

# Моделирование мощного биполярного транзистора

Кшенский О.Н.

ЗАО «БЗПП», г. Болхов

Сотников В.Н., Козил З., Турин В.О.

Госуниверситет-УНПК

# Цель работы

**Моделирование входных и выходных характеристик мощного выходного транзистора микросхемы 286ЕП4.**

**Микросхема 286ЕП4 является гибридной ключевой аналоговой микросхемой, имеющей в своем составе мощный выходной биполярный прп-транзистор с максимальным током коллектора  $I_{kmax}=5A$  и максимальным допустимым напряжением коллектор-эмиттер 100В. Целью настоящей работы являлось моделирование характеристик данного транзистора.**

**Моделирование характеристик проводилось на модели транзистора, составленной в программе Synopsys TCAD. Параллельно для сравнения эмпирическим путем подбирались PSPICE-параметры эквивалентной схемы в среде моделирования MicroSim. Результаты моделирования представлены на нижеприведенных рисунках.**

# Исходные жарактеристики

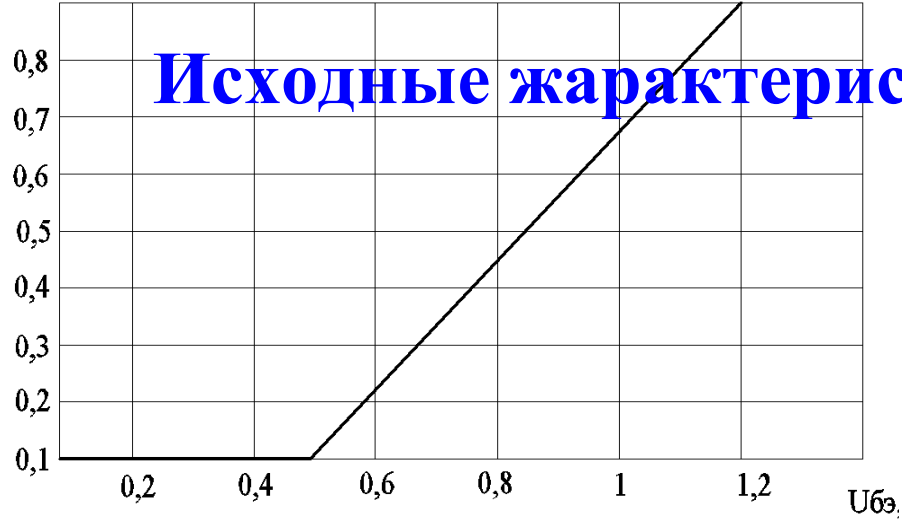


Рисунок 2. Типовая входная характеристика транзистор при  $U_{бк}=0В$ .

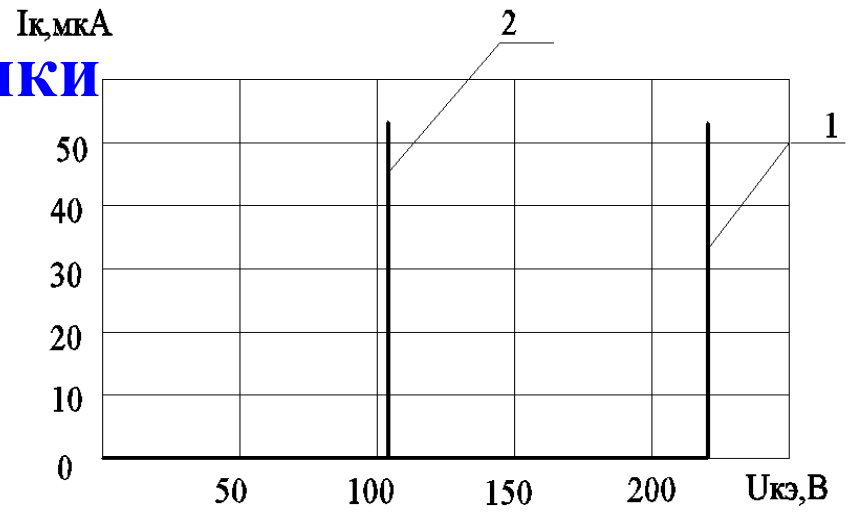


Рисунок 3. Типовая характеристика пробоя коллектор-эмиттер при  $U_{бэ}=0В$  (1) и обрванной базе(2)

