

**Лабараторна робота з аналогової електроніки №4**  
**ДОСЛІЖЕННЯ ТРАНЗИСТОРІВ**

**Київ**

**2021**

**ПЕРЕДМОВА**

Виконавець: Белицький Дмитро Олександрович, студент Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Фізичний факультет, 2курс, 5-А група.

Дата написання: 06.02.2021

## **РЕФЕРАТ**

Звіт складається з 1 частини, сумарним об'ємом 8 сторінок, у кожній частині наведено такі скриншоти: принципову схему, скриншот сигналу.

В звіті подається описання властивостей біполярних транзисторів, та польових транзисторів

Мета роботи ознайомитися з основними характеристиками транзисторів

Метод дослідження: комп'ютерна симуляція в програмі Multisim 14.0

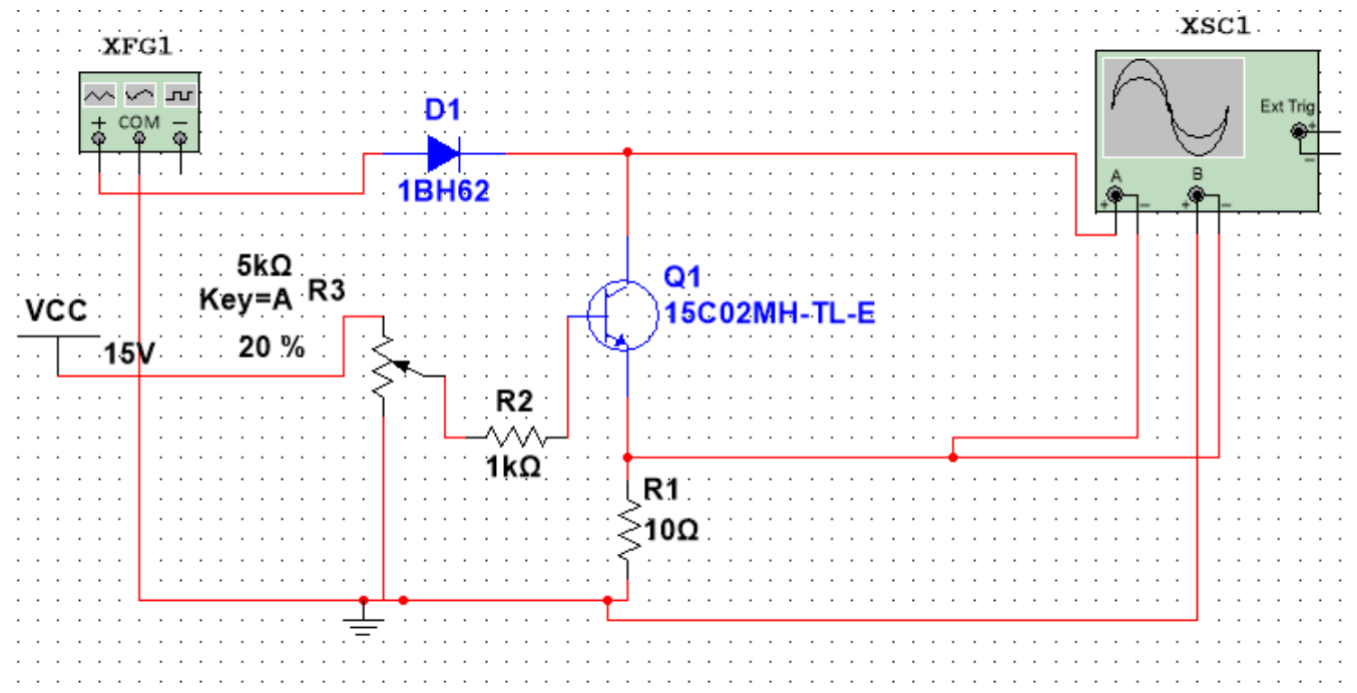
Значимість роботи- Виключно в цілях освіти.

