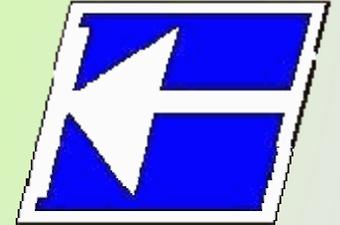


Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina
Departamento Acadêmico de Eletrônica
Conversores Estáticos



Conversores CA-CC Trifásicos

Não-Controlados

Prof. Clóvis Antônio Petry.

Florianópolis, março de 2008.

Bibliografia para esta aula

Capítulo 7: Retificadores trifásicos não-controlados

1. Retificador trifásico de ponto médio:
 - Carga resistiva;
 - Carga indutiva;
 - Tensão de pico inversa nos diodos;
 - Comportamento do transformador;
2. Retificador trifásico de onda completa:
 - Estudo geral da estrutura;
 - Estudo do comportamento do transformador.



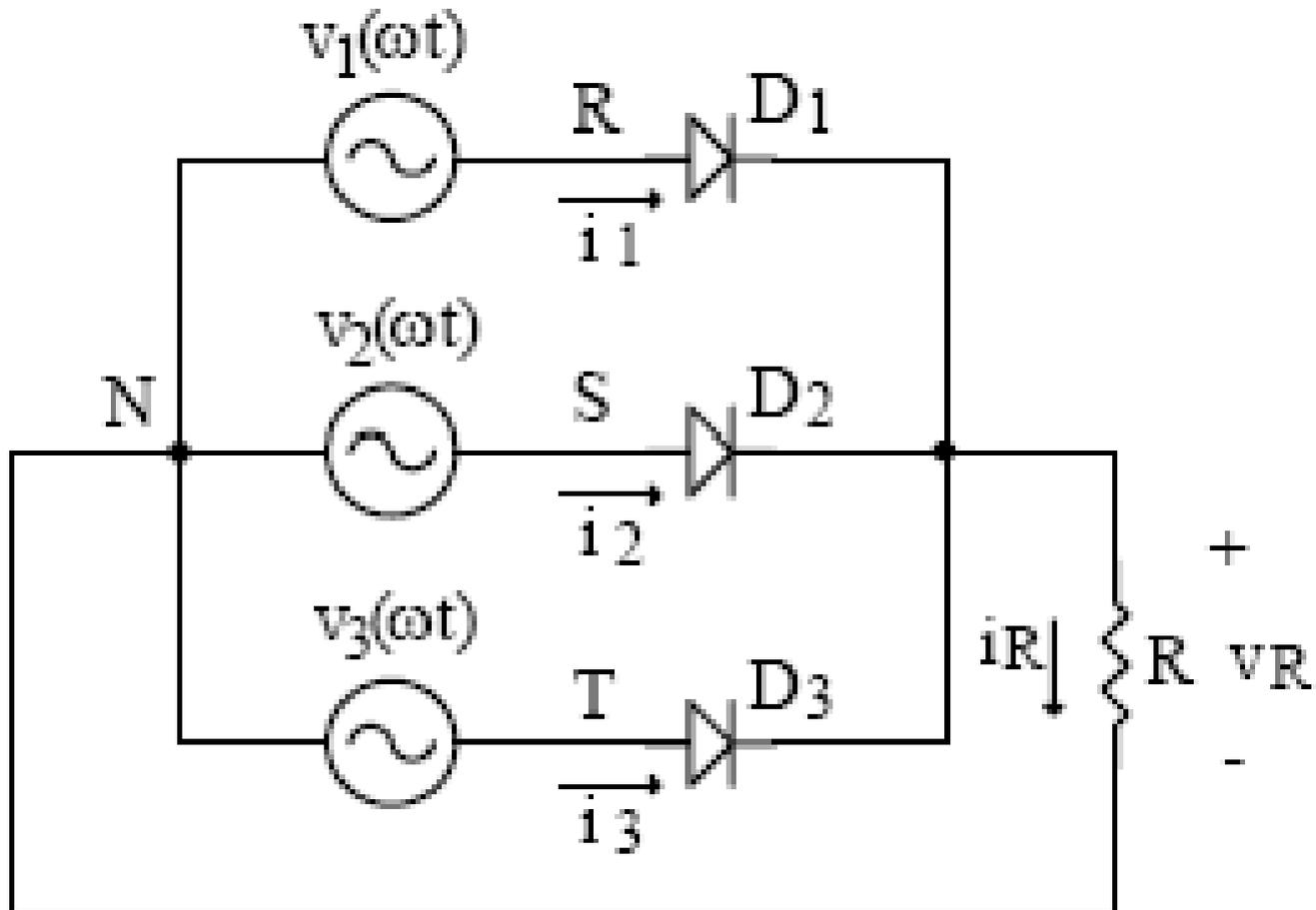
Nesta aula

Conversores CA-CC trifásicos não-controlados:

1. Retificador trifásico de ponto médio:
 - Carga resistiva;
 - Carga indutiva;
 - Tensão de pico inversa nos diodos;
 - Comportamento do transformador;
2. Retificador trifásico de onda completa:
 - Estudo geral da estrutura;
 - Estudo do comportamento do transformador.

