

## Lista de Exercícios 1 - Solução

### Microelectronics Circuits

(Sedra & Smith – Seventh Edition - Oxford University Press - 2015)

### Chapter 4 - Diodes

#### Ex. 4.3

Para os circuitos mostrados na Figura P4.3, usando diodos ideais, calcule os valores das tensões e das correntes mostradas.

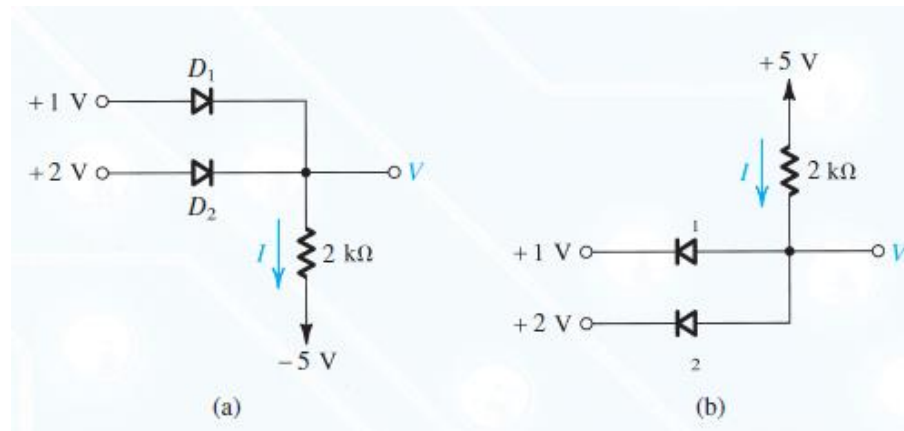


Fig. P4.3

OBS: Nestes circuitos um diodo conduz e outro está em corte. Por exemplo, no circuito (a) suponha que  $D_1$  conduza e analise o que ocorre com  $D_2$  e se o resultado é condizente com a hipótese adotada. Caso não seja, analise a hipótese contrária.

a) Qual diodo conduz ?

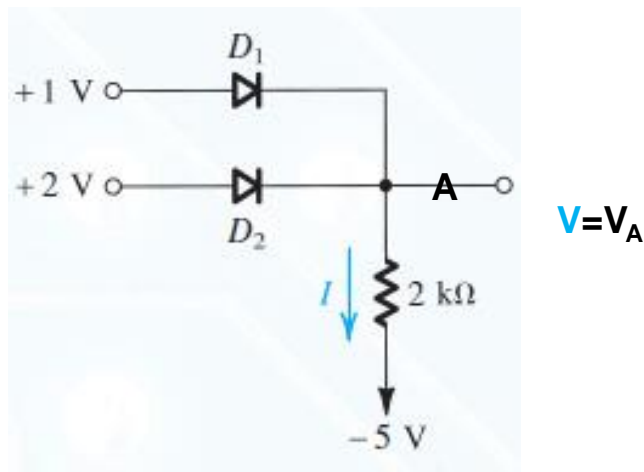


Fig. P4.3a

Se  $D_1$  conduz, e o diodo é ideal, então o potencial em  $V_A = 1$  V. Se  $V_A = 1$  V o diodo  $D_2$  estará diretamente polarizado e, portanto, conduzindo, o que resulta em  $V_A = 2$  V porque o diodo é ideal. De  $V_A = 2$  V o diodo  $D_1$  estará reversamente polarizado, mas isso contradiz a hipótese que ele estava conduzindo. **Logo, essa hipótese conduz a um resultado não admissível !**

Se  $D_2$  conduz, e o diodo é ideal, então o potencial em  $V_A = 2$  V. Se  $V_A = 2$  V o diodo  $D_1$  estará reversamente polarizado. Logo, essa é a hipótese correta.

No resistor:  $I = \frac{2 - (-5)}{2k}$   $\longrightarrow$   $I = 3.5\text{mA}$

$$V_A = 2\text{ V}$$

b) Qual diodo conduz ?

