

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ТАРАСА
ШЕВЧЕНКА

Борщаківський С. Є.

Моделювання Та ДОСЛІЖЕННЯ ТРАНЗИСТОРІВ

Київ. КНУ ім. Т. Шевченка, 2021

ББК 73Ц

I-72

Укладачі: Борщаківський С. Є.

I-72

Звіт. Операційні підсилювачі зі зворотним негативним зворотним зв'язком./ укл. С. Є. Борщаківський. – К. : КНУ ім. Т. Шевченка, 2021. – 17 с. (Укр. мов.)

Наведено загальний звіт виконання роботи з моделювання електронних схем у програмі NI Multisim™.

УДК 001.008 (002.21)

ББК 73Ц

© Київський Національний Університет імені Тараса Шевченка, 2021

РЕФЕРАТ

Звіт про дослідження ВАХ транзисторів: 13 с., 5 рис.

Мета роботи – дослідити вихідні характеристики транзисторів різних типів.

Об'єкт дослідження – транзистори: біполярний, польовий.

Предмет дослідження – теоретичні основи, принципи роботи, фізичний зміст і застосування діодів.

Методи дослідження – 1) одержання зображення ВАХ транзисторів на екрані двоканального осцилографа, що працює в режимі характериографа, 2) побудова сімейства ВАХ шляхом вимірювання певної кількості значень сили струму I_k , що відповідають певним значенням напруги $U_{ке}$ (для певної сили струму бази I_b або напруги $U_{бе}$) для біполярного транзистора та певної кількості значень сили струму стоку I_c , що відповідають певним значенням напруги

Усв (для певних значень напруги між затвором і витоком $U_{зв}$) для польового транзистора, подання результатів вимірів у вигляді графіків.

ЗМІСТ

Частина 1. Теоретичні відомості. с.

I. Основні означення.....4

Частина 2. Виконання роботи.

I. Схема.....6

II. ВАХ біполярного транзистора.....6

III. Схема.....6

IV. ВАХ Мосфета.....6

Висновки.....7

Джерела.....13

Теоретичні відомості

Біполярний транзистор – це напівпровідниковий прилад з двох $n-p$ переходами, що зв'язані між собою, та трьома виводами, підсилювальні властивості якого зумовлені вищими інжекції (введення) та екстракції (вилучення) неосновних носіїв заряду.

Вихідна вольт-амперна характеристика (ВАХ) біполярного транзистора – це залежність сили струму колектора I_k від напруги між колектором та емітером $U_{ке}$ при певному значенні струму бази I_b (або напруги між базою та емітером $U_{бе}$) в схемі зі спільним емітером.

Польовий (уніполярний) транзистор –

це напівпровідниковий прилад, підсилювальні властивості якого зумовлені струмомосновних носіїв, що течуть по провідному каналу, провідність якого керується зовнішнім електричним полем.

Польовий транзистор з керувальним електродом –

це польовий транзистор, керування струмомосновних носіїв у якому здійснюється за допомогою $r-p$ – переходу, зміщеного узворотному напрямі.

Вихідна вольт-амперна характеристика (ВАХ) польового транзистора –

це залежність сили струму стоку I_s від напруги між стоком та витоком $U_{св}$ при певному значенні напруги між затвором та витоком $U_{зв}$. Основна функція, яку виконує транзистор (від англ. transfer – переносити і resistor –

опір), подібна до функції звичайного водогінного крана: невеликим зусиллям руки керуватися сильним напором води у трубі. Існує дванайпоширеніших різновиди транзисторів –

біполярні та уніполярні (або польові) транзистори. Роботу біполярного транзистора (наприклад, типу $r-p$ –

р) зручно розглядати при включенні його за так званою схемою зі спільною базою (Рис. 1 а), коли вивід бази є спільним для вхідного струму (вхідної напруги) та вихідного струму (вихідної напруги). Вихідним струмом транзистора в такій схемі є струм колектора I_k . Цей струм меншим ніж струм неосновних носіїв, що протікає через $r-p$ –

перехід, увімкнений узворотному напрямку (для транзисторів типу $r-p$ –

реструм дірок). При нульовій різниці потенціалів між емітером і базою (закороченому вхід транзистора) вихідна ВАХ збігається з ВАХ напівпровідникового діода, для якого прикладено напругу узворотному напрямку. Характерною є слабка залежність струму колектора I_k від різниці потенціалів $U_{кб}$.

