

**Universidade Federal De Santa Catarina
Programa De Pós-Graduação Em Engenharia
Elétrica**

Simulação De Características Da Junção PN Abrupta

Alunos: Ariel Werle & Fred Rockenberger

Florianópolis, Maio de 2014

Conteúdo

1	Introdução	3
2	Simulações	3
2.1	Perfis de Densidade De Carga	3
2.2	Potencial	3
2.3	Campo Elétrico	3
2.4	Capacitância	3
2.5	Curva I-V	8
3	Conclusões	9
3.1	Região de Depleção	9
3.2	Comparação com a Aproximação de Depleção	9

Lista de Figuras

1	Perfis de densidade de cargas da rede.	4
2	Perfis de densidade de portadores de carga.	5
3	Perfis do potencial.	6
4	Perfis do campo elétrico.	7
5	Capacitância da junção em função da tensão.	8
6	Curvas I-V.	8

1 Introdução

Usamos o módulo PN Junction Lab do programa ABACUS, desenvolvido por Vasileska et al. [2005] e disponível em <https://nanohub.org> para simular características da junção PN.

A junção simulada é de silício e possui $1.5\mu m$, $1\mu m$ na parte P e $0.5\mu m$ na região N. Foram usadas duas dopagens diferentes, uma com $N_A = 6,25 \times 10^{15} cm^{-3}$ e $N_D = 6,25 \times 10^{16} cm^{-3}$, que será chamada de dopagem 1 e outra com $N_A = 6,25 \times 10^{15} cm^{-3}$ e $N_D = 6,25 \times 10^{17} cm^{-3}$, chamada dopagem 2. Todas as características foram simuladas para tensões de -0.6, 0.0 e 0.6V. A largura da região intrínseca foi desprezada.

2 Simulações

2.1 Perfis de Densidade De Carga

Os perfis de densidade das cargas da rede cristalina constam na figura 1 e os perfis dos portadores de carga na figura 2.

Apenas as densidades de portadores minoritários mudam significativamente com a tensão aplicada. Os perfis de densidade de carga dos portadores majoritários permanecem praticamente constantes.

Com tensões aplicadas, os gradientes de densidade de cargas minoritárias são suficientes para que ocorra difusão.

As densidades de portadores minoritários nos contatos permanecem as mesmas para qualquer tensão aplicada.

Os perfis apresentam uma descontinuidade quando passam pela região de depleção com tensões aplicadas.

2.2 Potencial

Os perfis do potencial são mostrados na figura 3.

O potencial vale zero no lado P, e é dependente da tensão no lado N, sendo maior para tensões aplicadas mais negativas.

2.3 Campo Elétrico

O campo elétrico (figura 4) apresenta dois declives, uma distribuição retangular no eixo x e outra no eixo y.

A distribuição do campo elétrico no lado N é mais abrupta, esta característica é uma consequência dos perfis de densidade discutidos anteriormente.

O módulo do campo elétrico na região de depleção é inversamente proporcional à tensão aplicada,

As variações no campo elétrico apresentam-se mais abruptas na segunda dopagem (N_d 10x maior).

2.4 Capacitância

A capacitância da Junção simulada (5) varia muito pouco com a dopagem e aumenta rapidamente para tensões positivas, porém não para tensões negativas.

