

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)

О. О. Грабар

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 ($S1; S2; r_{c1}; r_{c2}; \mu_1; \mu_2$)

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

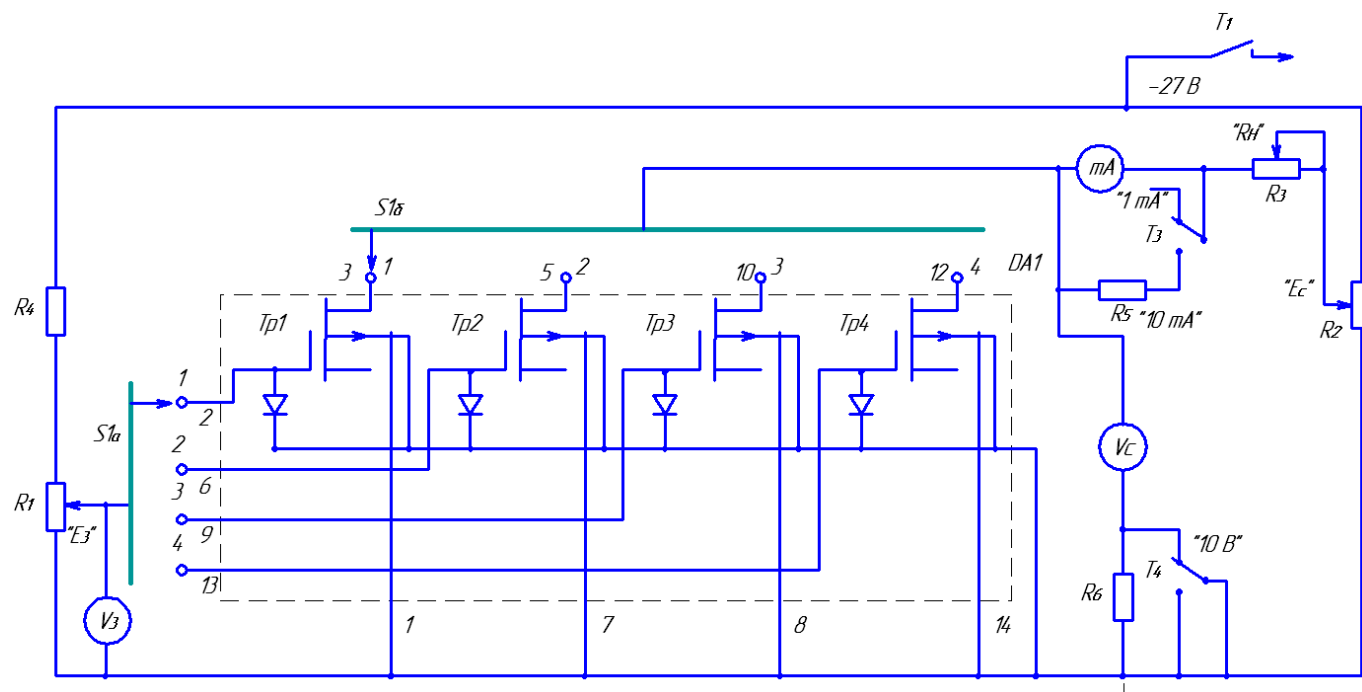


Рис. 1: установка K168KT2A.

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	0,025	0,03	3,4	0,1	0,03	3,4	0,06	0,03	3,4	0,08	0,03
3,4	0,045	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	0,025	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								

