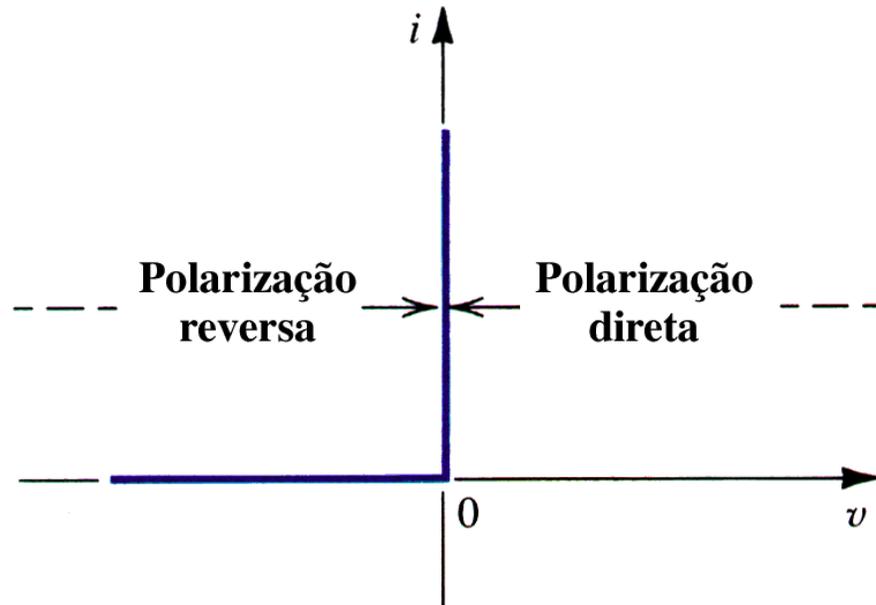


2ª Aula: O Diodo Real

Ao final desta aula você deve estar apto a:

- Reconhecer as diferenças entre um diodo real e o diodo ideal que vimos na aula passada**
- Identificar as três regiões de operação de um diodo real**
- Usar a lei do diodo para prever seu comportamento na região de operação direta (polarização direta)**
- Explicar o comportamento do diodo real em função da temperatura**
- Determinar tensões e correntes em circuitos com diodo empregando a lei do diodo**

