Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

DATA / /

GRAUS

1	
2	
3	
4	
5	

Aluno(a): Aula Teórica #10

Disciplina: EEL315 — Eletrônica I

Turma:

Professor(a): José Gabriel

5.3 Análise do Circuito Projetado na Seção 5.2

Objetivos:
- fatores de ripple — no capacitor e na carga resistiva
- regulação de tensão
- corrente máxima (disponível para a carga)

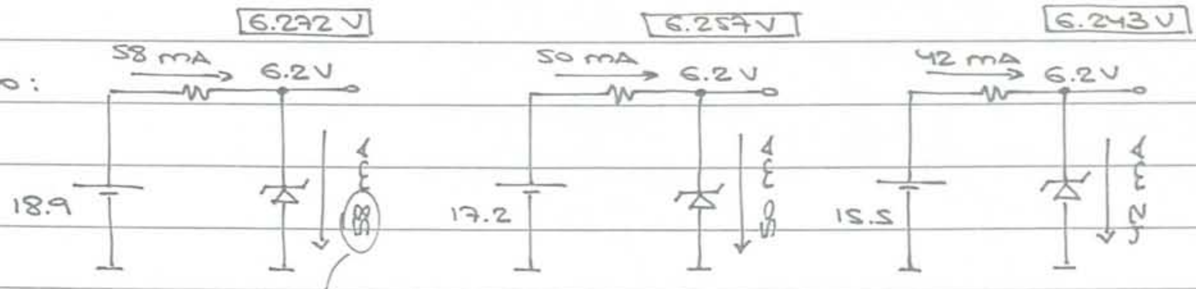
Obs.: no capacitor, temos $r = 5.7\%$. Então, $(1+\sqrt{3}\, r \times 0.057)\, V_{DC} = \underset{18.9}{V_m}$
e portanto $\boxed{V_{DC} = 17.2\text{ V}}$; $V_1 = 18.9\text{ V}$; $V_{R,p} = 1.7\text{ V}$; $\boxed{V_2 = 15.5\text{ V}}$;
e $V_{AC,rms} = 1\text{ V}$.

Obs. 2: vamos considerar R_L variando de $1200\ \Omega$ ($I_L = 5.2\text{ mA} \simeq I_{Lmin}$) até $220\ \Omega$ ($I_L = 28\text{ mA} > I_{Lmax}$) e vamos considerar também $I_L = 0$ (a condição $R_L \to \infty$ não foi prevista no projeto, já que $I_{Lmin} = 5\text{ mA}$).

Nos gráficos a seguir, os $\boxed{\text{valores}}$ de voltagem e corrente (~~1 µA~~) escritos dentro de retângulos foram obtidos a partir do simulador, através da aplicação das respectivas correntes I_Z ao diodo Zener. Estes valores também poderiam ser calculados com o modelo linear por partes (V_{Z0}, r_Z): como exemplo, o cálculo referente à situação $R_L = 1.2\text{ k}\Omega$ e $v_C(t) = V_{DC} = 17.2\text{ V}$ é feito logo após a apresentação dos gráficos.

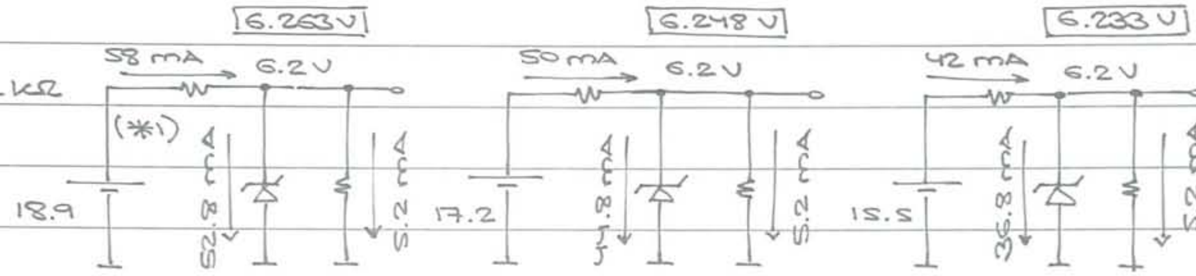
$v_C(t) = V_1 = 18.9\ \text{V}$ $\quad$ $v_C(t) = V_{DC} = 17.2\ \text{V}$ $\quad$ $v_C(t) = V_2 = 15.5\ \text{V}$

a) $R_L \to \infty$:

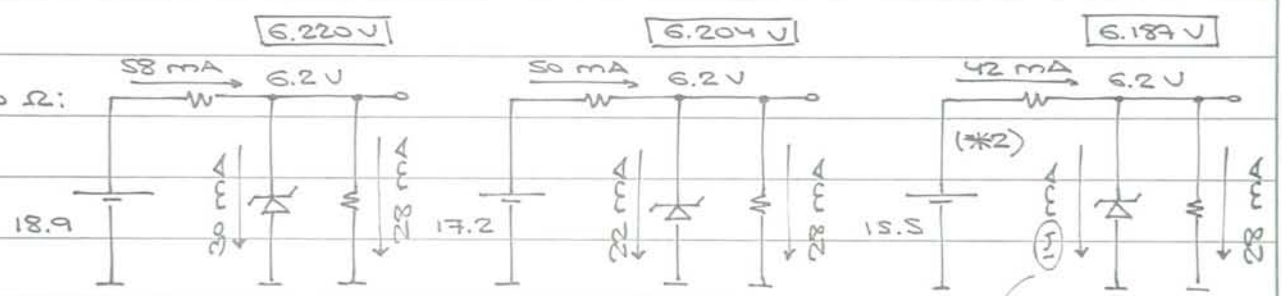


(usar para modelo V_{Z0}, r_Z)

