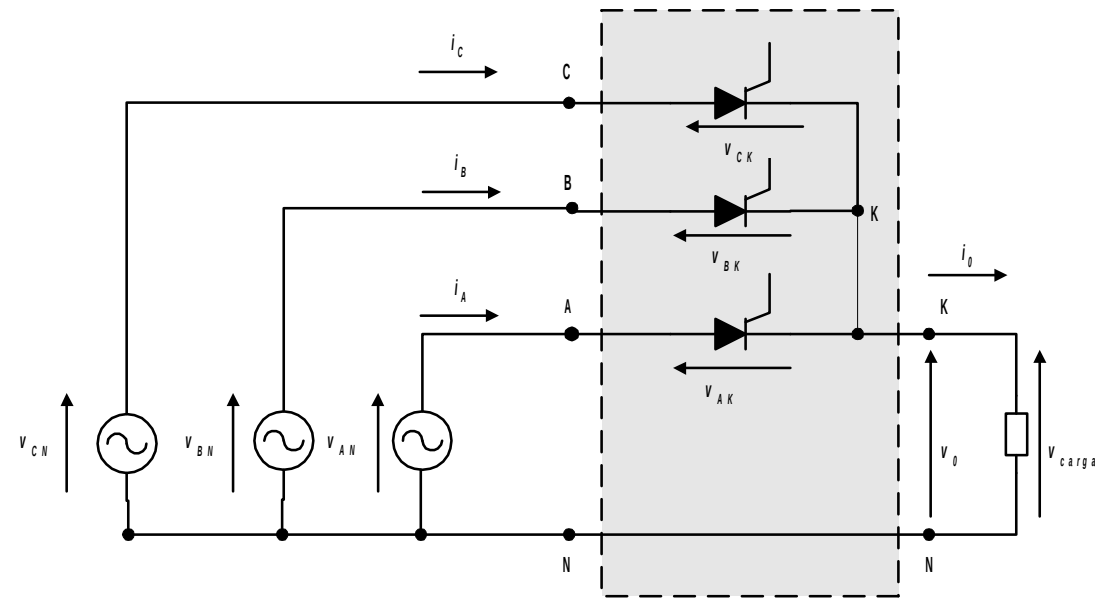


RETIFICADORES POLIFÁSICOS – PARTE II

Prof. Azauri A. de Oliveira Jr

RETIFICADOR TRIFÁSICO DE UM CAMINHO (MEIA-ONDA)



