

## УДК 621.317

*А.А. Сакута, студентка гр. ПК-01, доц. Баженов В. Г.*  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДСИЛЮВАЧА НА МДН-ТРАНЗИСТОРІ З ІНДУКОВАНИМ "P" КАНАЛОМ BS170**

**Анотація.** Описано результати дослідження МДН-транзистора BS170 в режимі підсилення, дослідження якого проведено у програмі Multisim, проведено знаходження оптимальної робочої точки. Експериментальні дані наведені у вигляді графіків, побудованих у програмі Excel та MATLAB, аналіз яких наведений нижче.

**Ключові слова :** МДН-транзистор BS170, вихідні та керуючі характеристики, коефіцієнт підсилення, робоча точка, залежність коефіцієнта підсилення від  $R_c$  та  $U_{св}$ .

#### **ВСТУП**

Без МДН-транзисторів, або як їх ще називають польові транзистори з ізольованим затвором, не обходиться ні одна сучасна мікросхема. Через малі розміри, на одиницю площі кристала їх розміщують на одному кристалі на порядок більше в порівнянні з біполярними та «р-п» польовими транзисторами.

Підсилювачі сигналів дуже розповсюджені, їх використовують майже в кожному електронному пристрої: від джерел живлення до сучасних пристроїв воєнної техніки.

Як відомо, дуже часто важливо мати великий вхідний опір підсилювача, особливо, якщо треба підсилювати сигнали з сенсорів з великим вихідним опором. Саме тому зазвичай на вході підсилювача використовують каскади підсилення на польових транзисторах, оскільки вони мають дуже великий вхідний опір порівняно з біполярними транзисторами.

Однак польові транзистори мають і вади. Одна з головних – малий коефіцієнт підсилення, в основному за рахунок того, що при малих струмах стоку значно меншою стає крутизна, саме тому проведено дослідження по вибору оптимальної робочої точки для отримання максимального коефіцієнта підсилення.

У даній роботі проводиться дослідження МДН-транзистора BS170 з індукованим каналом, який працює тільки при позитивному зміщенні, тобто працює в режимі збіднення. Всі дослідження проведені в пакеті програми «Multisim».

#### **ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДСИЛЮВАЧА НА МДН-ТРАНЗИСТОРІ BS170**

Дослідження було проведено на основі двох схем, складених в програмі «Multisim». (рис.1 та рис.2).