## ЗМІСТ

<b>Основна частина .....</b>	<b>5</b>
ВАХ біполярного транзистора .....	5
ВАХ мосфета(польового транзистора) .....	6
Дослідження коефіцієнта підсилення .....	8
Спроба дослідити Диференційний опір .....	9
<b>Висновок.....</b>	<b>11</b>
<b>Список використаної літератури .....</b>	<b>12</b>

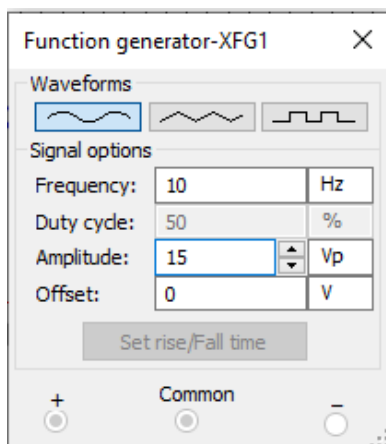
## ОСНОВНА ЧАСТИНА

Принципова схема

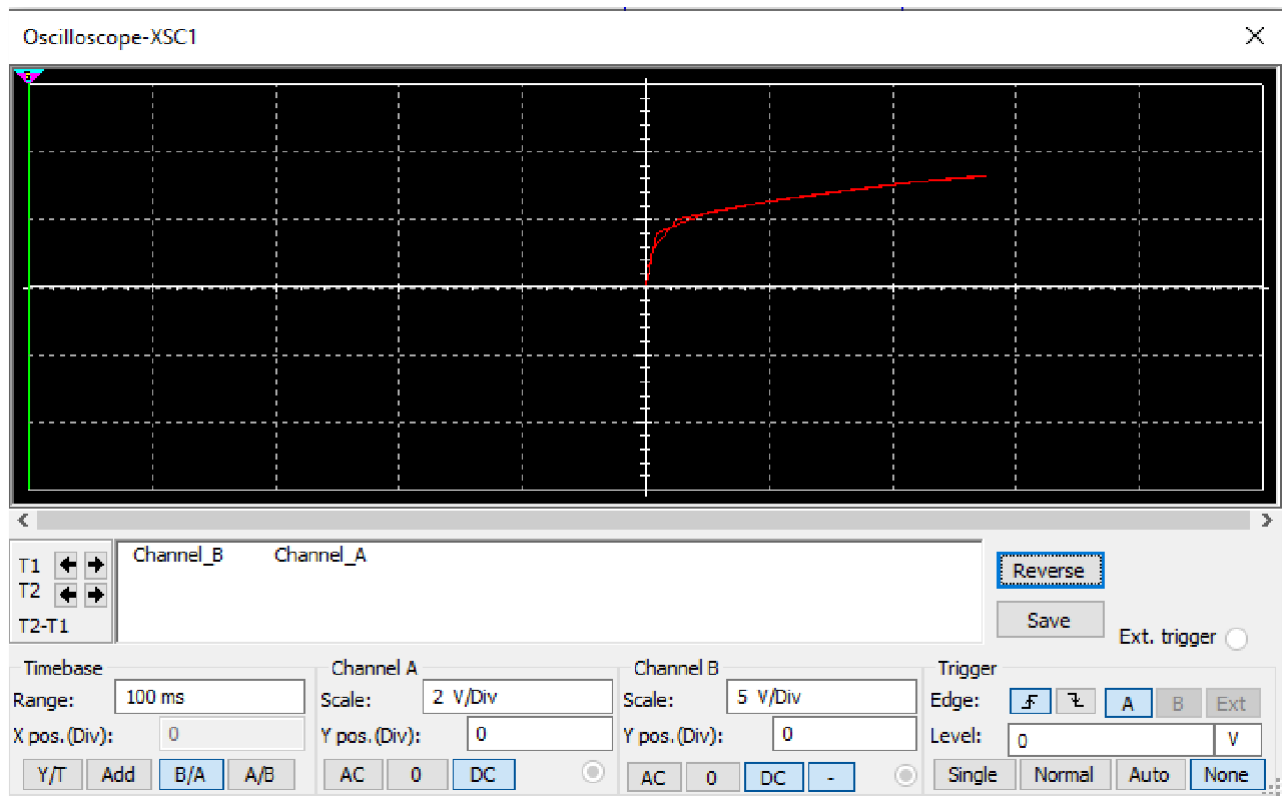


Виміряємо ВАХ для Біполярного транзистора, Канал А осцилографа вимірює напругу на транзисторі, а канал Б напругу на резисторі, яка, згідно