

МГТУ им. Н.Э. Баумана

Дисциплина электроника

Лабораторный практикум №5

по теме: «Биполярный транзистор, исследование по постоянному току»

Работу выполнил:

студент группы ИУ7-35Б

Романов Семен

Работу проверил:

Москва, 2021 г.

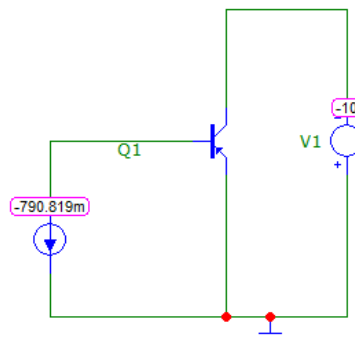
Эксперимент 1

Снятие ВАХ биполярного транзистора в схеме с ОЭ

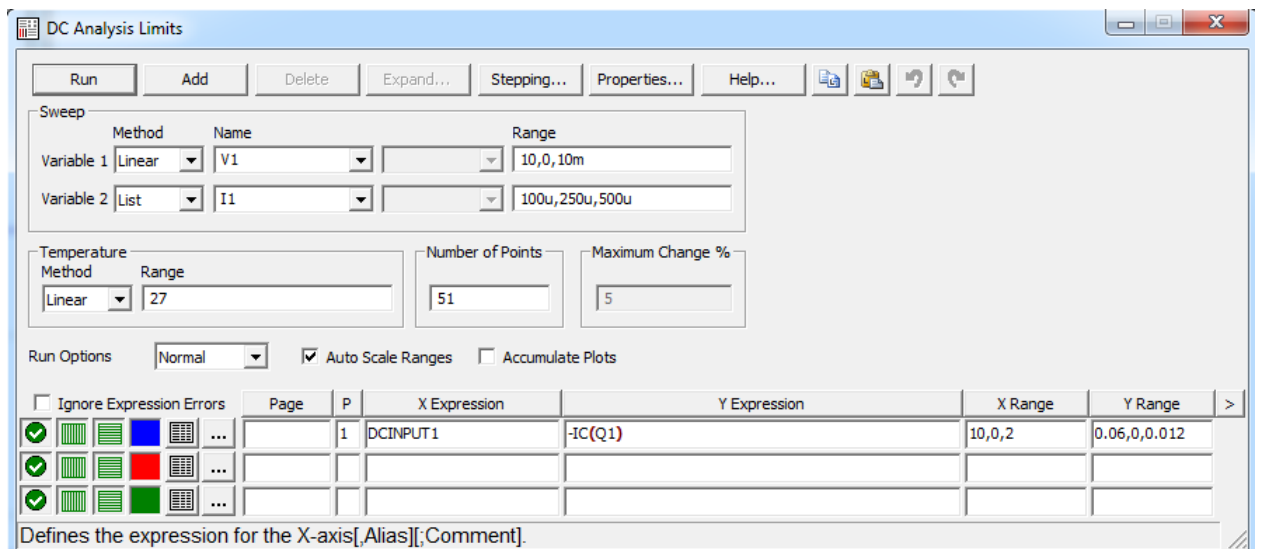
Вариант Модели

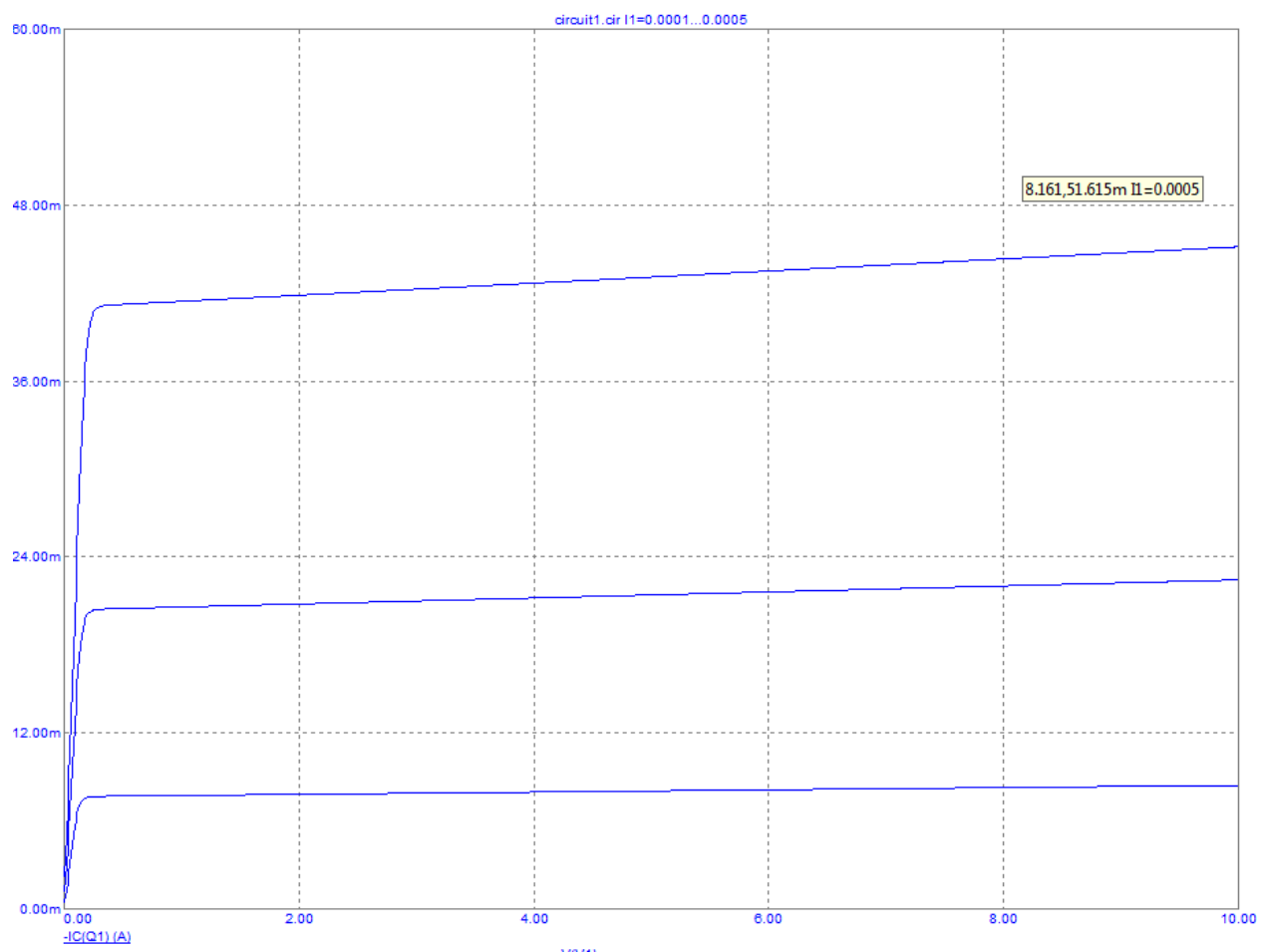
2N2906 (PNP)

Схема



Строим входную и выходную ВАХ





DC Analysis Limits

Run Add Delete Expand... Stepping... Properties... Help...

