

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ТАРАСА  
ШЕВЧЕНКА

ЗВІТ

Дослідження ВАХ транзисторів

Київ. КНУ ім. Т. Шевченка, 2021

УДК 053.08 (002.21)

ББК 73Ц

I-72

Укладачі: М.В. Цисін.

I-72 Звіт. Дослідження ВАХ транзисторів./ укл. М.В. Цисін. –К. :КНУ ім. Т.Шевченка, 2021. – 16 с. (Укр. мов.)

Наведено звіт виконання роботи з моделювання електронних схем у програмі LTspice™.

УДК 053.08 (002.21)

ББК 73Ц

©Київський Національний Університет імені Тараса Шевченка, 2021

# Звіт

Звіт. Дослідження ВАХ транзисторів: 16 с.

**Мета роботи** – дослідити вихідні характеристики транзисторів різних типів

**Об'єкт дослідження** – біполярні та уніполярні транзистори, їхні вольт-амперні характеристики

**Предмет дослідження** – теоретичні основи, принципи роботи, фізичний зміст і застосування різних транзисторів

**Методи дослідження:**

- 1) одержання зображення ВАХ транзисторів на екрані двоканального осцилографа, що працює в режимі характерографа
- 2) побудова ВАХ шляхом вимірювання певної кількості значень сили струму на колекторі, 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

# Зміст

Теоретичні відомості.....	5
Виконання роботи. ....	6
Біполярний транзистор (NPN).....	6
Польовий транзистор (JFET р-канальний) .....	11
Висновки.....	16
Джерела.....	16

# Теоретичні відомості

**Транзистор** — керований нелінійний елемент, на основі якого можна створювати підсилювачі електричних сигналів

**Біполярний транзистор** — це напівпровідниковий прилад з двома  $p - n$  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  $I_k$  від напруги між колектором та емітером  $U_{ке}$  при певному значенні струму бази  $I_{Бб}$  (або напруги між базою та емітером  $U_{BE}$ ) 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  $p$ - $n$ -переходу, зміщеного у зворотному напрямі

**Вихідна вольт-амперна характеристика (ВАХ) польового транзистора** — це залежність сили струму стоку  $I_c$  від напруги між стоком та витоком  $U_{CB}$  при певному значенні напруги між затвором та витоком  $U_B$

## Класифікація, будова та принцип роботи транзисторів

Основна функція, яку виконує транзистор: за допомогою вхідного сигналу малої потужності керувати вихідним сигналом великої потужності. Існує два найпоширеніших різновиди транзисторів:

- біполярні
- уніполярні (польові)

**Біполярний транзистор** — це сукупність двох  $p - n$  переходів ( $p - n - p$  або  $n - p - n$ ). Одна з крайніх областей носить назву емітера, а інша — колектора, середню область називають базою. Емітерний  $p - n$  перехід включають у пряму напрямку, а колекторний  $p - n$  перехід — у зворотному.

Принцип роботи **польових транзисторів** дещо простіший. 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 поділяються на дві групи:

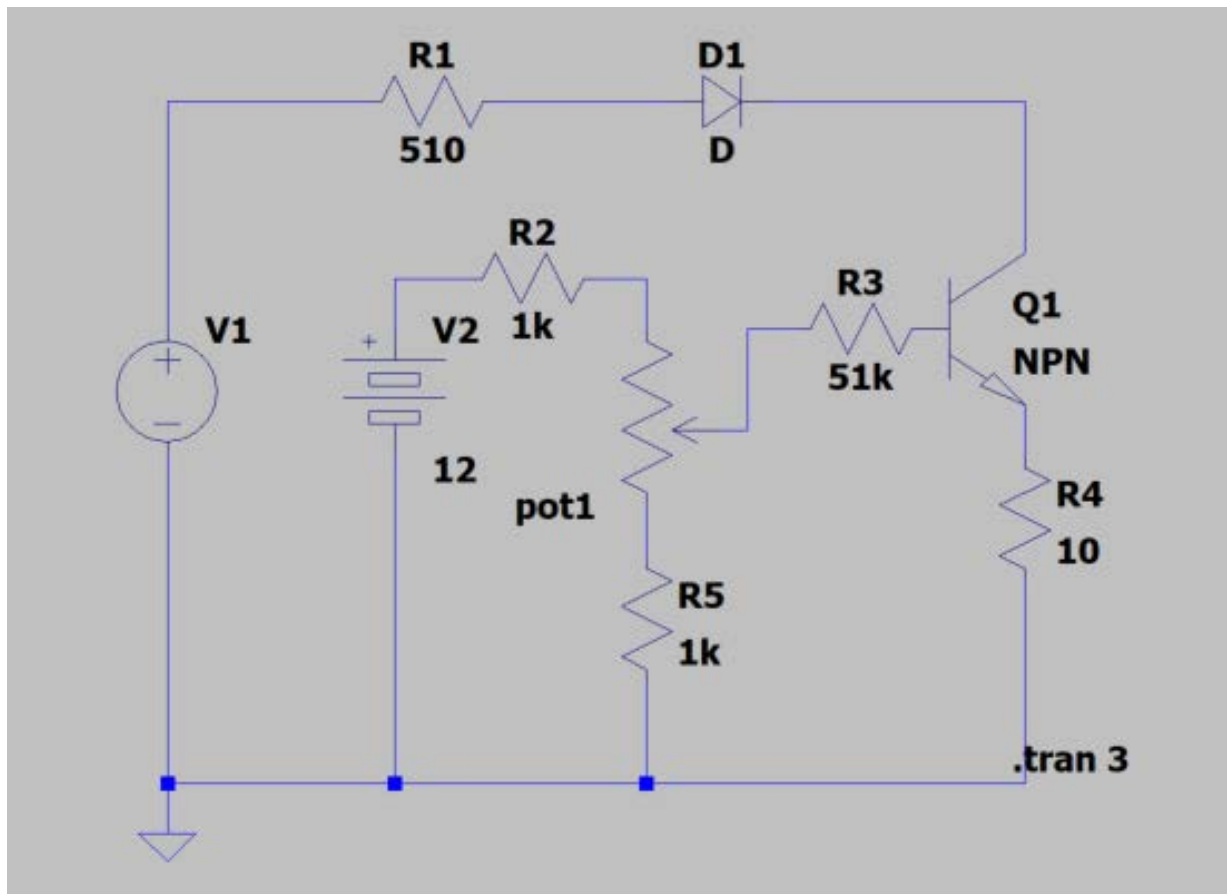
- польові транзистори з  $p - n$  переходом
- польові транзистори з ізольованим затвором