закону Ома, пропорційна до струму, тому на осцилографі в режимі А-Б ми отримаємо графік, де по осі Y струм через транзистор множений на опір резистора **10 Ом** в цій схемі, а по осі X відкладено падіння напруги на транзисторі.

На генераторі синусоїда **15 вольт** амплітудою і частотою **10Hz**



Нижче наведено осцилограму



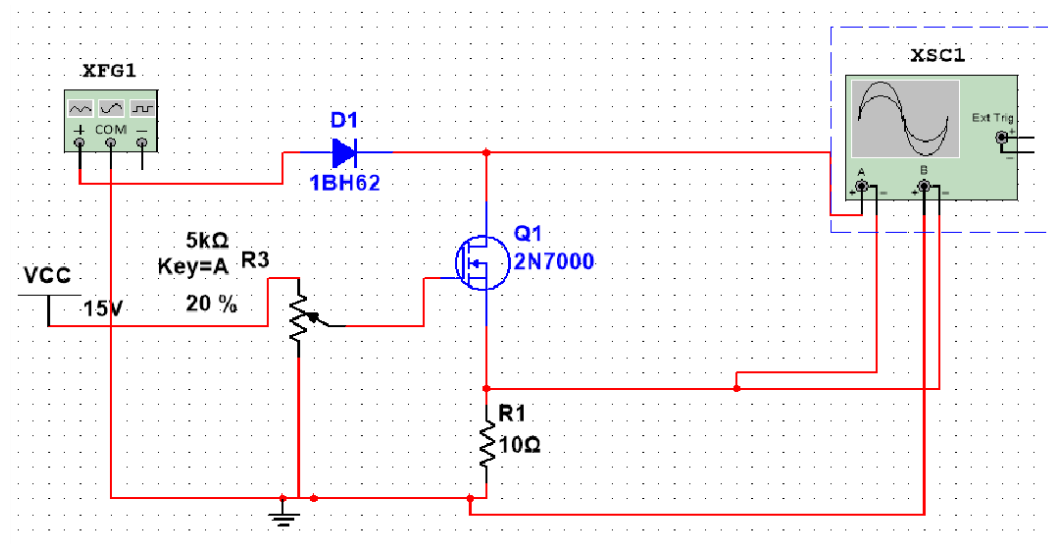
Як бачимо максимальний струм, що протікає через транзистор дорівнює приблизно  $1,5 \cdot 5 / 10 = 0,75 \text{ A} = 750 \text{ mA}$

При напрузі Колектор-Емітер в 4 вольти.