Diodo Ideal



Diodo Real

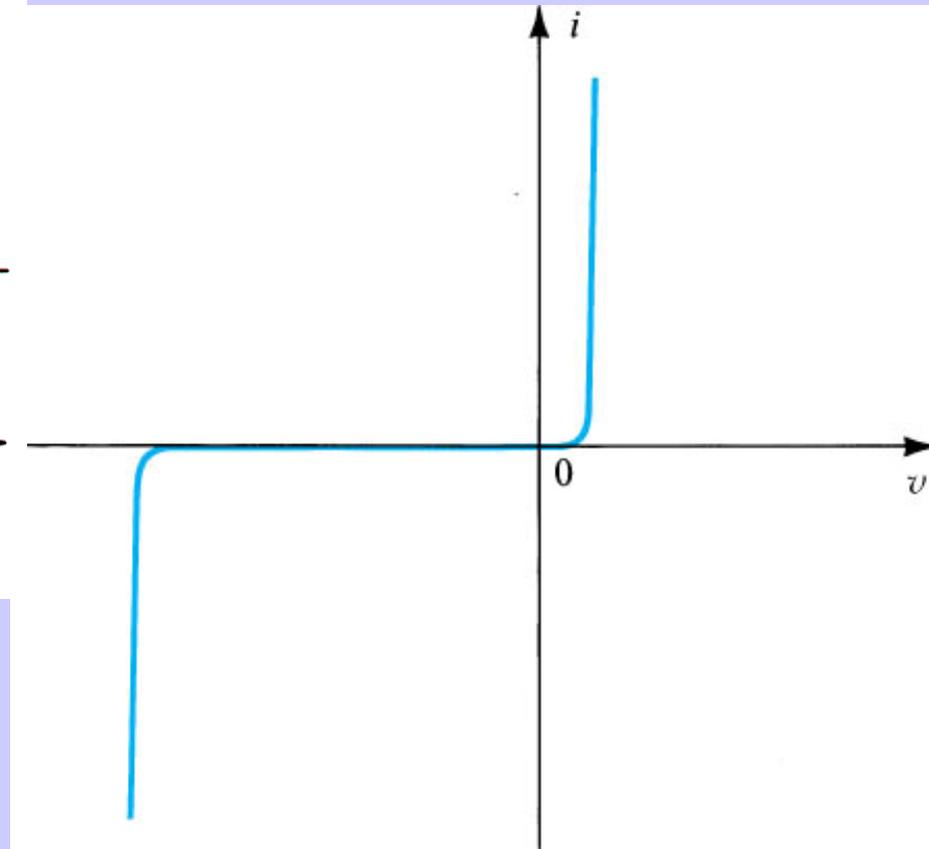
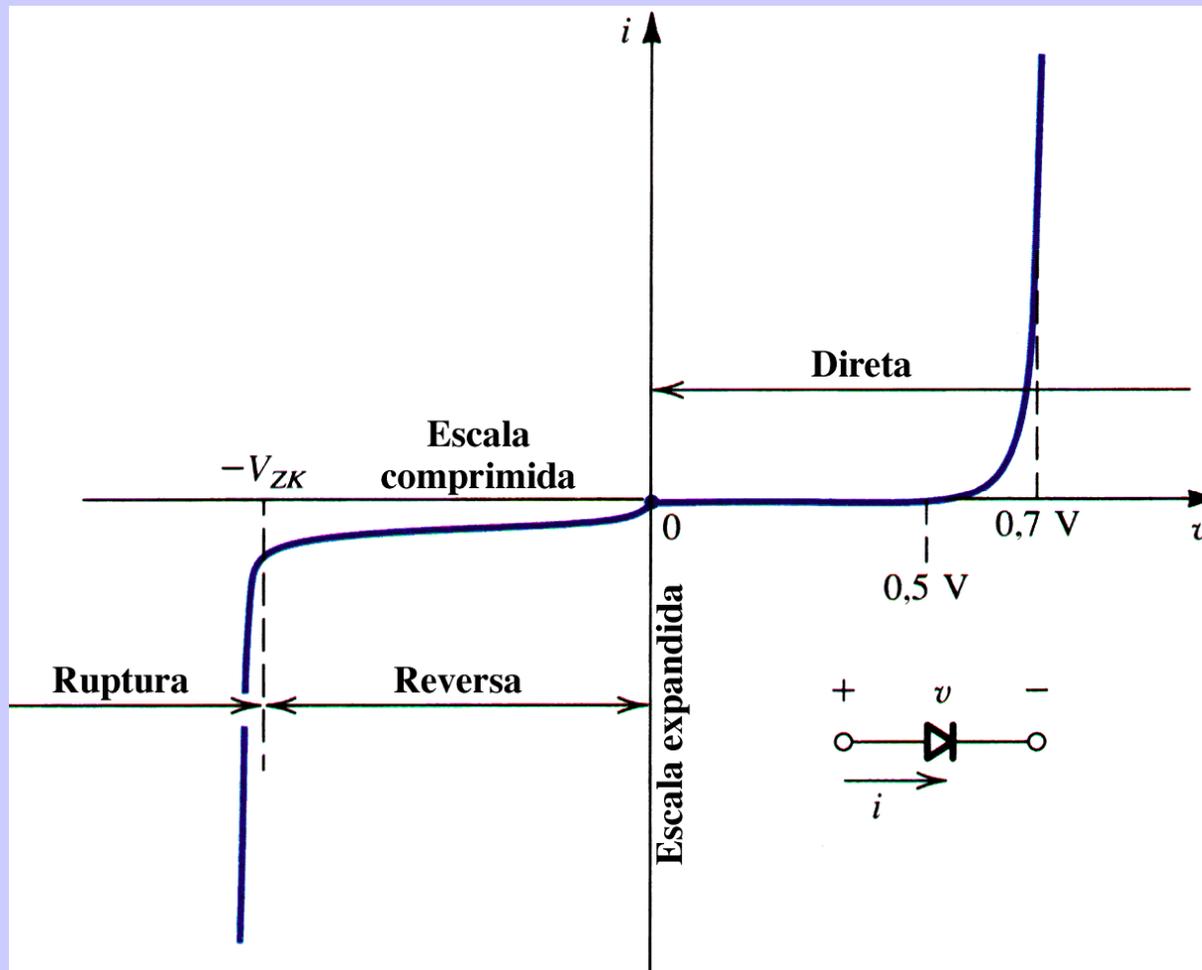