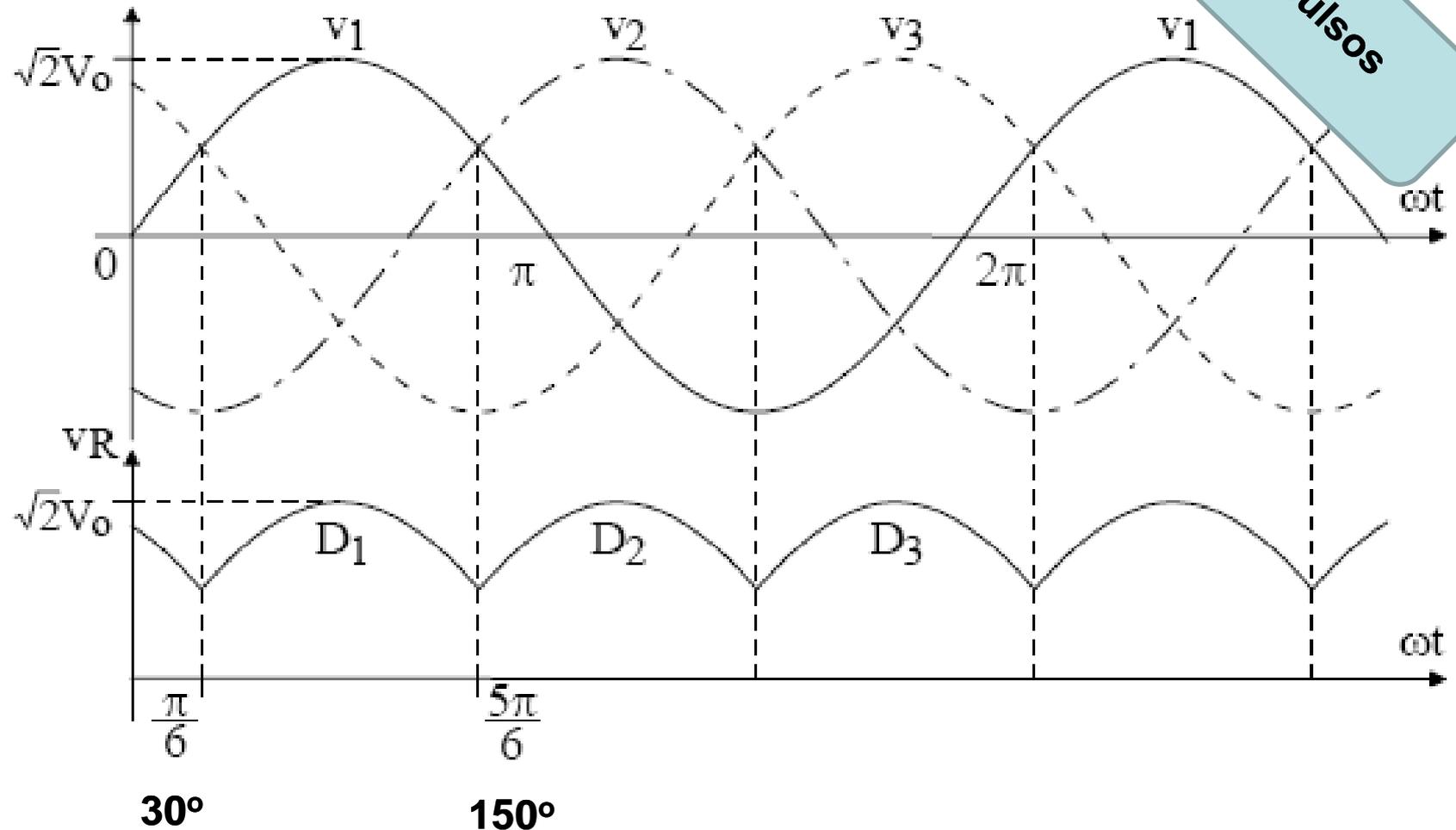
Retificador trifásico de ponto médio

Carga resistiva pura:



Retificador trifásico de ponto médio

Carga resistiva pura:



Retificador trifásico de ponto médio

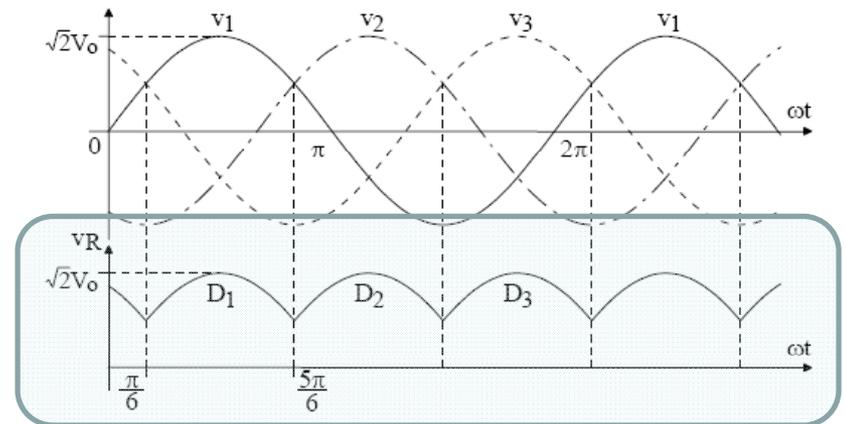
Carga resistiva pura:

Tensão média na carga:

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

$$V_{Lmed} = \frac{3}{2\pi} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} \sqrt{2} \cdot V_o \cdot \text{sen}(\omega t) \cdot d(\omega t)$$

$$V_{Lmed} = \frac{3 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{2} \cdot V_o}{2\pi} \cong 1,17 \cdot V_o$$



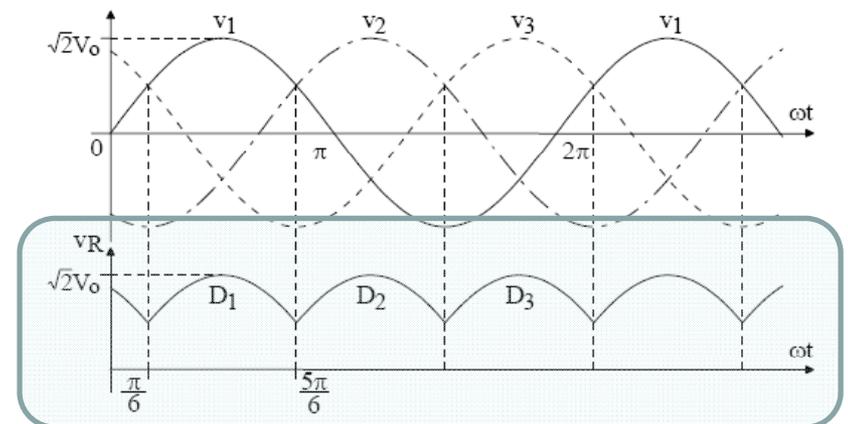
Retificador trifásico de ponto médio

Carga resistiva pura:

Corrente média na carga:

$$I_{Lmed} = \frac{3}{2\pi} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} \frac{\sqrt{2} \cdot V_o \cdot \text{sen}(\omega t)}{R} \cdot d(\omega t)$$

$$I_{Lmed} \cong \frac{1,17 \cdot V_o}{R} = \frac{V_{Lmed}}{R}$$



Retificador trifásico de ponto médio

Carga resistiva pura:

Corrente média nos diodos:

$$I_{Dmed} = \frac{I_{Lmed}}{3}$$

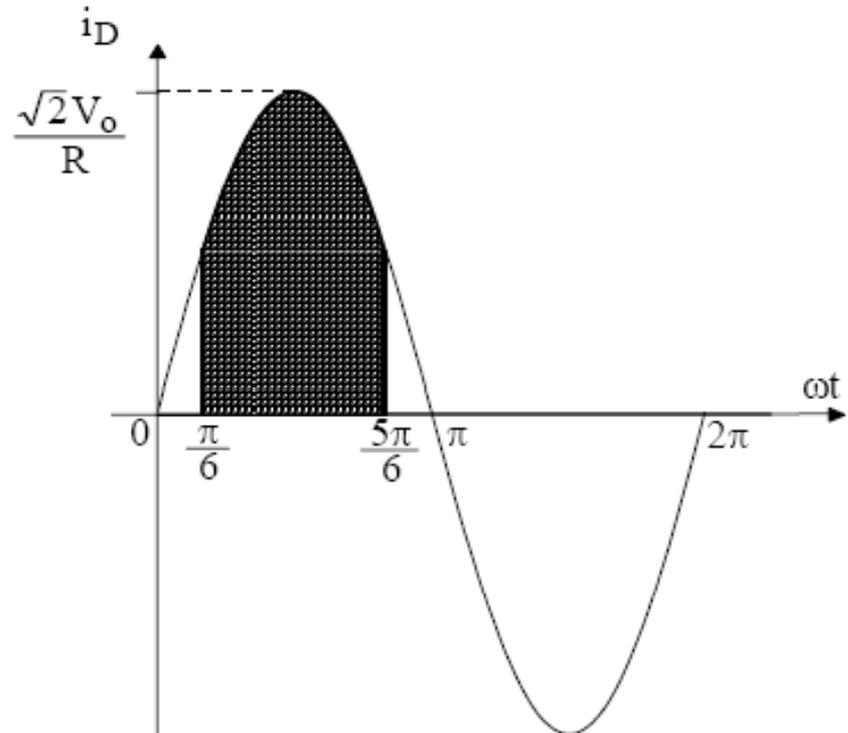
$$I_{Dmed} \cong \frac{1,17 \cdot V_o}{3R}$$

Corrente de pico nos diodos:

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

Corrente eficaz nos diodos:

$$I_{Def} = 0,59 \cdot I_{Lmed}$$



Retificador trifásico de ponto médio

Carga resistiva pura:

Tarefa:

Estudar o exemplo numérico 9, do Capítulo 2 – Retificadores a diodo.



