



Студент: Николай Синоров

ФК Номер: 161219049

гр: 55Б

Стопански Факултет

Преподавател: инж. В. Маноев

### Лабораторно Упражнение No 6 - Задание

**Тема: Виртуални лабораторни инструменти и метод за изследване на  
полупроводниково усилвателно стъпало.**

Изисквания:

1.1 Апаратни:

АРС – Персонален компютър с OS Windows.

1. 2 Програмни (инсталирани върху OS Windows7 или Windows10): Приложни програми за редактиране на текст и графични символи.

Приложна програма LTspiceXVII като виртуална работна среда за изследване на полупроводникови устройства.

Учебни материали:

Проверете за електронна версия на материалите на <https://fett-edu-bg.tu-sofia.bg/> .

Лекция „Работни режими на биполярни транзистори“ от курса. Лекция

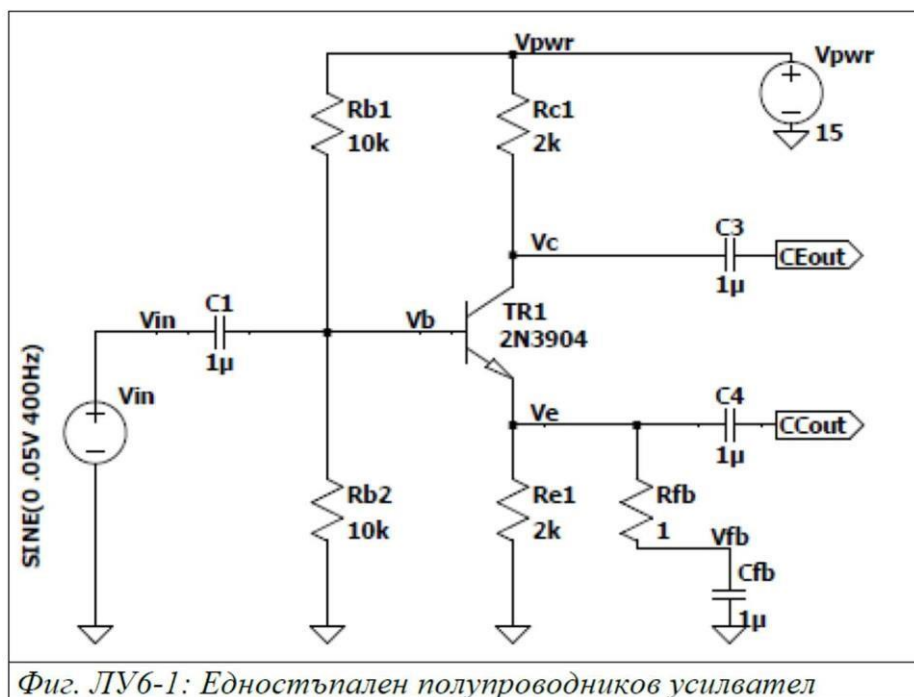
„Биполярни транзистори“ от курса.

2N3904\_onsemi.pdf. Каталог за NPN транзистор.

Книга: „Полупроводникови елементи. София, Нови Знания, 2007“, Автори: проф. д-р инж. Марин Христов, доц. д-р инж. Таня Василева, доц. д-р инж. Емил Манолов.

Лабораторен макет:

Лабораторният макет се състои от едностъпален полупроводников усилвател и схемата е представена на Фиг. ЛУ6-1.



I. Цели на упражнението: Студентите да придобият: цел ЛУ6-1: Първоначални познания за елементи на схемотехничното проектиране, усилвателни стъпала - означения, терминология. цел ЛУ6-2: Допълнителни познания за спецификации на елементи на схемотехничното проектиране, токозахранващи устройства - означения, терминология. цел ЛУ6-3: Допълнителни познания за спецификации на елементи на схемотехничното проектиране, Функционални генератори - означения, терминология. цел ЛУ6-4: Първоначални познания за свойствата на електронен елемент- биполярен NPN транзистор в схеми на свързване „общ емитер/ОЕ“, „общ колектор/ОК“, „общ емитер-общ колектор“, характеристики, определяне на вх./изх. сигнали; цел ЛУ6-5: Допълнителни познания за характерни точки от теорията за автоматичното управление в електронните уреди, означението им, влиянието им върху поведението на полупроводника в схемата на свързване. Понятия за „коефициент на усилване“, „коефициент на усилване по постоянен ток“, „коефициент на усилване по променлив ток“.

