

FCEFyN - UNC - ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

DOCENTE: Prof. Esp. Ing. Adrián Claudio Agüero

ALUMNO: Ferraris Domingo Jesus

Trabajo practico teorico 3:

Rectificacion.

1. Analisis.

Se hizo un analisis teorico de un circuito rectificador trifasico de onda completa con carga resistiva pura e inductiva pura. Ademas uniendo los analisis se sacaron conclusiones para una carga resistiva-inductiva.

Para cada caso se pusieron los parametros importantes de los diodos en funcion de las caracteristicas de la carga, siguiendo los siguientes pasos:

- Calcular la corriente media en la carga.
- Calcular corrientes media y eficaz por diodo.
- Relacionar corriente media y eficaz por diodo con la media de la carga.
- Calcular la tension media en la carga.
- Relacionar la anterior con la tension de pico inversa por diodo.

Como ya sabemos vamos a aplicar las siguientes integrales para el calculo de valor medio y eficaz.

$$IF(media) = IFav = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} iD(t) dt$$

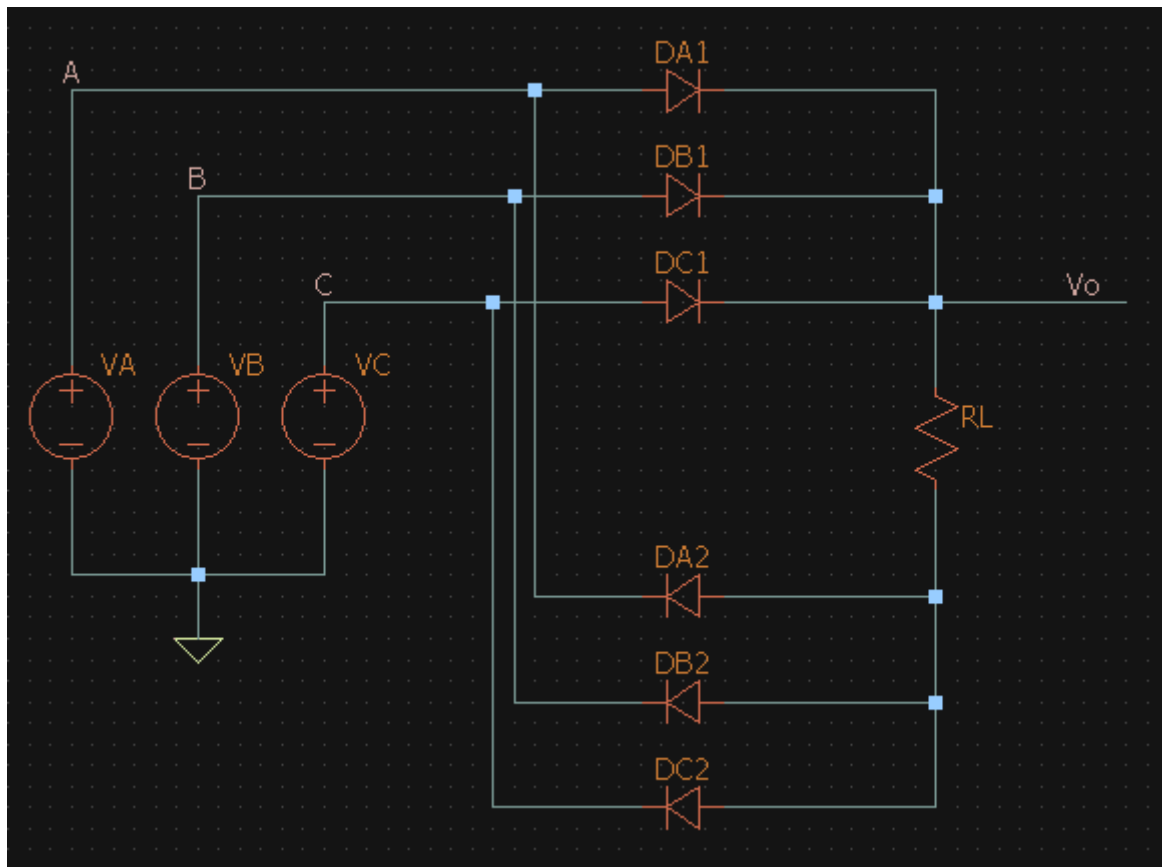
$$IF(ef) = IF = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} (iD(t))^2 dt}$$

$$IL(media) = Io = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} io(t) dt$$

$$VL(media) = Vo = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} vo(t) dt$$

Carga resistiva.