$$v_{AN} = v_{i1} = \sqrt{2}.V \sin(\omega.t)$$

$$v_{BN} = v_{i2} = \sqrt{2}.V \sin(\omega.t - 120^\circ)$$

$$v_{CN} = v_{i3} = \sqrt{2}.V \sin(\omega.t + 120^\circ)$$

$$v_{i1} = v_{AK} + v_0$$

$$v_{i2} = v_{BK} + v_0$$

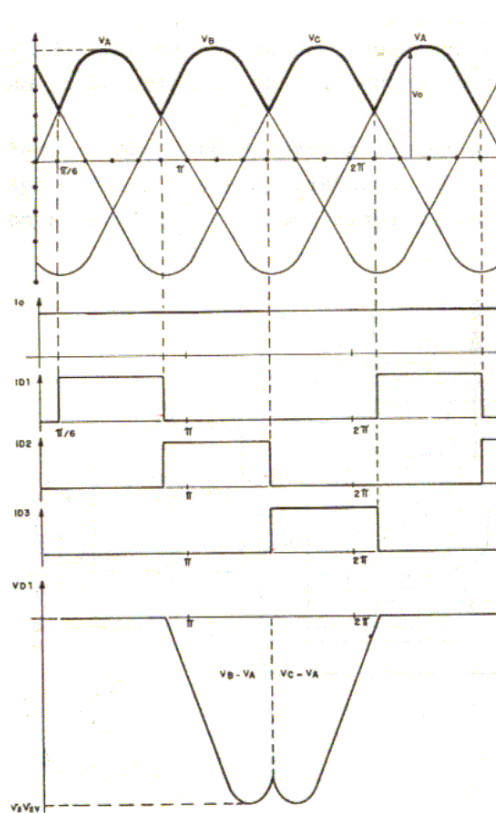
$$v_{i3} = v_{CK} + v_0$$

$$v_0 = v_{carga}$$

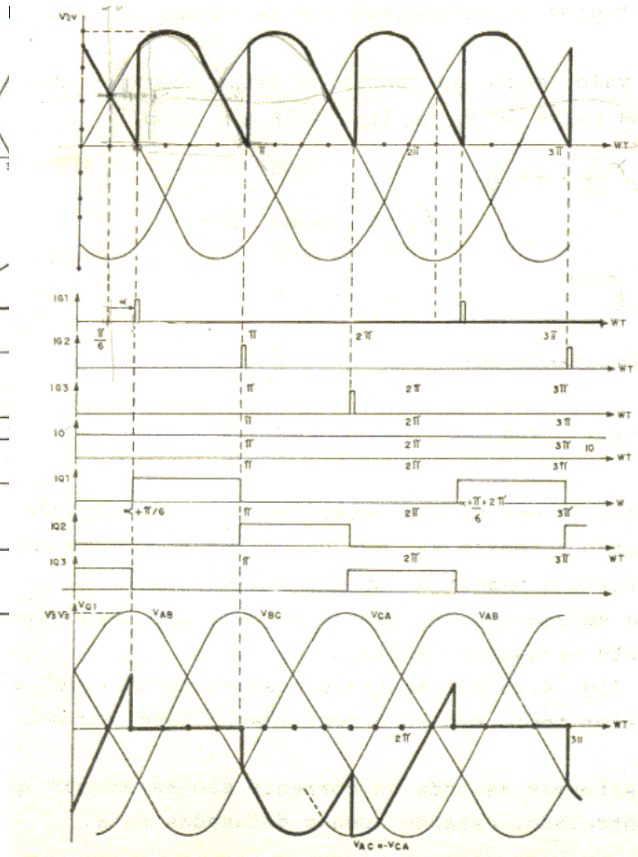
$$i_0 = i_A + i_B + i_C$$

RETIFICADOR TRIFÁSICO DE UM CAMINHO

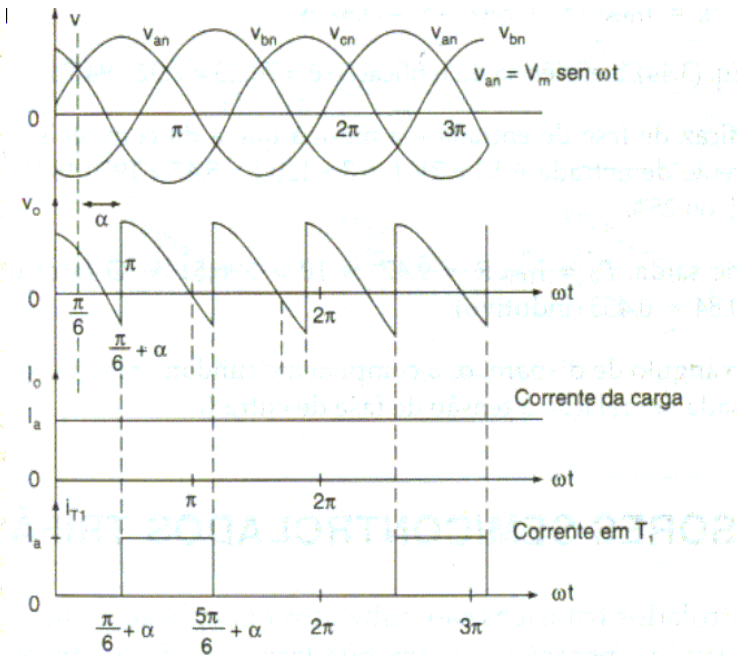
formas de onda – condução contínua



$$\alpha = 0^\circ$$

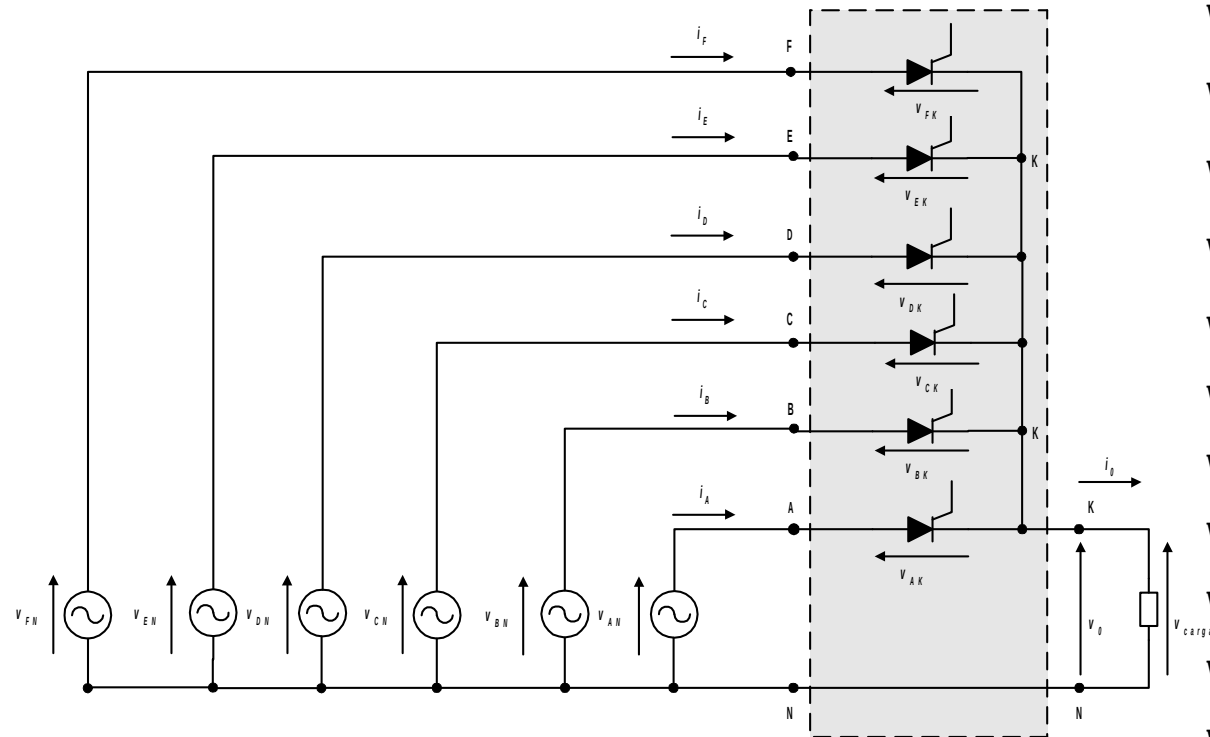


$$\alpha = 30^\circ$$



$$\alpha = 60^\circ$$

RETIFICADOR HEXAFÁSICO DE UM CAMINHO (MEIA-ONDA)