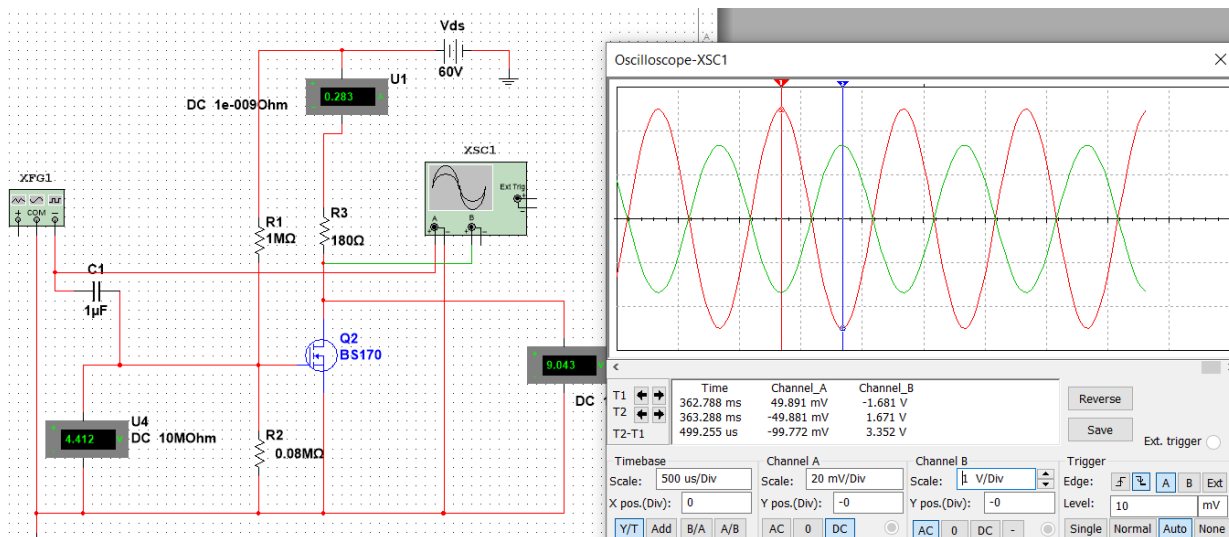


Рисунок 1. Приклад досліджуваної схеми №1 в Multisim

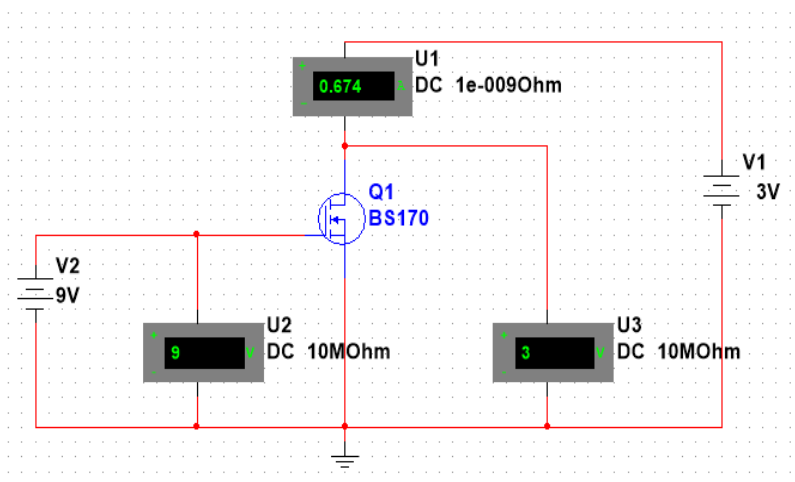


Рисунок 2. Приклад досліджуваної схеми № 2 в Multisim

В результаті використання схеми рис.2 було отримано статичне сімейство вихідних характеристики рис.3 та керуючі характеристики рис. 4.

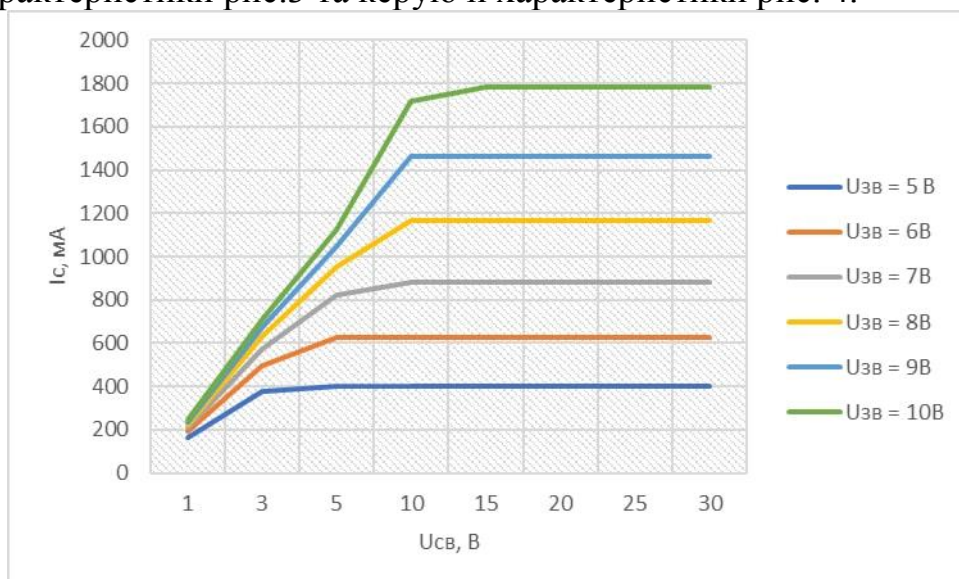


Рисунок 3. Вихідні характеристики МДН-транзистора з індукованим каналом n-типу BS170

