

CAPÍTULO 3

Aula 12

Retificador de Onda Completa com Filtro e Circuito Regulador

Prof. Sedra
PS1E007

Eletrônica I – PSI3321 Programação para a Segunda Prova

11 ^a 05/04	Circuito retificador em ponte. Circuito retificador de meia onda com o capacitor de filtro.	Sedra, Cap. 3 p. 109-111
12 ^a 08/04	Retificador de onda completa com capacitor de filtro, superdiodo. Exercícios (exemplo 3.9).	Sedra, Cap. 3 p. 112-115
13 ^a 12/04	Circuitos limitadores, circuitos grampeadores, dobrador de tensão, exercícios: 3.27, 3.28.	Sedra, Cap. 3 p. 115-118
14 ^a 15/04	Conceitos básicos de dispositivos semicondutores: silício dopado, mecanismos de condução (difusão e deriva), exercícios.	Aula avulsa + Sedra, Cap. 3 p. 117-121
15 ^a 26/04	Modelos de cargas, junção pn na condição de circuito aberto, potencial interno da junção, junção pn polarizada, exercícios.	Aula avulsa + Sedra, Cap. 3 p. 121-126
16 ^a 29/04	Distribuição de portadores minoritários na junção pn diretamente polarizada. Dedução elementar da equação de corrente na junção pn, exercícios.	Aula avulsa + Sedra, Cap. 3 p. 127-128
17 ^a 03/05	Capacitância de difusão, largura da região de depleção da junção pn polarizada, capacitância de depleção, a junção pn na região de ruptura (efeito zener e efeito avalanche), exercícios.	Sedra, Cap. 3 p. 124-125 e p. 128-129
18 ^a 06/05	Aula de Exercícios	

2^a. Semana de Provas (09/05 a 13/05/2016)

Data: 11/05/2016 (quarta feira) – Horário: 13:10h às 15:10h

Prof.
PS1E007

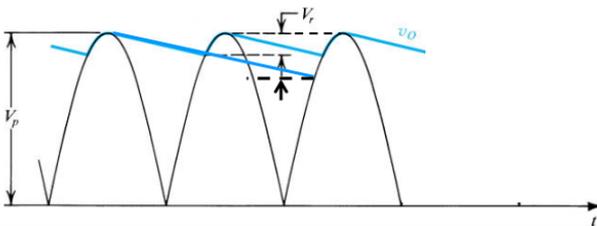
12ª Aula:

Circuitos Retificadores de Onda Completa

Ao final desta aula você deverá estar apto a:

- Aplicar as expressões para o Circuito Regulador de Onda Completa com Filtro Capacitivo
- Analisar circuitos com diodos zener operando como circuitos reguladores de tensão

(No Retificador Onda Completa com Filtro com Capacitor)



meia onda completa

$$V_r \cong \frac{V_p}{2fRC}$$

$$i_{Dmedio} = I_L(1 + \pi\sqrt{2V_p / 2V_r}) = I_L(1 + \pi\sqrt{V_p / 2V_r})$$

$$i_{Dpico} = I_L(1 + 2\pi\sqrt{2V_p / V_r})$$

EXEMPLO 3.10 Considere um retificador de pico alimentado por uma senóide de 60 Hz tendo um valor de pico de $V_p = 100$ V. Suponha uma resistência de carga $R = 10$ k Ω . Calcule o valor da capacitância C que resultará numa ondulação de pico-a-pico de 2 V. Calcule também a fração do ciclo durante a qual o diodo conduz, além do valor médio e de pico da corrente no diodo.

