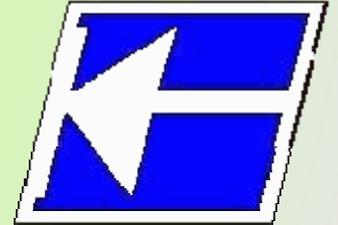


Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Conversores Estáticos



Retificadores Monofásicos

Não-Controlados

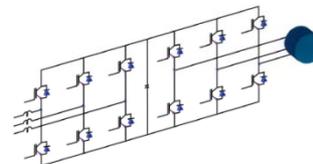
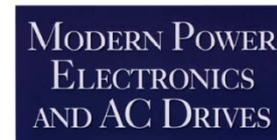
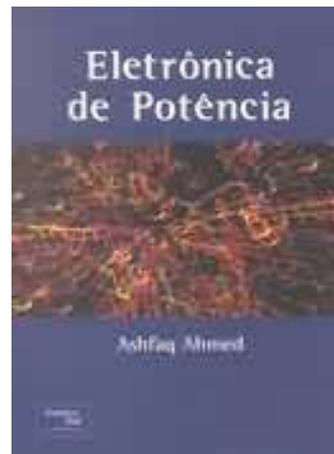
Prof. Clóvis Antônio Petry.

Florianópolis, fevereiro de 2008.

Bibliografia para esta aula

Capítulo 5: Retificadores monofásicos não-controlados

1. Retificador monofásico de meia onda;



BIMAL K. BOSE

www.cefetsc.edu.br/~petry

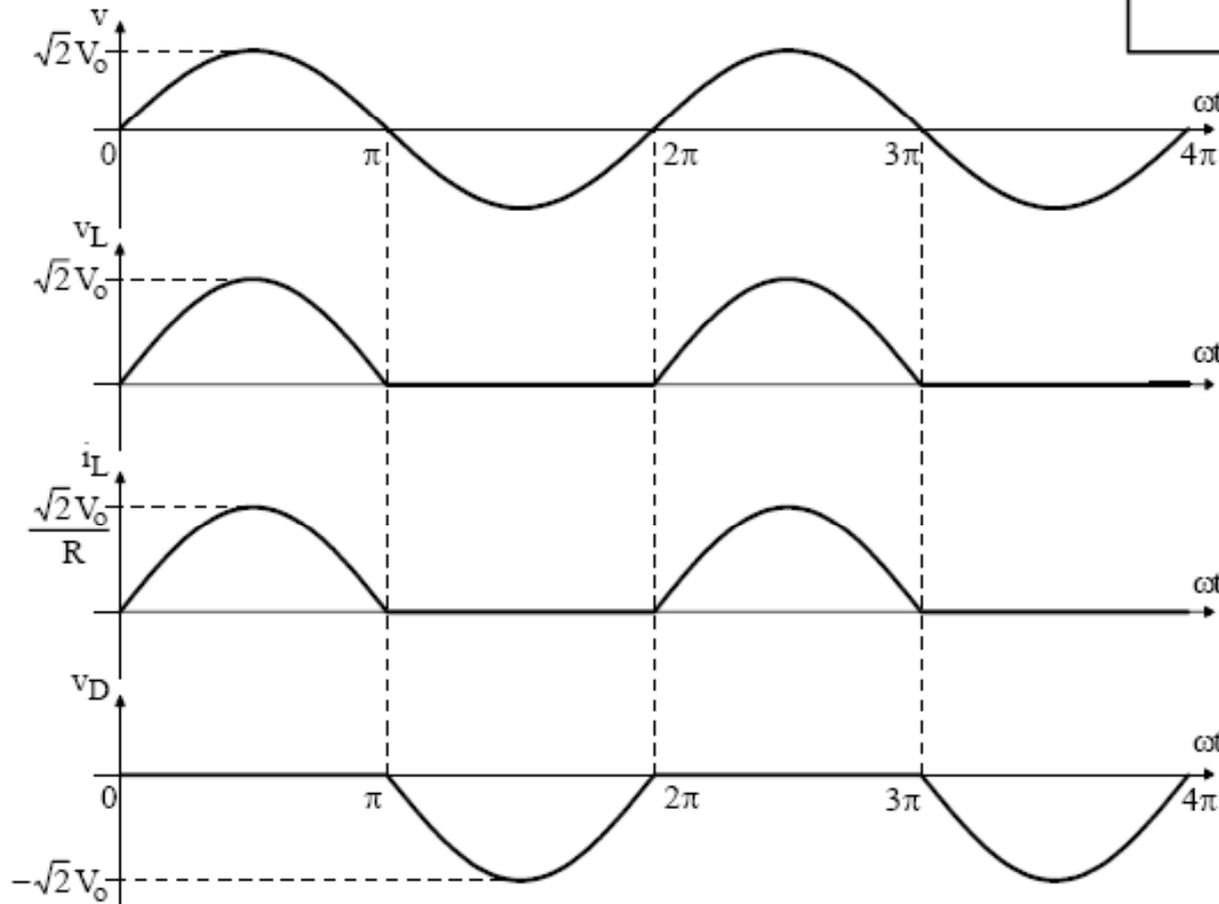
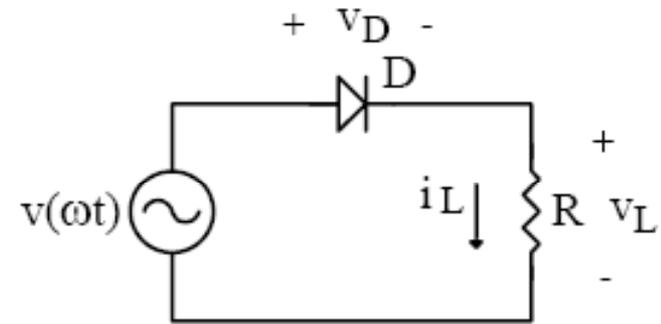
Nesta aula

Retificadores monofásicos não-controlados:

1. Introdução;
2. Retificador monofásico de meia onda:
 - Carga resistiva;
 - Carga RL;
 - Carga RL e diodo de roda livre;
 - Uso do transformador;
 - Fator de potência.

