

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

ЗВІТ

Про виконання лабораторної роботи №6
з дисципліни: «Твердотільна електроніки-1»

«ІНТЕГРАЛЬНІ СХЕМИ СТАТИЧНОЇ ЛОГІКИ НА МДН – ТРАНЗИСТОРАХ»

Виконавець:

Студент 3-го курсу

(підпис)

А. С. Мнацаканов

Превірів:

(підпис)

Л. М. Королевич

1. МЕТА РОБОТИ

Дослідження характеристик керуючого транзистора та властивостей базових інверторів інтегральних схем виготовлених за МДН-технологією.

2. ЗАВДАННЯ

2.1 Виконати вимірювання сімейства вихідних вольт-амперних характеристик керуючого інтегрального МДН-транзистора T_y — залежності струму стоку від напруги сток-виток. Побудувати сімейство характеристик $I_c = I_c(U_{cc})$ [при $U_3 = \text{const}$] на одному малюнку.

2.2 Визначити крутизну, динамічний опір стоку, коефіцієнт підсилення напруги - для крутої і для пологої областей вихідних характеристик транзистора ($S_1; S_2; r_{c1}; r_{c2}; \mu_1; \mu_2$)

2.3 Виміряти передавальні характеристики інтегрального МДН-інвертора при різних видах навантаження:

а) лінійний резистор R_n

б) МДН-транзистор T_y ідентичний керуючому,

в) МДН-транзистор з довгим та вузьким каналом T_n .

2.4 Побудувати на одному малюнку графіки передавальних характеристик Знятих для трьох типів інверторів. Визначити коефіцієнти передачі для різних видів навантажень.

2.5 За результатами вимірювань побудувати на сімействі вихідних ВАХ керуючого транзистора навантажувальні характеристики для трьох типів навантаження: R_n, T_y, T_n

2.6 Виконати порівняльний аналіз досліджуваних схем інверторів і зробити висновки про доцільність використання розглянутих типів навантаження в схемах статичної логіки.

2.7 Намалюйте можливу структуру одного із досліджених інтегральних МДН-інверторів (найоптимальнішого). Запропонуйте заходи щодо зниження порогової напруги та зменшення паразитних ємностей інтегрального МДН інвертора.

2.1. СХЕМА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЛЬТ-АМПЕРНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ

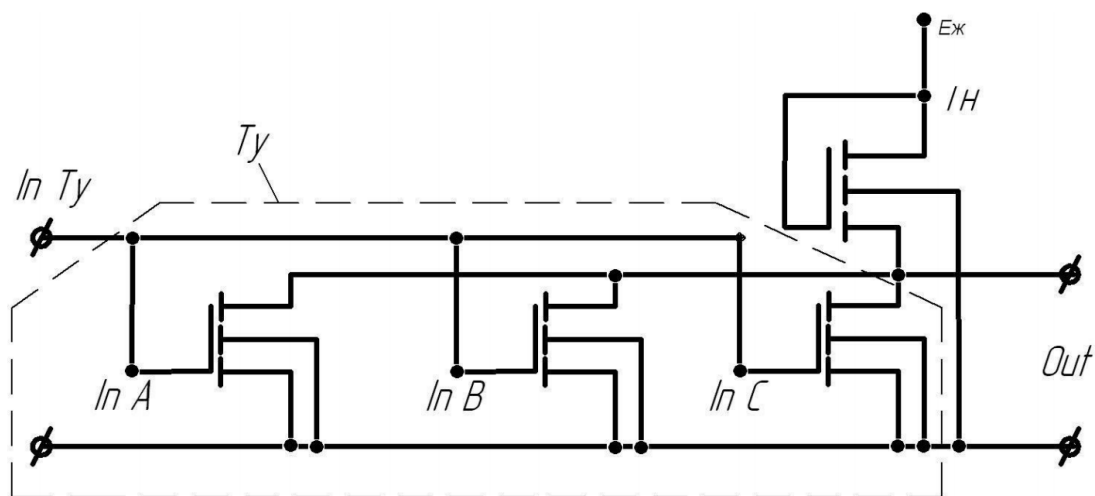


Рис. 1: Еквівалентна схема y з каналом $W_{\text{екв.}} = 3W$.