Figura 3.7 The $i-v$ characteristic of a silicon junction diode.

Diodo Real



Diodo Real

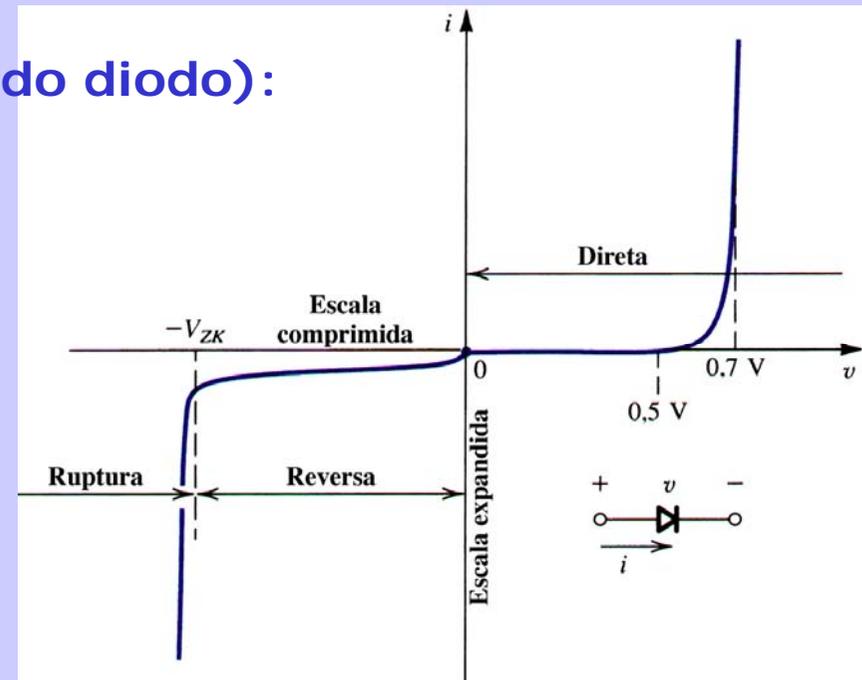
Equação da Corrente no Diodo (lei do diodo):

$$i_D = I_S (e^{v_D / nV_T} - 1)$$

Corrente no diodo Tensão no diodo

I_S = Corrente de saturação

n = fator de idealidade ($1 \leq n \leq 2$)



$$V_T = k T / q \quad \begin{cases} k = \text{Constante de Boltzmann} = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K} \\ T = \text{Temperatura em kelvin} = (273 + T(^{\circ}\text{C})) \\ q = \text{carga do elétron} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C} \end{cases}$$

$$V_T = 25,8 \text{ mV} \quad (25^{\circ}\text{C})$$

$$V_T = \mathbf{25 \text{ mV}}$$

Diodo Real

Apresentando a Lei do Diodo de outra forma:

$$i_D = I_S (e^{v_D/nV_T} - 1)$$

$$v_D = nV_T \ln\left(\frac{i_D}{I_S} + 1\right)$$

$$v_D \cong nV_T \ln(i_D/I_S)$$

$$V_2 - V_1 = 2,3 nV_T \log \frac{I_2}{I_1}$$

Diodo Real

Exemplo 3.3: Um diodo de silício, feito para operar com 1 mA, apresenta uma queda de tensão direta de 0,7 V para uma corrente de 1 mA. Avalie o valor da constante I_S nos casos em que n seja 1 ou 2. Que constantes de escalamento você aplicaria para um diodo de 1 A do mesmo fabricante que conduz uma corrente de 1 A para uma queda de 0,7 V?

