

Московский физико-технический институт  
(государственный университет)

Лабораторная работа по РТ лабам

**Безынерционные линейные цепи [24]**

Талашкевич Даниил Александрович  
Группа Б01-009

Долгопрудный  
2021

## Содержание

<b>1</b>	<b>Делитель напряжения</b>	<b>1</b>
1.1	Измерение $R^*$ . . . . .	1
1.2	Оценка коэффициента передачи $K$ . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Параллельный сумматор</b>	<b>1</b>
2.1	Выбираем компоненты сумматора по заданным весовым коэффициентам . . . . .	1
2.2	Проверка работы схемы . . . . .	1
<b>3</b>	<b>Н-параметры</b>	<b>2</b>
3.1	Проверка основной формулы . . . . .	2
3.2	Снятие данных . . . . .	2
<b>4</b>	<b>Звезда и треугольник</b>	<b>2</b>
4.1	Проверка основной формулы . . . . .	2
4.2	Снятие данных . . . . .	3
<b>5</b>	<b>Лестничные структуры</b>	<b>3</b>
5.1	Исследование лестничной структуры . . . . .	3
5.2	Исследование ЦАП . . . . .	4

## 1 Делитель напряжения

### 1.1 Измерение $R^*$

Собрали на макетной плате делитель напряжения, с  $E^* = 2B$ , при напряжении питания  $E = 10B$ . Резистор  $R_1$  выбрали  $7.5 \text{ кОм}$ , тогда  $R_2 = 1,87 \approx 1,8 \text{ кОм}$  (ближайшее значение сопротивления, которое было в лаборатории на момент выполнения). При заданных  $R_1, R_2$  получаем  $E_{\text{теор}}^* = 1,94B$ . Экспериментально было получено значение  $1,98B$ .

$R_l$  был выбран  $1 \text{ кОм}$ , отсюда, при полученном  $U_l = 0,8B$ , следует значение для  $R^* = 1,45 \text{ кОм}$ .

### 1.2 Оценка коэффициента передачи $K$

Теперь задействуем генератор, а именно подадим синусоидальное напряжение  $e$ . Измерив эффективные значения  $u, e$  получаем значение для  $K = 0,193$ . Посчитаем теоретическое значение коэффициента передачи  $K_{\text{теор}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 0,194$ .

## 2 Параллельный сумматор

### 2.1 Выбираем компоненты сумматора по заданным весовым коэффициентам

После сборки соответствующей схемы рассчитаем  $R_1, R_2, R$  для того, чтобы выполнялось  $\alpha = 0,4, \beta = 0,2$ . Так как это система уравнений с 3-мя неизвестными 2-го ранга, то одну переменную можно выбрать произвольно:  $R_1 = 1 \text{ кОм} \Rightarrow R_2 = 2 \text{ кОм}$ , а  $R = 1 \text{ кОм}$ .

### 2.2 Проверка работы схемы

Собираем схему, подаем на вход  $E_2$  постоянное напряжение  $+5B$ , а на вход  $E_1$  синусоидальное с амплитудой  $2B$ .

Далее, снимая показания с осциллографа, получаем значение для амплитуды переменной составляющей в сумматоре  $U = \frac{0,74}{2} = 0,37B$ . Далее поочередно подав сигналы на первый и второй входы сумматора при КЗ измерим  $\alpha; \beta \approx 0,42; 0,21$ . Из полученных результатов видно, что результаты измерений совпали с теоретическими оценками.

### 3 Н-параметры

#### 3.1 Проверка основной формулы

Если  $U_2 = 0$ , то коэффициент  $h_{11}$  очевиден:  $h_{11} = R_1 + R_2 || R_3$ . Аналогично  $h_{21} = \frac{R_3}{R_2 + R_3}$  – из закона Ома.

Если  $I_1 = 0$ , то  $h_{12} = \frac{U_1}{U_2} = -\frac{R_3}{R_2 + R_3}$ ,  $h_{22} = \frac{I_2}{U_2} = \frac{1}{R_2 + R_3}$  – получается из предыдущих результатов.

