

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

ЗВІТ

Про виконання лабораторної роботи №2
з дисципліни: «Твердотільна електроніки-2»

«ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ
МДН-ТРАНЗИСТОРІВ»

Виконавець:
Студент 3-го курсу

(підпис)

Б. В. Лищенко

Превірів:

(підпис)

Л. М. Королевич

МЕТА РОБОТИ

Вивчення будови, методів виготовлення, основних характеристик і технічних параметрів інтегральних МДН-транзисторів.

ЗАВДАННЯ

1. Виконати вимірювання сімейства характеристик передачі - залежності струму стоку від напруги затвор-виток інтегрального МДН-транзистора: $I_c(E_{зв})$, при $E_c = \text{const}$. Побудувати характеристики передачі на одному малюнку.

2. Виконати вимірювання вихідних характеристик - залежності струму стоку від напруги сток-виток: $-I_c(E_c V)$, при $E_z = \text{const}$ Побудувати сімейство вихідних характеристик.

3. Побудувати графік залежності $\sqrt{I_C(E_{зв})}$ у пологій області вихідних характеристик та графічно визначити порогову напругу МДН-транзистора.

4. Визначити крутизну, динамічний опір стоку, коефіцієнт підсилення напруги для крутої для пологої областей вихідних характеристик транзистора (S_1 ; S_2 ; g_{c1} ; g_{c2} ; μ_1 ; μ_2)

5. Запропонуйте заходи щодо підвищення частоти $\Gamma_{\text{верх}}$, зниження порогової напруги та зменшення паразитних ємностей інтегрального МДН-транзистора.

ДОСЛІДНА УСТАНОВКА і Таблиці

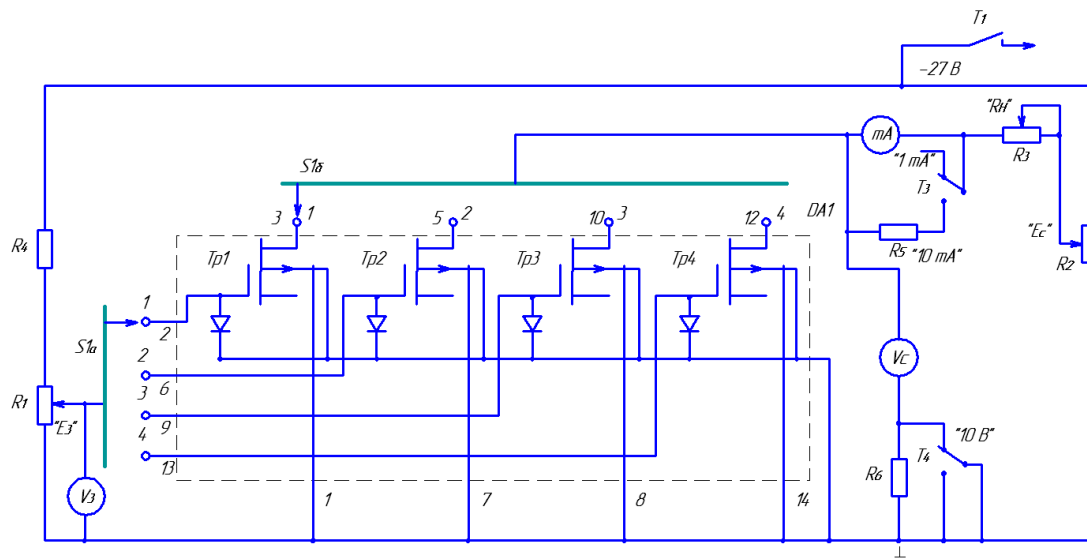


Рис. 1: ДОСЛІДНА УСТАНОВКА K168KT2A.

Табл. 1: Значення для сімейства характеристик передачі.

