

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ДВУСТЪПАЛЕН УСИЛВАТЕЛ С
ОТРИЦАТЕЛНА ОБРАТНА ВРЪЗКА

Цел на упражнението:

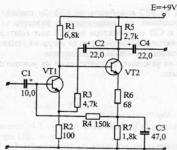
Да се установи опитно влиянието на отрицателната обратна връзка /ООВ/ върху параметрите на усилвателя - коефициент на усилване, входно съпротивление, изходно съпротивление. Да се затвърдят и разширят практическите знания за измерване на параметрите на усилватели.

I. ЗАДАНИЕ

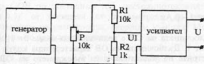
1. Да се определи постояннотоковият режим на дадената схема /фиг.4.1/.
2. Да се изчислят при прекъсната ООВ по променлив ток :
 - а/ коефициентът на усилване по напрежение,
 - б/ входното съпротивление,
 - в/ изходното съпротивление.
3. Да се изчислят с ООВ:
 - а/ дълбочината на ООВ,
 - б/ коефициентът на усилване по напрежение,
 - в/ входното съпротивление,
 - г/ изходното съпротивление.
4. Да се монтира схемата и се измерят:
 - а/ захранващото напрежение и потенциалите в емитера, базата и колектора на транзисторите. Да се направи оценка за точността,
 - б/ коефициентът на усилване на схемата с и без ООВ,
 - в/ входното съпротивление на схемата с и без ООВ,
 - г/ изходното съпротивление на схемата с и без ООВ.

II. Теоретични пояснения

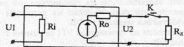
Схемата на фиг. 4.1 е транзисторен двустъпален усилвател по напрежение. Двата транзистора работят в схема на свързване ОЕ. Връзката между стъпалата е директна - базата на VT2 е свързана без допълнителни елементи директно към колектора на VT1. С цел стабилизиране на постояннотоковия режим на транзисторите са въведени местни ООВ по постоянен ток и общи ООВ по постоянен



фиг. 4.1



фиг. 4.2



фиг. 4.3

ток от емитера на VT2 към базата на VT1. За стабилизиране на коефициента на усилване по напрежение е въведена ООВ по променлив ток (R3 и C2) от колектора на VT2 към емитера на VT1. Тази ООВ е последователна по отношение на входа на усилвателя и по напрежение по отношение на изхода на усилвателя.

Коефициентът на усилване по напрежение на усилвател с ОВ се определя по формулата:

$$/4.1/ \quad A_{uF} = \frac{A_u}{1 - \beta \cdot A_u}$$

където A_u е коефициентът на усилване по напрежение без ОВ; A_{uF} е коефициентът на усилване по напрежение с ОВ

β - коефициентът на предаване на четириполусника на ОВ, който се въвежда в /4.1/ със знака си. При положителна ОВ β е положителна величина, а при отрицателна ОВ е отрицателна.

Дълбочината на ОВ се определя от израза:

$$/4.2/ \quad F = 1 - \beta \cdot A_u$$

При ПОВ дълбочината на ОВ е величина, по-малка от 1, а при ООВ е по-голяма от 1. Дълбочината на ОВ характеризира колко пъти се изменят параметрите на усилвателя след въвеждането на ОВ. ОВ оказва влияние само на параметрите, които са обхванати от веригата на ОВ.

Например: Входното съпротивление на усилвателя /фиг.4.1/ се определя от стойностите на паралелно свързаните R4 и входното съпротивление на транзистора VT1. Въвеждането на ОВ изменя стойността на входното съпротивление на транзистора, но не оказва влияние върху еквивалентното съпротивление на резистора R4, тъй като последният не участва във веригата на ОВ.

Входното съпротивление на транзистора VT1 се изменя F пъти. За последователна ОВ:

$$/4.3/ \quad R_{iTF} = F \cdot R_{iT}$$

За паралелна ОВ:

$$/4.4/ \quad R_{iTF} = R_{iT} / F$$

Иходното съпротивление се изменя също F пъти, но зависи от типа на ОВ. При ОВ по напрежение

$$/4.5/ \quad R_{oF,u} = R_o / F$$

При ОВ по ток

$$/4.6/ \quad R_{oF,i} = F \cdot R_o$$

Изразите /4.2 - 4.6/ са в сила както за положителна ОВ, така и за отрицателна ОВ.

III. Указания за изпълнение на заданието

По т.1.

Поради директната връзка между двата транзистора и въведената обща ООВ по постоянен ток, постояннотоковият режим на схемата /фиг.4.1/ се определя от параметрите на двата транзистора и стойностите на резисторите, свързани към тях. Може да се използват дадените по долу уравнения:

$$/4.7a/ \quad U_{b1} = U_{be1} + R_2 \cdot I_{e1}$$

$$/4.7б/ \quad U_{b2} = U_{c1} = E_c - R_1 \cdot (I_{c1} + I_{b2})$$

$$/4.7в/ \quad U_{b2} = U_{be2} + I_{e2} \cdot (R_6 + R_7)$$

$$/4.7г/ \quad U_{b1} = (U_{b2} - U_{be2}) \cdot \frac{R_7}{R_6 + R_7} - R_4 \cdot I_{b1}$$

$$/4.7д/ \quad U_{c2} = E_c - R_5 \cdot I_{c2}$$

За намирането на едно приблизително решение на системата правим следните опростявания:

$$a/ \quad U_{be1} = U_{be2} = 0,6V = \text{const},$$

$$б/ \quad I_{b1} = I_{b2} = 0,$$

$$в/ \quad h_{21c1} = h_{21c2} = 50 = \text{const}.$$

По т.2.

За определянето на коефициента на усилване по напрежение на системата без ООВ се изчисляват последователно коефициентът на усилване на VT1 и VT2. Входното и изходното съпротивление на схемата се изчисляват по дадените в литературата формули.

По т.3.

За определянето на коефициента на усилване по напрежение на схема с ООВ се използва формула /4.1/. Коефициентът на предаване на четириполюсника за ОВ зададената схема се определя от израза

$$/4.8/ \quad \beta = \frac{R_2}{R_2 + R_3}$$

За определяне входното съпротивление на транзистора VT1 се използва /4.3/, а за изходното съпротивление на схемата - /4.1/.

По т.4.

Коефициентът на усилване по напрежение на схема без ОВ е голям и поради това входният сигнал се получава много малък и не може да се измери лесно. За да бъде определена стойността му, на входа на усилвателя се поставя нискоомен еталонен делител /фиг.4.2/. Стойността на входното напрежение се изчислява по формулата:

$$U_1 = U_p \frac{R_2}{R_2 + R_1}$$

Изходното съпротивление на схемата се измерва с помощта на добавъчен резистор /фиг.4.3/. Преди свързването му изходното напрежение е равно на е.д.напрежение на еквивалентния генератор. След свързването на добавъчния резистор изходното напрежение се определя от делителя, образуван от вътрешното съпротивление на схемата и добавъчния резистор.

$$/4.9a/ \quad U_2' = E_0,$$

$$/4.9b/ \quad U_2'' = U_2' \cdot \frac{R_d}{R_d + R_i}$$

В изразите /4.9/ U_2' е напрежението, измерено на изхода преди свързването на добавъчния резистор R_d .

U_2'' е напрежението, измерено на изхода на схемата след свързването на R_d .

R_0 е еквивалентното вътрешно съпротивление на схемата.

Изразите /4.9/ при известни U_2' , U_2'' и R_d позволяват да се определи стойността на вътрешното съпротивление R_0 :

$$/4.10/ \quad R_0 = \frac{U_2' - U_2''}{U_2''} R_d$$

За да бъде измерването точно, е необходимо добавъчният резистор да има съпротивление, близко по стойността до вътрешното съпротивление на схемата, а изходният сигнал трябва да има такава стойност, че усилвателят да работи в линейната част на предавателната си характеристика.

IV. Контролни въпроси :

1. Какни са особеностите на усилвателя с обратна връзка ?
2. Колко вида обратни връзки познавате ?
3. Как се изменят параметрите на усилвателя при ООВ по напрежение /по ток/ и при ПОВ ?
4. Как се изменят параметрите на усилвателя при паралелна и последователна ООВ /ПОВ/ ?
5. Как се измерва изходното съпротивление ?
6. Как се измерва входното съпротивление ?
7. Как се измерва коефициентът на усилване по напрежение ?

V. Литература :

1. Кръстев П., Стоянов И., Измервания в електрониката, Техника, С., 1979.