#### 3.2 Снятие данных

Полученные значения для  $h$ -параметров с помощью Micro-Cap:

$$h_{11} = \frac{U_1}{I_1} = \frac{2,2}{10^{-3}} = 2,2 \text{ кОм (при КЗ на выходе, т.е. } U_2 = 0)$$

$$h_{21} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{0,6 \cdot 10^{-3}}{10^{-3}} = 0,6 \text{ (при КЗ на выходе, т.е. } U_2 = 0)$$

$$h_{22} = \frac{I_2}{U_2} = \frac{0,2 \cdot 10^{-3}}{1} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ (при холостом ходе на источнике, т.е. } I_1 = 0)$$

$$h_{22} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{0,6}{1} = 0,6 \text{ (при холостом ходе на источнике, т.е. } I_1 = 0)$$

Проверка прямым расчетом ( $R_1 = 1 \text{ кОм}$ ,  $R_2 = 2 \text{ кОм}$ ,  $R_3 = 3 \text{ кОм}$ ) дает верные результаты  $\Rightarrow$  формулы для  $H$ -параметров  $T$ -образной схемы верны.

### 4 Звезда и треугольник

#### 4.1 Проверка основной формулы

Уравнение  $U_1 = (R_1 + R_3)I_1 + R_3I_2$  следует из закона Ома для контура. Аналогично  $U_2 = (R_2 + R_3)I_2 + R_3I_1$ .

## 4.2 Снятие данных

Пересчитаем параметры звезды в параметры треугольника:

$$R_{13} = 5,5 \text{ кОм}, R_{12} = 11/3 \text{ кОм}, R_{23} = 11 \text{ кОм}$$

Вычислим параметры  $X_{ij}$  из схемы в программе *Micro – Cap*.

$$X_{11} = \frac{U_1}{I_1} = \frac{4 \text{ В}}{1 \text{ мА}} = 4 \text{ кОм}$$

$$X_{12} = \frac{U_2}{I_1} = \frac{3 \text{ В}}{1 \text{ мА}} = 3 \text{ кОм}$$

$$X_{21} = \frac{U_2}{I_2} = \frac{3 \text{ В}}{1 \text{ мА}} = 3 \text{ кОм}$$

$$X_{22} = \frac{U_2}{I_2} = \frac{5 \text{ В}}{1 \text{ мА}} = 5 \text{ кОм}$$

## 5 Лестничные структуры

### 5.1 Исследование лестничной структуры

Рассмотрим лестничную структуру с параметрами  $\alpha = 2$ ,  $\gamma = 1/2$ ,  $\omega = 2$  кОм.

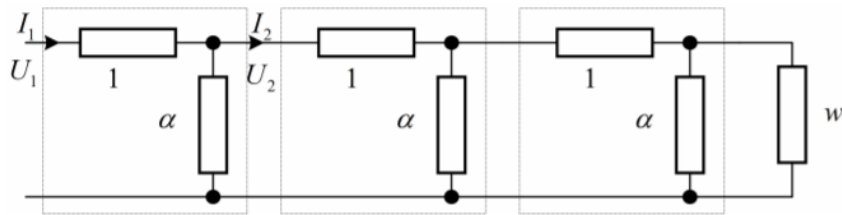


Рис. 1: Лестничная структура

Для напряжений и сил тока для рассматриваемой конфигурации имеем:

Далее пусть  $\alpha = 6$ ,  $\gamma = 2/3$ , сопротивления  $R_{2j} = 6$  кОм.

Далее пусть  $\alpha = 12$ ,  $\gamma = 3/4$ , сопротивления  $R_{2j} = 12$  кОм.

Пусть  $\alpha = 1$ ,  $\gamma = 0.38$ , сопротивления  $R_{2j} = 1$  кОм.