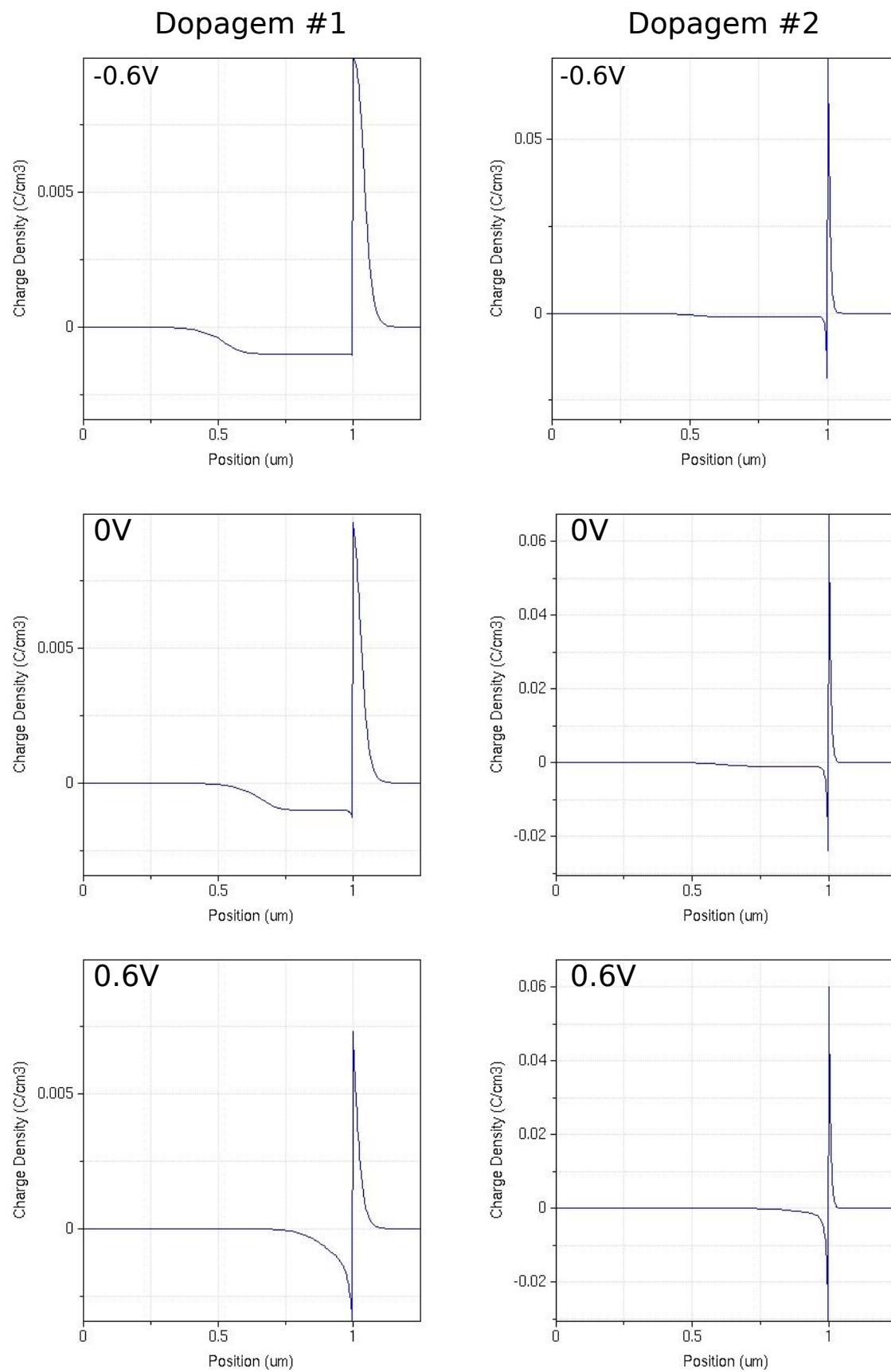


Figura 1: Perfis de densidade de cargas da rede.