$$v_{AN} = v_{i1} = \sqrt{2}.V \sin(\omega.t)$$

$$v_{BN} = v_{i2} = \sqrt{2}.V \sin(\omega.t - 60^\circ)$$

$$v_{CN} = v_{i3} = \sqrt{2}.V \sin(\omega.t - 120^\circ)$$

$$v_{DN} = v_{i4} = \sqrt{2}.V \sin(\omega.t - 180^\circ)$$

$$v_{EN} = v_{i5} = \sqrt{2}.V \sin(\omega.t - 240^\circ)$$

$$v_{FN} = v_{i6} = \sqrt{2}.V \sin(\omega.t - 300^\circ)$$

$$v_{i1} = v_{AK} + v_0$$

$$v_{i2} = v_{BK} + v_0$$

$$v_{i3} = v_{CK} + v_0$$

$$v_{i4} = v_{DK} + v_0$$

$$v_{i5} = v_{EK} + v_0$$

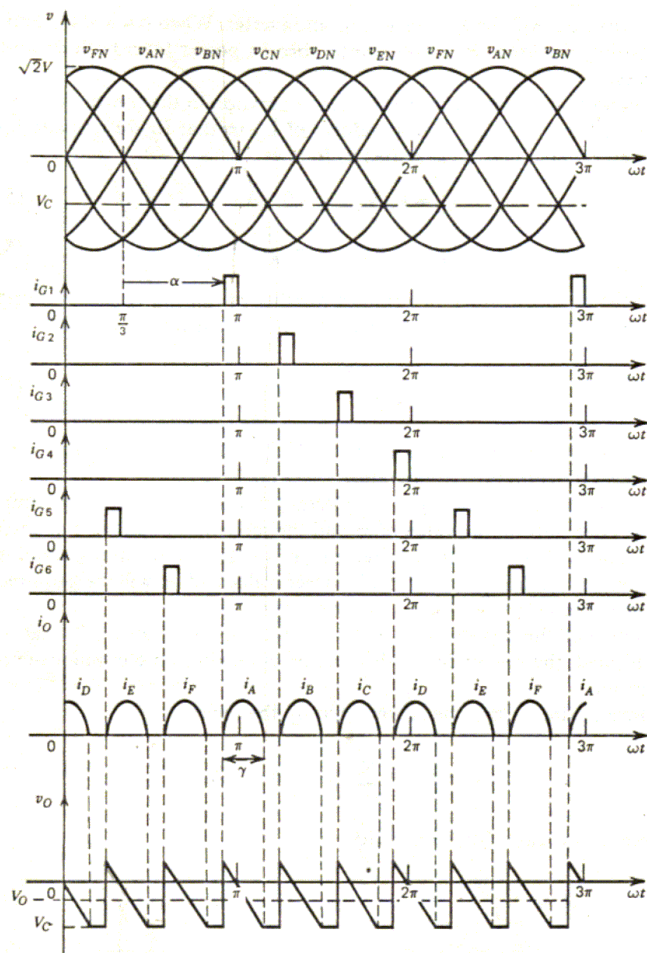
$$v_{i6} = v_{FK} + v_0$$

$$v_0 = v_{\text{carga}}$$

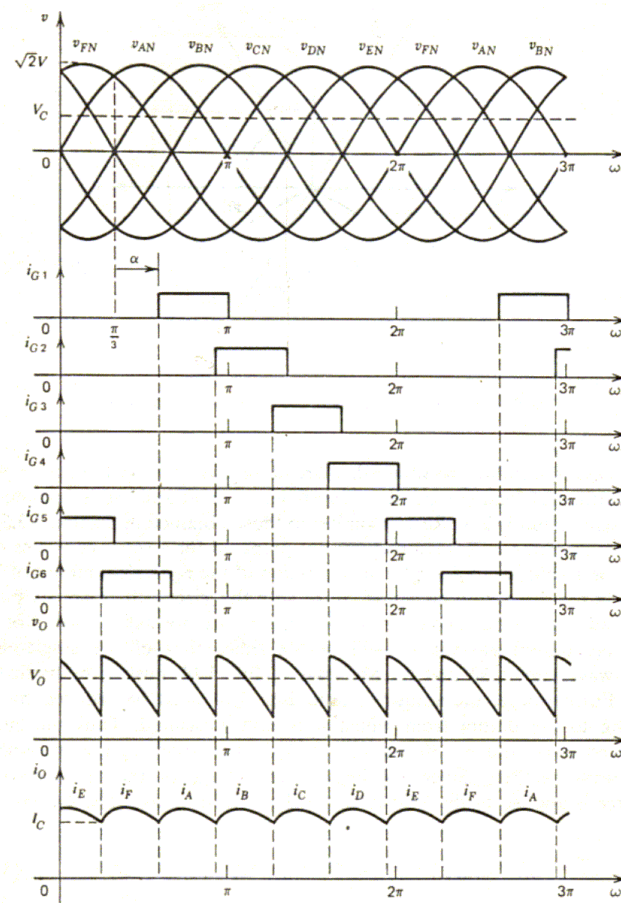
$$i_0 = i_A + i_B + i_C + i_D + i_E + i_F$$

RETIFICADOR HEXAFÁSICO DE UM CAMINHO

formas de onda - carga RL-fem



Condução descontínua
 $\gamma < 60^\circ$



Condução contínua

RETIFICADOR TRIFÁSICO DE UM CAMINHO

série de Fourier da tensão na carga

condução contínua

$$v_0 = V_{DC} + \sum_{n=1}^{\infty} V_{pn} \sin(n\omega.t + \theta_{vn})$$

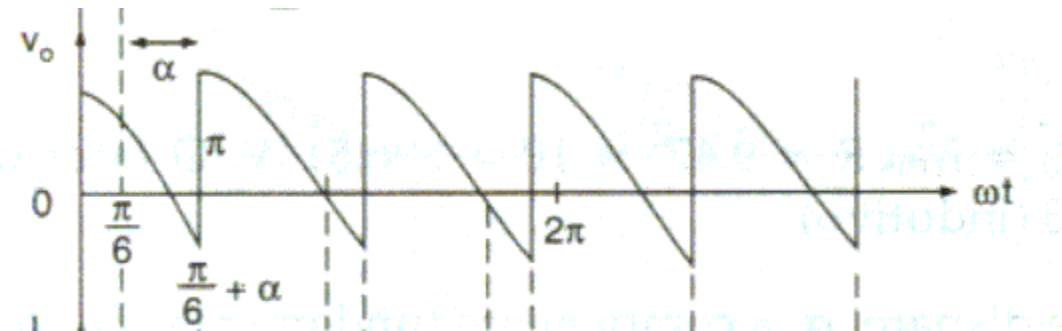
$$V_{pn} = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$$

$$a_n = \frac{3}{\pi} \int_{\alpha+\pi/6}^{\alpha+5\pi/6} v_0 \cdot \sin(n\omega.t) \cdot d(\omega t)$$

$$b_n = \frac{3}{\pi} \int_{\alpha+\pi/6}^{\alpha+5\pi/6} v_0 \cdot \cos(n\omega.t) \cdot d(\omega t)$$

$$V_0 = V_{DC} = \frac{3}{2\pi} \int_{\alpha+\pi/6}^{\alpha+5\pi/6} \sqrt{2} \cdot V \cdot \sin(\omega.t) \cdot d\omega t$$

$$V_0 = \frac{3 \cdot \sqrt{3}}{2\pi} \cdot \sqrt{2} \cdot V \cos \alpha = 1,17 \cdot V \cos \alpha$$

