

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені
ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Повстен А.Я.

ЗВІТ

Дослідження ВАХ транзисторів

Київ. КНУ ім. Т. Шевченка, 2021

УДК 001.002 (008.21)

ББК 73Ц

I-72

Укладач: Повстен А. Я.

I-72 Звіт. Дослідження ВАХ транзисторів./ укл. Повстен А.Я.

– К. :КНУ ім. Т. Шевченка, 2021. – с. (Укр. мов.)

Наведено загальний звіт виконання роботи з моделювання електронних схем у програмі Electronics Workbench.

Зміст:

Вступ

Теоретичні відомості

Практична частина

-Біполярний транзистор

-Польовий транзистор

Висновок

Вступ

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

Теоретичні відомості:

Біполярний транзистор – це напівпровідниковий прилад з двома р-п-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 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 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-п-переходу, зміщеного у зворотному напрямі.

Вихідна вольт-амперна характеристика (ВАХ) польового транзистора – це залежність сили струму стоку I_c від напруги між стоком та витком $U_{св}$ при певному значенні напруги між затвором та витком $U_{зв}$.

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

Роботу біполярного транзистора (наприклад, типу р-п-р) зручно розглядати при включенні його за так званою схемою зі спільною базою (Рис. 1а), 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-п-перехід, увімкнений у зворотному напрямку (для транзистора типу р-п-р 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 I_K від різниці потенціалів U_{KB} . При цьому в базу підтягуються електрони зі спільного вивода бази, тобто з бази витікає струм бази I_B (нагадаємо, що напрямок струму протилежний напрямку руху електронів). Таким чином, величина струму бази I_B є показником темпу рекомбінації в базовій області.

Конструкція польових транзисторів з р-п-переходом і схеми їх включення. Тонкий шар напівпровідника п-типу (або р-типу), обмежений з двох боків р-п-переходами, називають каналом (англ. channel). Канал включають в електричне коло за допомогою двох електродів, 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 п-типу), відповідно, є керувальним і носить назву затвора (англ. gate). Величина струму в каналі (за відсутності керувальної 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 витока напругу, то це призведе до збільшення товщини р-п-переходу і, відповідно, до зменшення площі перерізу каналу. Зі зменшенням перерізу каналу збільшується опір між стоком та витком, що призводить до зменшення величини струму крізь канал.

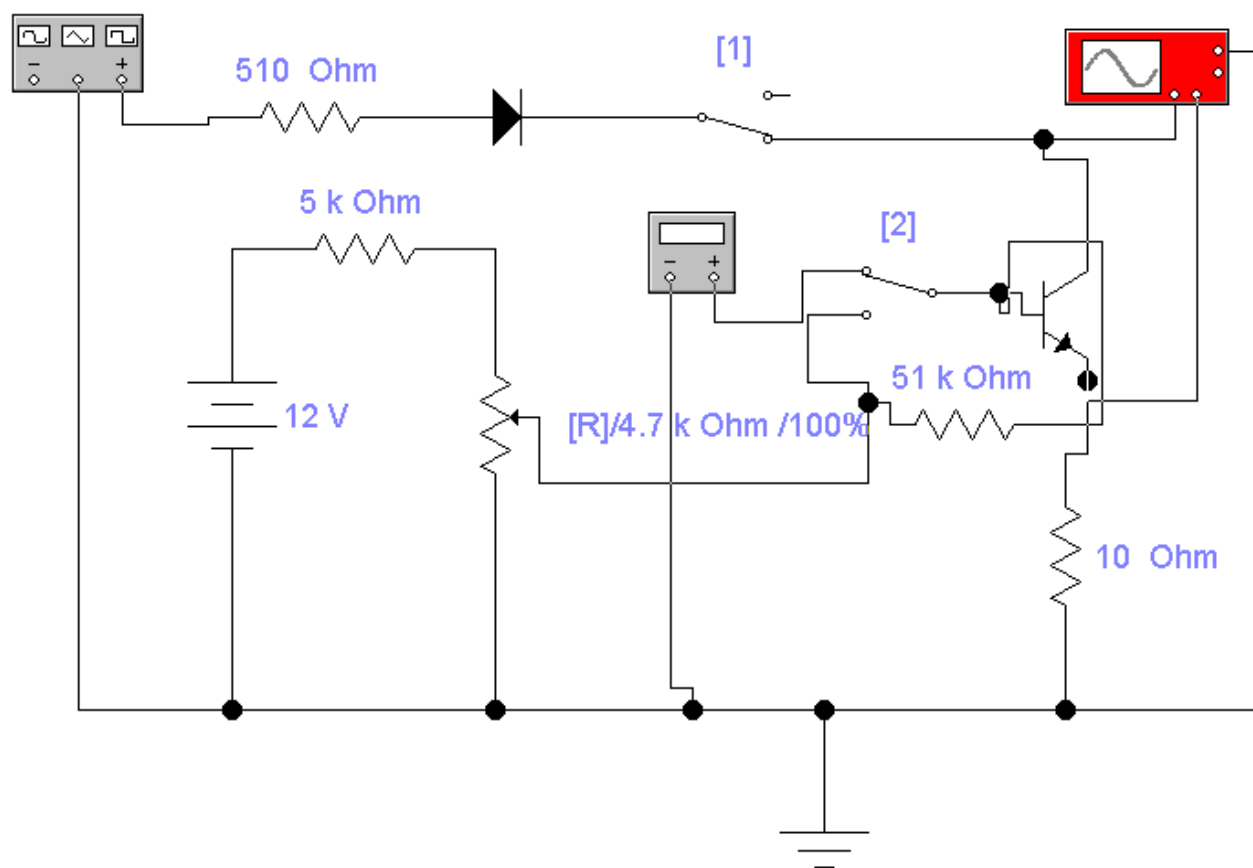
Таким чином, керування струмом каналу здійснюється напругою на затворі, яка відповідає зворотній напрузі на керувальному р-п-переході. Оскільки керувальний струм дуже малий, то потужність керування буде мізерною. В той же час струм каналу може бути досить великим, а керувальний вплив може знижувати його до нуля. Напруга на затворі, при якій струм крізь канал припиняється, називають напругою відсічки.