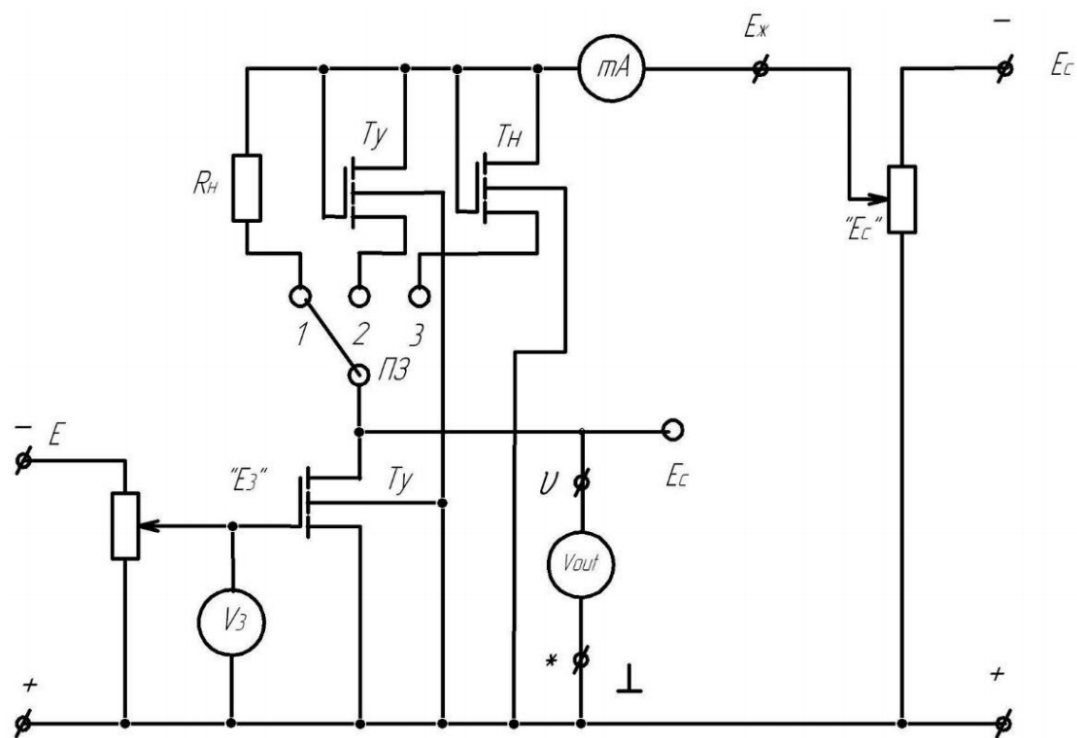


Рис. 2: Схема дослідження.

2.2. Таблиці

Табл. 1: Сімейство вихідних характеристик керуючого МДН-транзистора

$U_3 = 4,5$	U_c, B	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5
	I_{cl}, mA	120	170	185	195	205	220	240	265	285	30

$U_3 = 5$	$U_c,$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,5
	$I_{cl},$	60	85	110	140	162	180	198	215	239	245	255	275	295

$U_3 = 5,5B$	U_c, B	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,84
	I_{cl}, mA	15	65	105	140	170	200	225	265	290	300

$U_3 = 6B$	U_c, B	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,66
	I_{cl}, mA	30	70	115	160	200	240	280	300

$U_3 = 6,5B$	U_c, B	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,55
	I_{cl}, mA	35	85	140	180	235	285	300

$U_3 = 7B$	U_c, B	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
	I_{cl}, mA	40	90	145	200	255	300

$U_3 = 7,5$	U_c, B	0	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,44
	I_{cl}, mA	30	105	130	165	190	220	250	275	300

Табл. 2: Передавальні характеристики МДН інтегрального інвертора для різних видів навантажень. Умови вимірювань: $E_{\text{ж}} = -15B$.

