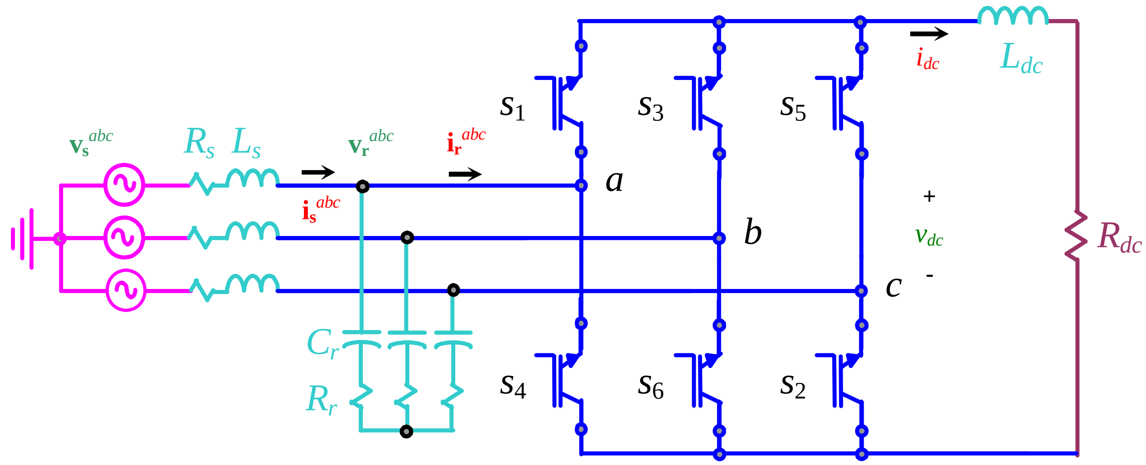
Rectificador Fuente de Corriente

Las variables de estado son la corriente de entrada, el voltaje en los capacitores y la corriente en el lado dc.

$\boxed{i_s, v_c, i_{dc}}$



Las ecuaciones se derivan de las leyes de voltaje y corriente:

$$v_s = R_s \cdot i_s + L_s \cdot di_s + v_r$$

$$i_s = C_r \cdot dv_c + i_r$$

$$v_{dc} = L_{dc} \cdot di_{dc} + R_{dc} \cdot i_{dc}$$

Las ecuaciones se ligazón son:

$$v_r = v_c + R_r \cdot (i_s - i_r)$$

$$i_r = s_r \cdot i_{dc}$$

$$v_{dc} = s_r \cdot v_r$$

Las ecuaciones de estado se obitenen simbólicamente:

Given

$$v_s = R_s \cdot i_s + L_s \cdot di_s + v_c + R_r \cdot (i_s - s_r \cdot i_{dc})$$

$$i_s = C_r \cdot dv_c + s_r \cdot i_{dc} \qquad s_r \cdot \left[v_c + R_r \cdot (i_s - s_r \cdot i_{dc}) \right] = L_{dc} \cdot di_{dc} + R_{dc} \cdot i_{dc}$$

$$\text{Find}(di_s, dv_c, di_{dc}) \rightarrow \begin{pmatrix} \dfrac{v_s - R_s \cdot i_s - v_c - R_r \cdot i_s + R_r \cdot s_r \cdot i_{dc}}{L_s} \\ \dfrac{i_s - s_r \cdot i_{dc}}{C_r} \\ \dfrac{s_r \cdot v_c + s_r \cdot R_r \cdot i_s - R_r \cdot s_r^2 \cdot i_{dc} - R_{dc} \cdot i_{dc}}{L_{dc}} \end{pmatrix}$$

Las ecuaciones de estado son:

$$di_s = \frac{v_s - R_s \cdot i_s - v_c - R_r \cdot i_s + R_r \cdot s_r \cdot i_{dc}}{L_s}$$

$$dv_c = \frac{i_s - s_r \cdot i_{dc}}{C_r}$$

$$di_{dc} = \frac{s_r \cdot v_c + s_r \cdot R_r \cdot i_s - R_r \cdot s_r^2 \cdot i_{dc} - R_{dc} \cdot i_{dc}}{L_{dc}}$$

Las ecuaciones de estado para la fundamental:

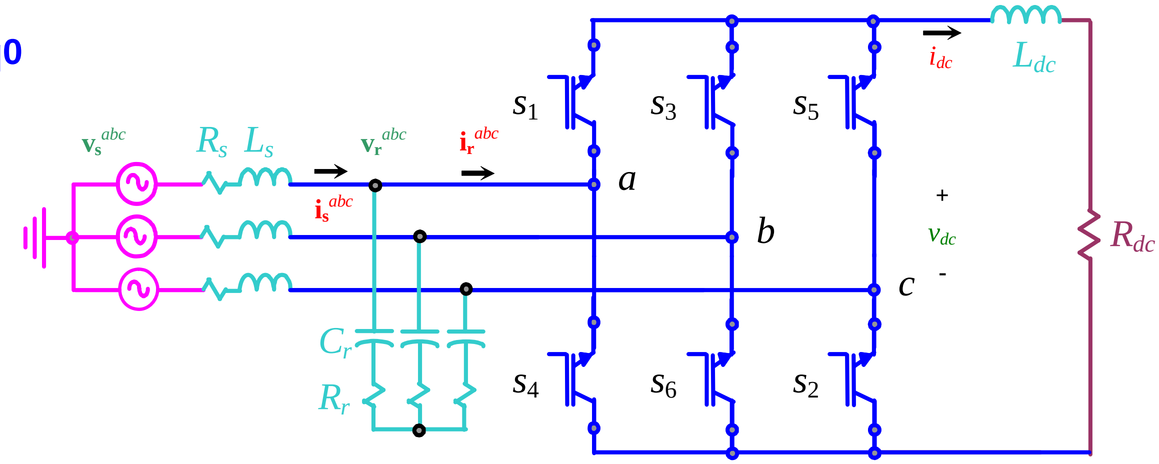
$$\boxed{di_s = \frac{v_s - R_s \cdot i_s - v_c - R_r \cdot i_s + R_r \cdot G_{ac} \cdot m_r \cdot i_{dc}}{L_s}}$$

$$\boxed{dv_c = \frac{i_s - G_{ac} \cdot m_r \cdot i_{dc}}{C_r}}$$

$$\boxed{di_{dc} = \frac{G_{ac} \cdot m_r^T \cdot v_c + G_{ac} \cdot m_r^T \cdot R_r \cdot i_s - R_r \cdot \frac{5}{3} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot |m_r| \cdot i_{dc} - R_{dc} \cdot i_{dc}}{L_{dc}}}$$

donde: $\boxed{s_r = G_{ac} \cdot m_r}$

Modelo del Rectificador Fuente de Corriente en dq0



Las ecuaciones de estado para la fundamental:

$$di_s = \frac{v_s - R_s \cdot i_s - v_c - R_r \cdot i_s + R_r \cdot G_{ac} \cdot m_r \cdot i_{dc}}{L_s}$$

$$dv_c = \frac{i_s - G_{ac} \cdot m_r \cdot i_{dc}}{C_r}$$

$$di_{dc} = \frac{G_{ac} \cdot m_r \cdot v_c + G_{ac} \cdot m_r \cdot R_r \cdot i_s - R_r \cdot \frac{5}{3} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \left|m_r\right| \cdot i_{dc} - R_{dc} \cdot i_{dc}}{L_{dc}}$$