$\Delta U_3 = \pm 0,2 \text{ В}$											
$U_c = 0,3 \text{ В}$			$U_c = 0,6 \text{ В}$			$U_c = 0,9 \text{ В}$			$U_c = 1,2 \text{ В}$		
$U_3, \text{ В}$	$I_c, \text{ мА}$	$\Delta I_c, \text{ мА}$	$U_3, \text{ В}$	$I_c, \text{ мА}$	$\Delta I_c, \text{ мА}$	$U_3, \text{ В}$	$I_c, \text{ мА}$	$\Delta I_c, \text{ мА}$	$U_3, \text{ В}$	$I_c, \text{ мА}$	$\Delta I_c, \text{ мА}$
3,3	25	0,03	3,4	0,1	0,03	3,4	0,06	0,03	3,4	0,08	0,03
3,4	45	0,03	3,5	0,15	0,03	3,5	0,12	0,03	3,5	0,14	0,03
3,5	0,12	0,03	3,6	0,2	0,03	3,6	0,27	0,03	3,6	0,28	0,03
3,6	0,22	0,03	3,7	0,25	0,03	3,7	0,41	0,06	3,7	0,42	0,06
3,7	0,32	0,06	3,8	0,5	0,06	3,8	0,59	0,06	3,8	0,64	0,06
3,8	0,37	0,06	3,9	0,7	0,06	3,9	0,82	0,06	3,9	0,96	0,06
3,9	0,39	0,06	4	0,8	0,06	4	0,96	0,06	4	1,2	0,06
4	0,5	0,06	4,1	1,1	0,06	4,1	1,3	0,06	4,1	1,5	0,06
4,1	0,62	0,06	4,2	1,2	0,06	4,2	1,6	0,06	4,2	1,7	0,06
4,2	0,69	0,06	4,3	1,4	0,06	4,3	1,9	0,06	4,3	2	0,06
4,3	0,76	0,06	4,4	1,5	0,06	4,4	2,1	0,06	4,4	2,3	0,06
4,4	0,82	0,06	4,5	1,6	0,06	4,5	2,3	0,06	4,5	2,7	0,06
4,5	0,88	0,06	4,6	1,9	0,06	4,6	2,5	0,06	4,6	3	0,2
4,6	0,92	0,06	4,7	2	0,06	4,7	2,8	0,06	4,7	3,2	0,2
4,7	0,99	0,06	4,8	2,2	0,06	4,8	2,9	0,06	4,9	4	0,2
5	1,25	0,06	4,9	2,3	0,06	4,9	3,2	0,2	5	4,3	0,2
5,5	1,6	0,06	5	2,5	0,06	5	3,5	0,2	5,5	5,4	0,2
6	2	0,06	5,2	2,6	0,06	5,2	3,6	0,2	5,8	6,4	0,2
6,6	2,3	0,06	5,5	3,1	0,2	5,5	4,3	0,2			
			6	3,8	0,2	5,8	5	0,2			
			6,6	4,4	0,2	6,2	6	0,2			
						6,4	6,4	0,2			

Табл. 2: Вихідні характеристики, залежності струму стоку від напруги сток-виток.

$\Delta U_c = \pm 0,02 \text{ В}$ $\Delta I_c = \pm 0,06 \text{ мА}$											
$U_3 = 3,5 \text{ В}$		$U_3 = 4 \text{ В}$		$U_3 = 4,5 \text{ В}$		$U_3 = 5 \text{ В}$		$U_3 = 5,6 \text{ В}$		$U_3 = 6 \text{ В}$	
$U_c, \text{ В}$	$I_c, \text{ мА}$	$U_c, \text{ В}$	$I_c, \text{ мА}$	$U_c, \text{ В}$	$I_c, \text{ мА}$	$U_c, \text{ В}$	$I_c, \text{ мА}$	$U_c, \text{ В}$	$I_c, \text{ мА}$	$U_c, \text{ В}$	$I_c, \text{ мА}$
0,06	25	0,06	0,11	0,06	0,18	0,06	0,18	0,2	0,8	0,06	0,3
0,12	0,05	0,12	0,2	0,12	0,38	0,12	0,43	0,4	2	0,12	0,56
0,18	0,08	0,18	0,29	0,18	0,52	0,18	0,62	0,6	3,2	0,18	0,88
0,24	0,09	0,24	0,38	0,24	0,7	0,24	0,82	0,8	4	0,24	1,6
0,3	0,1	0,3	0,46	0,3	0,91	0,3	1,2	1	5	0,3	2
0,9	0,11	0,36	0,54	0,36	1,2	0,36	1,4	1,2	5,8	0,36	2,4
2,7	0,12	0,42	0,6	0,42	1,4	0,42	1,6	1,4	6,2	0,42	2,8
5	0,13	0,48	0,66	0,6	1,8	0,48	1,8			0,48	3,2
8	0,14	0,54	0,7	0,84	2,2	0,54	2			0,54	3,4
10	0,15	0,6	0,75	1,2	2,5	0,6	2,2			0,6	3,8
		0,66	0,78	1,8	2,6	0,66	2,3			0,66	4,2
		0,72	0,8	2,4	2,8	0,72	2,5			0,72	4,6
		0,78	0,83	3	3	0,78	2,6			0,78	4,9
		0,84	0,85	8,3	3,4	0,9	2,8			0,84	5,2
		0,9	0,86			0,96	3			0,9	5,4
		0,96	0,87			1,2	3,4			0,96	5,8
		1,2	0,9			1,5	3,7			1,02	6,1
		1,5	0,92			2,1	3,9			1,08	6,4
		1,8	0,94			3	4,1				
		2,1	0,96			6	4,4				
		2,4	0,97								
		2,7	0,98								
		3	0,99								
		10	1								

