

CAPÍTULO 3

Aula 10

Retificador em Ponte e Meia Onda com Filtro

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

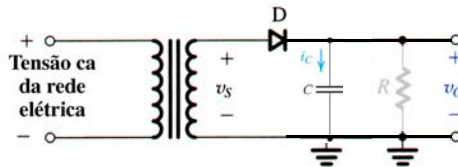
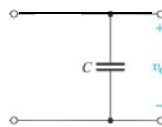
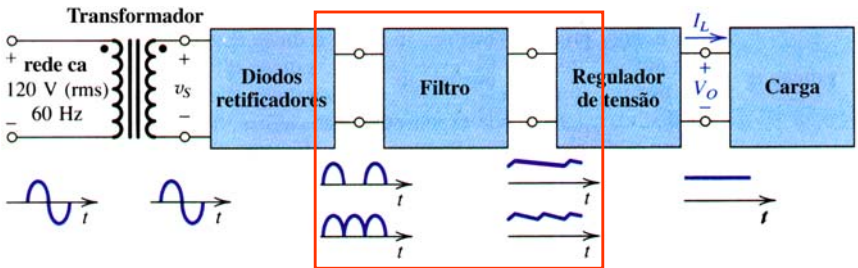
10ª Aula:

Circuito Retificador em Ponte e Meia Onda com Filtro

Ao final desta aula você deverá estar apto a:

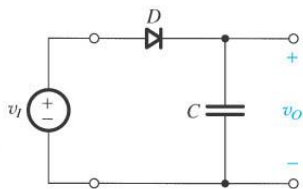
- Explicar o funcionamento do filtro capacitivo para circuitos reguladores
- Determinar os valores de pico da tensão de saída (na carga) e da corrente reversa nos diodos em retificadores meia onda e onda completa

Diagrama de Blocos de Circuitos Retificadores

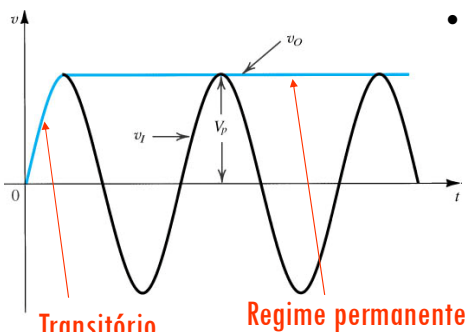


O Retificador com Bloco de Filtro

(Retificador Meia Onda com Filtro com Capacitor – Retificador de Pico)



- Sinal (comportamento) variável no tempo
- Que modelo utilizar para o diodo?
 - pequenos sinais?
 - qual modelo CC?
 - modelo DIODO IDEAL inicial//



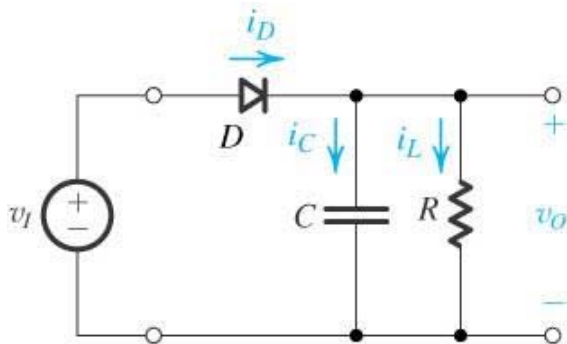
Prof. Sérgio
P11EP00P

256

O Retificador com Bloco de Filtro

(Retificador Meia Onda com Filtro com Capacitor – Retificador de Pico)

E com carga?



Atenção:

$$i_D = i_C + i_L$$

$$v_O = R_L i_L$$

$$v_O = \frac{1}{C} \int_0^T i_C dt$$

Quando o diodo conduz: $v_O(t) = v_I(t)$

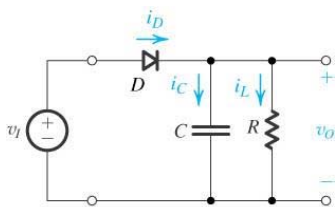
Prof. Sérgio
P11EP00P

257

O Retificador com Bloco de Filtro

(Retificador Meia Onda com Filtro com Capacitor – Retificador de Pico)