Las ecuaciones de estado para la fundamenta en dq0:

$$\boxed{di_{sd} = w_s \cdot i_{sq} + \frac{v_{sd} - R_s \cdot i_{sd} - v_{cd} - R_r \cdot i_{sd} + R_r \cdot G_{ac} \cdot m_{rd} \cdot i_{dc}}{L_s}}$$

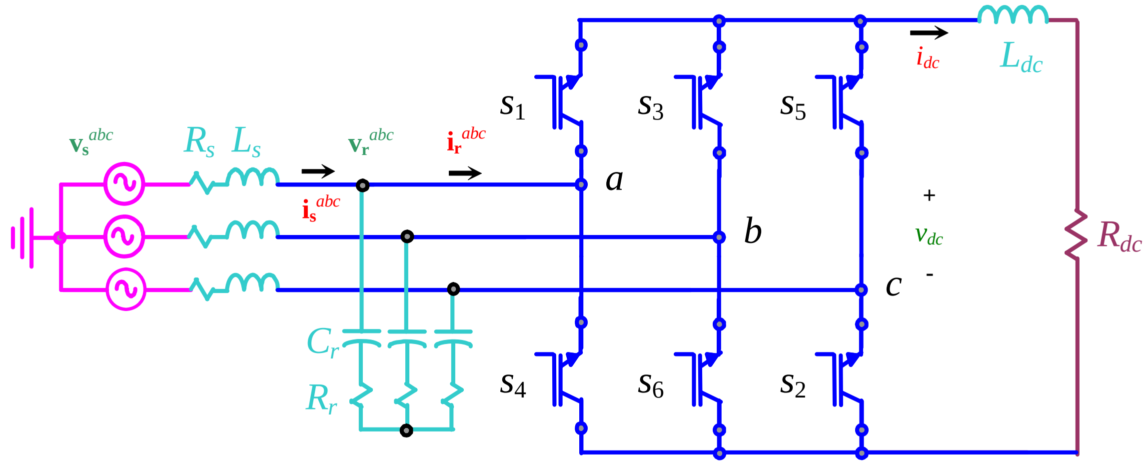
$$\boxed{di_{sq} = -w_s \cdot i_{sd} + \frac{v_{sq} - R_s \cdot i_{sq} - v_{cq} - R_r \cdot i_{sq} + R_r \cdot G_{ac} \cdot m_{rq} \cdot i_{dc}}{L_s}}$$

$$\boxed{dv_{cd} = w_s \cdot v_{cq} + \frac{i_{sd} - G_{ac} \cdot m_{rd} \cdot i_{dc}}{C_r}}$$

$$\boxed{dv_{cq} = -w_s \cdot v_{cd} + \frac{i_{sq} - G_{ac} \cdot m_{rq} \cdot i_{dc}}{C_r}}$$

$$\boxed{di_{dc} = \frac{G_{ac} \cdot \left(m_{rd} \cdot v_{cd} + m_{rq} \cdot v_{cq}\right) + G_{ac} \cdot R_r \cdot \left(m_{rd} \cdot i_{sd} + m_{rq} \cdot i_{sq}\right) - R_r \cdot \frac{5}{3} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{m_{rd}^{\,2} + m_{rq}^{\,2}} \cdot i_{dc} - R_{dc} \cdot i_{dc}}{L_{dc}}}$$

Punto de Operación del Rectificador Fuente de Corriente en dq0: Caso 01



Parámetros

$V_{sa} := 220 \cdot \sqrt{2}$ $\quad w_s := 2 \cdot \pi \cdot 50$ $\quad R_s := 1$ $\quad L_s := 15 \cdot 10^{-3}$

$V_{sd} := V_{sa} \cdot \sqrt{\frac{3}{2}}$ $\quad V_{sq} := 0$ $\quad R_r := 2$ $\quad C_r := 75.053 \cdot 10^{-6}$

$R_{dc} := 10$ $\quad L_{dc} := 50 \cdot 10^{-3}$ $\quad G_{ac} := \frac{\sqrt{3}}{2}$ $\quad cf := \frac{180}{\pi}$

Se asignan las entradas y se busca el valor de las variables de estado:

$\boxed{M_{rd} := 0.9}$ $\quad \boxed{M_{rq} := -0.6}$

C_r se calculó para tener w_{rn} = 15/5...!!!...

Condiciones Iniciales para la función GIVEN

$I_{sd} := 13$ $\quad I_{sq} := -5$ $\quad V_{cd} := 362.965$ $\quad V_{cq} := -67.707$ $\quad I_{dc} := 20$

Las variables buscadas deben tener C.I....!!!...

Given

$$w_s \cdot I_{sq} + \frac{V_{sd} - (R_s + R_r) \cdot I_{sd} - V_{cd} + G_{ac} \cdot R_r \cdot I_{dc} \cdot M_{rd}}{L_s} = 0 \qquad w_s \cdot V_{cq} + \frac{I_{sd} - G_{ac} \cdot I_{dc} \cdot M_{rd}}{C_r} = 0$$

$$-w_s \cdot I_{sd} + \frac{V_{sq} - (R_s + R_r) \cdot I_{sq} - V_{cq} + G_{ac} \cdot R_r \cdot I_{dc} \cdot M_{rq}}{L_s} = 0 \qquad -w_s \cdot V_{cd} + \frac{I_{sq} - G_{ac} \cdot I_{dc} \cdot M_{rq}}{C_r} = 0$$