Навантаження - Rн		Навантаження - Ту		Навантаження - Тн	
Uз, В	Uс, В	Uз, В	Uс, В	Uз, В	Uс, В
0	17,5	0	13	0	10
1	17,5	1	13	1	10
2	17,5	2	13	2	10
3	17,5	3	13	3	10
4	16,5	4	11	3,2	7,8
5	14	4,5	10	3,4	7
5,5	12,5	5	9,5	3,5	5,8
6	10,5	5,5	8,2	3,6	4,8
7	8,2	6	7	3,7	3,4
7,5	6,3	6,5	5,9	3,8	2,3
8	4,6	7	4,9	3,9	0,3
9	3,4	7,5	3,8	4	0
10	2,8	8	3,4		
11	2,7	8,5	3		
		9	2,7		
		9,5	2,5		
		10	2,4		

3.Формули та Розрахунки

Для початку знайду крутизну характеристики, диференційний опір та граничний кофіцієнт підсилення за напругою відповідно:

$$S = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_3} \quad (1)$$

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

$$K_U = S \cdot r_i \quad (3)$$

Беру значення з точок 3 та 4 і підставляю у формулу 1, отримую (при урахуванні що $\Delta U_{CB} = const$, $\Delta U_3 = const$, $\Delta U_3 = 5,5B$ відповідно у формулах 1, 2 та 3)

Тоді

$$S = \frac{(230 - 200) \cdot 10^{-6}}{0,5} = 0.00007000 = 70 \frac{\text{мкА}}{B}$$

$$r_i = \frac{0.1}{30 \cdot 10^{-6}} = 3333.33 = 3,3 \text{ кОм}$$

$$K_U = S \cdot r_i = 0.23$$

Тепер користуючись рис.4 знайду коефіцієнти передачі для кожної перехідної характеристики і потім методом трикутника знайду динамічний коефіцієнт підсилення для кожного із трьох типів навантаження $\left(K = \frac{\Delta U_C}{\Delta U_3} \right)$

Як я зрозумів, то у мене недостатньо вимірянних значень, тому я не можу побудувати пологую частину ВАХ і визначити навантажувальні характеристики...

$$K_{Tn} = \frac{8 - 6}{3,5 - 3,1} = 5.00$$

$$K_{Ty} = \frac{8 - 6}{6,5 - 5,5} = 2.00$$

$$K_{Rn} = \frac{8 - 6}{7,8 - 7} = 2.50$$

4.Графіки

Будую сімейство використовуючи дані з Таб.1.

