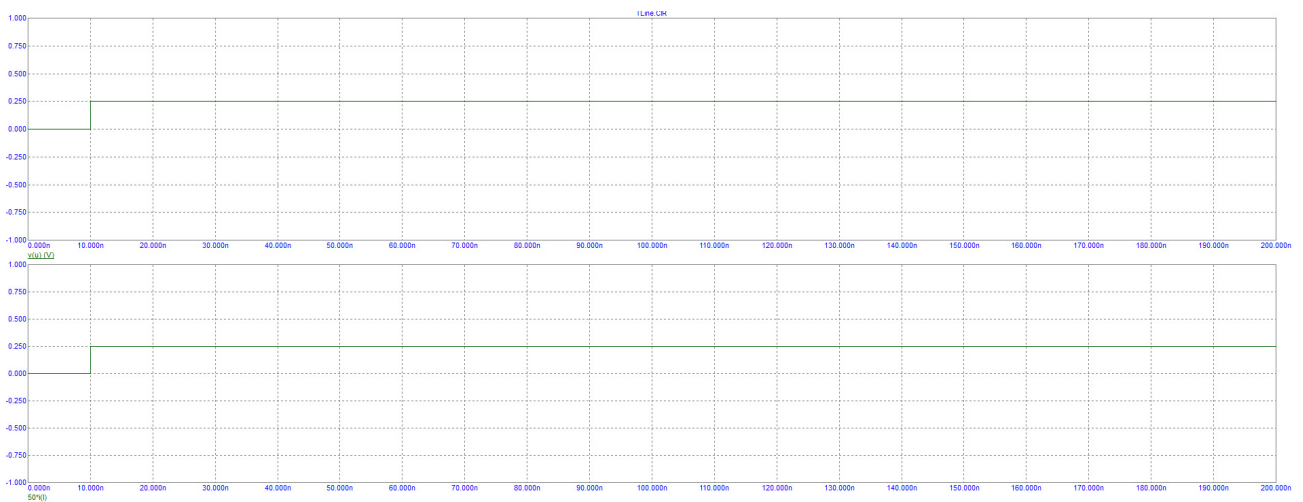


$$v(u) = 0.75 B$$

$$i(l)\omega = 0.75 B$$

$$P\omega = v(u)i(l)\omega = 0.5625 B^2 = \frac{V^2}{4R_s} \omega (1 - \rho_s^2)$$

Повторим те же измерения при $R_s = 3\omega$, $\rho_s = \frac{+1}{2}$



$$v(u) = 0.25 B$$

$$i(l)\omega = 0.25 B$$

$$P\omega = v(u)i(l)\omega = 0.0625 B^2 = \frac{V^2}{4R_s} \omega (1 - \rho_s^2)$$

Значит мощность, отдаваемая в нагрузку меньше мощности источника в раз.

