

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Звіт

до лабораторної роботи №4
«ТРАНЗИСТОРИ»

Виконав: Перепечай Владислав Олександрович

Київ, 2021

Звіт

Звіт.Транзистори: 00 с.

Мета роботи: дослідити вихідні характеристики транзисторів різних типів.

Метод вимірювання:

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, що відповідають певним значенням напруги (для певної сили струму бази або напруги) для біполярного транзистора та певної кількості значень сили струму стоку, що відповідають певним значенням напруги (для певних значень напруги між затвором і витоком) для польового транзистора, подання результатів вимірів у вигляді графіків.

Об'єкт дослідження: вольт-амперні характеристики транзисторів – керованих нелінійних елементів, на основі яких можна створювати підсилювачі електричних сигналів.

Використано програму LTspice.

Зміст

Теоритичні відомості.....	4
Виконання роботи.....	7
Біполярний транзистор.....	7
Польовий транзистор.....	11
Висновки.....	16
Джерела.....	16

Теоритичні відомості

Біполярний транзистор – це напівпровідниковий прилад з двома р-n- переходами, що взаємодіють між собою, та трьома виводами, підсилювальні властивості якого зумовлені явищами інжекції (введення) та екстракції (вилучення) неосновних носіїв заряду.

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

Польовий (уніполярний) транзистор – це напівпровідниковий прилад, підсилювальні властивості якого зумовлені струмом основних носіїв, що течуть по провідному каналу, провідність якого керується зовнішнім електричним полем.

Польовий транзистор з керувальним електродом – це польовий транзистор, керування струмом основних носіїв у якому здійснюється за допомогою р-n-переходу, зміщеного у зворотному напрямі.

Вихідна вольт-амперна характеристика (ВАХ) польового транзистора – це залежність сили струму стоку від напруги між стоком та витокм при певному значенні напруги між затвором та витокм.

Основна функція, яку виконує транзистор (від англ. transfer – переносити і resistor – опір), подібна до функції звичайного водогінного крана: невеликим зусиллям руки керувати сильним напором води у трубі. У схемі з транзистором за допомогою вхідного сигналу малої потужності можна керувати вихідним сигналом великої потужності.

Існує два найпоширеніших різновиди транзисторів – біполярні та уніполярні (або польові) транзистори.

Біполярний транзистор (англ. bipolar transistor) являє собою сукупність двох р-n- переходів, складених з двох р-областей і однієї n-області (структура типу р-n-p) або з двох n-областей і однієї р-області (структура типу n-p-n).

Одна з крайніх областей носить назву емітера (від англ. emit – випускати, випромінювати), а інша – колектора (від англ. collect – збирати), середню область називають базою. База-емітерний (або просто емітерний) р-n-перехід включають у прямому напрямку, а база-колекторний (або просто колекторний) р-n-перехід – у зворотному.

Роботу біполярного транзистора (наприклад, типу р-n-p) зручно розглядати при включенні його за так званою схемою зі спільною базою, 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 є нічим іншим як струмом неосновних носіїв, що протікає через р-n-перехід, увімкнений у зворотному напрямку (для транзистора типу р-n-p це струм дірок). При нульовій різниці потенціалів

між емітером і базою (закороченому вході транзистора) вихідна ВАХ збігається з ВАХ напівпровідникового діода, до якого прикладено напругу у зворотному напрямку. Характерною є слабка залежність струму колектора від різниці потенціалів. Оскільки струм залежить виключно від концентрації неосновних носіїв у базі поблизу колекторного переходу, то змінюючи цю концентрацію можна змінювати струм колектора. Зміна концентрації неосновних носіїв у базі і, зокрема, біля колекторного переходу досягається їх введенням (емісією) в базу через емітерний перехід. Не всі введені в базу з боку емітерного переходу неосновні носії заряду (в нашому випадку дірки) досягають колекторного переходу, оскільки в базовій області вони можуть рекомбінувати з основними носіями (в нашому випадку електронами). При цьому в базу підтягуються електрони зі спільного вивода бази, тобто з бази витікає струм бази (нагадаємо, що напрямок струму протилежний напрямку руху електронів).

Принцип роботи польових транзисторів простіший за принцип дії біполярних транзисторів. Польовий транзистор являє собою триелектродний прилад, в якому струм створюють основні носії заряду під дією повздовжнього електричного поля, а керування величиною цього струму здійснюється поперечним електричним полем, що створюється напругою, прикладеною до керувального електрода.

За конструктивними особливостями всі польові транзистори (англ. field-effect transistor, FET) поділяються на дві групи: 1) польові транзистори з р-n- переходом та 2) польові транзистори з ізольованим затвором.

Транзистор в схемах включення можна розглядати як активний чотириполюсник. Оскільки транзистор має тільки три виводи (емітер, базу, колектор або витік, затвор, стік), то в схемі чотириполюсника один з виводів є спільним для входу і виходу. В залежності від того, який з виводів транзистора вибрано спільним, розрізняють три схеми включення: зі спільною базою (затвором), спільним емітером (витоком) та спільним колектором (стоком).

Для дослідження властивостей транзистора звичайно використовують так звані вхідні та вихідні характеристики. Вхідна характеристика – це залежність вхідного струму від вхідної напруги (при постійній вихідній напрузі), а вихідна – залежність вихідного струму від вихідної напруги (при постійній вхідній). В кожній зі схем включення вхідними і вихідними будуть різні ланки транзистора, тому й характеристики в різних схемах включення будуть відрізнятися.

Однією з найпоширеніших схем включення є схема зі спільним емітером. Вхідною характеристикою в цьому випадку є функція струму бази від напруги між базою та емітером при постійній напрузі колектор-емітер, а вихідною – зв'язок між струмом колектора і напругою між колектором та емітером при фіксованій напрузі база-емітер. Вхідна характеристика подібна до ВАХ р-n-переходу, включеного у прямому напрямку. Іноді замість вхідної характеристики користуються так званою передавальною –

залежністю струму колектора від база-емітерної напруги при постійній напрузі колектор-емітер – як більш інформативною.

