

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ»**

**Отчет по лабораторной работе 24
«Безынерционные линейные цепи»**

Филиппенко Павел Сергеевич
студент группы Б01-001
2 курс ФРКТ

г. Долгопрудный
2021 г.

Задание 1. Делитель напряжения.

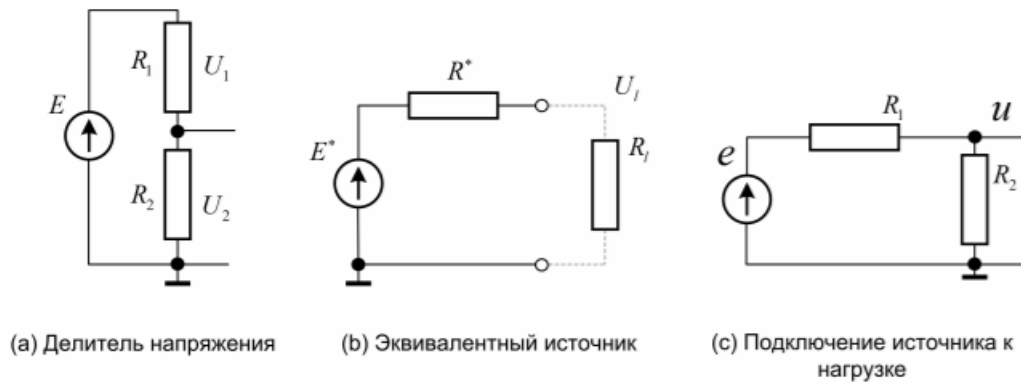


Figure 1: Делитель напряжения

Напряжение питания $E = 10 \text{ V}$, а выходное напряжение $E^* = 2 \text{ V}$. Возьмем $R_1 = 6.8 \text{ kOm}$, тогда вычислим R_2 по формуле:

$$\frac{E - E^*}{R_1} = \frac{E^*}{R_2}$$

Таким образом, получаем $R_2 = 1.6 \text{ kOm}$.

Измеряем полученное выходное напряжение при помощи АЦП в генераторе.

Получаем $E_{\text{изм}}^* = 1.9 \text{ V}$.

Чтобы померить эквивалентное сопротивление источника, используем метод двух нагрузок. Возьмём резистор $R_l = 6.8 \text{ kOm}$. При помощи того же АЦП меряем напряжение на нагрузке $U_l = 1.6 \text{ V}$. Найдём эквивалентное сопротивление по формуле:

$$\frac{E^* - U_l}{R^*} = \frac{U_l}{R_l}$$

Отсюда получаем $R^* \approx 1.29 \text{ kOm}$.

Подаём на вход синусоидальное напряжение e . Найдём коэффициент передачи:

$$K = \frac{u}{e}$$

В результате получаем, что эффективные $e = \text{V}$, $u = \text{V}$, то есть $K =$. Теоретический расчет дает $K_{\text{теор}} =$.

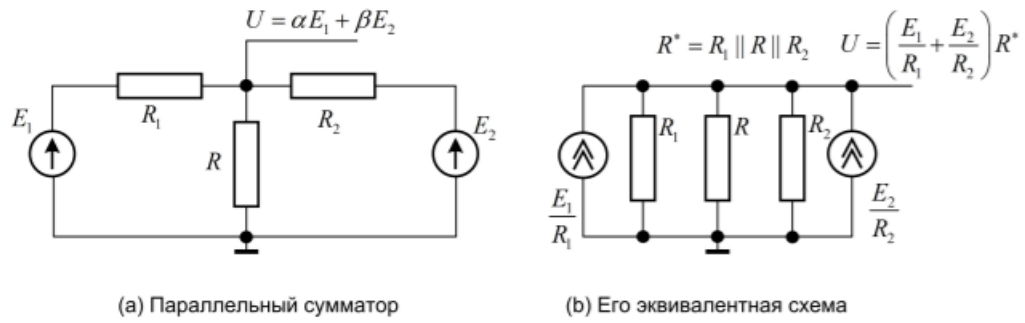


Figure 2: Параллельный сумматор

Задание 2. Параллельный сумматор.

Из условия $\alpha = 0.4$, $\beta = 0.2$.

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{\alpha}{\beta}$$

$$\alpha + \beta = 0.6 = \frac{1}{1 + \frac{R_1 || R_2}{R}}$$

Таким образом, получаем: $R_1 : R_2 : R = 1 : 2 : 1$.

Возьмем $R_1 = 5.1 \text{ k}\Omega$. Собираем схему и смотрим на осциллографе постоянную и переменную составляющую (либо поочередно закорачиваем источники). Получаем, что $U_{\text{ст}} = 1.03 \text{ V}$, $U_{\text{зм}} = 0.794 \text{ V}$. Отсюда вычисляем $\alpha = 0.397$, $\beta = 0.206$.