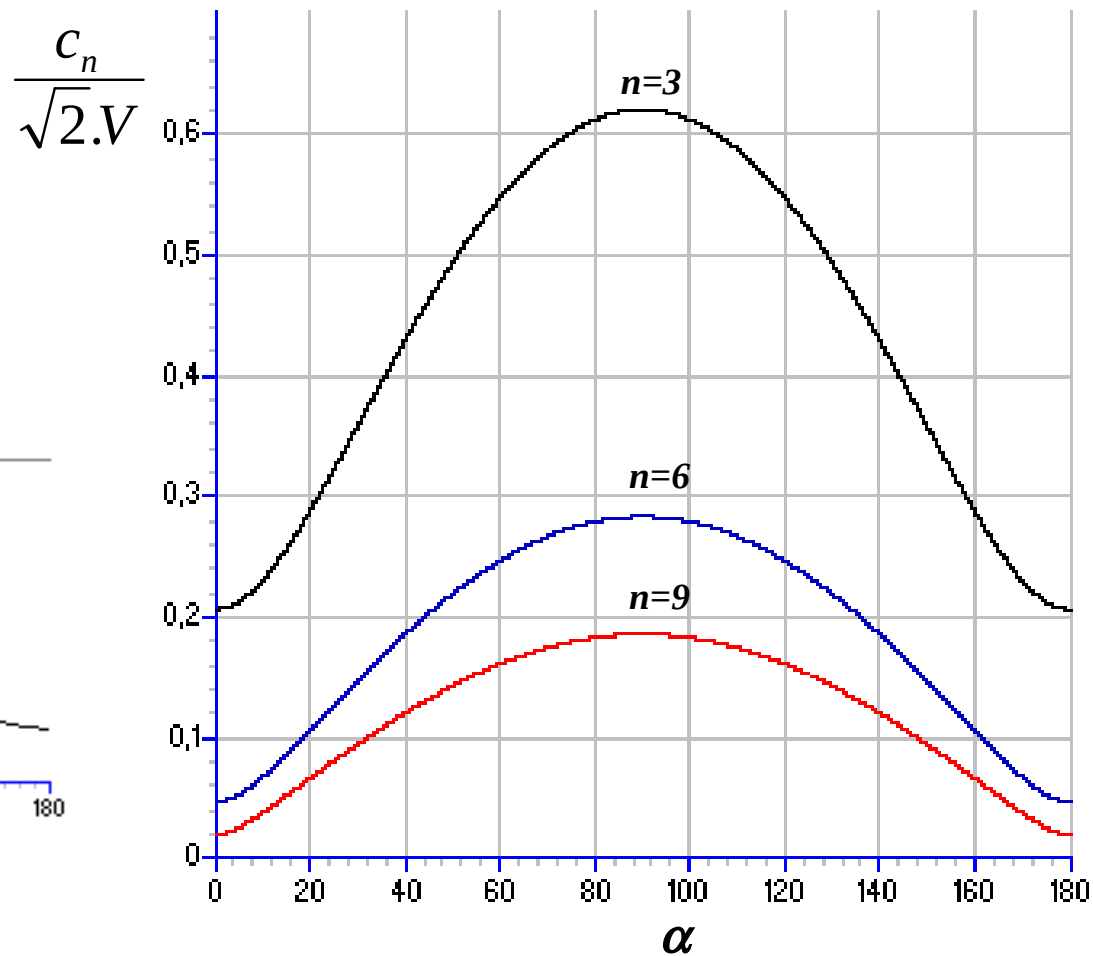
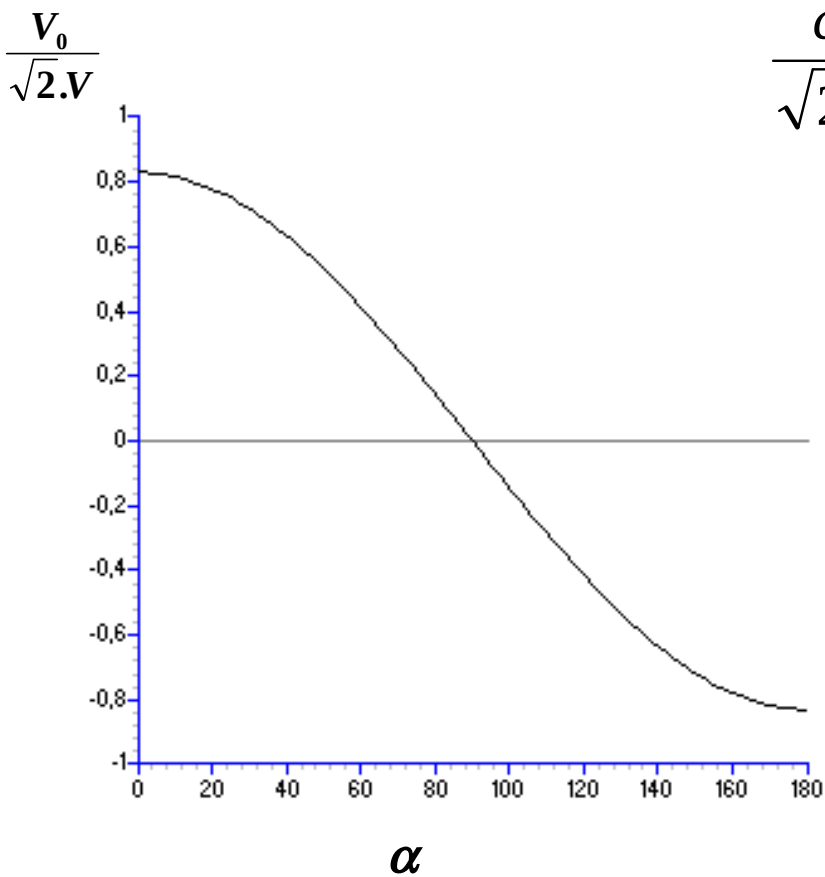