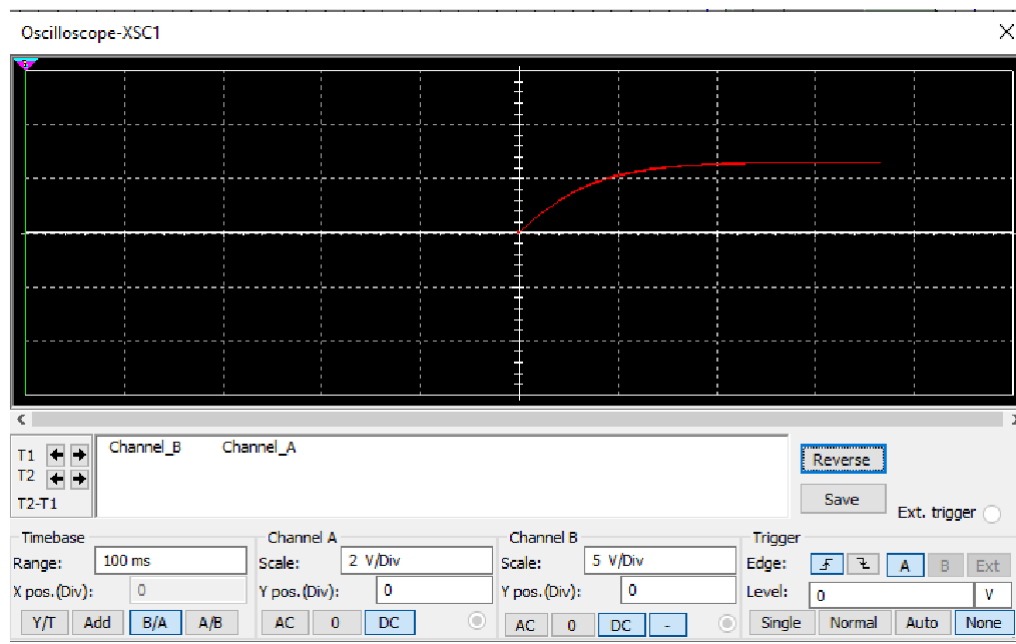
На базу через дільник напруги подано через обмежувальний резистор постійну напругу

Далі отримаємо ВАХ для мосфета, База тут називається затвором, і вона є ізольованою, тому струм через затвор майже не тече, обмежувальний резистор ( $R_2$  в попередній схемі) уде не потрібен, все інше в схемі залишаємо без змін.