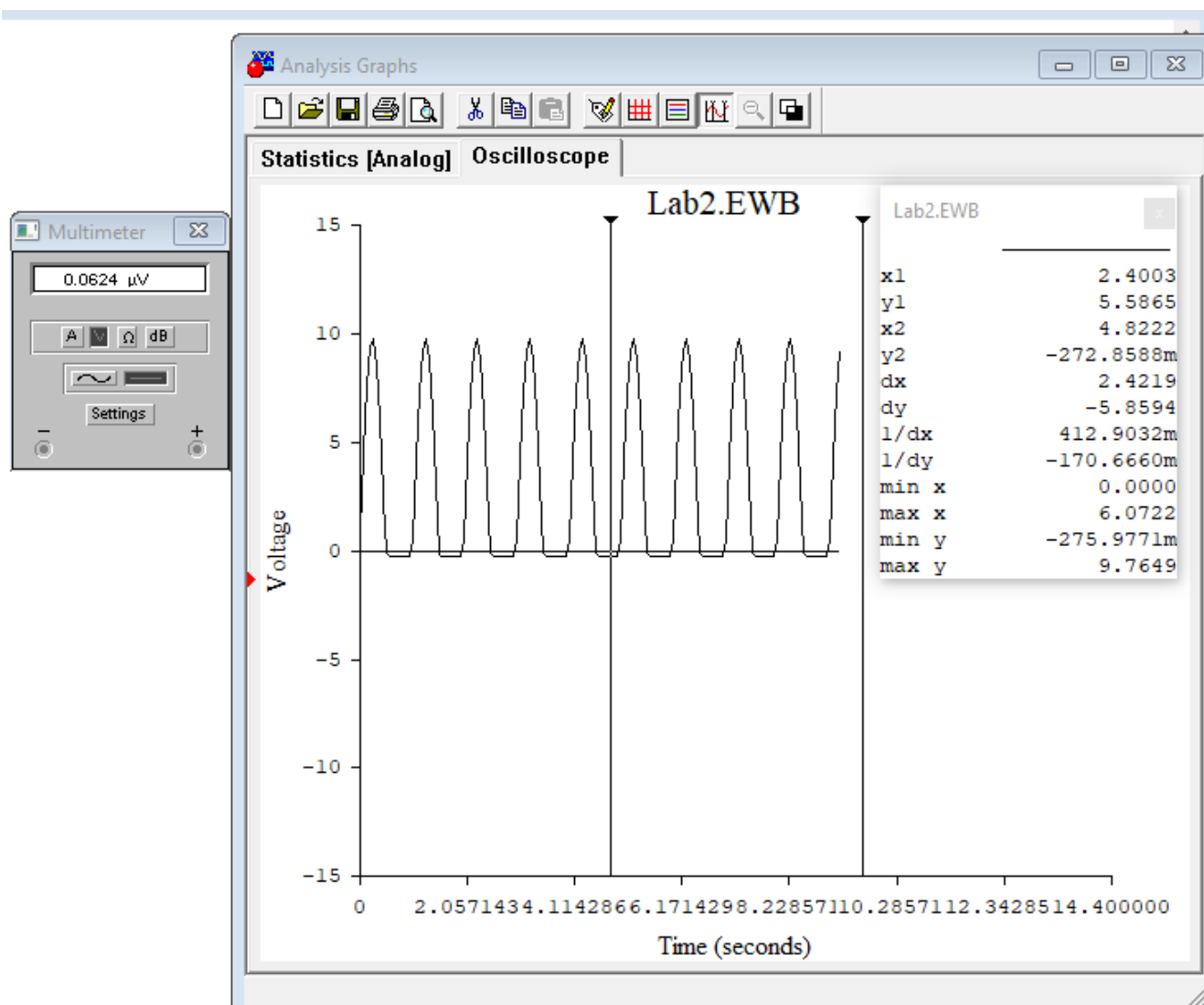
Польові транзистори з ізолюваним затвором мають структуру метал-діелектрик-напівпровідник (МДН-транзистори, англ. MIS transistors). Як діелектрик може використовуватись плівка двоокису кремнію SiO_2 і тому такі транзистори ще називають транзисторами зі структурою метал-оксид-напівпровідник (МОН-транзистори, англ. MOS transistors). Основою приладу є пластинка (підкладка) з монокристалічного кремнію р-типу. Області стоку та