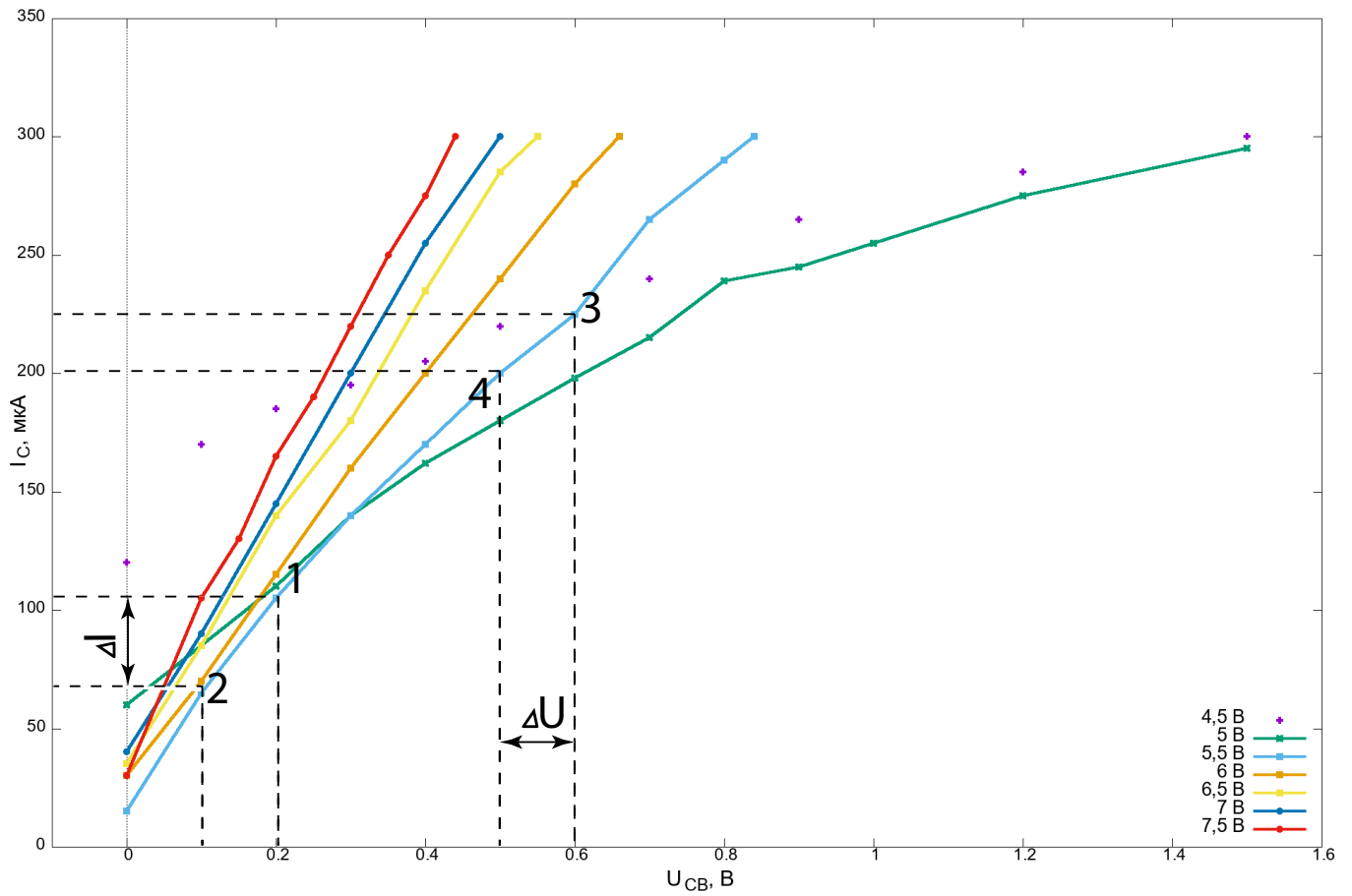


Рис. 3: Вихідні характеристики транзистора.

Виміри для $U_B = 4,5$ В щось не дуже сходяться з теоретично можливими, тому я виключив їх з розрахунків.