Sweep

| Variable | Method | Name | Range |
|------------|--------|------|---------------|
| Variable 1 | Linear | I1 | 500u, 1u, 10u |
| Variable 2 | List | V1 | 0, 5, 10 |

Temperature

Method: Linear Range: 27

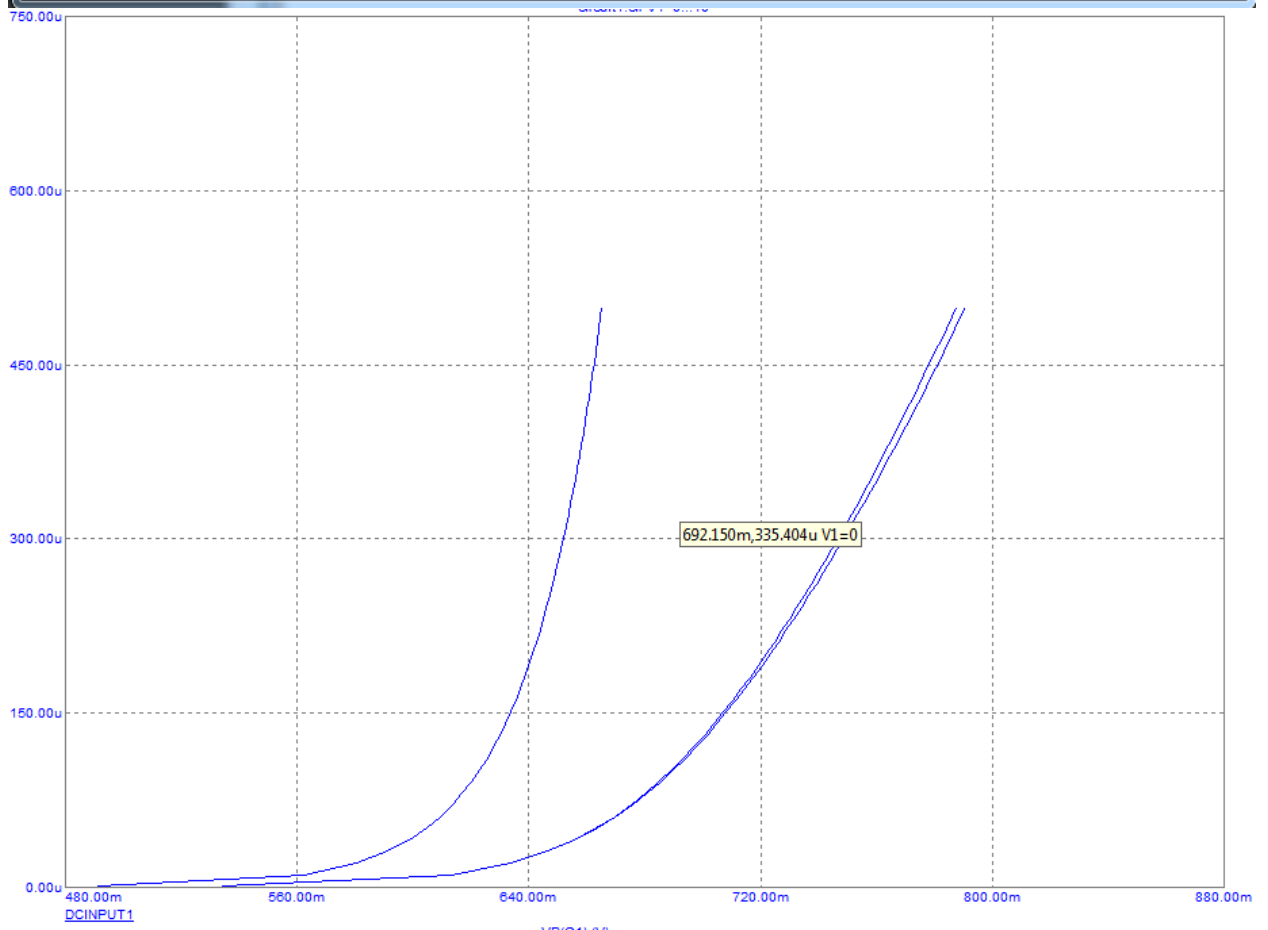
Number of Points: 51

Maximum Change %: 5

Run Options: Normal ☒ Auto Scale Ranges ☐ Accumulate Plots

☐ Ignore Expression Errors

| | Page | P | X Expression | Y Expression | X Range | Y Range | > |
|-------------------------------------|------|---|--------------|--------------|------------------|-------------------|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> | | 1 | -VB(Q1) | DCINPUT1 | 0.88, 0.48, 0.08 | 0.00075, 0, 0.000 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | |



Характеристики транзистора

$P_{max} = 400 \text{ мВт}$

$I_k = 150 \text{ mA}$, $U_k = 10\text{В}$

$I_{kmax} = 600\text{mA}$

На выходной ВАХ построим нагрузочные прямую и кривую

DC Analysis Limits

Run Add Delete Expand... Stepping... Properties... Help...

Sweep

| Variable | Method | Name | Range |
|------------|--------|------|-----------------------|
| Variable 1 | Linear | V1 | 10,0,10m |
| Variable 2 | List | I1 | 250u,500u,1000u,1500u |