По даним вихідним характеристикам було визначено робочу положову зону (де спостерігається відсічка струму). Ця ділянка використовується для підсилення сигналу. Як можна спостерігати на характеристиці при зменшенні сили струму на стоці, зменшується і крутизна. Аналогічне можна спостерігати і за даними амперметрів і вольтметрів (таблиця 1)

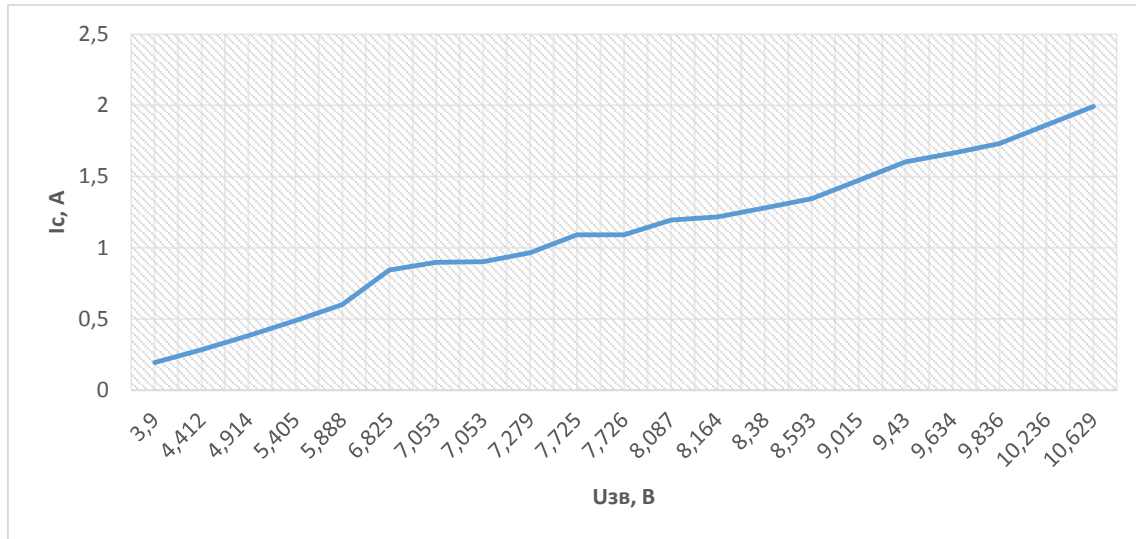


Рисунок. 4. Керуючі характеристики побудована в Excel

Таблиця 1. Результати деяких вимірювань

<i>Iс, А</i>	<i>Uсв, В</i>	<i>Uзв, В</i>	<i>S, А/В</i>
0,194	21,296	3,9	0,287
0,283	14,704	4,412	0,314
0,283	9,043	4,412	0,331
0,382	14,16	4,914	0,325
0,382	6,52	4,914	0,304

Для дослідження безпосередньо підсилювача була запропонована схема рис.1 Зміна положення робочої точки для визначення оптимального режиму (напруги зміщення) і отримання максимального коефіцієнт підсилення при заданому значенні Rс (R3), відбувалася за рахунок зміни значення резистора R2.

Відомо що коефіцієнт підсилення Ки визначається згідно виразу:

$$K_i = S R_c,$$

Але S як видно з наведених вище графіків залежить як від струму Iс так і від напруги Uсв. В результаті дослідження схеми рис. 1 при різних значеннях R3 (Rс) були отримані данні на основі яких було побудовано графіки залежності коефіцієнта підсилення (Ки) від опору Rс на стоці та від напруги затвор-виток (рис.5. та рис.6).

