

## Работа 4.1. Исследование дифференциальных усилителей на биполярных транзисторах

**Цель работы:** исследование характеристик дифференциальных усилителей на биполярных транзисторах.

### Порядок выполнения работы

1. Собрать схему дифференциального усилителя (рис. 4.1.3) и установить значения элементов в соответствии с номером варианта (табл. 4.1.1).

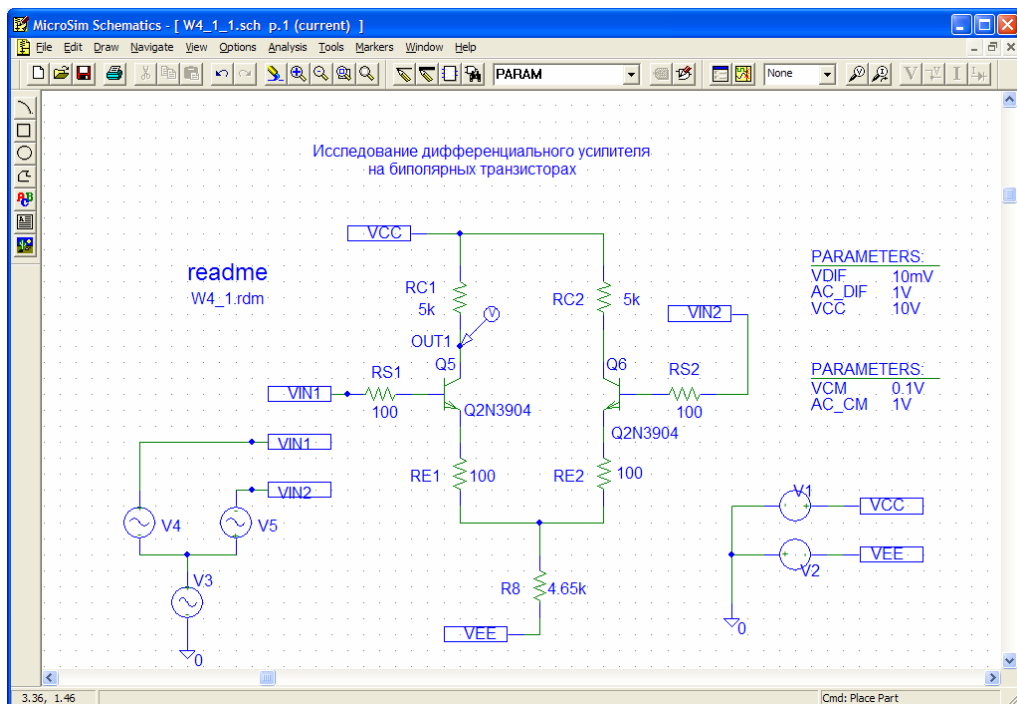


Рис. 4.1.3

2. Включить на входе источники дифференциального ( $V4$ ,  $V5$ ) и синфазного ( $V3$ ) сигналов (источники синусоидального напряжения  $VSIN$  из библиотеки  $SOURCE.slb$ ). Установить атрибуты источника синфазного сигнала  $V3$ :  $DC = 0$ ,  $AC = \{AC\_CM\}$ ,  $VOFF = 0$ ,  $VAMPL = \{VCM\}$  (рис. 4.1.4). Атрибут  $FREQ$  установить в соответствии с номером варианта (табл. 4.1.2):  $FREQ = f_{cm}$ . Установить атрибуты источников  $V4$  и  $V5$ :  $DC = 0$ ,  $AC = \{AC\_DIF\}$ ,  $VOFF = 0$ ,  $VAMPL = \{VDIF/2\}$  (рис. 4.1.5). Атрибуты  $FREQ$  установить в соответствии с номером варианта (табл. 4.1.2):  $FREQ = f_d$ .