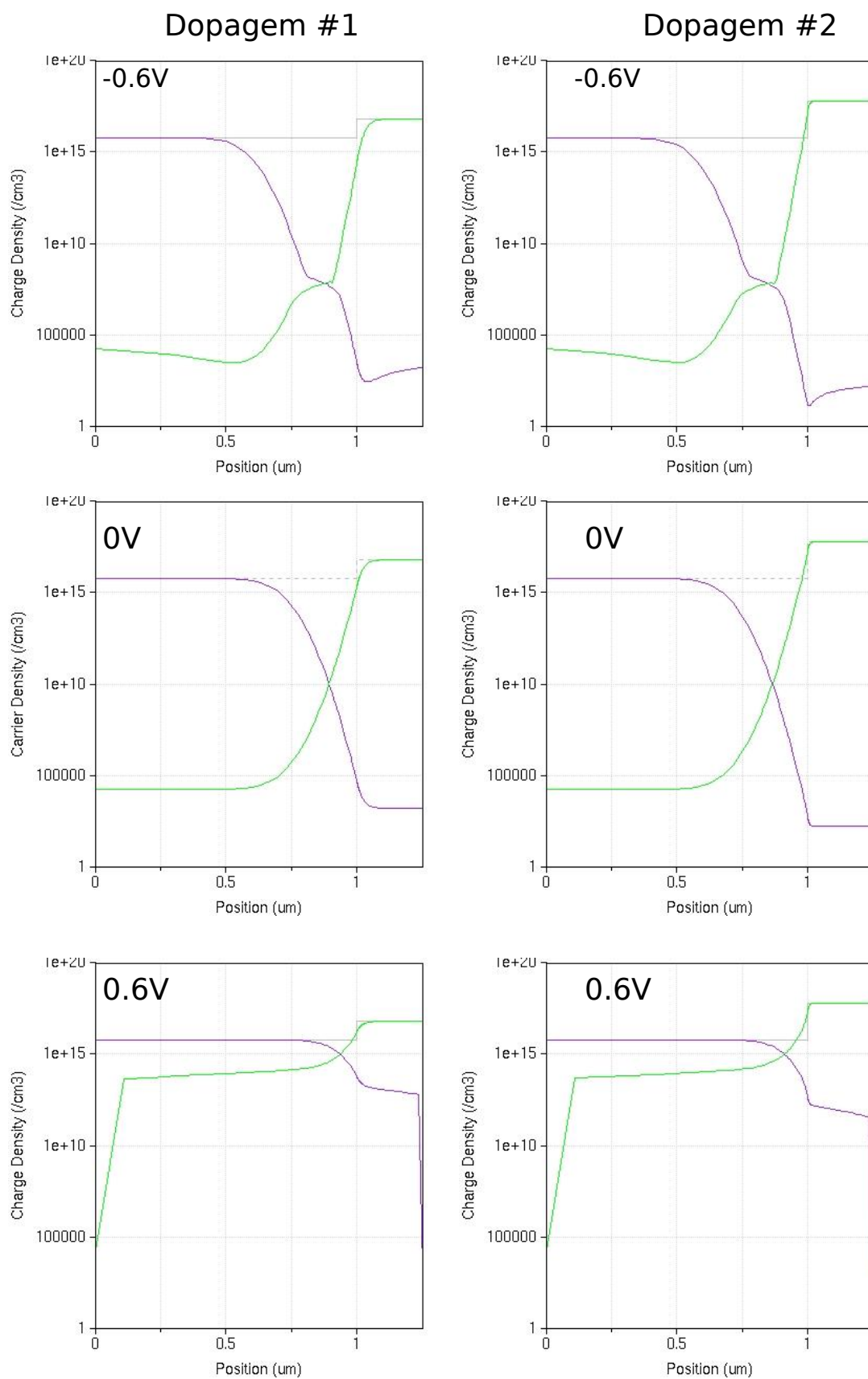


Figura 2: Perfis de densidade de portadores de carga. Lacunas são plotadas em roxo e elétrons em verde.