Схема дослід з мосфетом

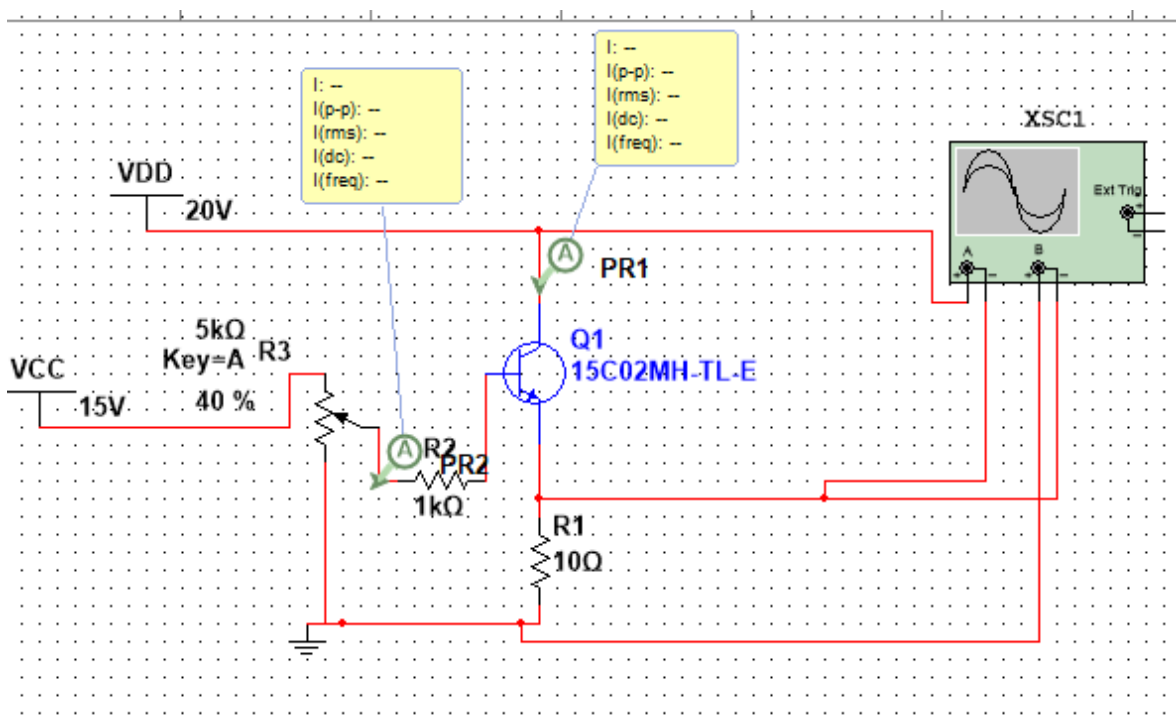


Нижче наведено BAX



На затвор через дільнийк подається напруга в 12 вольт, змінюючи цю напругу ми керуємо опором між колектором і емітером. Максимальна напруга на транзисторі, близько 7 В, струм (піковий) виміряний віртуальним цифровим амперметром 642мА, при максимальній амплітудній напрузі в 15 вольт, з цього можна зробити висновок, що за такої напруги на затворі та такої напруги source-drain опір мосфета складає 4,5Ома.

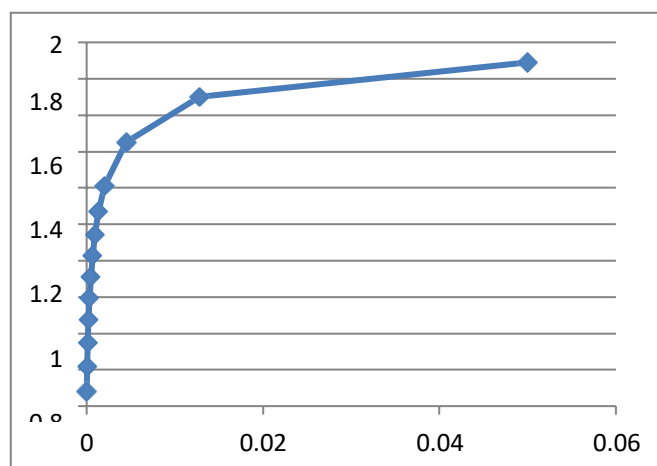
Виміряємо коефіцієнт підсилення за струмом для різних значень  $I_k$ , для цього заміним генератор змінного струму **20В** на джерело постійного струму.



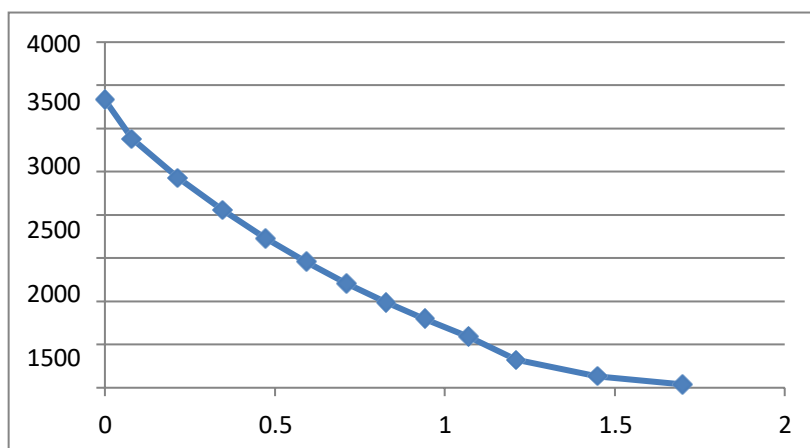
І виміряємо Ік:

I <sub>b</sub> (A)	I <sub>k</sub> (A)
0	0
0,000024	0,08
0,000075	0,216
0,000143	0,347
0,00023	0,473
0,000343	0,594
0,00049	0,711
0,000684	0,827
0,000953	0,943
0,00135	1,07
0,00204	1,21
0,00451	1,45
0,0128	1,7
0,05	1,89

