



# Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis

Open-source программа, написана в 1973  
году на языке Фортран Лауренсом  
Нагелем

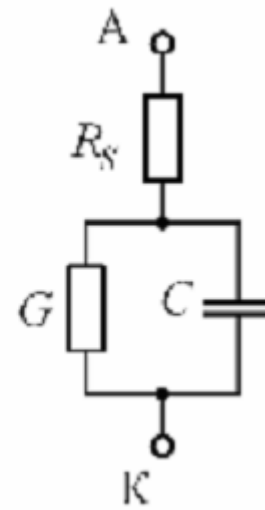
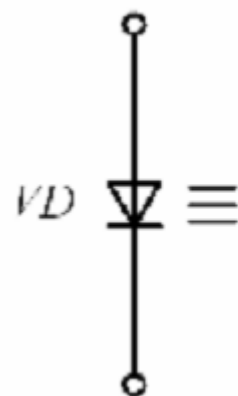
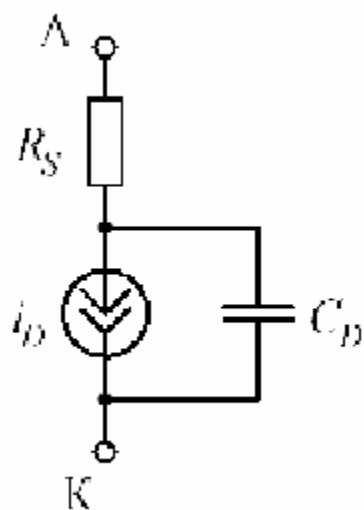
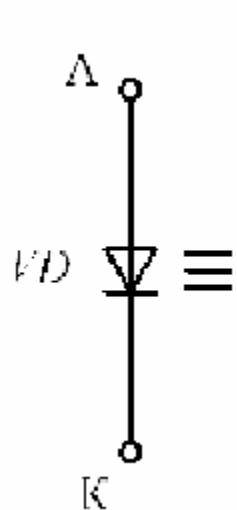
# Возможности SPICE-моделирования

- Моделирование DC параметров схемы (токи, напряжения, заряды)
- Малосигнальное моделирование (получение импеданса, передаточной функции в режиме малого сигнала)
- Анализ шума
- Анализ целостности сигналов
- Анализ переходных процессов

# Основные элементы схем замещения

- Пассивные линейные элементы
  - Конденсатор
  - Резистор
  - Катушка индуктивности
- Источники тока/напряжения
  - Независимые (V-источники)
  - Управляемые напряжением (E), током (H) или смешанные (B)

