



Aluno(a):  
Aula Teórica #5

Disciplina:  
EEL315 — Eletrônica I

Turma:

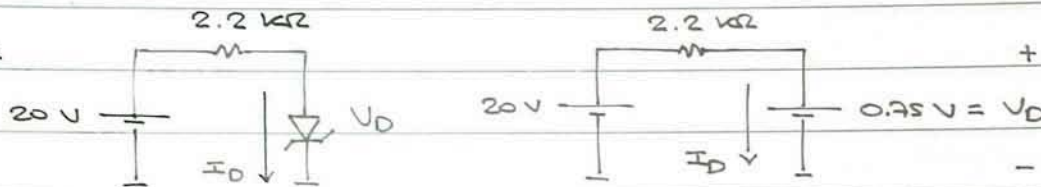
Professor(a):  
José Gabriel

1  
2  
3  
4  
5

### 2.3 Diodo Zener — Polarização Direta

Os modelos são todos iguais aos vistos nas Seções 2.1.1 até 2.1.6, com possíveis ajustes (correções) nos parâmetros dos modelos (por exemplo,  $V_B$ ,  $V_{DO}$ ,  $R_s$ ,  $I_s$ ,  $n$ , "DAN756" etc.)

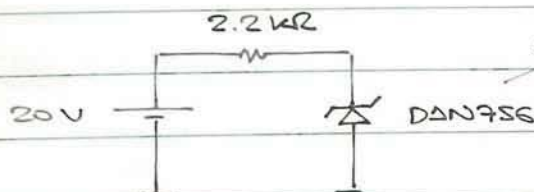
Exemplo:



Considerando o diodo Zener DAN756, podemos assumir  $V_B = 0.75\text{ V}$  no modelo com bateria. Então  $I_D = (20 - 0.75) / 2200 = 8.75\text{ mA}$ .

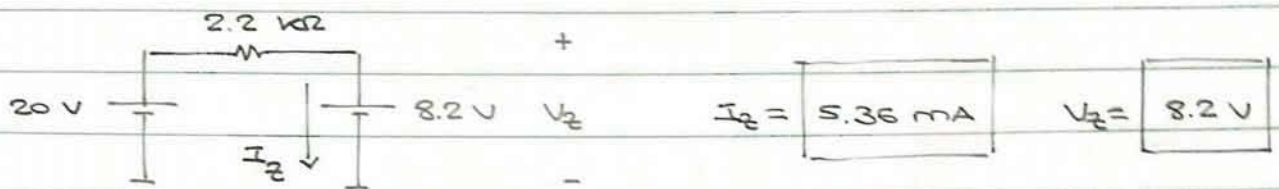
Obs.: o potencial de barreira do diodo DAN756 é um pouco mais alto do que o potencial de barreira do diodo DAN4002, por causa da dopagem mais forte, mas o ajuste de  $V_B = 0.7\text{ V}$  para  $V_B = 0.75\text{ V}$  não é muito importante e, na prática, costumamos usar  $V_B = 0.7\text{ V}$  mesmo (sabendo que  $V_B = 0.75\text{ V}$  é um pouco mais preciso).