При цьому в базі підтягуються електрони зі спільного вивода бази, тобто з бази витікає струм бази I_b (нагадаємо, що на протікання струму протилежний напрямку руху електронів). Таким чином, величина струму бази I_b є показником темпу рекомбінації в базовій області. Конструкція польових транзисторів з $r-p$ – переходом і схемою їх включення. Тонкий шар напівпровідника n -типу (або p –

типу), обмежений з двох боків $r-p$ –

переходами, називають каналом (англ. channel). Канал включають в електричне коло за допомогою

вохелектродів, один з яких називають виток (рос. исток, англ. source), а другий – стоком (англ. drain).

Електрод, який приєднується в поперечному напрямку до областей р-типу (або n-типу), відповідно, є керувальним і носить назву затвора (англ. gate). Величина струму в каналі (завдяки керувальній дії затвора) залежить від напруги, прикладеної між стоком і витком, та від опору напівпровідникової пластинки між цими виводами. Якщо для транзистора з р-каналом до затвора прикласти позитивну відносно витка напругу, то це призведе до збільшення товщини р-n-переходу і, відповідно, до зменшення площі перерізу каналу.

З зменшенням перерізу каналу збільшується опір між стоком та витком, що призводить до зменшення величини струму крізь канал. Таким чином, керування струмом каналу здійснюється напругою на затворі, яка відповідає зворотній напрузі на керувальному р-n-переході. Оскільки керувальний струм дуже малий, то потужність керування буде мізерною.

В той же час струм каналу може бути досить великим, а керувальний вплив може знизувати його до нуля. Напруга на затворі, при якій струм крізь канал припиняється, називають напругою відсічки. Польові транзистори з ізольованим затвором мають структуру метал-діелектрик-напівпровідник (МДН-транзистори, англ. MIS transistors).

Як діелектрик може використовуватись плівка двоокису кремнію SiO_2 і тому такі транзистори ще називають транзисторами зі структурою метал-оксид-напівпровідник (МОН-транзистори, англ. MOS transistors). Основою приладу є пластинка (підкладка) з монокристалічного кремнію р-

типу. Області стоку та витку являють собою ділянки кремнію, сильно леговані домішками n-типу (такі області позначаються символом n^+). Відстань між стоком та витком – близько 1 мкм.