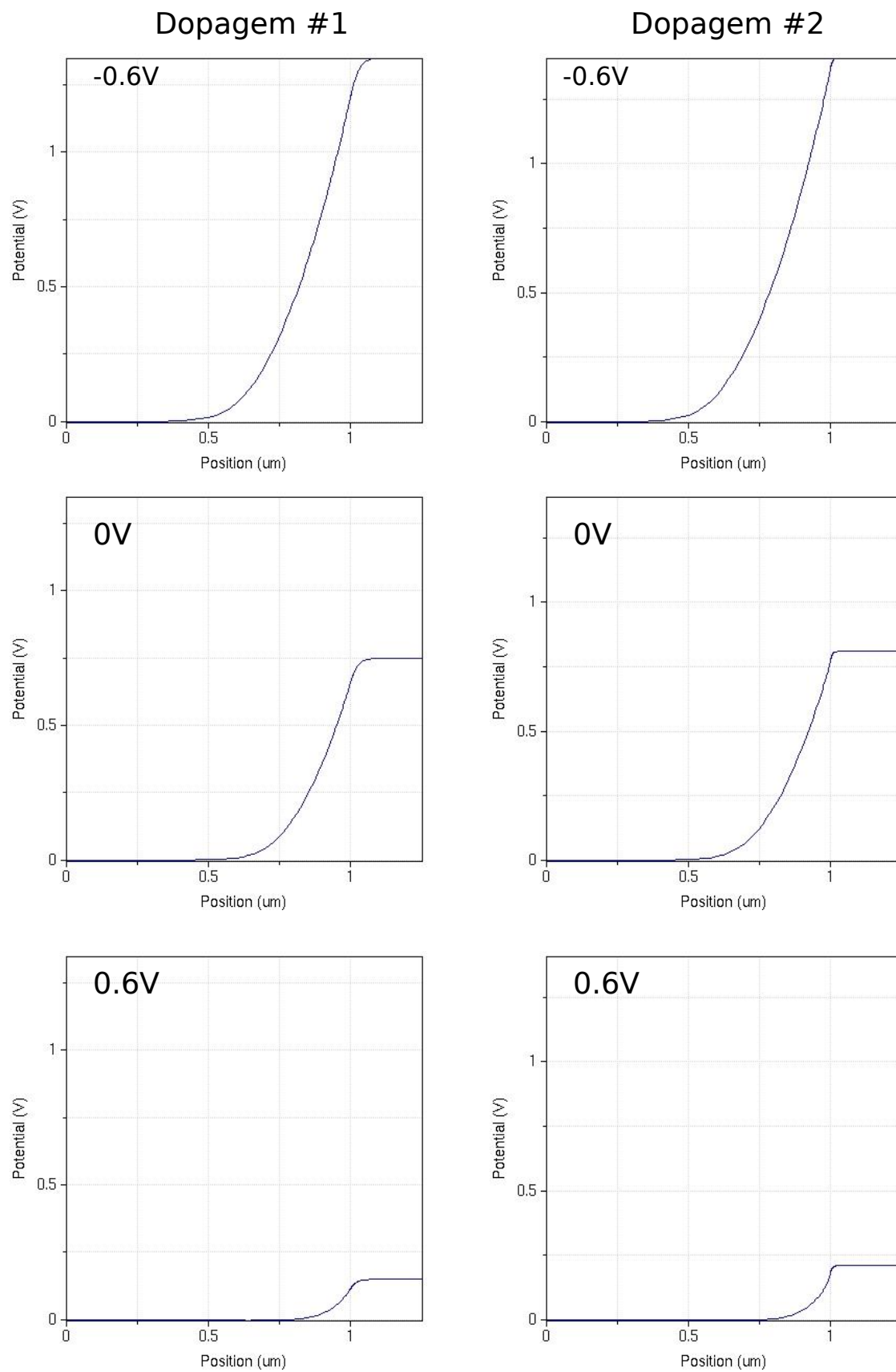


Figura 3: Perfis do potencial.

