

Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"  
Факультет Електроніки  
Кафедра мікроелектроніки

ЗВІТ  
Про виконання курсової роботи  
з дисципліни: «Твердотільна електроніка-3»

Варіант №50

Виконавець:

Студент 3-го курсу

\_\_\_\_\_  
(підпис)

А. С. Мнацаканов

Перевірив:

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Л. М. Королевич

## Завдання

Розрахувати геометричні розміри транзисторів

## Виконання завдання

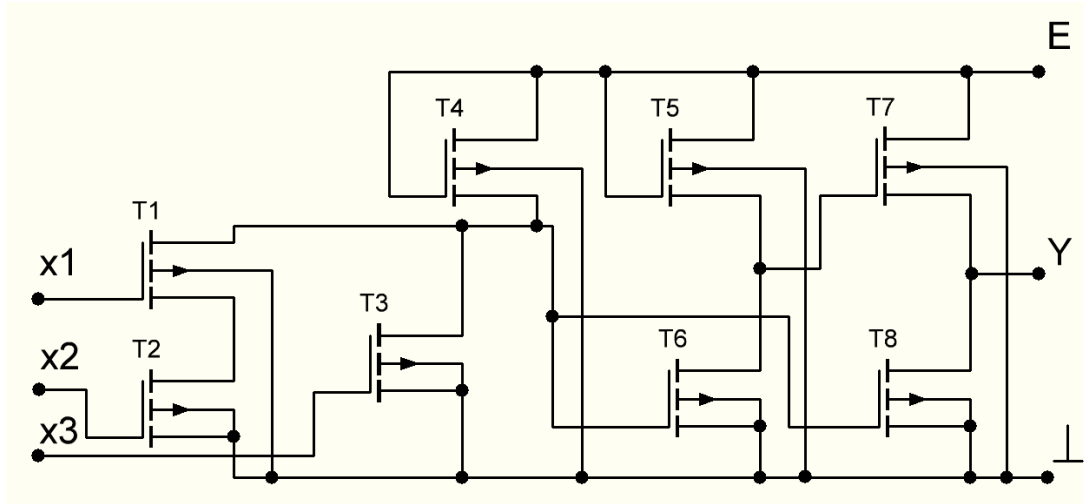


Рис. 1: Прототип схеми.

Перш за все залишу всі константи, які знадобляться:

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-14} \frac{\Phi}{\text{см}}$$

$$\varepsilon_{ox} = 3,9$$

$$\varepsilon_S = 11,8$$

$$d_{ox} = 100 \text{ нм}$$

$$N_B = 8,3 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$$

$$U_{\text{пор.}}^0 = -5,5 \text{ В}$$

$$\rho_s = 100 \text{ Ом}$$

$U_{33} = 0 \text{ В}$  – напруга на затворі пристрою захисту.

$$W_{T_1 T_2} = 110 \text{ мкм}$$

$$W_{T_3} = 55 \text{ мкм}$$

$$\phi_F = 0,283 \text{ В}$$

$$C_{ox} = 3,45 \cdot 10^{-8} \frac{\Phi}{\text{см}^2}$$

$$U^0 = -1,1 \text{ В}$$

$$t_{\text{викл}} = 760 \text{ нс}$$

$$t_{\text{вкл}} = 100 \text{ нс}$$

$E_{\text{кр}} = 1,2 \text{ В/см}$  – критичне поле, що визначає початок ударної іонізації у зоні збіднення кремнію.

$$L_T = L_{T_1, T_2, T_3} = 5 \text{ мкм}$$

Спочатку знайдемо напругу пробою:

$$U_{\text{проб}} = 3 \cdot d_{\text{ox}} \cdot E_{\text{кр}} \cdot U_{\text{ЗЗ}} - |U_{\text{пор зах}}|, \quad (1)$$

де  $U_{\text{пор зах}} = U_{\text{пор}}^0$ , тому  $U_{\text{проб}} = 30,5 \text{ В}$

Далі шукаємо робочу частоту:

$$f = \frac{2}{t_{\text{вимк}} + t_{\text{вкл}}} = 2,33 \cdot 10^6 \text{ Гц} \quad (2)$$

Тепер шукаємо струмообмежуючий опір.

$$R_6 \leq 0,01 \cdot C_{\text{вх}}^{-1} \cdot f_{\text{роб}}^{-1},$$

де  $C_{\text{вх}} = C_{\text{ox}} \cdot W_T \cdot L_T$ ,  $W_T, L_T$  – розміри вхідного транзистора.

Тоді маємо, що:

$$R_6|_{T_1, T_2} \leq \frac{0,01}{C_{\text{ox}} \cdot W_{T_1, T_2} \cdot L_T \cdot f_{\text{роб}}} = 22,6 \text{ Ом} \Rightarrow R_6|_{T_1, T_2} = 20 \text{ Ом}$$

$$R_6|_{T_3} \leq \frac{0,01}{C_{\text{ox}} \cdot W_{T_3} \cdot L_T \cdot f_{\text{роб}}} = 45,2 \text{ Ом} \Rightarrow R_6|_{T_1, T_2} = 40 \text{ Ом}$$

Потім шукаємо динамічний опір за формулою:

$$U_{\text{затв}} = U_{\text{проб}} + (U_{\text{вх}} - U_{\text{проб}}) \cdot \frac{R_{\partial}}{R_{\partial} + R_6}$$

$$U_{\text{затв}} \leq \frac{2}{3} \cdot U_{\text{проб.SiO}_2}$$

максимально допустима напруга на затворі вхідного транзистора;  $U_{\text{проб.SiO}_2} = E_{\text{проб}} \cdot d_{\text{ox}}$  - напруга пробою діелектрика;  $U_{\text{вх}} = 5000 \text{ В}$  напруга, від якої наш пристрій захищає.