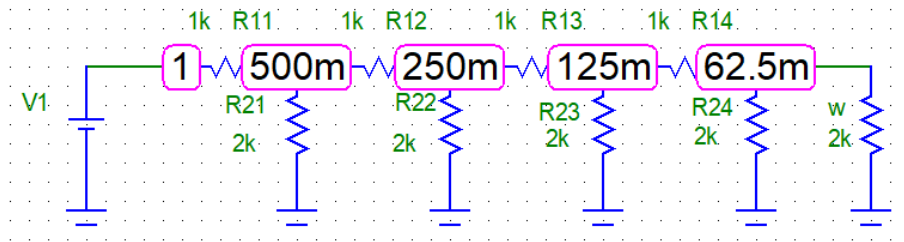


Рис. 2: Напряжения лестничной структуры (1 вариант)

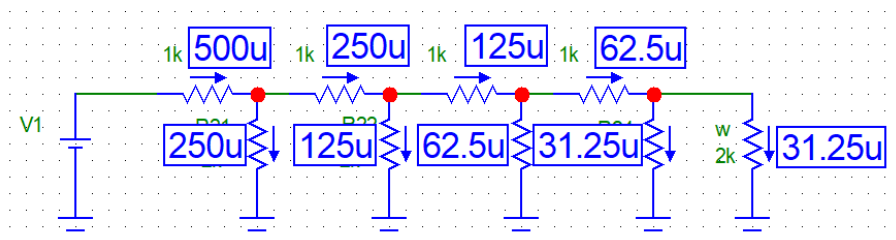


Рис. 3: Силы тока лестничной структуры (1 вариант)

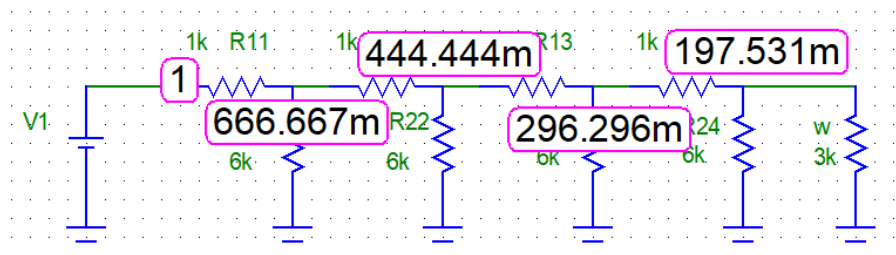


Рис. 4: Напряжения лестничной структуры (2 вариант)

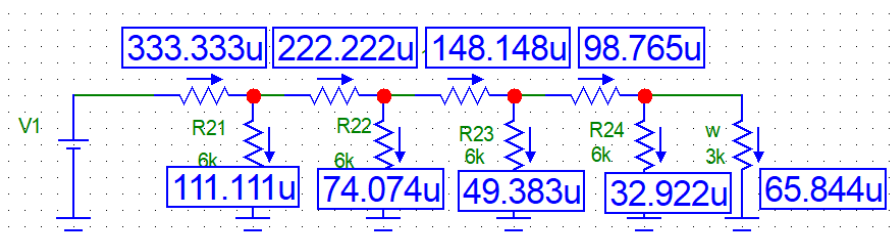


Рис. 5: Силы тока лестничной структуры (2 вариант)

## 5.2 Исследование ЦАП

Исследуем схему АЦП, показанную на рисунке.

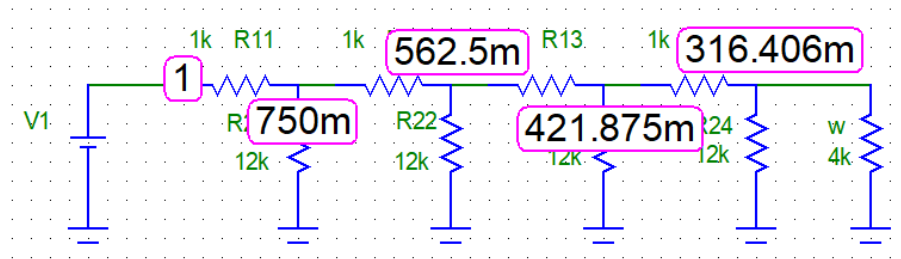


Рис. 6: Напряжения лестничной структуры (3 вариант)

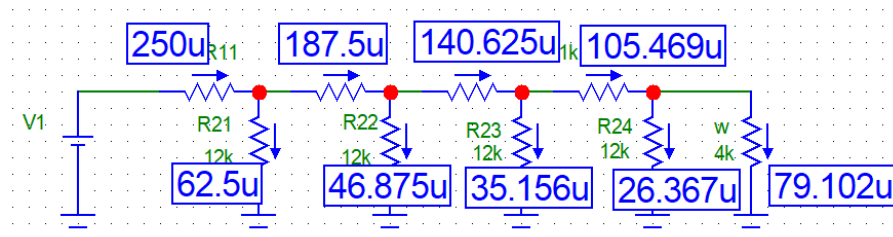


Рис. 7: Силы тока лестничной структуры (3 вариант)