**Coeficientes de Fourier
válidos para n ímpar
múltiplo de 3**

RETIFICADOR TRIFÁSICO DE UM CAMINHO

série de Fourier da tensão na carga

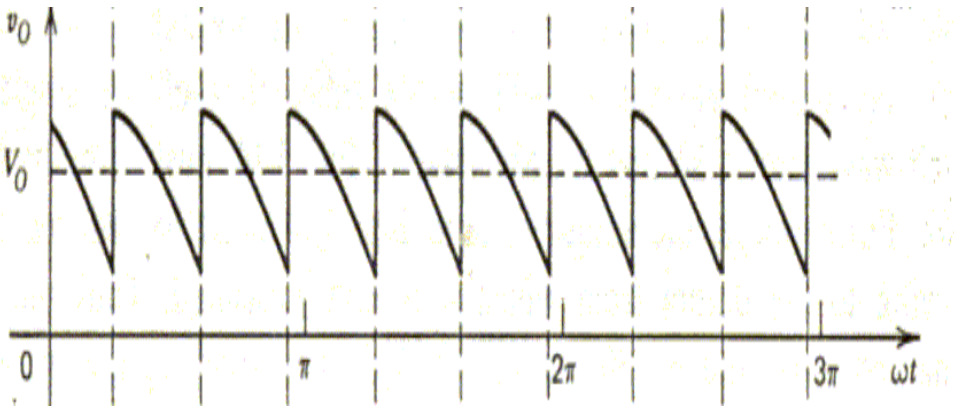
condução contínua



RETIFICADOR HEXAFÁSICO DE UM CAMINHO

série de Fourier da tensão na carga

condução contínua



Coeficientes de Fourier
válidos para n múltiplos de 6

$$v_0 = V_{DC} + \sum_{n=1}^{\infty} V_{pn} \sin(n\omega.t + \theta_{vn})$$

$$V_{pn} = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}$$

$$a_n = \frac{6}{\pi} \int_{\alpha+\pi/3}^{\alpha+2\pi/3} v_0 \cdot \sin(n\omega.t) \cdot d(\omega t)$$

$$b_n = \frac{6}{\pi} \int_{\alpha+\pi/3}^{\alpha+2\pi/3} v_0 \cdot \cos(n\omega.t) \cdot d(\omega t)$$

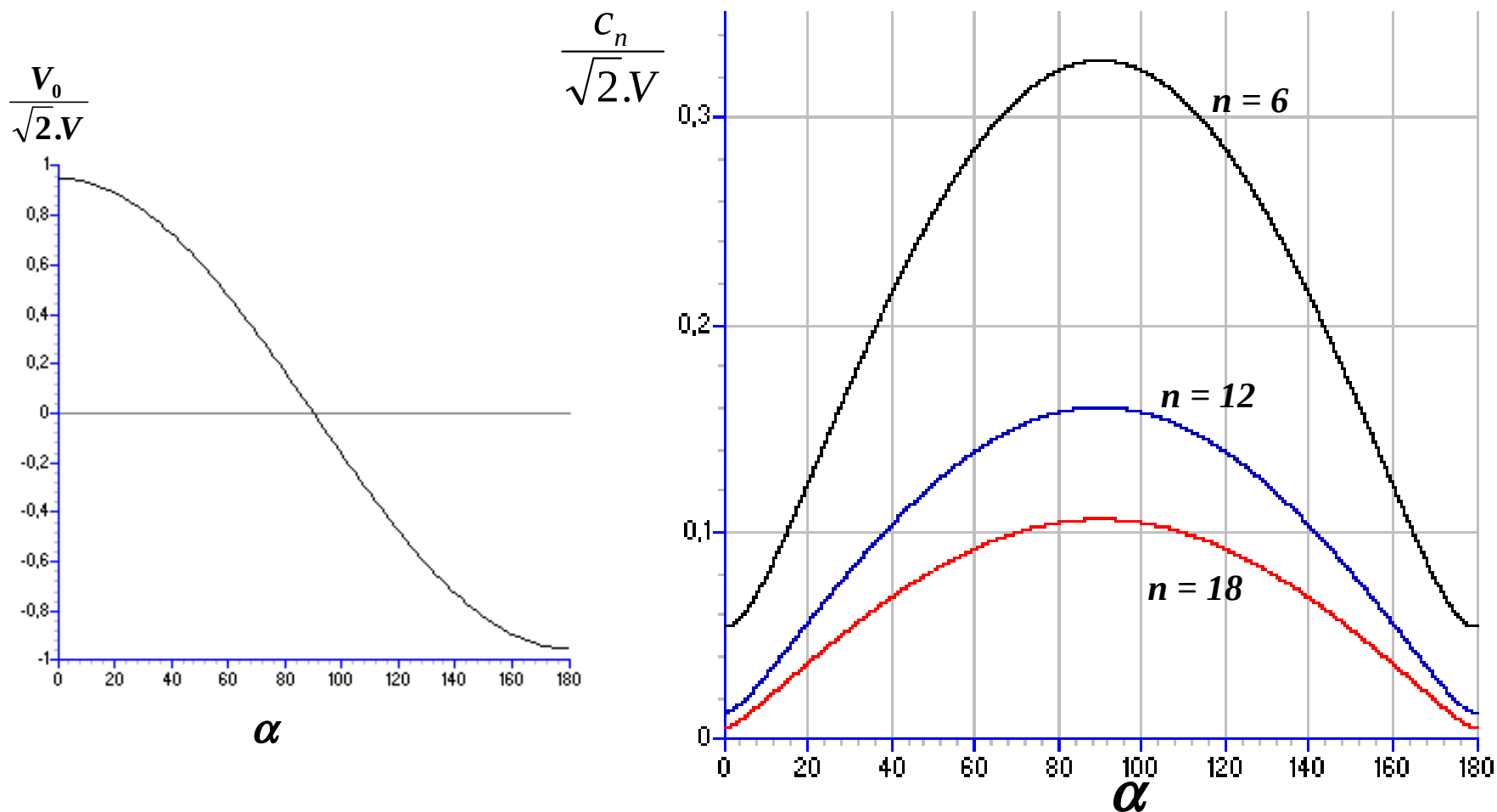
$$V_0 = V_{DC} = \frac{3}{\pi} \int_{\alpha+\pi/3}^{\alpha+2\pi/3} \sqrt{2} \cdot V \cdot \sin(\omega.t) \cdot d\omega t$$

$$V_0 = \frac{3 \cdot \sqrt{2}}{\pi} \cdot V \cos \alpha = 1,35 \cdot V \cos \alpha$$