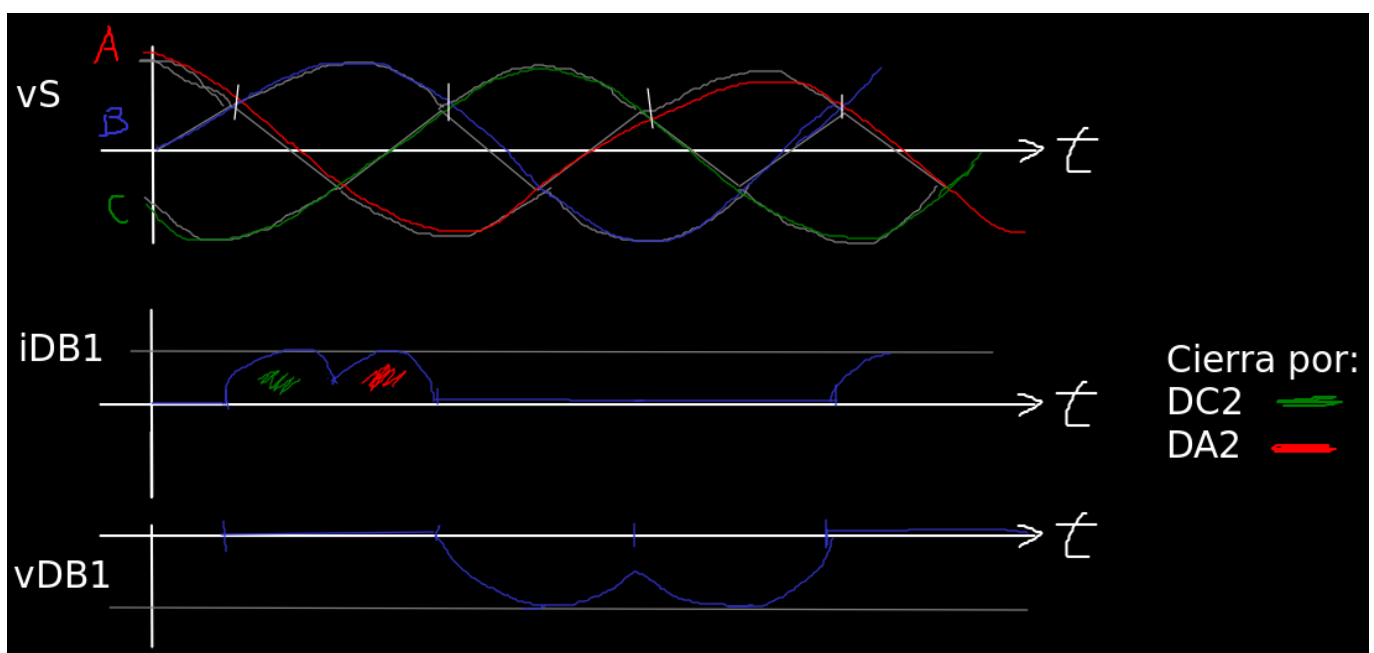
Nuestro circuito para el caso de la resistiva pura nos queda:



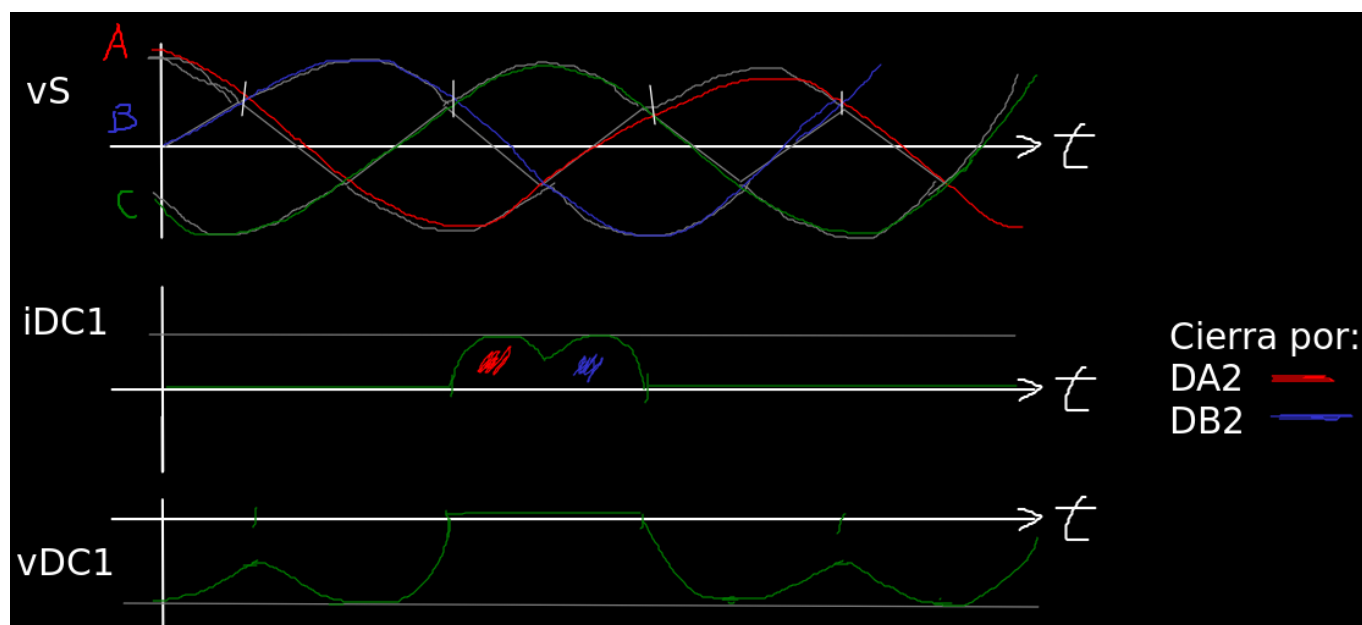
Donde conducirá un diodo por fase y la corriente retornará por uno de los 2 diodos inferiores alternadamente en cada ángulo de conducción.

Cuando la fase B sea positiva hará entrar en conducción al diodo B1 y este cerrará el circuito por medio del diodo C2 la mitad del tiempo y A2 la segunda mitad del tiempo.

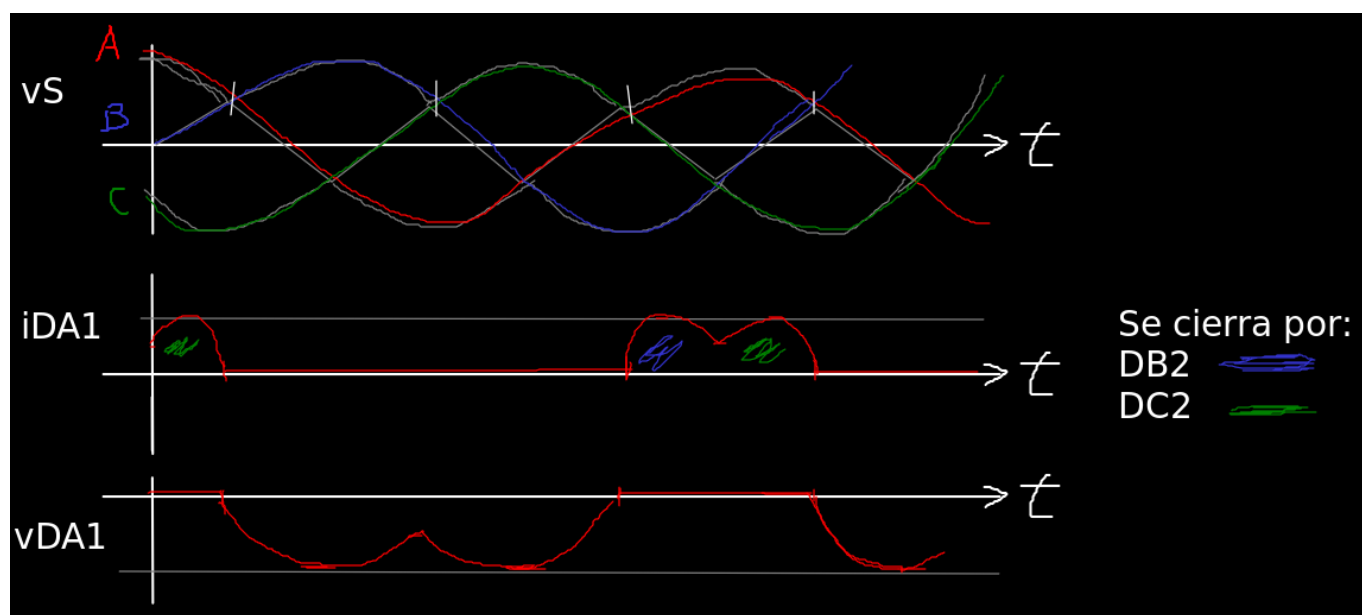
Durante el tiempo que este no conduzca, estará en inversa y soportará como máximo una tensión inversa igual a la tensión de línea.