Temperature

| Method | Range |
|--------|-------|
| Linear | 27 |

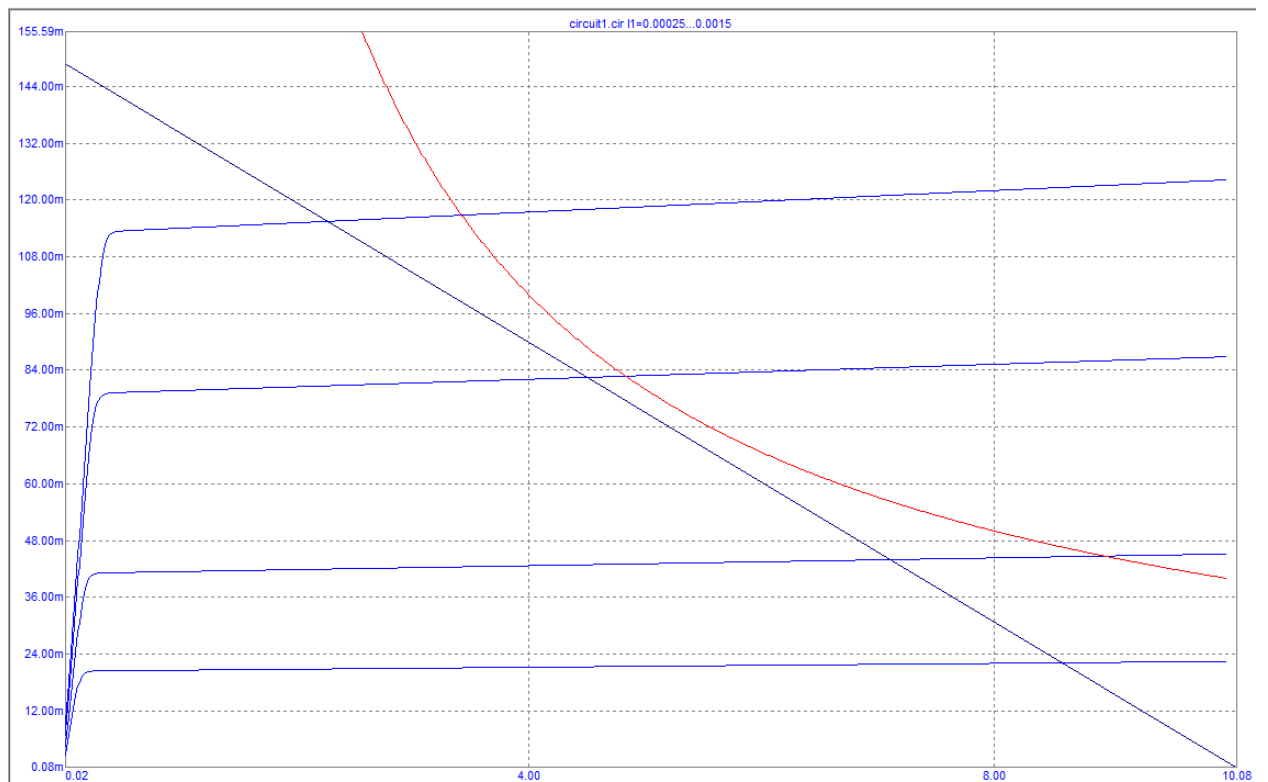
Number of Points: 51

Maximum Change %: 5

Run Options: Normal ☐ Auto Scale Ranges ☐ Accumulate Plots

☐ Ignore Expression Errors

| | Page | P | X Expression | Y Expression | X Range | Y Range |
|-------------------------------------|------|---|--------------|--------------|---------|--------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | | 1 | DCINPUT1 | -Ic(Q1) | 20,0,4 | 0.06,0,0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | | 1 | DCINPUT1 | -400m/Vc(Q1) | 20,0,4 | 0.06,0,0.012 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | | 1 | DCINPUT1 | 600m | 20,0,4 | 0.06,0,0.012 |



Сопротивление Rk:

$$R_k = (E_k - U_{pt}) / I_k$$

$U_{pt} = 4.5B$, $E_k = 10B$

$I_k = 82.5 \text{ mA}$

$R_k = \sim 66.6 \text{ Om}$

В) Определить ток в рабочей точке

$$I_b = I_k / (BF = \beta)$$

$$BF = \beta = 109.358$$

$$I_b = 82.5\text{mA} / 109.358 = 0.757\text{mA}$$

Эксперимент 2

УСТАНОВКА РАБОЧЕЙ ТОЧКИ КАСКАДА УСИЛЕНИЯ С ОБЩИМ ЭМИТТЕРОМ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ СХЕМЫ

Рассчитываем величину сопротивления в цепи базы, а также сопротивление в цепи коллектора

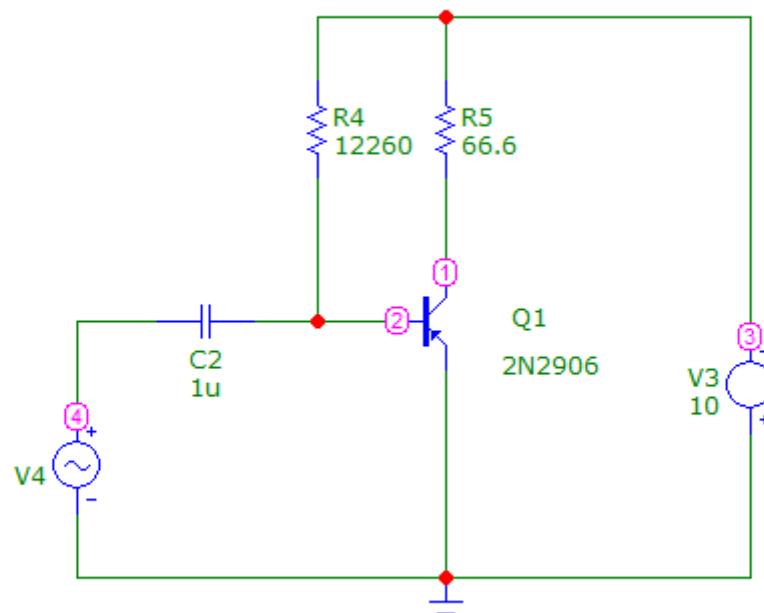
$$BF := 109.358 \quad U_k := 4.5 \quad E_k := 10 \quad U_b := 0.75 \quad I_k := 82.5 \cdot 10^{-3}$$