Retificador monofásico de meia onda

Carga resistiva pura:



Retificador monofásico de meia onda

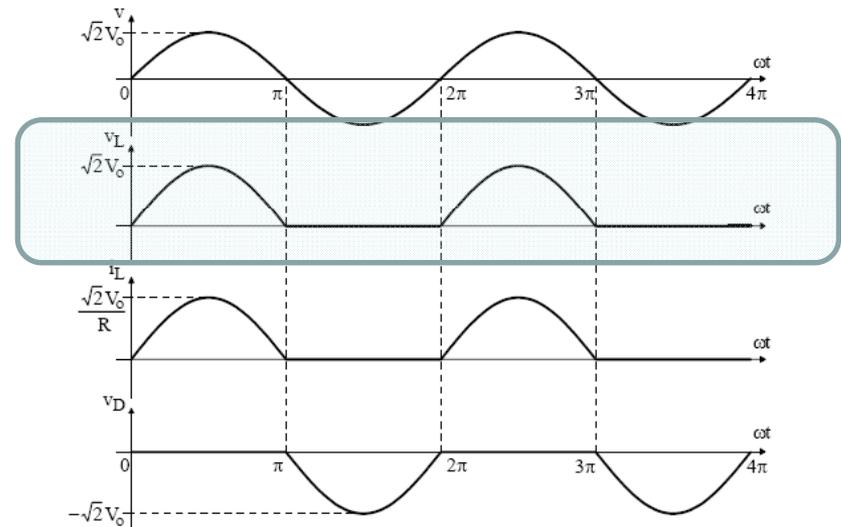
Carga resistiva pura:

Tensão média na carga:

$$v(\omega t) = \sqrt{2} \cdot V_o \cdot \text{sen}(\omega t)$$

$$V_{Lmed} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2} \cdot V_o \cdot \text{sen}(\omega t) \cdot d(\omega t)$$

$$V_{Lmed} = \frac{\sqrt{2} \cdot V_o}{\pi} \cong 0,45 \cdot V_o$$



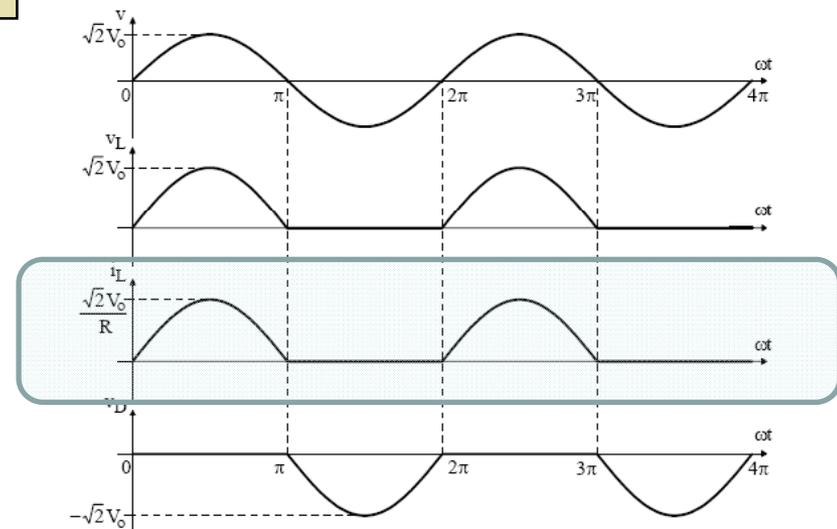
Retificador monofásico de meia onda

Carga resistiva pura:

Corrente média na carga:

$$I_{Lmed} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \frac{\sqrt{2} \cdot V_o}{R} \cdot \text{sen}(\omega t) \cdot d(\omega t)$$

$$I_{Lmed} = \frac{\sqrt{2} \cdot V_o}{\pi \cdot R} \cong \frac{0,45 \cdot V_o}{R} = \frac{V_{Lmed}}{R}$$



Retificador monofásico de meia onda

Carga resistiva pura:

Esforços no diodo:

$$V_{Dp} = \sqrt{2} \cdot V_o$$

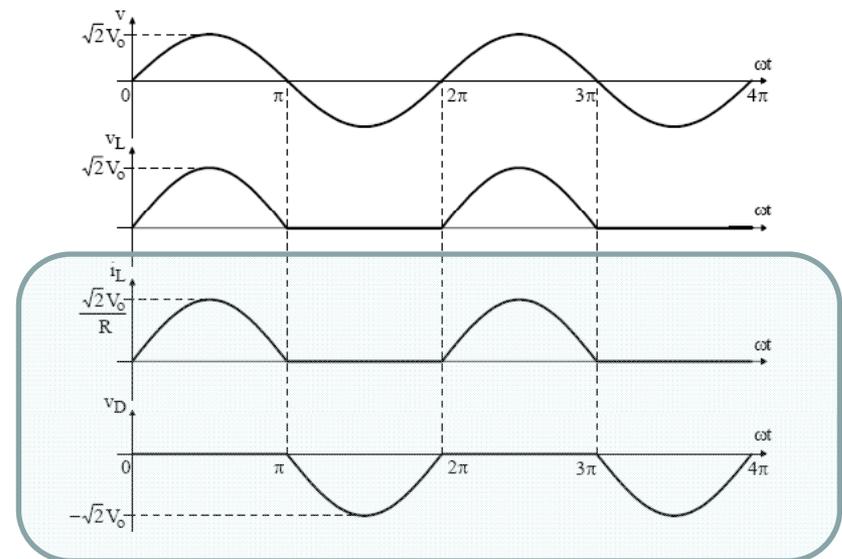
$$I_{Dp} = \frac{\sqrt{2} \cdot V_o}{R}$$

$$I_{Dmed} = \frac{\sqrt{2} \cdot V_o}{\pi \cdot R}$$

$$I_{Def} = I_{Lef} = \frac{V_o}{\sqrt{2} \cdot R} \cong 0,707 \frac{V_o}{R}$$

- Tensão de pico reversa;
- Corrente de pico;
- Corrente média;
- Corrente eficaz.

$$I_{Lef} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \left(\frac{\sqrt{2} \cdot V_o}{R} \text{sen}(\omega t) \right)^2 \cdot d(\omega t)}$$



Retificador monofásico de meia onda

Carga resistiva pura:

Fator de potência:

$$FP = \frac{P}{S}$$

$$\text{Fator de potência} = \frac{\text{Potência ativa}}{\text{Potência aparente}}$$

$$S = V_{ef} \cdot I_{ef}$$

$$P = R \cdot I_{ef}^2$$

$$P = V_{ef} \cdot I_{ef} \cdot \cos(\theta)$$



Fator de deslocamento

Demonstrar que:

$$FP = \frac{1}{\sqrt{2}} \cong 0,707$$

Retificador monofásico de meia onda

Carga resistiva pura:

Eficiência do retificador:

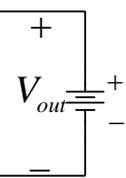
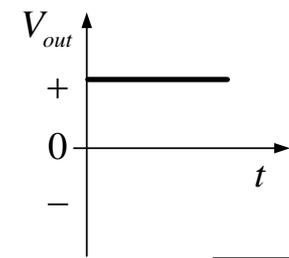
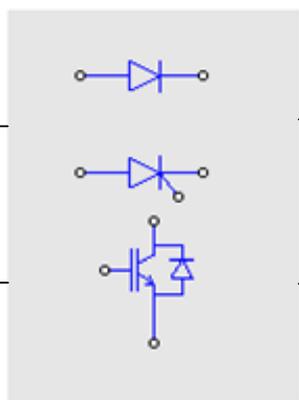
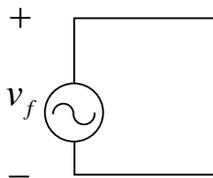
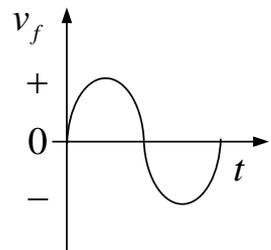
$$P_{AC} = V_{ef} \cdot I_{ef}$$

$$P_{AC} = V_o \cdot \frac{V_o}{\sqrt{2} \cdot R} = \frac{V_o^2}{\sqrt{2} \cdot R}$$

$$P_{DC} = V_{Lmed} \cdot I_{Lmed}$$

$$P_{DC} = \frac{\sqrt{2} \cdot V_o}{\pi} \cdot \frac{\sqrt{2} \cdot V_o}{\pi \cdot R} = \frac{2 \cdot V_o^2}{\pi^2 \cdot R}$$

$$\eta = \frac{P_{DC}}{P_{AC}} = \frac{\frac{2 \cdot V_o^2}{\pi^2 \cdot R}}{\frac{V_o^2}{\sqrt{2} \cdot R}}$$



$$\eta = \frac{2\sqrt{2}}{\pi^2} \cong 0,286$$

Retificador monofásico de meia onda

Carga resistiva pura:

Eficiência do retificador, se for usado um transformador:

$$\eta = \frac{2\sqrt{2}}{\pi^2} \cong 0,286$$

$$S_{trafo} = \frac{P_{AC}}{P_{DC}} = \frac{1}{\eta} = \frac{\pi^2}{2\sqrt{2}} \cong 3,489$$

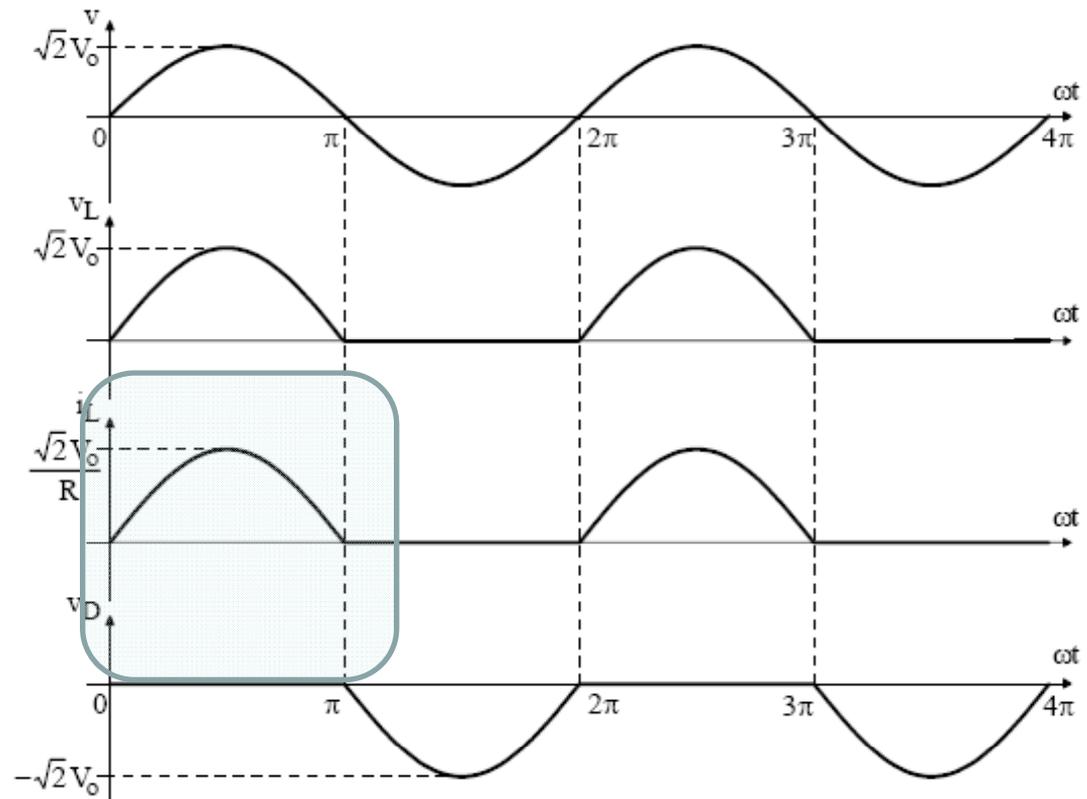
Significa o uso de um transformador 3,5 vezes maior.

Retificador monofásico de meia onda

Carga resistiva pura:

Ângulo de condução dos diodos:

$$\beta = \pi = 180^\circ$$

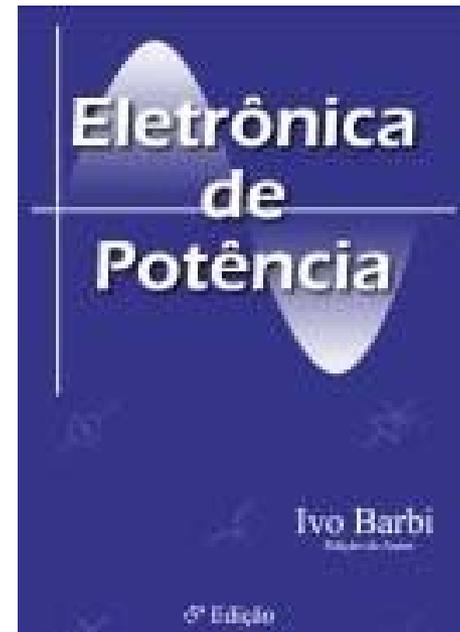


Retificador monofásico de meia onda

Carga resistiva pura:

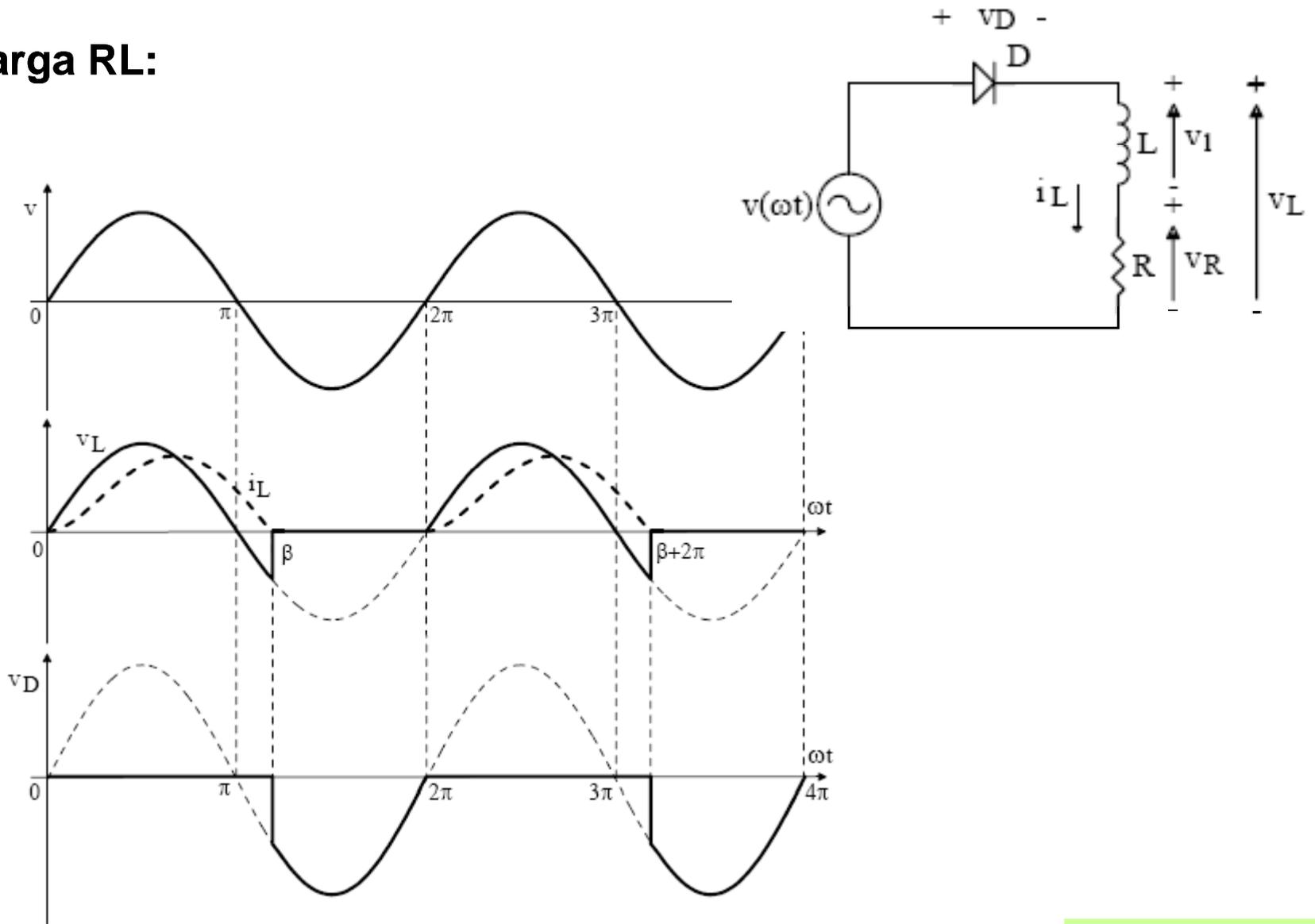
Tarefa:

Estudar o exemplo numérico 1, do
Capítulo 2 – Retificadores a diodo.



Retificador monofásico de meia onda

Carga RL:

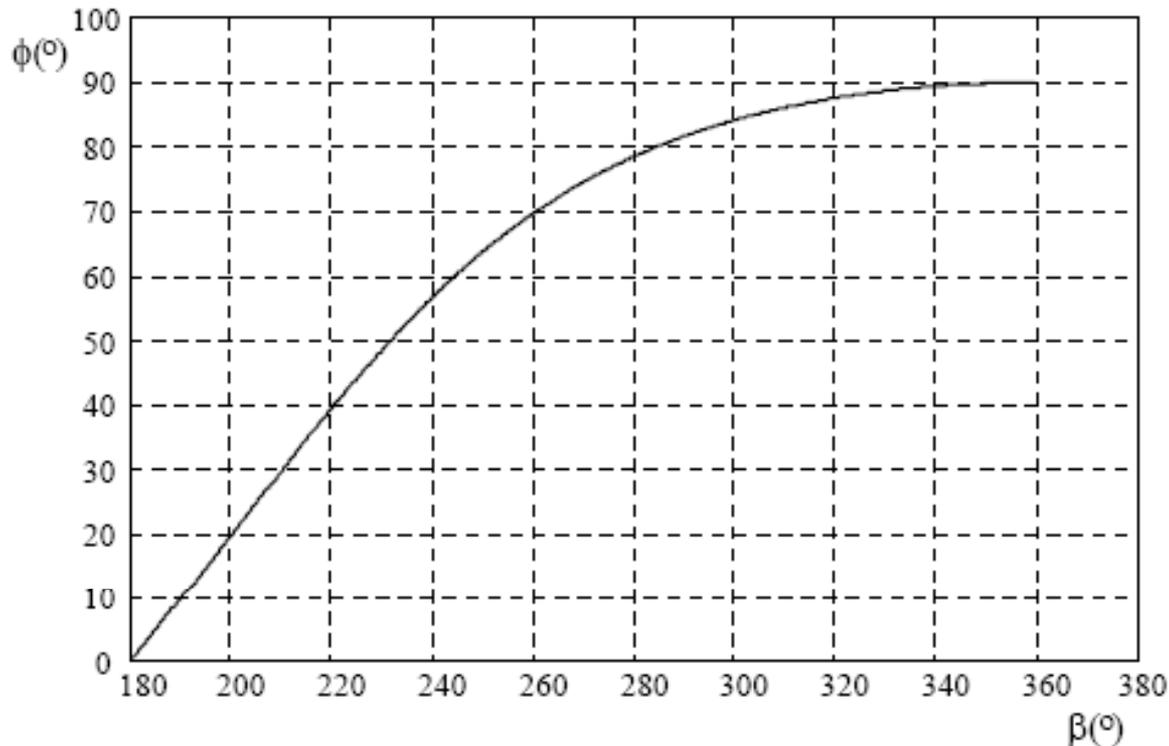


Retificador monofásico de meia onda

Carga RL:

Tensão média na carga:

$$\sqrt{2} \cdot V_o \cdot \text{sen}(\omega t) = L \frac{di_L(\omega t)}{dt} + R \cdot i_L(\omega t)$$



Corrente na carga

$$\text{tg}(\phi) = \frac{\omega \cdot L}{R}$$

$$\phi = \text{tg}^{-1}\left(\frac{\omega \cdot L}{R}\right)$$

Ângulo da carga

Retificador monofásico de meia onda

Carga RL:

Tensão média na carga:

$$V_{Lmed} = \frac{\sqrt{2} \cdot V_o}{2\pi} (1 - \cos(\beta))$$

Corrente média na carga:

$$I_{Lmed} = \frac{\sqrt{2} \cdot V_o}{2\pi \cdot R} (1 - \cos(\beta)) = \frac{V_{Lmed}}{R}$$

Retificador monofásico de meia onda

Carga RL:

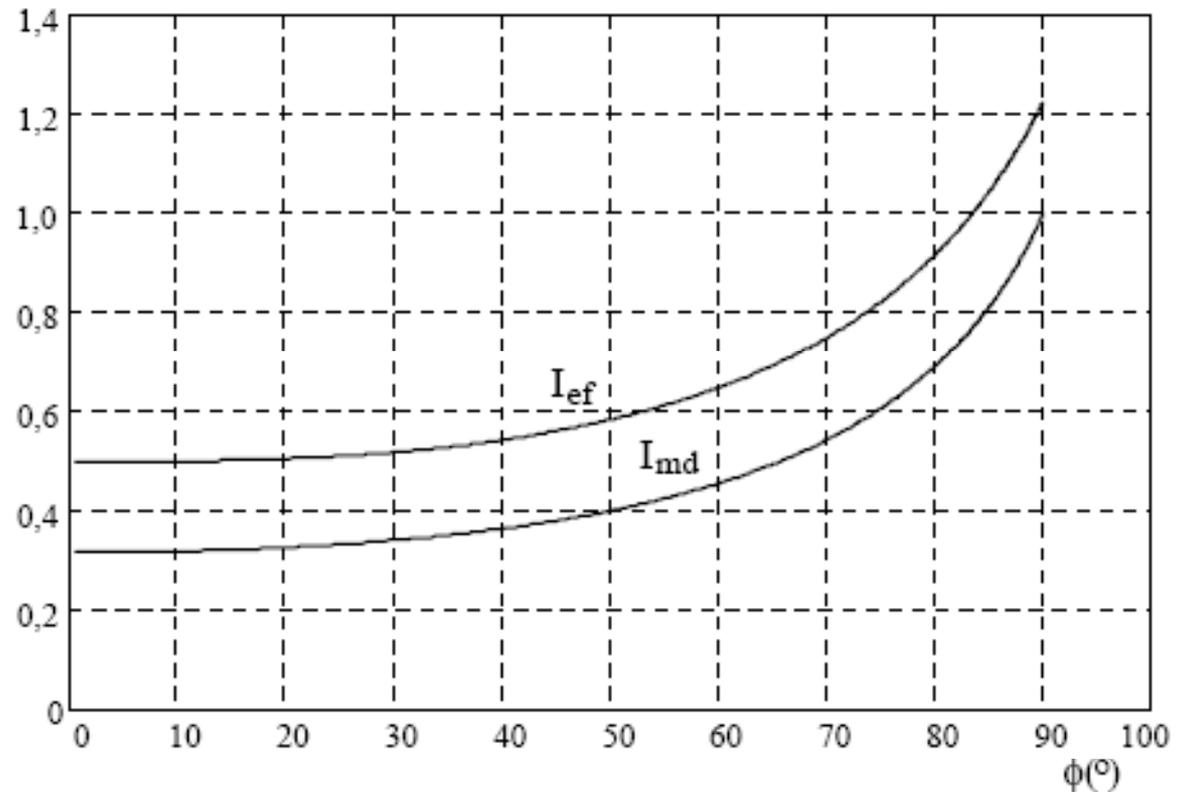
Corrente eficaz na carga:

$$I_{Lef} = \frac{\sqrt{2} \cdot V_o}{Z} I_{ef}$$

$$Z = \sqrt{X^2 + R^2}$$

$$X = \omega \cdot L$$

$$\omega = 2\pi \cdot f$$

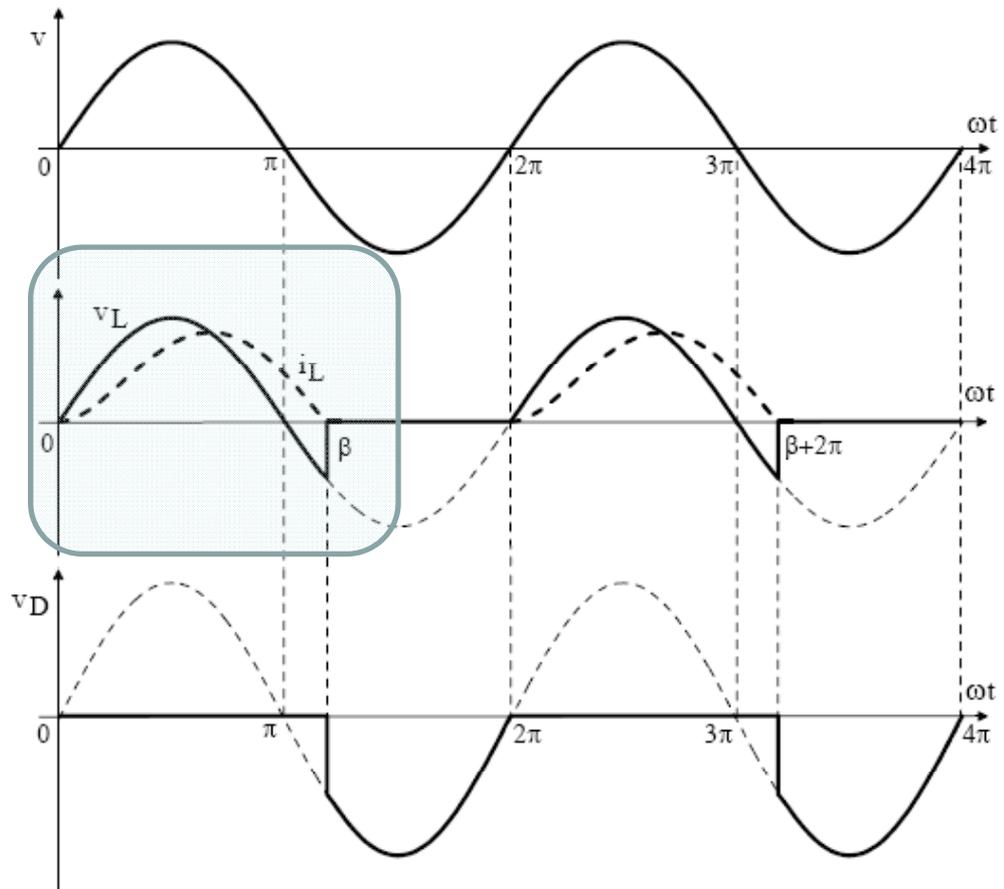


Retificador monofásico de meia onda

Carga RL:

Ângulo de condução dos diodos:

$$\beta \geq \pi = 180^\circ$$



Retificador monofásico de meia onda

Carga RL:

Tarefa:

Estudar o exemplo numérico 2, do Capítulo 2 – Retificadores a diodo.

Além disso, determinar:

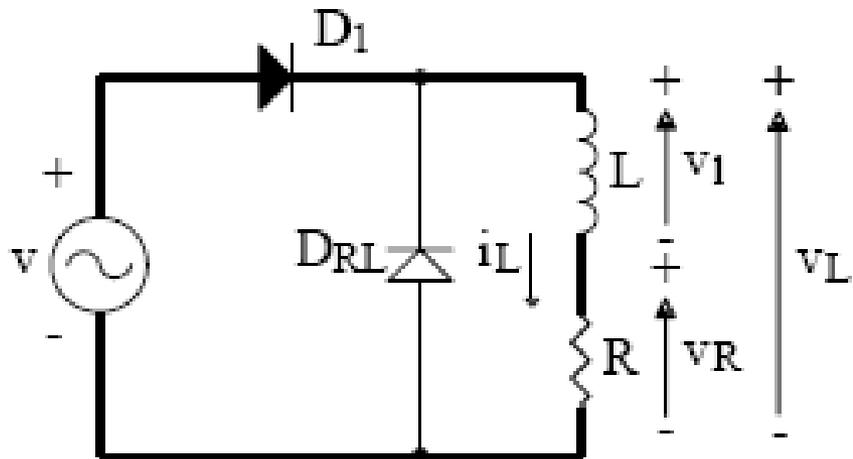
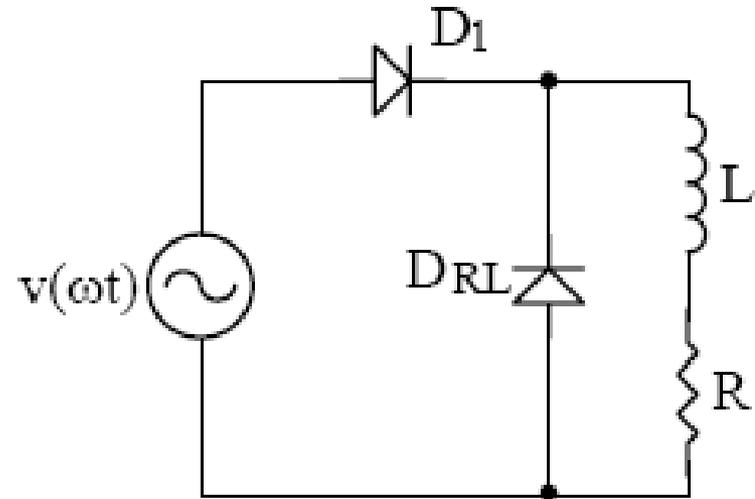
- Tensão reversa no diodo;
- Corrente de pico no diodo;
- Fator de potência na fonte;
- Eficiência da estrutura;
- Aproveitamento do transformador.