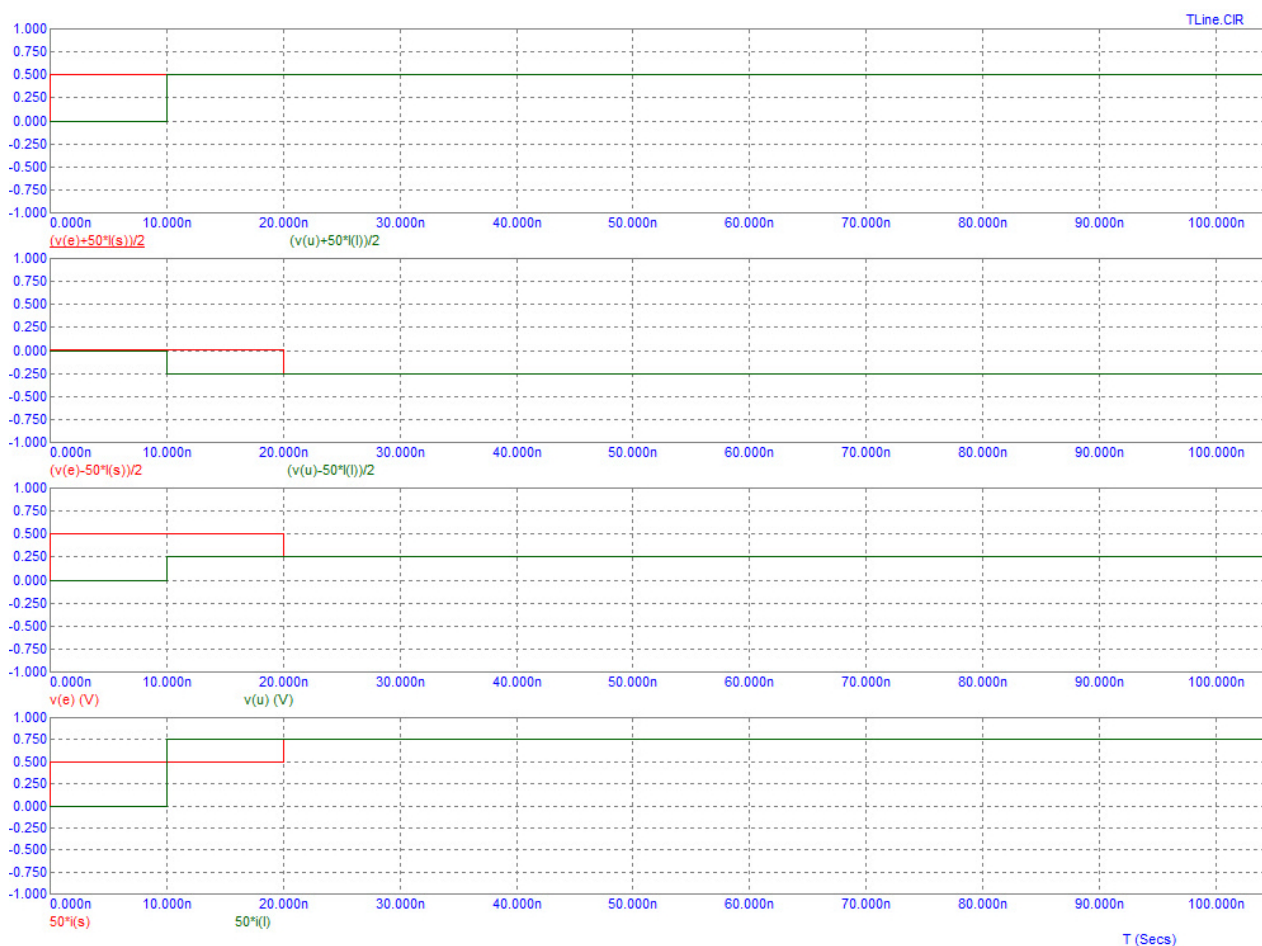
3. Рассогласованная нагрузка

Измерим установившиеся значения напряжений и токов.