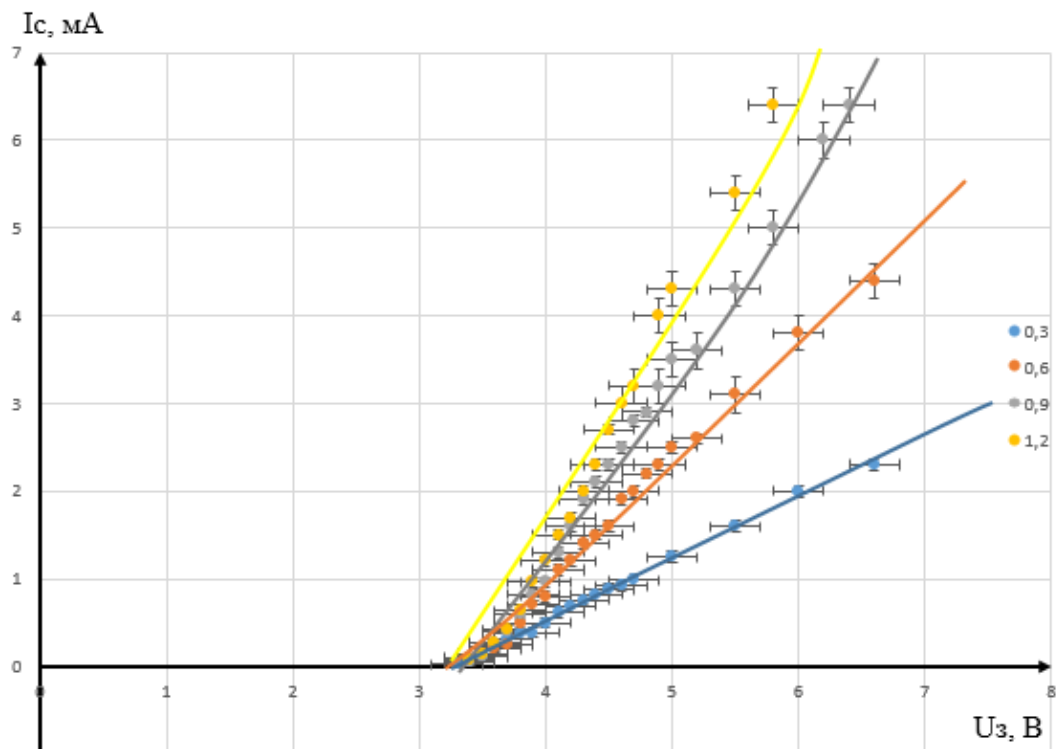


Рис. 2: Сімейство передавальних характеристик МДН-транзистора

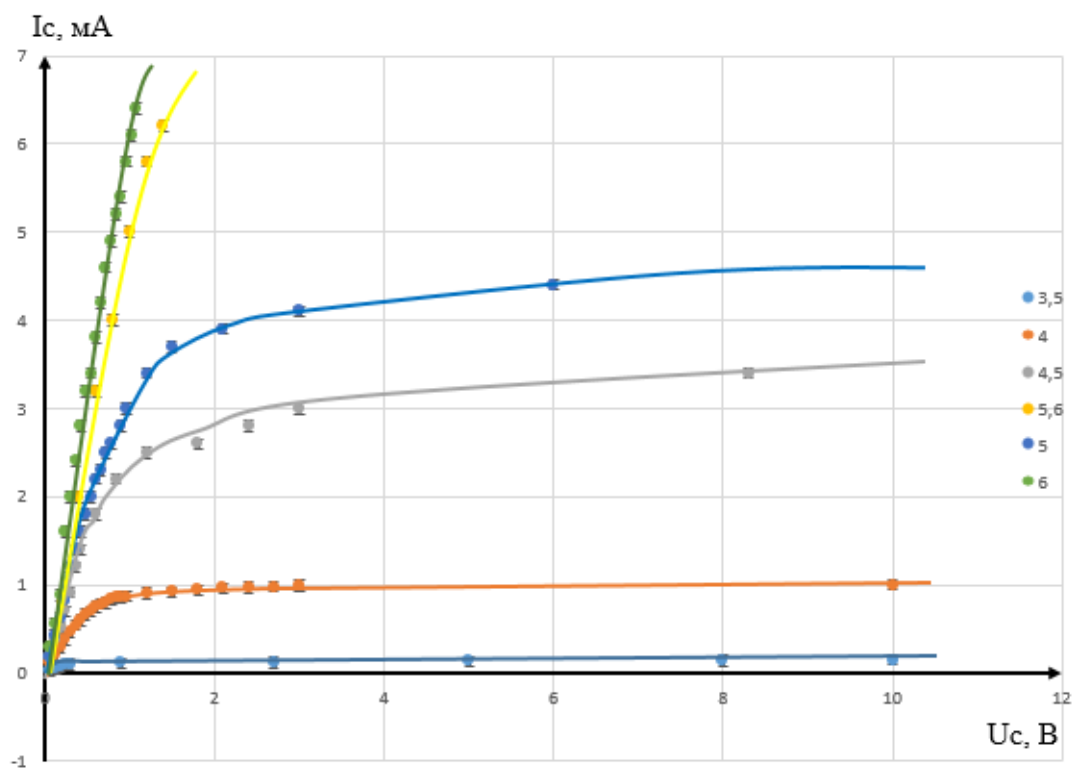


Рис. 3: Сімейство вихідних характеристик МДН-транзистора

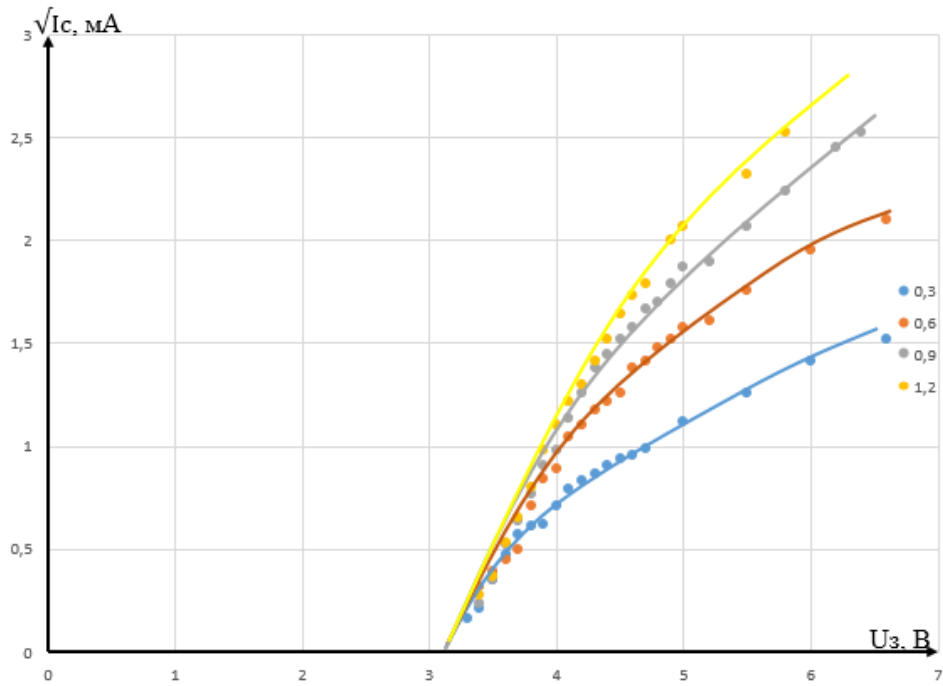


Рис. 4: Сімейство залежності кореня струму від напруги затвор-витік

Розрахунки

$$S = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_3} = \frac{6,1 - 1,3}{5,1 - 3,2} = 2,5 \frac{\text{mA}}{\text{B}} \quad (1)$$

$$r_i = \frac{\Delta U_{BC}}{\Delta I_{C_2}} = \frac{0,9 - 0,12}{6,4 - 3,2} = 0,24 \text{ кОм} \quad (2)$$

$$\mu_1 = S \cdot r_i = 0,625 \quad (3)$$

Аналогічно для пологої ділянки

$$S = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_3} = \frac{0,9 - 0,2}{1,7 - 0,8} = 0,77 \frac{\text{mA}}{\text{B}} \quad (4)$$

$$r_i = \frac{\Delta U_{BC}}{\Delta I_{C_2}} = \frac{3,2 - 0,5}{0,9 - 0,5} = 6,75 \text{ Ом} \quad (5)$$

$$\mu_1 = S \cdot r_i = 5,19 \quad (6)$$

ВИСНОВОК

У даній лабораторній роботі було виміряно характеристики передачі та вихідні характеристики МДН-транзистора. За отриманими даними ми розрахували такі параметри як: порогова напруга, крутизна, динамічний опір $r_{\text{стоку}}$, коефіцієнт підсилення напруги для лінійної та пологої ділянок ВАХ. Отримані на практиці ВАХ відповідають теоретичним припущенням. На сімействах вихідних характеристик гарно помітна лінійна область зміни, та зона насичення. Сімейства перехідних характеристик зростають, починаючи зі значення порогової напруги. Для зниження порогової напруги потрібно як підзасліний шар використовувати нітрид кремнію, а для зменшення паразитних ємностей до металічних елементів можна додати ще один заземлений екран та скоби з нікелевого сплаву.