Однією з особливостей біполярного транзистора є те, що колекторний струм на вихідній характеристиці мало змінюється після досягнення певного значення, яке називають струмом насичення. Напруга, при якій характеристика має вигин і колекторний струм досягає насичення, називається напругою насичення.

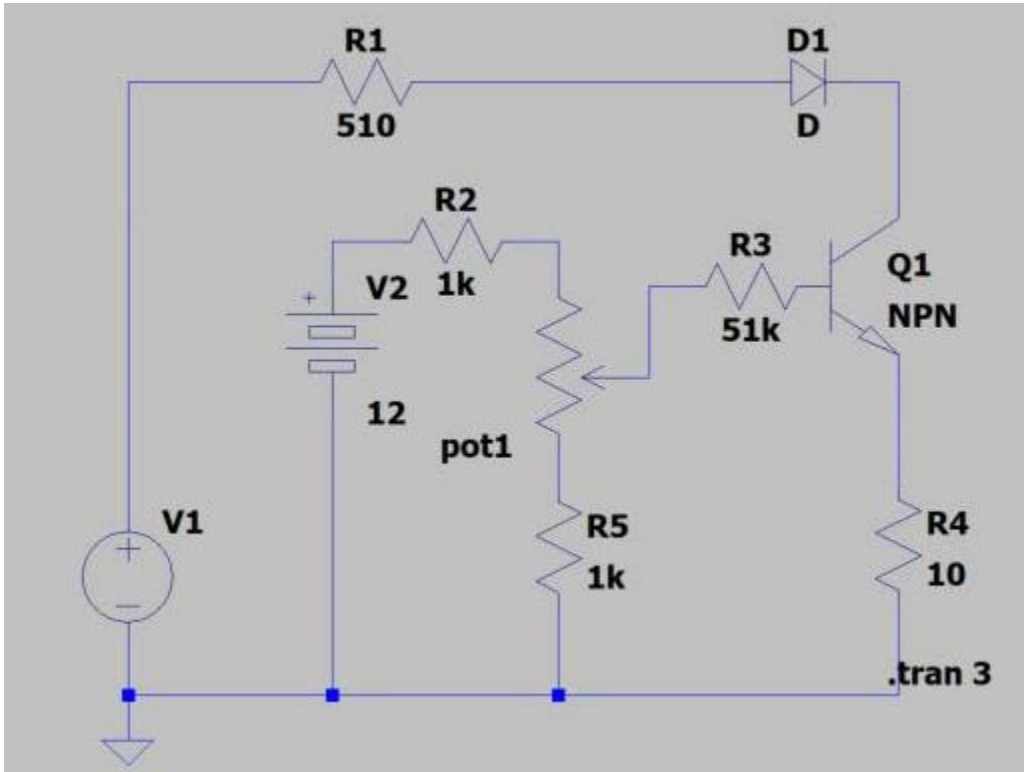
Іншою особливістю є те, що малої зміни вхідної напруги виявляється достатньо, щоб викликати відносно великі зміни колекторного струму. Це досить добре видно з передавальної характеристики, яка подібна до вхідної характеристики.

Якщо через транзистор тече великий вихідний струм (в схемі зі спільним емітером це струм), то кажуть, що транзистор відкритий, якщо ж вихідний струм малий, то кажуть, що транзистор закритий. У кожному з цих двох станів транзистор може перебувати нескінченно довго (якщо не відключати напругу живлення). Перевести транзистор із закритого стану у відкритий і навпаки можна лише за рахунок зовнішнього впливу, наприклад шляхом подачі на вхід транзистора імпульса напруги позитивної чи негативної полярності. Отже, транзистор може перебувати у двох різних стійких станах (тобто він являє собою бістабільний елемент), що забезпечує йому широке застосування як швидкодіючого елемента безконтактних переключальних пристроїв.