+

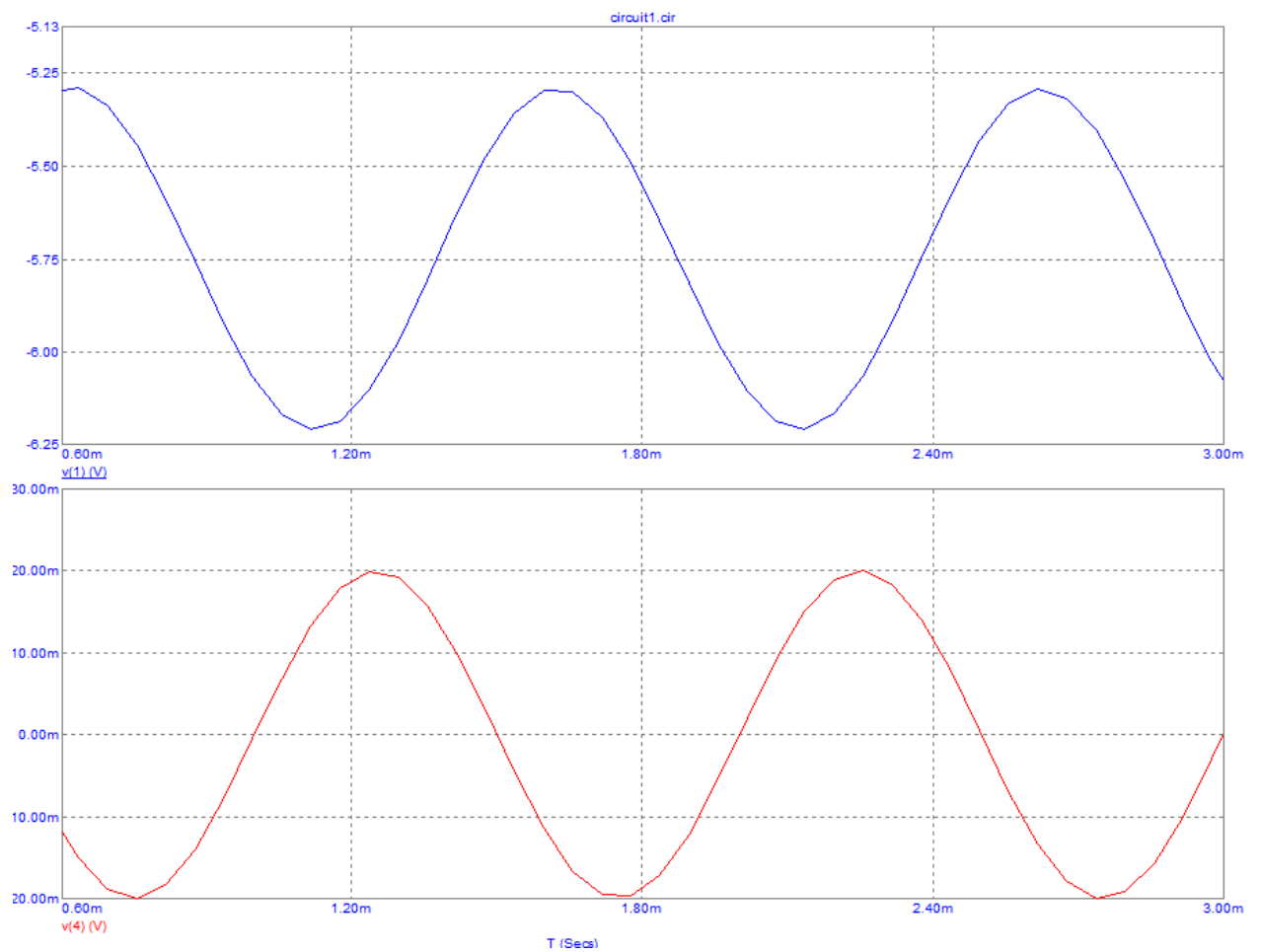
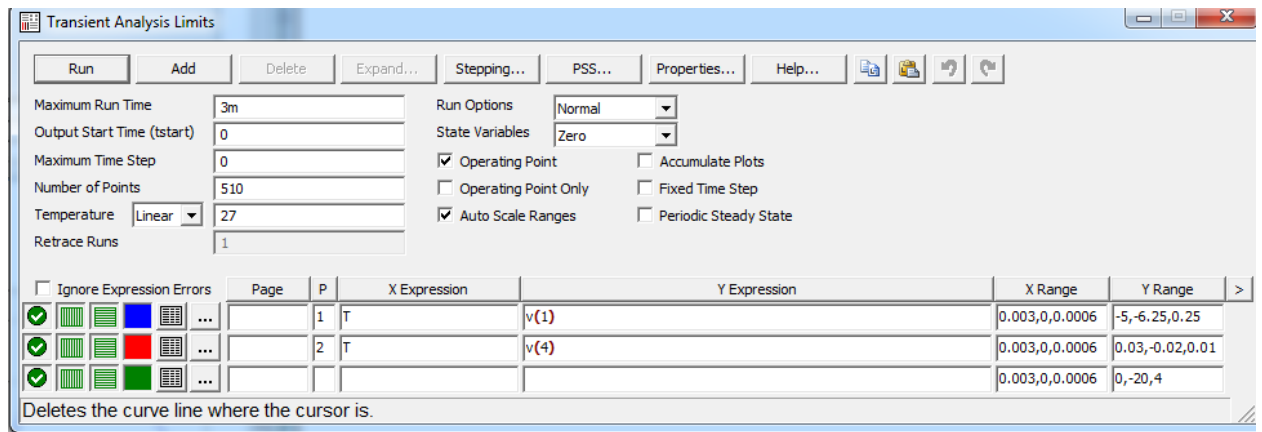
$$I_b := \frac{I_k}{BF} = 7.544 \times 10^{-4}$$