Retificador trifásico de ponto médio

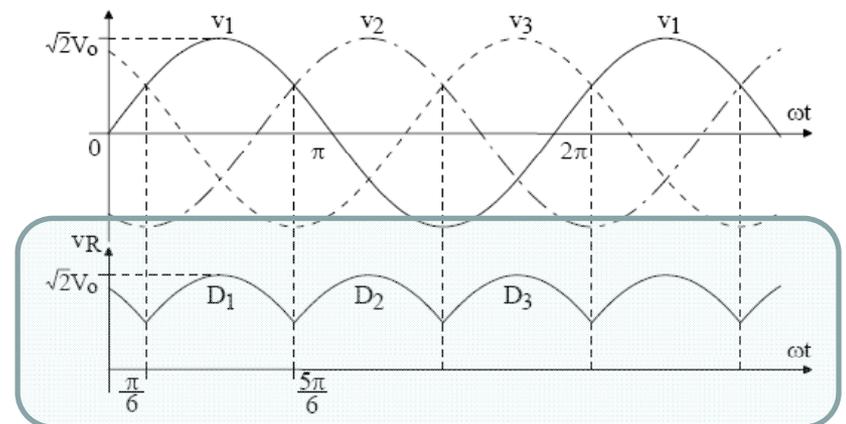
Carga RL:

Tensão média na carga:

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

$$V_{Lmed} = \frac{3}{2\pi} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} \sqrt{2} \cdot V_o \cdot \text{sen}(\omega t) \cdot d(\omega t)$$

$$V_{Lmed} = \frac{3 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{2} \cdot V_o}{2\pi} \cong 1,17 \cdot V_o$$



Retificador trifásico de ponto médio

Carga RL:

Corrente média na carga:

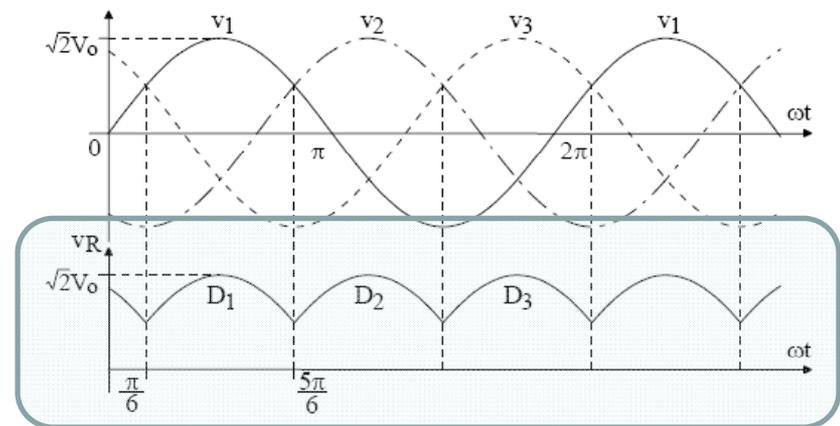
$$I_{Lmed} = \frac{3}{2\pi} \int_{\pi/6}^{5\pi/6} \frac{\sqrt{2} \cdot V_o \cdot \text{sen}(\omega t)}{R} \cdot d(\omega t)$$

$$I_{Lmed} \cong \frac{1,17 \cdot V_o}{R} = \frac{V_{Lmed}}{R}$$

Corrente eficaz na carga:

$$I_{3ef} = \frac{0,3 \cdot V_o}{\sqrt{2} \cdot \sqrt{R^2 + 9 \cdot \omega^2 \cdot L^2}}$$

$$I_{Lef} = \sqrt{I_{Lmed}^2 + I_{3ef}^2}$$



Retificador trifásico de ponto médio

Carga RL:

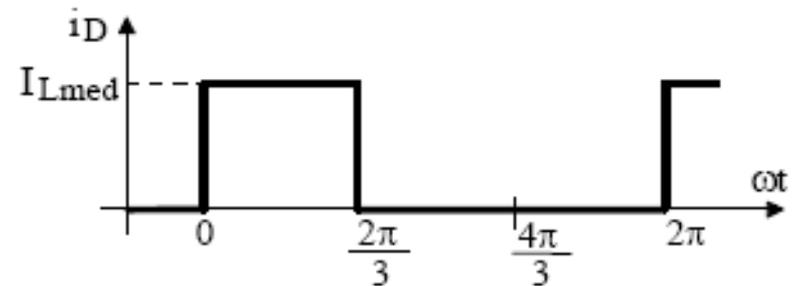
Corrente eficaz nos diodos:

$$I_{Def} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi/3} (I_{Lmed})^2 \cdot d(\omega t)$$

$$I_{Def} = \frac{I_{Lmed}}{\sqrt{3}}$$

Corrente média nos diodos:

$$I_{Dmed} = \frac{I_{Lmed}}{3}$$



Retificador trifásico de ponto médio

Carga RL:

Tarefa:

Estudar o exemplo numérico 10, do
Capítulo 2 – Retificadores a diodo.