$$R_l = \frac{\omega}{3}$$

$$v(u) = 0.25 B$$

$$i(l)\omega = 0.75 B$$



$$R_l = 3 \omega$$

$$v(u) = 0.75 B$$

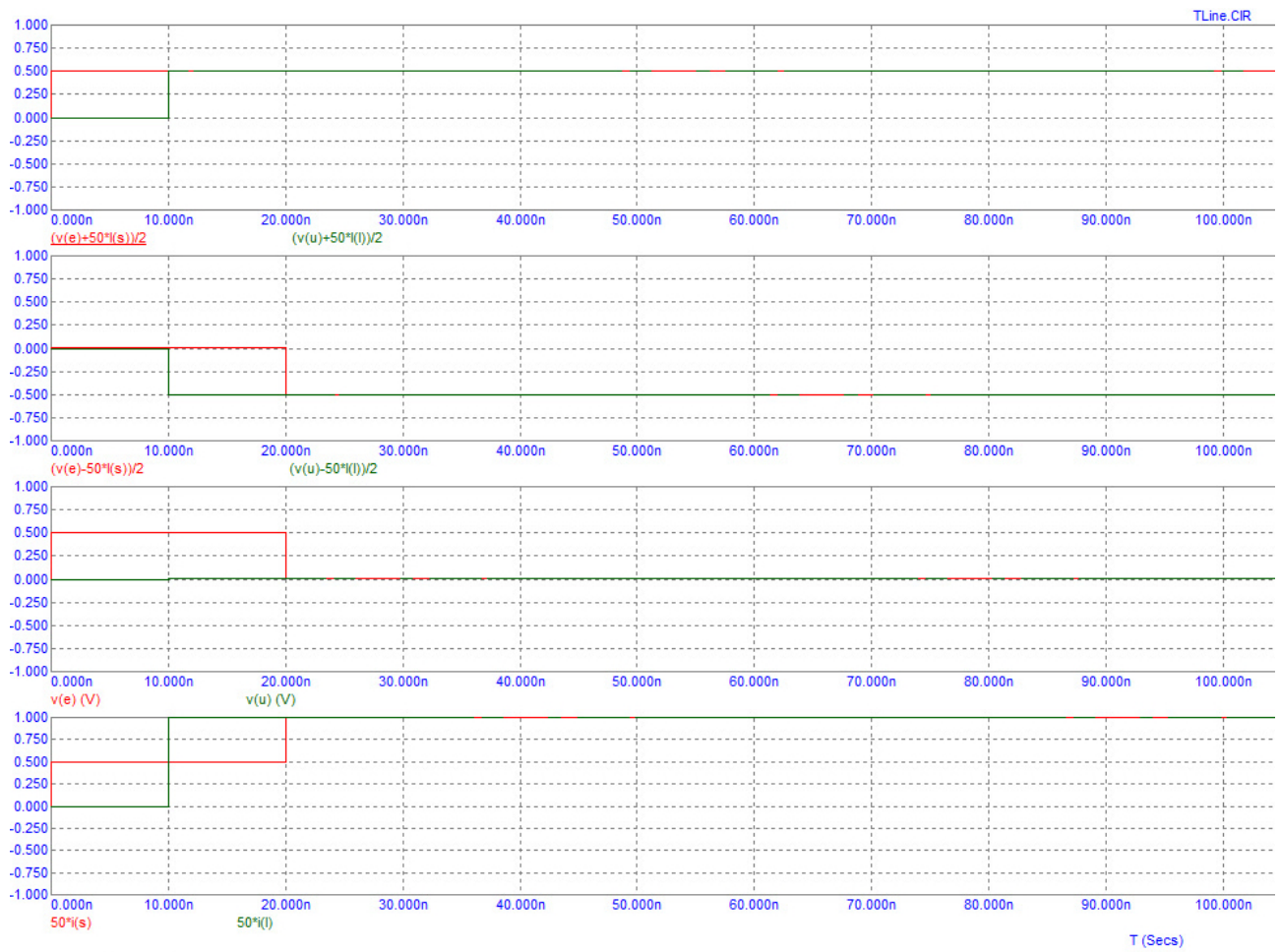
$$i(l) \omega = 0.25 B$$



$$R_l = 0$$

$$v(u) = 0 B$$

$$i(l) \omega = 1.00 B$$



$$R_l = \infty$$

$$v(u) = 1.00 B$$

$$i(l)_{\omega} = 0 B$$

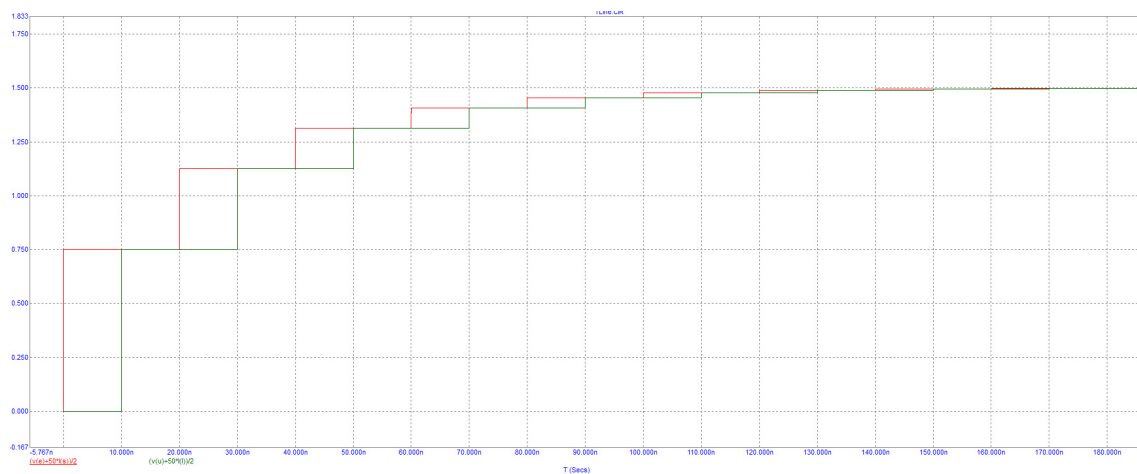


4. Рассогласованные источник и нагрузка

$$R_s = 50/3, \rho_s = \frac{-1}{2}, R_l = 0, \rho_l = -1, \rho_s \rho_l = \frac{1}{2}$$