Retificador monofásico de meia onda

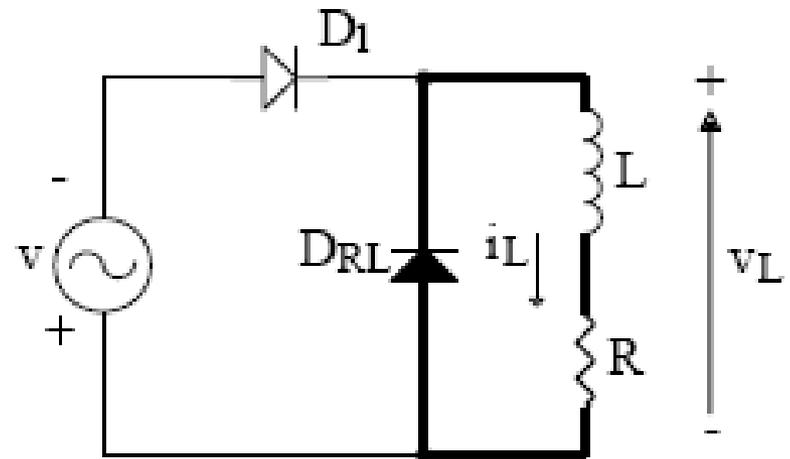
Carga RL com diodo de roda-livre:

Circuito do retificador:



(a)

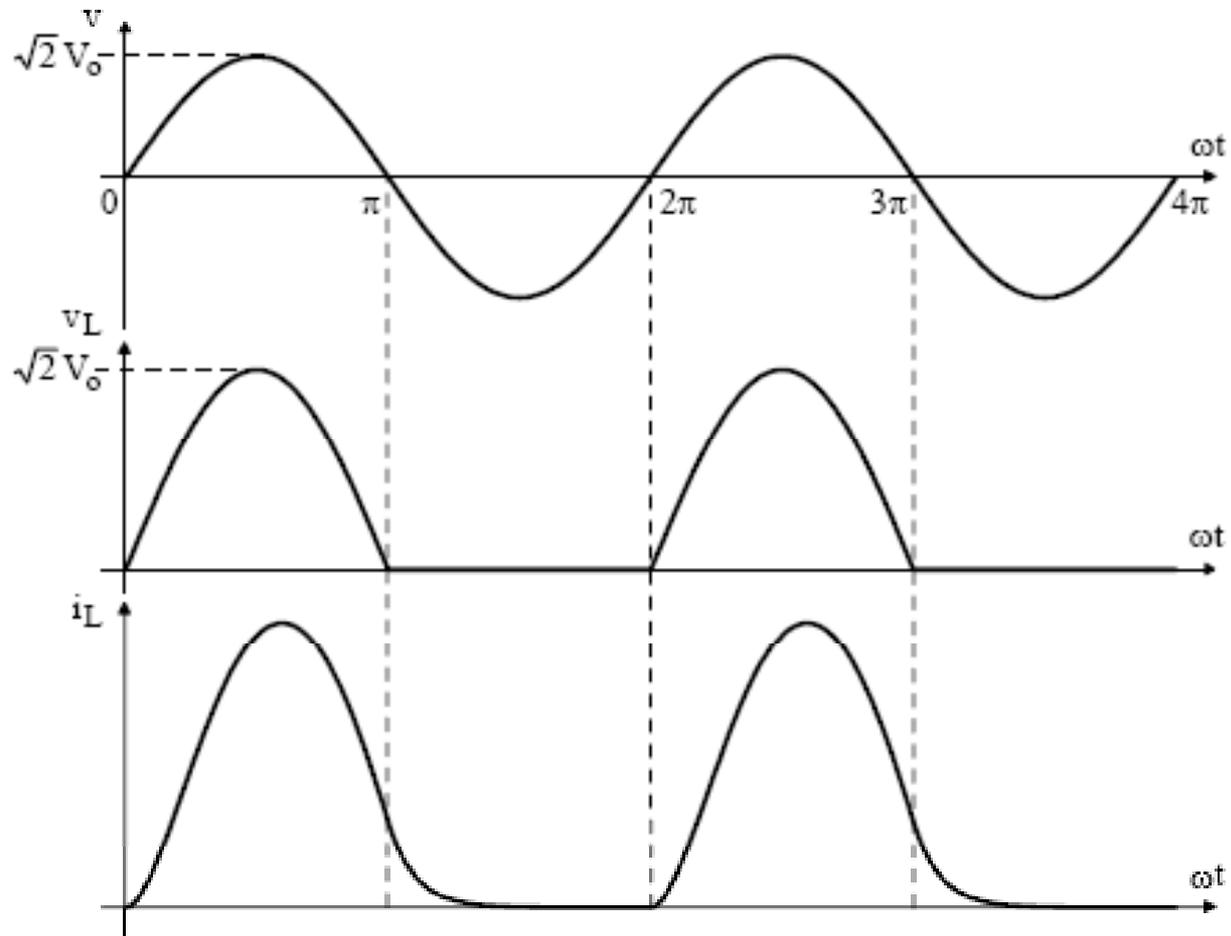
Etapas de funcionamento



(b)

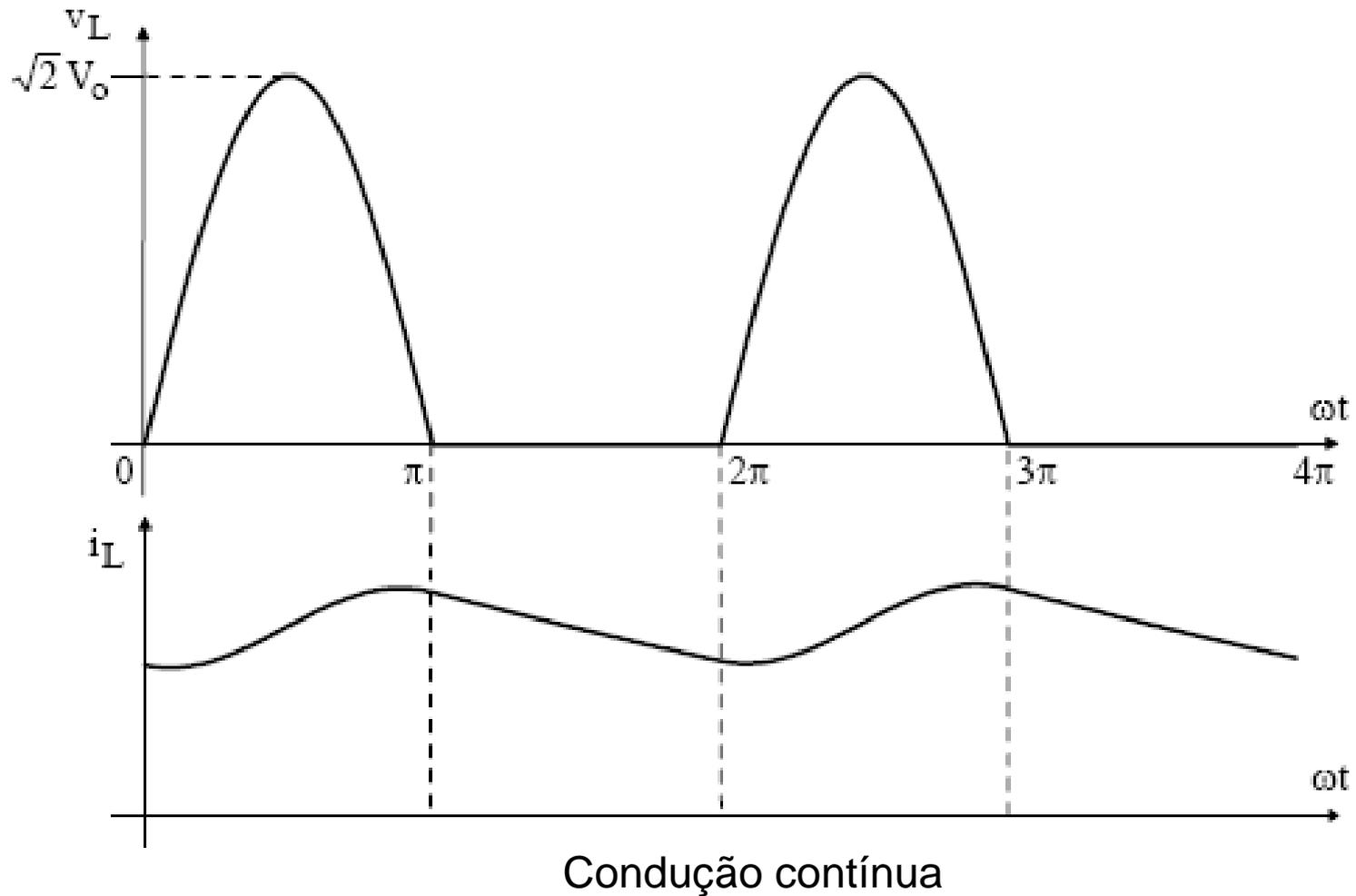
Retificador monofásico de meia onda

Carga RL com diodo de roda-livre:



Retificador monofásico de meia onda

Carga RL com diodo de roda-livre:



Retificador monofásico de meia onda

Carga RL com diodo de roda-livre:

Tensão média na carga:

$$v(\omega t) = \sqrt{2} \cdot V_o \cdot \text{sen}(\omega t)$$

$$V_{Lmed} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \sqrt{2} \cdot V_o \cdot \text{sen}(\omega t) \cdot d(\omega t)$$

$$V_{Lmed} = \frac{\sqrt{2} \cdot V_o}{\pi} \cong 0,45 \cdot V_o$$

Corrente média na carga:

$$I_{Lmed} = \frac{\sqrt{2} \cdot V_o}{\pi} = \frac{V_{Lmed}}{R}$$

Retificador monofásico de meia onda

Carga RL com diodo de roda-livre:

Corrente eficaz na carga e média nos diodos:

Se a condução for contínua e a corrente possuir pouca ondulação, ou seja, a constante de tempo do circuito for muito grande, então pode-se considerar:

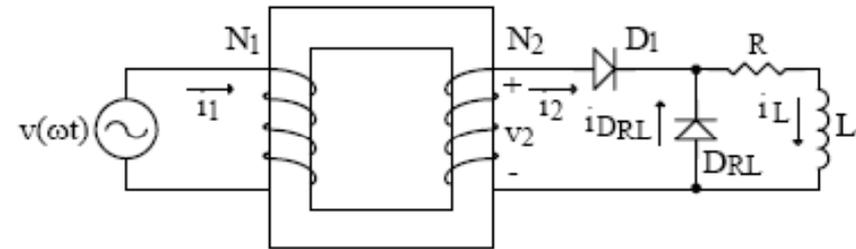
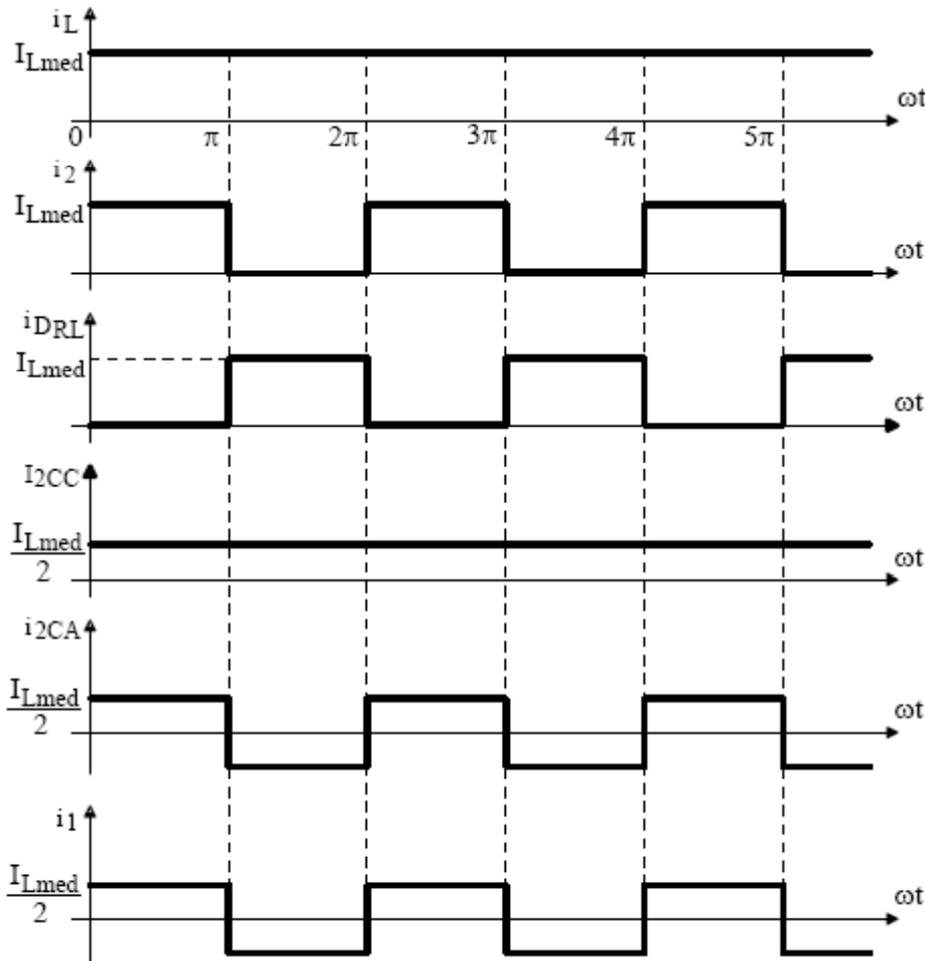
$$I_{Lef} \approx I_{Lmed}$$

$$I_{Dmed} \approx \frac{I_{Lmed}}{2}$$

Retificador monofásico de meia onda

Carga RL com diodo de roda-livre:

Uso do transformador (eficiência do retificador):



Retificador monofásico de meia onda

Carga RL com diodo de roda-livre:

$$P_L = P_{DC} = V_{Lmed} \cdot I_{Lmed}$$

$$V_{Lmed} = 0,45 \cdot V_2$$

$$I_{1ef} = \frac{I_{Lmed}}{2}$$

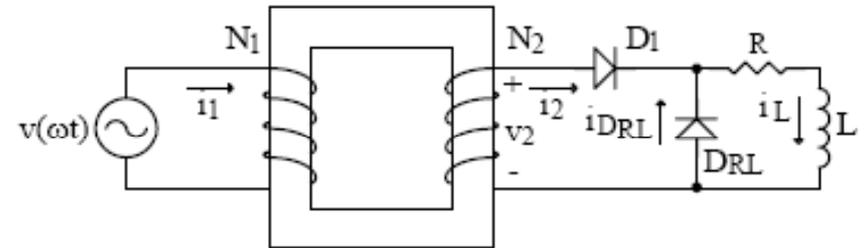
$$S_1 = V_1 \cdot I_{1ef} = V_1 \frac{I_{Lmed}}{2} = \frac{V_{Lmed}}{0,45} \frac{I_{Lmed}}{2}$$

$$S_1 = 1,11 \cdot V_{Lmed} \cdot I_{Lmed} = 1,11 \cdot P_L$$

$$I_{2ef} = \frac{I_{Lmed}}{\sqrt{2}}$$

$$S_2 = V_2 \cdot I_{2ef} = V_2 \frac{I_{Lmed}}{\sqrt{2}} = \frac{V_{Lmed}}{0,45} \frac{I_{Lmed}}{\sqrt{2}}$$

$$S_2 = 1,57 \cdot P_L$$



Retificador monofásico de meia onda

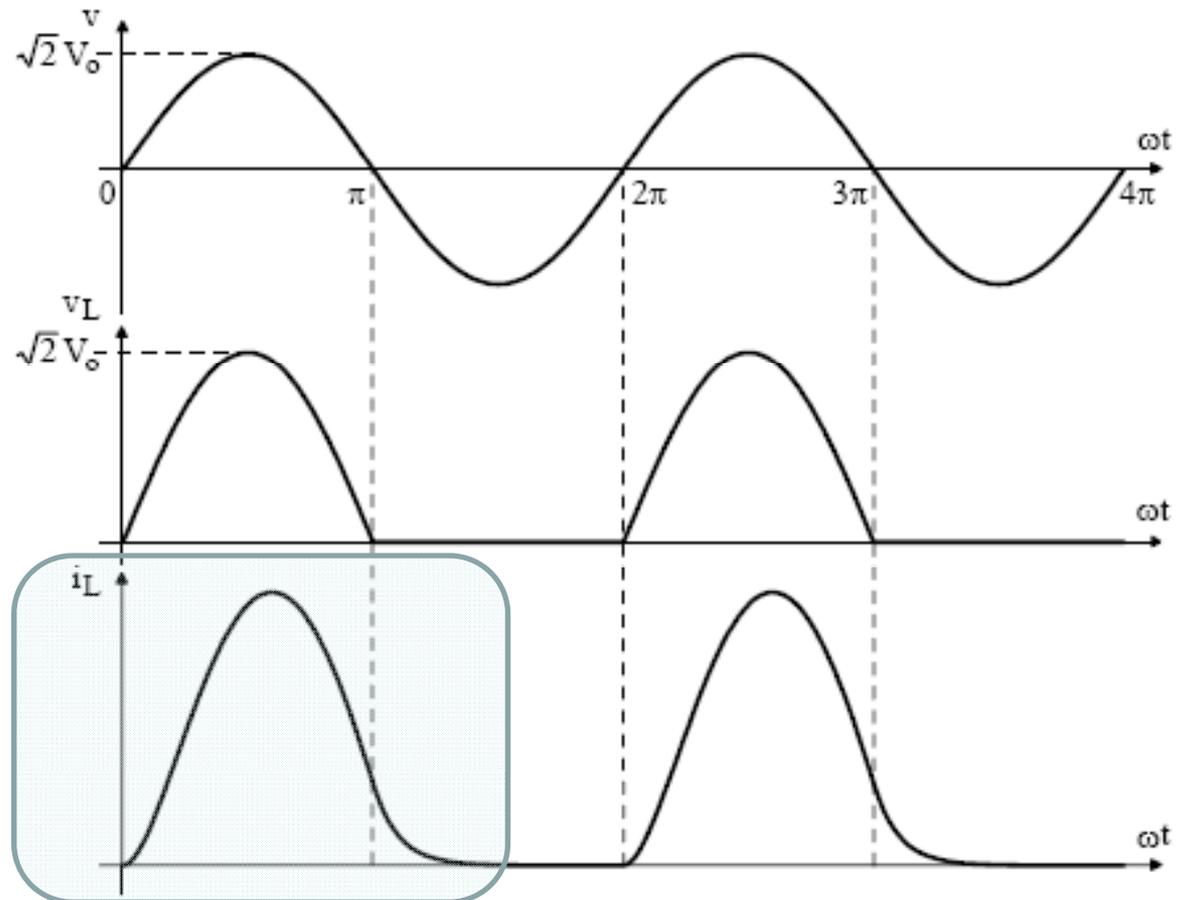
Carga RL com diodo de roda-livre:

Ângulo de condução dos diodos:

$$\beta \geq \pi = 180^\circ$$

$$D_1 = \pi = 180^\circ$$

$$D_{RL} \leq \pi = 180^\circ$$



Retificador monofásico de meia onda

Carga RL com diodo de roda-livre:

Tarefa:

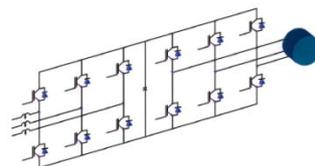
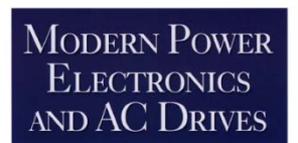
Estudar o exemplo numérico 4, do Capítulo 2 – Retificadores a diodo.



Próxima aula

Conversores CA-CC:

1. Retificadores monofásicos não-controlados de onda completa.



BIMAL K. BOSE

www.cefetsc.edu.br/~petry