$$R_k := \frac{E_k - U_k}{I_k} = 66.667$$

$$E_b := \frac{E_k - U_b}{I_b} = 1.226 \times 10^4$$



Строим графики входного и усиленного сигналов



Коэффициент усиления

$M(\text{входной}) = 40\text{m}$

$M(\text{усиленный}) = 6.2 - 5.3 = 0.9\text{ V}$

$K = 0.9/0.04 = 22.5$

Добавляем делитель напряжения

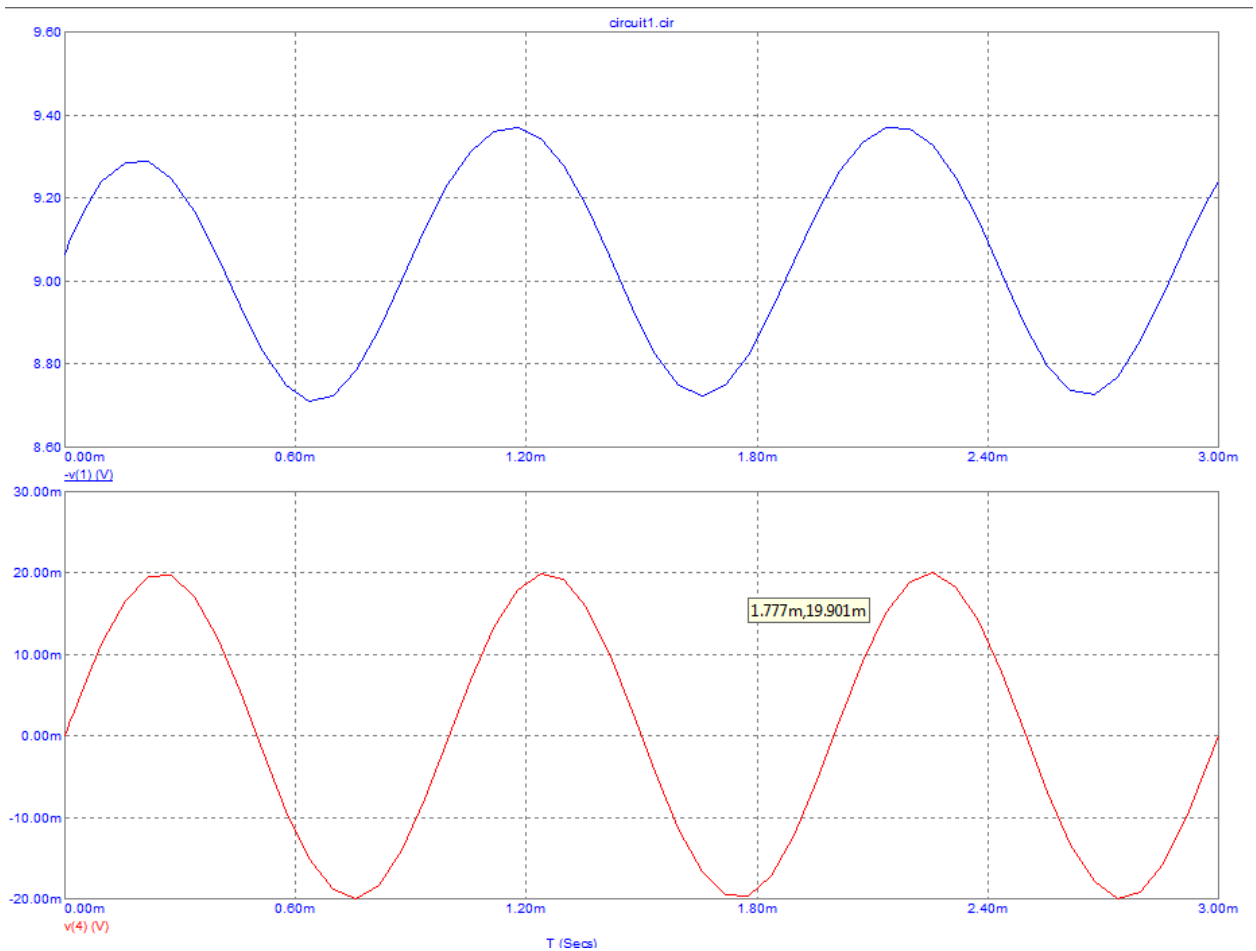
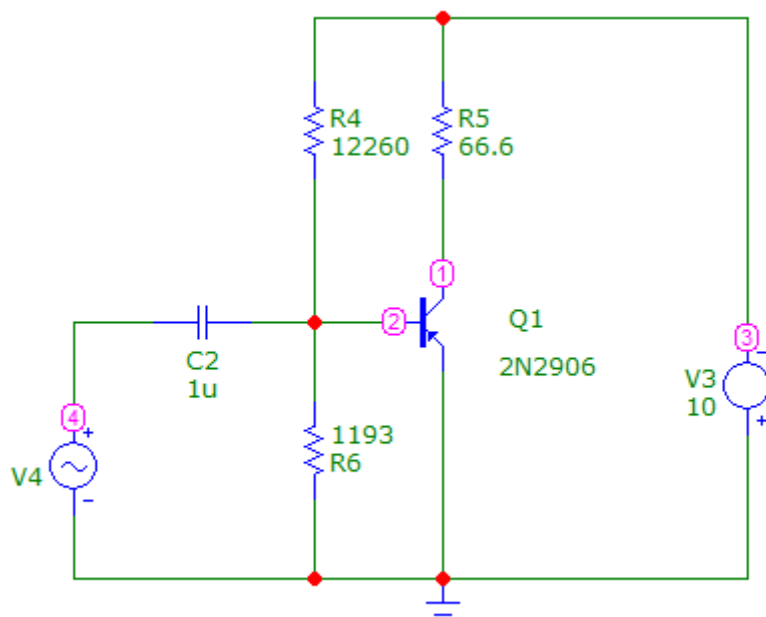
$$\begin{aligned}BF &:= 109.358 & U_k &:= 4.5 & E_k &:= 10 & U_b &:= 0.75 & I_k &:= 82.5 \cdot 10^{-3} \\ & & & & & & & & & U_d &:= 0.9\end{aligned}$$

$$I_b := \frac{I_k}{BF} = 7.544 \times 10^{-4}$$

$$R_k := \frac{E_k - U_k}{I_k} = 66.667$$

$$E_b := \frac{E_k - U_b}{I_b} = 1.226 \times 10^4$$

$$R_d := \frac{U_d}{I_b} = 1.193 \times 10^3$$



Коэффициент усиления

$M(\text{входной}) = 40\text{m}$

$M(\text{усиленный}) = 9.365 - 8.725 = 0.64\text{ V}$

$$K = 0.64/0.04 = 16$$

Эксперимент 3

**Исследование влияния температуры на положение рабочей точки каскада
с общим эмиттером биполярного транзистора**

Для схемы из Эксперимента 1

DC Analysis Limits

Run

Add

Delete

Expand...

Stepping...

Properties...

Help...