Quando o diodo conduz: $v_o(t) = v_i(t)$



$$i_D = i_C + i_L$$

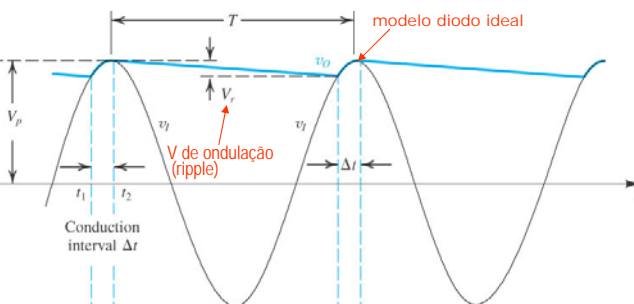
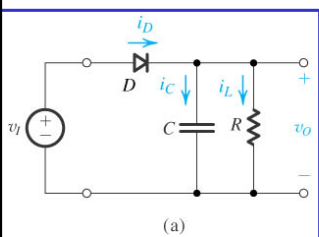
$$v_o = v_i = \frac{1}{C} \int_0^T i_C dt \Rightarrow i_C = C \frac{dv_i}{dt}$$

$$i_D = C \frac{dv_i}{dt} + i_L$$

$$v_o = R_L i_L \Rightarrow i_L = \frac{v_o}{R_L}$$

O Retificador com Bloco de Filtro

(Retificador Meia Onda com Filtro com Capacitor – Retificador de Pico)



$$i_L = v_o / R_L$$

Quando D está conduzindo:

$$i_D = i_C + i_L$$

$$i_D = C \frac{dv_i}{dt} + i_L$$

Determinando V_o (valor médio) e V_r

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

Quando $CR \gg T$ (V_r pequeno):

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

Para $CR \gg T$:

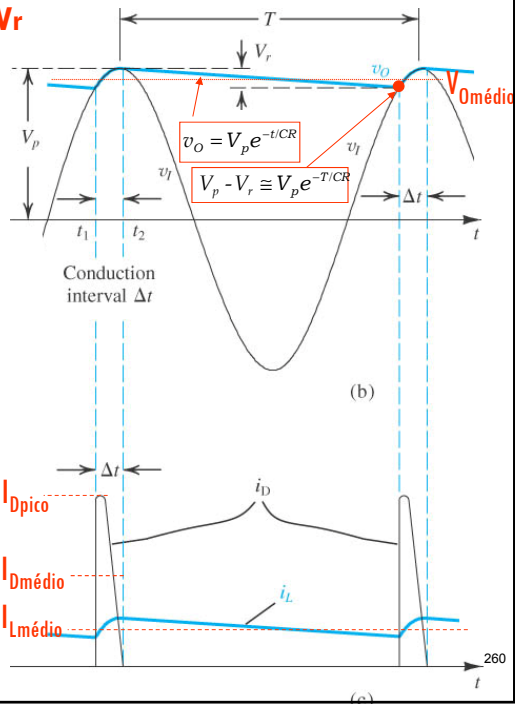
$$e^{-T/CR} \cong 1 - T/CR$$

$$V_p - V_r \cong V_p(1 - T/CR)$$

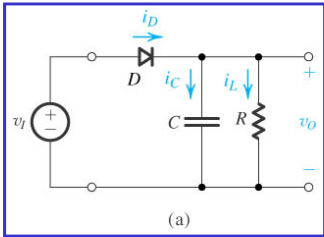
e portanto:

$$V_r \cong V_p \frac{T}{CR} = \frac{V_p}{fRC}$$

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



Determinando $I_{D\text{médio}}$



$Q_{\text{fornecido pela fonte}} = Q_{\text{entregue à carga}}$

$$Q_f = I_{C\text{médio}} \times \Delta t$$

$$i_{C\text{médio}} = I_{D\text{médio}} - I_L$$

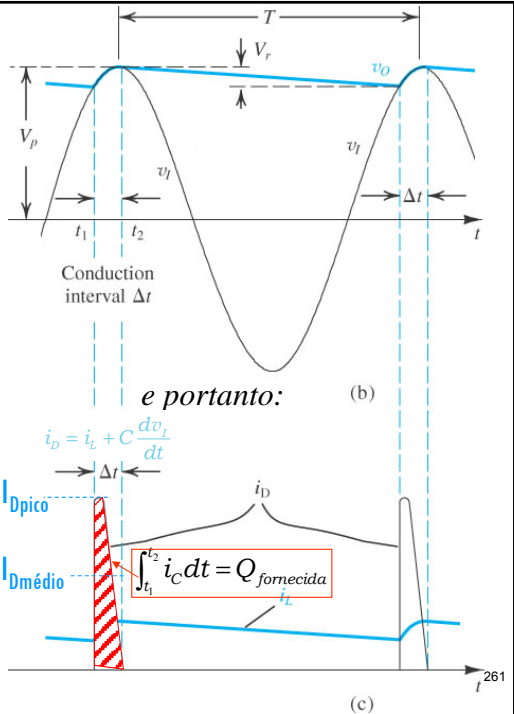
$$Q_f = (I_{D\text{médio}} - I_L) \times \Delta t$$

$$Q_e = C \times \Delta V_C = CV_r$$

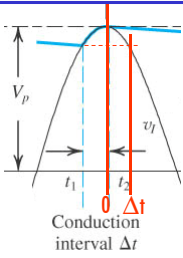
∴

$$(I_{D\text{médio}} - I_L) \times \Delta t = CV_r$$

$$I_{D\text{médio}} = I_L + \frac{CV_r}{\Delta t} = I_L \left(1 + \frac{1}{f \times \Delta t} \right)$$



Determinando $I_{D\text{médio}}$



$$I_{D\text{médio}} = I_L \left(1 + \frac{1}{f \times \Delta t} \right)$$

$$V_p \cos(\omega \Delta t) = V_p - V_r$$

Como $\omega \Delta t$ é um pequeno ângulo :

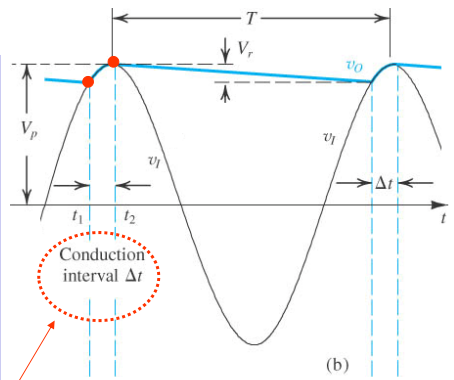
$$\cos(\omega \Delta t) \cong 1 - \frac{1}{2} (\omega \Delta t)^2$$

e portanto :

$$V_p \left[1 - \frac{1}{2} (\omega \Delta t)^2 \right] = V_p - V_r$$

ou

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



$$I_{D\text{médio}} = I_L \left(1 + \frac{1}{f \times \Delta t} \right) = I_L \left(1 + \frac{1}{f \times \frac{\sqrt{2V_r / V_p}}{2\pi f}} \right)$$

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

$$= I_L \left(1 + \frac{\pi \sqrt{2}}{\sqrt{V_r / V_p}} \right)$$

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

(Retificador Meia Onda com Filtro com Capacitor)

Determinando $I_{D\text{pico}}$

$$i_D(t) = C \frac{dv_I(t)}{dt} + i_L(t) \text{ (enquanto } D \text{ conduzir)}$$

$$i_D(t = t_1) = i_{D\text{pico}} = C \frac{dv_I(t_1)}{dt} + i_L(t_1)$$

$$i_{D\text{pico}} = C \frac{dv_I(t_1)}{dt} + (\sim) i_{L\text{médio}} = C \frac{dV_p \cos(\omega t)}{dt} \Big|_{t=t_1} + i_{L\text{médio}}$$

$\omega \Delta t$ pequeno :

$$\cos(\omega \Delta t) \cong 1 - \frac{1}{2} (\omega \Delta t)^2 \quad i_{D\text{pico}} = CV_p \frac{d \left[1 - \frac{1}{2} (\omega t)^2 \right]}{dt} \Big|_{t=t_1} + i_{L\text{médio}}$$

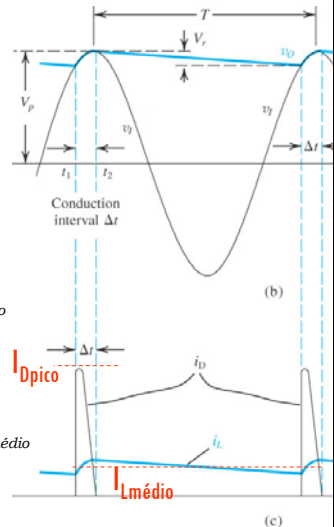
$$\frac{d \left[1 - \frac{1}{2} (\omega t)^2 \right]}{dt} \Big|_{t=t_1} = -\omega^2 t_1 = -\omega^2 (-\Delta t) = \omega^2 \Delta t$$

$$i_{D\text{pico}} = CV_p (\omega^2 \Delta t) + i_{L\text{médio}} = \left(\frac{i_{L\text{médio}}}{f V_r} \right) (\omega^2 \frac{\sqrt{2V_r / V_p}}{\omega}) + i_{L\text{médio}}$$

$$i_{D\text{pico}} = i_{L\text{médio}} \frac{V_p}{V_r} \frac{\omega^2}{f \omega} \sqrt{2V_r / V_p} + i_{L\text{médio}}$$

$$i_{D\text{pico}} = i_{L\text{médio}} \left(1 + \frac{\omega^2}{f \omega} \sqrt{2 \frac{V_p^2}{V_r^2} V_r / V_p} \right) \Rightarrow$$

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



(Retificador Meia Onda com Filtro com Capacitor)

Resumindo

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

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

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

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

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

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