### 2.4 Diodo Zener — Polarização Reversa

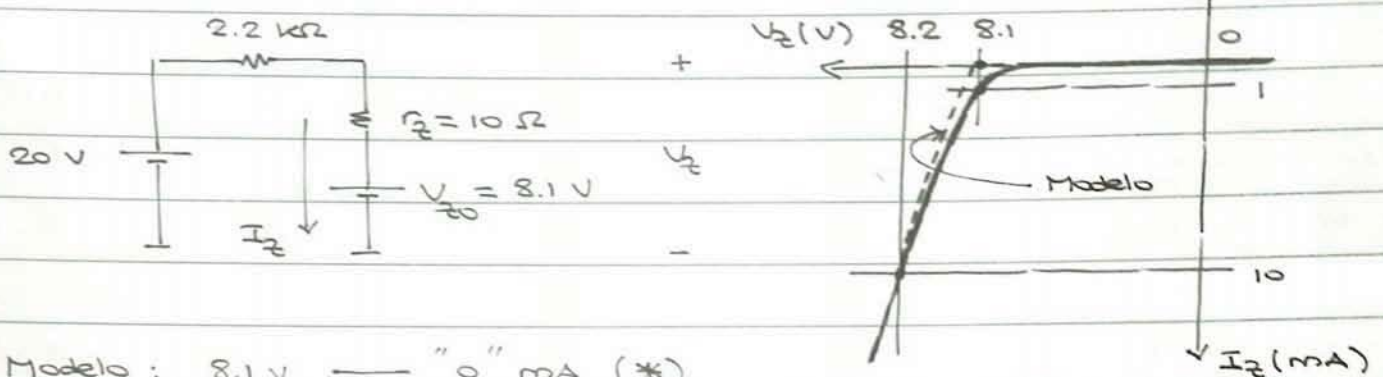


O diodo Zener DAN756 apresenta corrente de condução reversa significativa a partir de  $V_Z = 8.2\text{ V}$ . As aplicações mais importantes do diodo Zener se dão no regime de polarização reversa.

2.4.1 e 2.4.2 Modelo com Bateria  $V_{zk} = "8.2 V"$



2.4.3 Modelo com Bateria  $V_{z0}$  em Série com Resistência  $r_z$



Modelo: 8.1V — "0" mA (\*)

8.2V — 10 mA

Então:  $V_{z0} = 8.1V$  e  $r_z = \frac{8.2 - 8.1}{0.01 - 0} \rightarrow r_z = 10 \Omega$

Usando o modelo, temos:  $I_z = \frac{20 - 8.1}{2210} = 5.38 \text{ mA}$

$V_z = 8.1 + 10 \times 5.38 \times 10^{-3} = 8.15 \text{ V}$

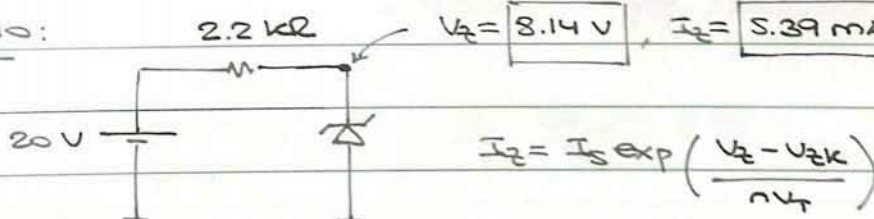
(\*) Obs.: esses números são aproximações dos números obtidos por simulação (diode.lib) que estão no formulário da Prova Parcial #Δ.

2.4.4 Modelo Exponencial

$$I_z \approx I_s \left( e^{\frac{V_z - V_{zk}}{nV_T}} \right)$$

Não é usado comumente, mas, quando é usado, aplica-se o mesmo procedimento iterativo da Seção 2.1.4.

Exemplo:  $V_z = 8.14 \text{ V}$ ,  $I_z = 5.39 \text{ mA}$  (diode.lib) na Seção 2.4.5)



Assumindo  $I_s = 10 \text{ nA}$  e  $n = 1$  (60 mV/década  $I_z$ ), vamos calcular

$V_{ZK}$  de acordo com os resultados previstos por simulação.

Então:  $5.39 \times 10^{-3} = 10^{-8} \exp((8.14 - V_{ZK})/0.026)$

$$V_{ZK} = 8.14 - 0.026 \ln(5.36 \times 10^5)$$

$V_{ZK} = 7.8 \text{ V}$   $\rightarrow$  assumindo  $I_S = 10 \text{ nA}$  e  $n = 1$ , devemos

usar  $V_{ZK}$  com um valor bem mais baixo do que  $V_{ZK} = 8.0 \text{ V}$  (formulário da prova) ou  $V_{ZK} = 8.2 \text{ V}$  (das Secções 2.4.1 e 2.4.2).