цел ЛУ6-4: Допълнителни познания за постояннотоков анализ на полупроводниковите вериги, чрез приложната програма LTspiceXVII като виртуална работна среда за симулация и изследване на електронни схеми;

II. Задачи за изпълнение (общо):

1. Да се разучат основните елементи на електронната верига/схема от Фиг. ЛУ6-1В: Едностъпален полупроводников усилвател – Блокова схема. Опишете познатите ви структури в схемата.

- За Токозахранване: опишете допълнителните настройки в режим „Independent Voltage Source-none“ и тяхното приложение чрез времедиаграми и блокови схеми.

- За Функционален генератор: опишете допълнителните настройки в режим „Independent Voltage Source-(SINE)“ и тяхното приложение чрез времедиаграми и блокови схеми.

2. Дайте дефиниция на NPN транзистор.

3. Разгледайте каталожните данни за използвания в лаборатория 11218 NPN транзистор 2N3904.

- Опишете физическите размери и електродите на компонента.

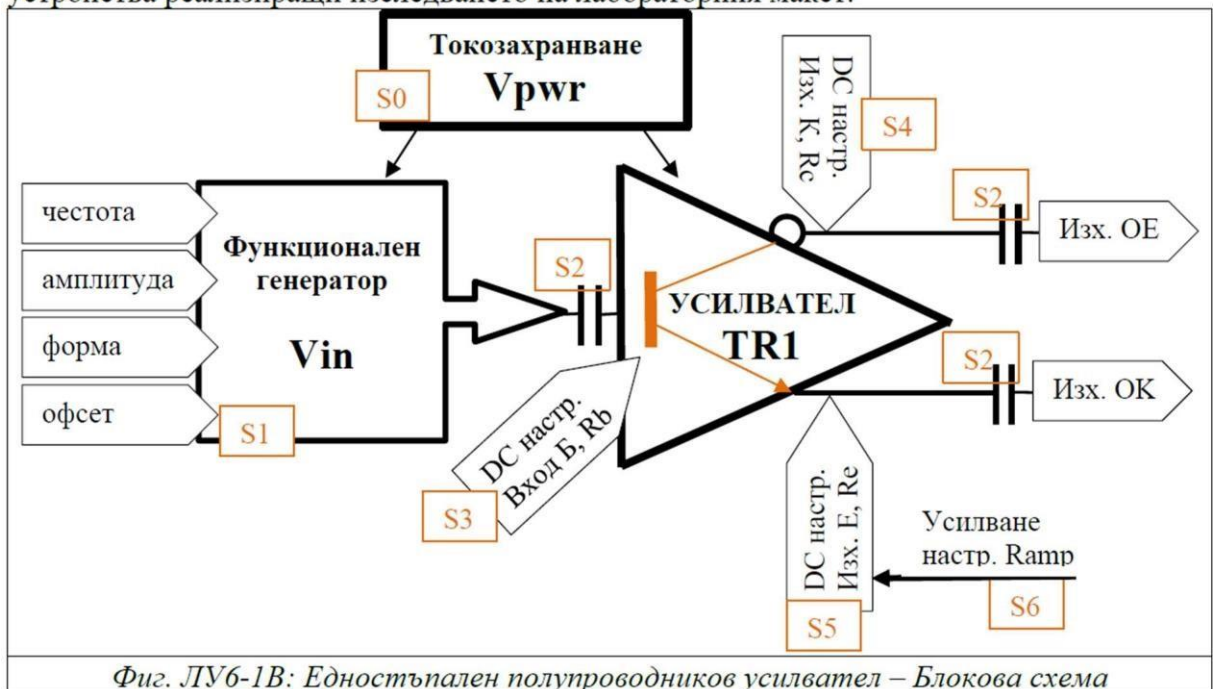
- Намерете максималната стойност на напрежението, задавано от постояннотоковото захранване  $V_{rwr}$ , която е позволена за работа с този компонент.