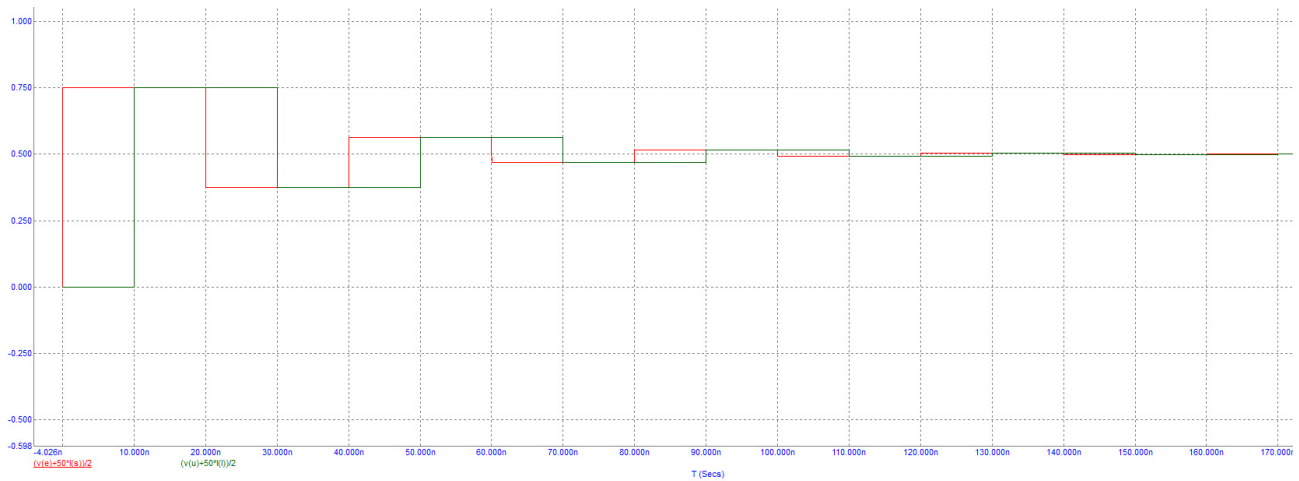
Убедимся в том, что

$$A = \frac{\omega}{\omega + R_s} (1 + \rho_s \rho_l + (\rho_s \rho_l)^2 + \dots) = \frac{3}{4} (1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots)$$



$$R_s=50/3, \rho_s=\frac{-1}{2}, R_l=\infty, \rho_l=1, \rho_s \rho_l=\frac{-1}{2}$$