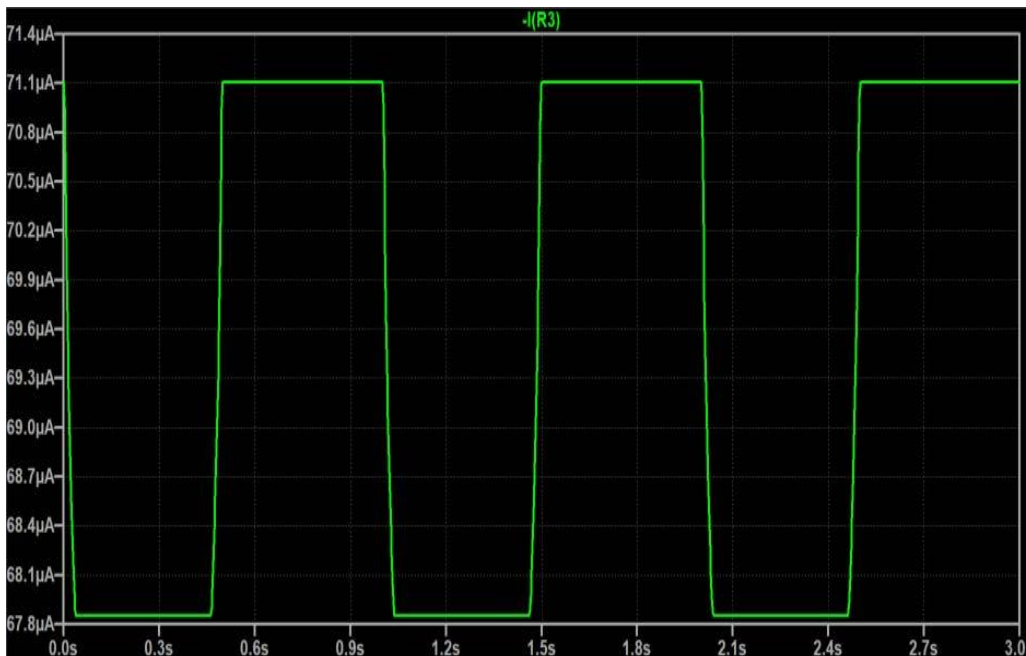
Виконання роботи

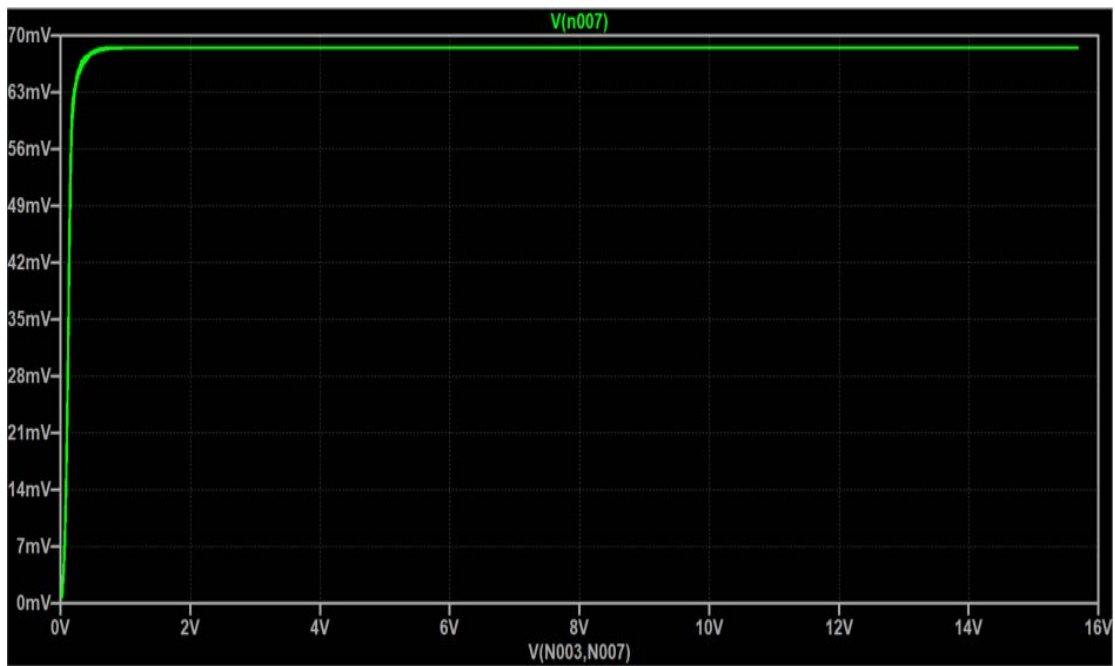
Біполярний транзистор

Схема:

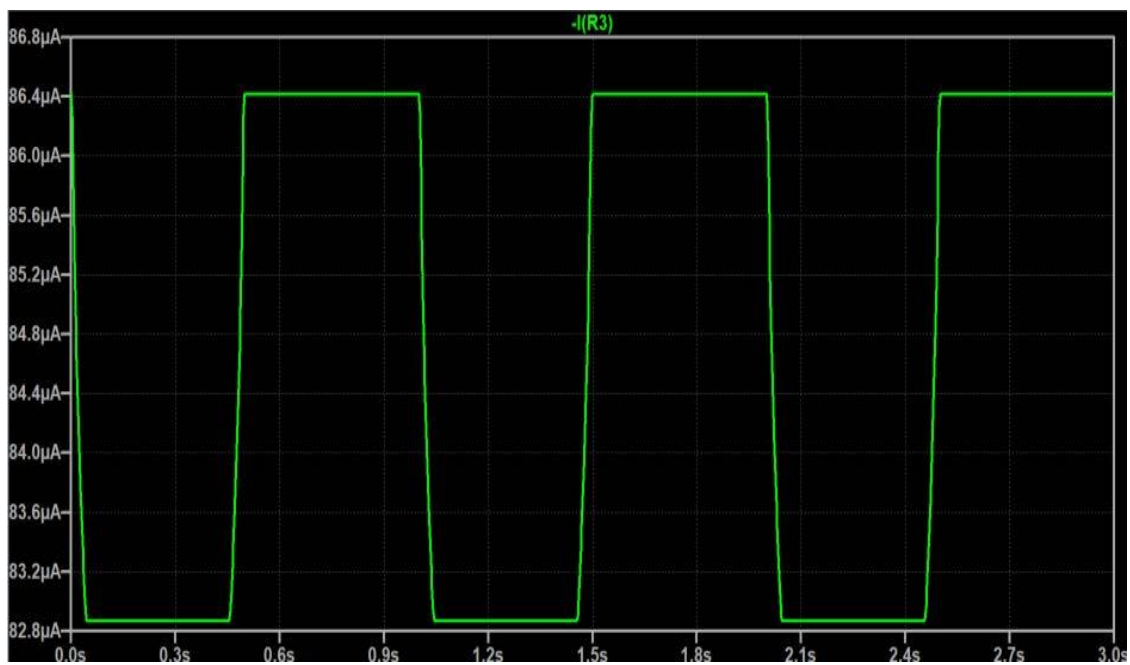


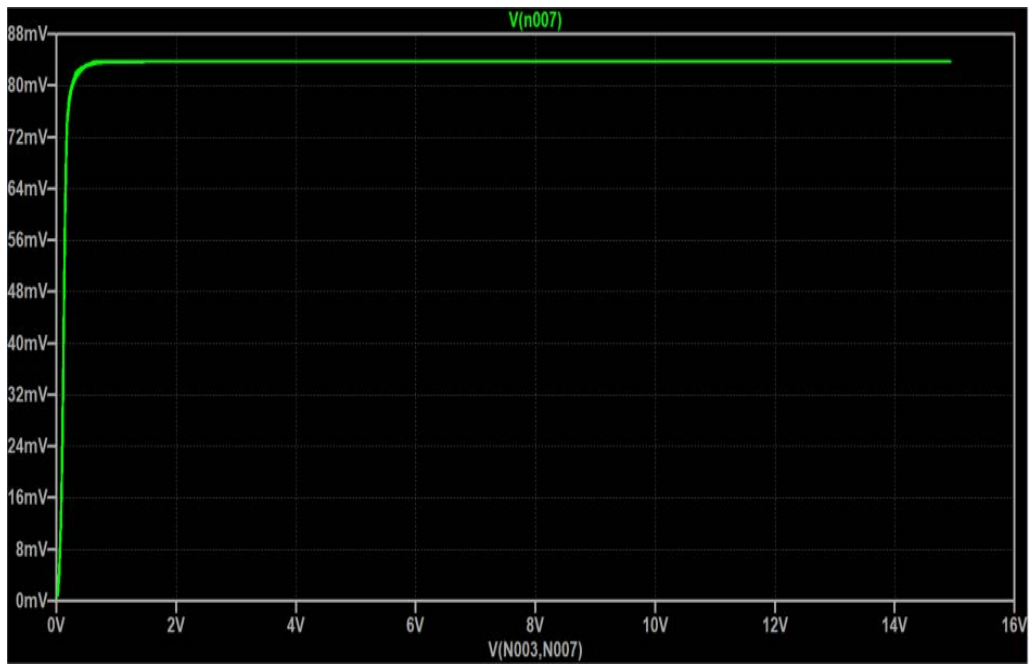
10%



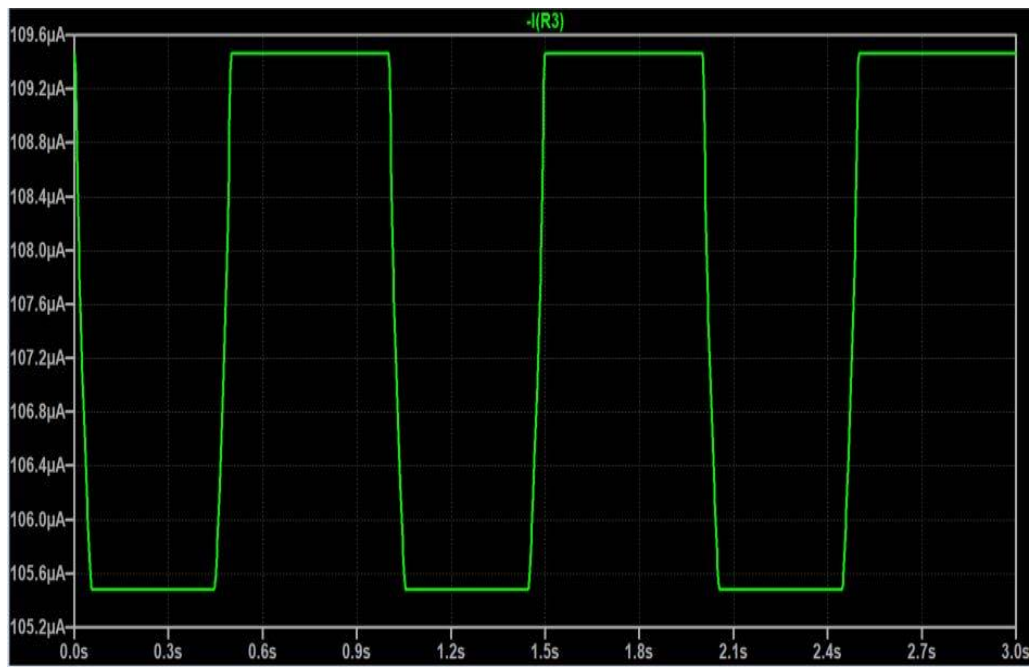