## Виконання роботи.

Дослідимо властивості біполярного та польового транзисторів. Для цього збираємо схему в якій є подільник напруги грає роль генератора постійної напруги з досить малим порівняно з послідовним імпедансом резистора на 51к та емітерного повторювача. Таким чином ми можемо отримати приблизно постійний струм на вході бази (бо зміна напруги на резисторі в 10 Ом сумарно зі зміною напруги на переході база-емітер є нехтовно малими)

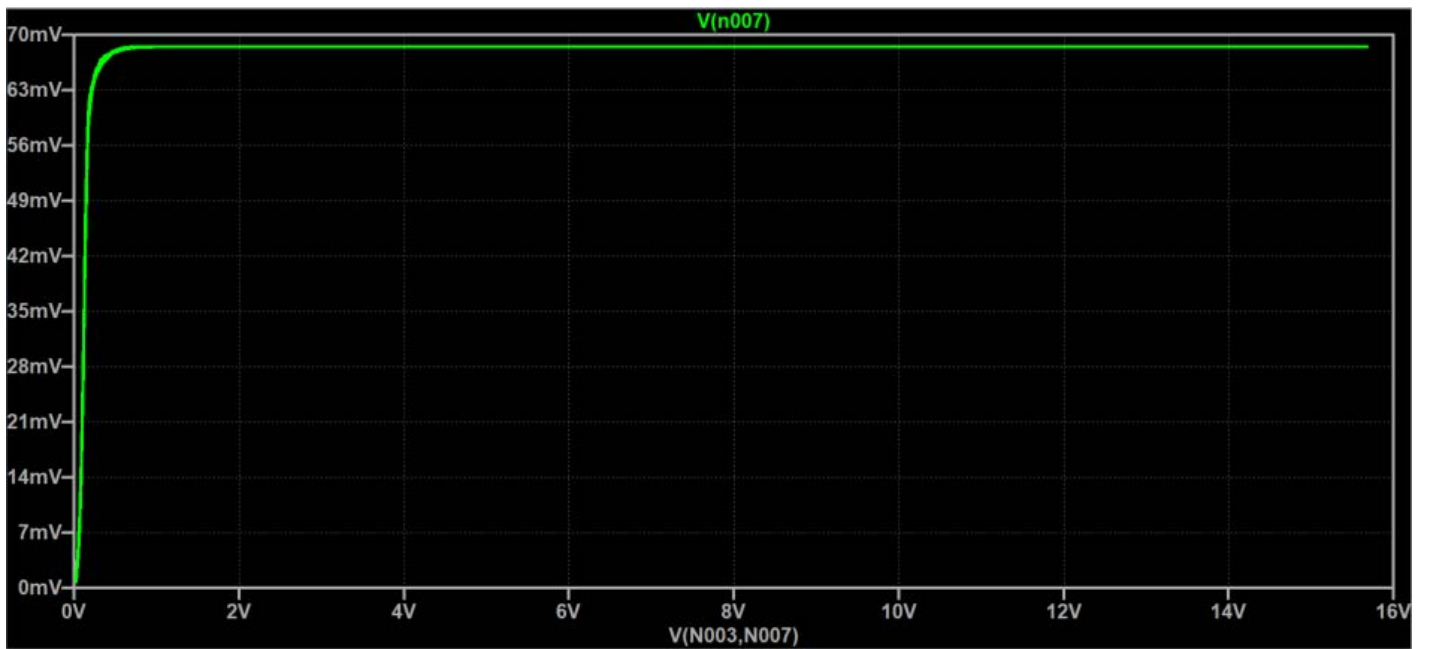
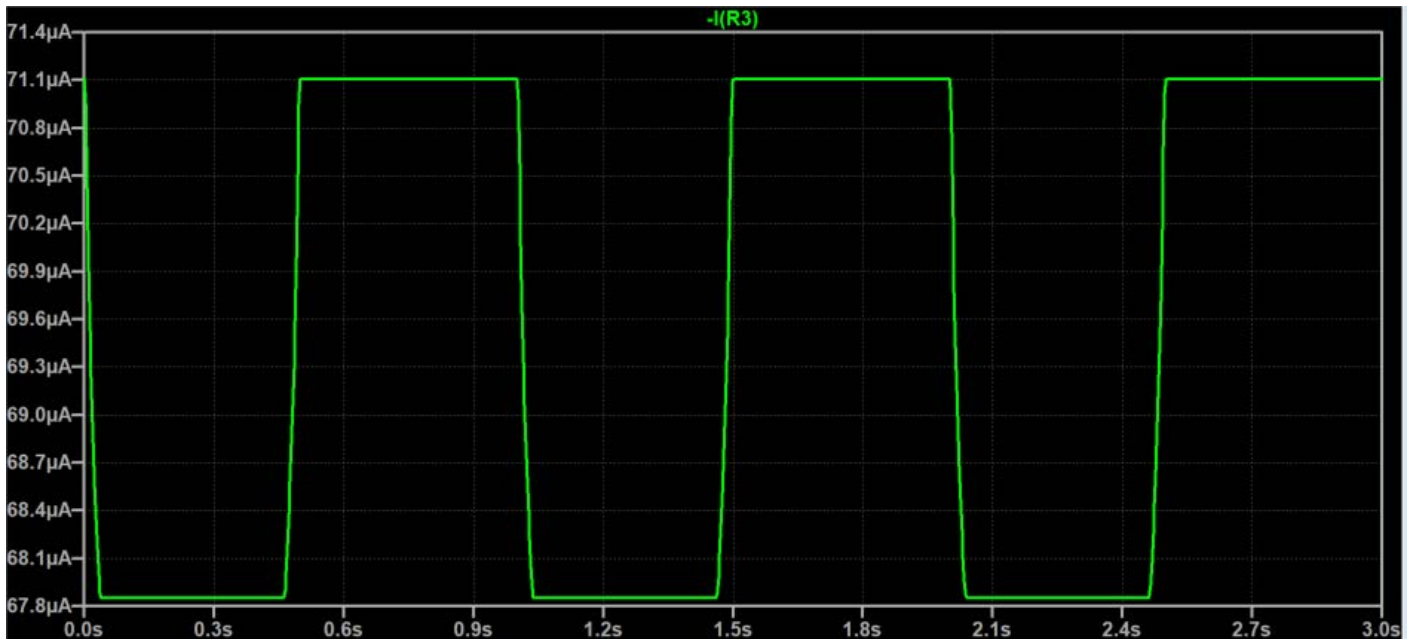
### Біполярний транзистор (NPN)

Досліджувана схем виглядає так:

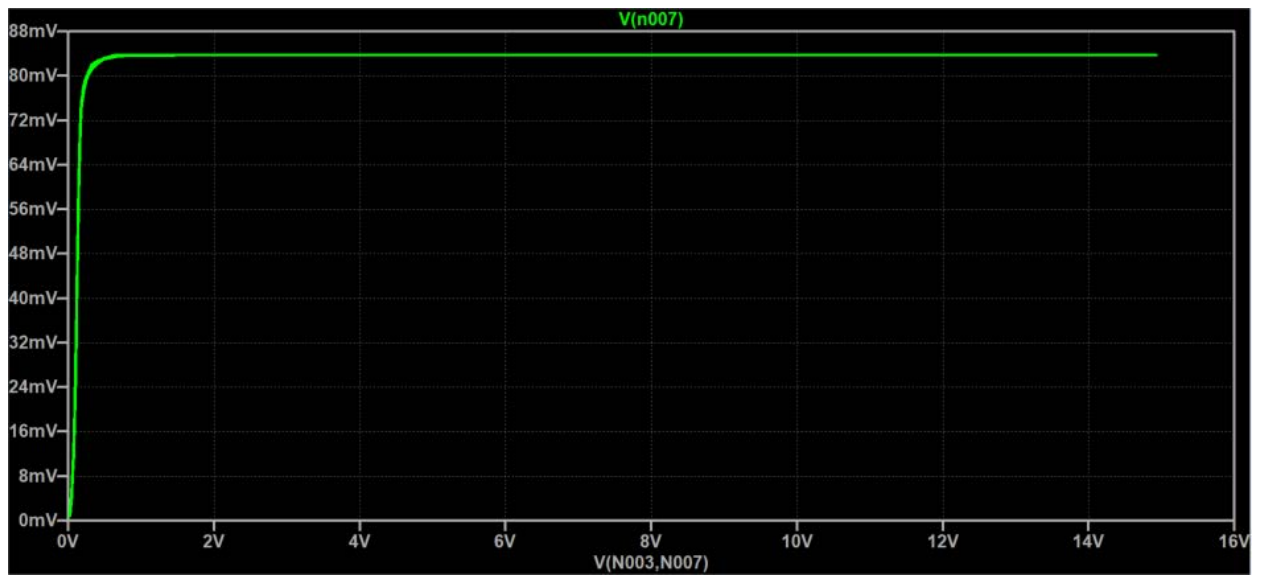
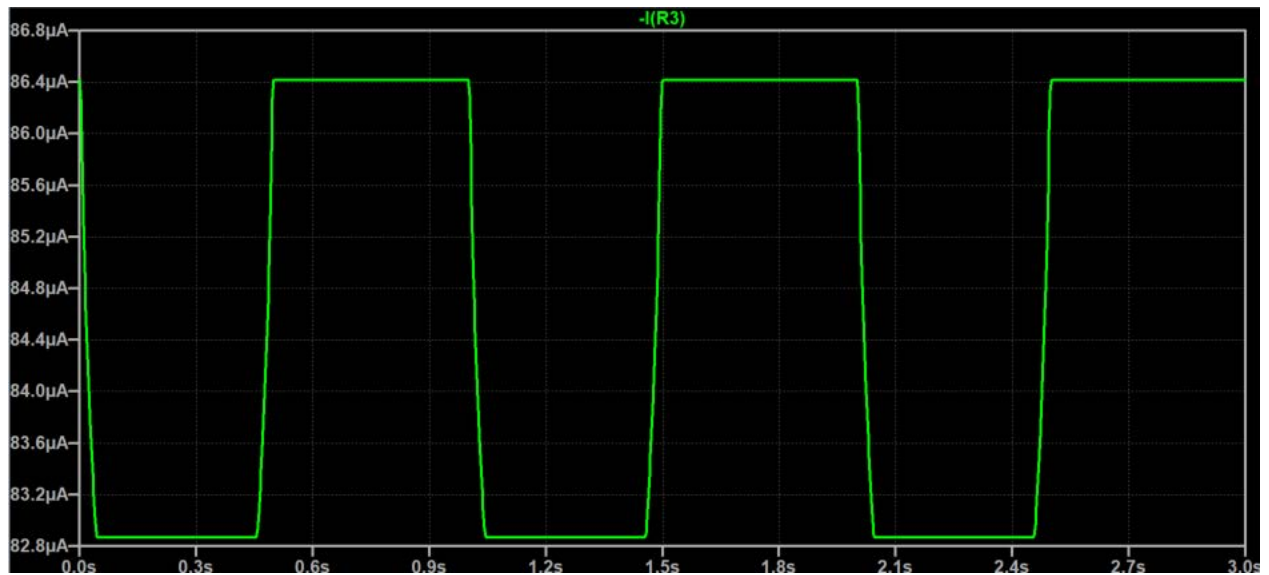


Генератор змінної напруги разом з діодом забезпечують зміну напруги та току через перехід колектору та емітеру. Поставимо потенціометр у різні положення подаючи різні токи в базу. Позиції потенціометра будуть 10, 30, 60, 99 процентів. Для цих значень знаходимо такі залежності для струму бази та відповідні ВАХи колектор-емітерного переходу (по осі У насправді відмічена напруга на 10-омному резисторі, перехід по току очевидний). Для того щоб не заходити в режим відсічки транзистора, до оригінальної схеми був доданий резистор на 1кОм.