Sweep

Method

Name

Range

Variable 1

Linear

I1

500u,1u,10u

Variable 2

None

V1

0,5,10

Temperature

Method

Range

Number of Points

Maximum Change %

Linear

30,-30,5

51

5

Run Options

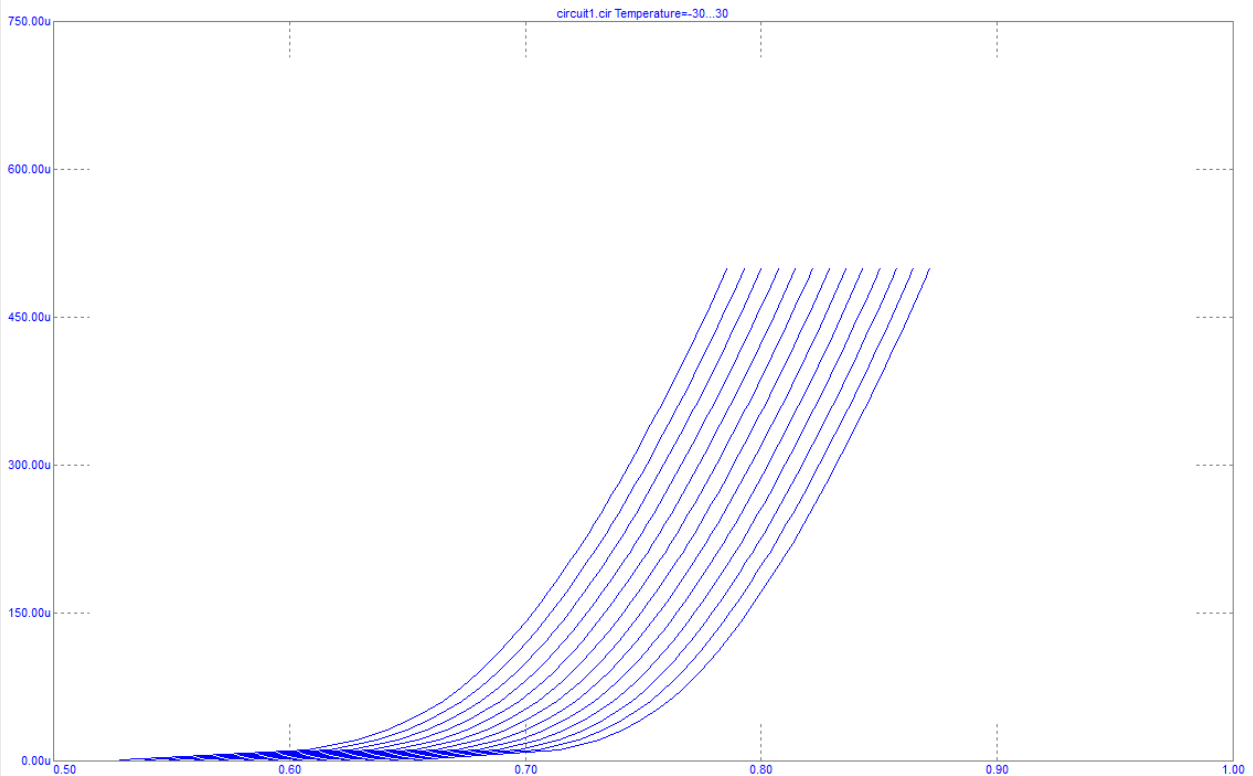
Normal

☒ Auto Scale Ranges

☐ Accumulate Plots

☐ Ignore Expression Errors

| | Page | P | X Expression | Y Expression | X Range | Y Range | > |
|--|------|---|--------------|--------------|-----------|-----------------|---|
| | | 1 | -VB(Q1) | DCINPUT1 | 1,0.5,0.1 | 0.00075,0,0.000 | |
| | | | | | 20,0,4 | | |
| | | | | | 20,0,4 | 0.06,0,0.012 | |



DC Analysis Limits

Run Add Delete Expand... Stepping... Properties... Help...

Sweep

| Variable | Method | Name | Range |
|------------|--------|------|----------|
| Variable 1 | Linear | V1 | 10,0,10m |
| Variable 2 | None | V1 | 0,5,10 |