витоку являють собою ділянки кремнію, сильнолеговані домішками n-типу (такі області позначають символом n^+). Відстань між стоком та витоком – близько 1 мкм.

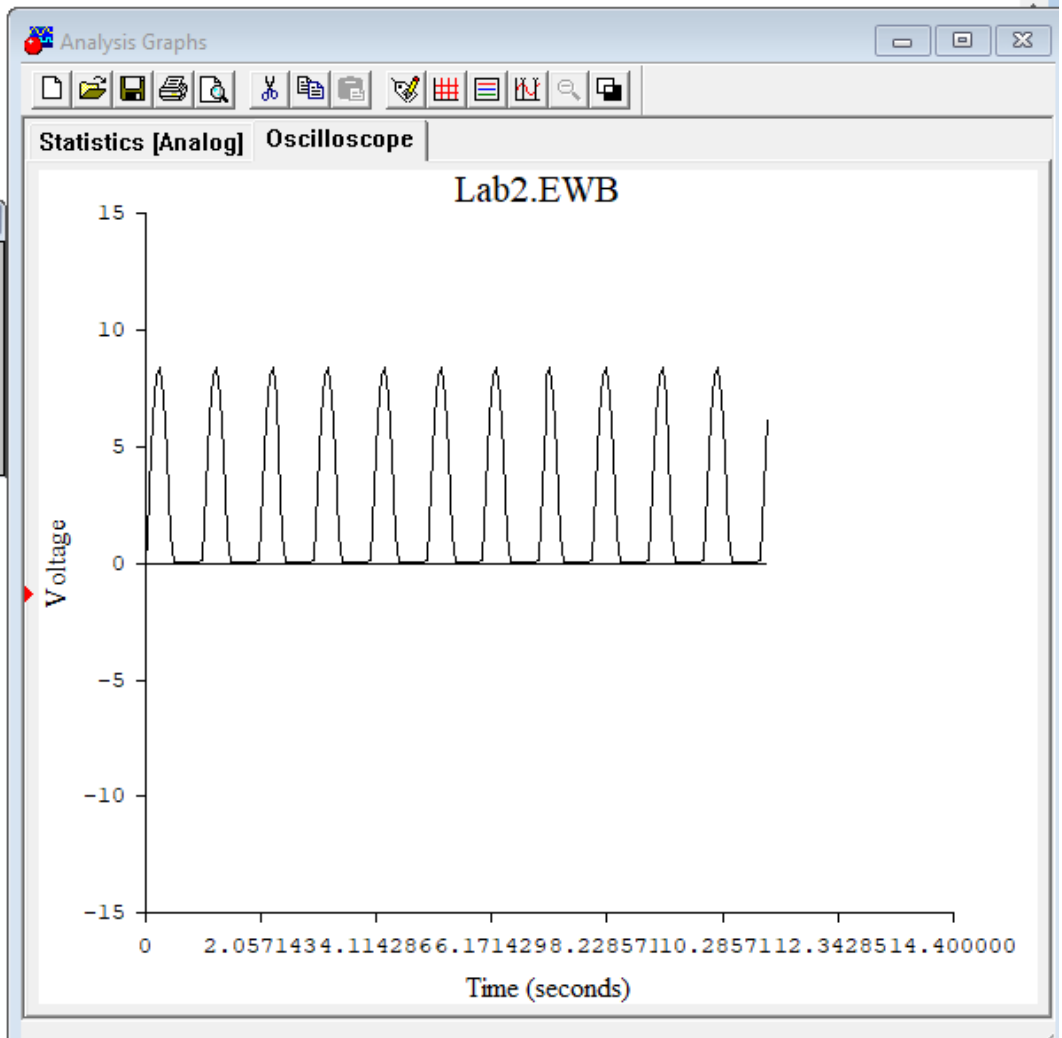
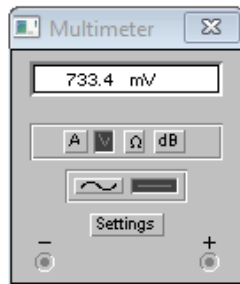
Практична частина