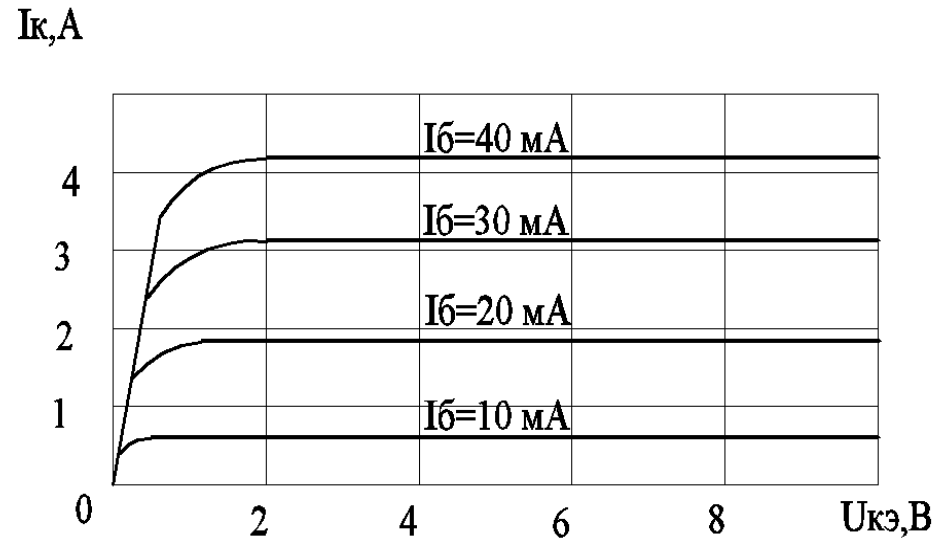
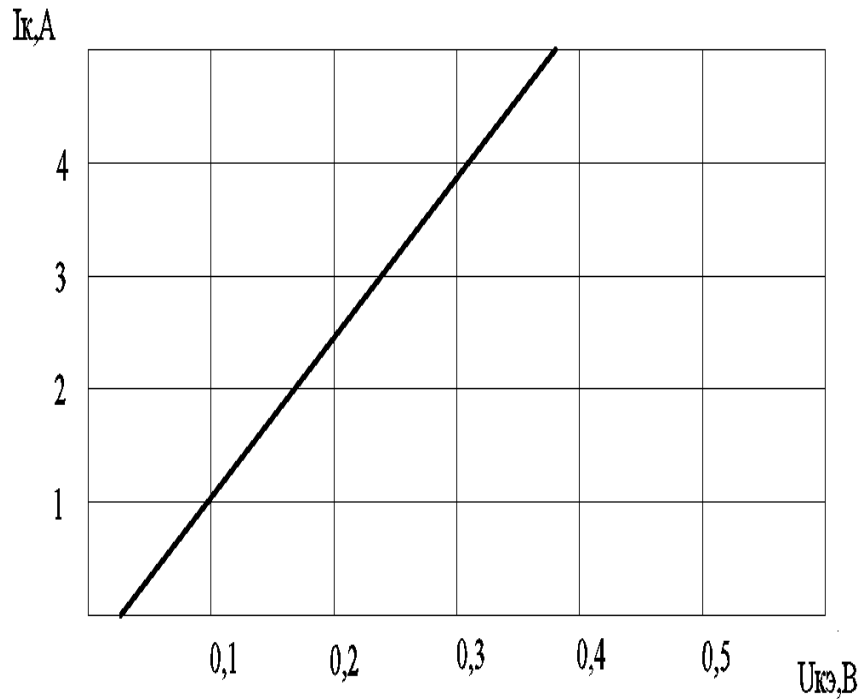
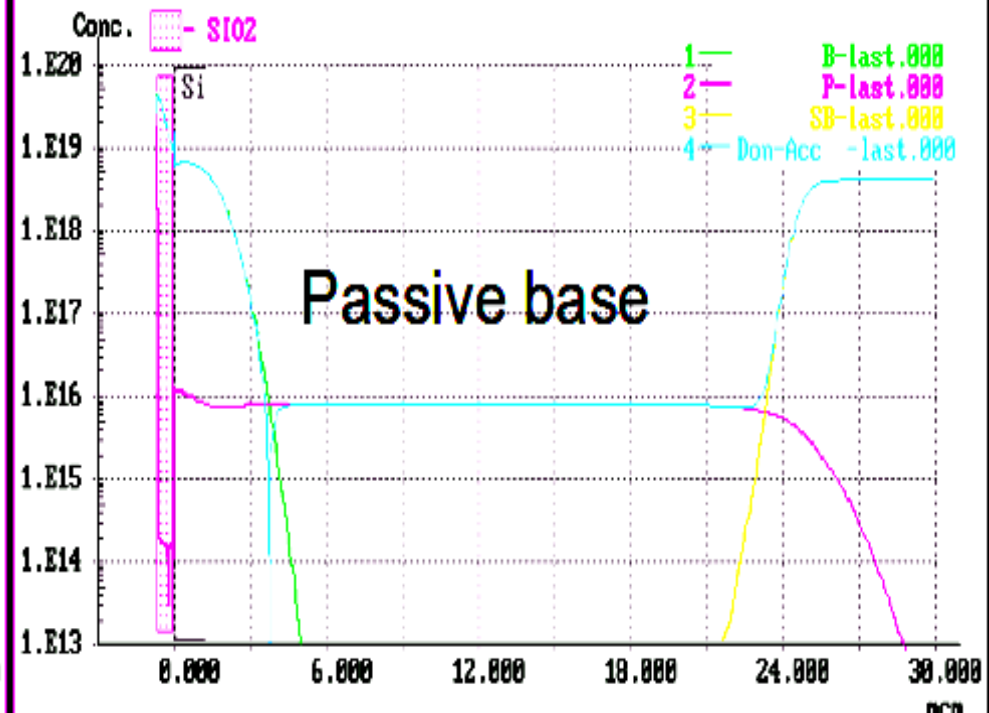