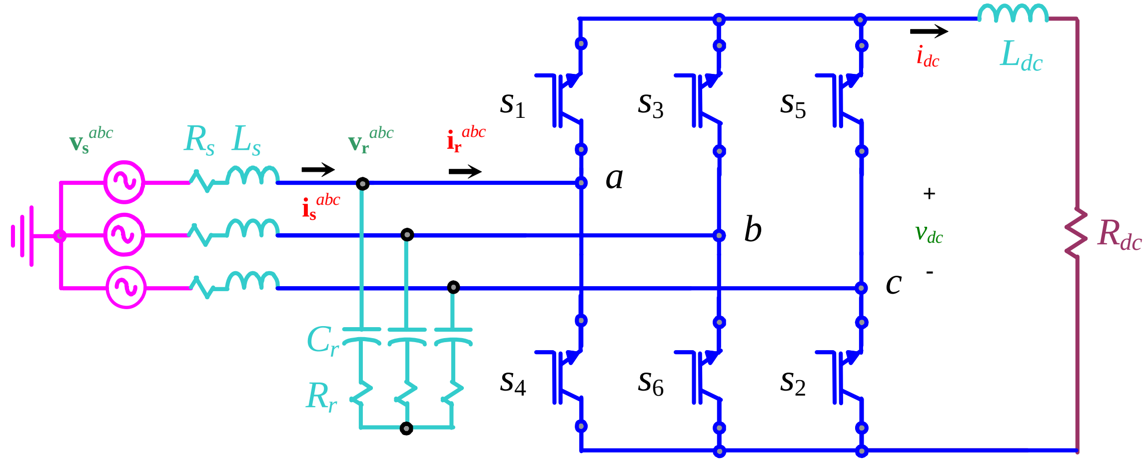
$$G_{ac} \cdot (V_{cd} \cdot M_{rd} + V_{cq} \cdot M_{rq}) + R_r \cdot G_{ac} \cdot (I_{sd} \cdot M_{rd} + I_{sq} \cdot M_{rq}) - I_{dc} \cdot \left[R_r \cdot \left(\frac{5}{3} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{M_{rd}^2 + M_{rq}^2}\right) + R_{dc}\right] = 0$$

$$\begin{pmatrix} I_{sd} & I_{sq} & V_{cd} & V_{cq} & I_{dc} \end{pmatrix} := \mathrm{Find}(I_{sd}, I_{sq}, V_{cd}, V_{cq}, I_{dc})^T$$

Las variables buscadas tienen por valor,

$$\boxed{\begin{pmatrix} I_{sd} & I_{sq} & V_{cd} & V_{cq} & I_{dc} \end{pmatrix} = (24.441 \quad -6.844 \quad 318.542 \quad -123.351 \quad 27.626)}$$

Punto de Operación del Rectificador Fuente de Corriente en dq0: Caso 01



Parámetros

$V_{sa} = 311.127$ $w_s = 314.159$ $R_s = 1$ $L_s = 0.015$

$V_{sd} = 381.051$ $V_{sq} = 0$ $R_r = 2$ $C_r = 7.505 \times 10^{-5}$

$R_{dc} = 10$ $L_{dc} = 0.05$ $G_{ac} = 0.866$

Entradas:

$\boxed{M_{rd} = 0.9}$ $\boxed{M_{rq} = -0.6}$

Salidas:

$\boxed{\left(I_{sd}\ \ I_{sq}\ \ V_{cd}\ \ V_{cq}\ \ I_{dc}\right) = (24.441\ \ -6.844\ \ 318.542\ \ -123.351\ \ 27.626)}$

Para losparámetros y entradas dadas se obtiene:

Factor de Potencia:

$$f_p := \cos\left(\operatorname{atan}\left(\frac{I_{sq}}{I_{sd}}\right)\right)$$

$\boxed{f_p = 0.963}$

$$\operatorname{atan}\left(\frac{I_{sq}}{I_{sd}}\right)\cdot\frac{180}{\pi} = -15.644$$ -> Ind.

Potencia en la Carga:

$$P := R_{dc}\cdot I_{dc}^{\ 2}$$

$\boxed{P\cdot 10^{-3} = 7.632}$

Indice de Modulación:

$$M_r := \sqrt{\frac{2}{3}}\cdot\sqrt{(M_{rd})^2 + (M_{rq})^2}$$

$\boxed{M_r = 0.883}$

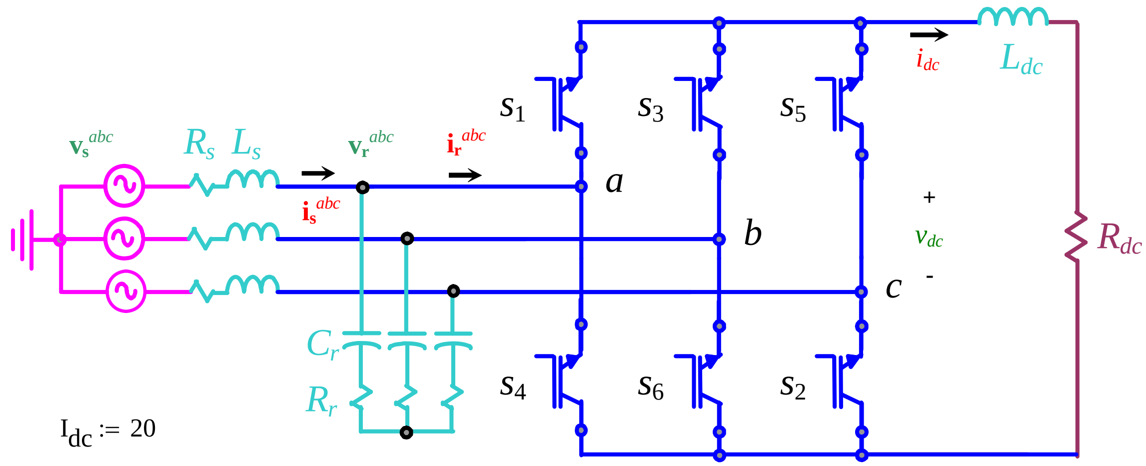
Frec. de Resonancia:

$$w_{rn} := \left(w_s\cdot\sqrt{L_s\cdot C_r}\right)^{-1}$$

$\boxed{w_{rn} = 3}$

¿ Qué pasa si deseo especificar un factor de potencia en la entrada y una potencia en la carga ?