- Позиція 10%

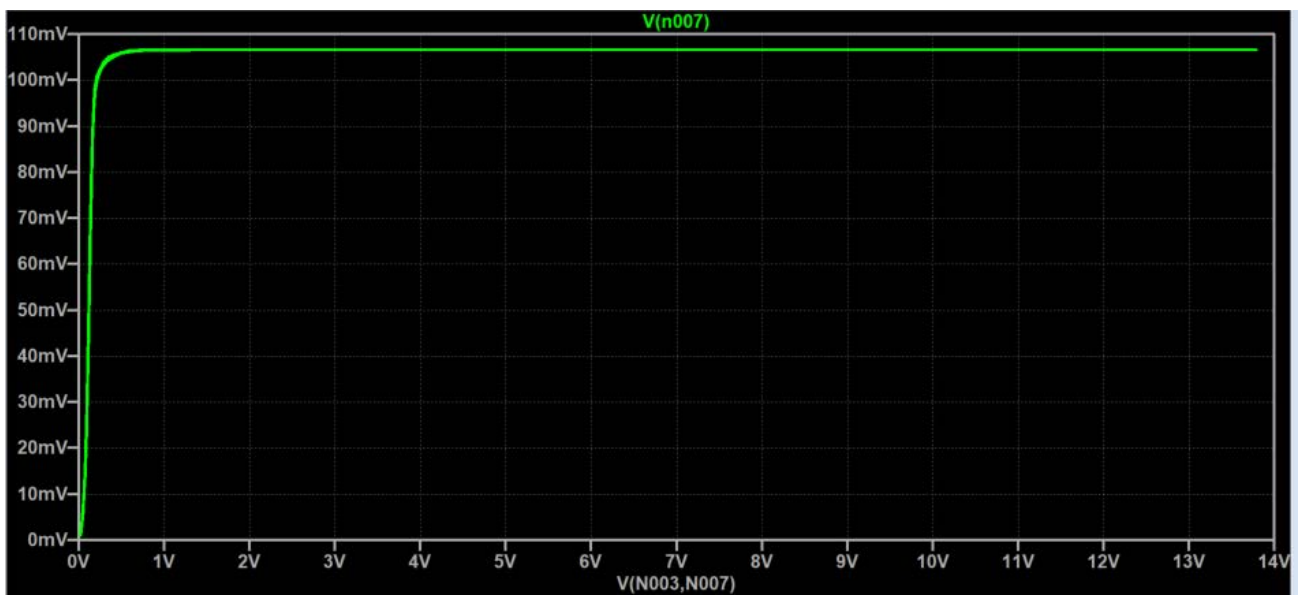
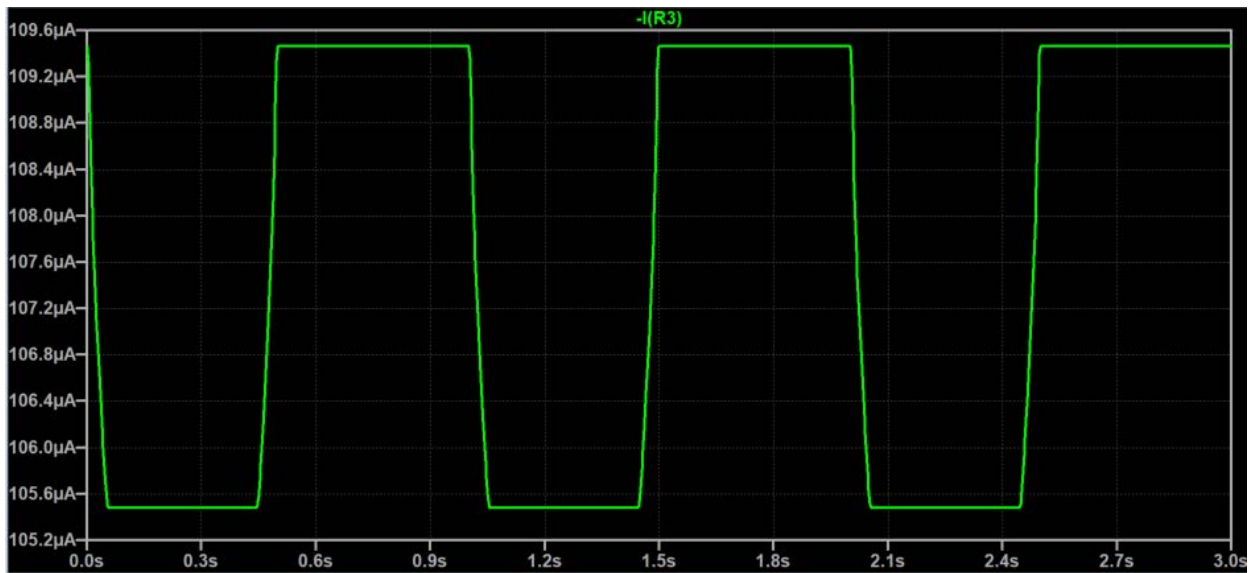


- Позиція 30%

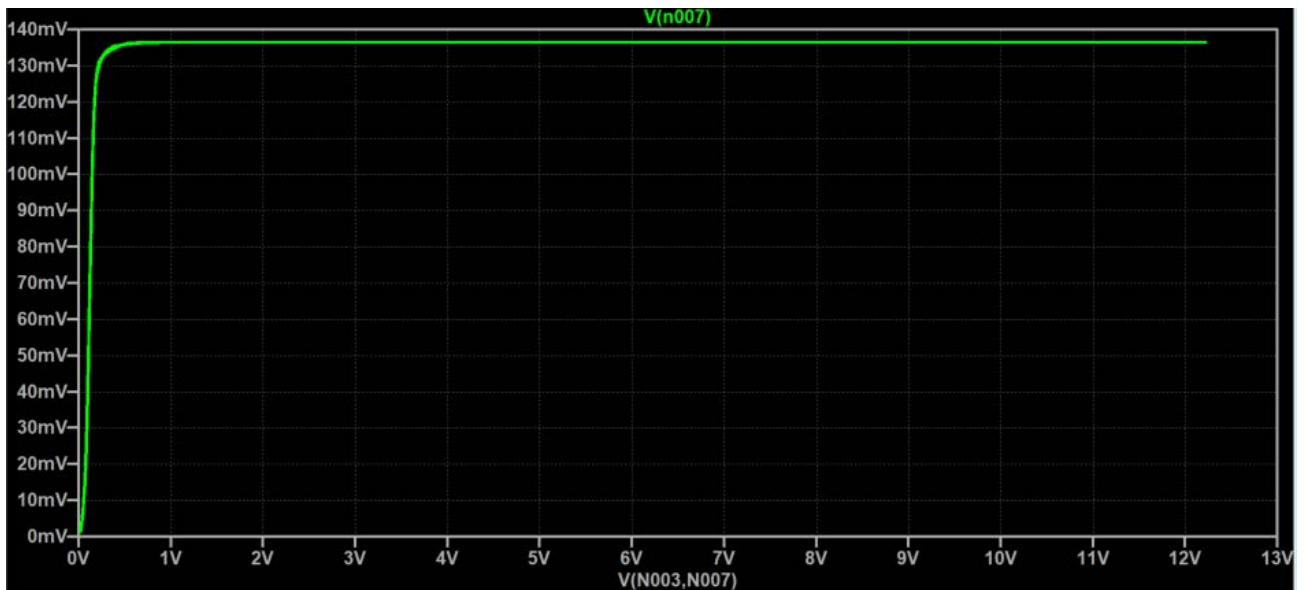
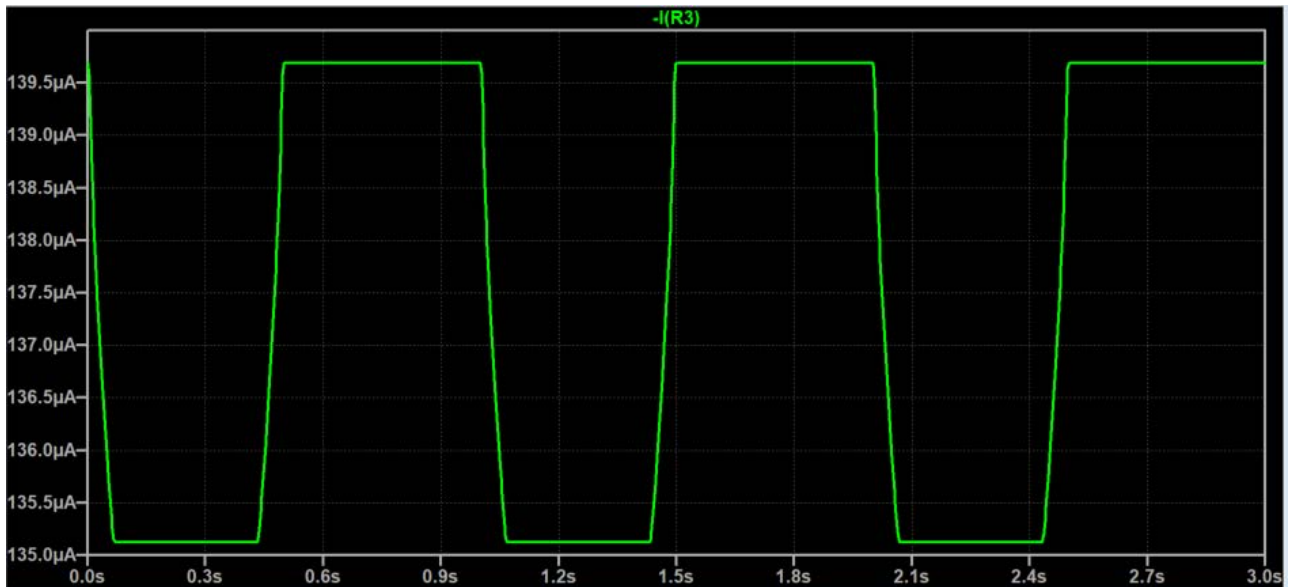




