

Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
Институт Радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова

Лабораторная работа № 1  
Измерение статических вольтамперных характеристик и  
низкочастотных параметров биполярных транзисторов

Бригада № 4  
Студент: Жеребин В.Р.  
Группа: ЭР-15-15

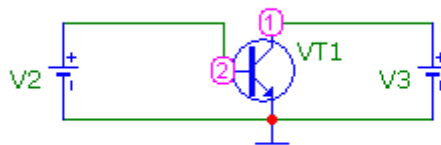
Москва  
2017

**Цель лабораторной работы.** Освоение методики моделирования электронных схем в режиме расчёта передаточных функций по постоянному току. Изучение статических характеристик и низкочастотных параметров маломощных биполярных транзисторов.

1. В соответствии с номером бригады по таблице выберите тип транзистора и параметры режима по постоянному току.

| № бригады | Биполярный транзистор |               |                 |              | Интервал температур             |
|-----------|-----------------------|---------------|-----------------|--------------|---------------------------------|
|           | Тип                   | $I_{0k}$ , мА | $I_{kmax}$ , мА | $U_{0k}$ , В |                                 |
| 4         | КТ3101А               | 4             | 15              | 5            | $-50^{\circ} \dots +70^{\circ}$ |

2. Составьте схему для измерения статических характеристик биполярного транзистора. Напряжение источника в цепи коллектора установите равным  $U_{0k}$ , а напряжение источника в цепи базы задайте 0,65В.