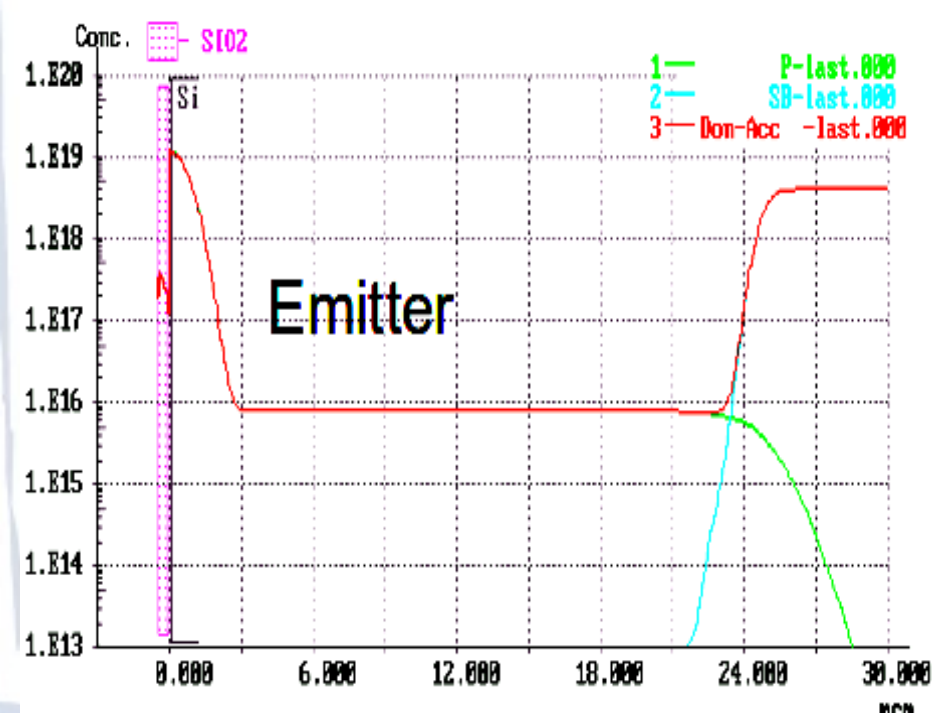
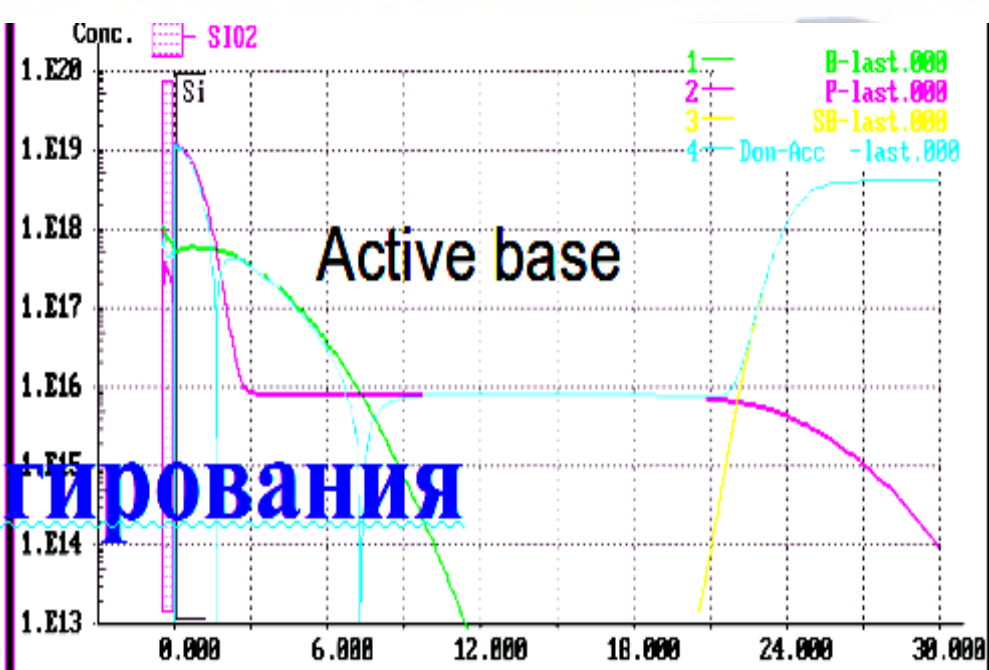
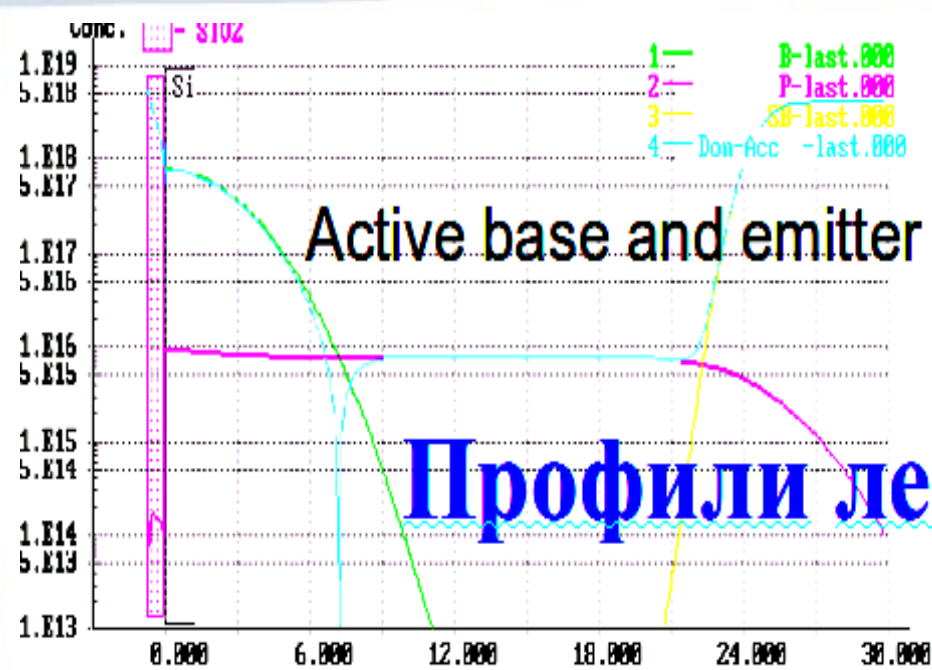