# Схема замещения диода



# Шумовые параметры

- Тепловой шум
- Дробовой шум
- Фликкер-шум
- Квантовый шум

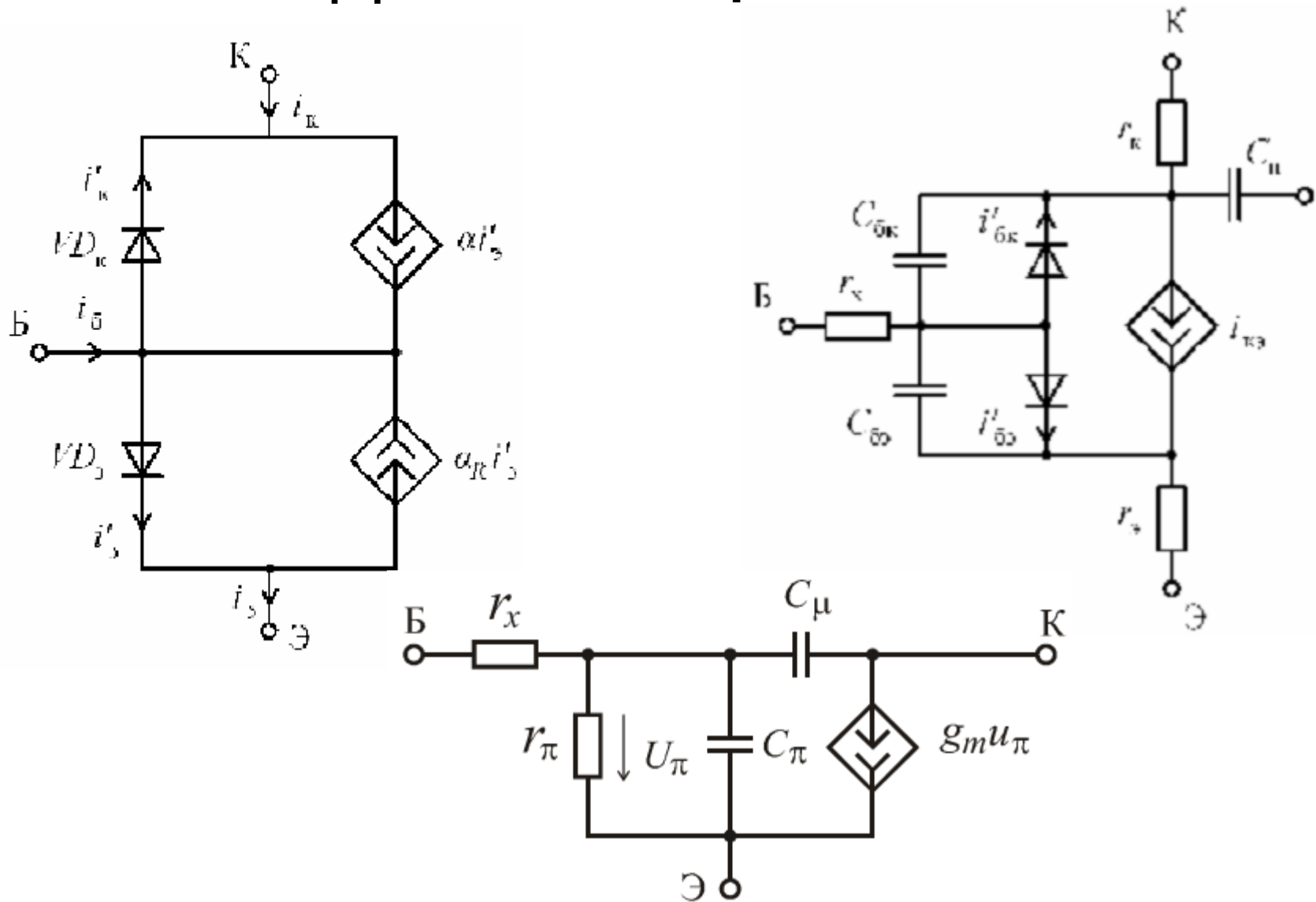
$$S_{\text{thermal}}(f) = 4kTG_s$$

$$S_{\text{shot}}(f) = 2qI_{\text{DC}}$$