3. Графіки

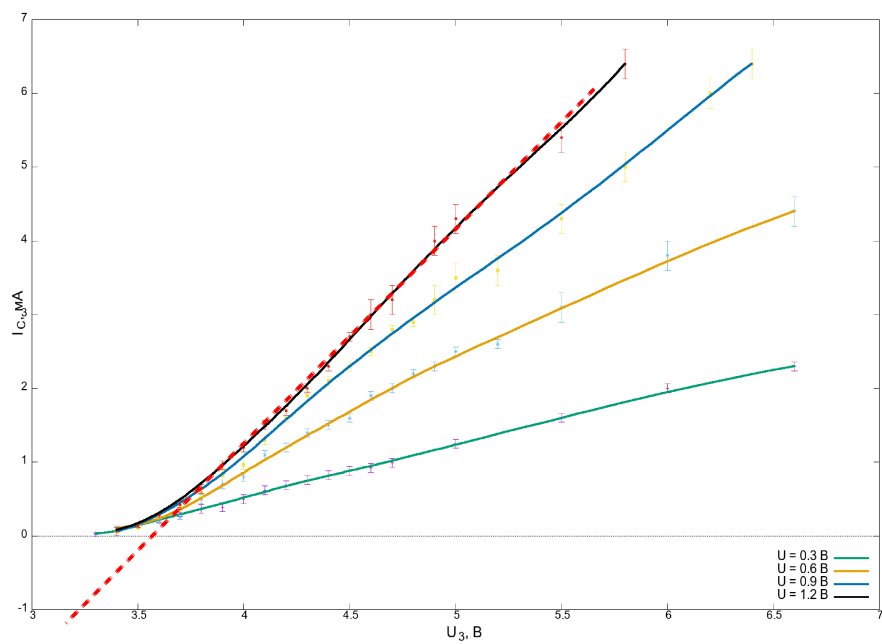


Рис. 2: Сімейство характеристик передачі.

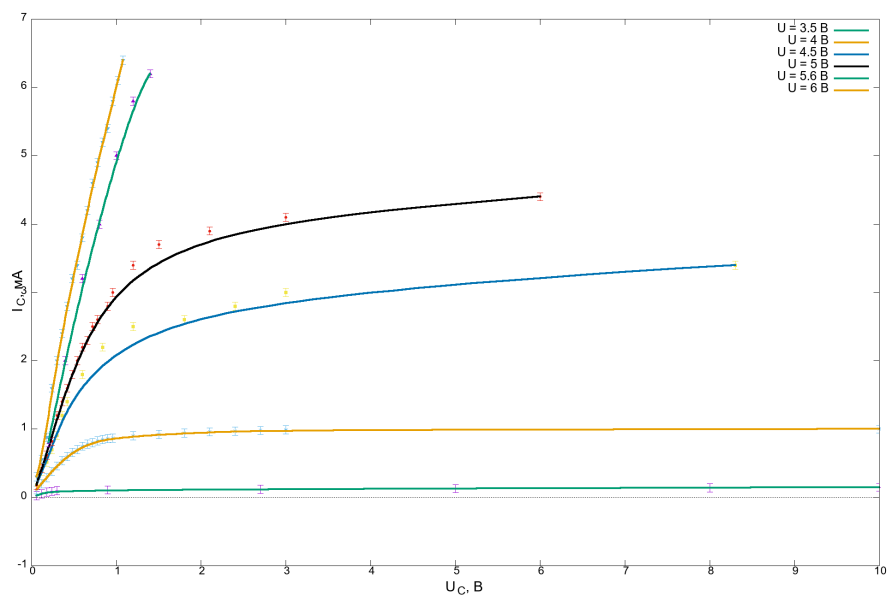


Рис. 3: Сімейство вихідних характеристик транзистора.

Розрахунки

Беручи $\sqrt{I_C}$ та побудувавши графік визначимо порогову напругу, яка приблизно становить 3,2 В.

Потім можна визначити крутизну характеристики, використовуючи наступну формулу:

$$S = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_3} = 0,8 \frac{\text{мА}}{\text{В}} \quad (1)$$

Знаходимо внутрішній диференційний опір:

$$r_i = \frac{\Delta U_{BC}}{\Delta I_{C_2}} \approx 1 \text{ кОм} \quad (2)$$

За допомогою S та r_i знаходимо граничний коефіцієнт підсилення за напругою:

$$\mu_1 = S \cdot r_i = 0,8 \quad (3)$$

Теж саме тільки для пологої області

$$S = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_3} = 2,9 \frac{\text{мА}}{\text{В}} \quad (4)$$

Знаходимо внутрішній диференційний опір:

$$r_i = \frac{\Delta U_{BC}}{\Delta I_{C_2}} \approx 6 \text{ кОм} \quad (5)$$

За допомогою S та r_i знаходимо граничний коефіцієнт підсилення за напругою:

$$\mu_1 = S \cdot r_i = 17,4 \quad (6)$$

Висновок

У цій лабораторній роботі було виміряно характеристики передачі та вхідні характеристики МДН-транзистора. За цими даними з графіку було визначено порогову напругу $U_{\text{пор}}$, далі за формулами розраховано було крутизну S , динамічний опір r_i та коефіцієнт підсилення напруги для лінійної та пологої ділянок ВАХ. Для зниження порогової напруги потрібно використовувати Si_3N_4 як підзасліний шар, а для зменшення паразитних ємностей до металічних елементів можна додати ще один заземлений екран та скоби з нікелевого сплаву.