Измеряем по эквивалентное сопротивление по методу 2 нагрузок. Возьмём за нагрузку резистор $R_l = 5.1 \text{ k}\Omega$. Тогда полученное напряжение $U_{\text{ст}}^l = 0.731 \text{ V}$, $U_{\text{зм}}^l = 0.568 \text{ V}$. Итоговое сопротивление получается равным $R^* = 2.06 \text{ k}\Omega$. Расчетное сопротивление $R_{\text{расч}}^* = R_1 || R_2 || R = 2.03 \text{ k}\Omega$.

Задание 3. H-параметры.

Проверим теоритическую зависимость. Если $U_2 = 0$, то

$$h_{11} = R_1 + R_2 || R_3$$

$$h_{21} = \frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

Если $I_1 = 0$, то

$$h_{12} = \frac{U_1}{U_2} = -\frac{R_3}{R_2 + R_3}$$

$$h_{22} = \frac{I_2}{U_2} = \frac{1}{R_2 + R_3}$$

Проведем измерения в Micro-Cap.

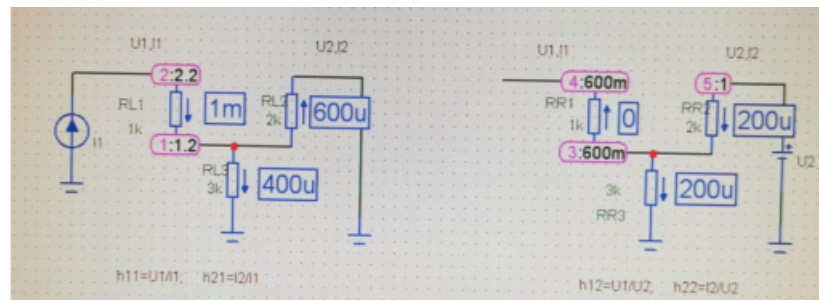


Figure 3: H-параметры

$$h_{11} = \frac{U_1}{I_1} = \frac{2.2 \text{ V}}{1 \text{ mA}} = 2.2 \text{ k}\Omega$$

$$h_{12} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{-600 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = -0.6$$

$$h_{21} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{600 \text{ mV}}{1 \text{ V}} = 0.6$$

$$h_{22} = \frac{I_1}{U_2} = \frac{200 \text{ mA}}{1 \text{ mA}} = 0.2 \text{ k}\Omega^{-1}$$

А так как сопротивление резисторов $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 3 \text{ k}\Omega$, то легко проверить, что теоритическая связь даёт тот же результат.

Задание 4. Звезда и Треугольник.

Верность теоретической зависимость аналогично предыдущему заданию можно найти из закона Ома в случаях, когда $I_1 = 0$ и $I_2 = 0$. Если сопротивления звезды равны $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$, $R_3 = 3 \text{ k}\Omega$, то пересчитав в параметры треугольника получим: $R_{13} = 5.5 \text{ k}\Omega$, $R_{12} = 11/3 \text{ k}\Omega$, $R_{23} = 11 \text{ k}\Omega$.

Проведём измерения в Micro-Cap.