$$i = I_S e^{v/nV_T} \longrightarrow I_S = i e^{-v/nV_T}$$

Diodo Real

Exemplo 3.3:

Para o diodo de 1 mA:

$$\text{Se } n = 1: \quad I_S = 10^{-3} e^{-700/25} = 6,9 \times 10^{-16} \text{ A ou cerca de } 10^{-15} \text{ A}$$

$$\text{Se } n = 2: \quad I_S = 10^{-3} e^{-700/50} = 8,3 \times 10^{-10} \text{ A ou cerca de } 10^{-9} \text{ A}$$

O diodo conduzindo 1 A para uma queda de 0,7 V corresponde a 1000 diodos de 1 mA em paralelo com uma seção de junção 1000 vezes maior. Portanto, I_S também é 1000 vezes maior, tendo 1 pA e 1 mA, respectivamente para $n = 1$ e $n = 2$.

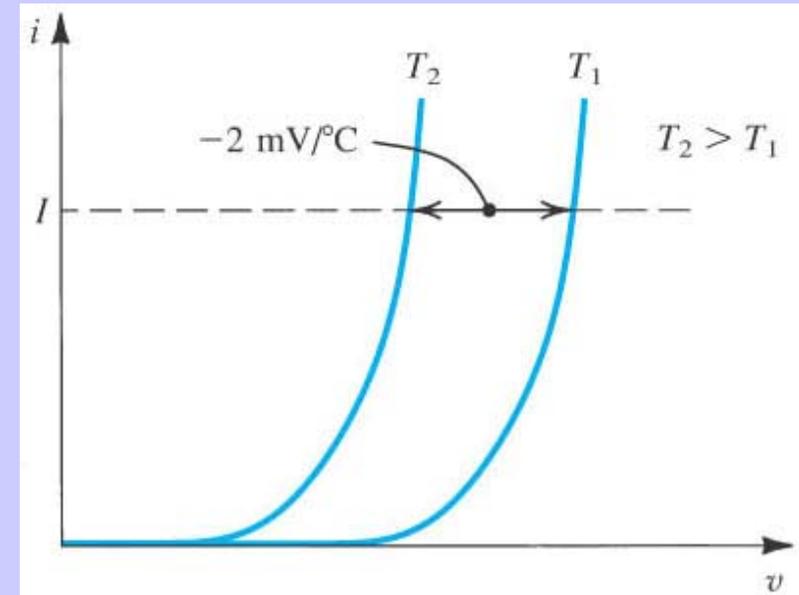
Deste exemplo deve ficar evidente que o valor usado para n pode ser muito importante.

Diodo Real

A dependência com a Temperatura

$$i_D = I_S (e^{v_D/nV_T} - 1)$$

Os valores de I_S e V_T \longrightarrow
dependem da Temperatura



Exercício 3.9: O diodo no circuito da Figura E3.9 é de um dispositivo grande, capaz de conduzir altas correntes. Sua corrente de fuga reversa é razoavelmente independente da tensão. Se $V = 1\text{ V}$ a 20° C , calcule o valor de V a 40° C e a 0° C .