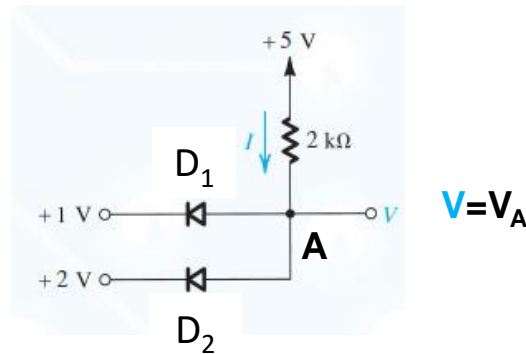


Fig. P4.3b

Se  $D_1$  conduz, e o diodo é ideal, então o potencial em  $V_A = 1$  V. Se  $V_A = 1$  V o diodo  $D_2$  estará diretamente polarizado e, portanto, conduzindo, o que resulta em  $V_A = 2$  V porque o diodo é ideal. O potencial em A só pode ter um valor. **Logo, essa hipótese conduz a um resultado não admissível !**

Se  $D_2$  conduz, e o diodo é ideal, então o potencial em  $V_A = 2$  V. Se  $V_A = 2$  V o diodo  $D_1$  estará diretamente polarizado e, portanto, conduzindo, o que resulta em  $V_A = 1$  V porque o diodo é ideal. O potencial em A só pode ter um valor. **Logo, essa hipótese conduz a um resultado não admissível !**

Se  $D_2$  não conduz e  $D_1$  conduz o potencial em  $V_A = 1$  V. **Essa é a hipótese admissível !**

No resistor:  $I = \frac{5 - (1)}{2k}$   $\longrightarrow$   $I = 2\text{mA}$

$V_A = 1$  V

**Ex. 4.23**

O circuito na Figura P4.23 utiliza três diodos idênticos tendo  $n=1$  e  $I_s = 10^{-14}$  A. Calcule o valor da corrente  $I$  necessária para obter uma tensão de saída  $V_o = 2V$ . Se uma corrente de 1mA for drenada de terminal de saída por um carga, qual a variação na tensão de saída ?

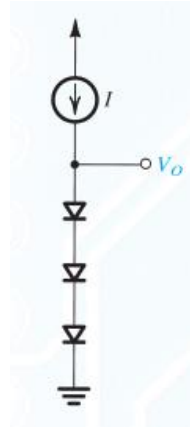


Fig. P4.23

a) Cálculo da corrente nos diodos

■ A tensão em cada diodo será  $V_o / 3$ .

■ Equação de Shockley:

$$I = I_s \left( e^{\frac{v}{nV_T}} - 1 \right) \longrightarrow I \cong I_s e^{\frac{V_D}{V_T}} \longrightarrow I \cong 10^{-14} e^{\frac{2/3}{0.025}} \longrightarrow \boxed{I \cong 3.81\text{mA}}$$

b) Cálculo da variação de tensão

Quando  $V_0 = 2V$ , resulta  $I = 3.81mA$   $\longrightarrow 3.81 = I_s e^{\frac{2}{3V_T}}$  (1)

Se a carga drena uma corrente de  $1mA$  a corrente nos diodos será  $I_2 = 3.81 - 1 = 2.81mA$

$\longrightarrow 2.81 = I_s e^{\frac{V_{D2}}{3V_T}}$  (2)

Dividindo as equações (2) e (1) resulta:  $\frac{2.81}{3.81} = e^{(V_{D2}-2)/3V_T} = e^{(\Delta V)/3V_T}$   $\longrightarrow \Delta V = -22.8mV$

**Ex. 4.25**

Dois diodos com corrente de saturação  $I_{S1}$  e  $I_{S2}$  são conectados em paralelo conforme fig. P4.25. Determine as correntes  $I_{D1}$  e  $I_{D2}$  em cada diodo e a tensão  $V_D$ .

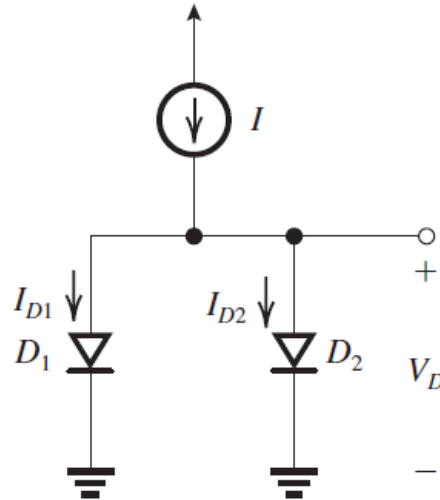


Fig. P4.25

a) Cálculo da  $I_{D1}$  e  $I_{D2}$

$$\left. \begin{aligned} I_{D1} &\cong I_{S1} e^{\frac{V_D}{V_T}} \\ I_{D2} &\cong I_{S2} e^{\frac{V_D}{V_T}} \end{aligned} \right\} \longrightarrow I_{D1} + I_{D2} = (I_{S1} + I_{S2}) e^{\frac{V_D}{V_T}} \longrightarrow I = (I_{S1} + I_{S2}) e^{\frac{V_D}{V_T}}$$