*Залежність струму колектора від струму бази*



*Залежність коефіцієнту підсилення від струму колектора*



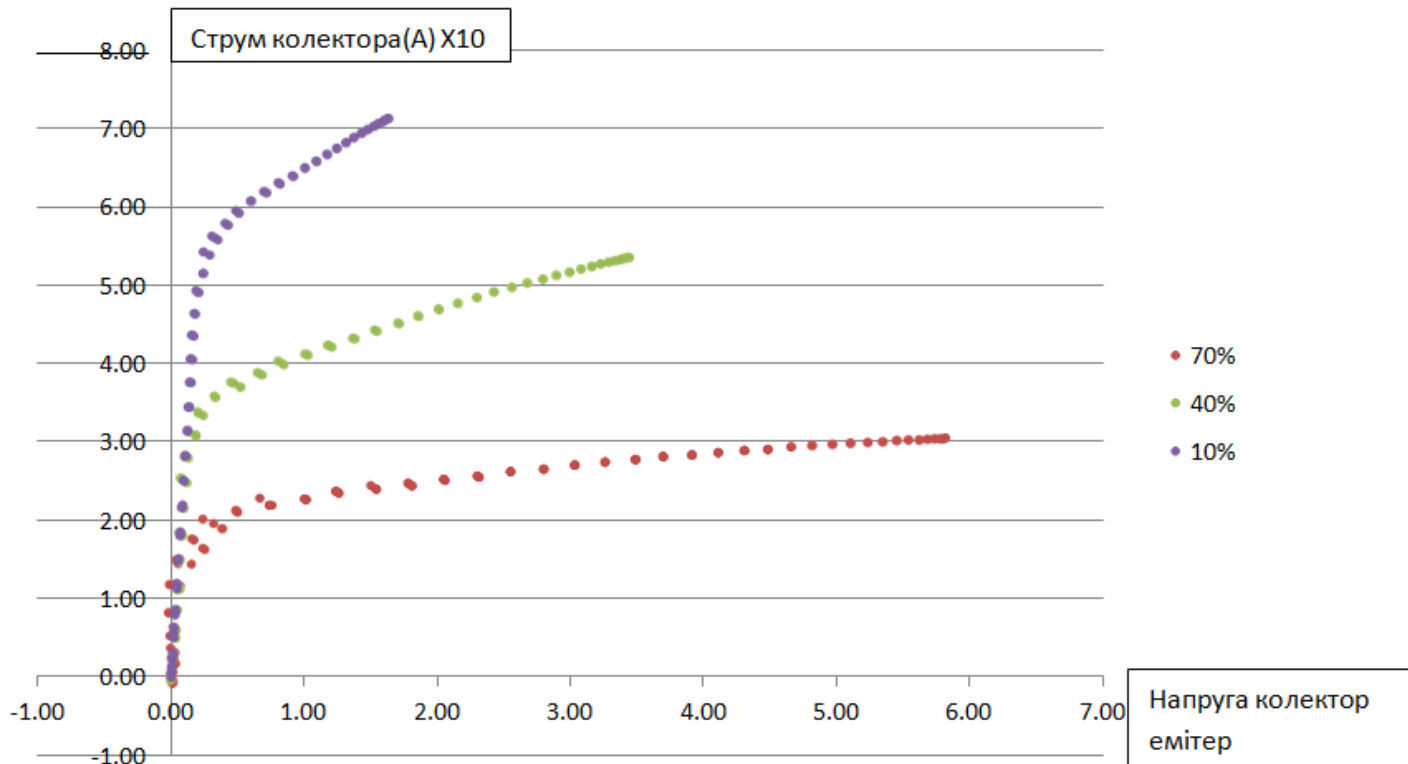
Як бачимо при струмі бази близько одного міліампера, біполярний транзистор досягає насичення,

А коефіцієнт підсилення струму швидко падає при збільшенні струму колектора



Нижче наведено Графік залежності струму колектора від прикладеної напруги, для відповідної напруги, що подається на базу, графік побудовано з даних віртуального осцилографа multisim.