Punto de Operación del Rectificador Fuente de Corriente en dq0: Caso 02



Los valores deseados son:

$f_p := 0.93$ -> Ind. $P := 4\cdot 10^3$

Condiciones Iniciales para la función GIVEN

$I_{sd} := 13$ $I_{sq} := -5$ $V_{cd} := 362.965$ $V_{cq} := -67.707$ $I_{dc} := 20$

$M_{rd} := 0.7$ $M_{rq} := -0.8$

Given

$$w_s\cdot I_{sq} + \frac{V_{sd} - (R_s + R_r)\cdot I_{sd} - V_{cd} + G_{ac}\cdot R_r\cdot I_{dc}\cdot M_{rd}}{L_s} = 0 \qquad w_s\cdot V_{cq} + \frac{I_{sd} - G_{ac}\cdot I_{dc}\cdot M_{rd}}{C_r} = 0$$

$$-w_s\cdot I_{sd} + \frac{V_{sq} - (R_s + R_r)\cdot I_{sq} - V_{cq} + G_{ac}\cdot R_r\cdot I_{dc}\cdot M_{rq}}{L_s} = 0 \qquad -w_s\cdot V_{cd} + \frac{I_{sq} - G_{ac}\cdot I_{dc}\cdot M_{rq}}{C_r} = 0$$

$$G_{ac}\cdot(V_{cd}\cdot M_{rd} + V_{cq}\cdot M_{rq}) + R_r\cdot G_{ac}\cdot(I_{sd}\cdot M_{rd} + I_{sq}\cdot M_{rq}) - I_{dc}\cdot\left[R_r\cdot\left(\frac{5}{3}\cdot\sqrt{\frac{2}{3}}\cdot\sqrt{M_{rd}^2 + M_{rq}^2}\right) + R_{dc}\right] = 0$$

$$-\mathrm{acos}(f_p) = \mathrm{atan}\left(\frac{I_{sq}}{I_{sd}}\right)$$

$$P = R_{dc}\cdot I_{dc}^2$$

$$(I_{sd}\ \ I_{sq}\ \ V_{cd}\ \ V_{cq}\ \ I_{dc}\ \ M_{rd}\ \ M_{rq}) := \mathrm{Find}(I_{sd}, I_{sq}, V_{cd}, V_{cq}, I_{dc}, M_{rd}, M_{rq})^T$$

Las variables buscadas tienen por valor,

$$(I_{sd}\ \ I_{sq}\ \ V_{cd}\ \ V_{cq}\ \ I_{dc}\ \ M_{rd}\ \ M_{rq}) = (12.623\ \ -4.989\ \ 341.59\ \ -70.602\ \ 20\ \ 0.633\ \ -0.753)$$

Factor de Potencia:

$$f_p := \cos\left(\mathrm{atan}\left(\frac{I_{sq}}{I_{sd}}\right)\right)$$

$f_p = 0.93$

Potencia en la Carga:

$$P := R_{dc}\cdot I_{dc}^2$$

$P\cdot 10^{-3} = 4$

Indice de Modulación:

$$M_r := \sqrt{\frac{2}{3}}\cdot\sqrt{(M_{rd})^2 + (M_{rq})^2}$$

$M_r = 0.803$

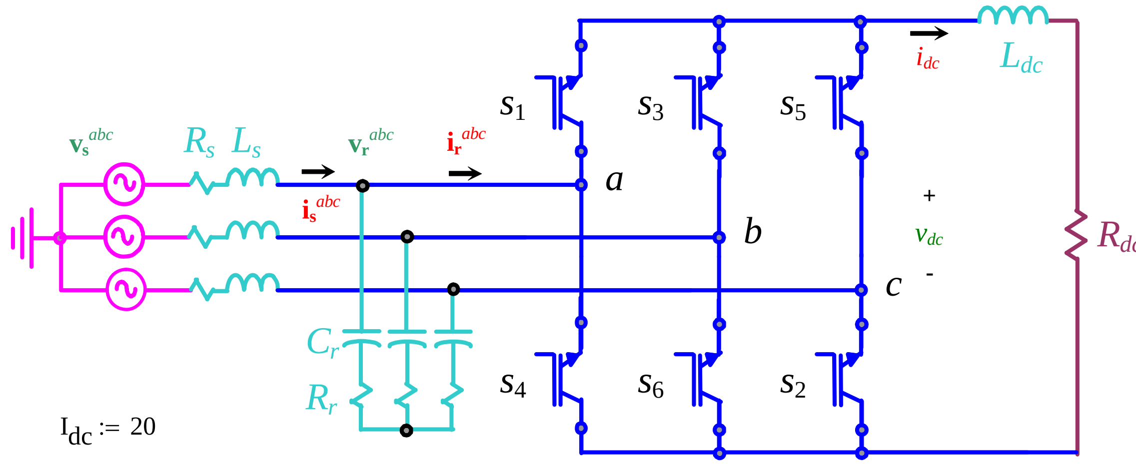
Frec. de Resonancia:

$$w_{rn} := \left(w_s\cdot\sqrt{L_s\cdot C_r}\right)^{-1}$$

$w_{rn} = 3$

¿ Qué pasa si deseo especificar un índice de modulación ?

Punto de Operación del Rectificador Fuente de Corriente en dq0: Caso 03



Los valores deseados son:

$f_p = 0.93$ $\quad P \cdot 10^{-3} = 4$ $\quad M_r := 0.9$

Condiciones Iniciales para la función GIVEN

$I_{sd} := 13$ $\quad I_{sq} := -5$ $\quad V_{cd} := 362.965$ $\quad V_{cq} := -67.707$ $\quad I_{dc} := 20$

$M_{rd} := 0.7$ $\quad M_{rq} := -0.8$ $\quad C_r \cdot 10^6 = 75.053$

Given

$$w_s \cdot I_{sq} + \frac{V_{sd} - (R_s + R_r)\cdot I_{sd} - V_{cd} + G_{ac}\cdot R_r \cdot I_{dc} \cdot M_{rd}}{L_s} = 0 \qquad w_s \cdot V_{cq} + \frac{I_{sd} - G_{ac}\cdot I_{dc}\cdot M_{rd}}{C_r} = 0$$

$$-\mathrm{acos}(f_p) = \mathrm{atan}\left(\frac{I_{sq}}{I_{sd}}\right)$$

$$-w_s \cdot I_{sd} + \frac{V_{sq} - (R_s + R_r)\cdot I_{sq} - V_{cq} + G_{ac}\cdot R_r \cdot I_{dc} \cdot M_{rq}}{L_s} = 0 \qquad -w_s \cdot V_{cd} + \frac{I_{sq} - G_{ac}\cdot I_{dc}\cdot M_{rq}}{C_r} = 0$$

$$P = R_{dc}\cdot I_{dc}^2$$

$$G_{ac}\cdot(V_{cd}\cdot M_{rd} + V_{cq}\cdot M_{rq}) + R_r \cdot G_{ac}\cdot(I_{sd}\cdot M_{rd} + I_{sq}\cdot M_{rq}) - I_{dc}\cdot\left[R_r\cdot\left(\frac{5}{3}\cdot\sqrt{\frac{2}{3}}\cdot\sqrt{M_{rd}^2 + M_{rq}^2}\right) + R_{dc}\right] = 0$$

$$M_r = \sqrt{\frac{2}{3}}\cdot\sqrt{M_{rd}^2 + M_{rq}^2}$$

$$\begin{pmatrix} I_{sd} & I_{sq} & V_{cd} & V_{cq} & I_{dc} & M_{rd} & M_{rq} & C_r \end{pmatrix} := \mathrm{Find}(I_{sd}, I_{sq}, V_{cd}, V_{cq}, I_{dc}, M_{rd}, M_{rq}, C_r)^T$$

