	ТУ-София	
	ФЕТТ, катедра „Електронна техника” Полупроводникови елементи	
Име		фак.№
Факултет		група
Дата		

Изследване работата на биполярен транзистор в ключов режим

ЗАДАНИЕ:

I. Въпроси за предварителна подготовка :

1. Начертайте схема на транзисторен ключ реализиран с биполярен транзистор в схема ОЕ. Напишете аналитичните условия за работа на ключа в двете устойчиви състояния (затворен ключ и отворен ключ).

2. Начертайте изходните статични характеристики при схема ОЕ и постройте товарната права. Посочете положението на работната точка в режим на насищане (затворен ключ) и режим на отсечка (отворен ключ).

3. Начертайте времедиаграмите, илюстриращи превключването на транзисторния ключ и дефинирайте основните импулсни параметри. Сравнете t_{on} и t_{off} . Напишете израз за определяне на t_{max} .

4. Начертайте най-простите еквивалентни схеми на отворен и затворен транзисторен ключ.

5. Начертайте схеми за ускоряване на бързодействието на транзисторен ключ:

а) с ускоряващ кондензатор C_B ;

б) с диод на Шотки.

II. Практически измервания :

1. Изследване на електронен ключ в статично състояние.

1.1 Да се разучи схемата на опитната постановка от *фиг.1*. При зададени стойности на E_{cc} ; R_c , тип на използвания транзистор и степен на насищане N да се изчисли стойността на R_B , при която се реализира зададената степен на насищане.

В полето на изходните статични характеристики на транзистора да се начертае товарната права и посочи работната точка при $u_{IN} = 0V$ и при $u_{IN} = u_{INMAX}$. Начертайте еквивалентните схеми на ключа в двете състояния.

1.2. За две гранични стойности на входното напрежение - $u_{IN} = 0V$ и $u_{IN} = u_{INMAX}$ да се измерят стойностите на изходното напрежение на транзисторния ключ **без и с диод на Шотки**. Сравнете получените резултати и коментирайте разликите.

2. Изследване на електронен ключ в динамично състояние.

2.1. Да се разучи схемата на опитната постановка от *фиг.2*.

2.2. Да се оцени влиянието на честотата на входните импулси в режим на насищане върху работата на ключа. За различни честоти на входното напрежение да се пречертаят осцилограмите на изходното напрежение. От снетите осцилограми да се определят t_{on} и t_{off} на изследвания ключ.

Изчислете максималната честота на входното импулсно напрежение и проверете практически нейната валидност.

2.3. Да се оцени влиянието на стойността на товара в режим на насищане върху бързодействието на ключа. За различни стойности на товарното съпротивление се снемат осцилограмите и измерят параметрите t_{on} и t_{off} на ключа.

Да се сравнят и коментират получените резултати.

2.4. Да се снемат осцилограмите и измерят параметрите t_{on} и t_{off} на ключа при:

- включване на ускоряващ кондензатор C_B в базовата верига на транзистора;
- включване на диод на Шотки паралелно на колекторния преход.

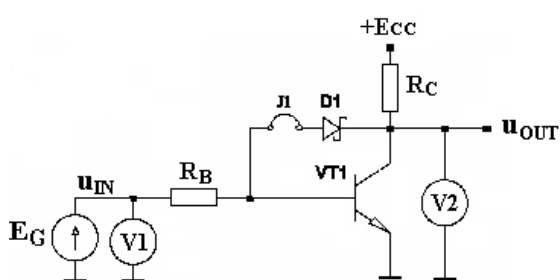
Да се сравнят и коментират получените резултати.

2.5. Да се оцени влиянието на честотните свойства на използвания транзистор върху бързодействието на електронния ключ.