Рисунок 1. Типовая выходная характеристика транзистор в схеме ОЭ.

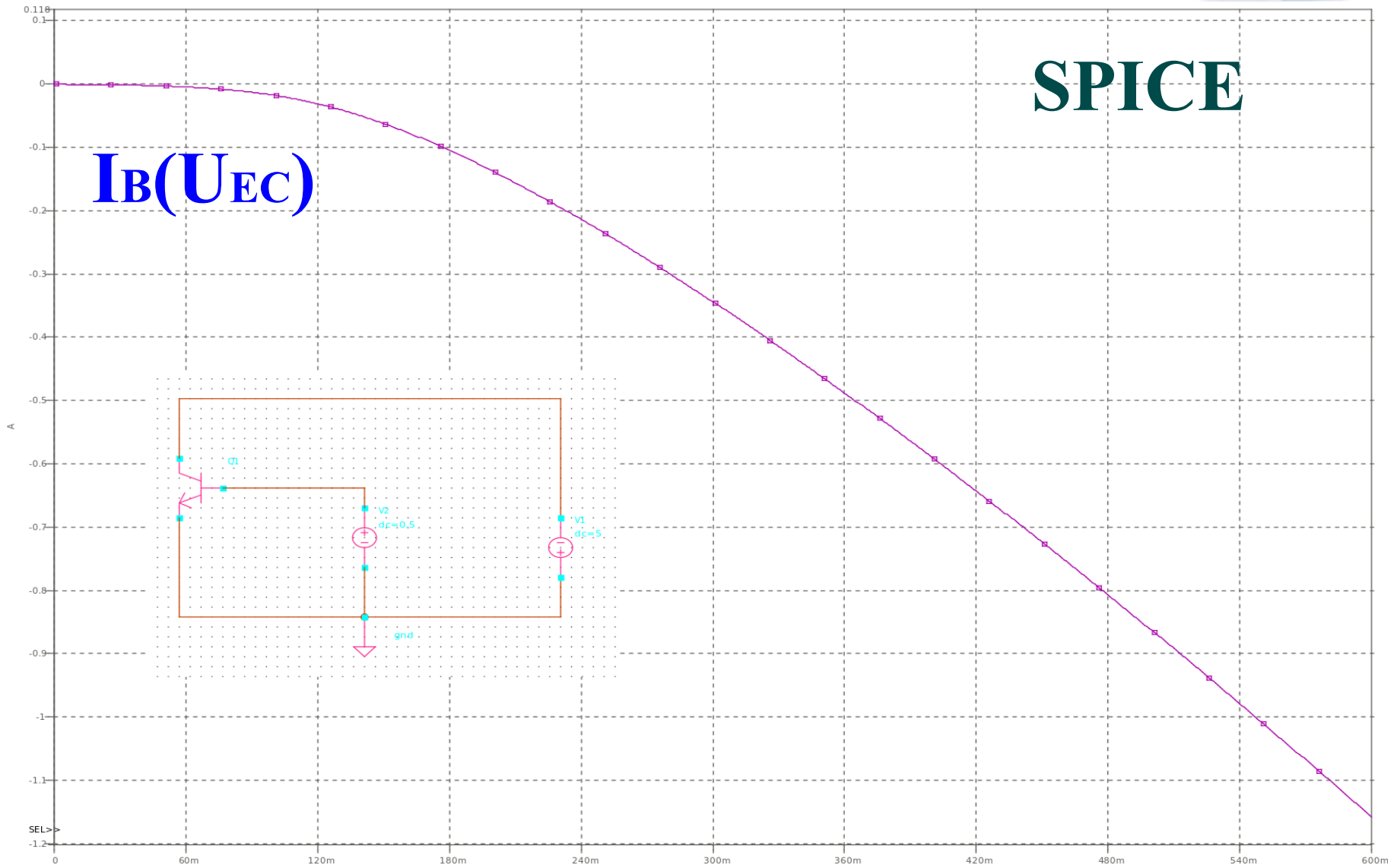


# Используемые средства

- **Synopsys Sentaurus TCAD** ПО (МКЭ) на **Linux CentOS**
- **Spice, Verilog** ПО (Symica)
- **Gnuplot** СПО (рисунки и несложные вычисления)
- **Perl, Python** СПО (скриптовый язык, полезный для работы с текстом)
- **TCL** СПО (скриптовый язык, полезный для работы с данными в формате TDR)
- NEdit, gEdit, grep, LaTeX, etc.

# SPICE

$I_B(U_{EC})$

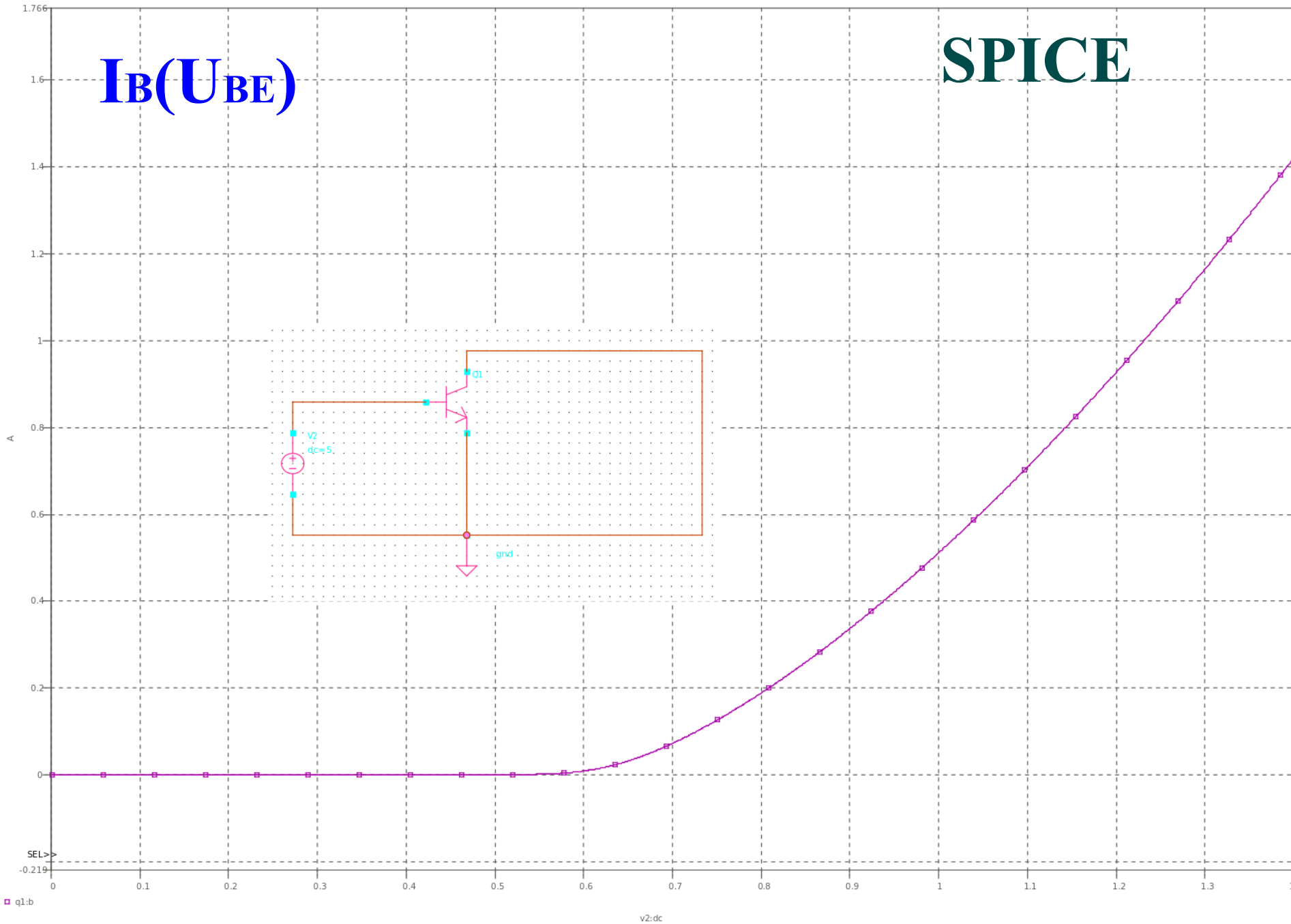
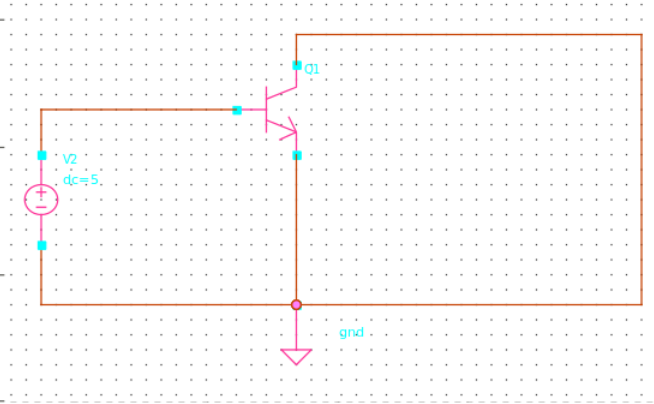