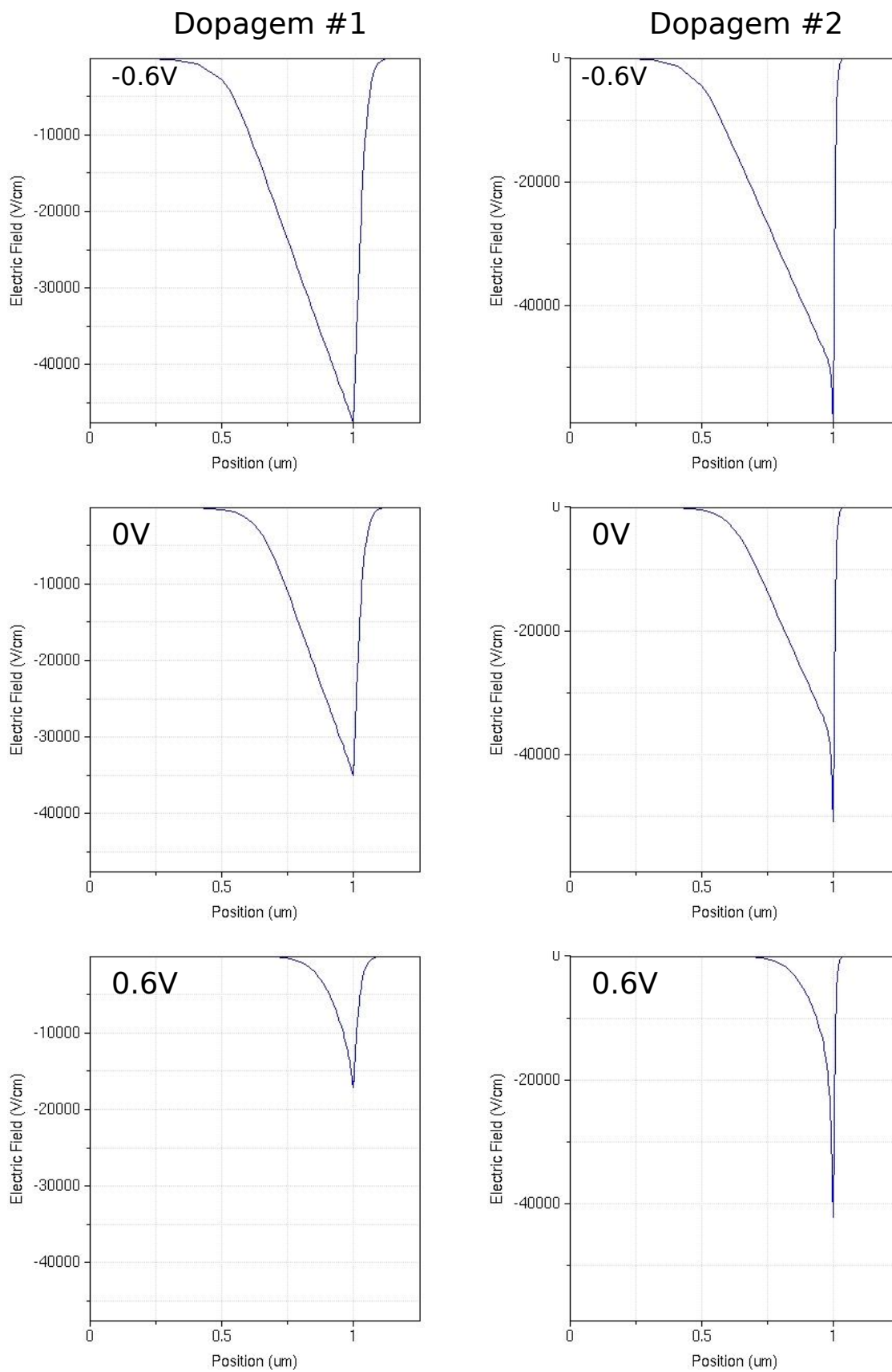


Figura 4: Perfis do campo elétrico.