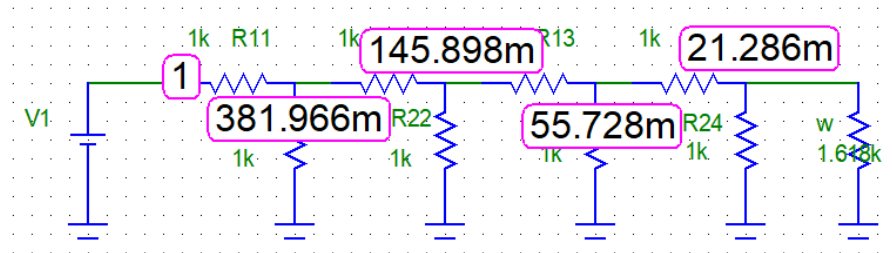


Рис. 8: Напряжения лестничной структуры (4 вариант)

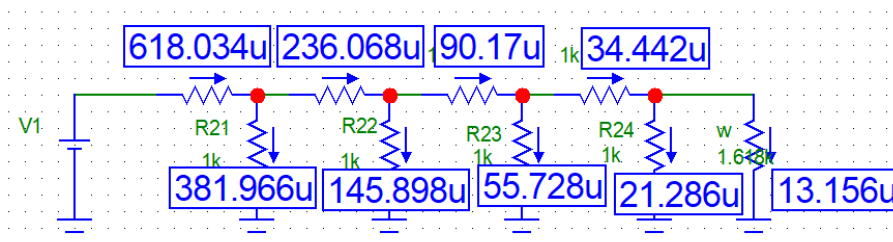


Рис. 9: Силы тока лестничной структуры (4 вариант)

Таблица зависимости выходящего напряжения  $OUT$  в зависимости от двоичного кода ( $X1, X2, X3, X4$ ):

Число	OUT, В
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	10
1011	11
1100	12
1101	13
1110	14
1111	15

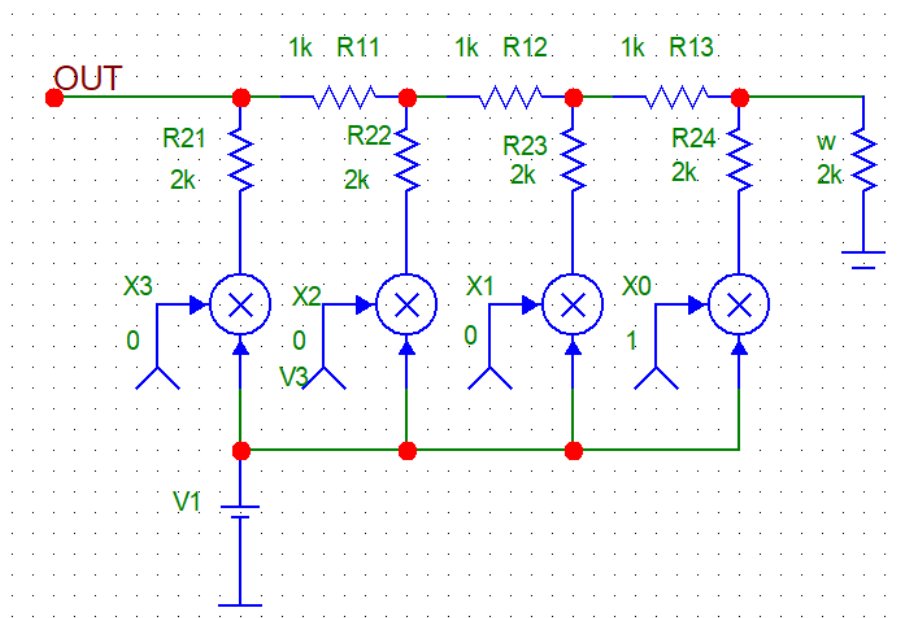


Рис. 10: Схема АЦП