Las variables buscadas tienen por valor,

$$\begin{pmatrix} I_{sd} & I_{sq} & V_{cd} & V_{cq} & I_{dc} & M_{rd} & M_{rq} & C_r \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 12.896 & -5.097 & 339.151 & -77.498 & 20 & 0.601 & -0.924 & 1.024\times10^{-4} \end{pmatrix}$$

Factor de Potencia:

$$f_p := \cos\left(\mathrm{atan}\left(\frac{I_{sq}}{I_{sd}}\right)\right)$$

$f_p = 0.93$

Potencia en la Carga:

$$P := R_{dc}\cdot I_{dc}^2$$

$P \cdot 10^{-3} = 4$

Indice de Modulación:

$$M_r := \sqrt{\frac{2}{3}}\cdot\sqrt{(M_{rd})^2 + (M_{rq})^2}$$

$M_r = 0.9$

Capacitor del Filtro AC:

$C_r \cdot 10^6 = 102.421$

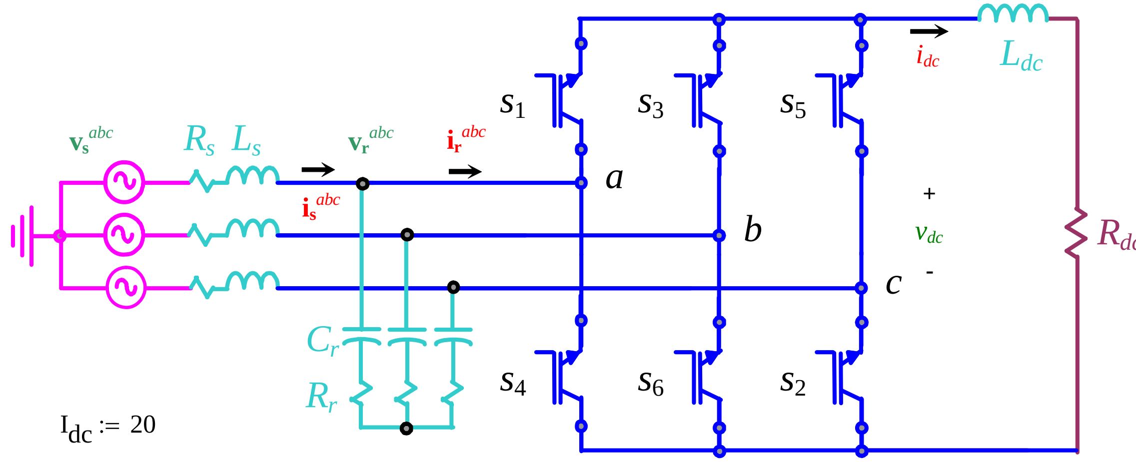
Frec. de Resonancia:

$$w_{rn} := \left(w_s \cdot \sqrt{L_s \cdot C_r}\right)^{-1}$$

$w_{rn} = 2.568$

¿ Qué pasa si deseo especificar una frecuencia de resonancia ?

Punto de Operación del Rectificador Fuente de Corriente en dq0: Caso 04



Los valores deseados son:

$\boxed{f_p = 0.93}$ $\boxed{P \cdot 10^{-3} = 4}$ $\boxed{M_r = 0.9}$ $\boxed{w_{rn} := \frac{15}{5}}$

Condiciones Iniciales para la función GIVEN

$I_{sd} := 13$ $I_{sq} := -5$ $V_{cd} := 362.965$ $V_{cq} := -67.707$ $I_{dc} := 20$

$M_{rd} := 0.7$ $M_{rq} := -0.8$ $C_r \cdot 10^6 = 102.421$ $L_s \cdot 10^3 = 15$

Given

$$w_s \cdot I_{sq} + \frac{V_{sd} - (R_s + R_r) \cdot I_{sd} - V_{cd} + G_{ac} \cdot R_r \cdot I_{dc} \cdot M_{rd}}{L_s} = 0 \qquad w_s \cdot V_{cq} + \frac{I_{sd} - G_{ac} \cdot I_{dc} \cdot M_{rd}}{C_r} = 0$$

$$-w_s \cdot I_{sd} + \frac{V_{sq} - (R_s + R_r) \cdot I_{sq} - V_{cq} + G_{ac} \cdot R_r \cdot I_{dc} \cdot M_{rq}}{L_s} = 0 \qquad -w_s \cdot V_{cd} + \frac{I_{sq} - G_{ac} \cdot I_{dc} \cdot M_{rq}}{C_r} = 0$$

$$G_{ac} \cdot (V_{cd} \cdot M_{rd} + V_{cq} \cdot M_{rq}) + R_r \cdot G_{ac} \cdot (I_{sd} \cdot M_{rd} + I_{sq} \cdot M_{rq}) - I_{dc} \left[R_r \cdot \left(\frac{5}{3} \cdot \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{M_{rd}^2 + M_{rq}^2} \right) + R_{dc} \right] = 0$$

$$\boxed{-\mathrm{acos}(f_p) = \mathrm{atan}\left(\frac{I_{sq}}{I_{sd}}\right)} \qquad \boxed{w_{rn} = \left(w_s \cdot \sqrt{L_s \cdot C_r}\right)^{-1}}$$

$$\boxed{P = R_{dc} \cdot I_{dc}^2}$$

$$\boxed{M_r = \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{M_{rd}^2 + M_{rq}^2}}$$

$$(I_{sd}\ I_{sq}\ V_{cd}\ V_{cq}\ I_{dc}\ M_{rd}\ M_{rq}\ C_r\ L_s) := \mathrm{Find}(I_{sd}, I_{sq}, V_{cd}, V_{cq}, I_{dc}, M_{rd}, M_{rq}, C_r, L_s)^T$$

Las variables buscadas tienen por valor,

$$\boxed{(I_{sd}\ I_{sq}\ V_{cd}\ V_{cq}\ I_{dc}\ M_{rd}\ M_{rq}\ C_r\ L_s) = (12.841\ \ -5.075\ \ 345.941\ \ -62.727\ \ 20\ \ 0.631\ \ -0.904\ \ 9.739 \times 10^{-5}\ \ 0.012)}$$

Factor de Potencia:

$$f_p := \cos\left(\mathrm{atan}\left(\frac{I_{sq}}{I_{sd}}\right)\right)$$

$\boxed{f_p = 0.93}$

Potencia en la Carga:

$$P := R_{dc} \cdot I_{dc}^2$$

$\boxed{P \cdot 10^{-3} = 4}$

Indice de Modulación:

$$M_r := \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{(M_{rd})^2 + (M_{rq})^2}$$

$\boxed{M_r = 0.9}$

Capacitor del Filtro AC:

$\boxed{C_r \cdot 10^6 = 97.388}$

Frec. de Resonancia:

$$w_{rn} := \left(w_s \cdot \sqrt{L_s \cdot C_r}\right)^{-1}$$

$\boxed{w_{rn} = 3}$

Inductancia de entrada.