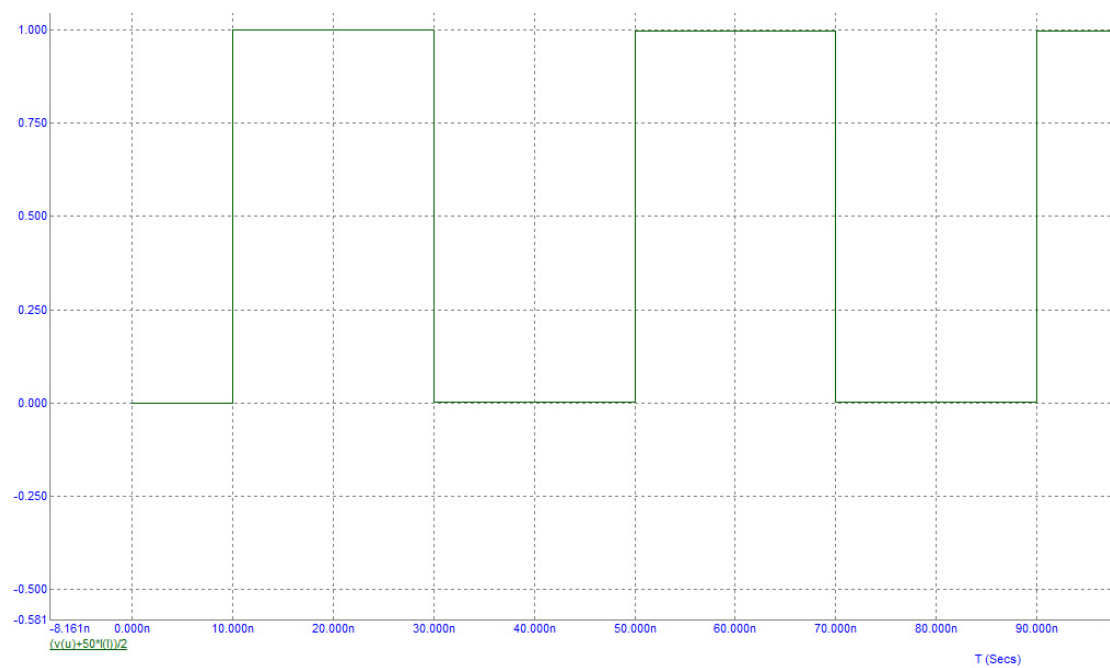
$$A=\frac{\omega}{\omega+R_s}(1+\rho_s \rho_l+(\rho_s \rho_l)^2+\dots)=\frac{3}{4}(1-\frac{1}{2}+\frac{1}{4}-\frac{1}{8}+\dots)$$