Temperature

| Method | Range |
|--------|----------|
| Linear | 30,-30,5 |

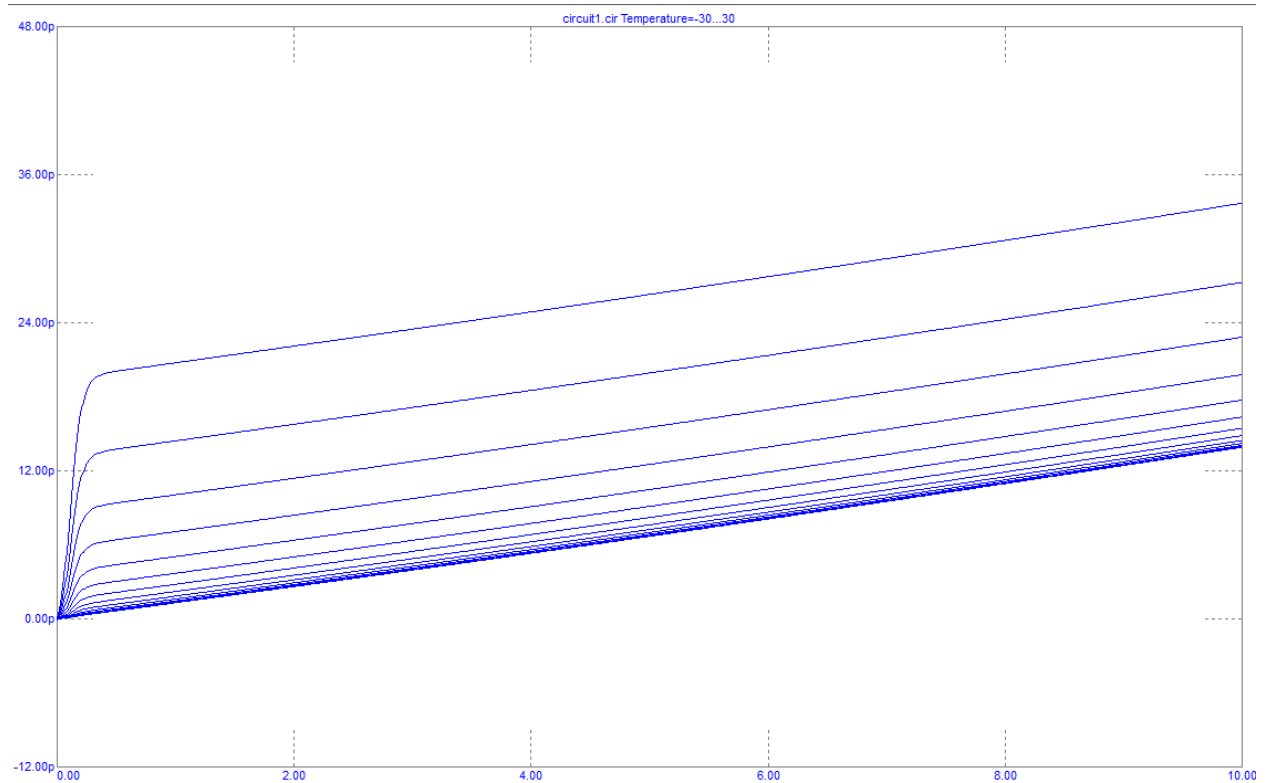
Number of Points: 51

Maximum Change %: 5

Run Options: Normal ☒ Auto Scale Ranges ☐ Accumulate Plots

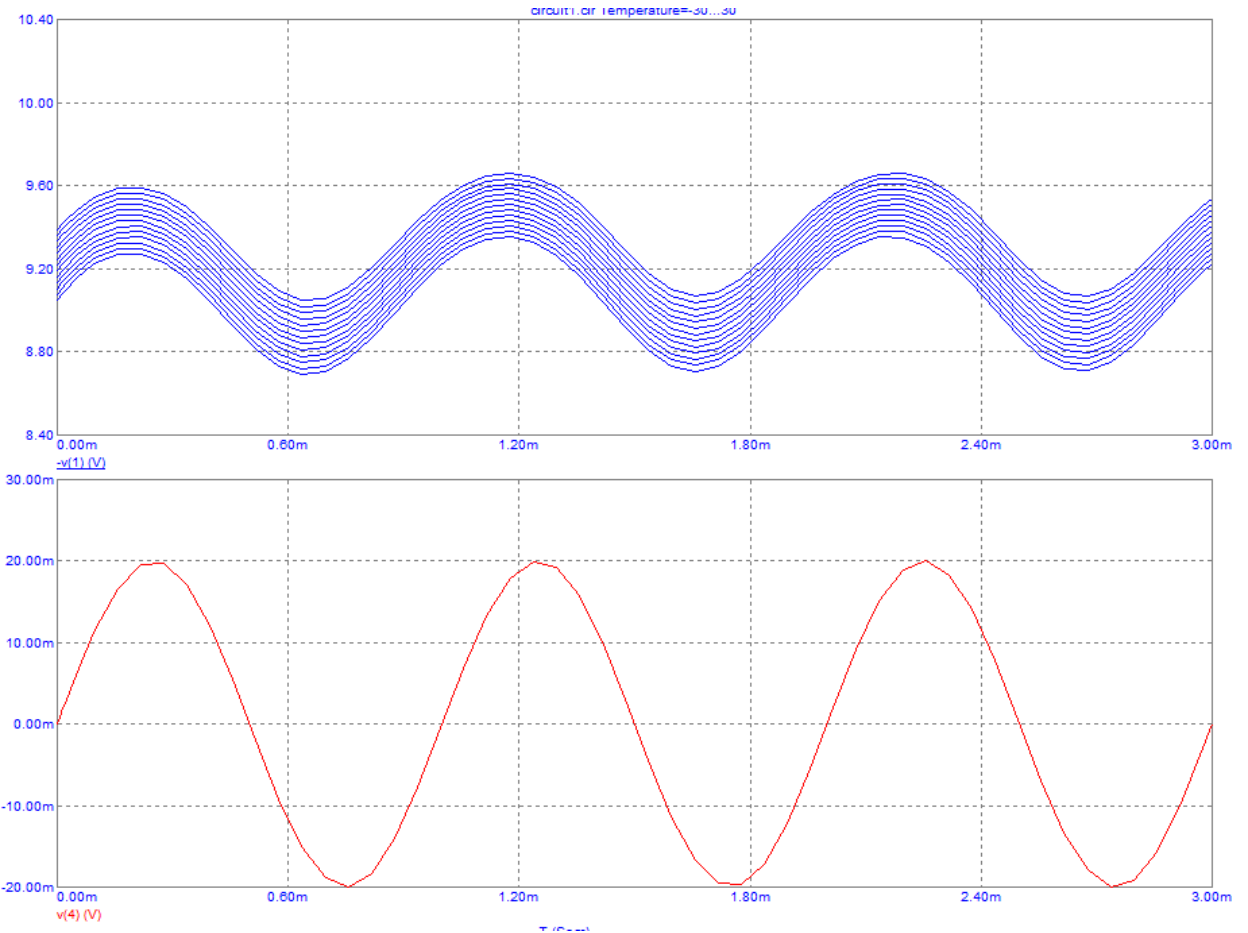
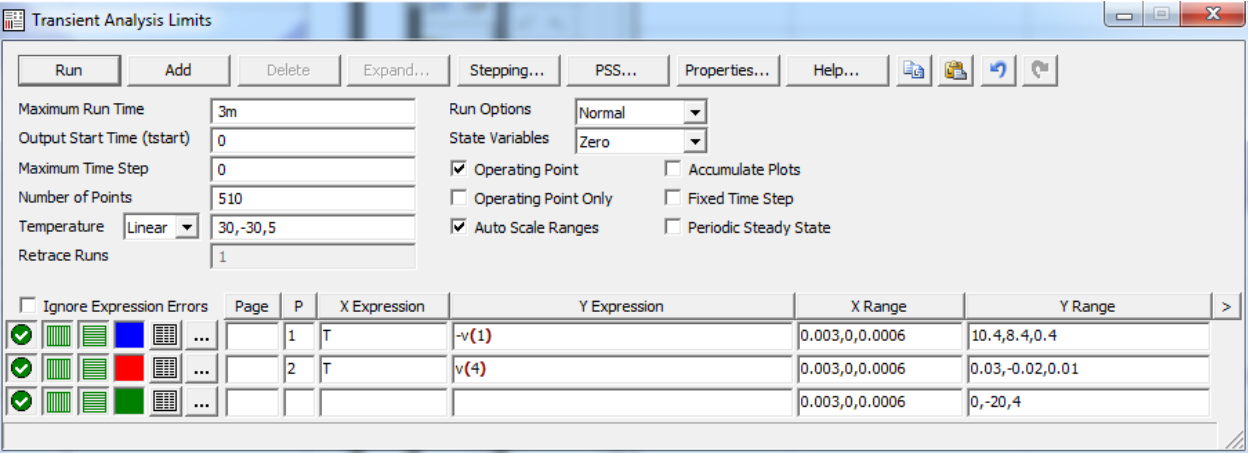
☐ Ignore Expression Errors

| | Page | P | X Expression | Y Expression | X Range | Y Range |
|-------------------------------------|------|---|--------------|--------------|---------|------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | | 1 | DCINPUT1 | -IC(Q1) | 10,0,2 | 4.8e-11,-1.2e-11 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | 20,0,4 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | 20,0,4 | 0.06,0,0.012 |



При повышении температуры увеличивается ток насыщения

Исследуем влияние температур на схему с делителем напряжения.