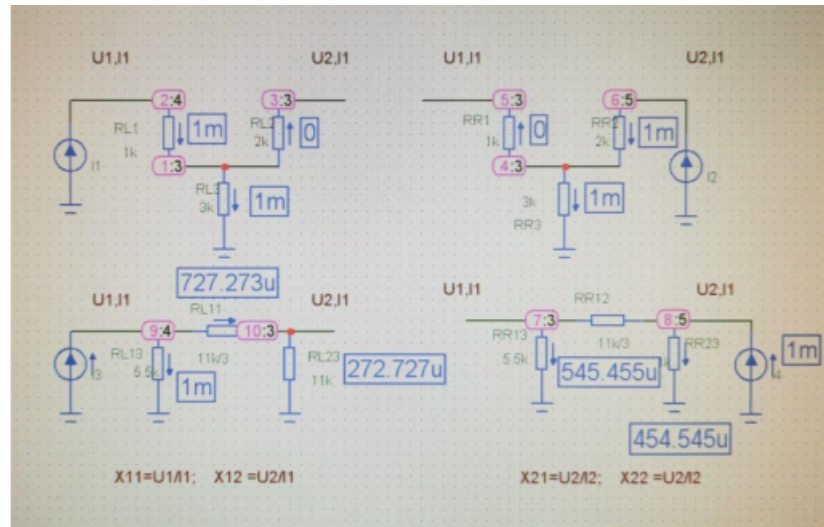


Figure 4: Звезда и треугольник

$$X_{11} = \frac{U_1}{I_1} = \frac{4 \text{ V}}{1 \text{ mA}} = 4 \text{ kOm}$$

$$X_{12} = \frac{U_1}{I_2} = \frac{3 \text{ V}}{1 \text{ mA}} = 3 \text{ kOm}$$

$$X_{21} = \frac{U_2}{I_1} = \frac{3 \text{ V}}{1 \text{ mA}} = 3 \text{ kOm}$$

$$X_{22} = \frac{U_2}{I_2} = \frac{5 \text{ V}}{1 \text{ mA}} = 5 \text{ kOm}$$

Зная значения резисторов, нетрудно проверить справедливость полученных данных.

$$\begin{pmatrix} U_1 \\ U_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} \\ X_{21} & X_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_1 + R_3 & R_3 \\ R_3 & R_2 + R_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix}$$

Задание 5. Лестничные структуры.

Рассмотрим лестничные структуры.

Исследуем напряжения в узлах и токи в ветвях для различных случаев.

$$1. \alpha = 2, \gamma = \frac{1}{2}, \omega = 2 \text{ kOm}$$

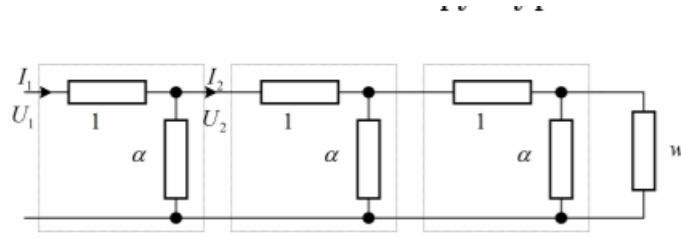


Figure 5: Лестничные структуры.

2. $\alpha = 6, \gamma = \frac{2}{3}, \omega = 3 \text{ kOm}$

3. $\alpha = 12, \gamma = \frac{3}{4}, \omega = 4 \text{ kOm}$

4. $\alpha = 1, \gamma = \frac{\sqrt{5}-1}{\sqrt{5}+1} \approx 0.38, \omega = \frac{1+\sqrt{5}}{2} \approx 1.618 \text{ kOm}$

Задание 5. ЦАП.

Снимем зависимость напряжения OUT от двоичного кода (X_3, X_2, X_1, X_0).

$(0, 0, 0, 0) = 0 \text{ V}, (0, 0, 0, 1) = 1 \text{ V}, (0, 0, 1, 0) = 2 \text{ V}, (0, 0, 1, 1) = 3 \text{ V}$
 $(0, 1, 0, 0) = 4 \text{ V}, (1, 0, 0, 0) = 8 \text{ V}, (1, 1, 0, 1) = 13 \text{ V}, (1, 1, 1, 1) = 15 \text{ V}$

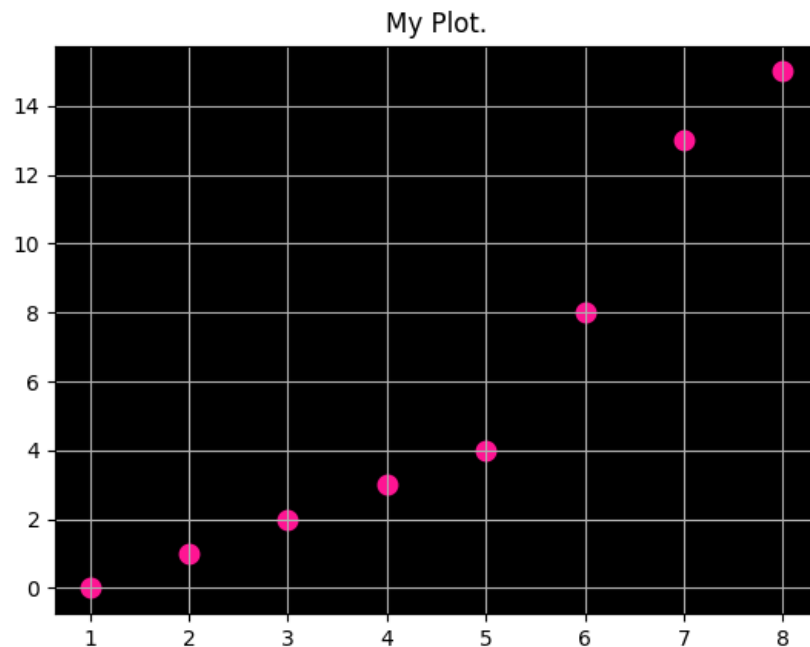


Figure 6: Plot