q1:c

v1:dc

# $I_B(U_{BE})$

# SPICE

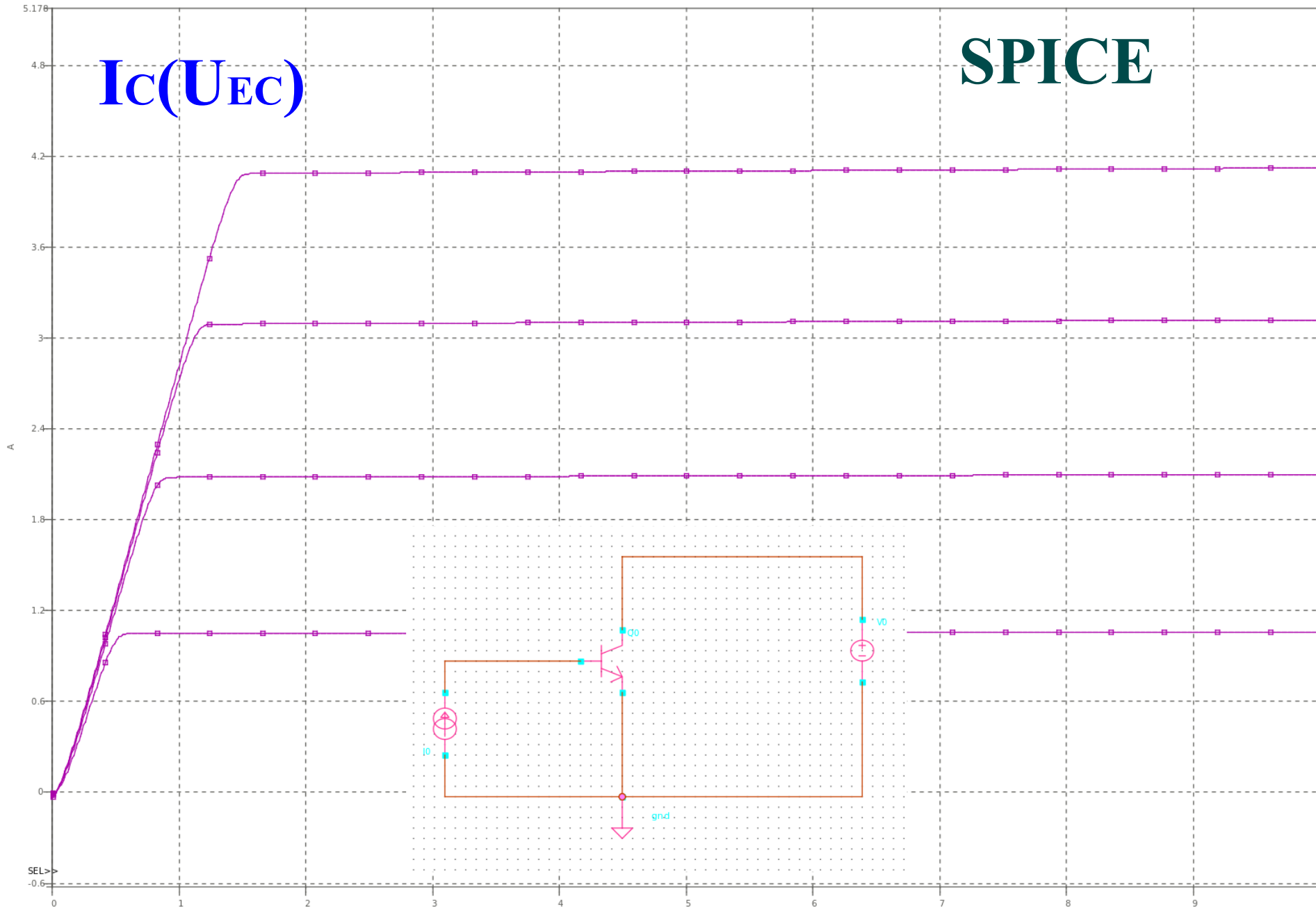


q1:b

v2:dc

# SPICE

## $I_c(U_{EC})$

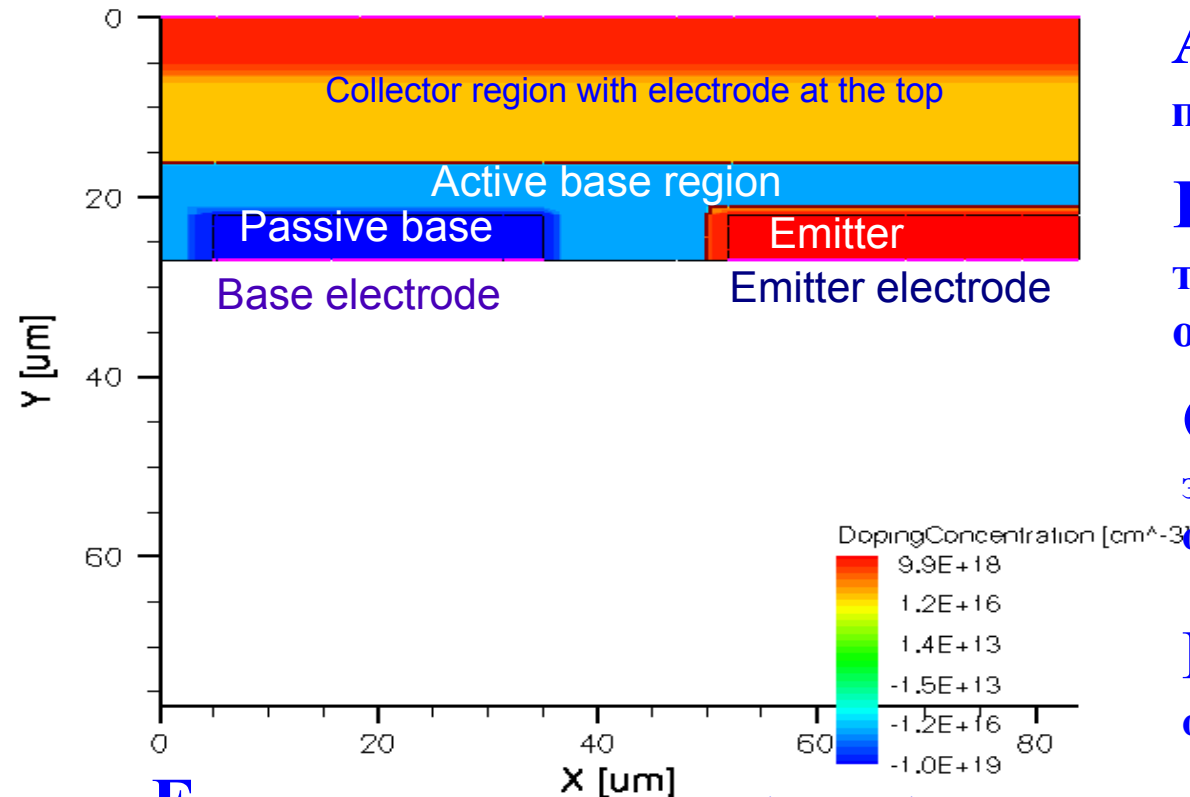


q0:c

v0:dc



# Synopsys TCAD: Легирование и геометрия.



**А.** Допинг имеет гауссовский профиль по краям регионов.