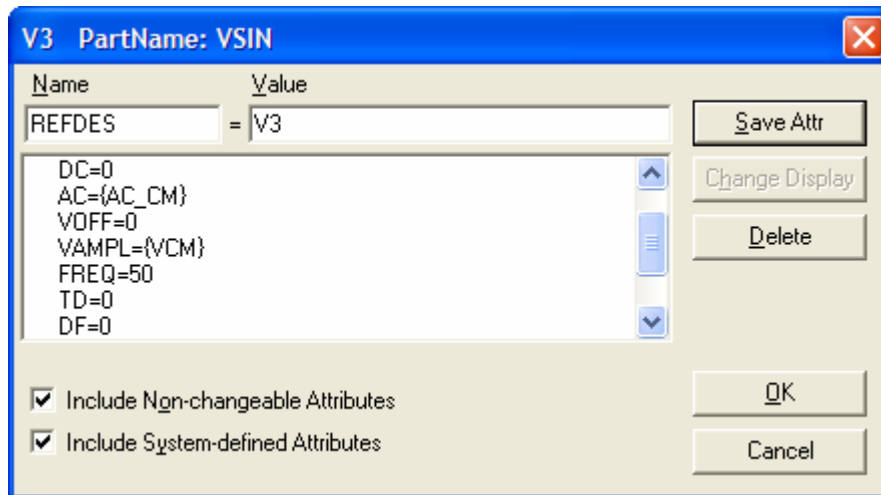


Рис. 4.1.4

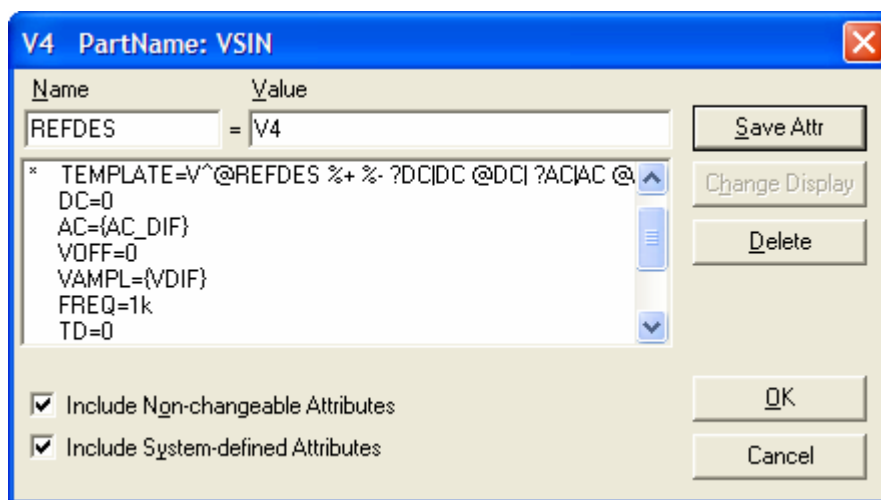


Рис. 4.1.5

3. Скопировать моделируемую цепь в отчет.

4. Исследование ДУ при действии дифференциального сигнала.

4.1. Установить атрибут VDIF элемента PARAMETERS в соответствии с номером варианта (табл. 4.1.2):  $VDIF = U_d$ ,  $AC\_DIF = 1V$ . Амплитуду источника синфазного сигнала (V3 на рис. 4.1.3) установить равной нулю (атрибуты  $AC\_CM = 0$ ,  $VCM = 0$ ). Установить временной интервал для режима Transient равным  $3T$ , где  $T$  – период дифференциального сигнала.

4.2. В режиме Transient получить и скопировать в отчет графики входного и выходного напряжений, входного тока. Определить коэффициент усиления дифференциального сигнала и входное сопротивление для дифференциальной составляющей.

4.3. Используя режим DC Sweep построить и скопировать в отчет передаточную характеристику усилителя для дифференциального сигнала. Диапазон изменения входного сигнала от -150 до 150 мВ. По передаточной

характеристике определить динамический диапазон для дифференциального сигнала.

4.4. С помощью режима AC Sweep построить и скопировать в отчет амплитудно-частотную характеристику усилителя для дифференциального сигнала. По графику АЧХ определить и записать в отчет частоту среза  $f_0$ .