Значення в процентах відповідає положенню потенціометра. 0% на виході потенціометра - напруга дорівнює напрузі на вході, тобто 15 вольт, а 10% відповідає 4.5 вольтам.



Як видно з цього графіка при збільшенні струму бази напруга насичення зменшується.

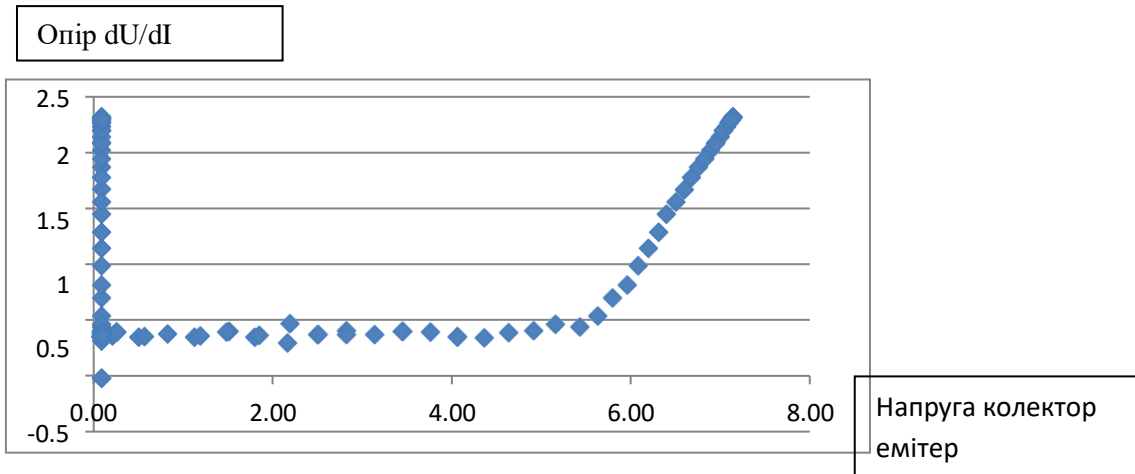
Щоб визначити вхідний диференціальний опір за формулою похідну напруги колектор емітер по струму,

Порахуємо це для кривої 10%

Графік  $dU/dI$  в залежності від напруги колектор-емітер

Щоб визначити вхідний диференціальний опір за формулою  $R_{вх} = \frac{dU}{dI_k}; U_{be} = const$  треба знайти похідну напруги колектор емітер по струму, Порахуємо це для кривої 10%

Графік  $dU/dI$  в залежності від напруги колектор-емітер



Цей графік відрізняється від реальної картини, оскільки під напругою колектор-емітер мається на увазі, танапруга що є на виводі подільника напруги, слід враховувати, що струм через базу не є сталим і міняється залежності від напруги колектор емітер, томі і напруга бази не є сталою, програма Multisim не дозволяє подати на базу напругу безпосередньо з джерела, тим самим виконавши умову  $U_b = \text{const}$

**Висновок:** В даній лабораторній роботі, я ознайомився з характеристиками транзисторів, отримав діаграму ВАХ біполярного транзистора та мосфета (різновид польового транзистора), для різної напруги на базі визначив як змінюється струм насичення в залежності від напруги на базі. А також намагався дослідити вхідний диференціальний опір транзистора, але одержані результати не є точними через деякі обмеження симуляції.

### **Список використаної літератури:**

- 1) Методичні вказівки до практикуму «Основи радіоелектроніки» для студентів фізичного факультету / Упоряд. О.В.Слободянюк, Ю.О.Мягченко, В.М.Кравченко.- К.: Поліграфічний центр «Принт лайн», 2007.- 120 с.**
- 2) Ю.О. Мягченко, Ю.М. Дулич, А.В.Хачатрян “Вивчення радіоелектронних схем методом комп’ютерного моделювання” : Методичне видання. – К.: 2006.- с.**