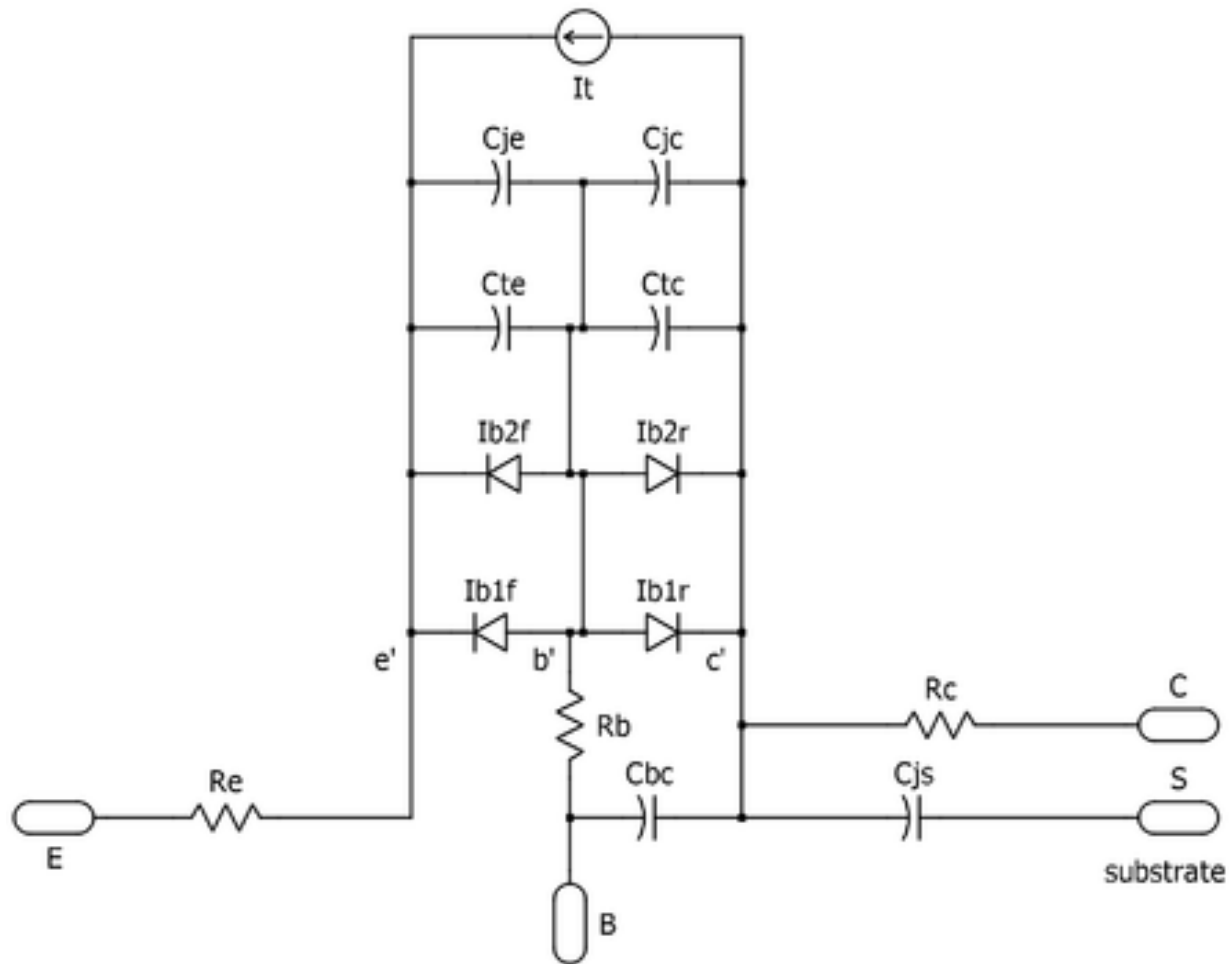
$$S_{\text{flicker}}(f) = KF \frac{I_{\text{DC}}^{\text{AF}}}{f^{\text{FFE}}}$$

$$S_{\text{burst}}(f) = KB \frac{I_{\text{DC}}^{\text{AF}}}{1 + \left(\frac{f}{\text{FB}}\right)^2}$$