ЗМІСТ

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

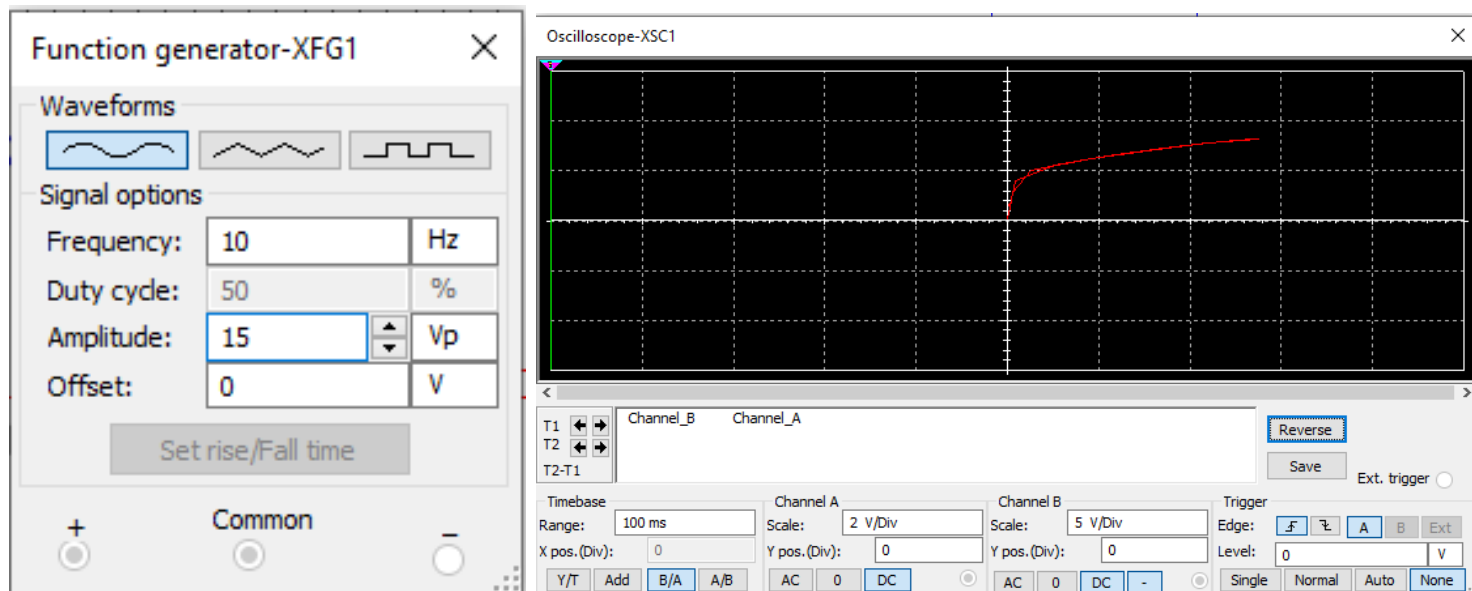


Рис 1 – зліва на право : Джерело , Осцилограф (на даній момент ми ставимо максимум струм , я кий може пройти , як виявилось – це 750mA , при наявності в колекторі 4В.)

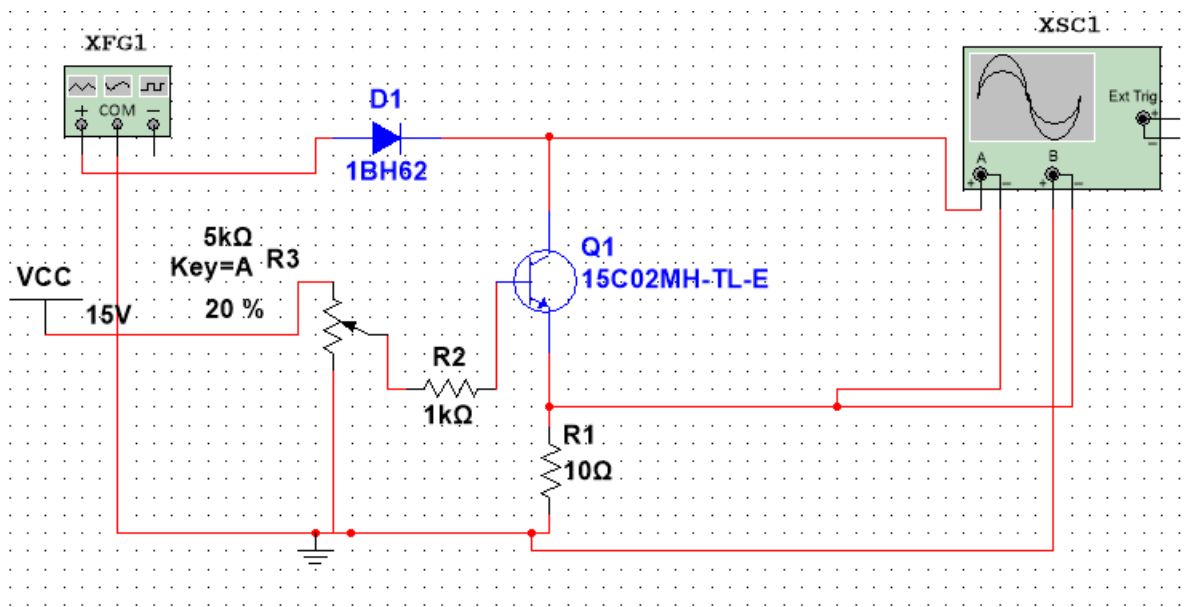


Рис 2 –схема Біполярного транзистора .