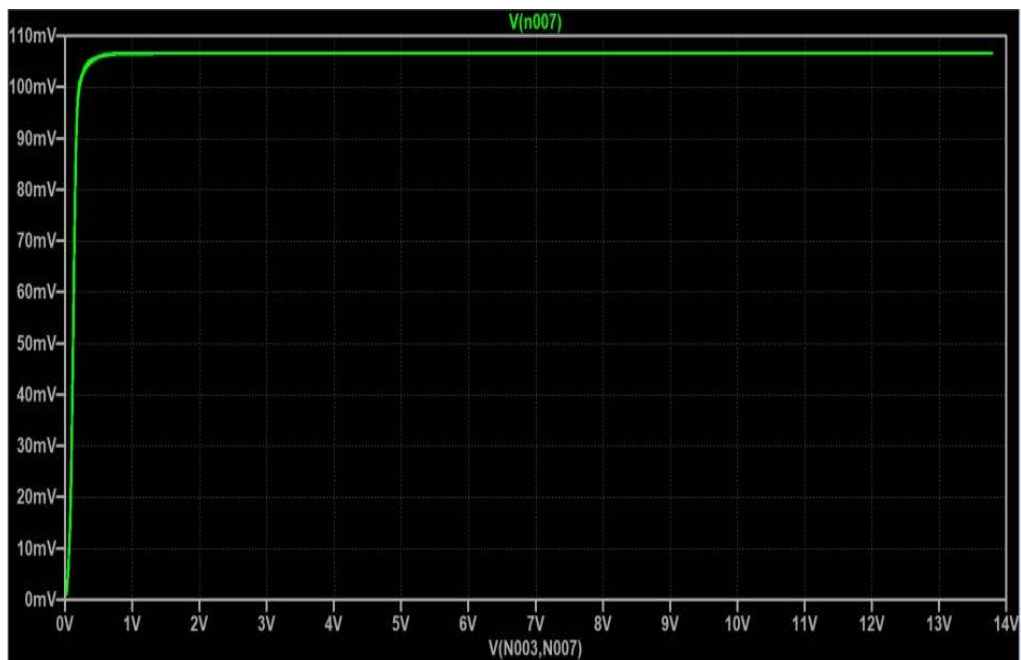
30%



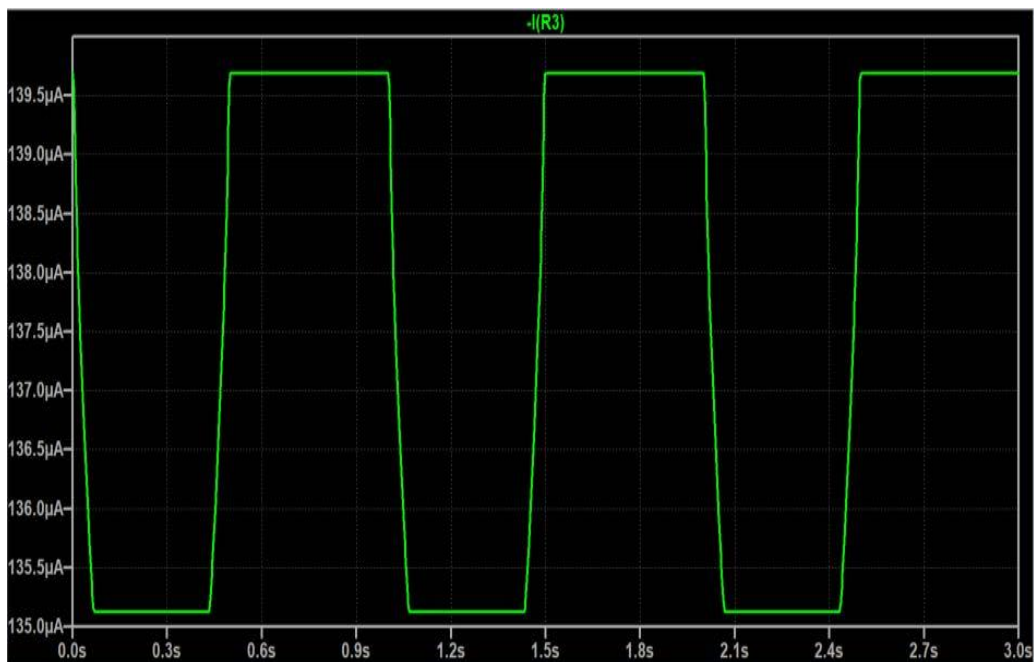


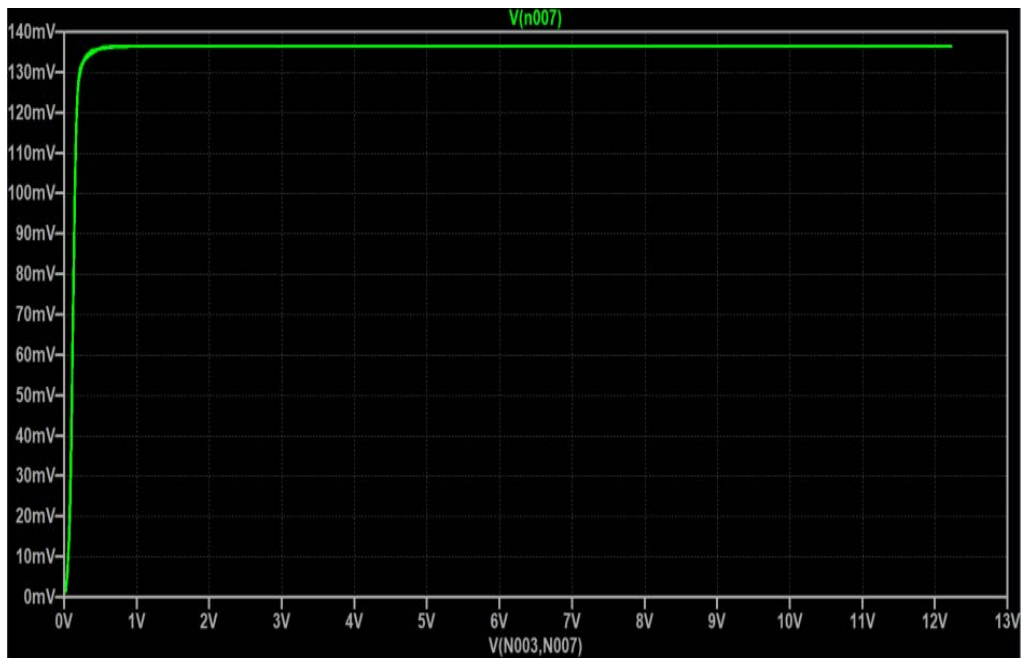
60%