# Модель Эберса-Молла

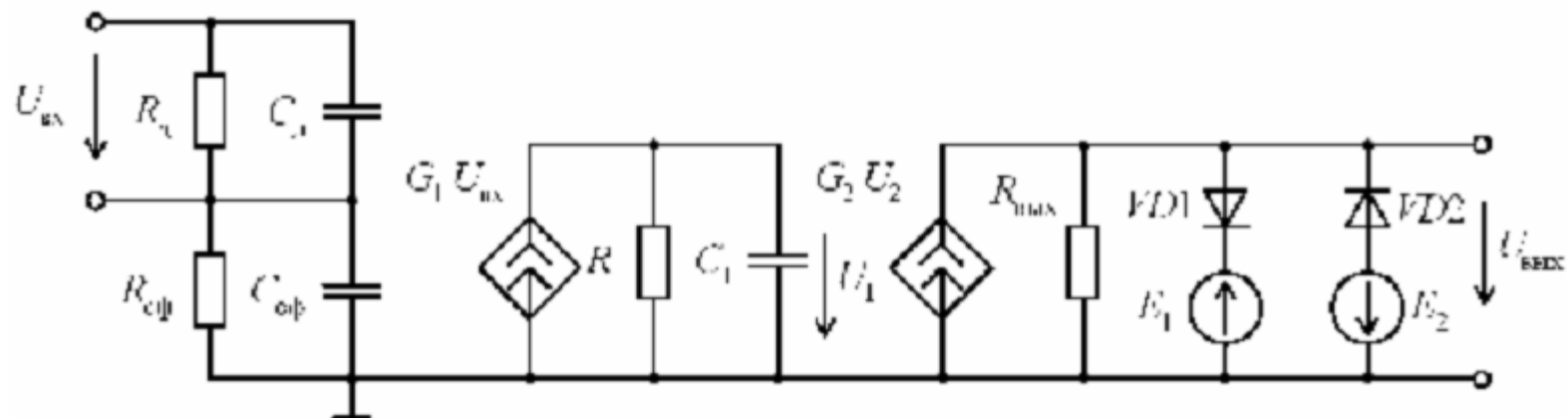


# Модель Гуммеля-Пуна





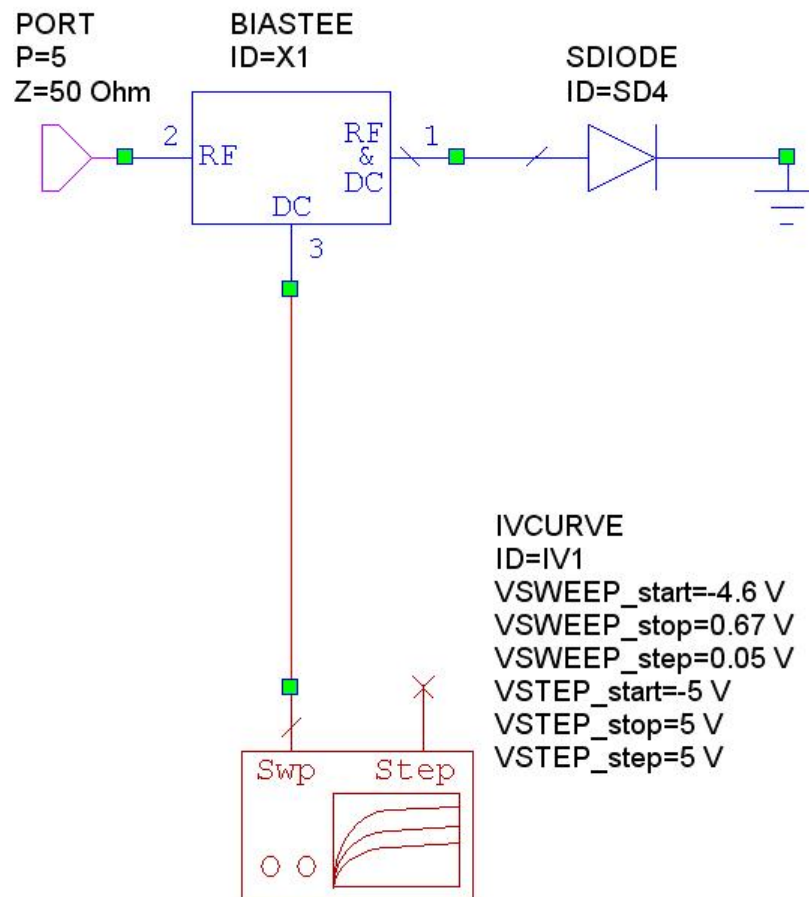
# Модель операционного усилителя



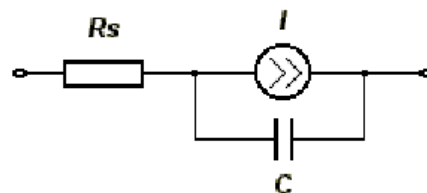