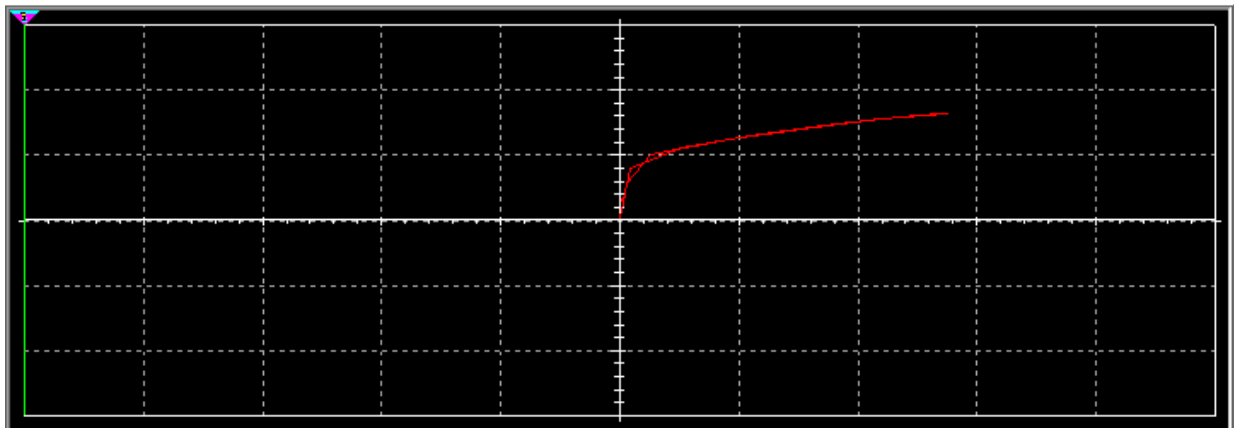


Рис 3 - VAX Біполярного транзистора.