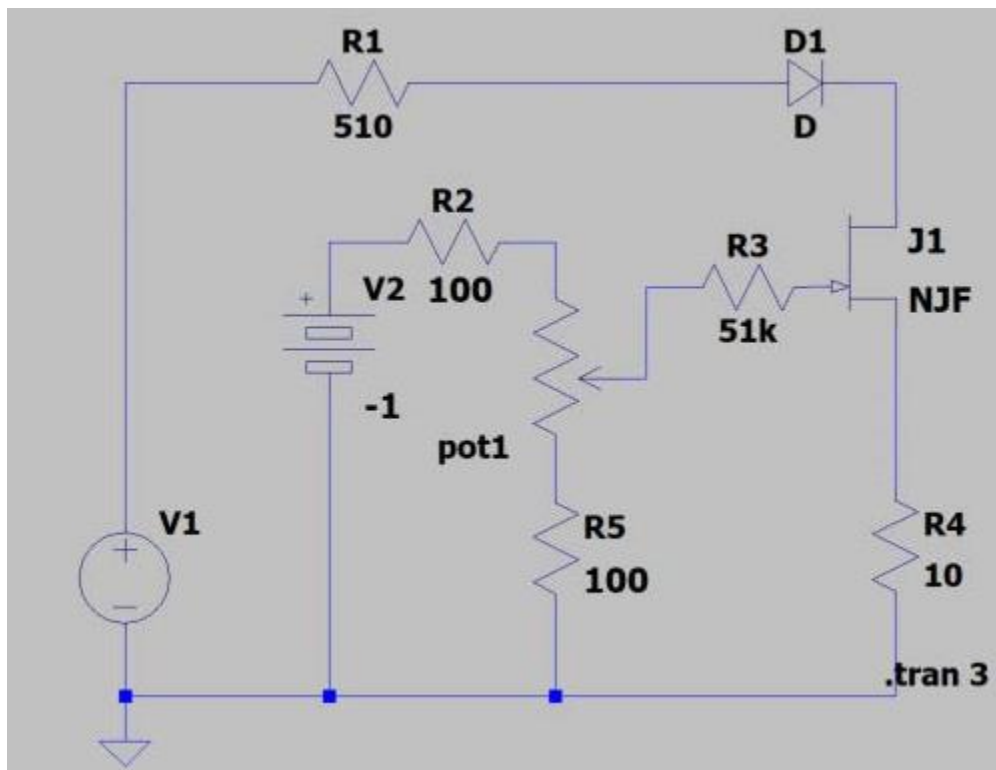
99%



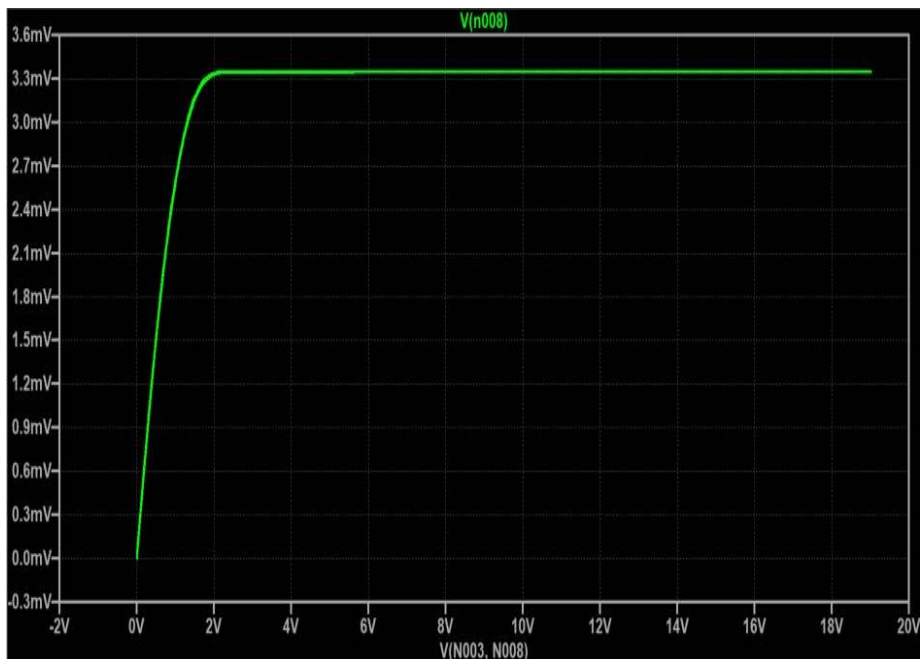
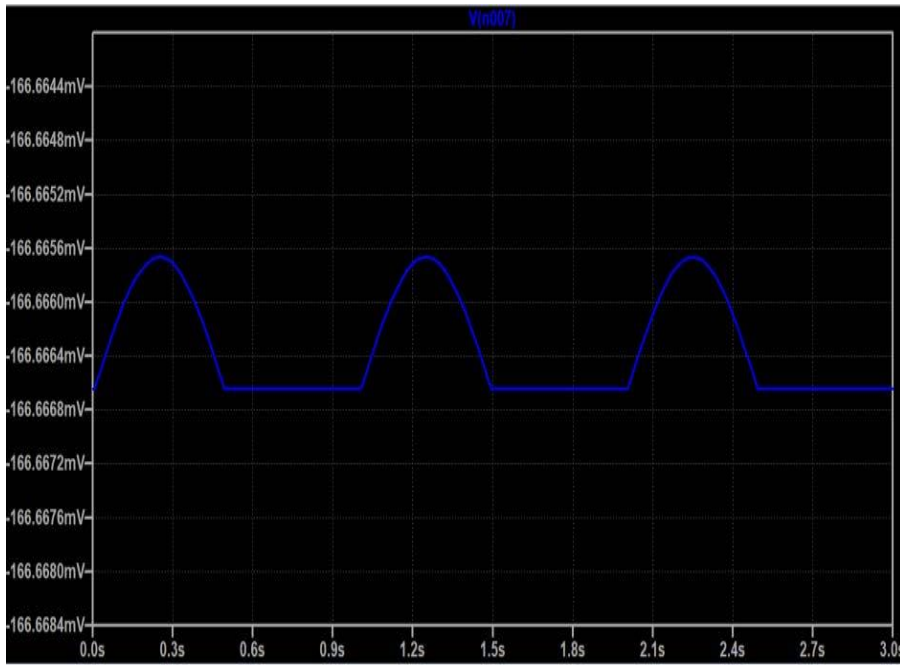