$$I = (I_{S1} + I_{S2}) e^{\frac{V_D}{V_T}} \longrightarrow I = I_{S1} e^{\frac{V_D}{V_T}} \left(1 + \frac{I_{S2}}{I_{S1}}\right) \longrightarrow I = I_{D1} \left(1 + \frac{I_{S2}}{I_{S1}}\right)$$

$$\longrightarrow I_{D1} = \frac{I}{1 + \frac{I_{S2}}{I_{S1}}} = \boxed{I_{D1} = I \frac{I_{S1}}{I_{S1} + I_{S2}}}$$

$$I = (I_{S1} + I_{S2}) e^{\frac{V_D}{V_T}} \longrightarrow I = I_{S2} e^{\frac{V_D}{V_T}} \left(1 + \frac{I_{S1}}{I_{S2}}\right) \longrightarrow I = I_{D2} \left(1 + \frac{I_{S1}}{I_{S2}}\right)$$

$$\longrightarrow I_{D2} = \frac{I}{1 + \frac{I_{S1}}{I_{S2}}} = \boxed{I_{D2} = I \frac{I_{S2}}{I_{S1} + I_{S2}}}$$

b) Cálculo da tensão  $V_D$

$$I = (I_{S1} + I_{S2}) e^{\frac{V_D}{V_T}} \longrightarrow \boxed{V_D = \ln \left( \frac{I}{I_{S1} + I_{S2}} \right)}$$

### Ex. 4.27

No circuito da Fig. P4.27 o diodo  $D_1$  tem uma área de junção 10 vezes maior que  $D_2$ . O valor da tensão térmica é 25 mV.

- Determine a equação de  $V$  em função de  $I_2$ .
- Determine  $V$  no circuito abaixo.
- Qual é o valor de  $I_2$  se  $V = 50\text{mV}$  ?

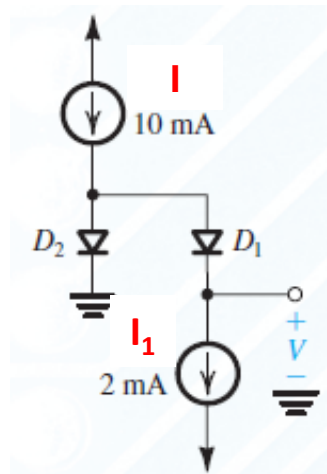
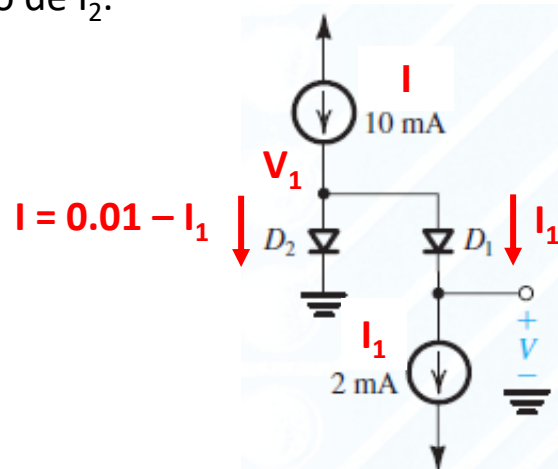


Fig. P4.27

- Cálculo de  $V$  em função de  $I_2$ .





■ A corrente  $I_{s1} = 10 I_{s2}$ . A no diodo  $D_1$  é dada por:

$$I_1 = 10I_S e^{\frac{V_1 - V}{nv_T}} \quad (1)$$

■ A corrente no diodo  $D_1$  é dada por:

$$I = I_S e^{\frac{V_1}{nv_T}} = 0.01 - I_1 \quad \longrightarrow \quad I_S = (0.01 - I_1) e^{\frac{-V_1}{nv_T}} \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1) resulta:

$$I_1 = 10(0.01 - I_1) e^{\frac{-V_1}{nv_T}} e^{\frac{V_1 - V}{nv_T}} = 10(0.01 - I_1) e^{\frac{-V}{nv_T}} \quad \longrightarrow \quad V = -V_T \ln \left( \frac{I_1}{10(0.01 - I_1)} \right)$$

b) Cálculo de V.

$$\text{Se } I_1 = 2\text{mA} \quad \longrightarrow \quad V = -0.025 \ln \left( \frac{2}{10(8)} \right) \quad \longrightarrow \quad V = 92.2\text{mV}$$

c) Cálculo de  $I_1$  se  $V=50\text{mV}$ .

$$50 \times 10^{-3} = -V_T \ln \left( \frac{I_1}{10(10 - I_1)} \right) \quad \longrightarrow \quad I_1 = 10(10 - I_1) e^{-2} \quad \longrightarrow \quad I_1 = 5,75\text{mA}$$