ж перехідних характеристик спадають, починаючи зі значення

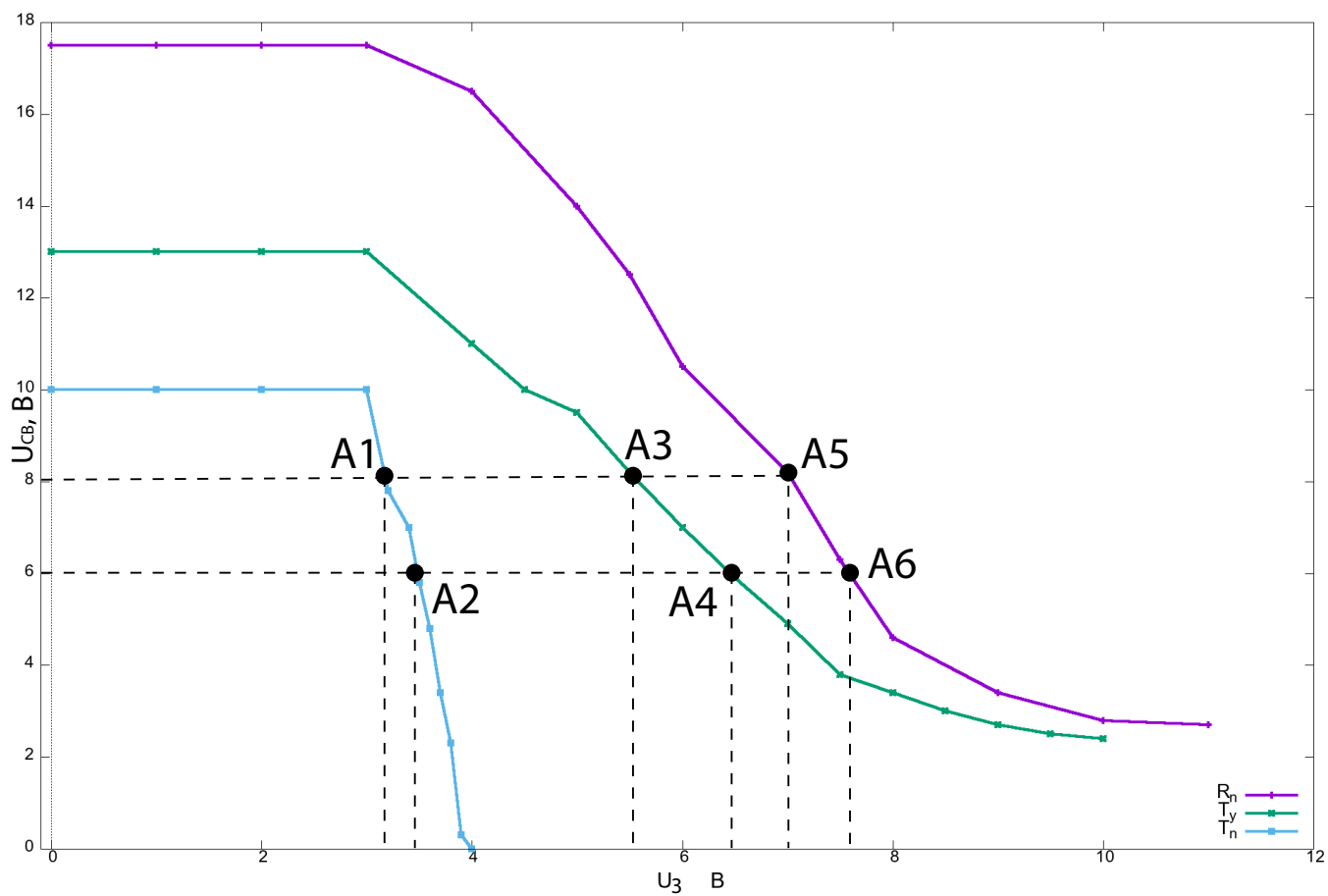


Рис. 4: Передавальна характеристика для трьох навантажень.

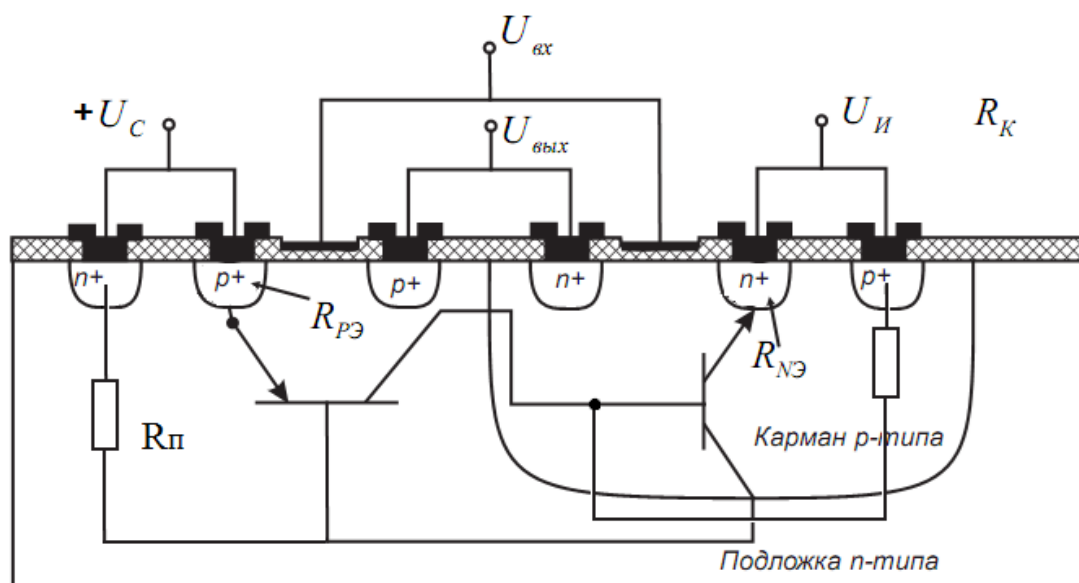


Рис. 5: Структура КМОП інвертора.

5. Висновок

Виходячи з теоретичних знань, можна сказати, що отримані на практиці ВАХ відповідають теоретичним припущенням, оскільки на всіх сімействах добре видна ділянка змини, а що стосується перехідних характеристик, то вони спадають, починаючи зі значення очевидного занчєня, тобто з U_{nop} . Що стосується найкращого логічного елемента, то на мою думку це буде зв'язка за транзистором T_y оскільки він дає найбільший коефіцієнт передачі.