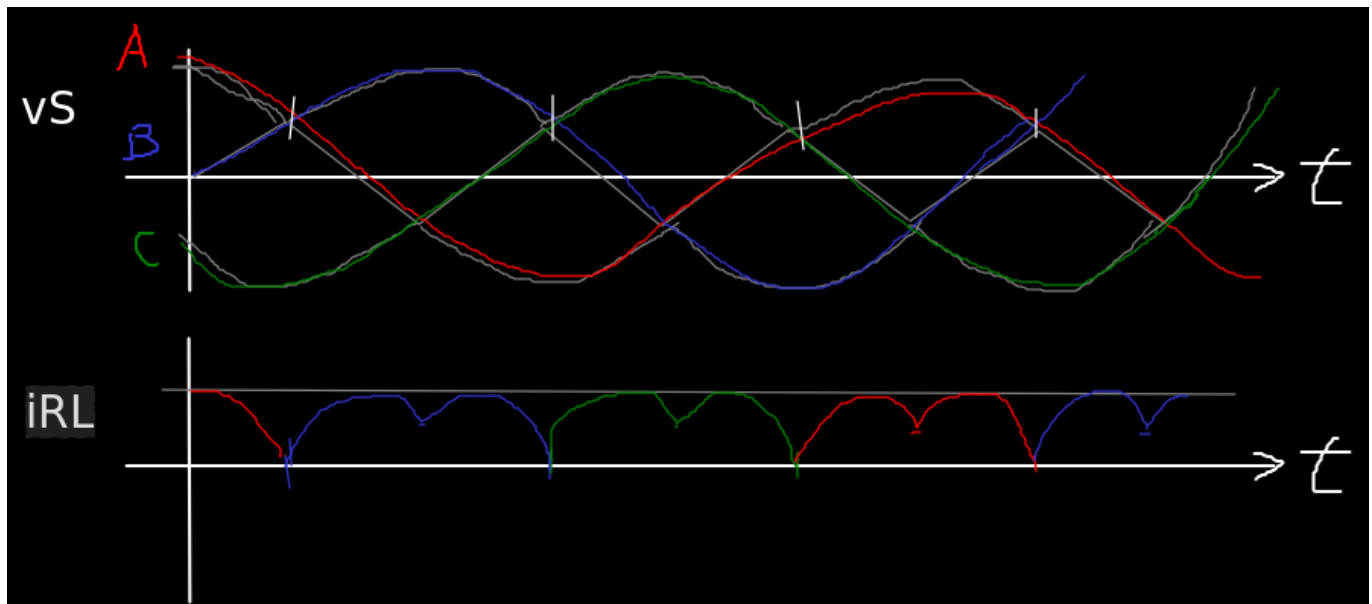
Seguidamente entra en conducción el diodo C1 y cierra por A2 y B2.



Y por ultimo el diodo C1 que cierra por A2 y B2 repitiendo luego toda la secuencia.

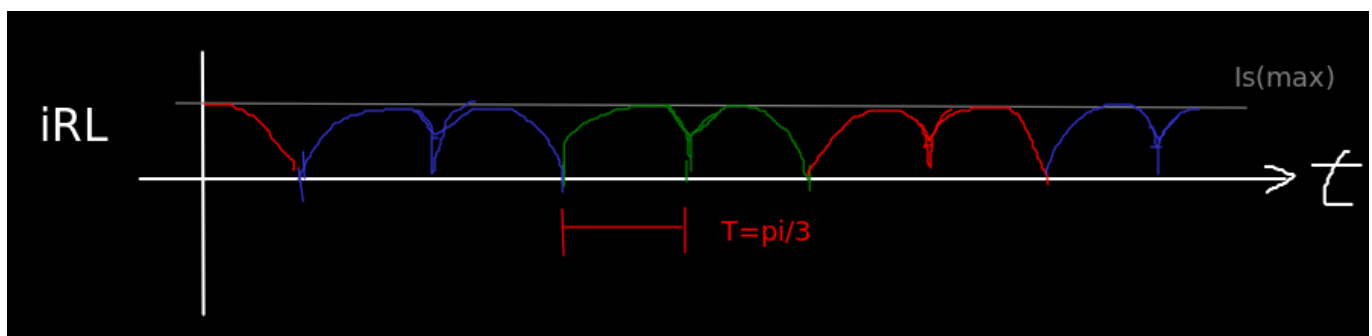


La corriente en la carga sera la superposicion de todas las fases aportadas por los diodos, generando una continua pulsante de periodo igual a la mitad del angulo de conduccion de cada diodo.



