



Факультет программной инженерии и компьютерной техники

Домашнее задание №1

по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования»

Вариант – 29

*Выполнил:*

Студент:

Терновский И.Е.

*Преподаватель:*

Поляков Владимир Иванович

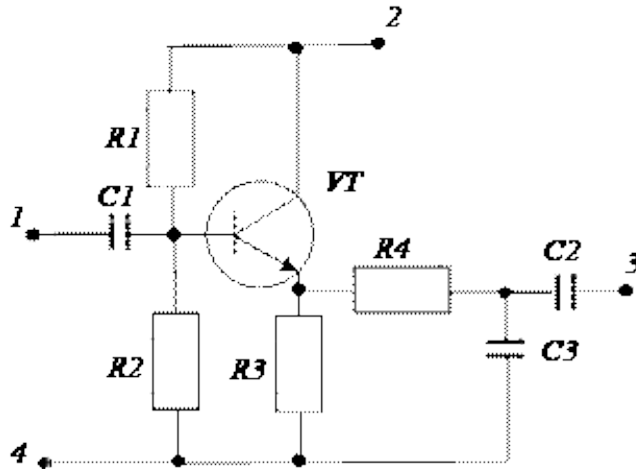
Санкт-Петербург

2025

# Проектирование тонкопленочных гибридных интегральных микросхем

## Вариант 29 (1)

### Исходные данные



29

Рисунок 2. Схема

Параметры элементов:

- $R1$ : 20 кОм  $\pm 10\%$  0,01 Вт
- $R2$ : 47 кОм  $\pm 20\%$  0,02 Вт
- $R3$ : 4.7 кОм  $\pm 10\%$  0,02 Вт
- $R4$ : 2 кОм  $\pm 10\%$  0,02 Вт
- $C1$ : 1000 пФ
- $C2$ : 330 пФ
- $C3$ : 1000 пФ

## Расчет параметров ГИС

### 1. Расчет размеров пленочных резисторов

Определим оптимальное удельное поверхностное сопротивление:

$$\rho_{\square} = \sqrt{\frac{\sum R}{\sum R^{-1}}} = 9695 \text{ Ом} \approx 10000 \text{ Ом}$$

Материал с ближайшим значением  $\rho_{\square}$ , удовлетворяющий необходимому диапазону значений сопротивления — *Кермет К-50С* с удельной мощностью рассеивания  $W_0 = 2$  Вт/см<sup>2</sup>.

Определим ширину резисторов  $b_w$ , обеспечивающую необходимую мощность рассеивания:

$$b_w = \sqrt{\frac{\rho_{\square} \cdot W}{R \cdot W_0}}$$

(Значения округляются в большую сторону до шага сетки  $H = 0.1$  мм)

$$b_{w1} = 0.05 \text{ см} \approx 0.6 \text{ мм}, b_{w2} = 0.046 \text{ см} \approx 0.5 \text{ мм}, b_{w3} = 0.146 \text{ см} \approx 1.5 \text{ мм}, b_{w4} = 0.224 \text{ см} \approx 2.3 \text{ мм}$$

Определим ширину резисторов  $b$  с поправкой на точность изготовления:

$$b_1 = 0.6 \text{ мм}, b_2 = 0.5 \text{ мм}, b_3 = 1.5 \text{ мм}, b_4 = 2.3 \text{ мм}$$

Определим длины резисторов:

$$l = \frac{R}{\rho_{\square}} \cdot b = k_{\phi} \cdot b$$

(Значения округляются до ближайшего, кратного шагу сетки  $H = 0.1$  мм)

$$k_{\phi 1} = 2, k_{\phi 2} = 4.7, k_{\phi 3} = 0.47, k_{\phi 4} = 0.2 l_1 = 1.2 \text{ мм}, l_2 = 2.35 \approx 2.4 \text{ мм}, l_3 = 0.705 \approx 0.7 \text{ мм}, l_4 = 0.46 \approx 0.5 \text{ мм}$$

Оценим погрешность, вызванную округлением:

$$\Delta R' = \frac{\|R - R'\|}{R} \cdot 100\%, R' = \frac{l \cdot \rho_{\square}}{b}$$

$$\Delta R'_1 = 0\%, \Delta R'_2 = 2\%, \Delta R'_3 = 1\%, \Delta R'_4 = 9\%$$

Для каждого из резисторов погрешность удовлетворяет условию  $\Delta R' \leq \Delta R$ .