- Избройте видовете свързвания на компонента. Опишете видовете усилвания по ток, напрежение, мощност при тези свързвания. 4. Да се подготви и свърже лабораторна схема по Фиг. ЛУ6-1: Едностъпален полупроводников усилвател за изследване и измерване на режимите на работа при различни схеми на свързване. Новата схема се стартира с New Schematic:

II Задачи за изпълнение: 1. Да се разучат основните елементи на електронната верига/схема от Фиг. ЛУ61В: Едностъпален полупроводников усилвател – Блокова схема. Опишете познатите ви структури в схемата.

- За Токозахранване: опишете допълнителните настройки в режим „Independent Voltage Source-none“ и тяхното приложение чрез времедиаграми и блокови схеми. - За Функционален генератор: опишете допълнителните настройки в режим „Independent Voltage Source-(SINE)“ и тяхното приложение чрез времедиаграми и блокови схеми.

На Фиг. ЛУ6-1В: графично като блокова схема са представена функционалните устройства реализиращи изследването на лабораторния макет.



Фиг. ЛУ6-1В: Едностъпален полупроводников усилвател – Блокова схема

Основните елементи на електронната верига/схема от Фиг. ЛУ6-1В:

Едностъпален полупроводников усилвател – Блокова схема.

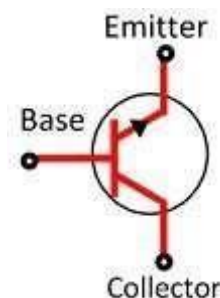
- S0. Постояннотоково захранване  $V_{pwr}$ . Изходното напрежение е настроено на 15V. Схемотехнично този уред ни е познат от ЛУ5 като регулиращ транзистор в схема ОБ(обща база) и ценов диод. Тук се използва многофункционален уред със многопараметрично управление. В изследвания с малък обхват и очаквани приблизителни резултати при него се задава само изходното напрежение  $DC\ value\{V\}$  и в последствие може да се прецизира и вътрешното му съпротивление  $Series\ Resistance\{\Omega\}$ . В този случай неговата спецификация/име е „Voltage Source“.
- S1. Функционален генератор  $V_{in}$ . Амплитудата на изходното напрежение е настроена на 50mV. Формата на изходното напрежение е избрана да бъде „Синусоида“. Честотата на изходното напрежение е избрана да бъде 400 Hz. Постояннотоковото отместване/офсет на изходното напрежение е избрана да бъде 0V. Схемотехнично този уред ни е познат от лаб. 11218 като HAMEG Function Generator. Тук се използва многофункционален уред със многопараметрично управление. В изследвания с малък обхват и очаквани приблизителни резултати при него се задават само амплитудата, формата, честотата и офсета на изходното напрежение. В практиката функционалните генератори имат много придружаващи настройки и ако искаме да ги отчетем при изследването може да използваме „Independent Voltage Source-(SINE)“

- S2. Капацитивно постояннотоково развързване. Постояннотоковият усилвател изисква точна настройка на работната си точка. Тази настройка може да се повлияе негативно при включването на недобре изучени източници на входни въздействия и товарни/изходни елементи. В лабораторният макет капацитивното постояннотоково развързване се осъществява с кондензаторите C1, C3, C4. Примерно амплитудата на изходното напрежение на функционалния генератор  $V_{in}$ , настроена на 50mV, се наблюдава с нулев офсет в контролна точка „Vin“. Същото напрежение в контролна точка „Vb“ е отместено поне с 7V нагоре в резултат на капацитивното постояннотоково развързване от кондензатора C1. В същия аспект заключенията са- в контролните точки „Vin“, „CEout“, „CCout“ се очаква измерваните с осцилоскопа променливотокови напрежения да са с нулев офсет. Този режим на осцилоскопа се нарича AC. В контролните точки „Vb“, „Ve“, „Vc“ се очаква измерваните с осцилоскопа променливотокови напрежения да са с постояннотоков офсет. Този режим на осцилоскопа се нарича DC или понякога AC+DC.
- S3. Постояннотокова настройка на базата. Постояннотоковият усилвател изисква точна настройка на работната си точка. В схемата тази настройка се определя от резисторите Rb1, Rb2. Познанията ни за дефиниране на делители на напрежения определят той да се установи приблизително на 7.5V. Централното положение на точката се налага от очакването в долната половина на работното напрежение да се появи изходното напрежение от емитерния изход, а в горната половина на работното напрежение да се появи изходното напрежение от колекторния изход.
- S4. Постояннотокова настройка на колектора. Постояннотоковият усилвател изисква точна настройка на работната си точка. В схемата тази настройка се определя от резистора Rc1. Промяната на изходното напрежение от колекторния изход е противофазно/ инверсно на предизвикалата го промяна на входното напрежение от базовия вход. Товарната верига на изходното напрежение от колекторния изход може да бъде реализирана както към нулевия потенциал/маса, така и към  $V_{pwr}$ . Обръщаме внимание, че изходното напрежение от колекторния изход се нарича „изходно напрежение на транзистора в схема общ емитер“. Изходното напрежение от колекторния изход се в схема общ емитер по амплитуда е усилено по фиксиран коефициент за дадения транзистор спрямо напрежението база-емитер.