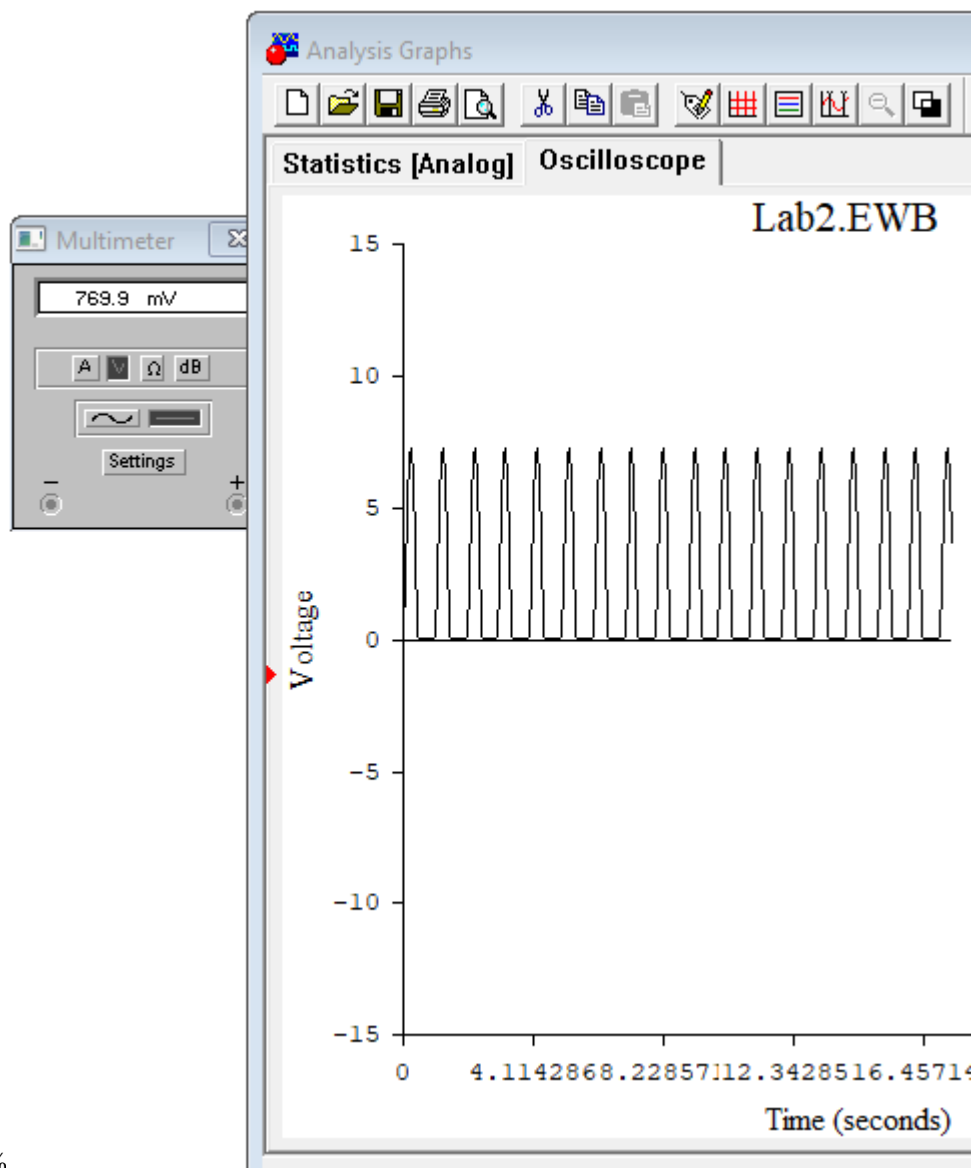
Біполярний транзистор:





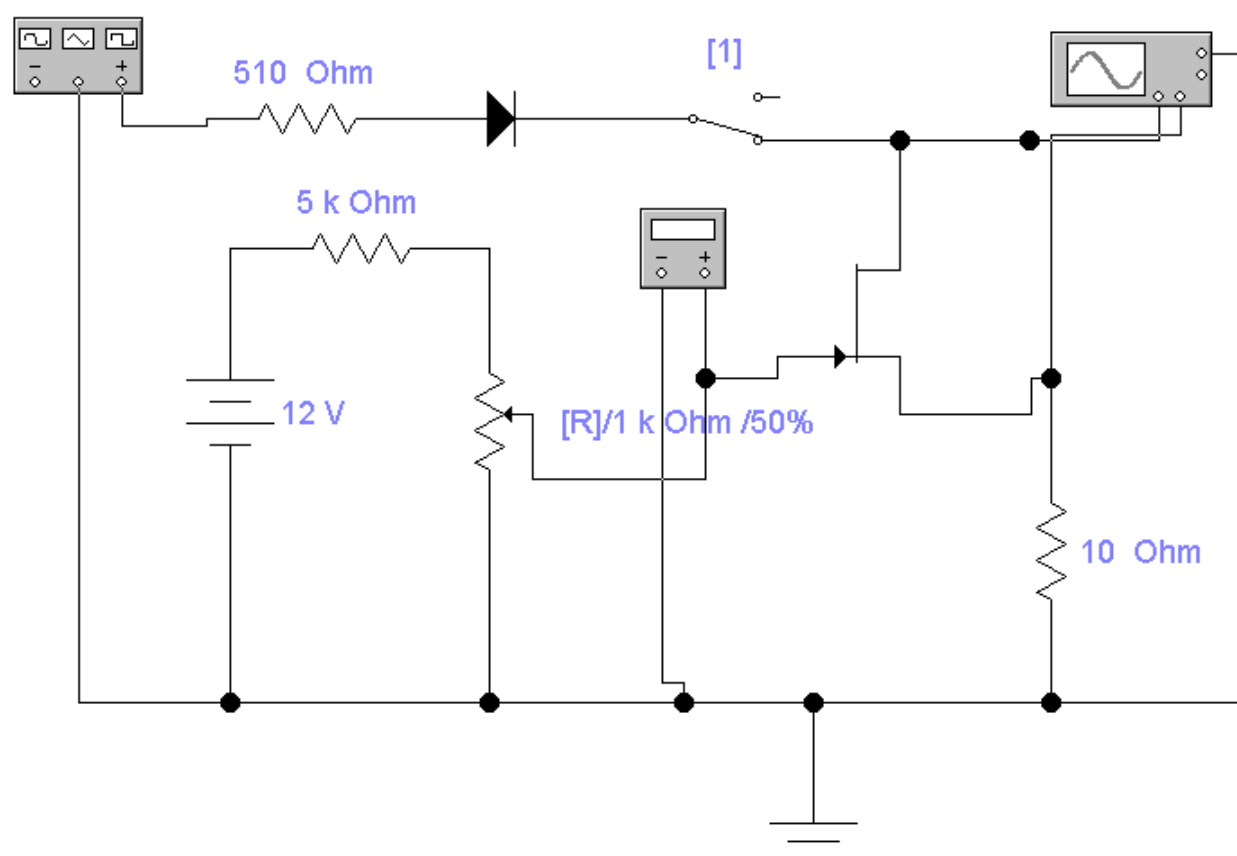
Вгорі, при 99%, знизу