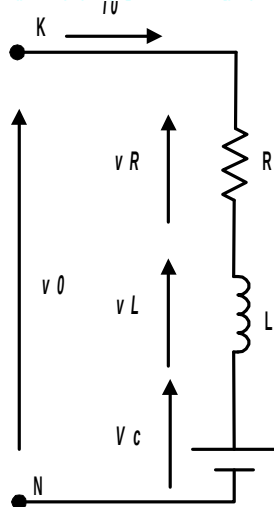
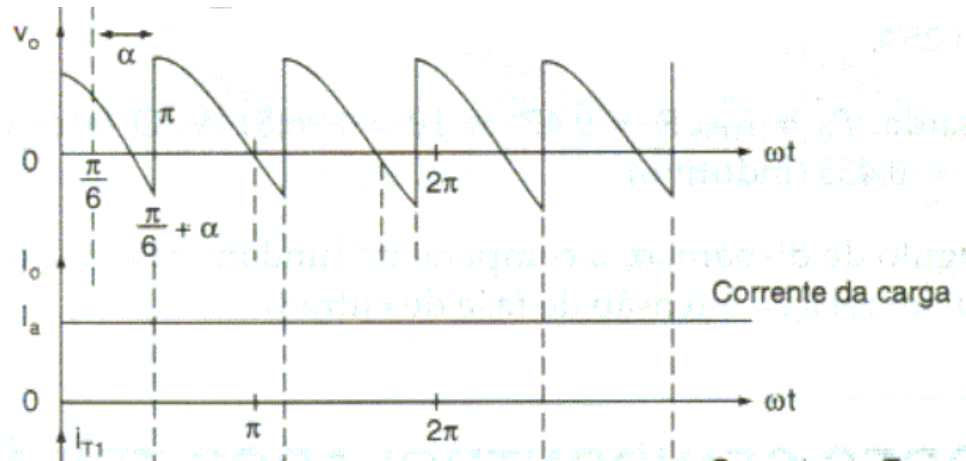
RETIFICADOR HEXAFÁSICO DE UM CAMINHO

série de Fourier da tensão na carga

condução contínua



RETIFICADOR TRIFÁSICO DE UM CAMINHO série de Fourier da corrente na carga condução contínua – carga RL-fem

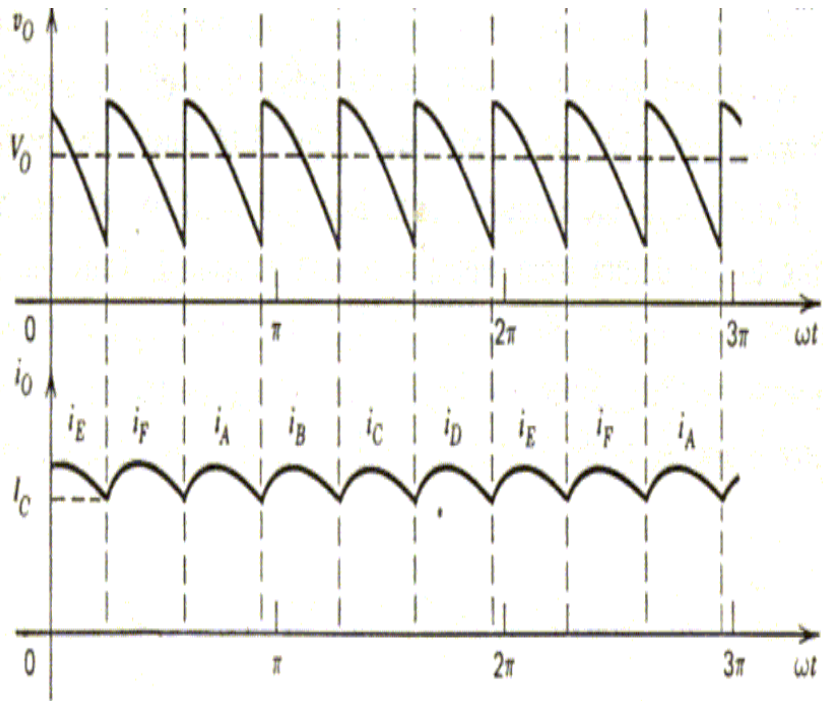


$$i_0 = I_{DC} + \sum_{n=1}^{\infty} I_{pn} \sin(n\omega t + \theta_{in})$$

$$I_{DC} = I_0 = \frac{V_0 - V_c}{R}$$

$$I_{pn} = \frac{V_{pn}}{Z_n} = \frac{V_{pn}}{\sqrt{R^2 + (n\omega L)^2}}$$

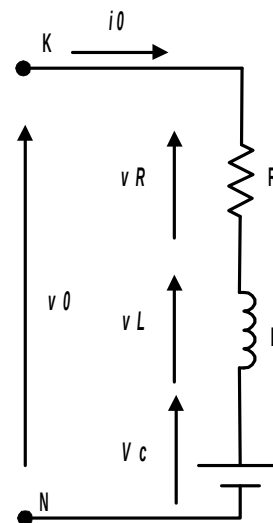
RETIFICADOR HEXAFÁSICO DE UM CAMINHO série de Fourier da corrente na carga condução contínua – carga RL-fem