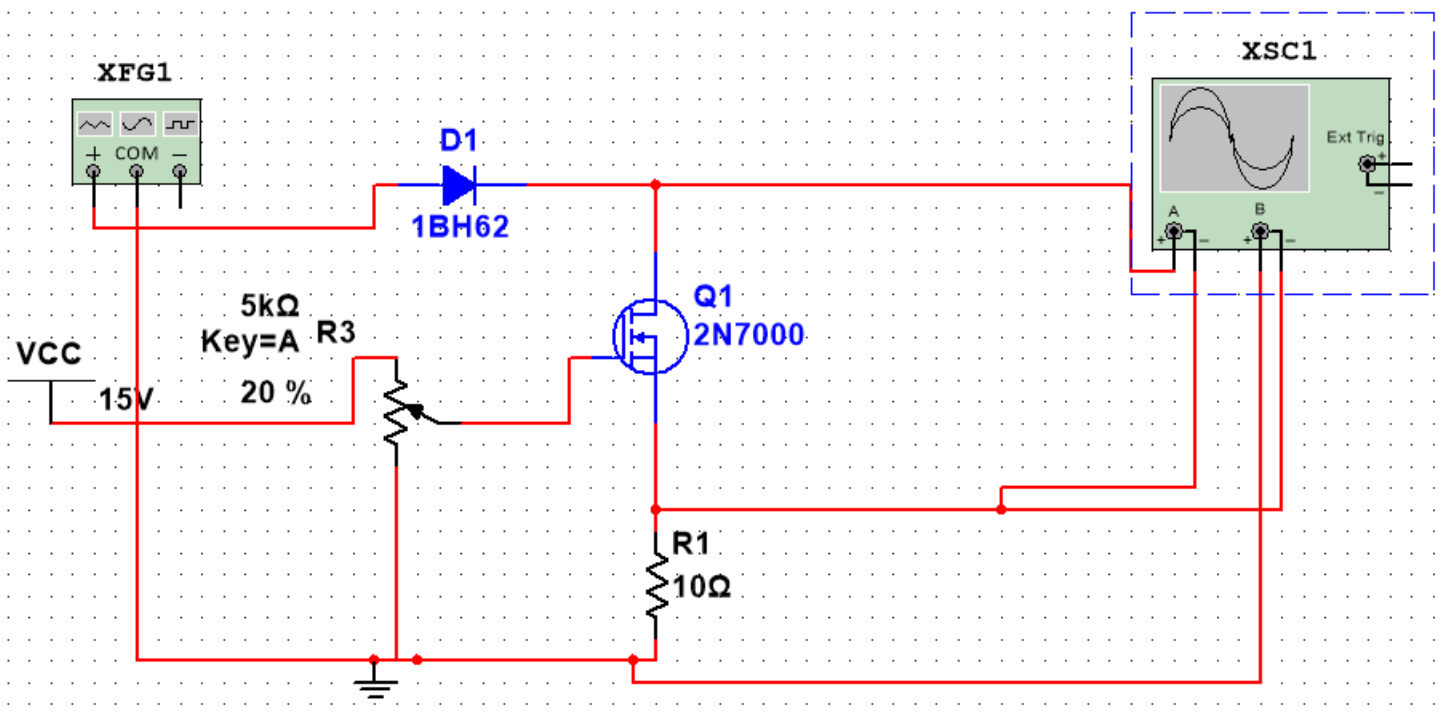


Рис 4 –схема Біполярного транзистора з Мосфетом .

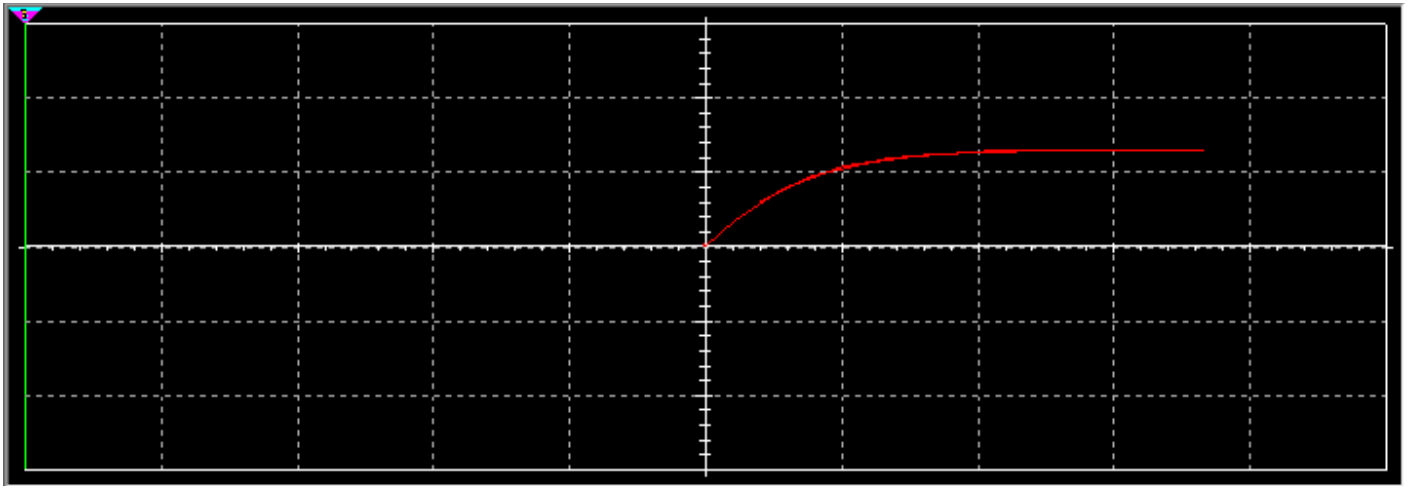


Рис 5 - ВАХ Біполярного транзистора з Мосфетом.

Висновок

У ході даної лабораторної роботи ми дослідили вихідні характеристики транзисторів різних типів. Ми можемо одержати зображення ВАХ транзисторів на екрані двоканального осцилографа, який працює в режимі характериографа, а також на екрані вольтметра, що дає уявлення про їх властивості та можливе застосування .

Список використаних джерел

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