Як бачимо на рис. 5. (синя крива) якщо підібрати оптимальний режим, то отримаємо максимальний Ки. Але, як з'ясувалося, є максимальне значення Rс при перевищенні якого Ки починає зменшуватися. Причому для налаштування (вибору) оптимального (максимального не спотвореного) режиму підсилення при заданому значенні Rс витрачається значний час і при цьому не спостерігається лінійна залежність Ки від Rс як свідчить синій графік рис.5, що

також свідчить про те, що відома формула  $K_u = S \cdot R_c$ , не працює на цій ділянці. На графіці рис.6 видно, що для кожного оптимального значення  $K_u$  при заданому значенні  $R_c$  треба було змінювати напругу зміщення  $U_{зв}$ , на що відповідно втрачався час. Якщо оптимальну робочу точку встановити один раз - яка була отримана при максимально можливому  $K_u$  і  $R_c$  то зменшуючи  $R_c$  можна не змінювати положення робочої точки ( $U_{зв} = \text{const}$ ), і отримаємо лінійну залежність від  $R_c$  (зелена крива) рис.5 вихідний сигнал буде не спотворений, але при малих значеннях  $R_c$   $K_u$  зменшиться (до 30%) як показано на рис.5.

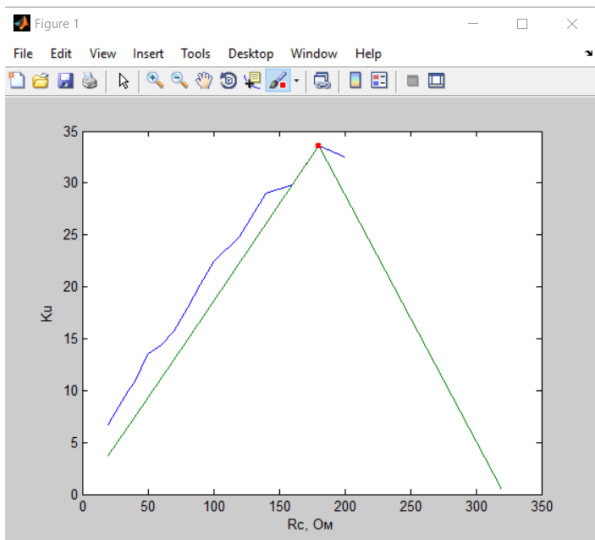


Рисунок. 5. Графік залежності  $K_u$  від  $R_c$  побудований в Multisim

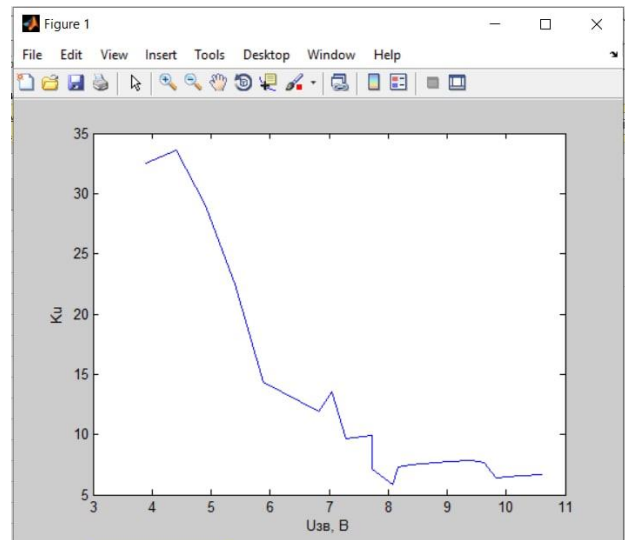


Рисунок. 6. Графік залежності  $K_u$  від  $U_{зв}$  побудований в Multisim

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Шафер В.Д. Регулировка, испытания и проверочные расчеты транзисторных усилителей. Изд «связь». – 1970 г. – 312 ст.
- [2] Комп'ютерна електроніка 1 (основи електроніки) : Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», освітньої програми «Комп'ютерно-інтегровані технології та системи неруйнівного контролю і діагностики» / В. Г. Баженов, Р.М.Галаган, А. С. Момот; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: X,XX Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 111 с.