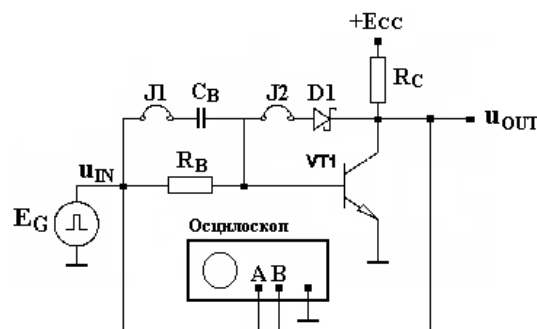
2.6. Да се оцени влиянието на амплитудата на входните импулси върху бързодействието на ключа. За различни стойности на амплитудата на входните импулси се снемат осцилограмите и измерят параметрите t_{on} и t_{off} на ключа.

Да се сравнят и коментират получените резултати.

II. Схеми на опитните постановки.



Фиг.1 Опитна постановка при работа в статично състояние



Фиг.2 Опитна постановка при работа в динамично състояние

III. Указания за работа

1. Изследване на електронен ключ в статично състояние.

1.1 Оразмеряването на транзисторния ключ се извършва съгласно последователността, посочена в ръководството за лабораторни упражнения по

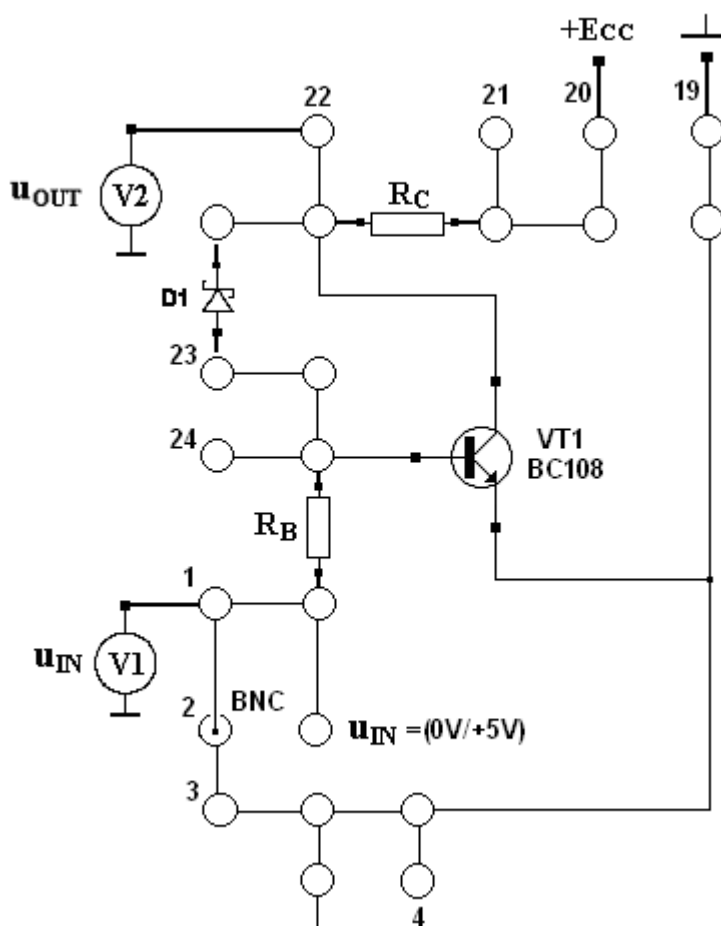
дисциплината. Изходни данни са : $E_{CC} = +5V$; $R_C = 270\Omega$; $N = 2.5$, както и каталожните параметри на транзистора $VT1 - BC107$ (табл.1).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	
I_{CBO}	collector cut-off current	$I_E = 0$; $V_{CB} = 20$ V	-	-	15	nA	
		$I_E = 0$; $V_{CB} = 20$ V; $T_1 = 150$ °C	-	-	15	μ A	
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 2$ mA; $V_{CE} = 5$ V	BC107A; BC108A	110	180	220	
			BC107B; BC108B; BC109B	200	290	450	
			BC108C; BC109C	420	520	800	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	$I_C = 10$ mA; $I_B = 0.5$ mA	-	90	250	mV	
		$I_C = 100$ mA; $I_B = 5$ mA	-	200	600	mV	
V_{BEsat}	base-emitter saturation voltage	$I_C = 10$ mA; $I_B = 0.5$ mA; note 1	-	700	-	mV	
		$I_C = 100$ mA; $I_B = 5$ mA; note 1	-	900	-	mV	