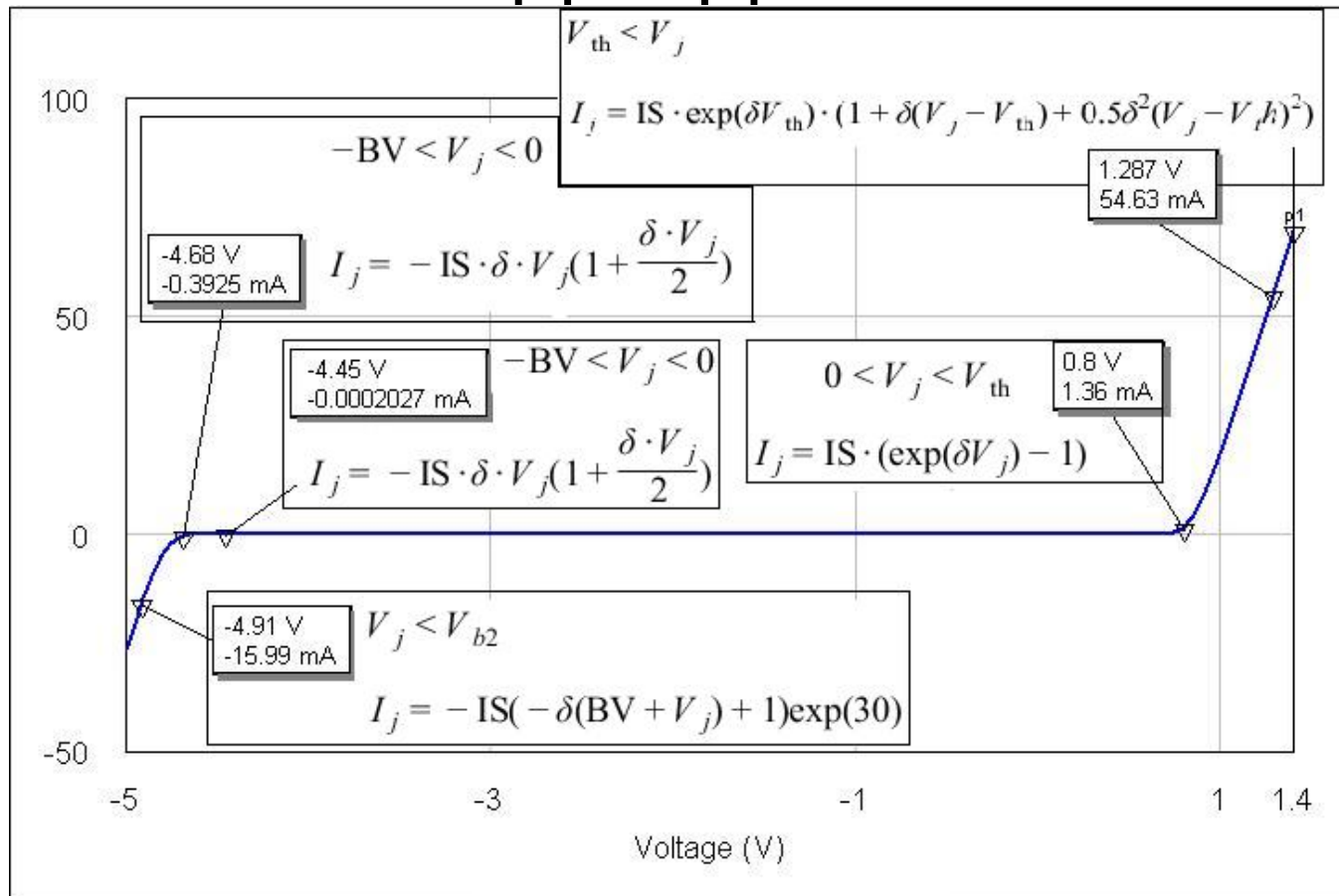
# Программное обеспечение SPICE-моделирования

- SPICE, HSPICE, PSpICE
- Multisim
- MicroCap
- AWR design environment
- Altium designer
- Proteus
- Cadence Virtuoso
- ngspice, easyspice