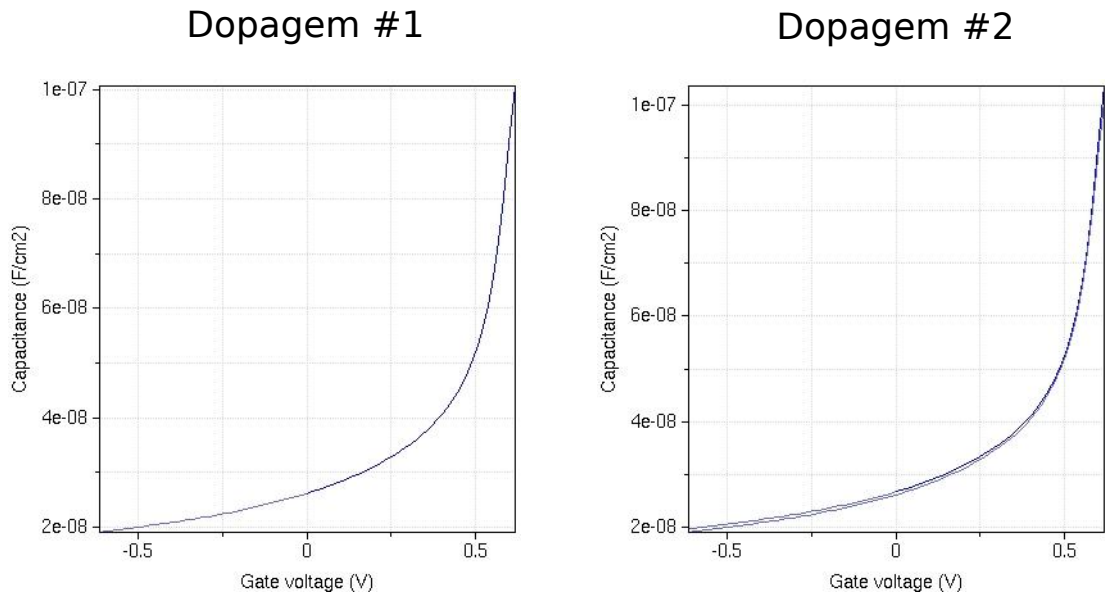


Figura 5: Capacitância da junção em função da tensão.

2.5 Curva I-V

A curva I-V varia(6) muito pouco com uma variação de uma ordem de magnitude na dopagem. A segunda dopagem produz uma curva I-V levemente mais próxima da de um diodo ideal.

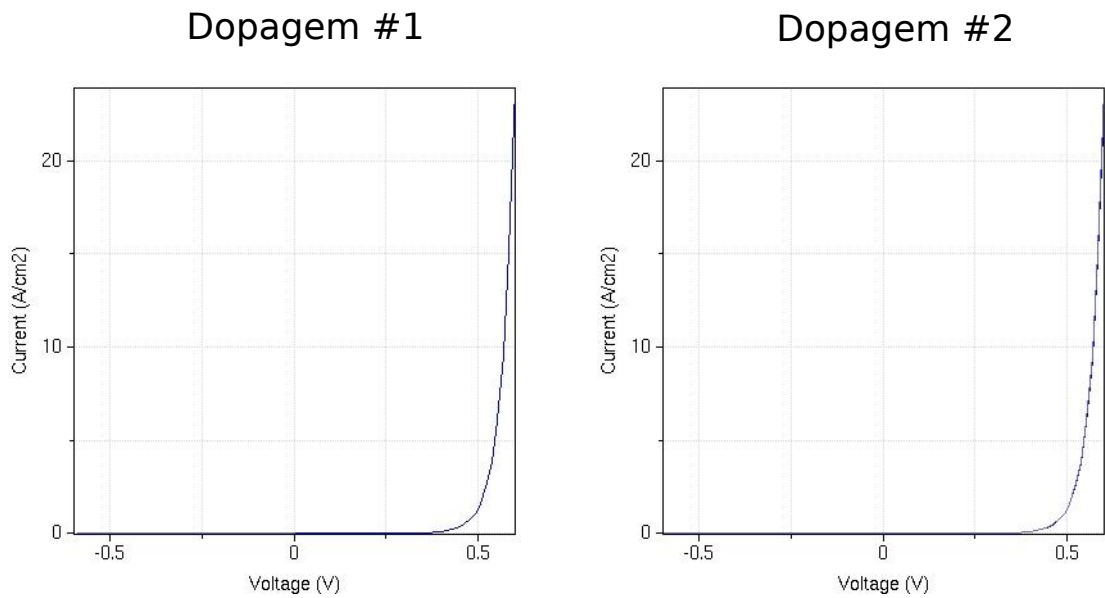


Figura 6: Curvas I-V.

3 Conclusões

3.1 Região de Depleção

A largura da região de depleção aumenta com a tensão aplicada e diminui com o aumento da corrente.

Como existem mais elétrons do que lacunas na junção simulada, a probabilidade de recombinação é maior no lado P, fazendo com que a região de depleção seja mais larga deste lado.

3.2 Comparação com a Aproximação de Depleção

A aproximação de depleção assume que $n=p=0$ na região de depleção. Esta aproximação é melhor em tensões aplicadas negativas, condição em que as densidades de portadores mais se aproximam deste critério (figura 2). Para tensões positivas a aproximação é menos precisa, porém, ainda produz boas estimativas.

Referências

Dragica Vasileska, Matteo Mannino, Michael McLennan, Xufeng Wang, Gerhard Klimeck, Saumitra Raj Mehrotra, and Benjamin P Haley. Pn junction lab, Sep 2005. URL <https://nanohub.org/resources/229>.