5. Исследование дифференциального усилителя при действии синфазного сигнала.

5.1. Установить амплитуду источника синфазного сигнала в соответствии с номером варианта ((атрибуты AC\_CM = 1V, VCM =  $U_{cm}$ ). Установить амплитуду источников дифференциального сигнала V4 и V5 равной нулю (атрибуты VDIF = 0, AC\_DIF = 0). Установить временной интервал для режима Transient равным 3T, где T – период синфазного сигнала.

5.2. В режиме Transient получить и скопировать в отчет графики входного и выходного напряжений, входного тока. Определить коэффициент усиления синфазного сигнала и входное сопротивление для синфазной составляющей.

5.3. Используя режим DC Sweep построить и скопировать в отчет передаточную характеристику усилителя для синфазного сигнала. Диапазон изменения синфазной составляющей от  $-E_k$  до  $+E_k$ . По графику передаточной характеристики определить динамический диапазон для синфазного сигнала.

5.4. С помощью режима AC Sweep построить и скопировать в отчет амплитудно-частотную характеристику усилителя для синфазного сигнала

6. Исследование ДУ при действии дифференциального и синфазного сигналов.

6.1. По результатам п. 4 и 5 определить и записать в отчет коэффициент ослабления синфазной составляющей  $K_{осс}$ .

6.2. Установить амплитуды дифференциальной и синфазной составляющих в соответствии с номером варианта. В режиме Transient получить и скопировать в отчет временные диаграммы входного и выходного напряжений. Сравнить форму входного и выходного напряжений. Выводы записать в отчет.

7. Исследование дифференциального усилителя с отражателем тока.

7.1. Собрать схему дифференциального усилителя с отражателем тока (рис. 4.1.6). Установить значения элементов в соответствии с номером варианта (табл. 4.1.1).