$E_{\text{проб}}$  обирається по технології, має бути термічне окислення (так як  $\varepsilon_{\text{ox}}$ ), тому цей параметр береться максимальний, тобто  $E_{\text{проб}} = 10 \cdot 10^6 \frac{\text{В}}{\text{см}}$ .

Тоді:  $U_{\text{проб.SiO}_2} = 100 \text{ В}$ ,  $U_{\text{затв}} \leq 66,7 \text{ В} \Rightarrow U_{\text{затв}} = 60 \text{ В}$ . Виразивши  $R_6$ , отримаємо, що:

$$R_{\partial}|_{T_1, T_2} \approx 119 \text{ Ом}, R_{\partial}|_{T_3} \approx 238 \text{ Ом}$$

Тепер графічно треба знайти ширину.

$$W_{\text{зax.T}_3} \approx 119 \text{ мкм}, W_{\text{зax.T}_1, T_2} \approx 238 \text{ мкм}$$

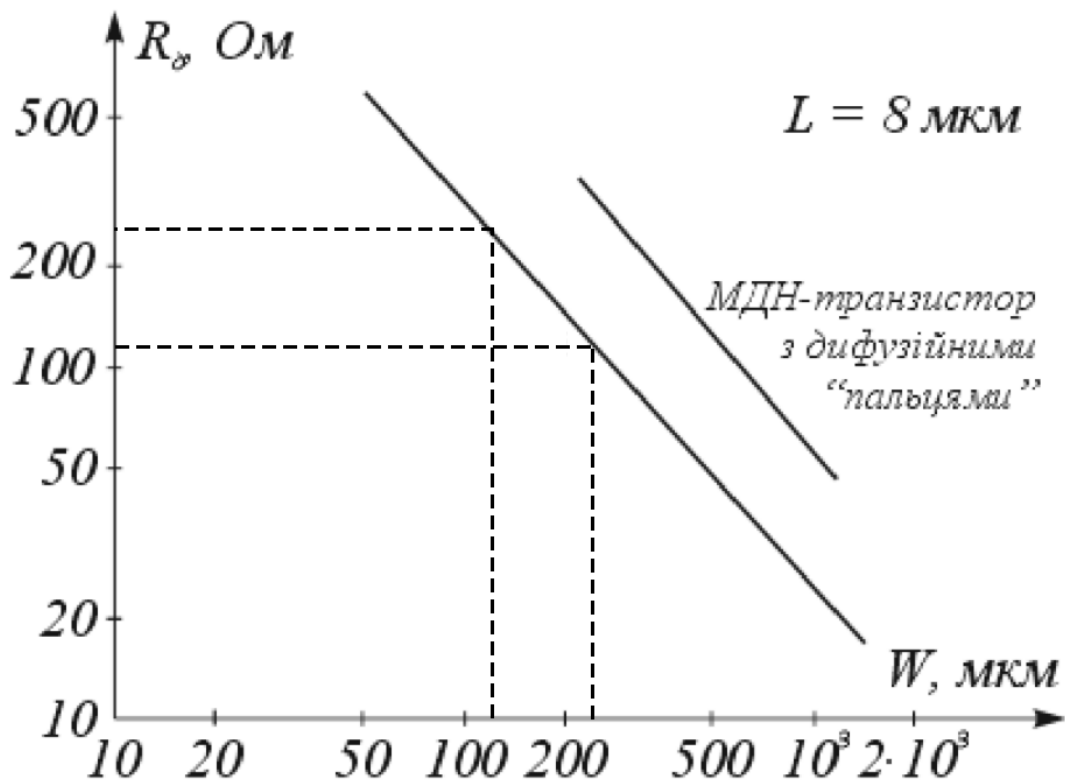


Рис. 2: Графік для знаходження ширини

І треба знайти довжину струмообмежуючого опору:  $L_R = \frac{R_0 \cdot W_R}{\rho_s}$ , де  $W_R|_{T_1, T_2, T_3} = 5 \text{ мкм}$  - ширина дифузійної шини,  $\rho_s = 100 \text{ Ом}$ — питомий опір дифузійної шини.

Тоді

$$L_R|_{T_1, T_2} = \frac{R_6|_{T_1, T_2} \cdot W_R}{\rho_s} = 1000 \text{ мкм}$$

$$L_R|_{T_3} = \frac{R_6|_{T_3} \cdot W_R}{\rho_s} = 2000 \text{ мкм}$$

Табл. 1: Таблиця розмірів ПЗ для кожного входу

	$T_1$	$T_2$	$T_3$	Діод ( $T_1, T_2$ )	Діод ( $T_3$ )	Транзистор ( $T_1, T_2$ )	Транзистор ( $T_3$ )
$W$ , мкм	110	110	55	238	119	5	5
$L$ , мкм	5	5	5	5	5	1000	2000
$W/L$	22	22	10,17				