$$I_{k0} = 4 \text{ мА};$$

$$U_{k0} =$$

$$I_{b0} = 40 \text{ мкА};$$

$$U_{be0} = 668 \text{ мВ};$$

$$I_{e0} =$$

$$\beta_0 = 104.5;$$

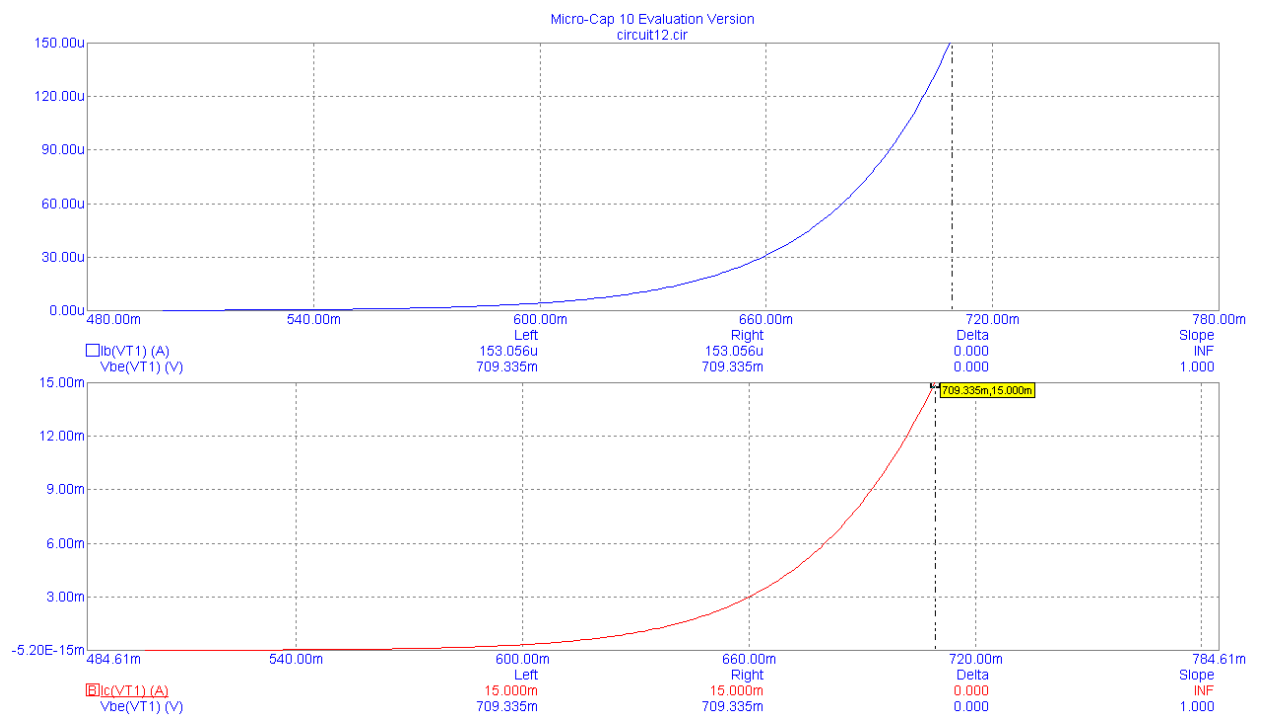
$$g_{bx0} = 1.341 \text{ мСм};$$

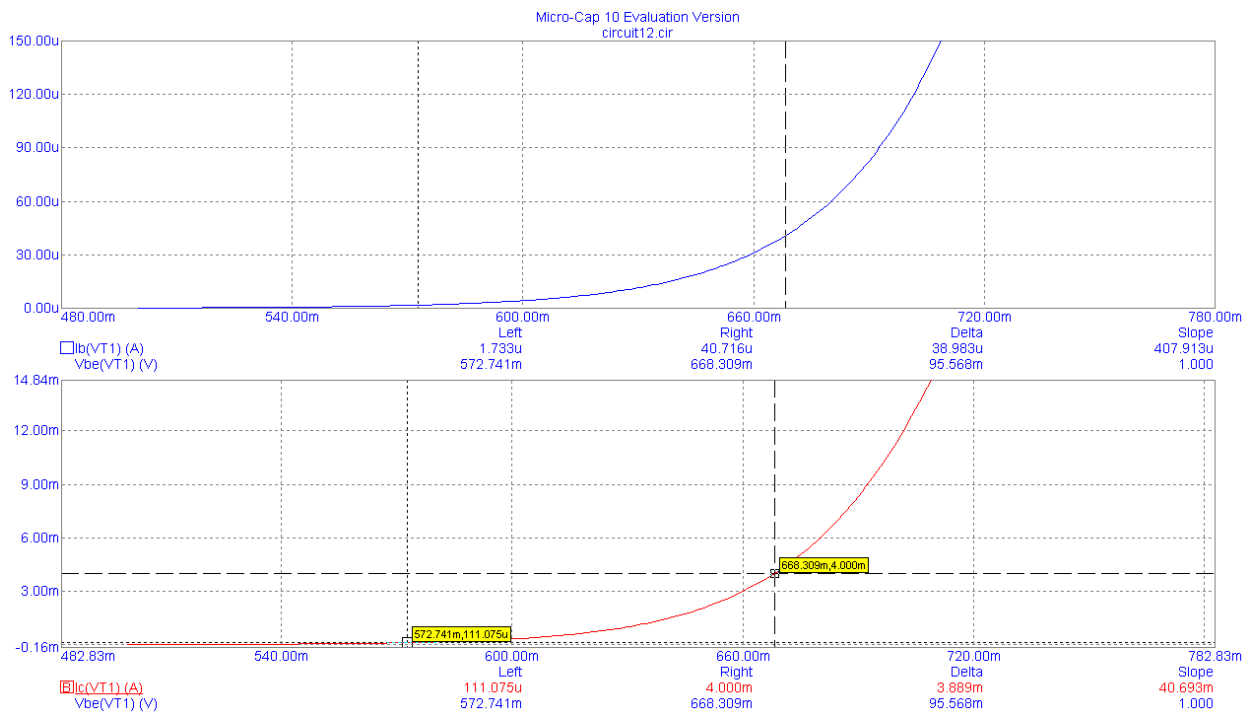
$$g_{вых0} = \sim 80 \text{ мСм};$$

$$S_0 = 140 \text{ мСм};$$

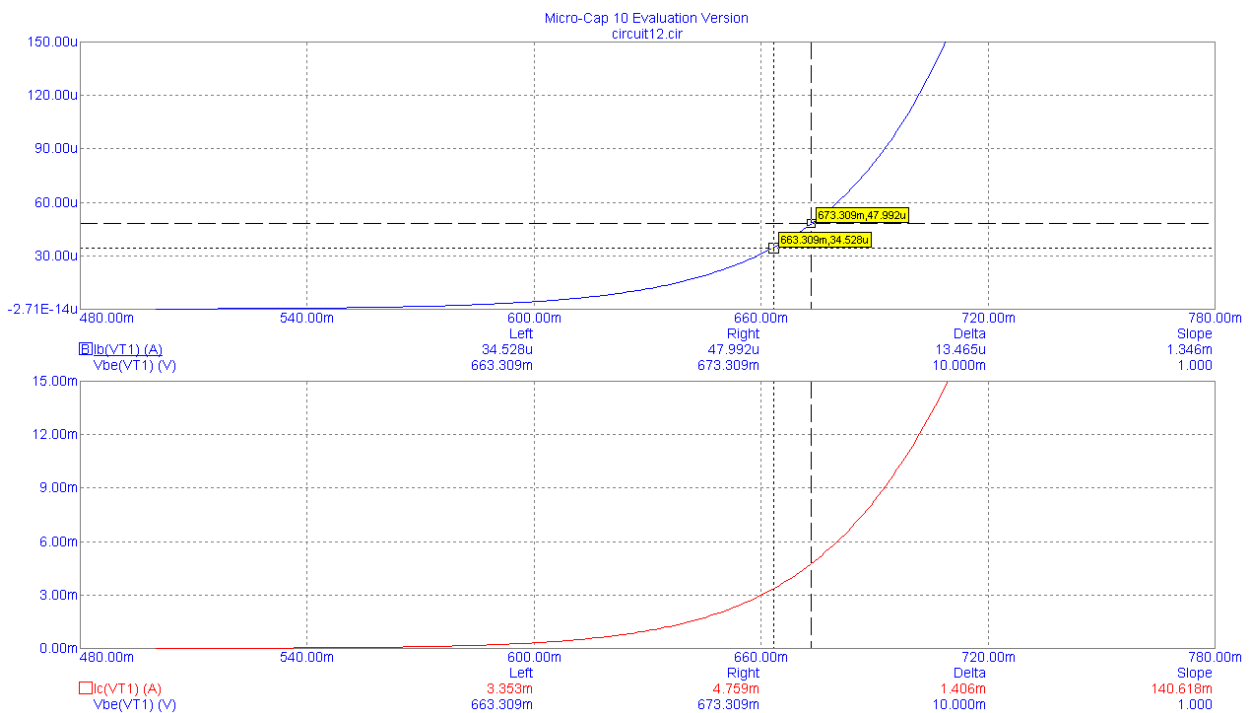
3. Проведите измерение входной характеристики и входной проводимости биполярного транзистора.