Usando o modelo com  $I_S = 10 \text{ nA}$ ,  $n = 1$  e  $V_{ZK} = 7.8 \text{ V}$ , temos:

1) Chute inicial:  $V_Z = 8.2 \text{ V}$

2)  $I_Z = \frac{20 - V_Z}{2200} = \frac{20 - 8.2}{2200} = 5.36 \text{ mA}$

3)  $V_Z = 7.8 + 26 \times 10^{-3} \ln\left(\frac{5.36 \times 10^{-3}}{10^{-8}}\right) = 8.14 \text{ V}$

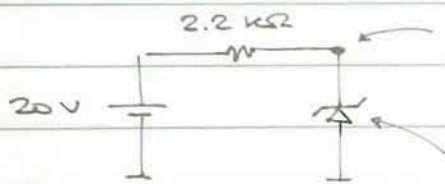
4)  $I_Z = \frac{20 - 8.14}{2200} = 5.39 \text{ mA}$

5)  $V_Z = 7.8 + 26 \times 10^{-3} \ln\left(\frac{5.39 \times 10^{-3}}{10^{-8}}\right) = 8.14 \text{ V}$

1ª iteração

2ª iteração.  $V_Z = 8.14 \text{ V}$   
e  $I_Z = 5.39 \text{ mA}$ , como já sabemos.

### 2.4.5 Simulação (modelo D1N75X em diode.lib)



D1N75G (usando diode.lib)

Simulação "Bias Point" ou "Time Domain"

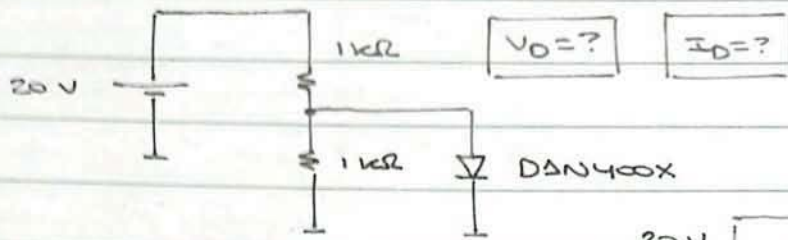
Outros diodos Zener são: D1N753, D1N754, D1N755, D1N757, D1N758 etc.

O diodo Zener D1N753, por exemplo, tem  $V_{ZK} = 6.2 \text{ V}$ .

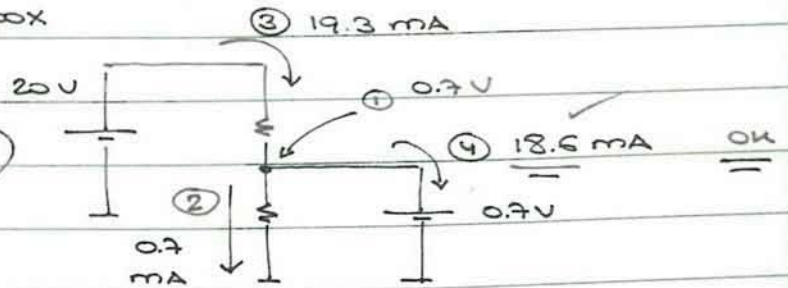
### 2.5 Alguns Exemplos com Diodo Comum e com Diodo Zener