Пользовий транзистор

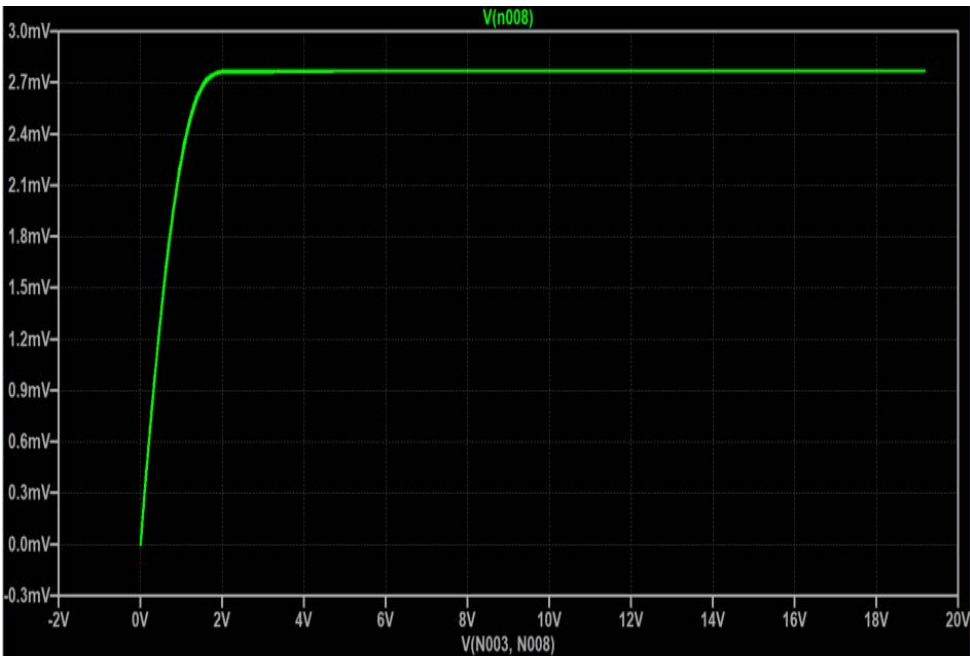
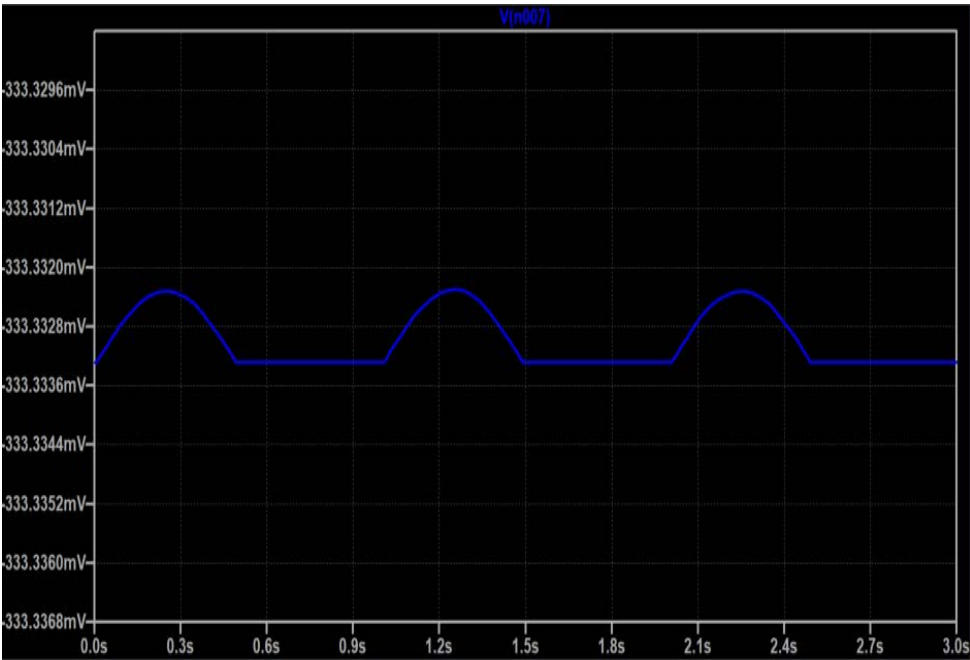
Схема:



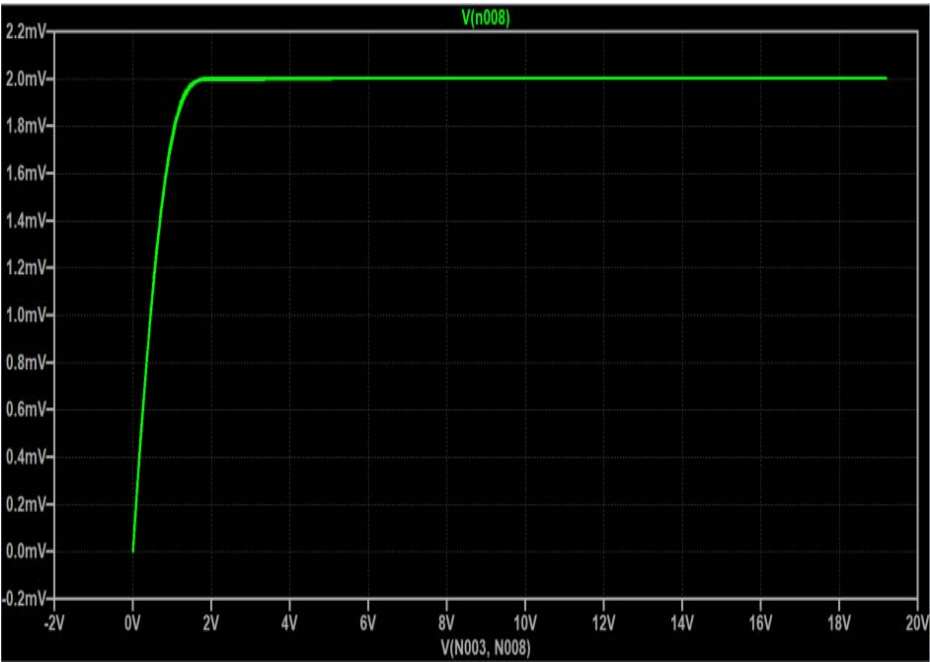
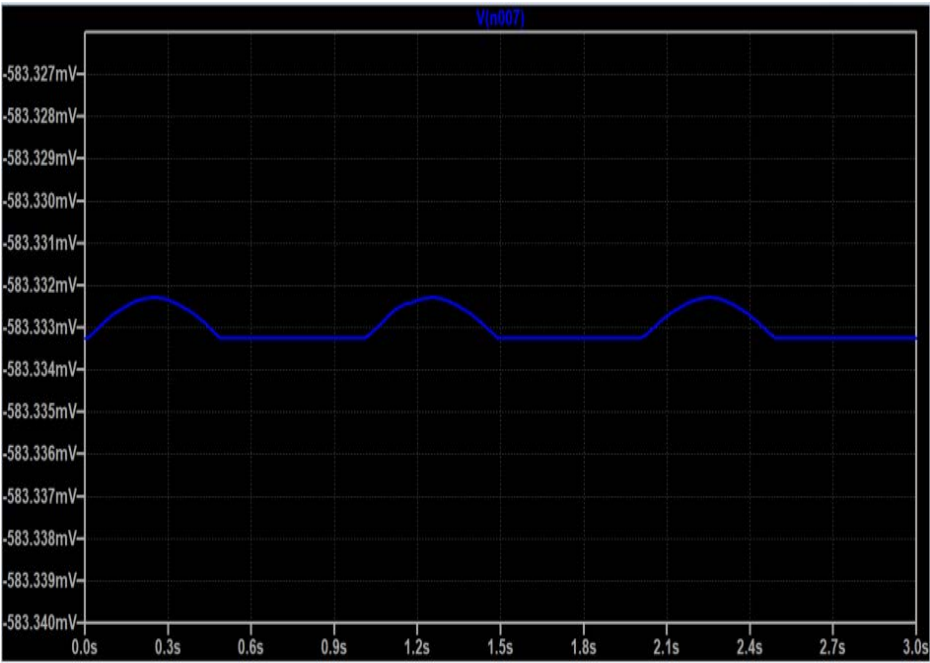
10%