а) Измерьте входную характеристику при стандартной температуре. Максимальное напряжение смещения на базе подберите таким образом, чтобы ток коллектора не превышал заданного значения  $I_{K\max}$ . Контроль величины тока коллектора проводите по проходной характеристике, которую постройте как второй график в том же окне.

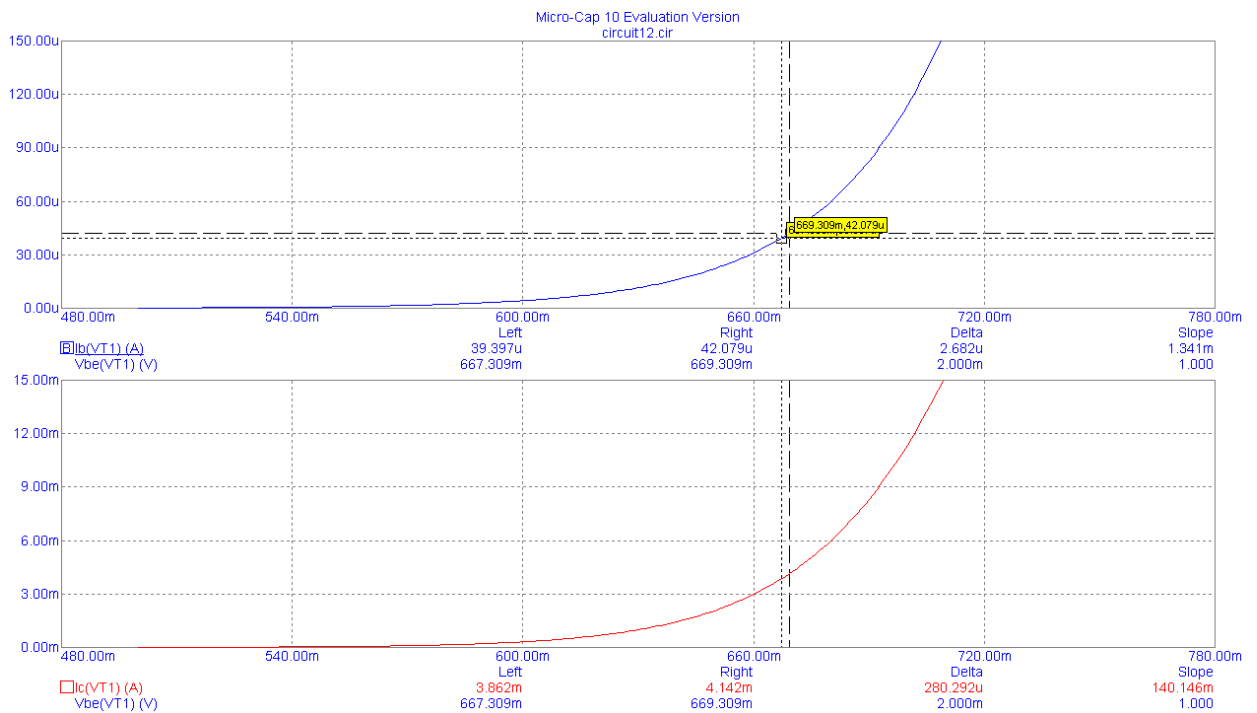




б) По проходной характеристике определите напряжение смещения, соответствующее заданному току коллектора в рабочей точке  $I_{ок}$ . По входной характеристике найдите входную проводимость транзистора в рабочей точке. Выразите измеренное значение входной проводимости в миллисименсах (мСм).