#### 2.5.1 Diodo Comum. Aplicação do Modelo "Bateria"

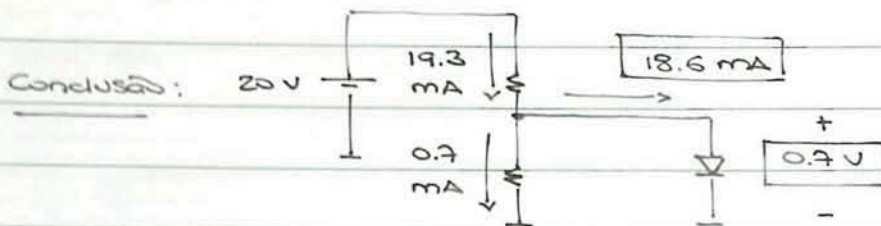
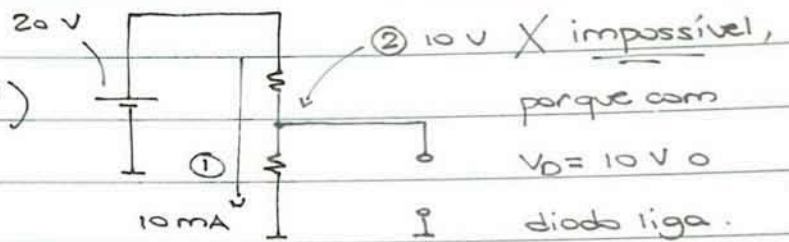
2.5.1 Diodo Comum. Aplicação do Modelo "Bateria"



Possibilidade 1 (diodo "ligado")

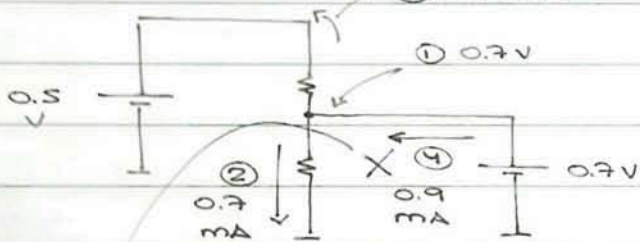


Possibilidade 2 (diodo "desligado")



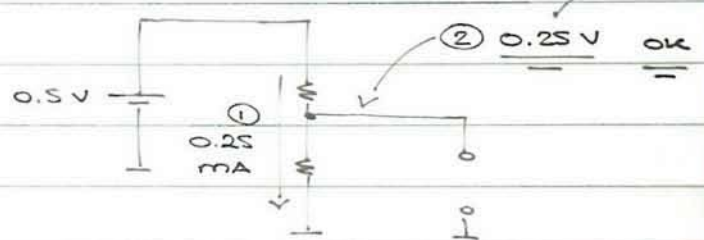
Obs.: se mudarmos a voltagem da fonte DC para 0.5V, a conclusão muda:

Possibilidade 1:



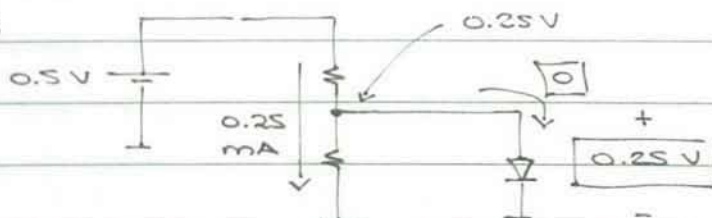
X impossível, porque com corrente  $I_D$  no sentido reverso ( $I_D < 0$ ) devemos usar o circuito aberto.

Possibilidade 2:

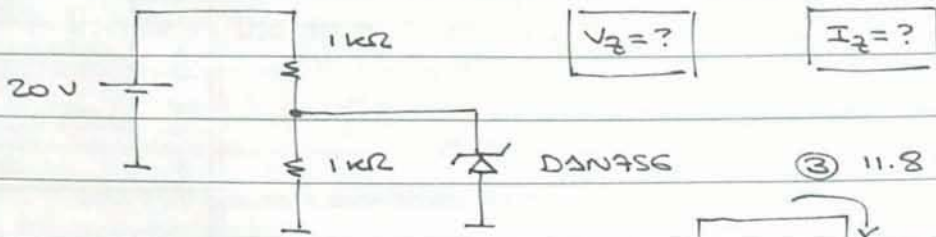


OK, porque com  $V_D < 0.7V$  o diodo está mesmo desligado.