Formulário (1/2 onda)

$$V_{O(\text{médio})} = V_p - \frac{1}{2}V_r$$

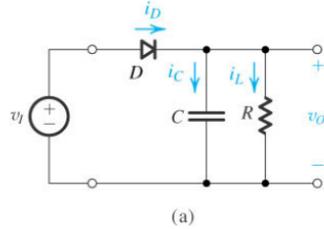
$$i_{L(\text{médio})} = I_L = \frac{V_p}{R}$$

$$V_r = \frac{I_L}{fC}$$

$$\Delta t \cong \frac{\sqrt{2V_r / V_p}}{2\pi f}$$

$$I_{D\text{médio}} = I_L(1 + \pi\sqrt{2V_p / V_r})$$

$$i_{D\text{pico}} = i_{L\text{médio}}(1 + 2\pi\sqrt{2V_p / V_r})$$



Prof. Seldor
FEEC/USP

269

EXEMPLO 3.10 Considere um retificador de pico alimentado por uma senóide de 60 Hz tendo um valor de pico de $V_p = 100$ V. Suponha uma resistência de carga $R = 10$ k Ω . Calcule o valor da capacitância C que resultará numa ondulação de pico-a-pico de 2 V. Calcule também a fração do ciclo durante a qual o diodo conduz, além do valor médio e de pico da corrente no diodo.

SOLUÇÃO

Obtemos o valor de C como

$$C = \frac{V_p}{V_r f R} = \frac{100}{2 \times 60 \times 10 \times 10^3} = 83,3 \mu\text{F}$$

O ângulo de condução $\omega\Delta t$ é $\omega\Delta t = \sqrt{2 \times 2/100} = 0,2$ rad

Logo, o diodo conduz por $(0,2/2\pi) \times 100 = 3,18\%$ do ciclo.

Como $I_L = 100/10 = 10$ mA, as correntes média e de pico no diodo são:

$$i_{D\text{med}} = 10(1 + \pi\sqrt{2 \times 100/2}) = 324 \text{ mA}$$

$$i_{D\text{max}} = 10(1 + 2\pi\sqrt{2 \times 100/2}) = 638 \text{ mA}$$

Formulário (1/2 onda)

$$V_{O(\text{médio})} = V_p - \frac{1}{2}V_r$$

$$i_{L(\text{médio})} = I_L = \frac{V_p}{R}$$

$$V_r = \frac{I_L}{fC}$$

$$\Delta t \cong \frac{\sqrt{2V_r / V_p}}{2\pi f}$$

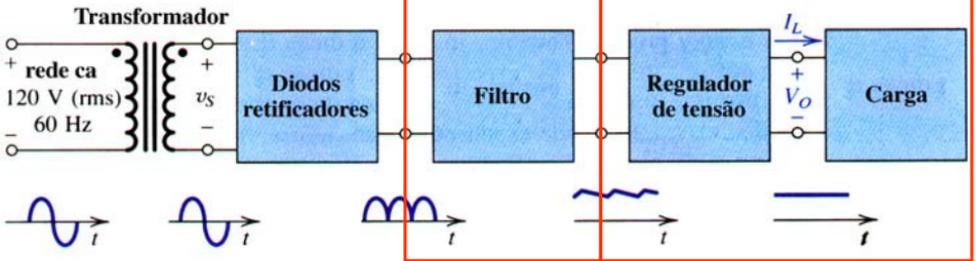
$$I_{D\text{médio}} = I_L(1 + \pi\sqrt{2V_p / V_r})$$

$$i_{D\text{pico}} = i_{L\text{médio}}(1 + 2\pi\sqrt{2V_p / V_r})$$

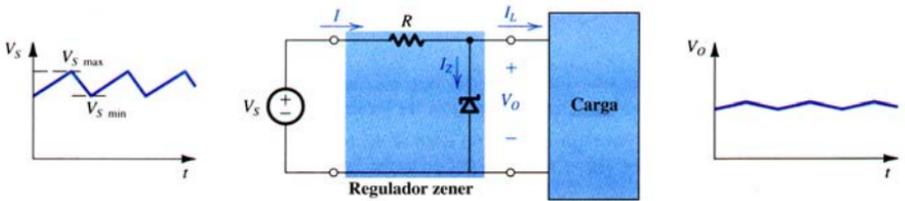
Prof. Seldor
FEEC/USP

270

Diagrama de Blocos de Circuitos Retificadores



Desempenho de um Regulador com Zener



$$\text{Regulação de Linha} \equiv \frac{\Delta V_o}{\Delta V_s} \quad (\text{p.ex.} = 1\text{V})$$