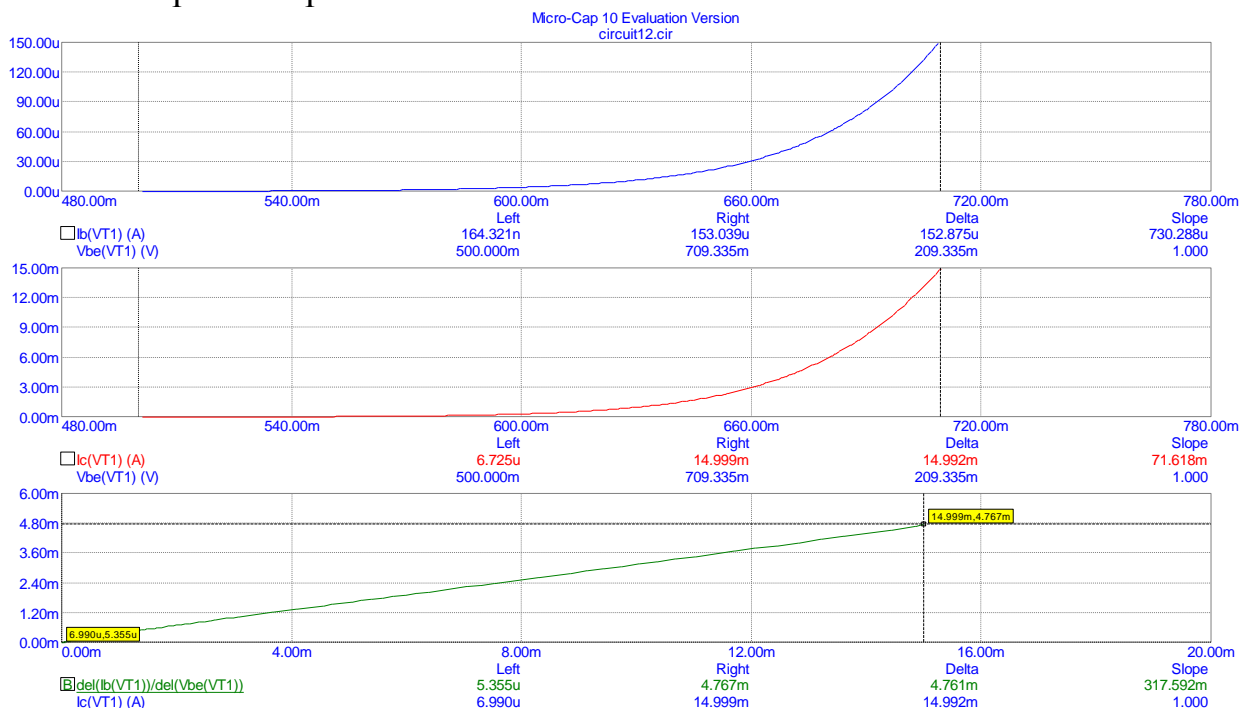


При  $\Delta U = 10V$ , значение входной проводимости равно 1.346 мСм



При  $\Delta U = 2V$ , значение входной проводимости равно  $1.341 \text{ мСм}$

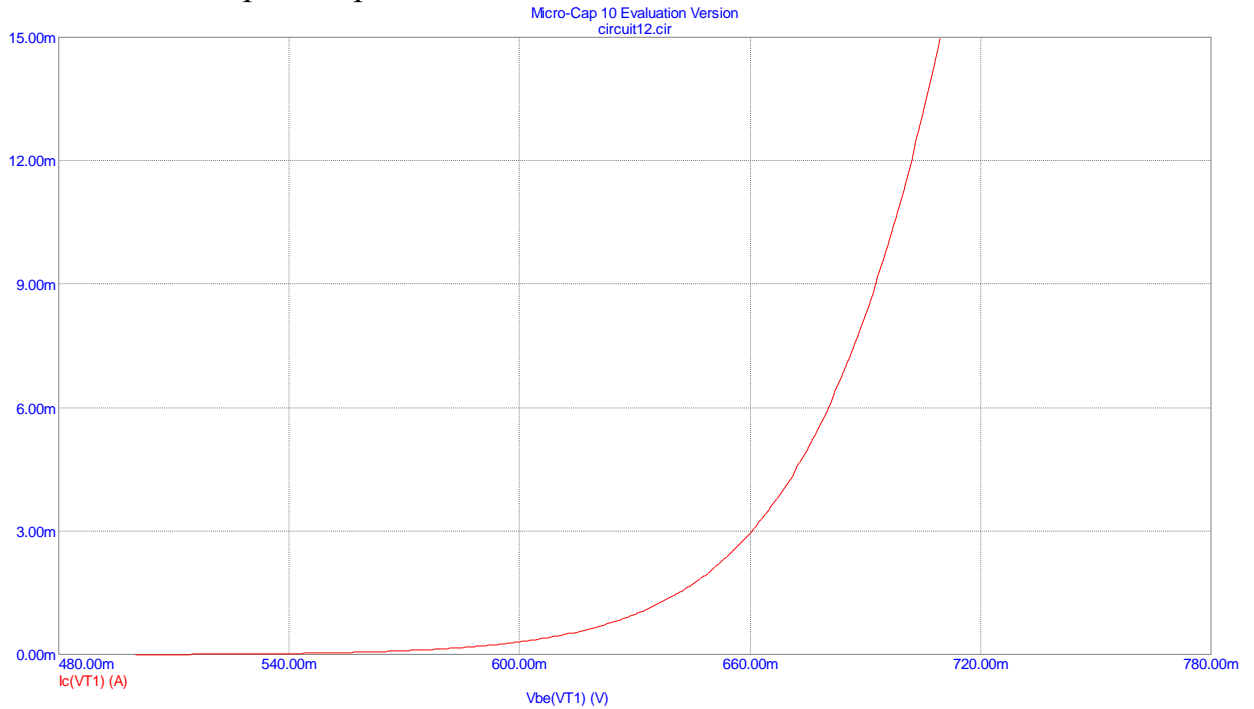
в) Постройте зависимость входной проводимости от тока коллектора, который не должен превышать  $I_{Kmax}$ . На полученном