Табл.1 Каталогни статични параметри на транзистор BC107

1.2. За изпълнение на т.1.2. първоначално схемата от *фиг.1* се реализира върху опитната постановка, както е показано на *фиг.3*. **Реализират се връзките, посочени с удебелени линии.**

Отчитането на стойността на изходното напрежение се извършва с помощта на два волтметър (V_2), включен в изходната (б.22) верига.



Фиг.3. Практическа реализация на статичния режим на работа на ключа

Двете гранични стойности на входното напрежение - $u_{IN} = 0V$ и $u_{IN} = 5V$ се подават посредством кабел, свързан от б. 2 към $+5V$ (б.20) или $0V$ (б.4).

Схемата с диод на Шотки се реализира като диодът се свърже по посочения на *фиг.4* начин между *б.23* и *б.22*.

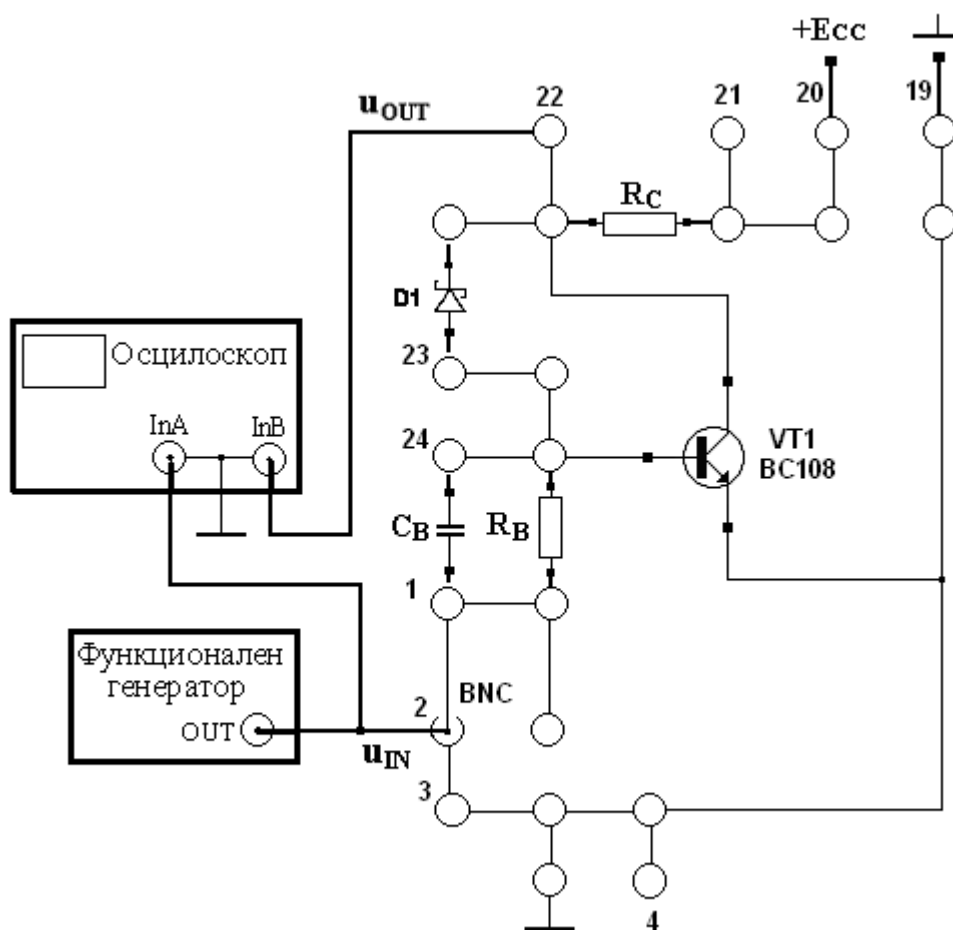
Резултатите от измерванията се представят в *табл.2*..