**В.** Только размер региона N-типа до коллектора отличается от образца А.

**С.** Только размер области базы и электроды базы отличается от образца В.

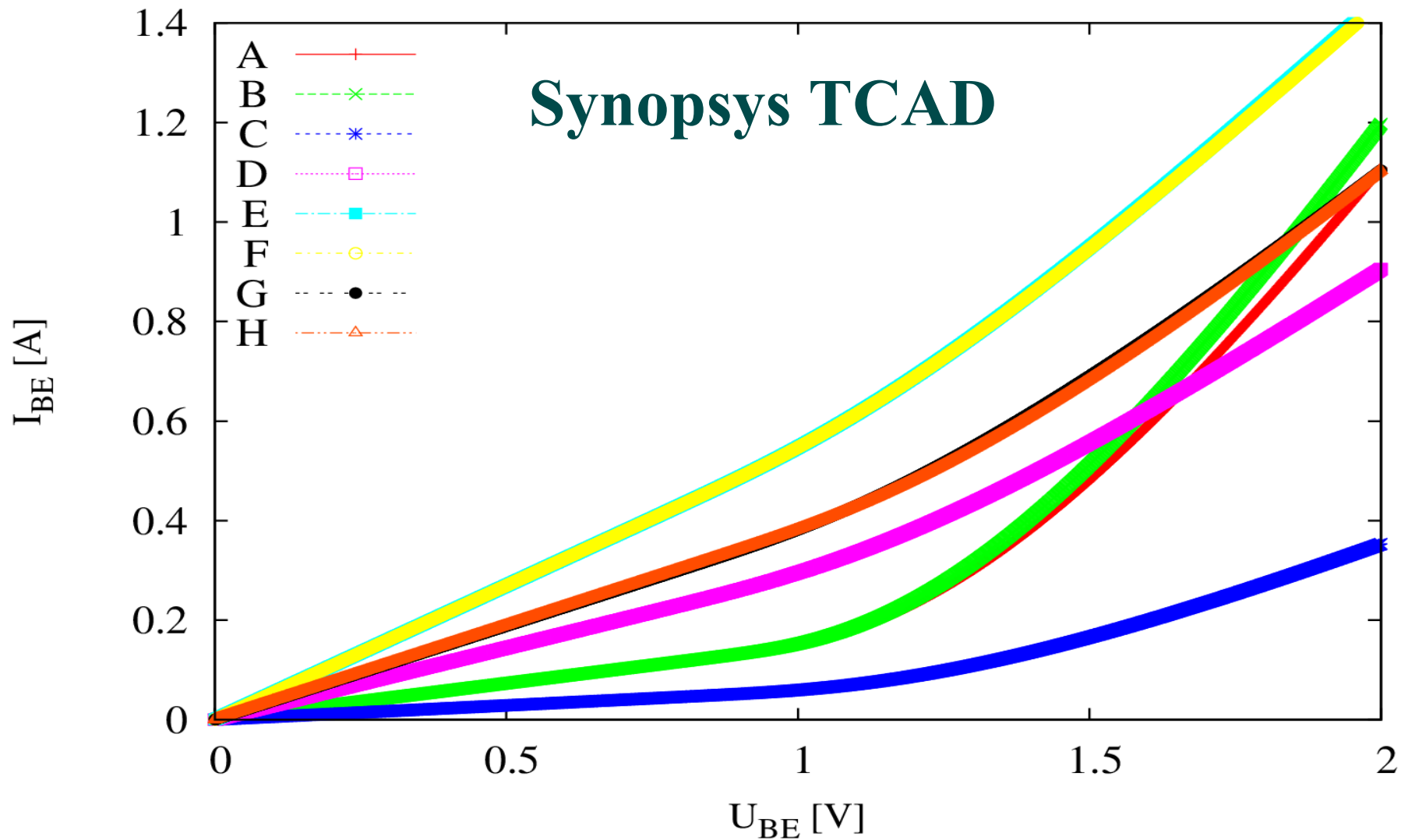
**Д.** Только положение базы отличается от образца С.