$$i_0 = I_{DC} + \sum_{n=1}^{\infty} I_{pn} \sin(n\omega t + \theta_{in})$$

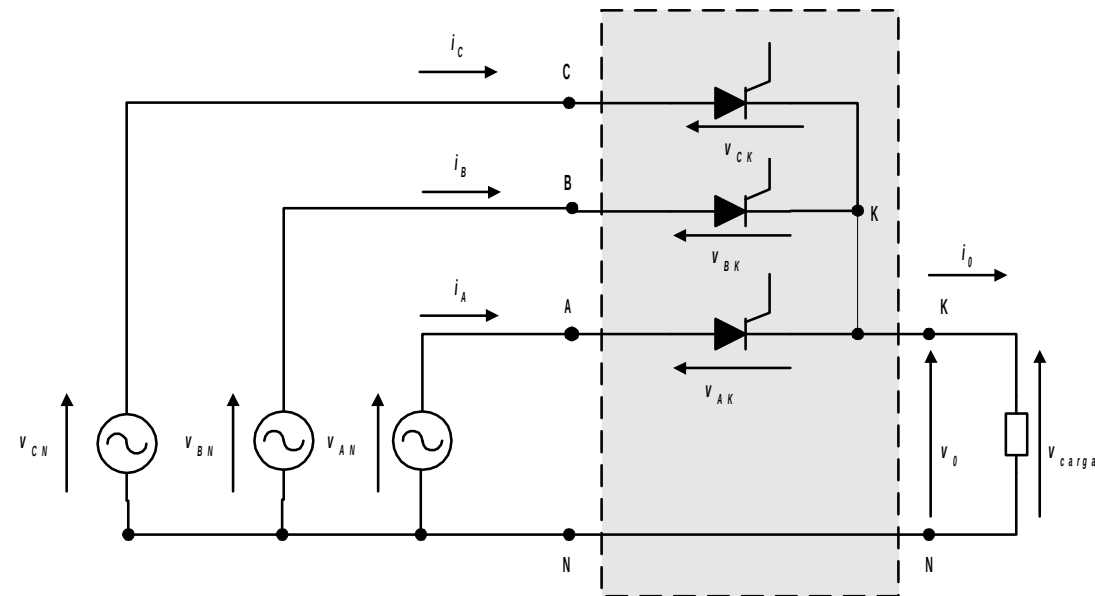
$$I_{DC} = I_0 = \frac{V_0 - V_C}{R}$$

$$I_{pn} = \frac{V_{pn}}{Z_n} = \frac{V_{pn}}{\sqrt{R^2 + (n\omega L)^2}}$$



RETIFICADOR TRIFÁSICO DE UM CAMINHO

relação entre as correntes nos tiristores e nas fases com a corrente de carga



Valores Médios

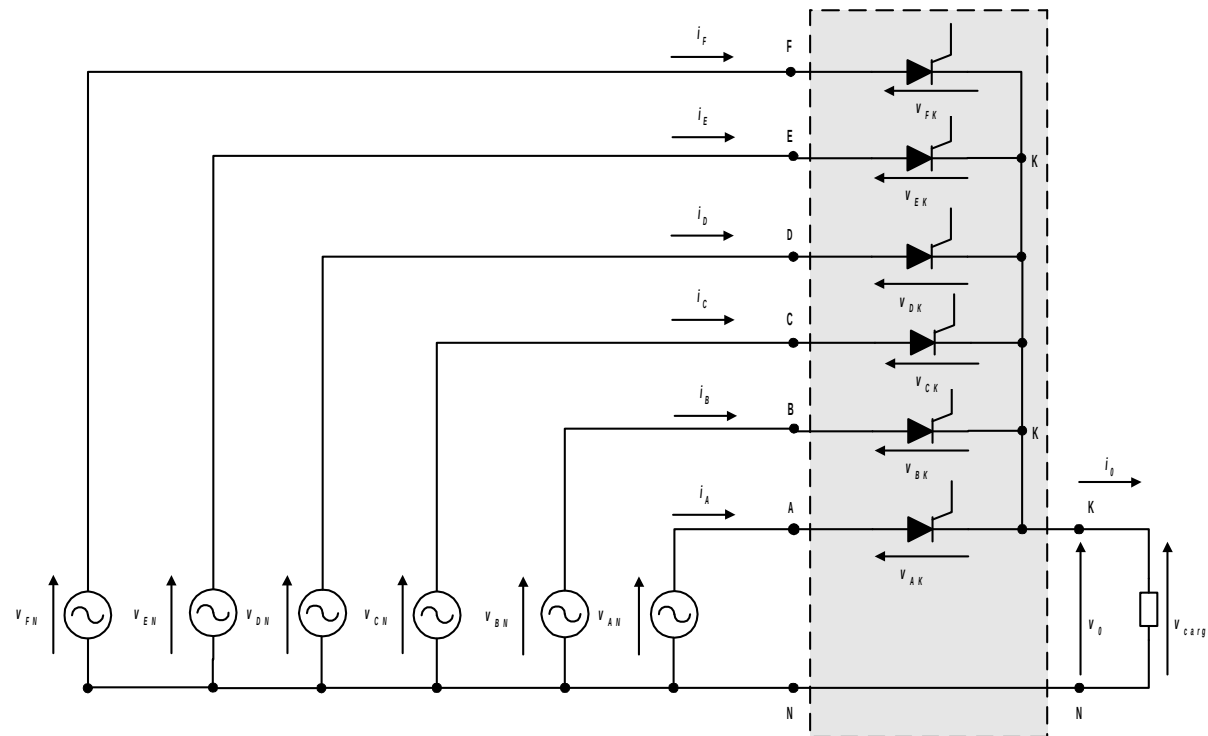
$$I_{A0} = I_{B0} = I_{C0} = I_{Q0} = \frac{I_0}{3}$$

