

ИЗСЛЕДВАНЕ НА СЛОЖЕН ЕМИТЕРЕН ПОВТОРИТЕЛ

Цел на упражнението:

Да се затвърдят и разширят знанията на студентите за емитерния повторител и да се запознаят и усвоят методиката за измерване на входно съпротивление. Да се запознаят с влиянието на обратната връзка върху параметрите на емитерния повторител.

I. ЗАДАНИЕ

1. Да се извърши анализ на дадената схема /фиг.3.1/, като се изчислят:

- потенциалите и токовете във възловите точки на схемата
- коэффициента на усилване по напрежение на схемата за два случая:

- без кондензатора C2
- с кондензатора C2

г/ входното съпротивление на схемата за същите два случая

2. Да се монтира схемата и да се измерят:

- потенциалите във възловите точки на схемата
- да се направи оценка за точността на измерването на постоянен ток

в/ коэффициента на усилване по напрежение на схемата за два случая:

- без кондензатора C2
- с кондензатора C2

г/ входното съпротивление на схемата за същите два случая

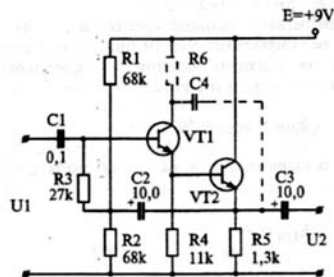
II. Теоретични пояснения

Схемата на фиг.3.1. е двустъпален усилвател с непосредствена връзка между стъпалата. Двете стъпала работят в схема ОК.

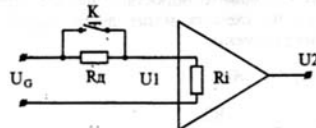
Постояннотоковият режим на първия транзистор VT1 се определя от стойността на захранващото напрежение и стойността на резисторите R1, R2 и R4. Влиянието на резистора R3 върху режима на работа на схемата може да бъде пренебрегнато тъй като пада върху него, предизвикан от протичащия базов ток, е пренебрежимо малък.

Режимът на втория транзистор VT2 се определя от потенциала в емитера на първия транзистор VT1 и емитерния резистор R5. В схемата е въведена обратна връзка по променлив ток посредством кондензатора C2 от изхода на схемата към средната точка на базовия

делител. Тази обратна връзка увеличава входното съпротивление на усилвателя за сметка на намаляване на частта на променливия входен ток, протичаща през входния делител.



фиг. 3.1



фиг. 3.2

III. Указания за изпълнение на заданието

По т. 1а.

Постояннотоковият режим на усилвателя се определя като се реши системата уравнения, даваща връзката между стойностите на елементите и захранващото напрежение от една страна и напреженията и токовете от друга. В общия случай решаването на системата уравнения е затруднено, тъй като връзката между напреженията и токовете през транзистора е нелинейна. С цел по-лесно решаване на системата се правят следните опростявания:

а/ базовите токове на транзисторите се пренебрегват като много малки. Приема се $I_{b1} = I_{b2} = 0$

б/ падът върху емисия-преход и за двата транзистора не зависи от протичащия през него ток и е константна величина.

Приемаме $U_{be1} = U_{be2} = 0.6V$

в/ пренебрегваме проводимостите h_{12} и h_{22} като много малки поради това, че усилвателят работи при сравнително ниски честоти. За коефициента на усилване по ток β_1 приемаме, че не зависи от постояннотоковия режим и е константна величина:

$$h_{21E} = h_{21e} = 50$$

Входното съпротивление на транзистора определяме аналитично по формулата:

$$h_{11b} = \frac{\Phi_T}{I_e}$$

където I_e е токът през емисияния преход, а Φ_T е температурният потенциал, който за стайна температура е около $25mV$.

В резултат от горните опростявания потенциалите и токовете в отделните точки на схемата могат да се определят с помощта на следната система уравнения:

$$/3.1/ \cdot U_{b1} = U_{cc} \frac{R_2}{R_1 + R_2}, \quad /3.2/ U_{b2} = U_{e1},$$

$$/3.3/ U_{e1} = U_{b1} - U_{be1}, \quad /3.4/ U_{e2} = U_{b2} - U_{be2},$$

$$/3.5/ I_{e1} = \frac{U_{e1}}{R_4}, \quad /3.6/ I_{e2} = \frac{U_{e2}}{R_5}$$

По т. 16.