Табл.2

	u_{IN}, V	$0V$	$5V$
Без ДШ	u_{OUT}, V		
С ДШ	u_{OUT}, V		

2. Изследване на електронен ключ в динамично състояние - динамичният режим се осъществява, като във входната верига се включи генератор на правоъгълни импулси с регулируема амплитуда и честота (*фиг.2*). За снемане на осцилограмите на входното и изходното напрежение се използва двулъчев осцилоскоп.

Първоначално схемата от *фиг.2* се реализира върху опитната постановка, както е показано на *фиг.4*. **Реализират се връзките, посочени с удебелени линии.**



Фиг.4. Практическа реализация на динамичния режим на работа на ключа

2.2. Задават се три стойности на честотата на входните импулси $f_{IN} = 10kHz ; 50kHz ; 100kHz$ и се пречертаят осцилограмите на входното и изходното напрежение. От сметените осцилограми се определят t_{on} и t_{off} на изследвания ключ.

Изчислява се максималната честота на входното импулсно напрежение f_{MAX} . Проверява се практически нейната валидност, като за f_{MAX} се пречертаят времедиаграмите на входното и изходното напрежение. Техният вид се коментира в изводите на протокола.

Измерванията се извършват при амплитуда на входните импулси $u_{INMAX} = +5V$.

2.3. Оценката на влиянието на стойността на товара в режим на насищане върху бързодействието на ключа се извършва, като за три стойности на товарното съпротивление $R_C = 270\Omega ; 1k\Omega ; 10k\Omega$ се снемат осцилограмите и измерят параметрите t_{on} и t_{off} на ключа. Измерването се извършва при честота на входния сигнал $f_{IN} = 100kHz$.

Наблюдаваните времедиаграми се построяват в обща координатна система, като тяхният вид се коментира в изводите на протокола.

Измерванията се извършват при амплитуда на входните импулси $u_{INMAX} = +5V$.

2.4. Реализацията на схемите с *ускоряващ кондензатор* (C_B) и *диод на Шотки* ($ДШ$) се осъществяват за $R_B = const$ и $R_C = const$. При честота на входния сигнал $f_{IN} = 100kHz$ се снемат осцилограмите при следните случаи :

- без C_B и $ДШ$;
- с C_B - включва се между б.1 и б.24 (фиг.5) ;
- с $ДШ$ - включва се между б.23- анод и б.22- катод (фиг.5) .

Трите осцилограми се построяват в обща координатна система, като в изводите на протокола се тълкува влиянието на допълнителните елементи.

Измерванията се извършват при амплитуда на входните импулси $u_{INMAX} = +5V$.

2.5. Оценката на влиянието на честорните свойства на използвания транзистор върху времената t_{on} и t_{off} на ключа се извършва като транзисторът $BC108$ се замени с такъв с по-ниски честотни свойства – напр. $2T6552$. При честота на входния сигнал $f_{IN} = 100kHz$ се снемат осцилограмите на изходното напрежение и се измерват t_{on} и t_{off} на ключа.

Наблюдаваните времедиаграми се построяват в обща координатна система, като получените резултати се коментира в изводите на протокола.

Измерванията се извършват при амплитуда на входните импулси $u_{INMAX} = +5V$.

2.6. При честота на входния сигнал $f_{IN} = 100kHz$ се снемат осцилограмите на изходното напрежение за три стойности на амплитудата на входните импулси $u_{IN} = 1.5V ; 3V ; 4.5V$ и се измерват параметрите t_{on} и t_{off} на ключа.

Наблюдаваните времедиаграми се построяват в обща координатна система, като тяхният вид се коментира в изводите на протокола.

И. Съдържание на протокола

1. Тема на лабораторното упражнение.
2. Задачи за изпълнение.
3. Схема на опитната постановка.
4. Резултати от измерванията.
5. Графична част.
6. Изводи.