$\boxed{L_s \cdot 10^3 = 11.56}$

Simulacion, Rectificador Fuente de Corriente en abc: Caso 04. Definiciones.

La moduladora es,

$$M_r := \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{\left(M_{rd}\right)^2 + \left(M_{rq}\right)^2} \qquad f_{Mr} := \operatorname{atan}\left(\frac{M_{rq}}{M_{rd}}\right)$$

Las tensiones de red son,

$$v_{sa}(t) := V_{sa} \cdot \sin\left(w_s \cdot t + 0\right)$$

$$v_{sb}(t) := V_{sa} \cdot \sin\left(w_s \cdot t - 120 \cdot \frac{\pi}{180}\right)$$

$$v_{sc}(t) := V_{sa} \cdot \sin\left(w_s \cdot t - 240 \cdot \frac{\pi}{180}\right)$$

Se define la matriz de transformación entre abc y dq0,

$$T(t) := \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot \begin{pmatrix} \sin\left(w_s \cdot t\right) & \sin\left(w_s \cdot t - 2 \cdot \frac{\pi}{3}\right) & \sin\left(w_s \cdot t - 4 \cdot \frac{\pi}{3}\right) \\ \cos\left(w_s \cdot t\right) & \cos\left(w_s \cdot t - 2 \cdot \frac{\pi}{3}\right) & \cos\left(w_s \cdot t - 4 \cdot \frac{\pi}{3}\right) \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix}$$

Las moduladoras son,

$$m_{ra}(t) := M_r \cdot \sin\left(w_s \cdot t + f_{Mr}\right)$$

$$m_{rb}(t) := M_r \cdot \sin\left(w_s \cdot t + f_{Mr} - \frac{120}{cf}\right)$$

$$m_{rc}(t) := M_r \cdot \sin\left(w_s \cdot t + f_{Mr} - \frac{240}{cf}\right)$$

Las señales $\mathbf{m_s}(t)$ son las señales $\mathbf{m_r}(t)$ desfasadas en 30 grados pero de igual amplitud.

$$m_s(t) := \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} m_{ra}(t) \\ m_{rb}(t) \\ m_{rc}(t) \end{pmatrix}$$

$$m_{sa}(t) := m_s(t)_0$$

$$m_{sb}(t) := m_s(t)_1$$

$$m_{sc}(t) := m_s(t)_2$$

La trinagular se calcula con una fase tal que queda sincronizada con la moduladora,

$$f_{n\_tr} := 15$$

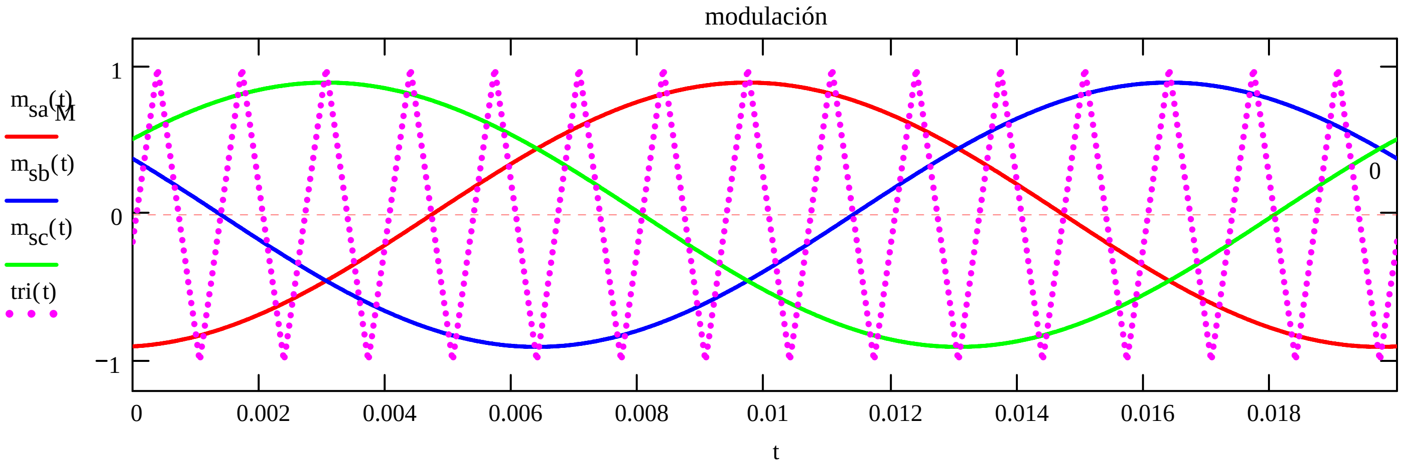
$$per := 1$$

$$\boxed{tri(t) := \frac{2}{\pi} \cdot \operatorname{asin}\left(-\sin\left(f_{n\_tr} \cdot w_s \cdot t + f_{Mr} \cdot f_{n\_tr} - \frac{\pi}{2}\right)\right)}$$

Parámetros de la simulación,

$$\boxed{n_f := f_{n\_tr} \cdot 4 \cdot 14 \cdot per} \qquad n := 0 .. n_f \qquad t_f := .02 \cdot per \qquad t := 0, \frac{t_f}{n_f} .. t_f$$