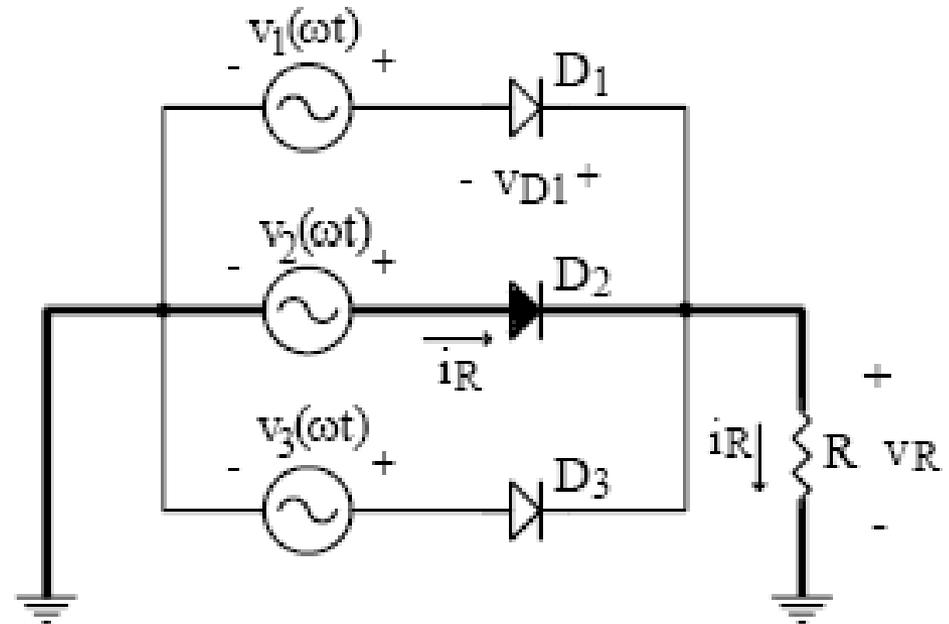
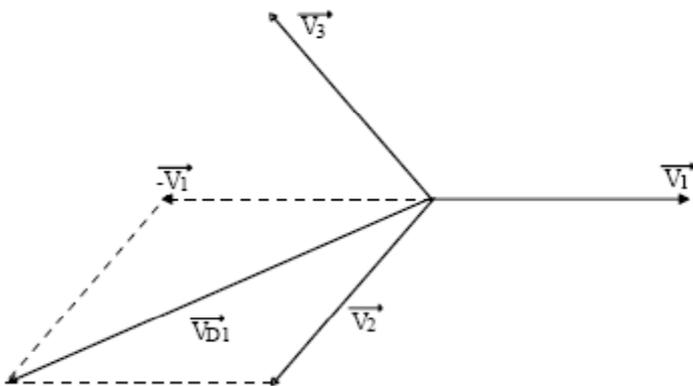


Retificador trifásico de ponto médio

Tensão de pico inversa nos diodos:

$$\vec{V}_1 + \vec{V}_{D1} = \vec{V}_2$$

$$\vec{V}_{D1} = \vec{V}_2 - \vec{V}_1$$

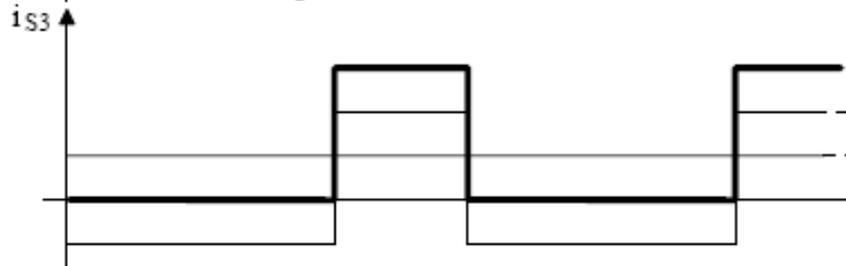
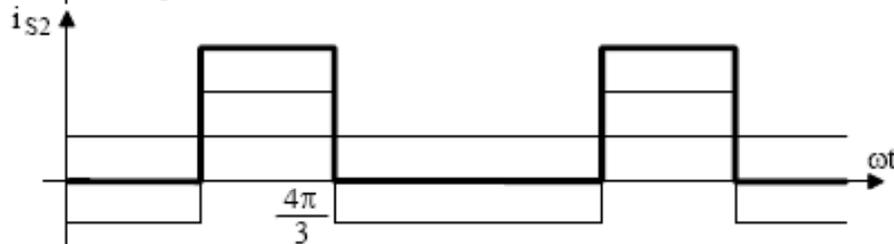
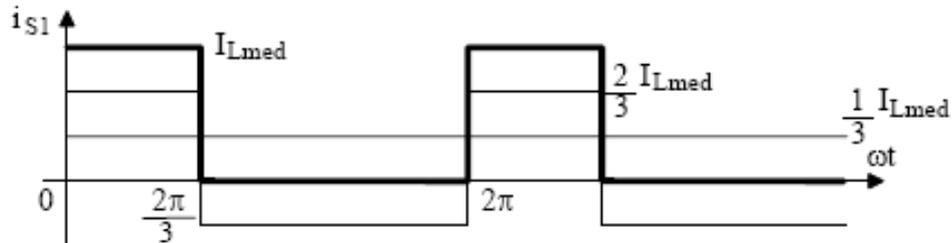


$$V_1 = \sqrt{2} \cdot V_o$$

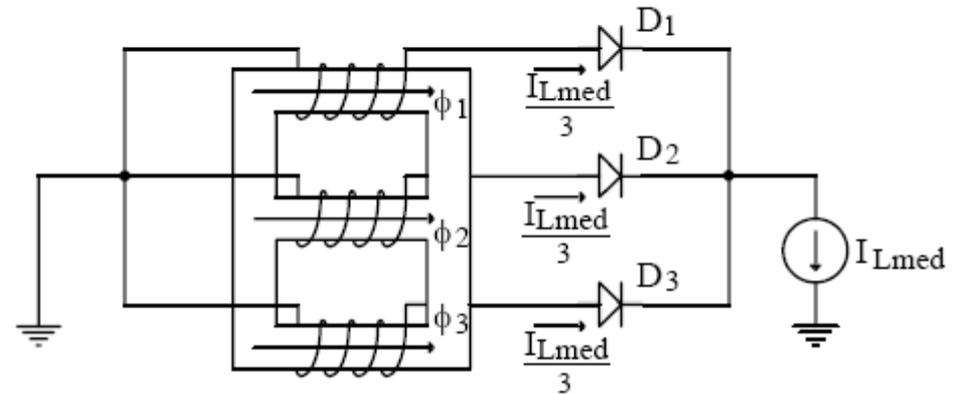
$$V_{D1p} = \sqrt{3} \cdot \sqrt{2} \cdot V_o = 2,45 \cdot V_o$$

Retificador trifásico de ponto médio

Estudo do comportamento do transformador:

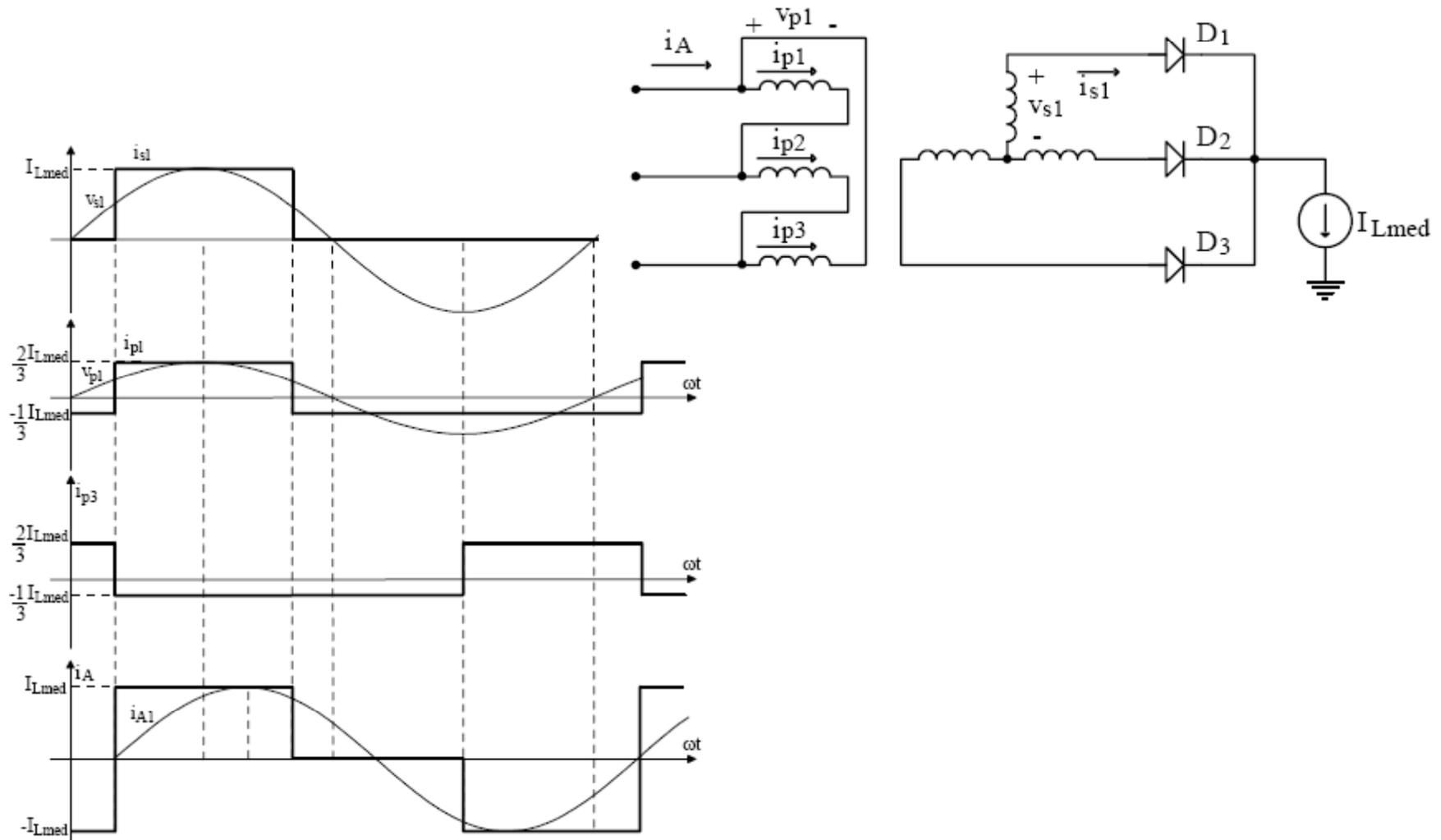


-  corrente real no enrolamento.
-  componente alternada.
-  componente contínua.



Retificador trifásico de ponto médio

Estudo do comportamento do transformador:



Retificador trifásico de ponto médio

Estudo do comportamento do transformador:

$$I_{sef} = \frac{I_{Lmed}}{\sqrt{3}}$$

$$S_{2ef} = V_o \cdot I_{sef}$$

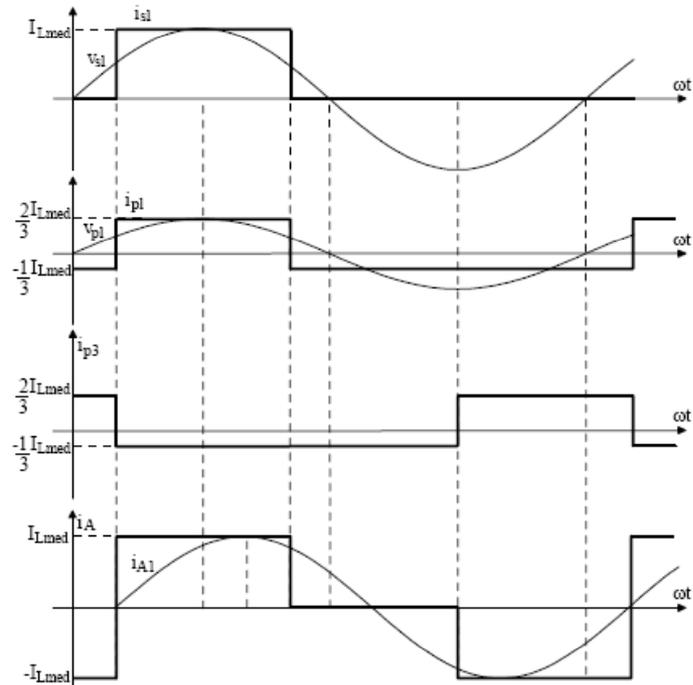
$$V_o = \frac{V_{Lmed}}{1,17}$$

$$S_{2ef} = \frac{V_{Lmed}}{1,17} \cdot \frac{I_{Lmed}}{\sqrt{3}} = 0,493 \cdot V_{Lmed} \cdot I_{Lmed}$$

$$S_2 = 3 \cdot S_{2f} = 1,48 \cdot V_{Lmed} \cdot I_{Lmed}$$

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

$$S_2 = 1,48 \cdot P_L$$



Retificador trifásico de ponto médio

Estudo do comportamento do transformador:

$$I_{pef} = \frac{\sqrt{2} \cdot I_{Lmed}}{3}$$

$$S_{1f} = V_o \cdot I_{pef}$$

$$S_{1f} = \frac{V_{Lmed}}{1,17} \cdot \frac{\sqrt{2} \cdot I_{Lmed}}{3}$$

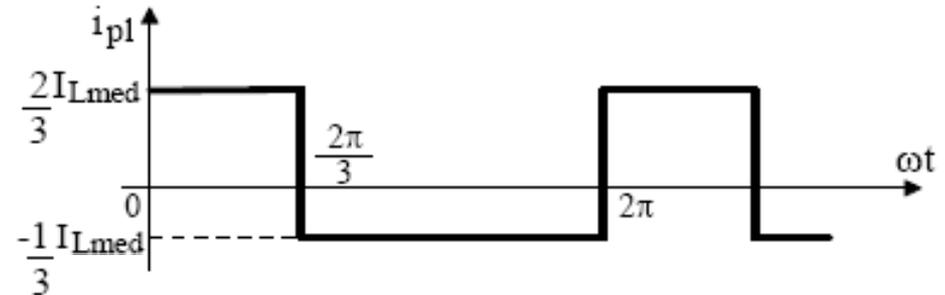
$$S_{1f} = 0,402 \cdot V_{Lmed} \cdot I_{Lmed}$$

$$S_1 = 3 \cdot S_{1f}$$

$$S_1 = 1,21 \cdot P_L$$

$$FP = \frac{P_L}{S_1}$$

$$FP = 0,83$$



Retificador trifásico de ponto médio

Estudo do comportamento do transformador:

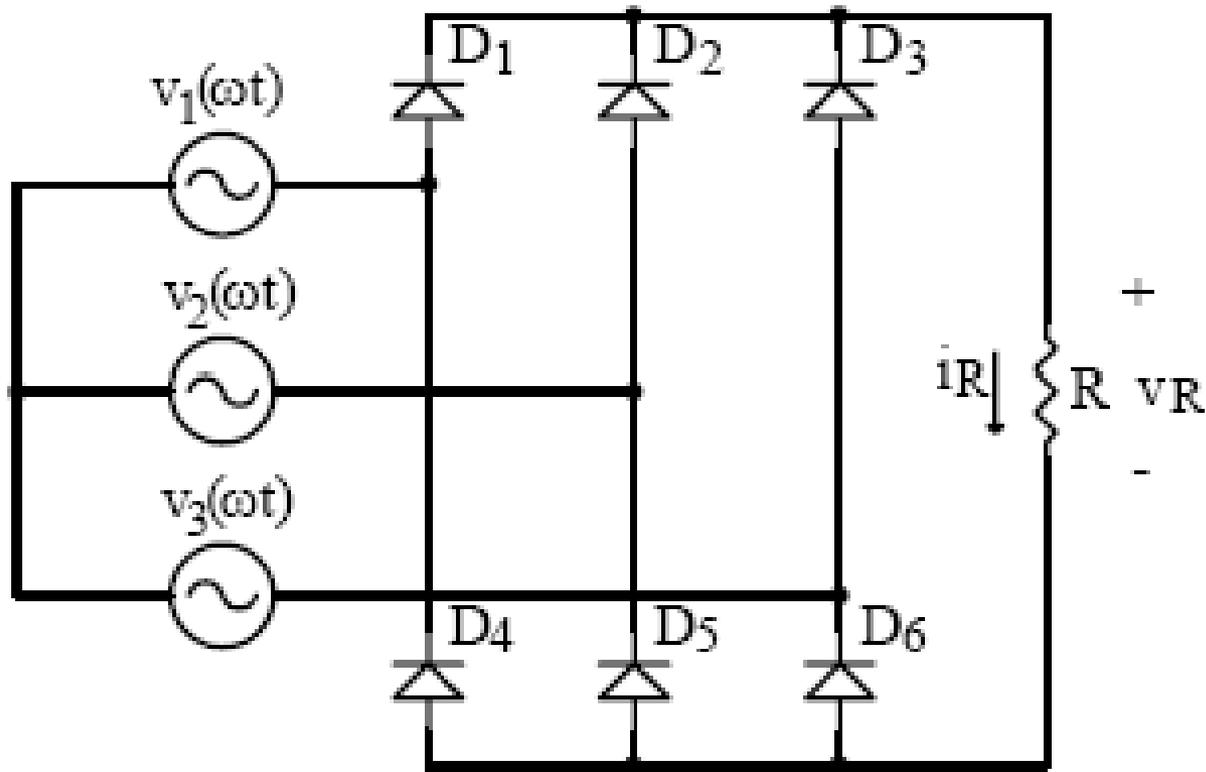
Tarefa:

Estudar o exemplo numérico 11, do Capítulo 2 – Retificadores a diodo.



Retificador trifásico de onda completa

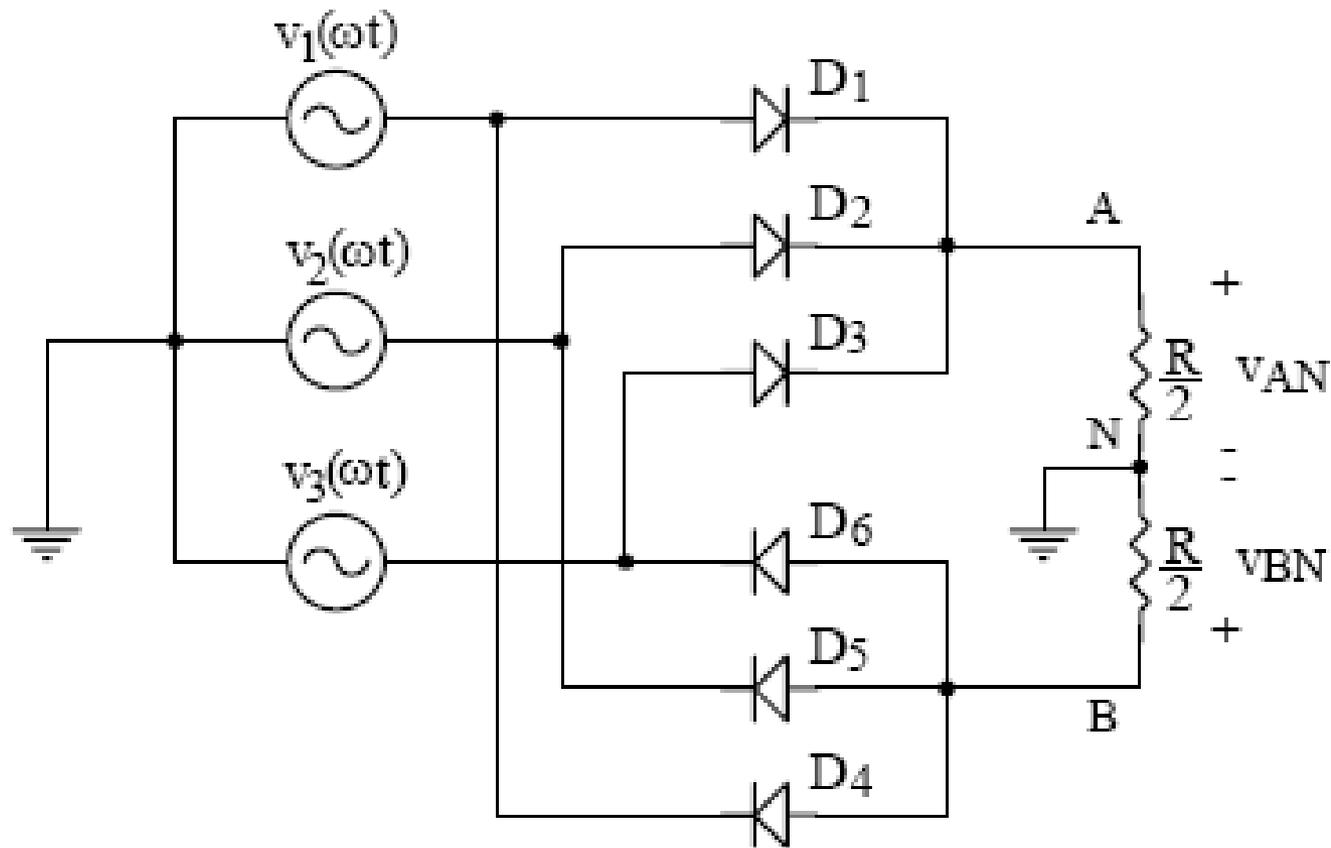
Estudo geral da estrutura:



Ponte de Graetz

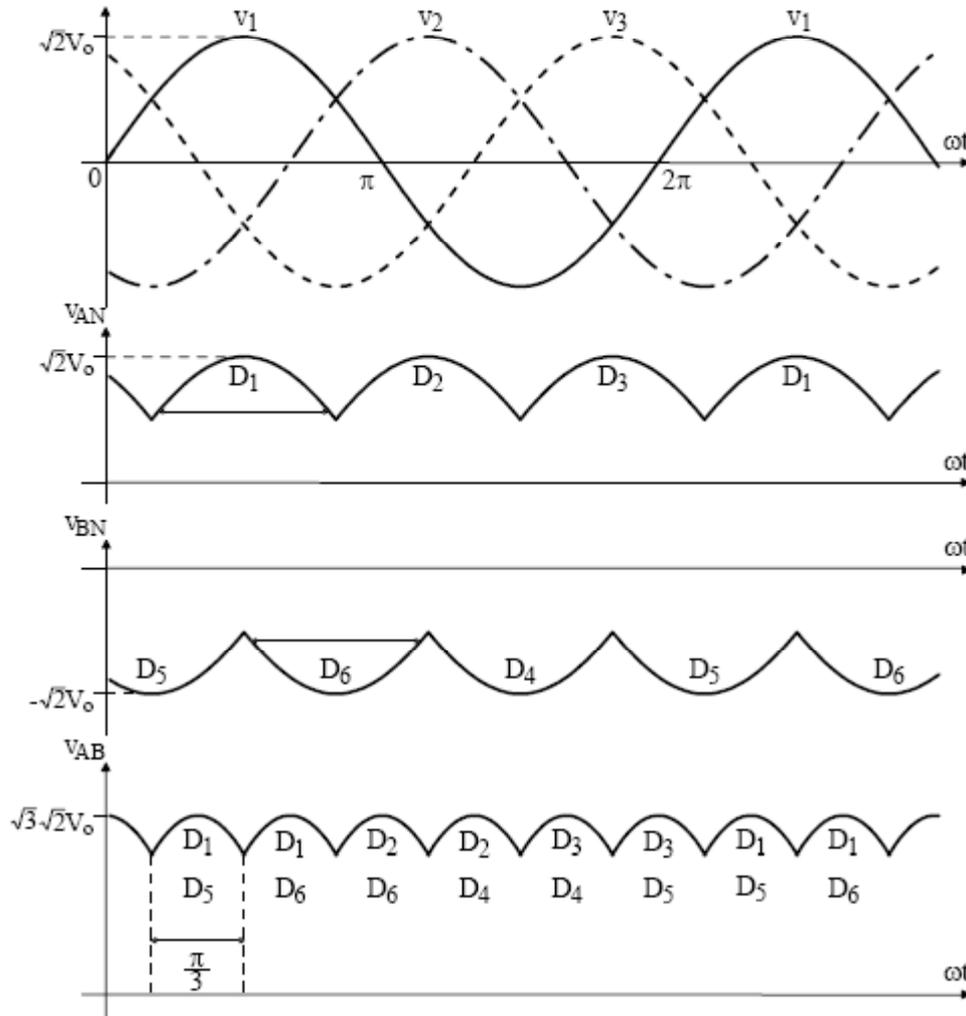
Retificador trifásico de onda completa

Estudo geral da estrutura:



Retificador trifásico de onda completa

Estudo geral da estrutura:



6 pulsos

Retificador trifásico de onda completa

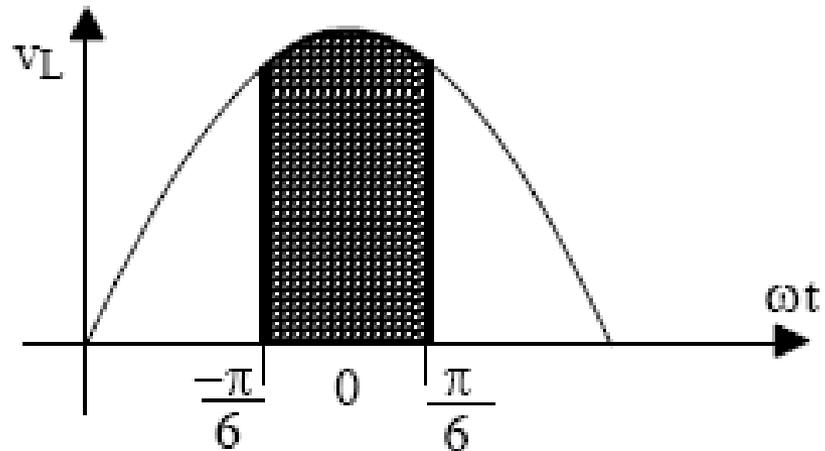
Estudo geral da estrutura:

Tensão média na carga:

$$v_L(\omega t) = \sqrt{3} \cdot \sqrt{2} \cdot V_o \cdot \cos(\omega t)$$

$$V_{Lmed} = \frac{3}{\pi} \int_{-\pi/6}^{\pi/6} \sqrt{3} \cdot \sqrt{2} \cdot V_o \cdot \cos(\omega t) \cdot d(\omega t)$$

$$V_{Lmed} \cong 2,34 \cdot V_o$$



Retificador trifásico de onda completa

Estudo geral da estrutura:

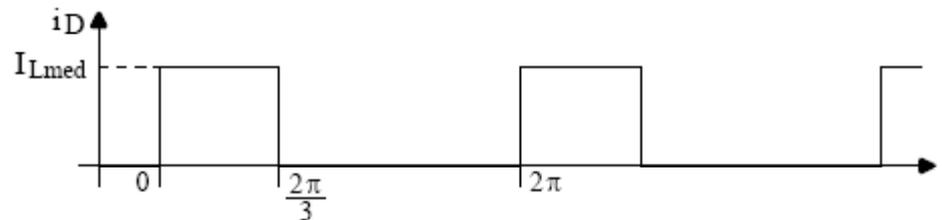
Corrente média nos diodos:

$$I_{Dmed} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi/3} I_{Lmed} \cdot d(\omega t)$$

$$I_{Dmed} = \frac{I_{Lmed}}{3}$$

Corrente eficaz nos diodos:

$$I_{Def} = \frac{I_{Lmed}}{\sqrt{3}}$$

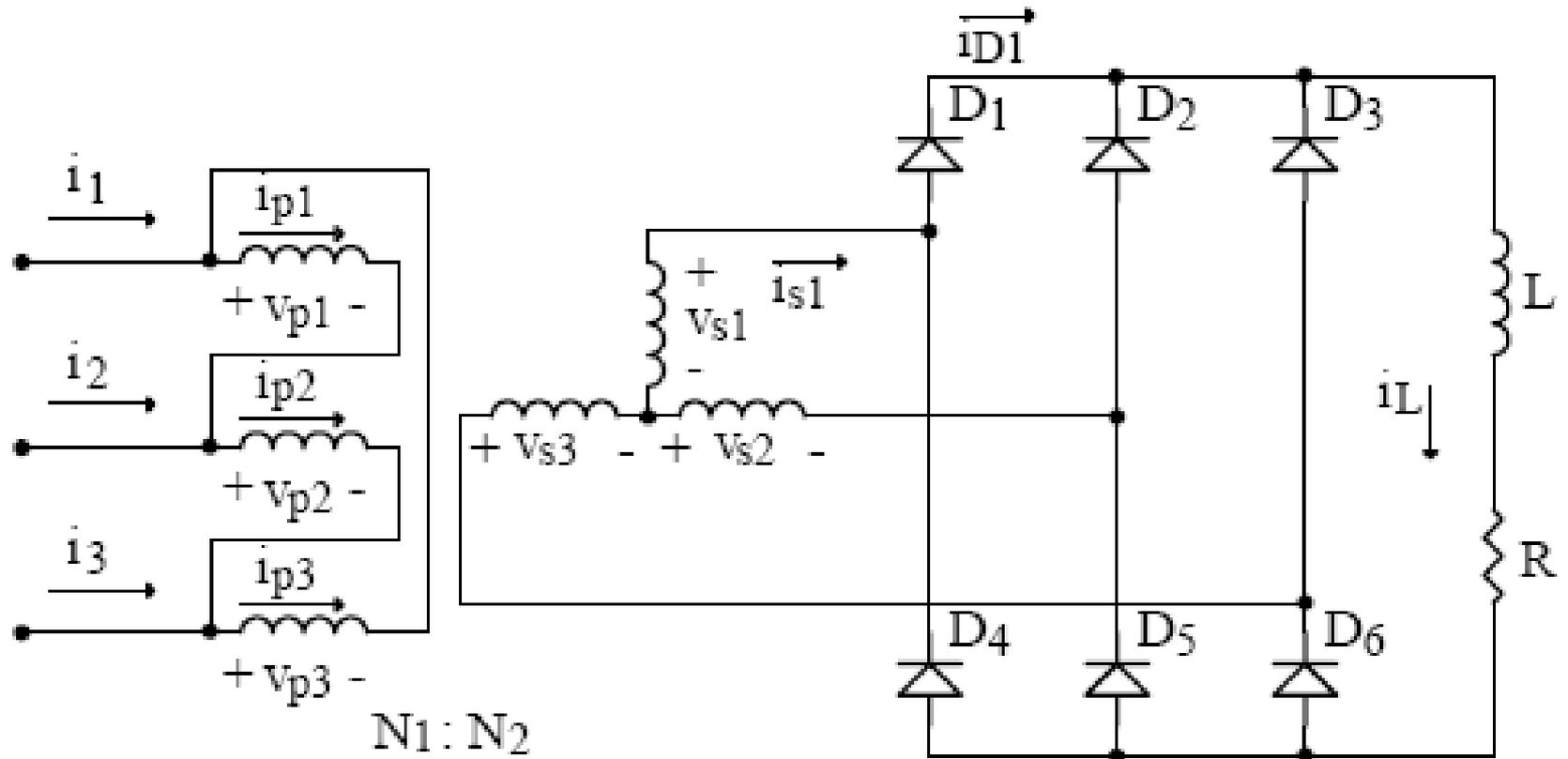


Tensão de pico reversa nos diodos:

$$V_{Dp} = \sqrt{3} \cdot \sqrt{2} \cdot V_o = 2,45 \cdot V_o$$

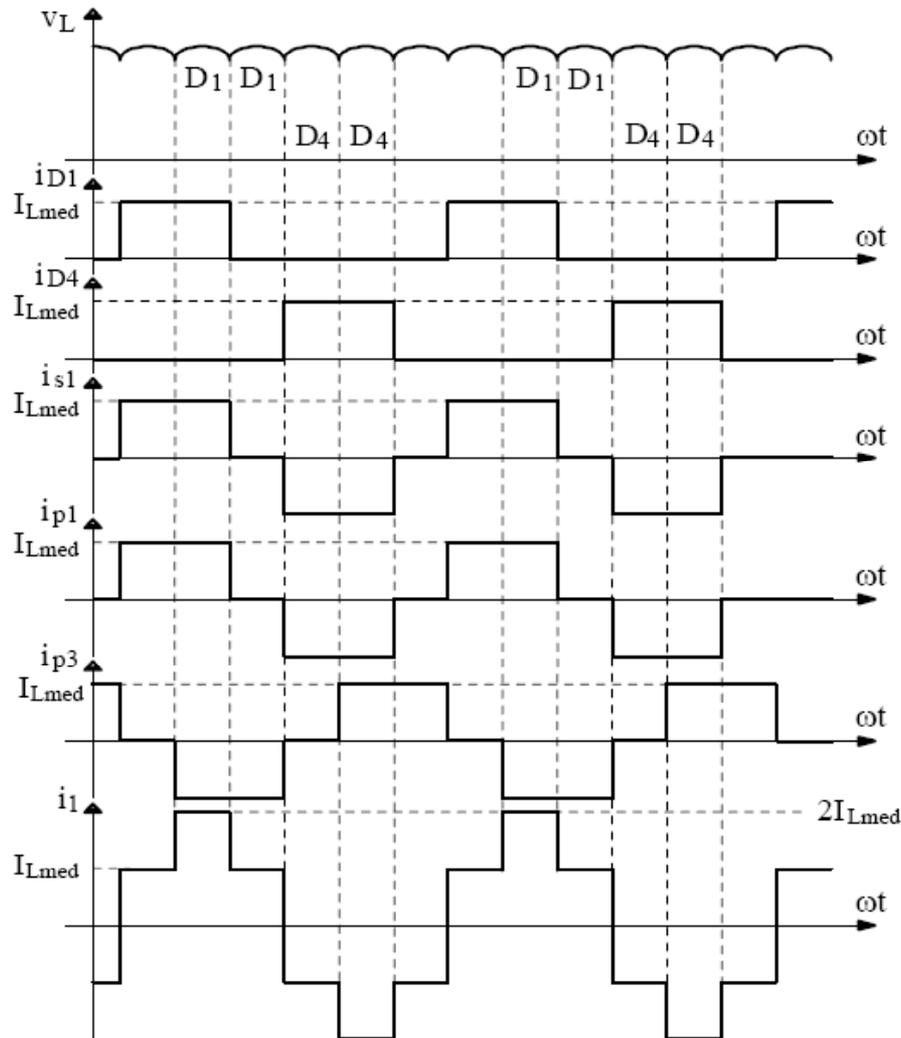
Retificador trifásico de onda completa

Estudo do comportamento do transformador:



Retificador trifásico de onda completa

Estudo do comportamento do transformador:



$$S_2 = 1,05 \cdot P_L$$

$$S_1 = S_2$$

$$FP = 0,95$$

Retificador trifásico de onda completa

Estudo do comportamento do transformador:

Tarefa:

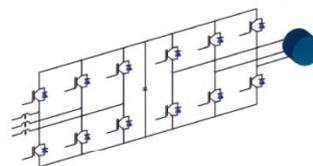
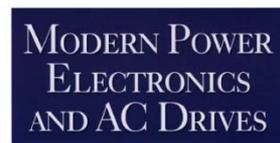
Estudar o exemplo numérico 12, do Capítulo 2 – Retificadores a diodo.



Próxima aula

Conversores CA-CC:

1. Retificadores trifásicos controlados.



BIMAL K. BOSE