Valores RMS

$$I_{AR} = I_{BR} = I_{CR} = I_{QR} = \frac{I_R}{\sqrt{3}}$$

RETIFICADOR TRIFÁSICO DE UM CAMINHO

relação entre as correntes nos tiristores e nas fases com a corrente de carga



Valores Médios

$$I_{A0} = I_{B0} = I_{C0} =$$

$$I_{D0} = I_{E0} = I_{F0} = I_{Q0} = \frac{I_0}{6}$$

Valores RMS

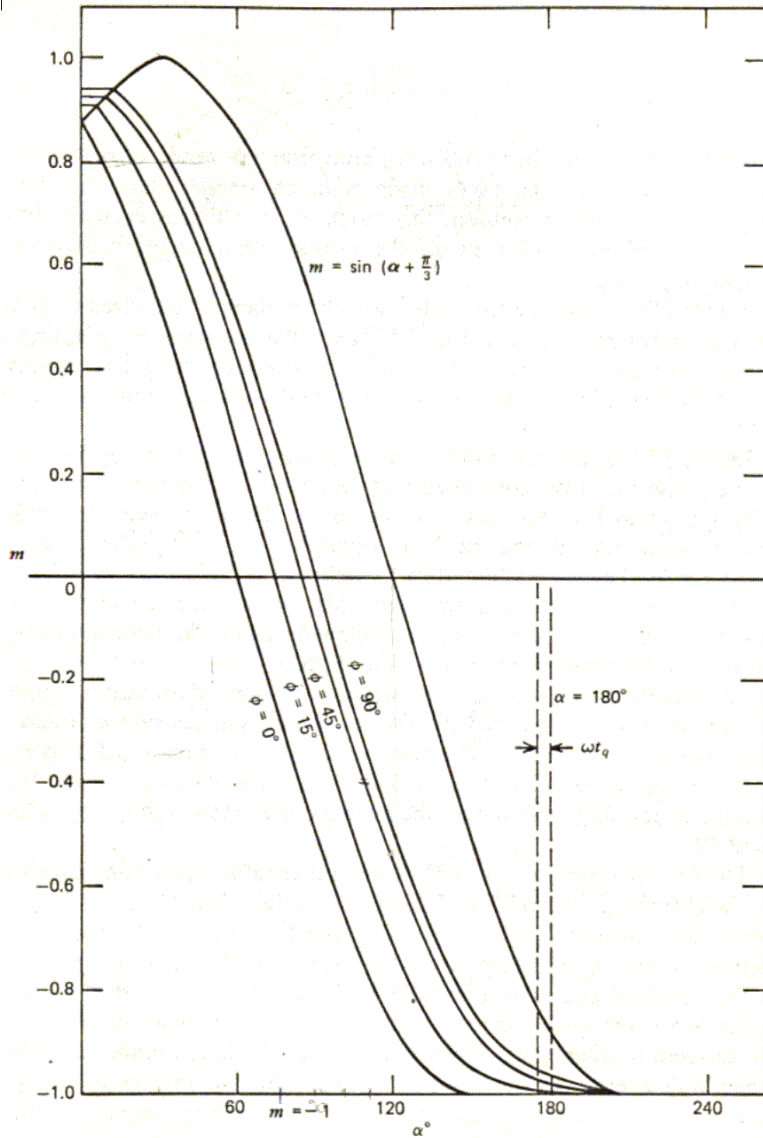
$$I_{AR} = I_{BR} = I_{CR} =$$

$$I_{DR} = I_{ER} = I_{FR} = I_{QR} = \frac{I_R}{\sqrt{6}}$$

RETIFICADOR HEXAFÁSICO DE UM CAMINHO

transição entre condução contínua e descontínua

carga RL-fem

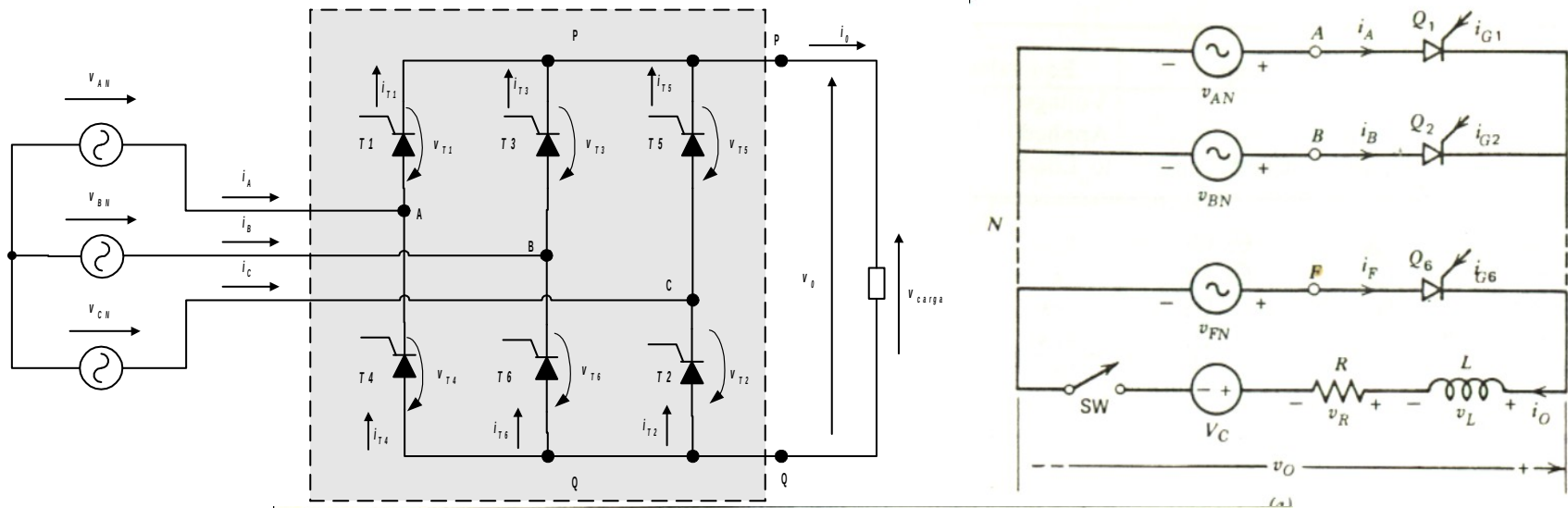


$$\frac{(m / \cos \phi) - \sin(\alpha + \gamma - \phi)}{(m / \cos \phi) - \sin(\alpha - \phi)} = e^{-\gamma / \tan \phi}$$

$$\gamma = 60^\circ$$

RETIFICADOR TRIFÁSICO DE DOIS CAMINHOS TOTALMENTE CONTROLADO (RETIFICADOR EM PONTE)

equivalência com o retificador hexafásico de um caminho do ponto de vista da carga



Interval	Actual Circuit		Equivalent Circuit	
	Voltage Applied to Load	Thyristors Conducting	Voltage Applied to Load	Thyristor Conducting
$\pi/3 < \omega t < 2\pi/3$	v_{ab}	Q_6, Q_1	v_{AN}	Q_1
$2\pi/3 < \omega t < \pi$	v_{ac}	Q_1, Q_2	v_{BN}	Q_2
$\pi < \omega t < 4\pi/3$	v_{bc}	Q_2, Q_3	v_{CN}	Q_3
$4\pi/3 < \omega t < 5\pi/3$	v_{ba}	Q_3, Q_4	v_{DN}	Q_4
$5\pi/3 < \omega t < 2\pi$	v_{ca}	Q_4, Q_5	v_{EN}	Q_5
$2\pi < \omega t < 7\pi/3$	v_{cb}	Q_5, Q_6	v_{FN}	Q_6

RETIFICADOR TRIFÁSICO EM PONTE

formas de onda – condução contínua