Коефициентът на усилване по напрежение на схемата е произведението от коефициентите на усилване по напрежение на двата транзистора:

$$/3.7/ Au = Au_1 \cdot Au_2$$

Най-напред се определя коефициентът на усилване на втория транзистор VT_2 , а след това на първия VT_1 като се използва формулата:

$$/3.8/ Au = \frac{R_o(1 - h_{12b})}{h_{11b} + R_o}$$

където R_o е еквивалентното товарно съпротивление на съгласното. Когато кондензаторът C_2 не е свързан, товарно съпротивление на транзистора VT_2 се явява резистора R_5 , а когато се свърже кондензаторът C_2 , еквивалентното товарно съпротивление се определя от резисторите R_5 , R_1 и R_2 и от тока, протичащ през резистора R_3 , който пренебрегваме като много малък. Следователно:

$$R_o = R_5 \parallel R_1 \parallel R_2$$

Стойността на товарното съпротивление на транзистора VT_1 се определя от паралелното свързване на резистора R_4 и входното съпротивление на транзистора VT_2 , което се определя от израза:

$$/3.9/ R_i = \frac{(h_{11b} + R_o)(h_{21e} + 1)}{1 + h_{22}R_o} = (h_{11b} + R_o)(h_{21e} + 1)$$

По т. 1в.

За определянето на входното съпротивление на схемата е необходимо да се проследи през кои вериги протича променливият входен ток. Този ток има три компоненти. Едната протича през прехода база-колектор и се определя от еквивалентната проводимост h_{22} , която приехме за нула. Втората протича през прехода база-емитер и се определя от еквивалентното входно съпротивление на транзистора (вж./3.9/). Третата компонента е токът, протичащ през R_3 .

Когато кондензаторът C_2 не е свързан еквивалентното съпротивление на тази верига се определя от резисторите R_3 , R_1 и R_2 . При свързан кондензатор C_2 в единия извод на резистора R_3 действа входното напрежение, а в другия извод - изходното напрежение.

Входното съпротивление на схемата ще бъде:

$$/3.10/ \quad R_i = \frac{U_i}{I_i} = \frac{U_i}{h_{22b}U_i + U_i/R_{it} + (U_i - AuU_i)/R_3}$$

или

$$R_i = \frac{1}{h_{22b} + 1/R_{it} + 1/(R_3/(1-Au))}$$

От горния израз се вижда, че въвеждането на обратната връзка посредством кондензатора C2 увеличава входното съпротивление на схемата за сметка на намаляване на тока през резистора R3. Това е еквивалентно на увеличение на стойността на R3. Новата стойност ще бъде съответно:

$$/3.11/ \quad R_3 = \frac{R_3}{1 - Au}$$

Допълнително увеличение на входното съпротивление на схемата може да се получи за сметка на намаляване на тока през прехода база-колектор чрез въвеждането на резистора R6 и кондензатора C4, влиянието на които е подобно на това на R3 и C2.

По т. 2а.

Потенциалите в отделните точки на схемата се измерват с помощта на мултицет.

По т. 2б.

Оценка на точността на измерване на постоянноотоковия режим се извършва по методиката, дадена в упражнението No 2.

По т. 2в.

Коефициентът на усилване по напрежение се измерва по методиката, дадена в упражнението No 2.

По т. 2г.

Входното съпротивление на усилвателя се измерва с помощта на добавъчен резистор, който се свързва последователно на входа по схемата, дадена на фиг.3.2.

На входа на усилвателя се подава еталонно напрежение U1, чиято стойност се избира така, че усилвателят да работи в линейната област от предавателната си характеристика. Извършват се две измервания на изходното напрежение на схемата:

U2' - при окъсен добавъчен резистор Rд и

U2'' - с добавъчен резистор Rд

Връзката между измерените напрежения, стойността на добавъчния резистор и входното съпротивление на усилвателя се дава с израза

$$U_2'' = \frac{R_i}{R_i + R_d} U_2'$$

от където:

$$R_i = \frac{U_2''}{U_2' - U_2''} R_d$$

IV. Контролни въпроси

1. В каква схема на свързване работят транзисторите VT1 и VT2?
2. Как се изчислява коефициентът на усилване по напрежение на схемата?
3. Как се изчислява входното съпротивление на схемата?
4. Какво е влиянието на кондензатора C2?
5. Как се измерва входното съпротивление на схемата?

V. Литература

1. Стоянов И., Измервания в електрониката, Техника, 1979г., София
2. Златаров В., Електронни усилватели и генератори, Техника, 1979, София
3. Загорский Я. и др., Измерительные усилители на транзисторах, Энергия, 1971г., Москва
4. Стоянов И., Измервания в електрониката и изчислителната техника, Техника, С., 1987