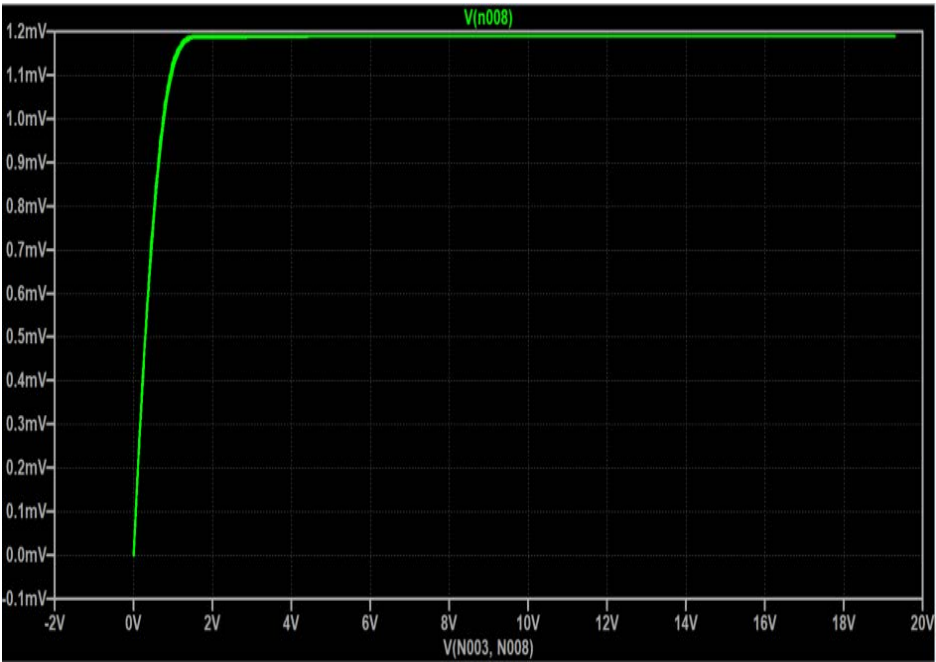
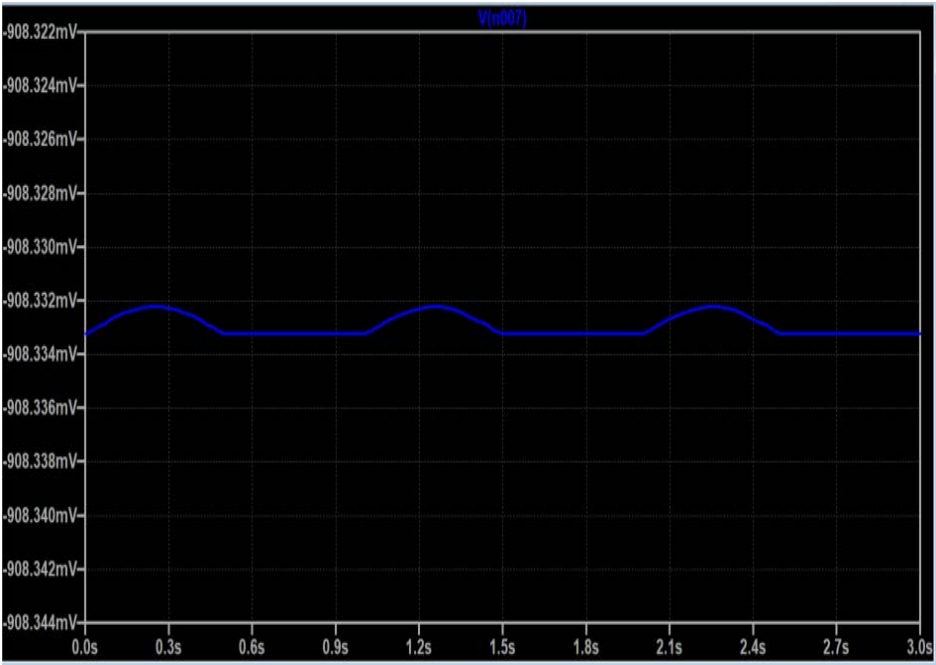
30%



60%



99%



Висновки

Дослідили вихідні характеристики транзисторів різних типів.

Одержали зображення ВАХ транзисторів на екрані двоканального осцилографа, що працює в режимі характериографа,

Побудували сімейства ВАХ шляхом вимірювання певної кількості значень сили струму, що відповідають певним значенням напруги (для певної сили струму бази або напруги) для біполярного транзистора та певної кількості значень сили струму стоку, що відповідають певним значенням напруги (для певних значень напруги між затвором і витоком) для польового транзистора, подали результати вимірів у вигляді графіків.

Джерела

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. Вивчення радіоелектронних схем методом комп'ютерного моделювання / Ю.О. Мягченко, Ю.М. Дулич, А.В.Хачатрян, Методичне видання. – К.: 2006.-с.