при 70%



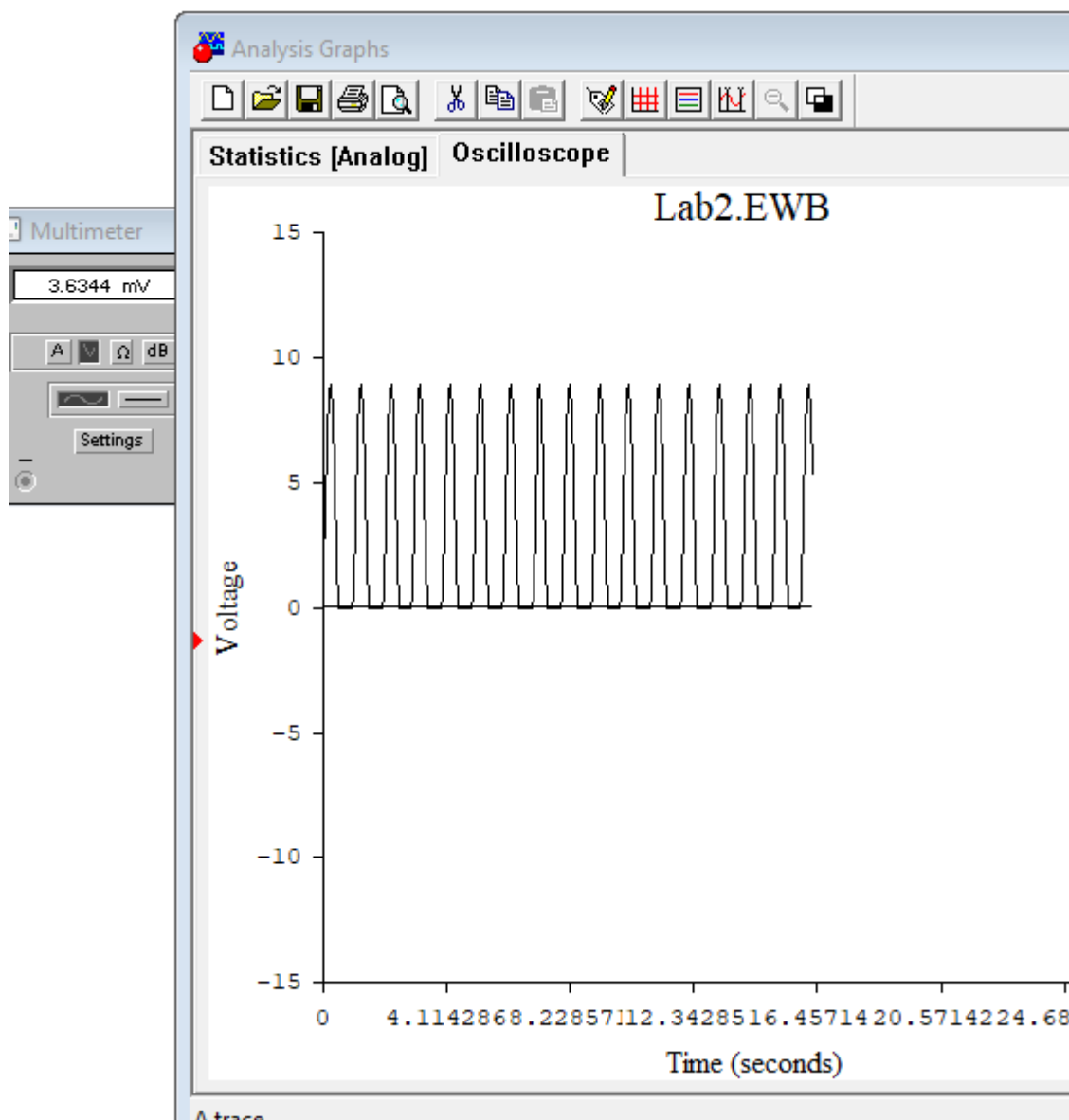


При 50%