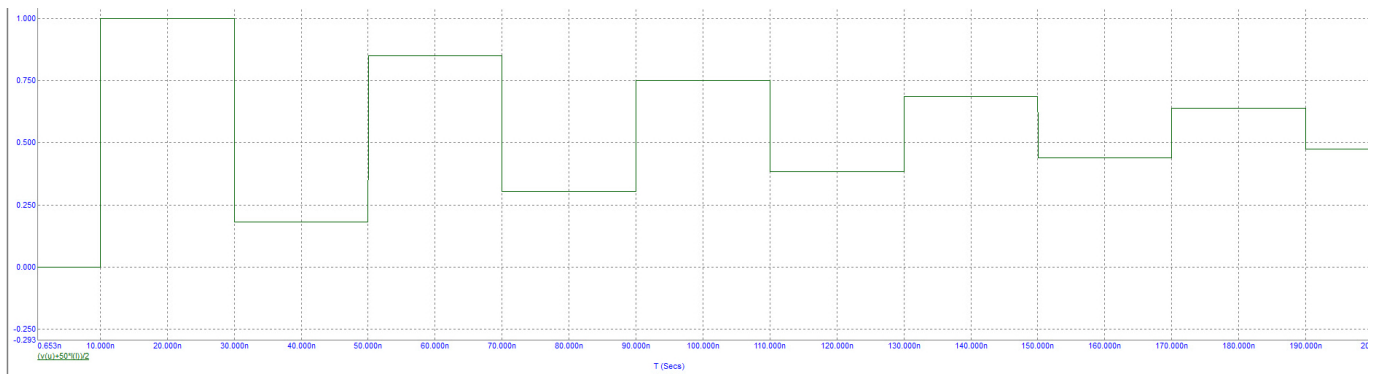
Установим $R_s=0, \rho_s=-1$

Повторим наблюдения при

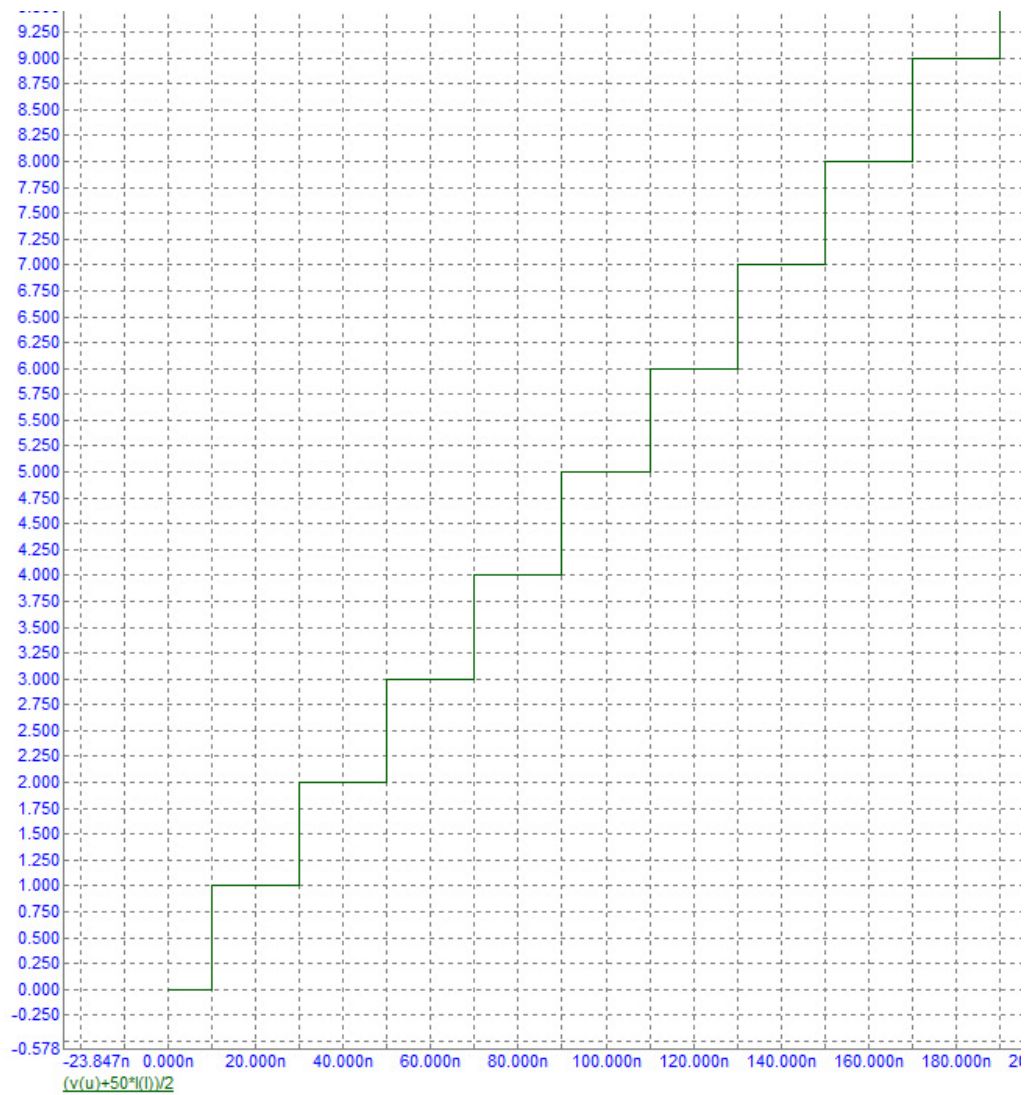
$$R_l=50k, \rho_l=1, A=(1-1+1-1+\dots)$$