графике определите входную проводимость в рабочей точке и сравните с измеренным ранее значением.



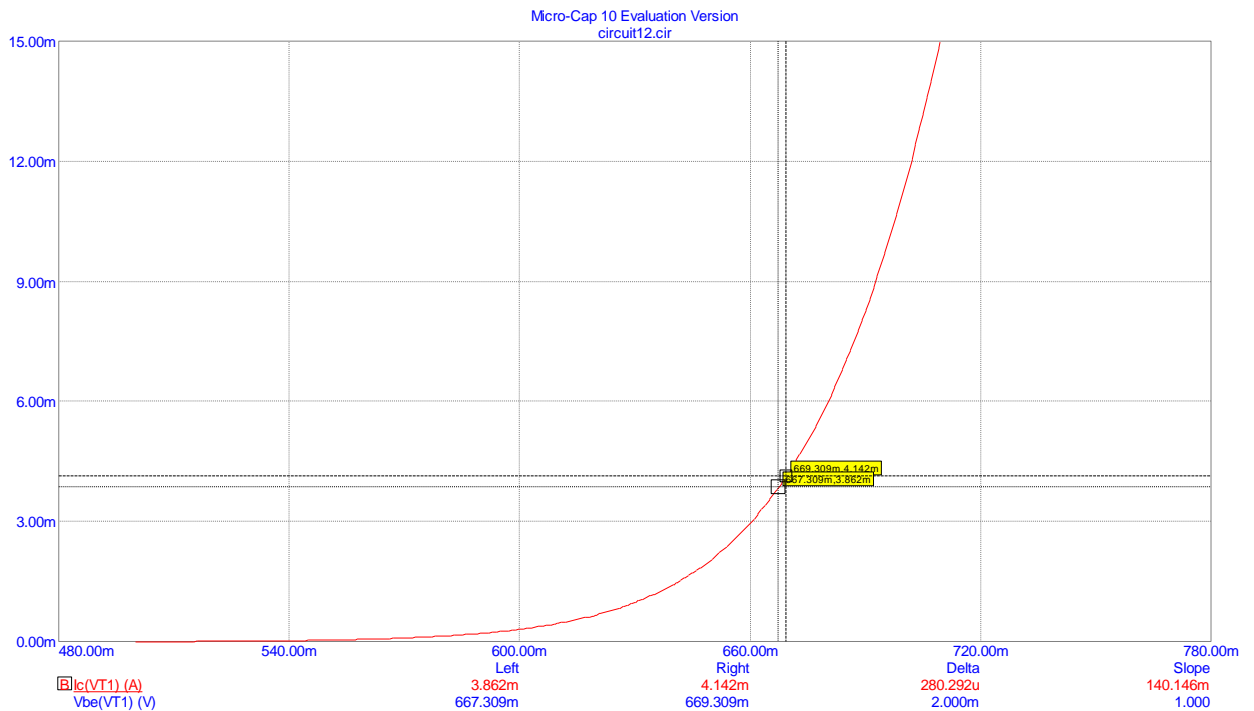
По графику видно, что в рабочей точке ( $4\text{мА}$ ) значение выходной проводимости приблизительно равняется измеренной  $1.3 \text{ мСм}$

4. Проведите измерение проходной характеристики и крутизны биполярного транзистора.

а) Измерьте проходную характеристику при стандартной температуре. Максимальное напряжение смещения установите так, чтобы ток коллектора не превышал  $I_{Kmax}$ .

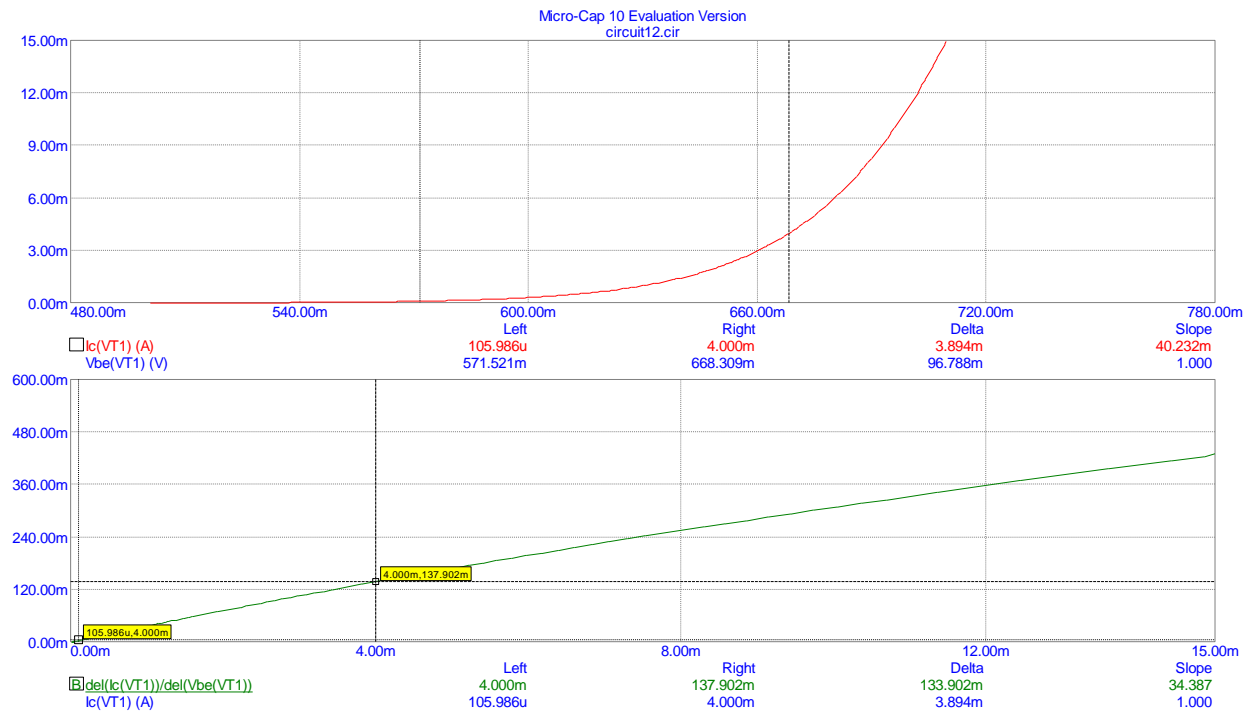


б) По проходной характеристике определите крутизну транзистора в рабочей точке. Выразите измеренное значение крутизны в миллисименсах (мСм).



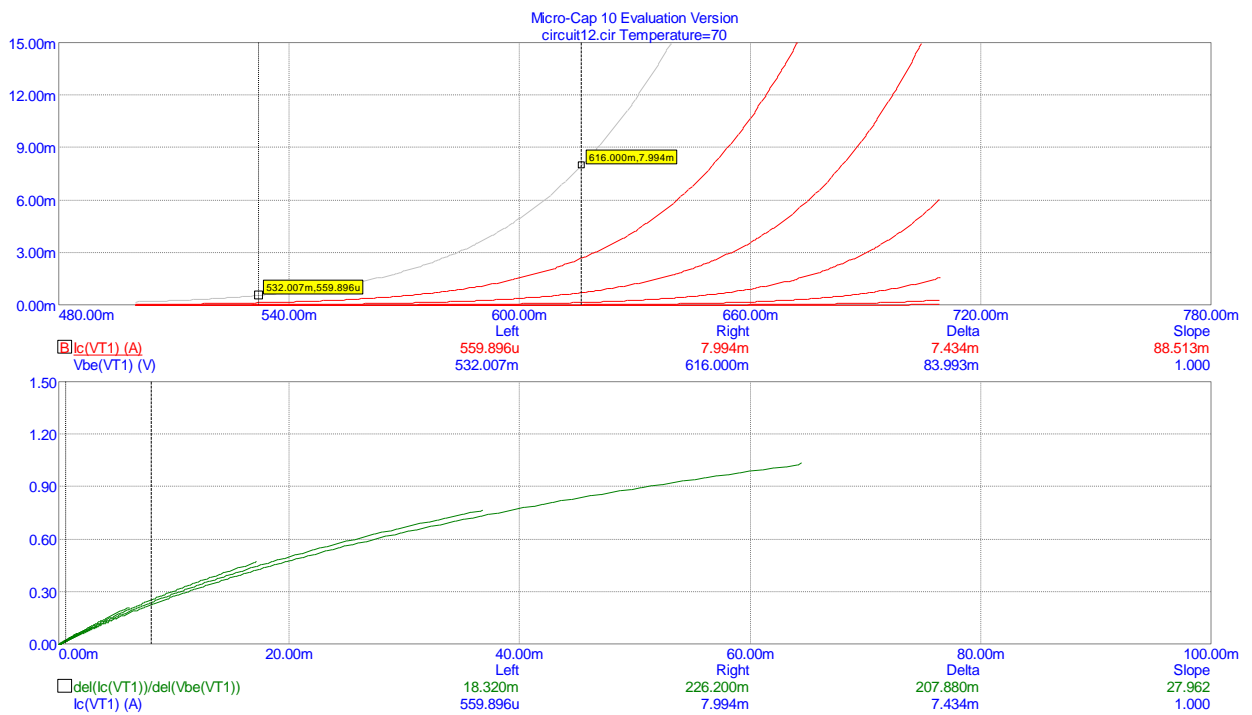
При  $\Delta U = 2V$ , значение крутизны равно 140.146 мСм

в) Постройте зависимость крутизны от тока коллектора, величина которого не должна превышать  $I_{K\max}$ . На полученном графике определите крутизну в рабочей точке и сравните с измеренным ранее значением.



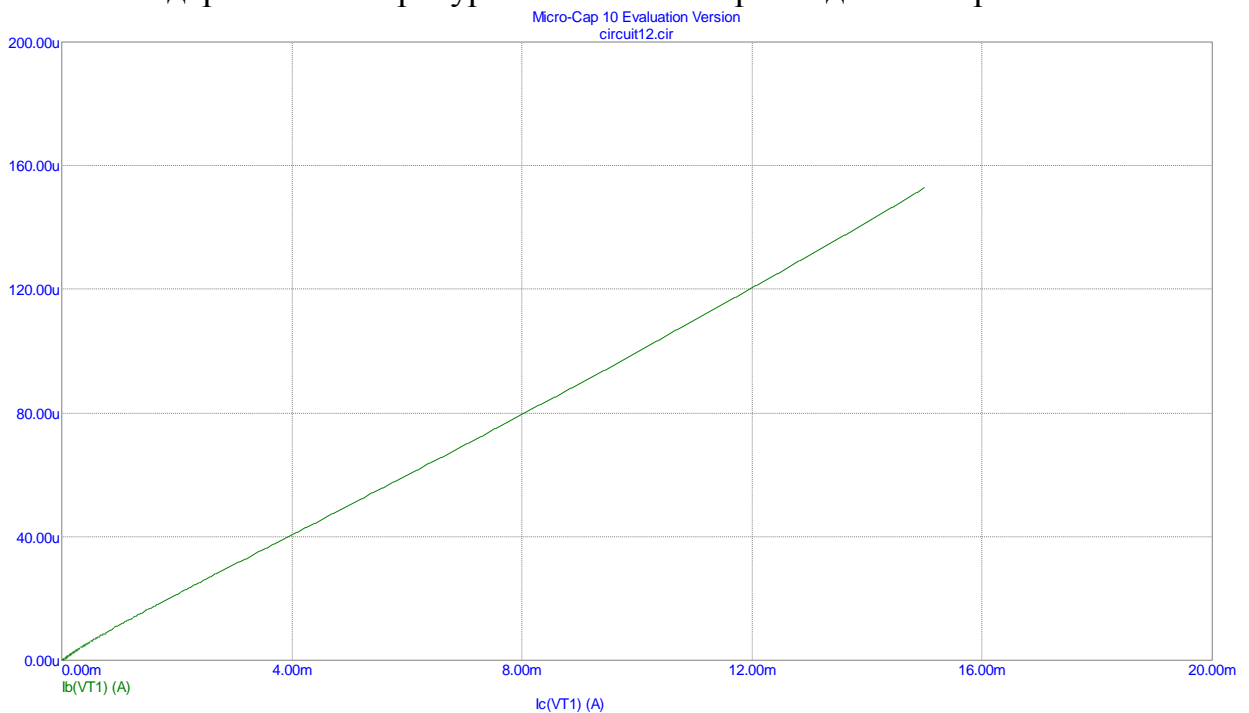
По графику зависимости крутизны от тока коллектора, в рабочей точке значение крутизны равняется 137.902 мСм.

г) Для оценки влияния температуры на параметры транзистора проведите растёт проходной характеристики и зависимости  $\kappa S(I)$  в заданном интервале температур. По графикам проходной характеристики определите коэффициент теплового смещения напряжения базы при заданном токе коллектора в рабочей точке. Вручную постройте график зависимости крутизны в рабочей точке от температуры.



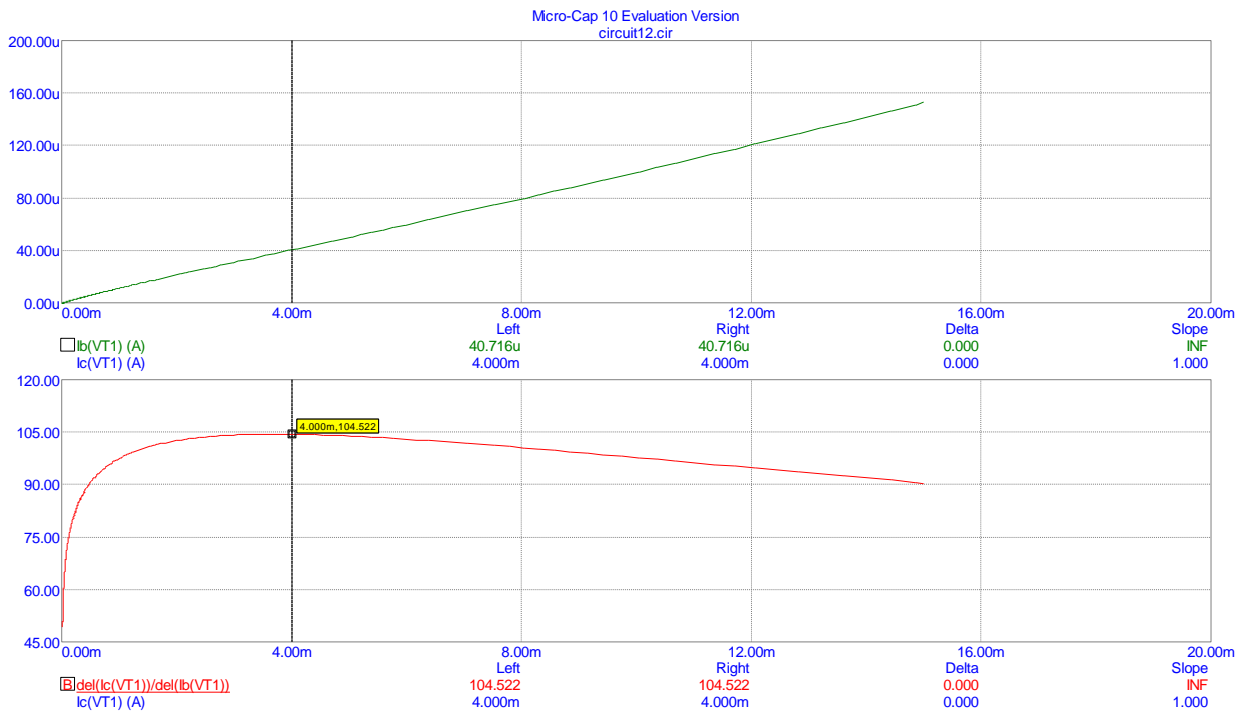
5. Проведите измерение характеристики передачи тока базы биполярного транзистора и определите коэффициент усиления тока.

а) Измерьте зависимость  $I_c(I_b)$  тока коллектора от тока базы при стандартной температуре. Ток коллектора не должен превышать  $I_{Kmax}$ .



б) Постройте зависимость коэффициента усиления тока базы от тока коллектора. На полученном графике определите величину  $\beta$  в рабочей точке.





6. Проведите измерение выходных характеристик биполярного транзистора.

а) Постройте семейство графиков выходных характеристик при нескольких значениях напряжения смещения на базе. Пределы изменения напряжения смещения задайте такими же, как при измерении проходной характеристики в п. 4.

б) В режиме измерений поместите два маркера на пологом участке характеристики и определите выходную проводимость транзистора при нескольких значениях напряжения на базе. Вручную постройте график зависимости выходной проводимости транзистора от тока коллектора.