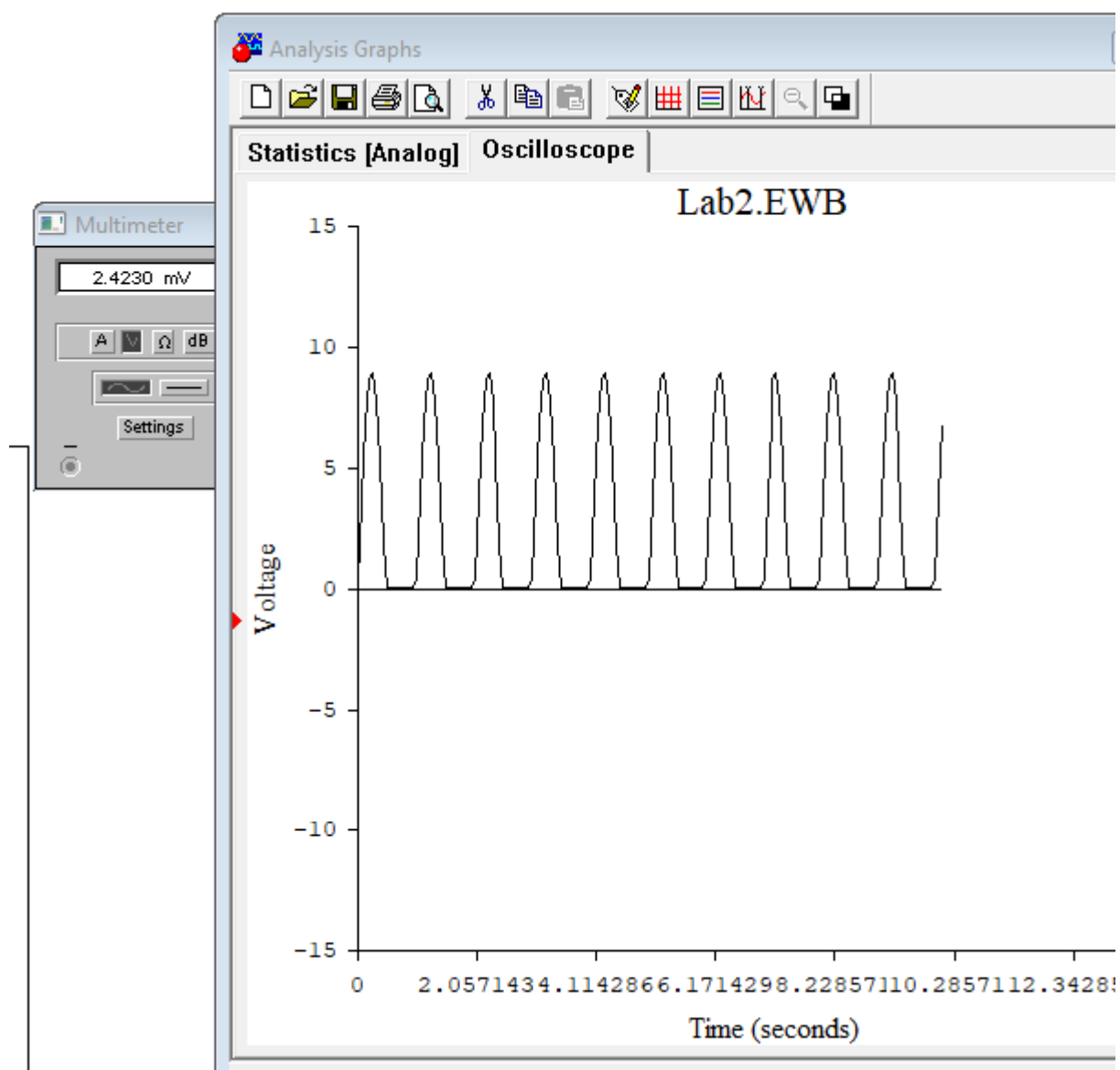
Польовий транзистор:



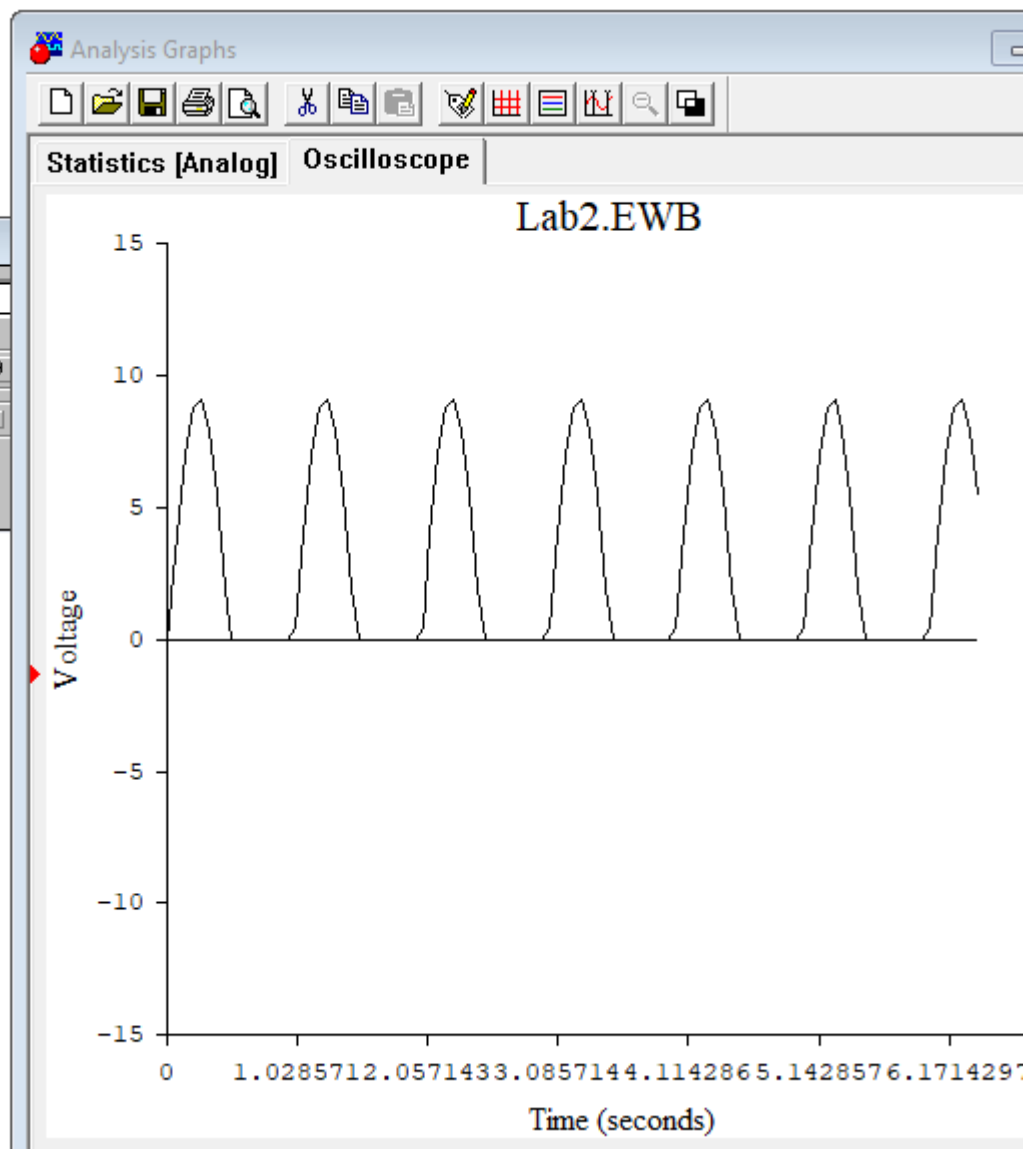
При 50%:



При 70%:



При 99%:



Висновок:

В даній роботі я отримав графіки залежності напруги від часу. У цьому дослідженні було використано два типи транзисторів: польові та біполярні. Під час дослідження я користувався двома методами, а саме: одержання зображення ВАХ транзисторів на екрані двоканального осцилографа, що працює в режимі характериографа та побудова сімейства ВАХ шляхом вимірювання певної кількості значень сили струму I_k , що відповідають певним значенням напруги U_k .