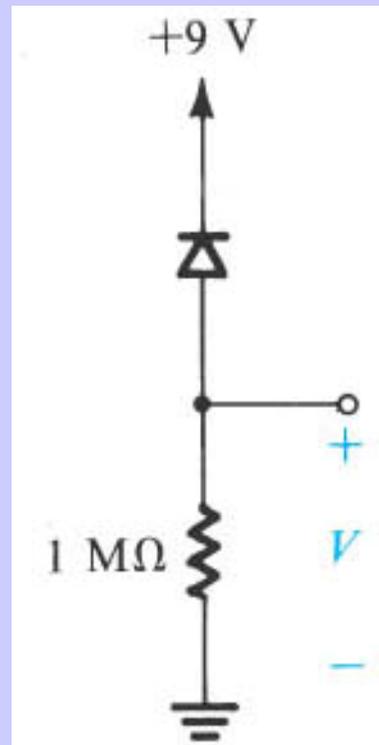
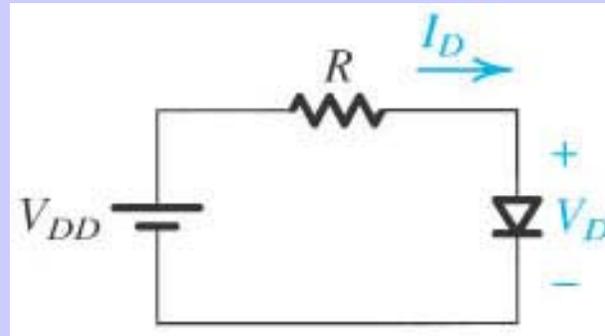


Figura E3.9

Diodo Real

A Análise pelo Modelo Exponencial



- $$I_D = I_S e^{v_D/nV_T}$$

- Aplicando a lei das malhas:

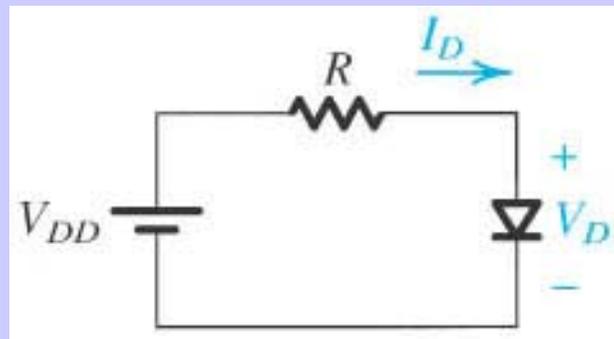
$$V_{DD} = R \cdot I_D + V_D$$

$$I_D = \frac{V_{DD} - V_D}{R}$$

Diodo Real

A Análise pelo Modelo Exponencial

Exemplo 3.4: Determine os valores da corrente I_D e da tensão V_D para o circuito abaixo com $V_{DD} = 5\text{ V}$ e $R = 1\text{ k}\Omega$. Suponha que a corrente do diodo é de 1 mA para uma tensão de $0,7\text{ V}$, e que a queda de tensão varia de $0,1\text{ V}$ para cada década de variação na corrente.



$$I_D = I_S e^{v_D/nV_T}$$

$$I_D = \frac{V_{DD} - V_D}{R}$$

Diodo Real

Exemplo 3.4: A solução tem que ser iterativa!!!

$$\begin{aligned} \text{Para } I = 1\text{mA}, V_{D1} = 0,7\text{V}: \quad I_{D2} &= \frac{V_{DD} - V_{D1}}{R} \\ &= \frac{5 - 0,7}{1} = 4,3\text{mA} \end{aligned}$$

Para $I = 4,3\text{mA}$, qual o novo V_{D2} ?

Lembre-se que: $V_{D2} - V_{D1} = 2,3nV_T \log \frac{I_{D2}}{I_{D1}}$ e neste exercício $2,3nV_T = 0,1\text{V}!!!$

$$V_{D2} = 0,7 + 0,1 \log \frac{I_{D2}}{I_{D1}} = 0,763 \longrightarrow I_{D3} = \frac{5 - 0,763}{1} = 4,237\text{mA}$$

$$\begin{aligned} V_{D3} &= 0,763 + 0,1 \log \left[\frac{4,237}{4,3} \right] \\ &= 0,762\text{V} \end{aligned}$$