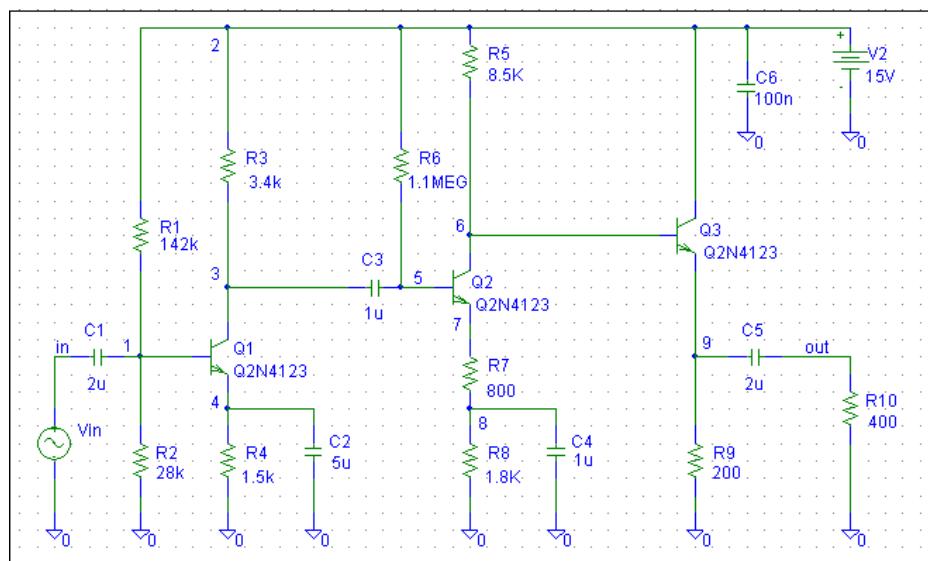


Демонстратор: PSpice симулации на тристъпален усилвател

1. Цел

Целта на демонстратора е да ви представи примери за PSpice симулации на постояннотоковия, честотния и времевия режим на транзисторен усилвател, което ще ви помогне при изпълнението на упражненията и самостоятелната ви работа.

Проследете демонстратора и изпълнете отделните етапи при изследването на транзисторния усилвател от фиг. 1.

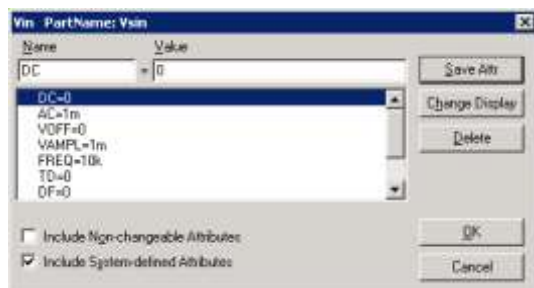


фигура 1

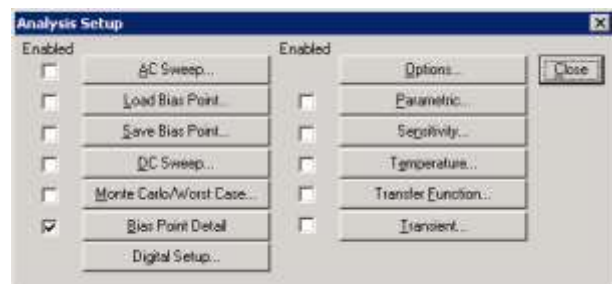
2. Анализ на постояннотоковия режим на схемата

В средата на графичния редактор *Schematics* начертайте и съхранете схемата или отворете предварително подготвения файл с начертаната схема (.sch) фиг. 1 и извършете зададените анализи.

Първо изследваме установения постояннотоков режим на схемата. Атрибутите на входния източник на напрежение **VAC** са показани на фиг. 2 (DC=0), а параметрите на зададения анализ – на фиг. 3.



фигура 2



фигура 3

Netlist-a на схемата и командите, с които се задават анализите са показани на фиг. 4 и фиг. 5.

* Schematics Netlist *

R_R8 0 8 1.8K
 R_R10 0 out 400
 C_C6 0 2 100n
 Q_Q1 3 1 4 Q2N4123
 Q_Q3 2 6 9 Q2N4123
 V_V2 2 0 15V
 R_R1 1 2 142k
 R_R2 0 1 28k
 R_R3 3 2 3.4k
 R_R4 0 4 1.5k
 R_R9 0 9 200
 R_R6 5 2 1.1MEG
 R_R5 6 2 8.5K
 R_R7 8 7 800
 Q_Q2 6 5 7 Q2N4123
 C_C1 1 in 2u
 C_C2 0 4 5u
 C_C4 0 8 1u
 C_C5 out 9 2u
 C_C3 5 3 1u
 V_Vin in 0 DC 0 AC 1m
 +SIN 0 1m 10k 0 0 0

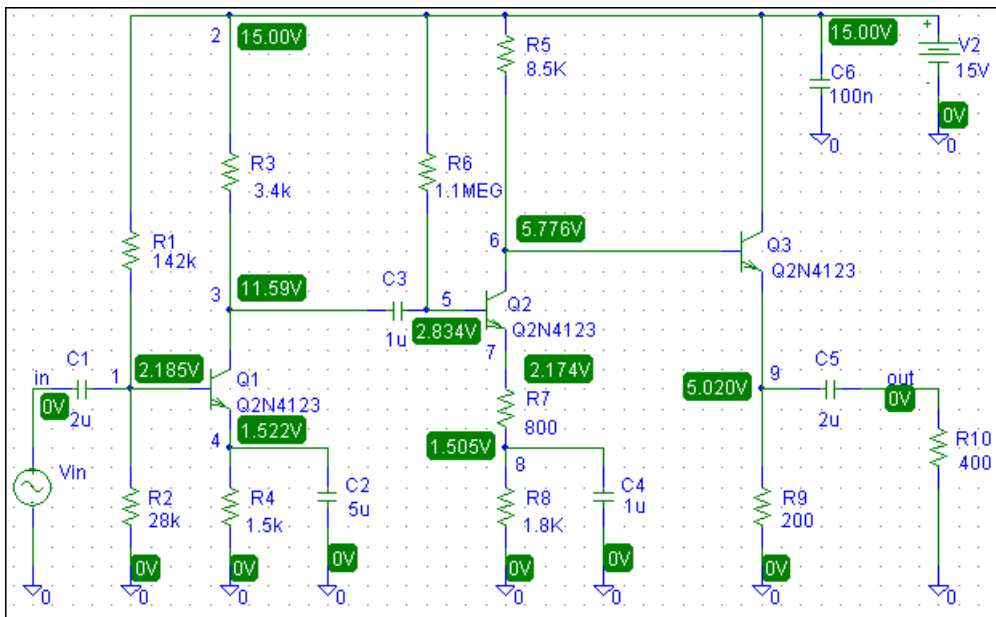
фигура 4

** Analysis setup **

.OP - анализ 'Детайли на работната точка'

фигура 5

Резултатите за потенциалите на всички възли, получени върху схемата са показани на фиг.6.



фигура 6

Първите две усилвателни стъпала са свързани в схема с общ емитер, а третото стъпало е повторител (по схема на свързване с общ колектор). Разгледайте постояннотоковите режими на трите транзистора.

3. Честотни характеристики на схемата

Разрешете извършването на зададения честотен анализ (чекнете анализа). Параметрите на анализа са показани на фиг. 7, а командите за извършването им на фиг. 8:



фигура 7

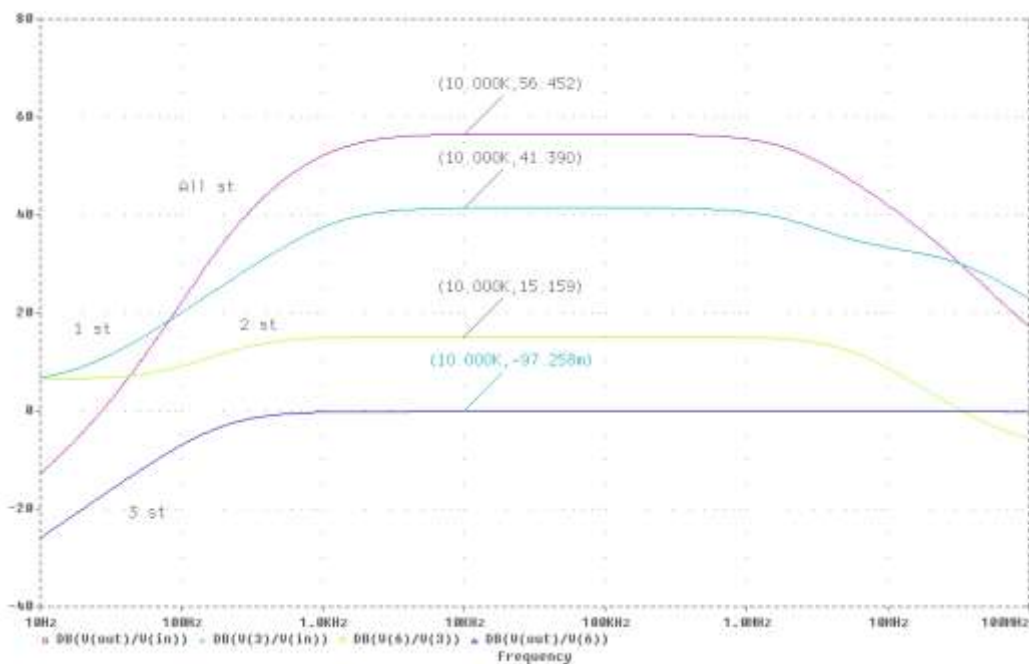
**** Analysis setup ****

```
.ac DEC 101 10 100MEG
.OP
```

фигура 8

Извършваме анализ на схемата при входен сигнал с амплитуда **1m V** и разбивка на честотата както следва: декаден мащаб, начална стойност **10Hz**, крайна стойност **10MEG Hz**, изчисленията се извършват за **100** точки в декада.

АЧХ за цялата схема и за отделните стъпала са показани на фиг. 9.



фигура 9



От анализа на получените резултати следват изводите:

- Коефициентът на усилване в лентата на пропускане на 1 стъпало е 41,39 dB (117,35 пъти);
- Коефициентът на усилване в лентата на пропускане на 2 стъпало е 15,159 dB (5,73 пъти);
- Коефициентът на усилване в лентата на пропускане на 1 стъпало е -97,258 m dB (0,989 пъти);
- Коефициентът на усилване в лентата на пропускане на цялата схема е 56,452 dB (664,66 пъти). Понеже стъпалата са свързани каскадно (последователно), то общото им усилване се

получава от произведението на усилването на отделните стъпала
($117,35 \cdot 5,73 \cdot 0,989 = 665,02$ пъти);

4. Времени анализ на схемата

Разрешете извършаването на зададения времеви анализ (чекнете анализа) и отменете зададения преди това честотен анализ (премахнете отметката пред него). Параметрите на времевия анализ са показани на фиг. 10, а командите за извършването му - на фиг. 11:



Фигура 10

**** Analysis setup ****

```
.tran 100n 1m 0 100n
```

```
.OP
```

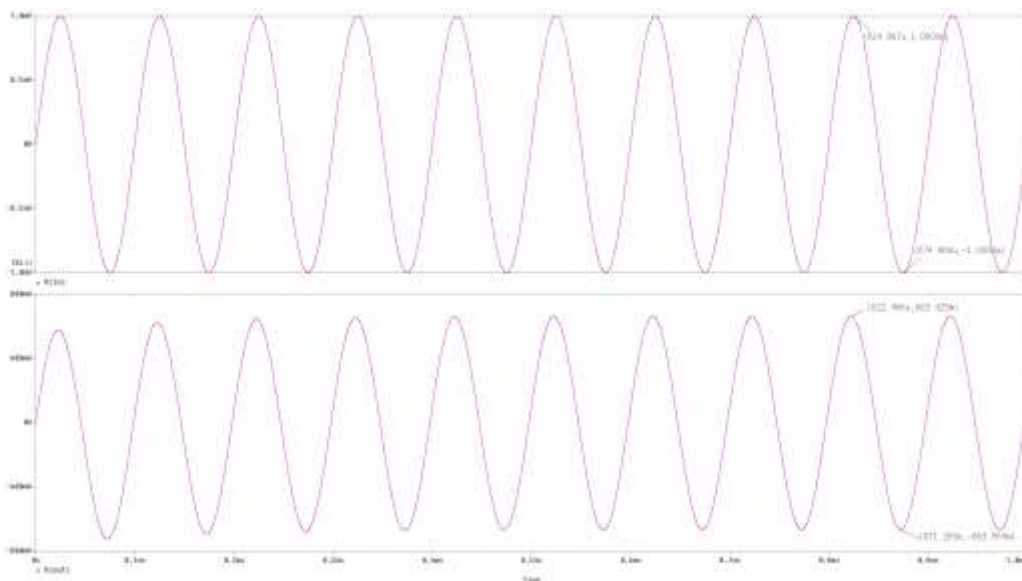
фигура 11

Извършваме времеви анализ на схемата при входен сигнал с със синусоидална форма с параметри: начална стойност **0 V**; амплитуда **1 mV**; честота **10 KHz**; закъснение **0 S**; коефициент на затихване **0**; фаза **0°**. Параметрите на анализа са : крайно време **1 mS**, стъпка на изобразяване **100 nS**; стъпка на изчисление **100 nS**.



За да изобразим изходното напрежението, е уместно предварително върху схемата да поставим маркер, който ще осигури автоматично построяване на графиката му.

Входното и изходното напрежение на усилвателя са показани на фиг. 12.



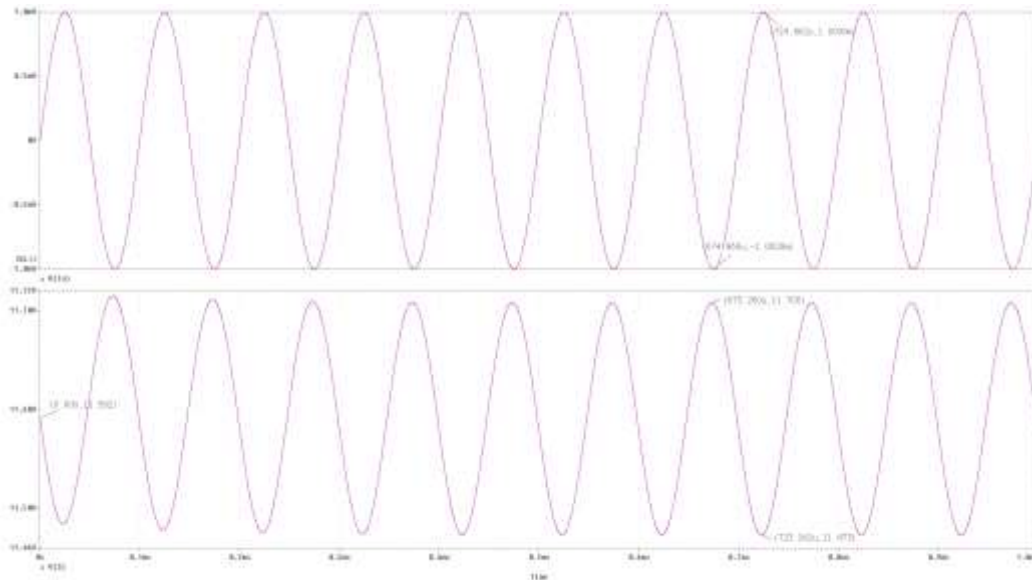
фигура 12



От анализа на получените резултати следват изводите:

- Входното и изходното напрежение почти съвпадат по фаза;
- Коефициентът на усилване на положителната полувълна е **663,425**, а на отрицателната полувълна **663,564**.
- Положителната и отрицателната полувълна се усилват еднакво, т.е. схемата е балансирана;

Входното и изходното напрежение на първото стъпало са показани на фиг. 13.



фигура 13



От анализа на получените резултати следват изводите:

- Входното и изходното напрежение са в противофаза (изходния сигнал е инвертиран);
- Изходното напрежение се наслажда върху постояннотоковата съставка (**V**);
- Коефициентът на усилване на положителната полувълна е **116 (11,708-11,592)**, а на отрицателната полувълна **119 (11,592-11.473)**.
- Положителната и отрицателната полувълна се усилват балансирано;



По аналогичен начин анализирайте изходните напрежения на другите звена. Определете нелинейните изкривявания на схемата.