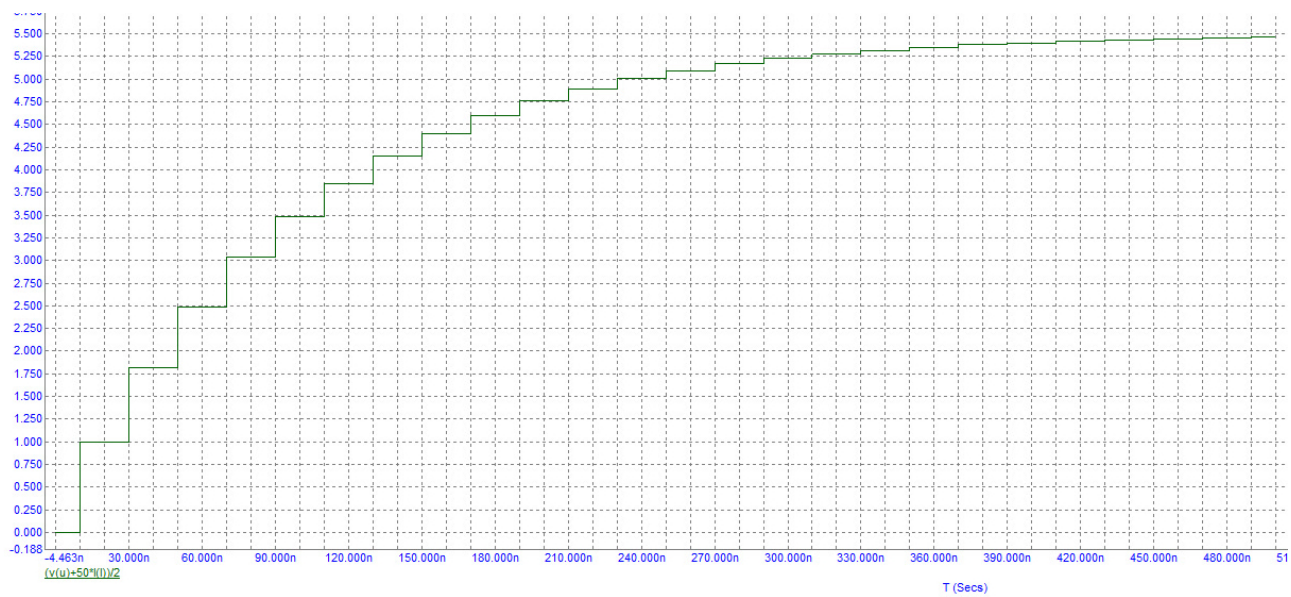
$$R_l=500, \rho_l=0.8, A=(1-0.8+0.8^2-0.8^3+\dots)$$



