



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Departamento de Engenharia Mecatrônica e de Sistemas Mecânicos

Experiência 2

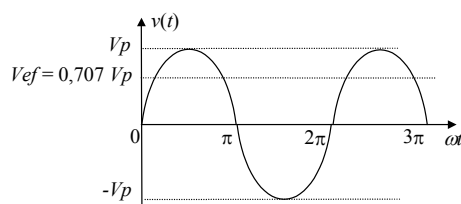
Circuitos retificadores e filtros capacitivos

Tensões e correntes alternadas (AC)

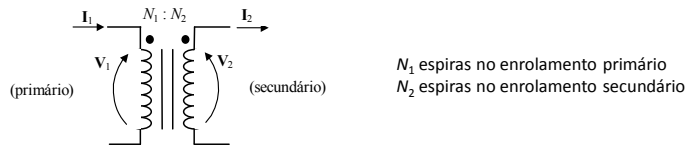
➤ Fonte senoidal $v(t) = V_p \cdot \sin(\omega t)$

➤ Valor eficaz (V_{ef}) e ângulo elétrico (ωt)

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v(t)^2 dt} \quad V_{ef} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} \cong 0,707 V_p$$



Transformador ideal



Relação entre as tensões/correntes no transformador:

$$\mathbf{V}_2 = \frac{N_2}{N_1} \mathbf{V}_1 \quad \mathbf{I}_2 = \frac{N_1}{N_2} \mathbf{I}_1$$

\mathbf{V}_2 e \mathbf{V}_1 : fasores das tensões do primário e secundário

Fasor

➤ Número complexo que representa a amplitude e a fase de uma grandeza em regime permanente senoidal.

$$f(t) = A \cdot \sin(\omega t + \phi) \quad \leftarrow \text{função senoidal de amplitude } A, \text{ frequência angular } \omega \text{ e fase } \phi.$$

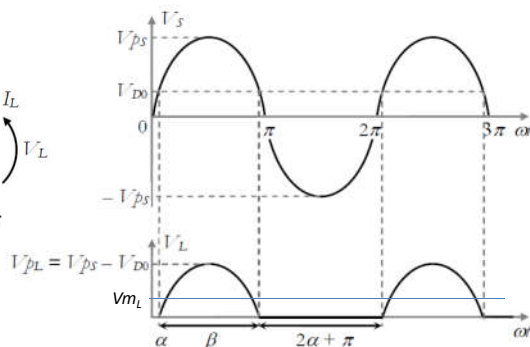
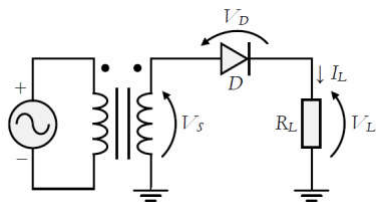
➤ representada por um vetor girando no plano complexo com frequência ω .

$$f(t) = \text{Re} \left\{ \sqrt{2} \mathbf{F} e^{j\omega t} \right\}$$

$$\text{onde } \mathbf{F} = \frac{1}{\sqrt{2}} A e^{j\phi}$$

é o fasor da função f , neste exemplo expresso em valor eficaz (RMS).

Retificador de meia-onda



Tensão de pico na carga:

$$V_{pL} = V_{pS} - V_{D0} \quad \leftarrow \text{Amplitude da tensão retificada inferior a do secundário pela queda no diodo}$$

Tensão de pico reversa:

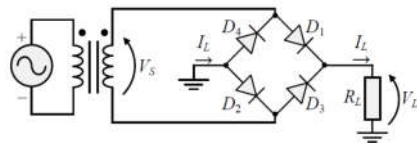
$$V_{pR} = -V_{pS} \quad \leftarrow \text{Cuidado: tensão de pico negativa do secundário pode queimar o diodo}$$

Tensão média na carga:

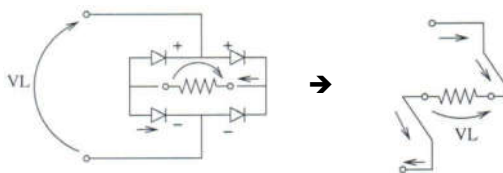
\leftarrow Valor lido por um voltímetro na escala CC

$$V_{mL} \approx \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi V_{pL} \sin(\omega t) d(\omega t) = \frac{V_{pL}}{\pi} \quad \leftarrow \text{Aproximando o ângulo de condução } \beta \text{ por } \pi \text{ (Valor lido por um voltímetro na escala CC)}$$

Retificador em ponte de diodos

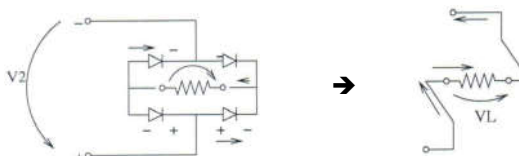


Durante o semiciclo positivo de Vs



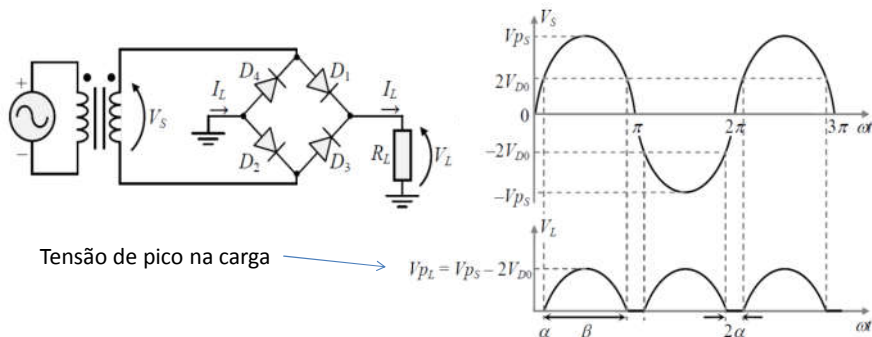
D₁ e D₂ polarizados diretamente

Durante o semiciclo negativo de Vs



D₁ e D₂ reversamente polarizados

Retificador em ponte de diodos



Tensão de pico na carga

$$V_{pL} = V_{pS} - 2V_{D0}$$

Tensão de pico reversa:

$$V_{pR} = -V_{pL} - V_{D0}$$

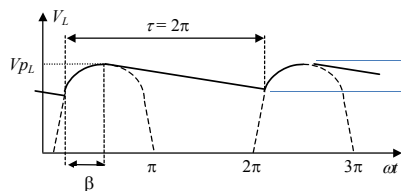
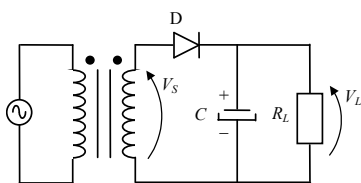
Tensão média na carga:

$$V_{mL} \approx \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_{pL} \sin(\omega t) d(\omega t) = \frac{2V_{pL}}{\pi}$$

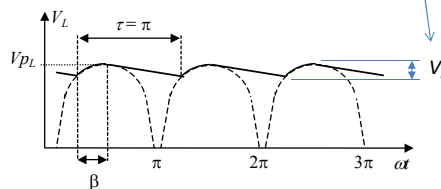
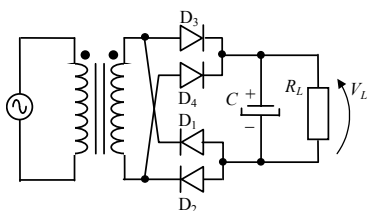
← Aproximando novamente o ângulo de condução β por π (Valor lido por um voltímetro na escala CC)

Retificador com filtros capacitivos

- Retificador de meia onda com filtro capacitivo

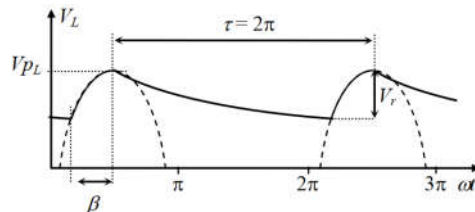
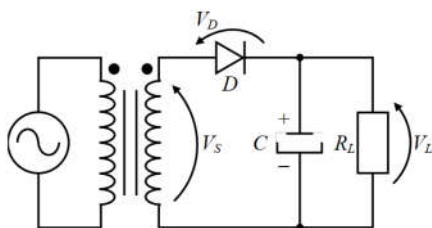


- Retificador em ponte de diodos com filtro capacitivo



Ondulação da tensão (ou ripple)

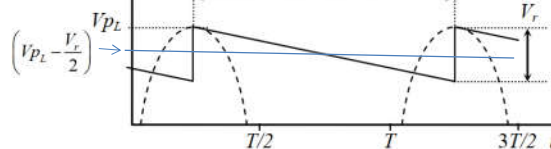
Retificador de meia onda com filtro capacitivo



Admite-se que $\beta \rightarrow 0$ para ondulação V_r muito pequena

- corrente média no resistor R_L

$$I_{m_L} \cong \frac{1}{R_L} \left(V_{pL} - \frac{V_r}{2} \right)$$



- capacitância C

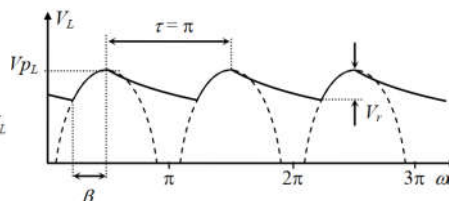
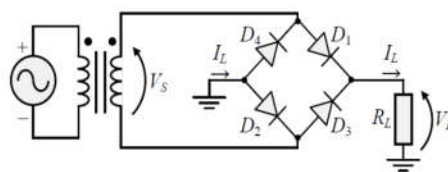
$$C = \frac{I_{m_L} T}{V_r} \quad T = \frac{1}{f}$$

- T período de ondulação

- f frequência da tensão senoidal de entrada

- A capacitância C é definida pela razão entre as variações de carga e tensão no capacitor.

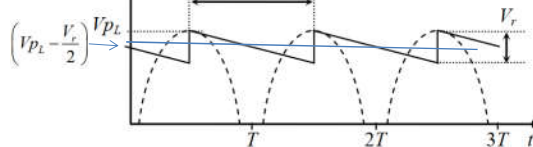
Retificador em ponte de diodos com filtro capacitivo



Admite-se que $\beta \rightarrow 0$ para ondulação V_r muito pequena

- corrente média no resistor R_L

$$I_{m_L} \cong \frac{1}{R_L} \left(V_{pL} - \frac{V_r}{2} \right)$$



- capacitância C

$$C = \frac{I_{m_L} T}{V_r} \quad T = \frac{1}{2f}$$

- T período de ondulação

- f frequência da tensão senoidal de entrada