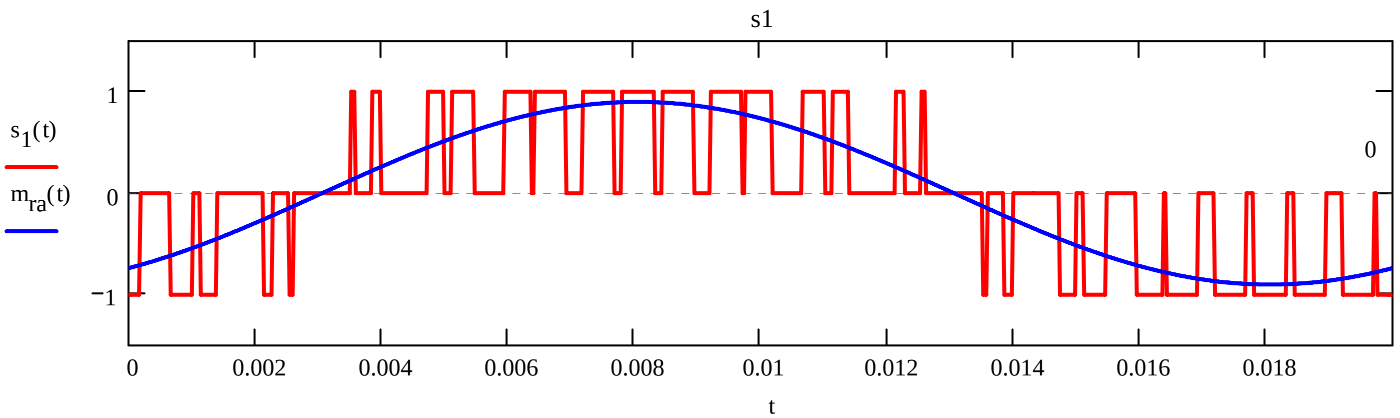
Simulacion, Rectificador Fuente de Corriente en abc: Caso 04. Moduladoras.



Las funciones de switcheo son,

$s_a(t) := \text{if}\left(m_{sa}(t) > \text{tri}(t), 0.5, -0.5\right)$ $\quad s_b(t) := \text{if}\left(m_{sb}(t) > \text{tri}(t), 0.5, -0.5\right)$ $\quad s_c(t) := \text{if}\left(m_{sc}(t) > \text{tri}(t), 0.5, -0.5\right)$

$s_1(t) := s_a(t) - s_b(t)$ $\quad s_3(t) := s_b(t) - s_c(t)$ $\quad s_5(t) := s_c(t) - s_a(t)$



Cuando la función s_1 vale 1 se enciende el switch 1 y cuando vale -1 se enciende el switch 4. Nótese que la fundamental de $s_1(t)$ es $m_{ra}(t)$...!!!...

Las condiciones iniciales en abc:

$$\boxed{Is_{abc\_0} := T(0)^T \cdot \begin{pmatrix} I_{sd} \\ I_{sq} \\ 0 \end{pmatrix}} \qquad \boxed{Vc_{abc\_0} := T(0)^T \cdot \begin{pmatrix} V_{cd} \\ V_{cq} \\ 0 \end{pmatrix}}$$

esto pq, $x_{dq0}(t) = T(t) \cdot x_{abc}(t)$ y ppt, $x_{abc}(t) = T(t)^{-1} \cdot x_{dq0}(t)$

$x_{abc}(t) = T(t)^T \cdot x_{dq0}(t)$

Simulacion, Rectificador Fuente de Corriente en abc: Caso 04. Simulación.

$$D(t,x) := \begin{bmatrix} \dfrac{-(R_s + R_r)\cdot x_0 - x_3 + s_1(t)\cdot R_r\cdot x_6 + v_{sa}(t)}{L_s} \\ \dfrac{-(R_s + R_r)\cdot x_1 - x_4 + s_3(t)\cdot R_r\cdot x_6 + v_{sb}(t)}{L_s} \\ \dfrac{-(R_s + R_r)\cdot x_2 - x_5 + s_5(t)\cdot R_r\cdot x_6 + v_{sc}(t)}{L_s} \\ \dfrac{x_0 - s_1(t)\cdot x_6}{C_r} \\ \dfrac{x_1 - s_3(t)\cdot x_6}{C_r} \\ \dfrac{x_2 - s_5(t)\cdot x_6}{C_r} \\ \dfrac{x_3\cdot s_1(t) + x_4\cdot s_3(t) + x_5\cdot s_5(t) + R_r\cdot\left(x_0\cdot s_1(t) + x_1\cdot s_3(t) + x_2\cdot s_5(t)\right) - x_6\cdot\left[R_{dc} + R_r\cdot\left(s_1(t)\cdot s_1(t) + s_3(t)\cdot s_3(t) + s_5(t)\cdot s_5(t)\right)\right]}{L_{dc}} \end{bmatrix}$$

Se simula una vez para usar los valores finales como condiciones iniciales en la simulación siguiente.

$$CI_{abc} := \text{augment}\left(Is_{abc\_0}{}^T, Vc_{abc\_0}{}^T, I_{dc}\right)^T \qquad Z_a := \text{rkfixed}\left(CI_{abc}\cdot 1, 0, t_f, n_f, D\right) \qquad CI_{abc} := \left(Z_{a_{n_f,1}}\ \ Z_{a_{n_f,2}}\ \ Z_{a_{n_f,3}}\ \ Z_{a_{n_f,4}}\ \ Z_{a_{n_f,5}}\ \ Z_{a_{n_f,6}}\ \ Z_{a_{n_f,7}}\right)^T$$

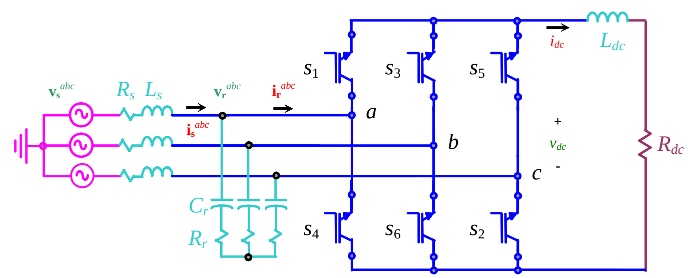
$$Z_a := \text{rkfixed}\left(CI_{abc}\cdot 1, 0, t_f, n_f, D\right)$$

Asignaciones.

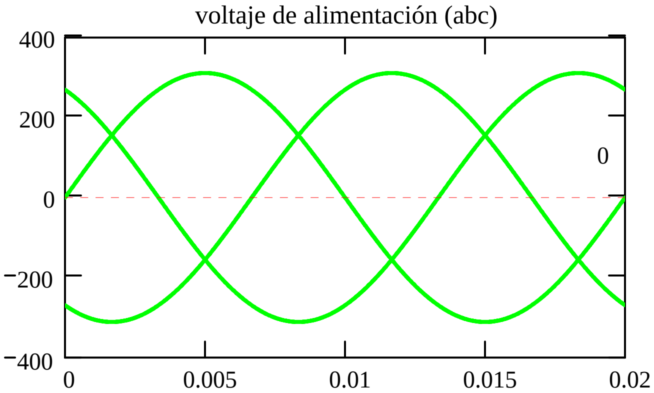
$$is_{abc}(t) := \left(Z_{a_{t\cdot\frac{n_f}{t_f},1}}\ \ Z_{a_{t\cdot\frac{n_f}{t_f},2}}\ \ Z_{a_{t\cdot\frac{n_f}{t_f},3}}\right)^T \qquad i_{dc}(t) := Z_{a_{t\cdot\frac{n_f}{t_f},7}}$$