**Е.** Только высота активной области базы отличается от образца Д.

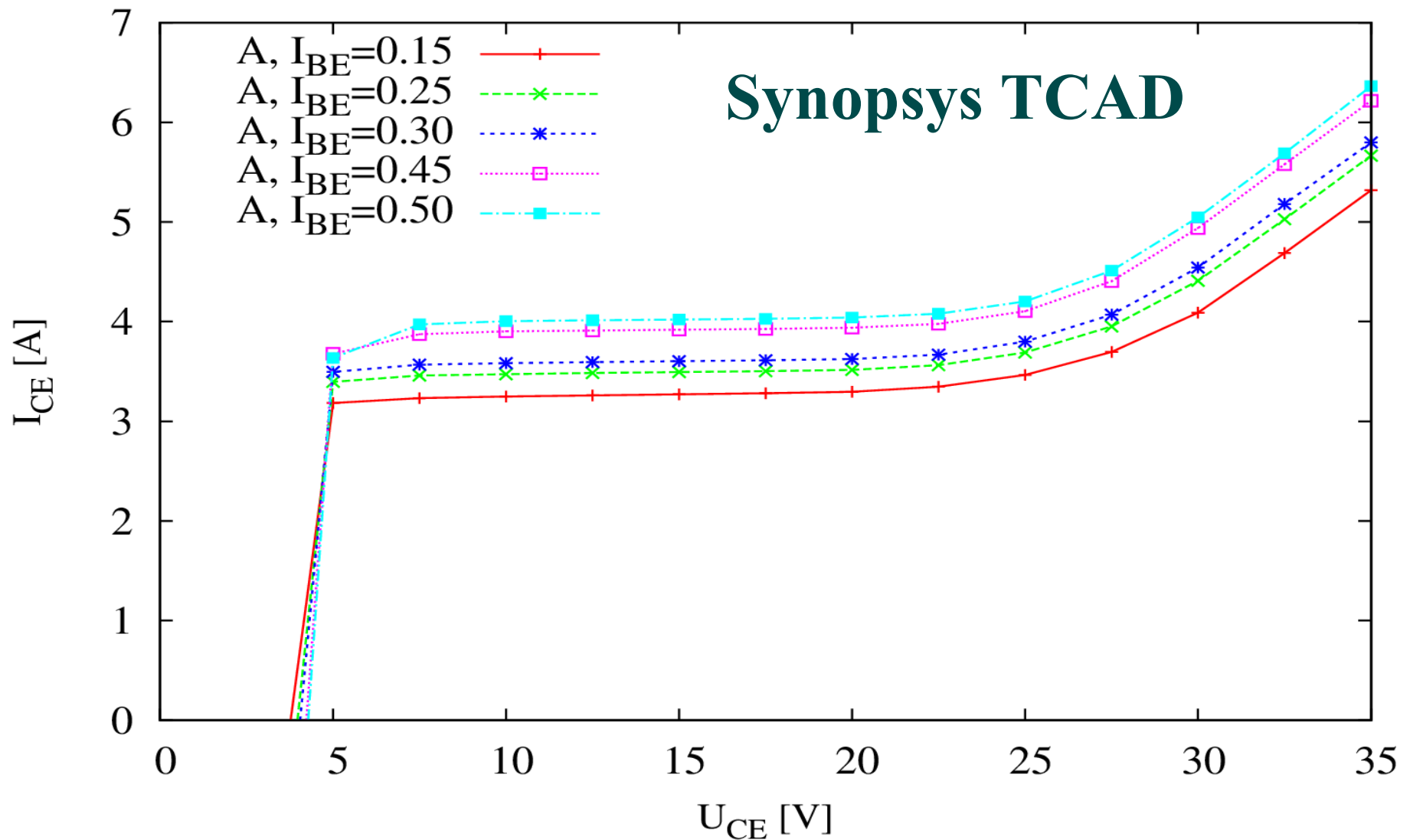
**Ф.** Только высота активной области базы отличается от образца Д и Е.

**Г.** Область легирования как и в пассивной базе добавляется справа от региона эмиттера.

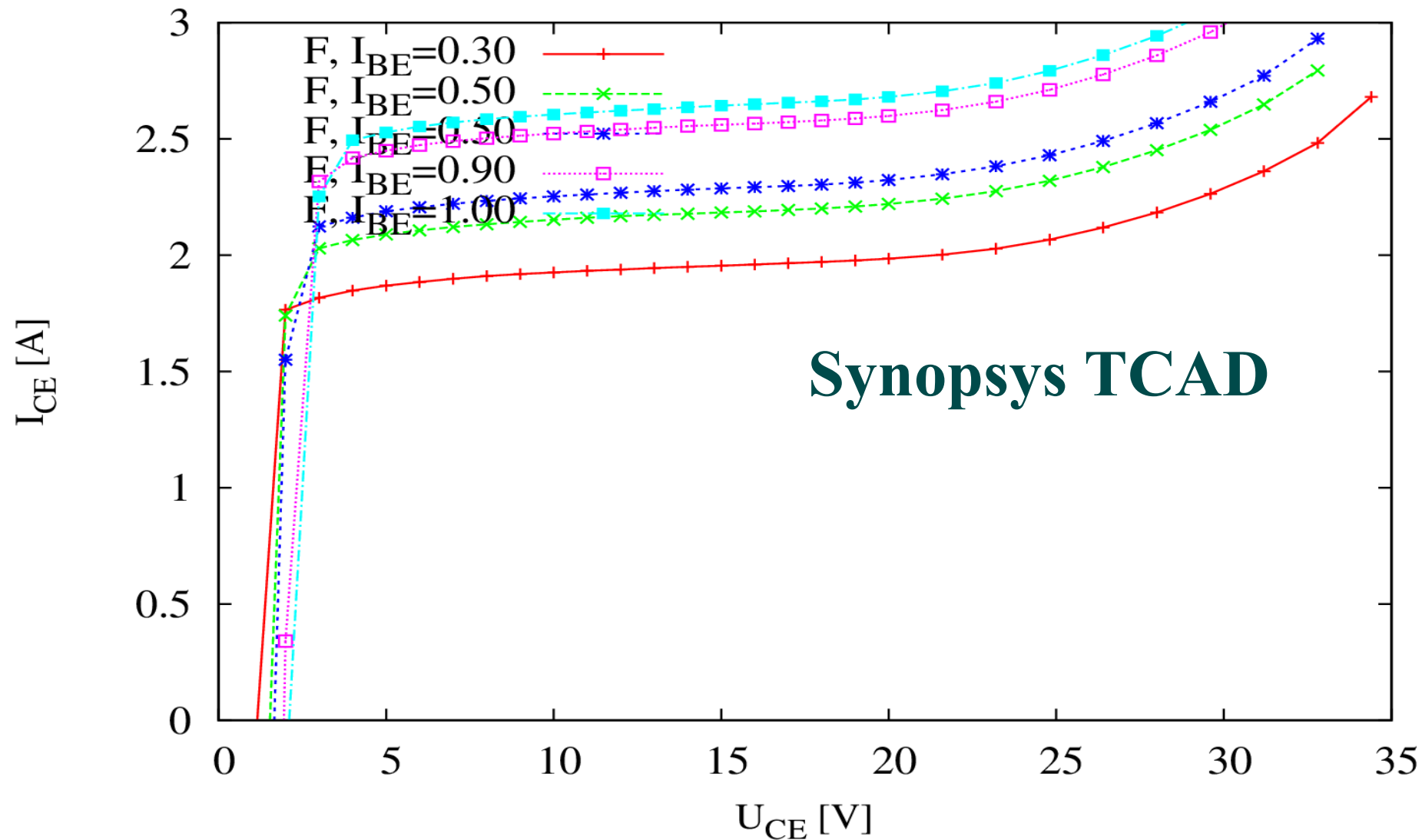
**Н.** Допинг в регионе активной базы выше, чем для образца Г.