$$R_l=0, \rho_l=-1, A=(1+1+1+1+\dots)$$



$$R_l=5, \rho_l=-0.8, A=(1+0.8+0.8^2+0.8^3+\dots)$$



5. Ёмкостная нагрузка

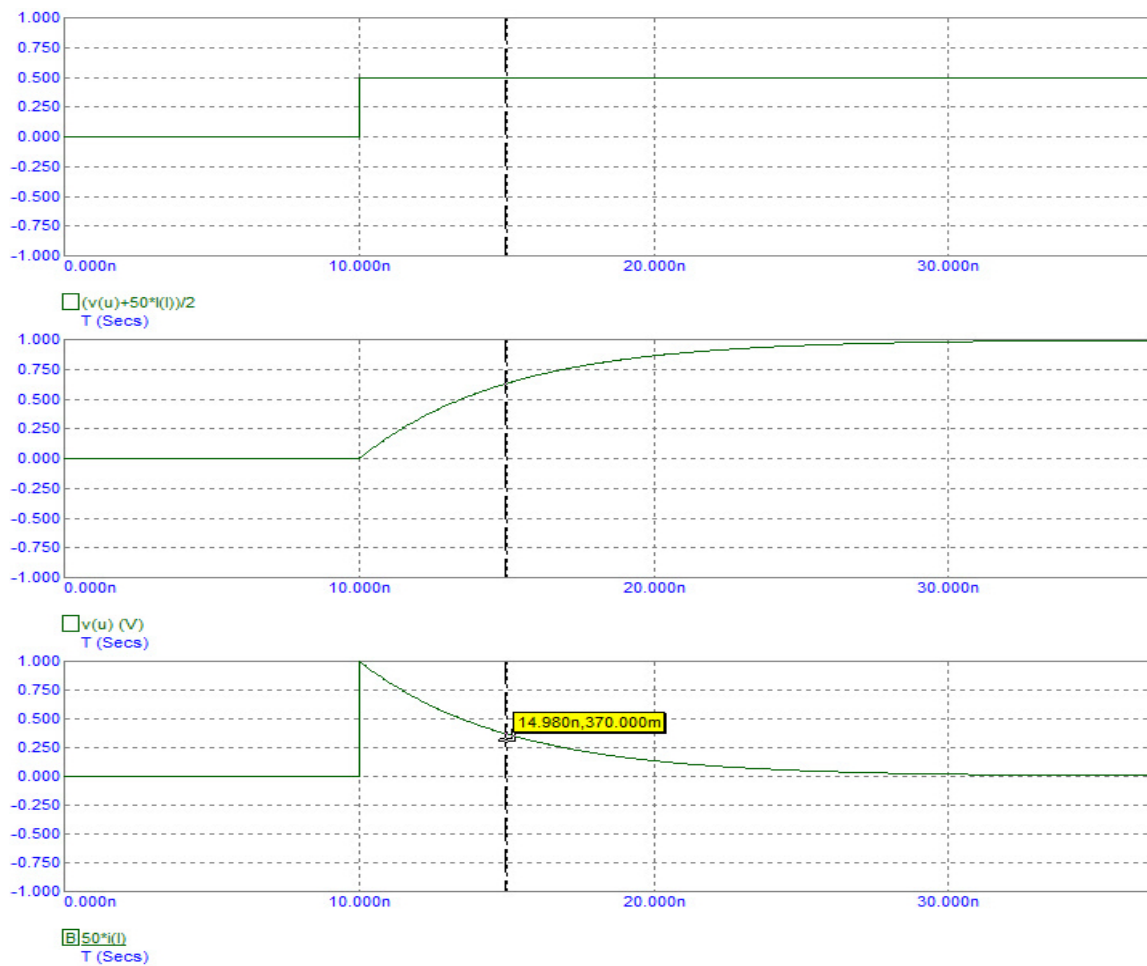
Установим $R_l=50k=\infty, C=100n\Phi$

Измерим амплитуды, напряжения и токи при:

$$R_s=50$$

$$A=0.5B, v=1B, i\omega=0B$$

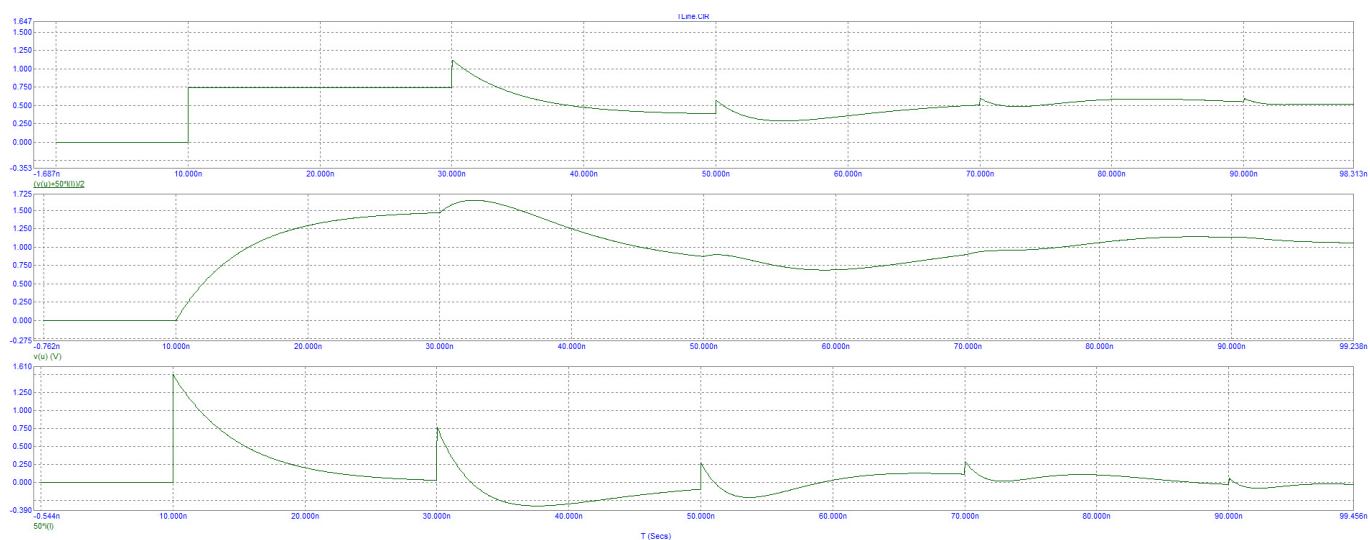
$$\tau=5*10^{-9}c=\omega C$$



Повторим измерения при

$$R_s = 50/3$$

$$A = 0.5B, v = 1B, i\omega = 0B$$



При $R_s=0$ сигнал не будет затухать. Будет колебаться около с средними значениями

$$A=0.5B, v=1B, i\omega=0B$$