- S5. Постояннотокова настройка на емитера. Постояннотоковият усилвател изисква точна настройка на работната си точка. В схемата тази настройка се определя от резистора  $R_{e1}$ . Промяната на изходното напрежение от емитерния изход е синфазно/ повтаря предизвикалата го промяна на входното напрежение от базовия вход. Обръщаме внимание, че изходното напрежение от емитерния изход се нарича „изходно напрежение на транзистора в схема общ колектор“. Изходното напрежение от емитерния изход в схема общ колектор по амплитуда е пониско/почти повтаря напрежението в базата. Изходният ток от емитерния изход в схема общ колектор е усилен по фиксиран коефициент за дадения транзистор спрямо тока база-емитер.
- S6. Променливотокова настройка на емитера. В схемата тази настройка се определя от резистора  $R_{fb}$  и кондензатора  $C_{fb}$ . Тази верига променя/шунтира S5- постояннотоковата настройка на емитера при появата на променливотоков сигнал. S6 настройката позволява усиляването само на променливотокови сигнали. S5 настройката намалява усиляването при постояннотокови сигнали

## 2. Дайте дефиниция на NPN транзистор.

Транзистор, в който два n-тип слоя са разделени от един слой Р-тип. NPN транзисторът се състои от два n-типаполупроводникови материали, които са разделени от тънък слой от р-тип материал. Колекторът е най-дебелия регион и основата е най-тънката област на NPN транзистора. Емитерно-базовата област на транзистора е в преднапрежение, а основната област на колектора е свързана в обратна посока. Напрежението на обратното отклонение е значително по-малко в сравнение с обрънатата прикрасия. Връзката на емитер-база е в предна посока поради което се достига голям брой електрони до основата. Това развива тока на емитера. Електронът в основната област се комбинира с дупките. Но основата е много тънка и леко легирана, като по този начин само малки дупки се комбинират с електроните и съставляват базовия ток. Останалите електрони достигат през основната зона на колектора и развиват тока на колектора. Целият емитен ток тече през колекторната верига.



## 3. Разгледайте каталожните данни за използвания в лаборатория 11218 NPN транзистор 2N3904.

- Опишете физическите размери и електродите на компонента.

- Намерете максималната стойност на напрежението, задавано от постояннотоковото захранване  $V_{pwr}$ , която е позволена за работа с този компонент.
- Избройте видовете свързвания на компонента. Опишете видовете усилвания по ток, напрежение, мощност при тези свързвания.

Пълна форма	Отрицателно положително и отрицателно
Посока на тока      Включи	Колектор на емитер. Когато електроните влизат в основата.
Вътрешно течение	Развивайте се поради различно положение на електроните.
Извън ток	Ток се развива поради протичането на дупки.
Превозвач с мнозинство	електрон
Време за превключване	По-бързо
Превозвач на малцинствени такси	дупка
Положително напрежение	Събирателен терминал
Напред пристрастен	Въздушна възходяща връзка
Обратно предубедени	Колекторна база
Малък ток Сигнал за земята	Потоци от емитер към база ниско