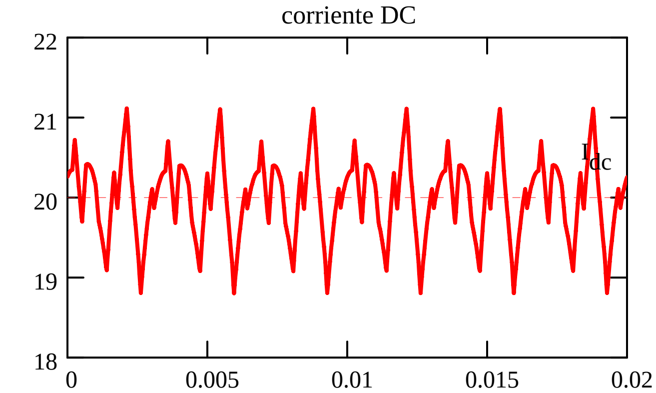
$$vc_{abc}(t) := \left(Z_{a_{t\cdot\frac{n_f}{t_f},4}}\ \ Z_{a_{t\cdot\frac{n_f}{t_f},5}}\ \ Z_{a_{t\cdot\frac{n_f}{t_f},6}}\right)^T \qquad ir_{abc}(t) := i_{dc}(t)\cdot\left(s_1(t)\ \ s_3(t)\ \ s_5(t)\right)^T$$

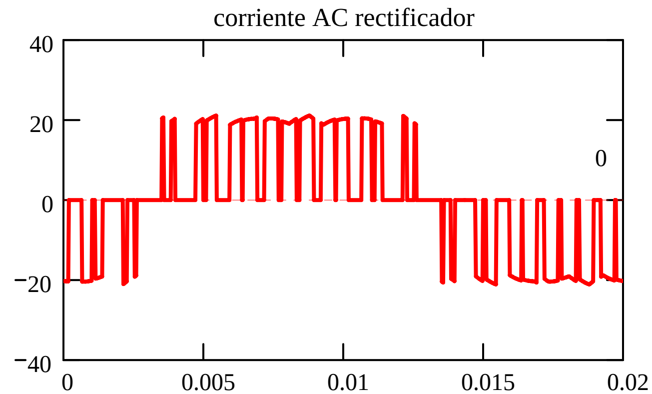
$$vr_{abc}(t) := vc_{abc}(t) + R_r\cdot\left(is_{abc}(t) - ir_{abc}(t)\right) \qquad vdc(t) := vr_{abc}(t)^T\cdot\left(s_1(t)\ \ s_3(t)\ \ s_5(t)\right)^T$$

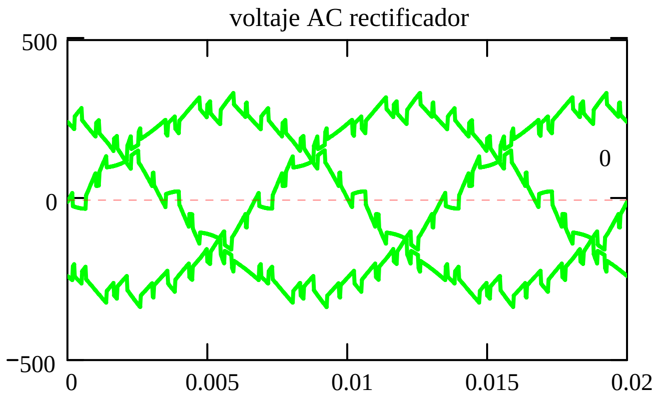


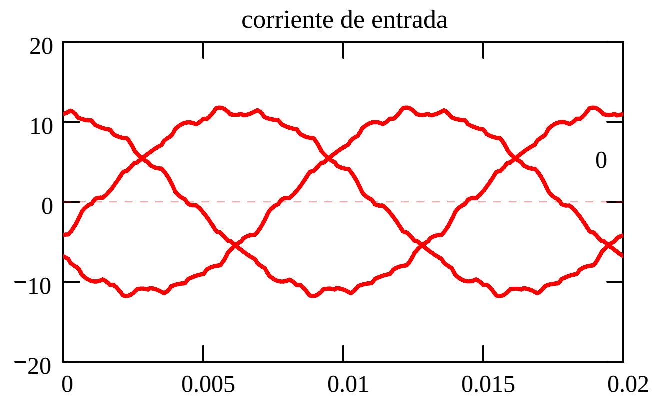
Simulacion, Rectificador Fuente de Corriente en abc: Caso 04. Formas de Onda.

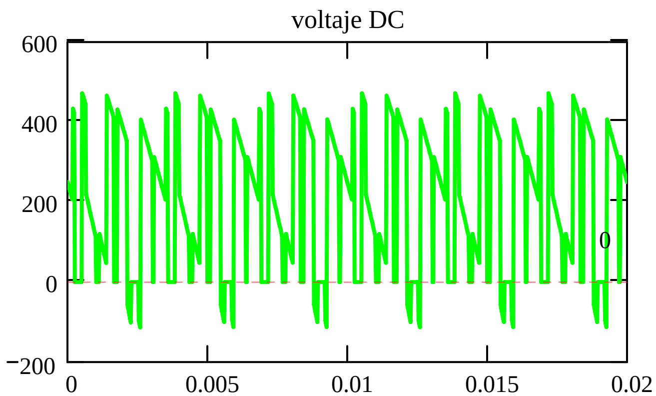












Simulacion, Rectificador Fuente de Corriente en abc: Caso 04. Potencias.

$$v_{abc}(t) := \left(v_{sa}(t) \quad v_{sb}(t) \quad v_{sc}(t)\right)$$

$$i_{abc}(t) := \left(is_{abc}(t)_0 \quad is_{abc}(t)_1 \quad is_{abc}(t)_2\right)$$

$$\boxed{p_{abc}(t) := v_{abc}(t)\cdot i_{abc}(t)^T}$$

$$\boxed{q_{abc}(t) := \left(v_{abc}(t)^T \times i_{abc}(t)^T\right)^T}$$

Factor de Potencia Instantáneo

$$fp(t) := \frac{p_{abc}(t)}{\sqrt{\left(p_{abc}(t)\right)^2 + \left(q_{abc}(t)\cdot q_{abc}(t)^T\right)}}$$

Ángulo del fp.

$$\phi(t) := \operatorname{atan}\left[\frac{\left(T(t)\cdot is_{abc}(t)\right)_1}{\left(T(t)\cdot is_{abc}(t)\right)_0}\right]\cdot\frac{180}{\pi}$$