# Схема моделирования

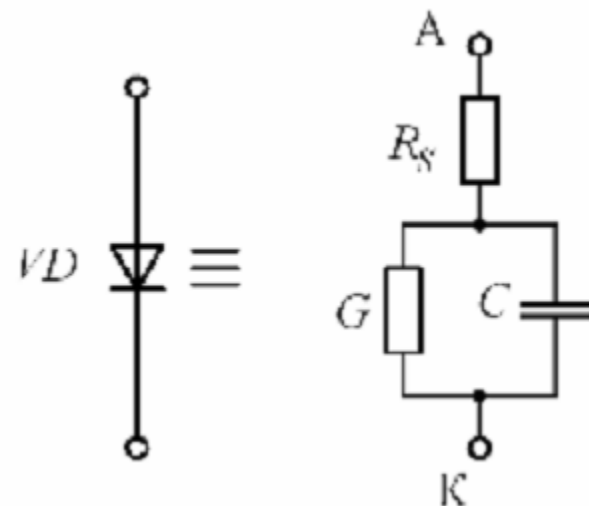
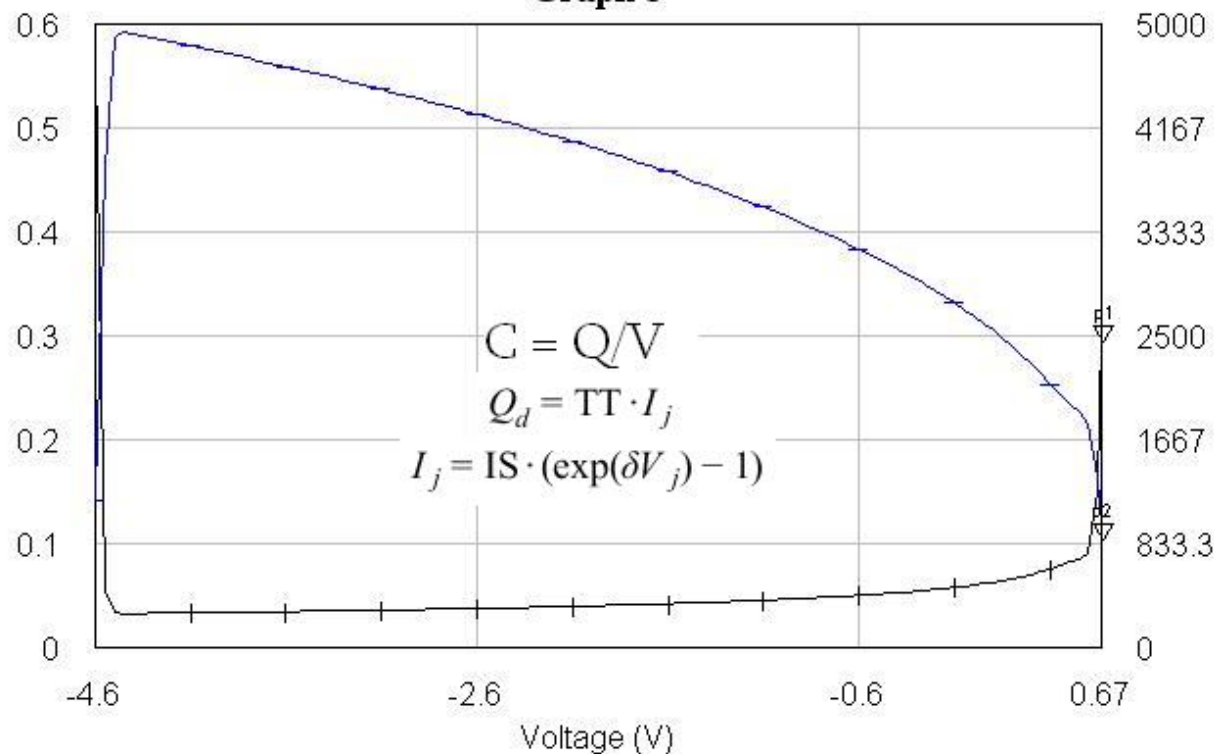


# Вольтамперная характеристика диода

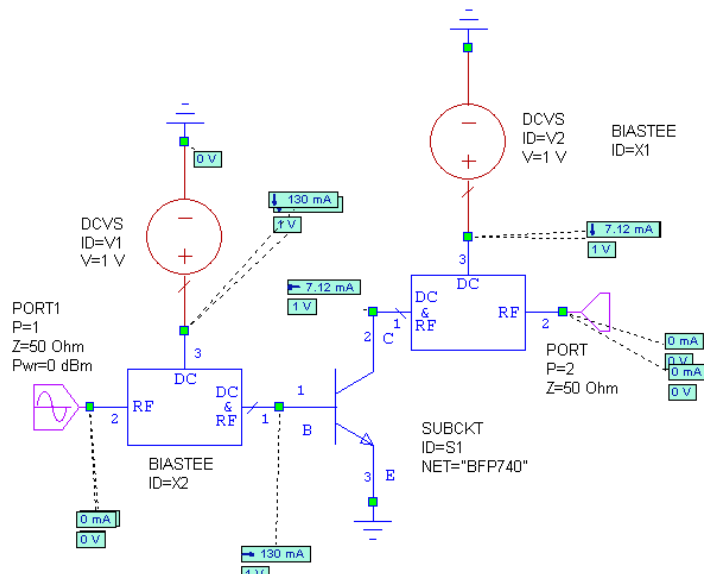


# Барьерная емкость диода и импеданс

Graph 5



# Недостатки SPICE-моделей



S-параметры