## 2. Расчет размеров пленочных конденсаторов

Расчет сводится к определению активной площади конденсаторов:

$$S = \frac{C}{C_0}$$

Для минимизации размеров найдем  $C_{min}$ , взяв  $S_0 = 0.25$  мм<sup>2</sup> (минимально возможную площадь):

$$C_{min} = \min\left(\frac{C_i}{S_0}\right)$$

$$C_{min_1} = 40 \text{ пФ/см}^2 \cdot 10^3, C_{min_2} = 12 \text{ пФ/см}^2 \cdot 10^3, C_{min_3} = 40 \text{ пФ/см}^2 \cdot 10^3$$

Наиболее подходящим материалом диэлектрика является *моноокись германия*, поскольку оно обладает высокой удельной емкостью  $C_0 = 15 \cdot 10^3$  пФ/см<sup>2</sup>.

Рассчитаем площадь конденсаторов с выбранным материалом:

$$S_1 = 6.66666666666667 \text{ мм}^2, S_2 = 2 \text{ мм}^2, S_3 = 6.66666666666667 \text{ мм}^2$$

### 3. Конструирование пленочных межсоединений и контактных площадок

Контактные площадки изготавливаются из алюминия A99.

### 4. Проектирование защитного слоя

Защитный слой может быть изготовлен из любой диэлектрической пленки, за исключением пятиоксида тантала.

## Итоговая схема

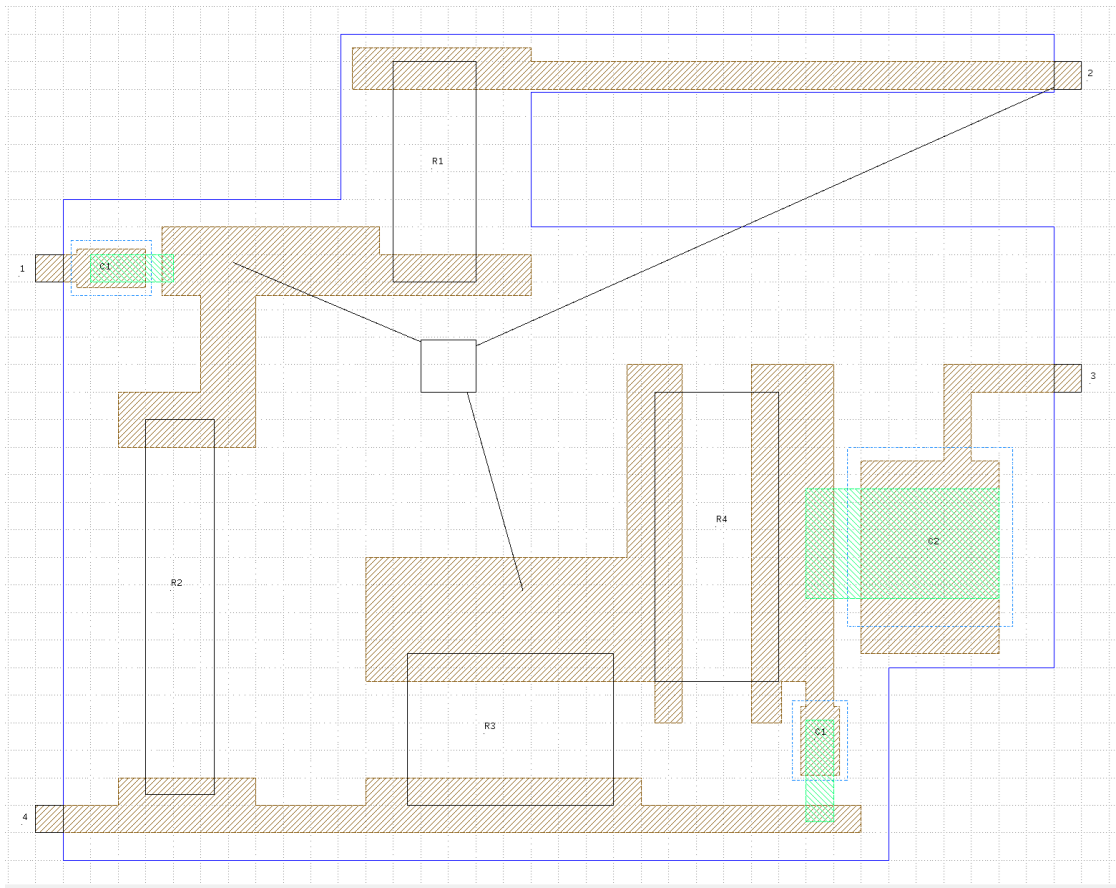


Рисунок 2. Итоговая схема