b) $R_L = 1.2\ \text{k}\Omega$

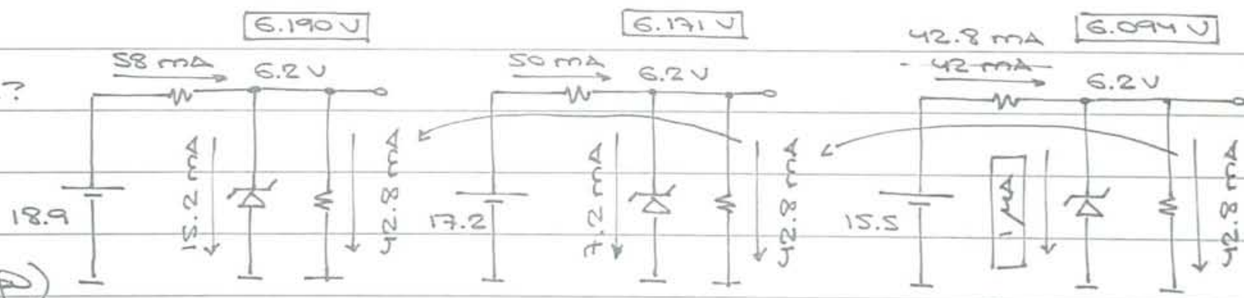


c) $R_L = 220\ \Omega$:



(usar para modelo V_{Z0}, r_Z)

d) $R_{Lmin} = ?$ (ocorre perda de regulação)



Se a corrente no diodo Zener é 1 µA quando $V_Z = 6.094\ \text{V}$ (informações do simulador), então $I_{RL} \cong (15.5 - 6.094)/220 = 42.8\ \text{mA}$.

Portanto $R_{Lmin} = \dfrac{6.094}{0.0428} = 142\ \Omega$ //

A situação (*1) está associada a $\dfrac{V_1 - 6.2}{I_{Zmax} + I_{Lmin}} = R_{Smin}$

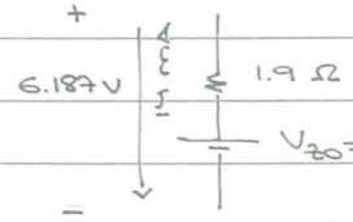
A situação (*2) está associada a $\dfrac{V_2 - 6.2}{I_{Zmin} + I_{Lmax}} = R_{Smax}$

Para obter um modelo linear por partes (V_{Z0} e r_Z), considere por exemplo:

6.187 V —— 14 mA

6.272 V —— 58 mA

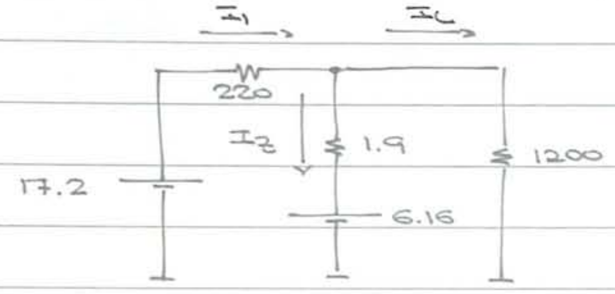
$$\frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{85 \text{ mV}}{44 \text{ mA}} = 1.9\ \Omega$$



$V_{Z0} = 6.187 - 1.9 \times 0.014$

$V_{Z0} = 6.16$ V

Exemplo de aplicação do modelo (com $V_{Z0} = 6.16$ V e $r_Z = 1.9\ \Omega$) ao caso $R_L = 1.2$ kΩ e $V_{DC} = 17.2$ V nas figuras da página anterior:



$I_1 = I_Z + I_L$

$$\frac{17.2 - V_Z}{220} = \frac{V_Z - 6.16}{1.9} + \frac{V_Z}{1200}$$

$17.2 \times 1.9 \times 1200 - 1.9 \times 1200 \times V_Z = 220 \times 1200 \times V_Z - 6.16 \times 220 \times 1200 + 220 \times 1.9 \times V_Z$

$V_Z\,(220 \times 1200 + 220 \times 1.9 + 1.9 \times 1200) = 17.2 \times 1.9 \times 1200 + 6.16 \times 220 \times 1200$

$V_Z = 1665456 / 266698 \Rightarrow \boxed{V_Z = 6.246 \text{ V}}$ (erro de 0.03% (!) em relação ao simulador, que indica 6.248 V)

Ou ainda, mais diretamente, sabendo que $I_Z \simeq 44.8$ mA (veja a figura na página anterior): $V_Z = 6.16 + 1.9 \times 0.0448 \Rightarrow \boxed{V_Z = 6.245 \text{ V}}$.