Добавим слайдер

Slider

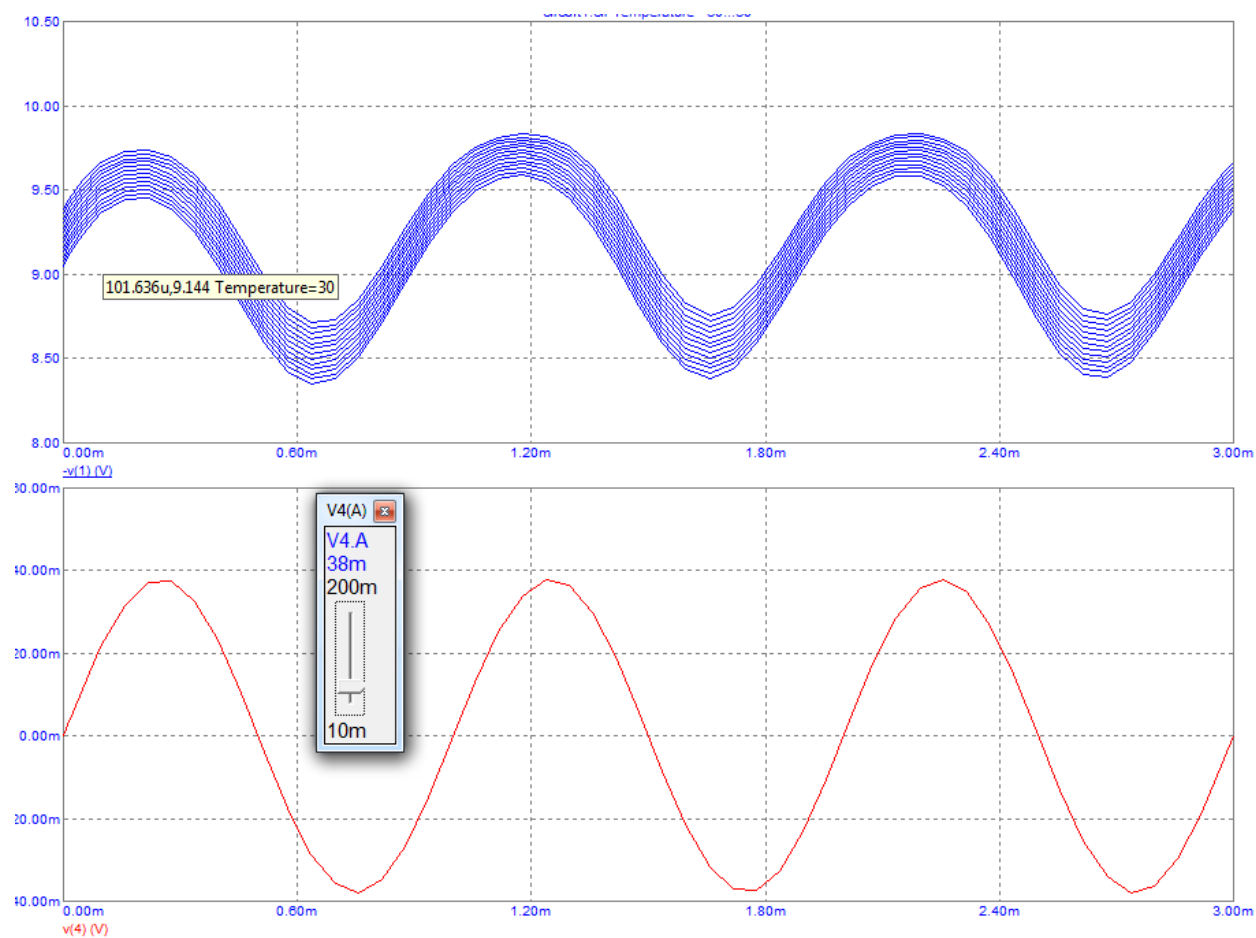
Parameter: V4
A

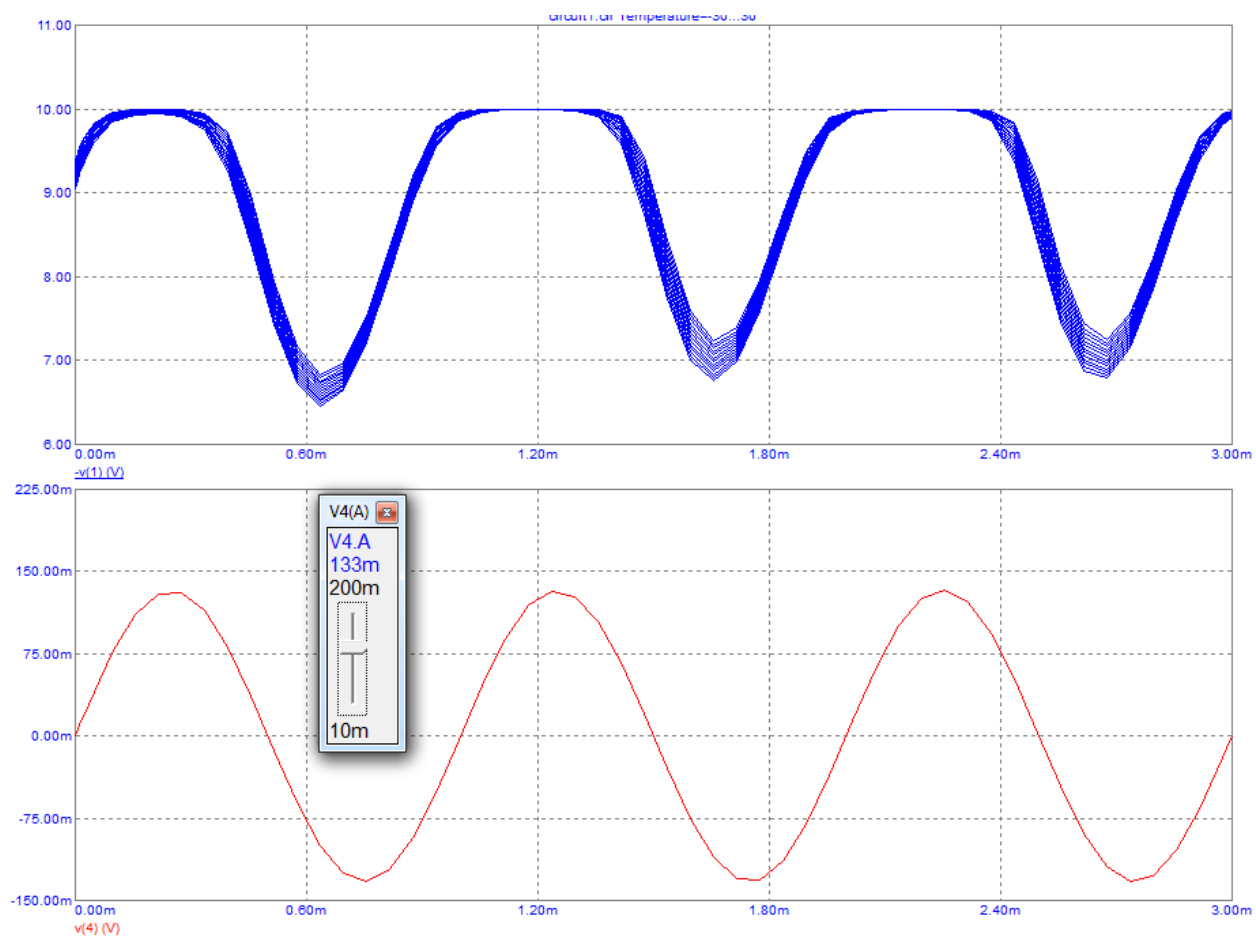
Min: 10m
Max: 200m
Step Size: 10%
Default: 20m

Method:
☒ Linear
☐ Log
☐ List

Parameter Type:
☒ Component
☐ Model
☐ Symbolic

Font... Format... Set Default
OK Cancel Help...





Синусоида становится более квадратной при приближении к пределу