- Позиція 60%

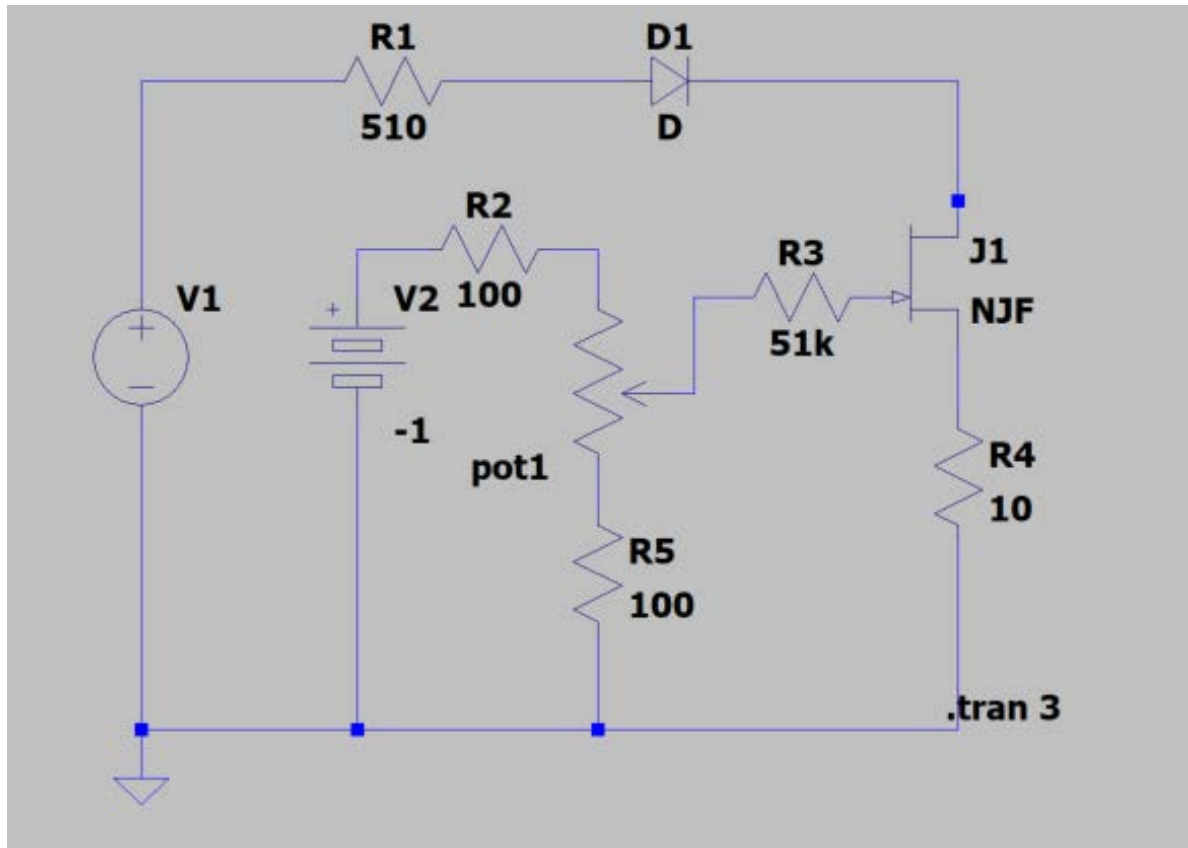


- Позиція 99%



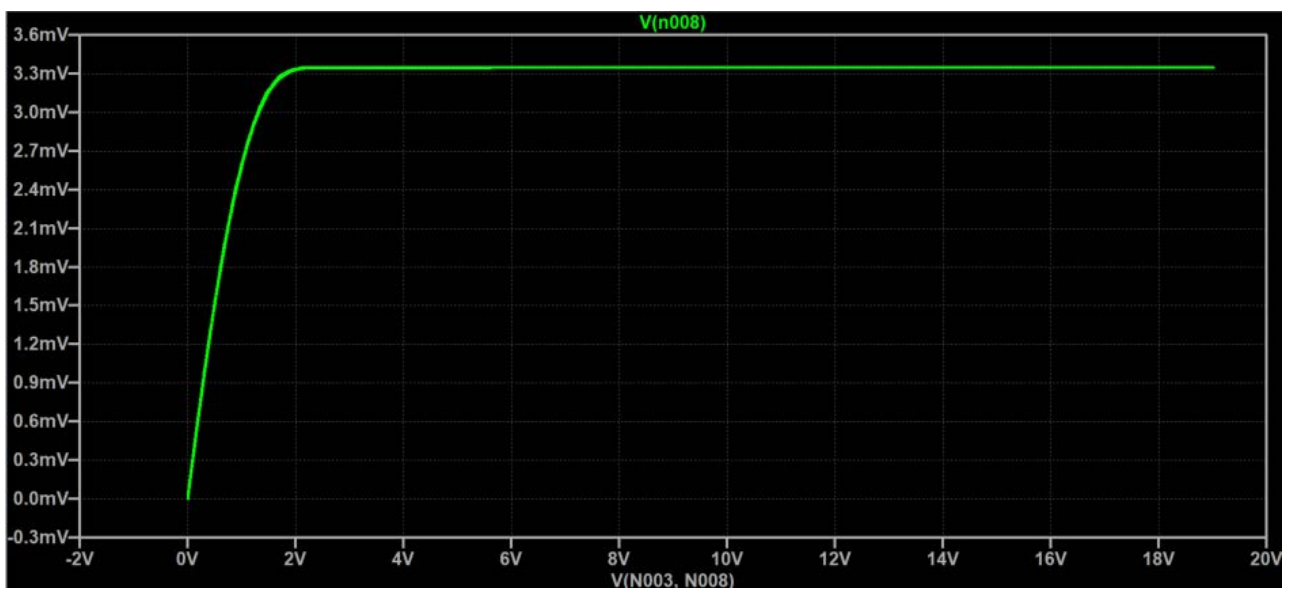
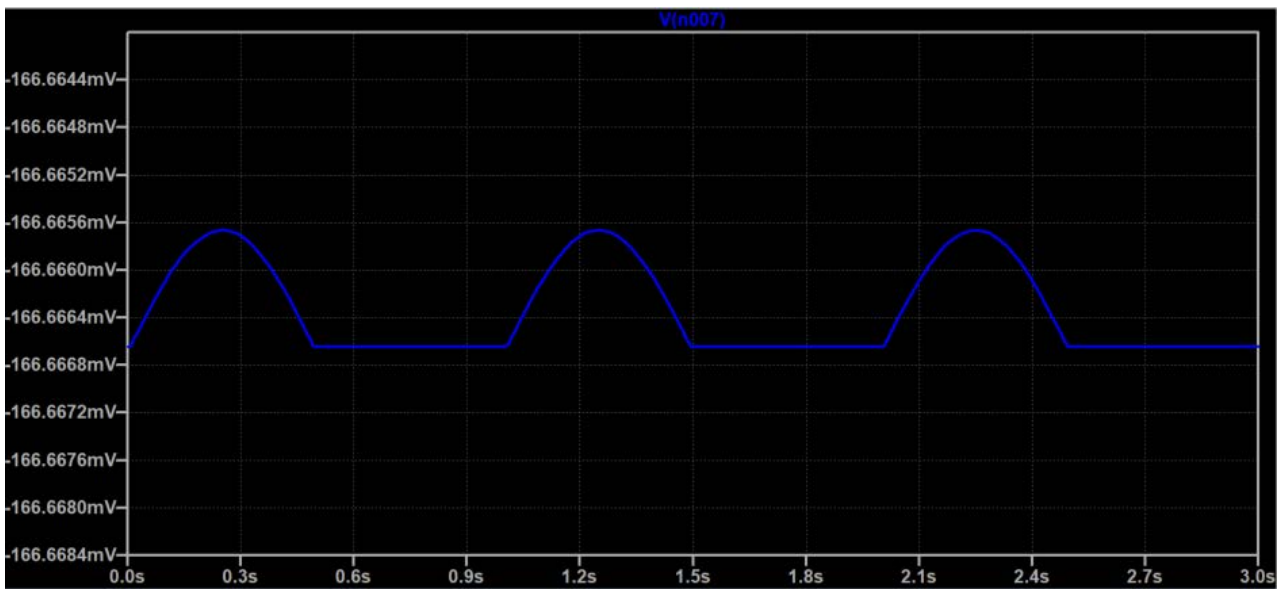
## Польовий транзистор (JFET р-канальний)

Робимо таку ж саму схему, тільки змінюємо полярність