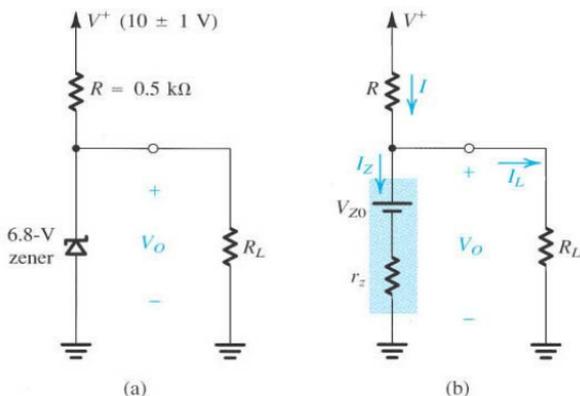
(máxima corrente pior carga)

$$\text{Regulação de Carga} \equiv \frac{\Delta V_o}{\Delta I_L} \quad (\text{p.ex.} = 1\text{mA})$$

(V_s médio)

Exemplo 3.8: O diodo zener do circuito abaixo é especificado para $6,8V@5mA$, $r_z = 20\Omega$ e $I_{zk} = 0,2mA$. Veja que V^+ tem uma variação.

- Determine a tensão de saída sem carga;
- Determine a regulação de linha para a variação de $\pm 1V$ na entrada;
- Qual a variação na tensão de saída quando se coloca uma carga que drena $1mA$? Isso é chamado Regulação de Carga.
- Qual a variação na tensão de saída para uma carga de $2k\Omega$;
- Qual a variação na tensão de saída para uma carga de $0,5k\Omega$;
- Qual o valor mínimo de carga para o circuito operar corretamente?

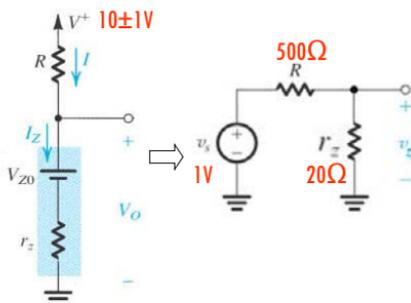


Exemplo 3.8: O diodo zener do circuito abaixo é especificado para $6,8V@5mA$, $r_z = 20\Omega$ e $I_{zk} = 0,2mA$. Veja que V^+ tem uma variação.

(b) Variação em V_O para uma variação de $\pm 1V$ na entrada;

$$\text{Regulação de Linha} \equiv \frac{\Delta V_O}{\Delta V_S} \quad (\text{p.ex.} = 1V)$$

(máxima corrente por carga)



$$v_z = 1V \frac{20}{500 + 20} = 38,5mV$$

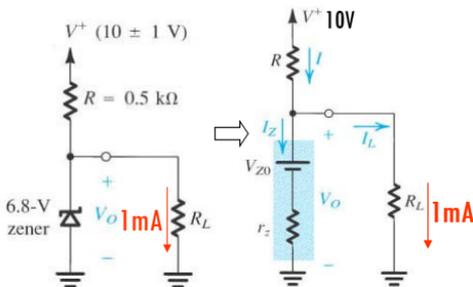
$$\frac{\Delta V_O}{\Delta V_S} = \frac{\pm 38,5mV}{\pm 1V} = 3,8\%$$

Exemplo 3.8: O diodo zener do circuito abaixo é especificado para $6,8V@5mA$, $r_z = 20\Omega$ e $I_{zk} = 0,2mA$. Veja que V^+ tem uma variação.

(c) Qual a variação na tensão de saída quando se coloca uma carga que drena $1mA$?

Regulação de Carga $\equiv \frac{\Delta V_O}{\Delta I_L}$ (Vs médio) (p.ex. = $1mA$)

$$\frac{\Delta V_z}{\Delta I_L} = \frac{-21mV}{1mA}$$



$$I_Z = I_R - I_L = (6,3 - 1,0)mA = 5,3mA$$

$$V_{Zc/carga} = 6,7 + 20 \cdot 5,3m = 6,806V$$

$$\Delta V_Z = V_{Zc/carga} - V_{Zs/carga} = 6,806 - 6,827$$

$$\Delta V_Z = \Delta V_O = -21mV$$