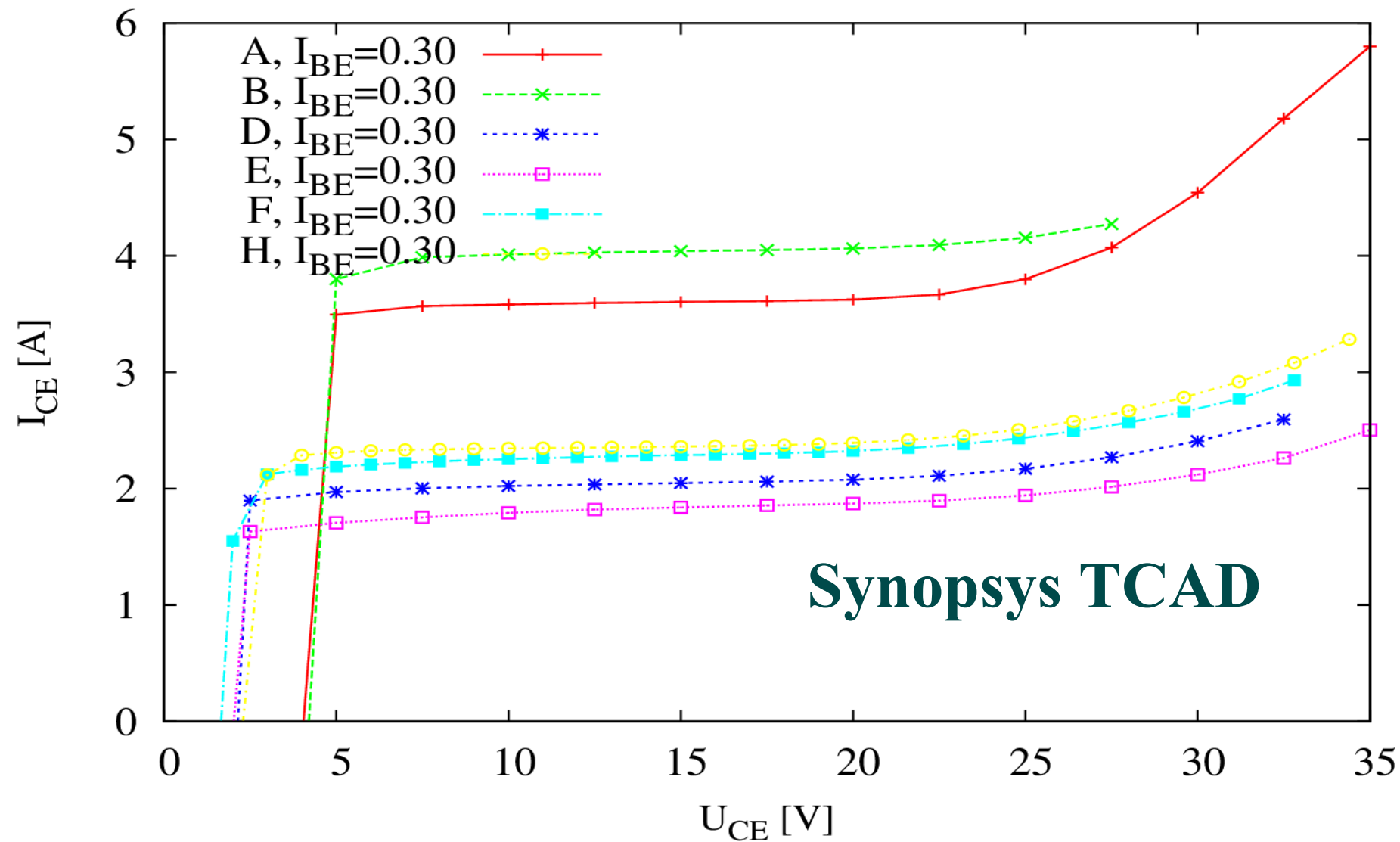
Базовый ток в зависимости от базового напряжения для геометрии А-Н.  
Напряжение эмиттера и коллектора 0 В.



Ток коллектора в зависимости от напряжения коллектора для геометрии А при нескольких значениях тока базы (в [А]), как показано на рисунке.



Ток коллектора в зависимости от напряжения коллектора для геометрии F при нескольких значениях тока базы (в [A]), как показано на рисунке.



**Synopsys TCAD**

Ток коллектора в зависимости от напряжения коллектора для различных геометрий и базового тока 0,30 А.

# Предварительные результаты

Как видно из предоставленных рисунков, наблюдается хорошее совпадение расчетных и экспериментальных данных.

Полученные PSPICE-параметры эквивалентной схемы в среде моделирования TCAD:

Полученные PSPICE-параметры эквивалентной схемы в среде моделирования MicroSim:

Результаты работы могут быть использованы в разработке приборов с использованием микросхемы 286ЕП4.

Моделирование в Synopsys TCAD позволяет узнать, как геометрия и легирование изменить характеристики транзистора.