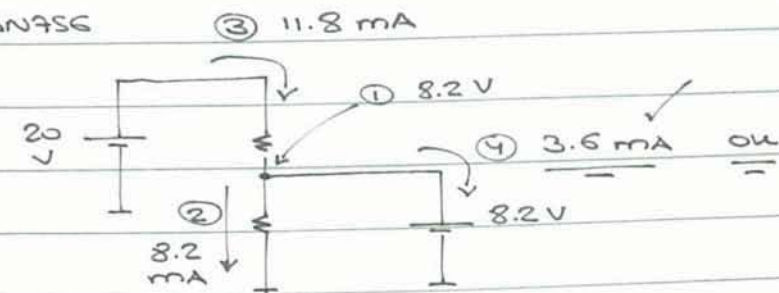
Conclusão:



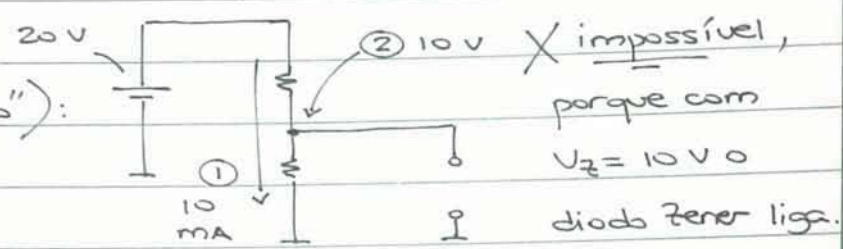
2.5.2 Diodo Zener. Aplicação do Modelo "Bateria"



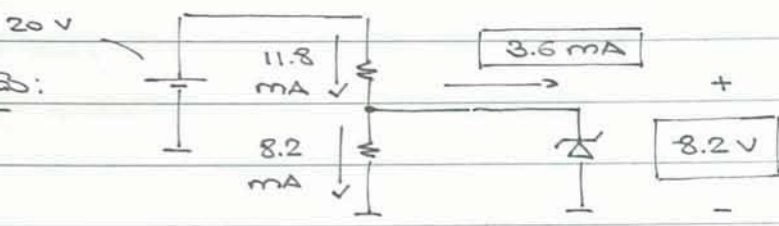
Possibilidade 1 (diodo "ligado"):



Possibilidade 2 (diodo "desligado"):

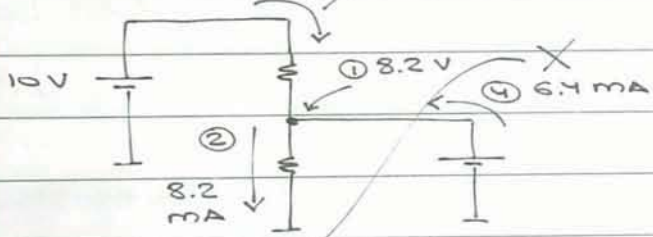


Conclusão:

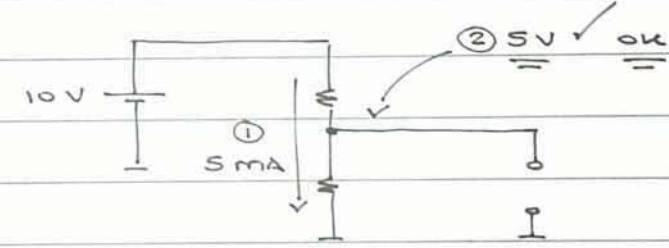


Obs.: se mudarmos a voltagem da fonte DC para 10V, a conclusão muda:

Possibilidade 1



Possibilidade 2



impossível, porque o diodo Zener com polarização reversa não tem corrente no sentido direto.

OK, porque com  $V_Z < 8.2V$  o diodo Zener está desligado mesmo.

Conclusão:

