

## У П Р А Ж Н Е Н И Е    № 5

### ИЗСЛЕДВАНЕ НА УСИЛВАТЕЛ С ДИНАМИЧЕН ТОВАР

#### Цел на упражнението:

Да се затвърдят познанията за ОБ. Да се експериментира схема с последователно захранване на транзисторите по постоянен ток.

#### I. Задание

1. Да се изчисли постояннотоковият режим на зададената схема /фиг.5.1/.

2. Да се изчисли коефициентът на усилване по напрежение на схемата в три случая:

а/ с кондензатора С2 и без резистора R7

б/ без кондензатора С2 и без резистора R7

в/ без кондензатора С2 и с резистора R7

3. Да се изчисли входното съпротивление на схемата за трите случая.

4. Да се изчисли изходното съпротивление на схемата за трите случая.

5. Да се монтира схемата и да се измерят:

а/ потенциалите в емитера, базата и колектора на използваните транзистори. Да се направи оценка за точността на измерването;

б/ коефициента на усилване по напрежение на горните три случая;

в/ входното съпротивление на схемата за трите случая;

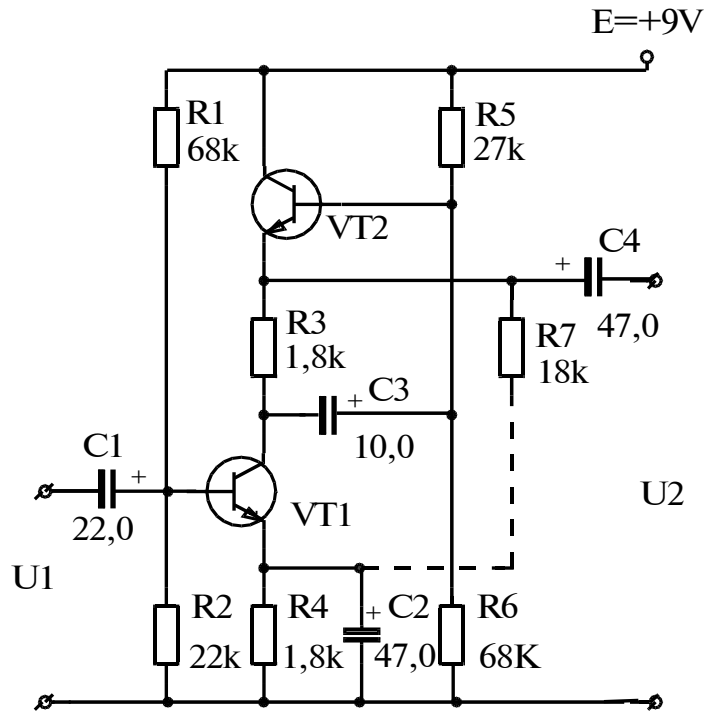
г/ изходното съпротивление на схемата за трите случая;

#### II. Теоретични пояснения

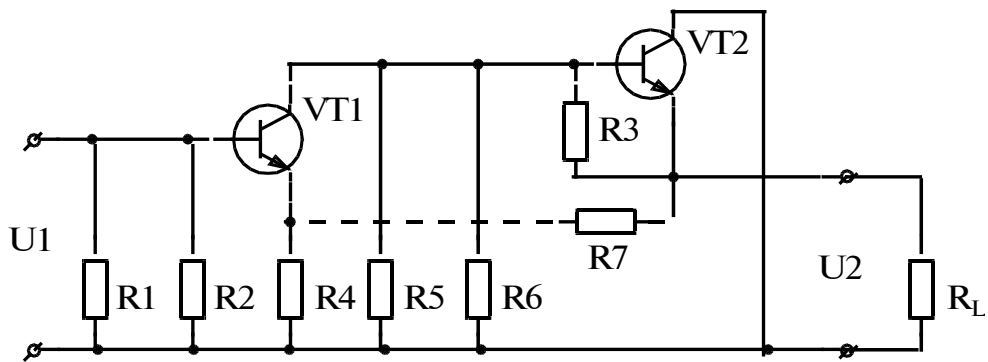
При разработката на усилвателни схеми често възниква необходимост да се получи по-голям коефициент на усилване на едно стъпало. Това може да се постигне като се използват прибори с голяма стръмност или чрез увеличаване на товарното съпротивление.

Първата възможност е ограничена поради малкия брой известни прибори с голяма стръмност. При втория случай, ако за товар се използва резистор, увеличаването на неговото съпротивление води до необходимост от увеличаване стойността на захранващото напрежение.

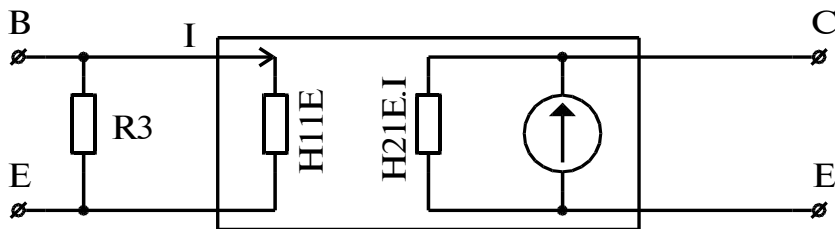
Това изисква транзисторът да бъде с голямо пробивно напрежение и се увеличава общата загубна мощност. В крайна сметка се налага използването на високоволтови транзистори, ограничаване на температурния диапазон на усилвателя и др.



фиг. 5.1



фиг. 5.2



фиг. 5.3

Използването на динамични товарни съпротивления позволява да се увеличи усилването на едно стъпало, а от това следва, че ще се намали общият брой на стъпалата, може да се въведе по-дълбока отрицателна обратна връзка, съответно ще се увеличи входното съпротивление, ще се разшири честотната лента и др.

Като динамични товарни съпротивления се използват транзисторни схеми и са възможни най-различни варианти.

При някои от схемите се използва като динамично съпротивление нелинейната зависимост на изходната характеристика на транзисторите. В случая транзисторът работи като нелинеен двуполусник.

При друга група от схеми се използва като динамично съпротивление входното съпротивление на емитерен повторител. При този случай увеличаването на коефициента на усилване се постига при сравнително ниско изходно съпротивление на усилвателя.

Към тези група схеми спада и схемата на фиг.5.1.

Схемата се състои от два транзистора VT1 и VT2, които се захранват последователно - колекторният ток на VT1 протича през емитера на VT2. Резисторите R1 и R2 задават базовото напрежение на VT1. Чрез емитерния резистор R4 се стабилизира колекторния ток на VT1. Резисторите R5 и R6 задават базовия потенциал на VT2. Резисторът R3 разделя по променлив ток колектора на VT1 от емитера на VT2. Чрез резистора R7 при отсъствие на кондензатора C2 се въвежда положителна обратна връзка. Чрез кондензатора C3 променливият сигнал от колектора на VT1 се прехвърля в базата на VT2. От еквивалентната схема по променлив ток /фиг. 5.2/ се вижда, че по отношение на входния сигнал транзисторът VT1 работи в схема на свързване ОЕ, а VT2 - в схема ОК.

### **III. Указания за изпълнение на заданието**

По т. 1.

Постояннотоковият режим на стъпалото се определя въз основа на следните предпоставки:

а/ транзисторите VT1 и VT2 са еднотипни със следните параметри:  $h_{21e}=50$ ,  $1/h_{22e}=50k\Omega$ ,  $U_{be}=0.6V$

б/ параметрите  $h_{21e}$  и  $h_{22e}$  и напрежението  $U_{be}$  не се влияят от постояннотоковия режим;

в/ базовият ток на VT1 и VT2 е много по-малък от тока през делителя и не влияе върху потенциала на базите;

Постояннотоковият режим се определя в следната последователност:

- изчислява се потенциалът на базата на VT1,

- изчислява се емитерният потенциал на VT1,
- изчислява се емитерният ток на VT1,
- изчислява се базовият потенциал на VT2,
- изчислява се емитерният потенциал на VT2,
- изчислява се колекторният потенциал на VT1.

По т. 2а и 2б.

Определянето на коефициента на усилване по напрежение се извършва в следната последователност:

- изчисляват се  $h_{11} = 25/I_e$ ,  $h_{21} = 50$ ,  $h_{12} = 0$ ,  $h_{22} = 0,00002S$
- за VT2 - има същите четириполюсни параметри на транзисторите
- за VT1 - параметри, но паралелно на входа, между базата и емитера, е свързан резисторът R3. За определяне на коефициента на усилване и входното съпротивление е необходимо да се работи с еквивалентни четириполюсни параметри на двойката VT2 и R3. От схемата на фиг. 5.3. следва:

$$h_{11}' = \frac{h_{11}e \cdot R3}{h_{11}e + R3}; \quad h_{12}' = h_{12}e \frac{R3}{h_{11}e + R3};$$

$$h_{21}' = h_{21}e \frac{R3}{1 + R3 \parallel h_{11}e}; \quad h_{22}' = h_{22}e;$$

- изчислява се коефициентът на усилване по напрежение на VT2 при R0 безкрайност,
- изчислява се еквивалентното колекторно съпротивление на VT1,
- изчислява се коефициентът на усилване по напрежение на VT1,
- изчислява се общият коефициент на усилване.

По точка 2в.

Определя се коефициентът на предаване на четириполюсника във веригата на ОВ:

$$\beta = \frac{R_e}{R_e + R_{ov}};$$

- определя се дълбочината на ООВ:

$$F = 1 - \beta \cdot A_u .$$

За коефициента на усилване без ОВ се замества стойността, определена със съпротивлението R4 без C2.

- изчислява се стойността на коефициента на усилване с ПОВ :

$$A_{uF} = \frac{A_u}{F} .$$

По т. 3.

Входното съпротивление на усилвателя се изчислява в следната последователност:

- изчислява се съпротивлението на VT1 за всеки един от трите случая. При ПОВ се определя по формулата:

$$R_{iT1ов} = R_{iT1} \cdot F$$

където  $R_{iT1}$  е входното съпротивление на T1 без кондензатора C2 и без резистора R7.

- изчислява се входното съпротивление на усилвателя.

По т. 4.

Изходното съпротивление на усилвателя се определя като се изчисли изходното съпротивление на транзистора VT2. Работи се в следната последователност :

- определя се еквивалентното базово съпротивление на VT2 /фиг.5.2/,

- определя се изходното съпротивление  $R_o$  на VT2. При ПОВ се използва формулата :

$$R_{oF} = \frac{R_o}{F} ,$$

където  $R_o$  е съпротивлението на схемата без кондензатора C2 и без резистора R7.

По т. 5.

При монтирането на схемата трябва да се има предвид типа на използвания транзистор и разположението на изводите му , начина на свързване на електролитните кондензатори.

По т. 5а.

Постояннотоковите потенциали се измерват с помощта на мултицет. За оценка на точността на измерване е необходимо да се изчисли вътрешното съпротивление по постоянен ток на схемата между точките на свързване на волтметъра и при известно входно съпротивление на волтметъра се изчислява грешката от включването му.

По т. 5б.

Коефициентът на усилване се измерва съгласно методиката, дадена в упражнение No 2.

По т. 5в.

Входното съпротивление се измерва съгласно методиката, дадена в упражнение No 3.

По т. 5г.

Изходното съпротивление се измерва съгласно методиката, дадена в упражнение No 4.

#### **IV.Контролни въпроси**

1. Какви са предимствата на усилвателите с динамичен товар?
2. В каква схема на свързване работят транзисторите на усилвателя от фиг. 5.1. ?
3. Какви обратни връзки могат да се въведат в усилвателя?
4. Какво е влиянието на обратните връзки?
5. Как се измерват коефициентът на усилване по напрежение, входното и изходно съпротивление?

#### **V.Литература**

1. Загорский Т.и др.- Измервательные усилители на транзисторах, Энергия, М., 1971.