джерела постійної напруги. І, звісно, замінюємо біполярний транзистор на польовий. Також трішки змінюємо параметри генератора щоб потрапити в робочий режим транзистора

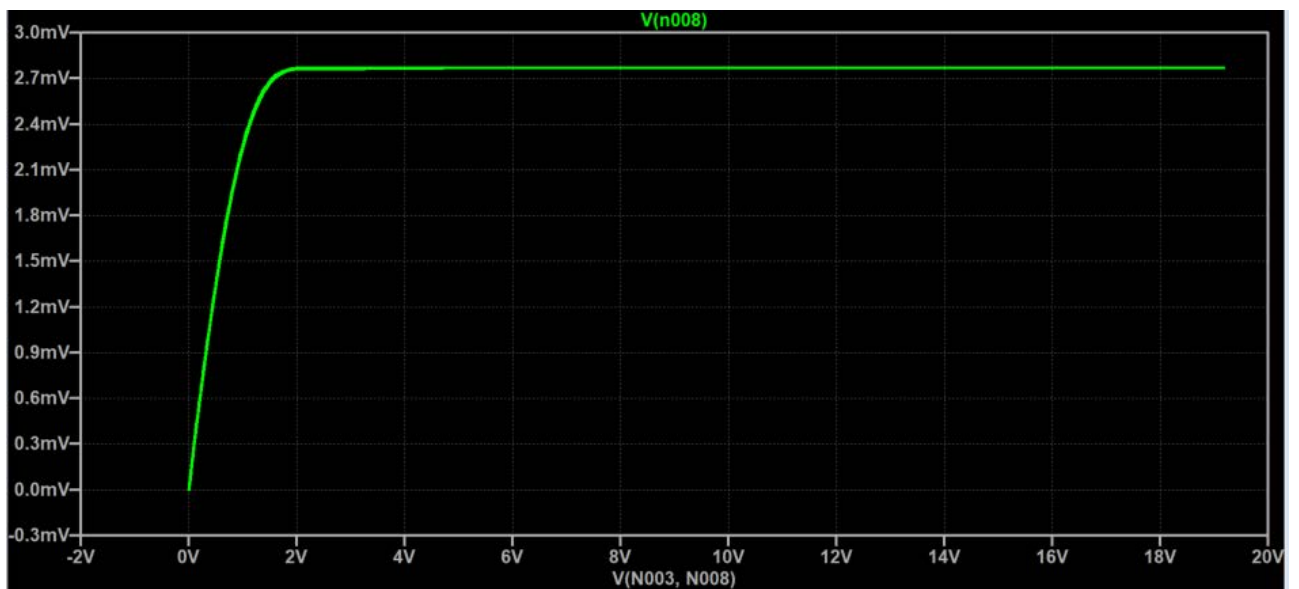
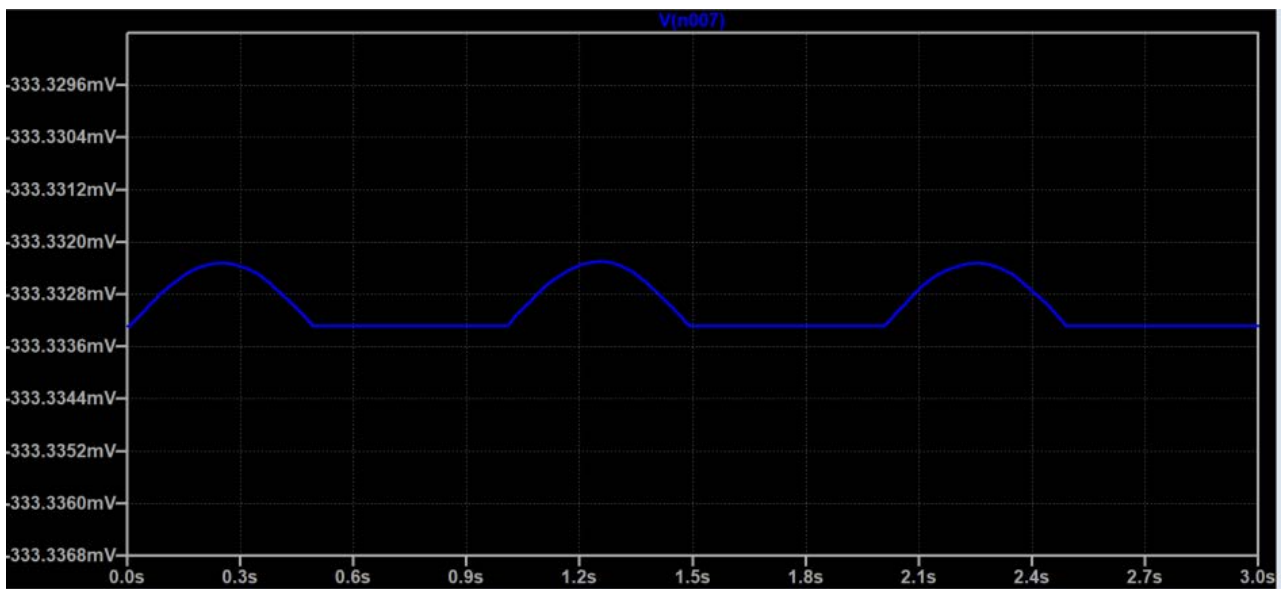


Далі повторюємо ті ж самі розрахунки тільки тепер будемо записувати напругу на затворі.

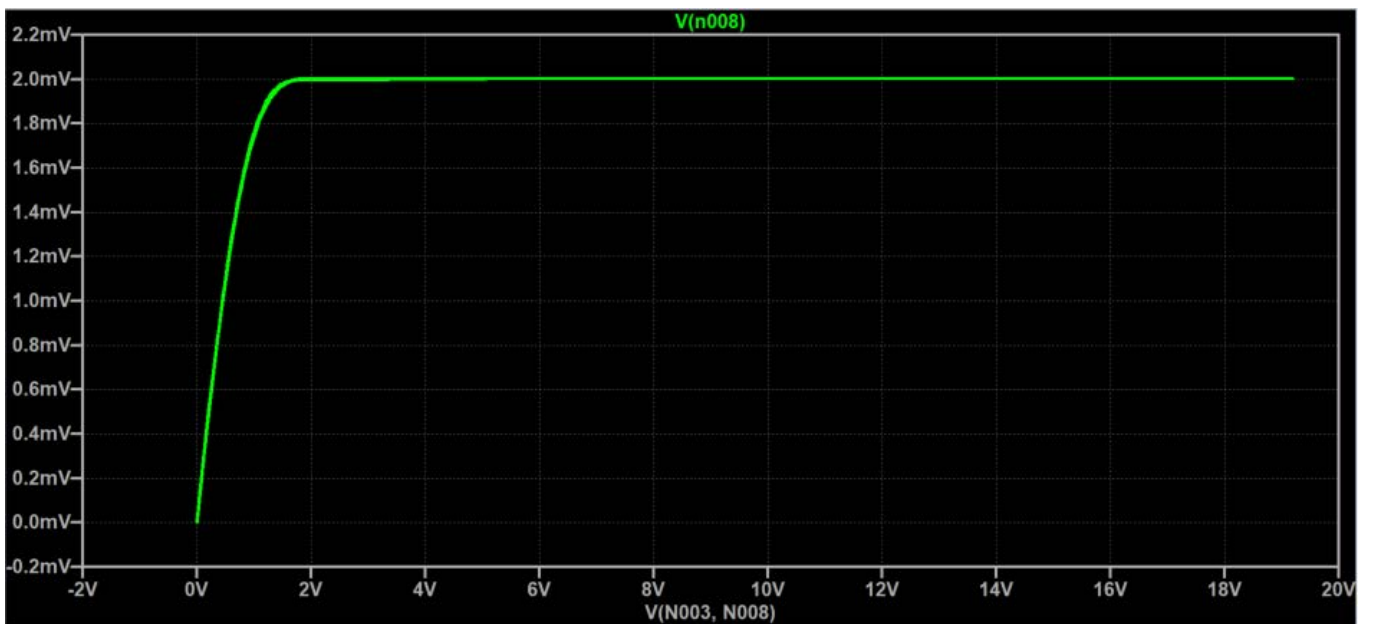
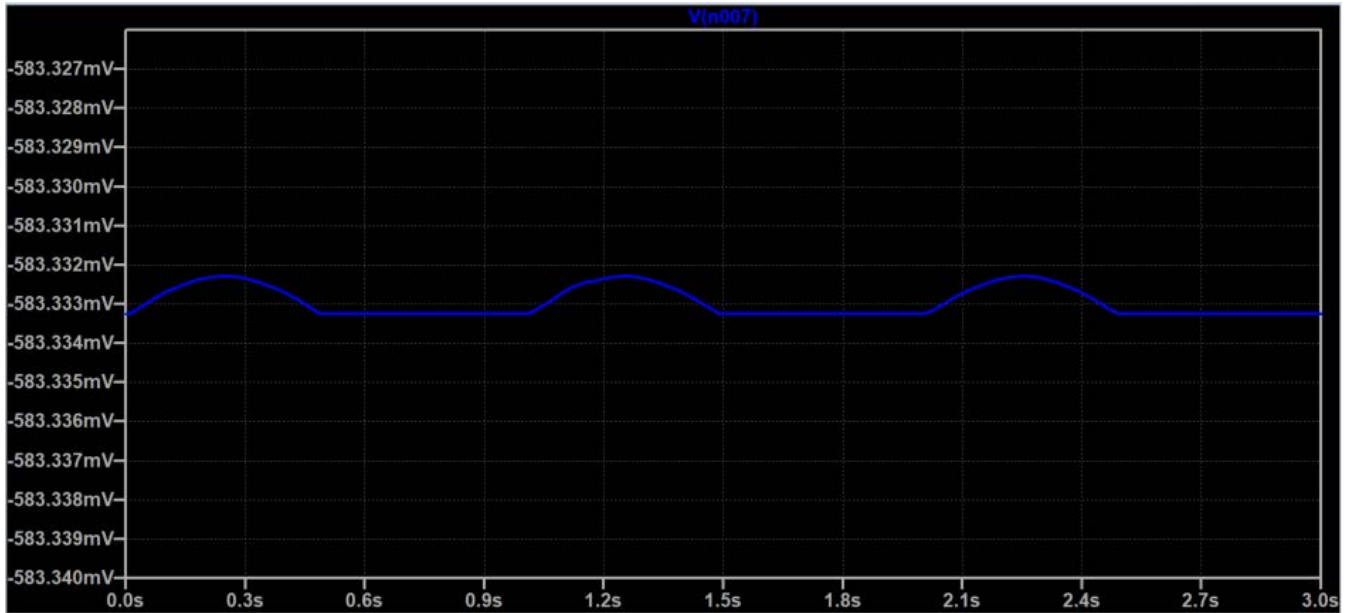
- Позиція 10%



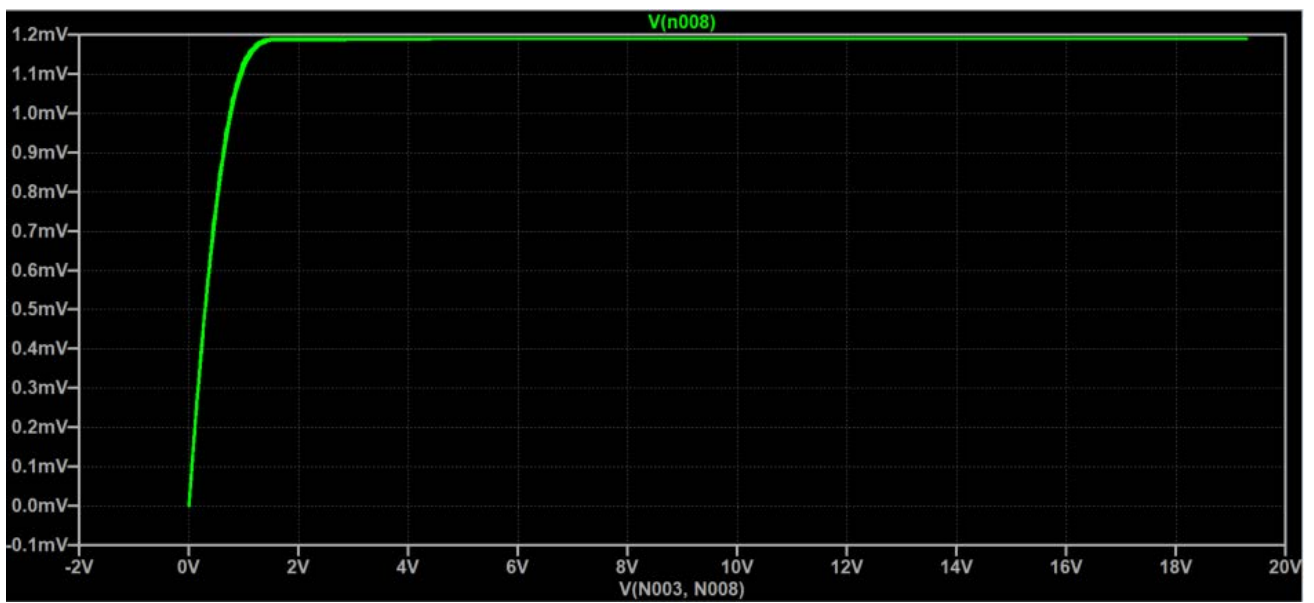
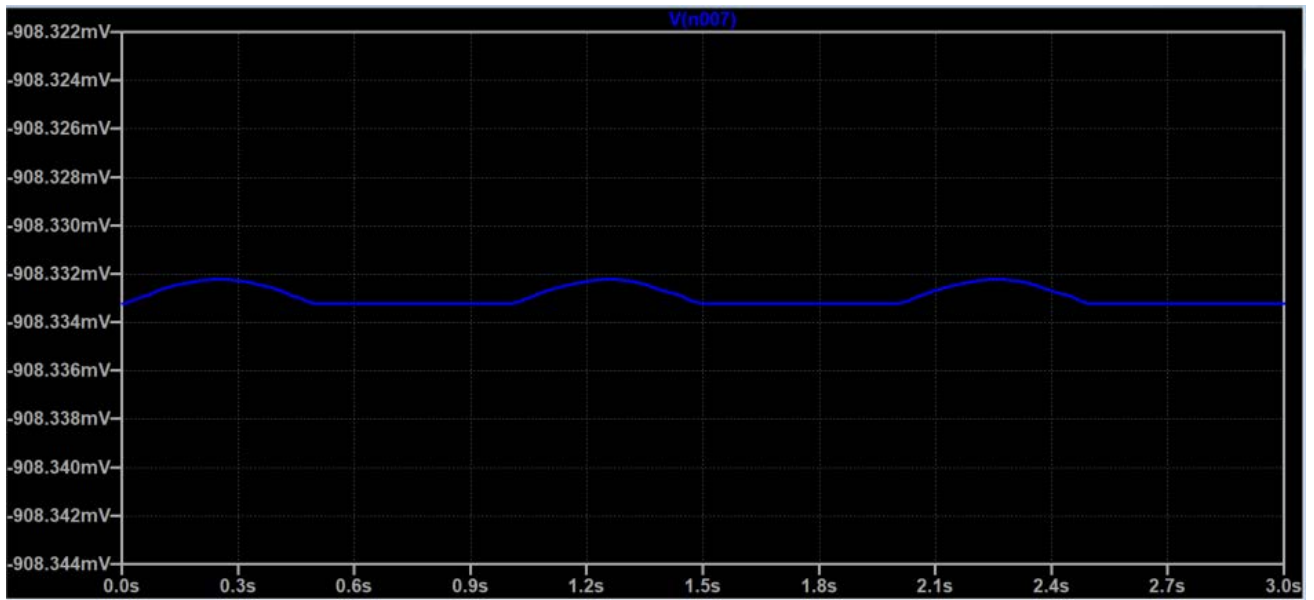
- Позиція 30%



- Позиція 60%



- Позиція 99%



## Висновки

В цій роботі ми отримали графіки напруги на базі транзистора від часу, а також графіки напруги на емітері транзистора від напруги на базі. Дослідження було виконане для 2 типів транзисторів: польового та біполярного.

Наші графіки вийшли подібні, при різних значеннях на потенціометрі, що і очікувалося при виконанні лабораторної. Результати були виконані у середі моделювання LTspice.

## Джерела

- Методичні вказівки до практикуму «Основи радіоелектроніки» для студентів фізичного факультету. Слободянюк О.В.
- Вивчення радіоелектронних схем методом комп'ютерного моделювання. Ю. О. Мягченко