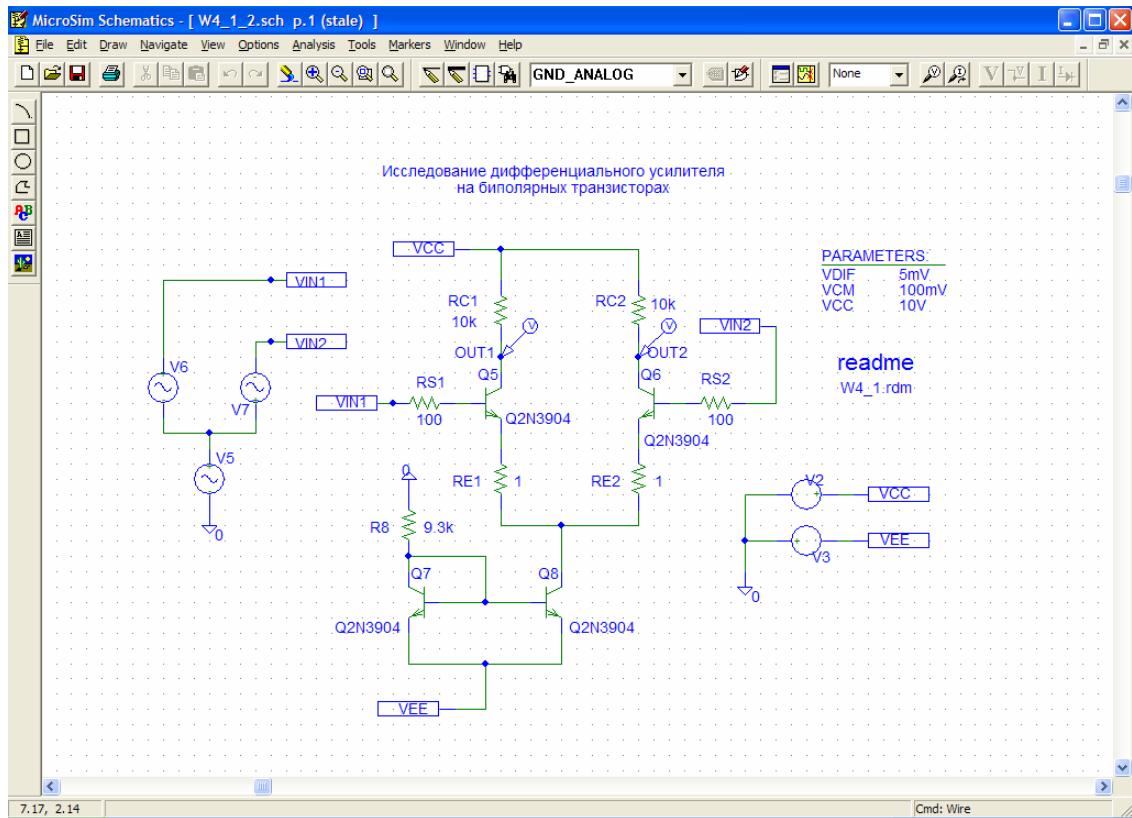


Рис. 4.1.6

7.2. Повторить п. 4.1 – 4.4, 5.1. – 5.4, 6.1, 6.2. Результаты моделирования записать в отчет.

8. Сравнить характеристики исследованных схем. Выводы записать в отчет.

9. (Выполняется по указанию преподавателя) Исследование дифференциального усилителя с активной нагрузкой и отражателем тока в цепи эмиттера.

9.1. Собрать схему дифференциального усилителя, показанного на рис. 4.1.7. Установить значения элементов в соответствии с номером варианта (табл. 4.1.1).

Рис. 4.1.7

9.2. Исследовать усилитель при действии дифференциального и синфазного сигналов. Результаты моделирования записать в отчет.

9.3. Сравнить характеристики исследованных схем. Выводы записать в отчет

Таблица 4.1.1. Значения элементов схемы на рис. 4.1.3

Вар.	$E_K, B$	$E_Э, B$	$R_{K1}, кОм$	$R_{K2}, кОм$	$R_Э, Ом$	$R_0, кОм$
1	5	5	2	2	100	4,3
2	12	12	6	6	150	15
3	5	5	6,5	6,5	100	10
4	10	10	7,5	7,5	200	20
5	15	15	10	10	200	28,6
6	10	10	9	9	250	20
7	12	12	12	12	180	15
8	9	9	8	8	100	15
9	10	10	8	8	150	10
10	15	15	12	12	200	20
11	5	5	0	3	100	5
12	12	12	0	6	120	12
13	10	10	0	7	200	15
14	15	15	0	8	250	15
15	12	12	0	7.5	200	12
16	15	15	20	20	200	14.3
17	15	15	20	20	150	28.6
18	10	10	20	20	200	9.3
19	10	10	14.7	14.7	100	9.3
20	12	12	15	15	100	11.3
21	15	15	12	12	300	15
22	15	15	0	12	250	15
23	12	12	0	10	320	12
24	10	10	10	10	200	15
25	15	15	12	12	300	20

Таблица 4.1.2. Параметры входных сигналов

Вар.	Дифференциальный сигнал		Синфазный сигнал	
	$U_d$ , мВ	$f_d$ , кГц	$U_{cm}$ , В	$f_{cm}$ , Гц
1	10	1	0.5	50
2	20	1	1.5	0
3	20	1.5	0.5	50
4	30	1	0.8	60
5	25	0.8	1.2	100
6	30	1.2	1.5	150
7	25	1	1	0
8	15	1	0.5	50
9	20	1.5	1	60
10	10	1	0.8	0
11	25	1.5	1	100
12	35	1	1.5	50
13	15	1.2	0.5	0
14	25	1	0.8	150
15	20	1.8	0.5	100
16	10	1	1.5	50
17	15	1	1.5	0
18	5	1.2	0.5	100
19	10	1.5	1	50
20	15	1	1.5	150
21	25	1.2	1.2	60
22	20	1	0.5	30
23	10	0.8	0.8	50
24	15	1	1	0
25	20	1.5	1.5	100