Calculo de coeficientes

Comenzamos por saber la expresion para la corriente media por la carga basandonos en el grafico analizado y aplicando la definicion de valor medio.

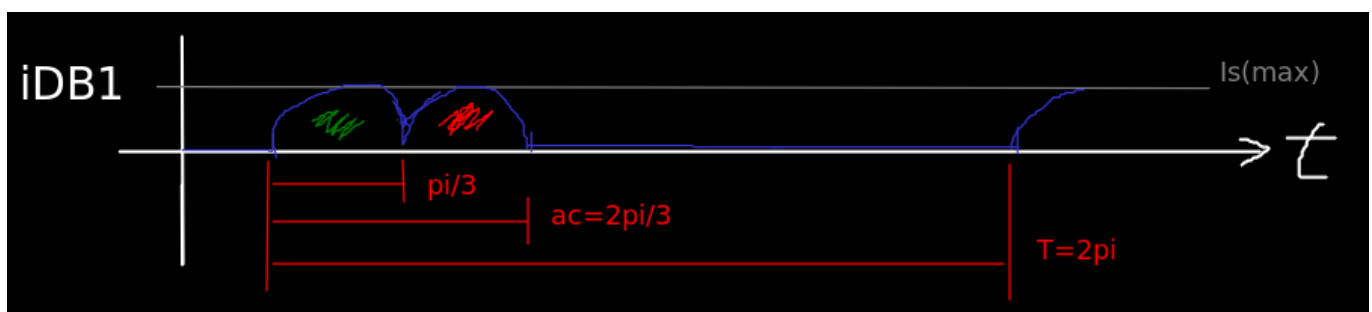


Donde aproximamos los pulsos por cosenos de periodo $\pi/3$, que integramos en el intervalo $[-\pi/6; \pi/6]$.

aplicando la definicion de valor medio y con cambio de variable, resolvemos una integral angular:

$$I_o = \frac{3}{\pi} \int_{-\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{6}} I_{s_p} \cos(\theta) d\theta = 3 \cdot \frac{I_{s_p}}{\pi}$$

Continuamos con el valor medio y eficaz por diodo viendo las características de la forma de onda de corriente.



Esta tiene un periodo de 2π , un angulo de conduccion de $2\pi/3$ conformado por 2 pulsos de corriente, cada uno de duracion $\pi/3$.

En este caso tomamos medio pulso de corriente, aproximamos por coseno, e integramos en un intervalo simetico +/- pi/6. Finalmente multiplicamos por 2 para tener el valor medio de el pulso completo.

$$IF_{av} = 2 \cdot \left[\frac{1}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{6}} I_{sp} \cos(\theta) d\theta \right] = \frac{I_{sp}}{\pi}$$

dividiendo miembro a miembro (m2m) IFav e Io, despejando IFav tenemos:

$$IF_{av} = \frac{1}{3} \cdot I_o = K_{av} \cdot I_o$$

Y para el valor eficaz:

$$IF^2 = 2 \cdot \left[\frac{1}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{6}} [I_{sp} \cos(\theta)]^2 d\theta \right] = \frac{2\pi + 3\sqrt{3}}{12\pi} \cdot (I_{sp})^2$$

$$IF = \sqrt{\frac{2\pi + 3\sqrt{3}}{12\pi}} \cdot I_{sp} = A \cdot I_{sp}$$

dividiendo m2m IF e Io, y despejando IF:

$$IF = \frac{\pi}{3} \cdot A \cdot I_o = \frac{\pi}{3} \cdot \sqrt{\frac{2\pi + 3\sqrt{3}}{12\pi}} \cdot I_o$$

Finalmente:

$$IF = 0.578 \cdot I_o = K_{rms} \cdot I_o$$

Continuamos con la tension media sobre la carga aplicando la definicion del valor medio, y teniendo en cuenta que sobre la carga cae la tension entre lineas.

$$V_o = \frac{3}{\pi} \int_{-\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{6}} V_{Lp} \cos(\theta) d\theta = \frac{3}{\pi} \cdot V_{Lp}$$

como en este circuito se tiene una tension inversa en los diodos igual a la tension de linea maxima:

$$V_o = \frac{3}{\pi} \cdot V_{RRM}$$

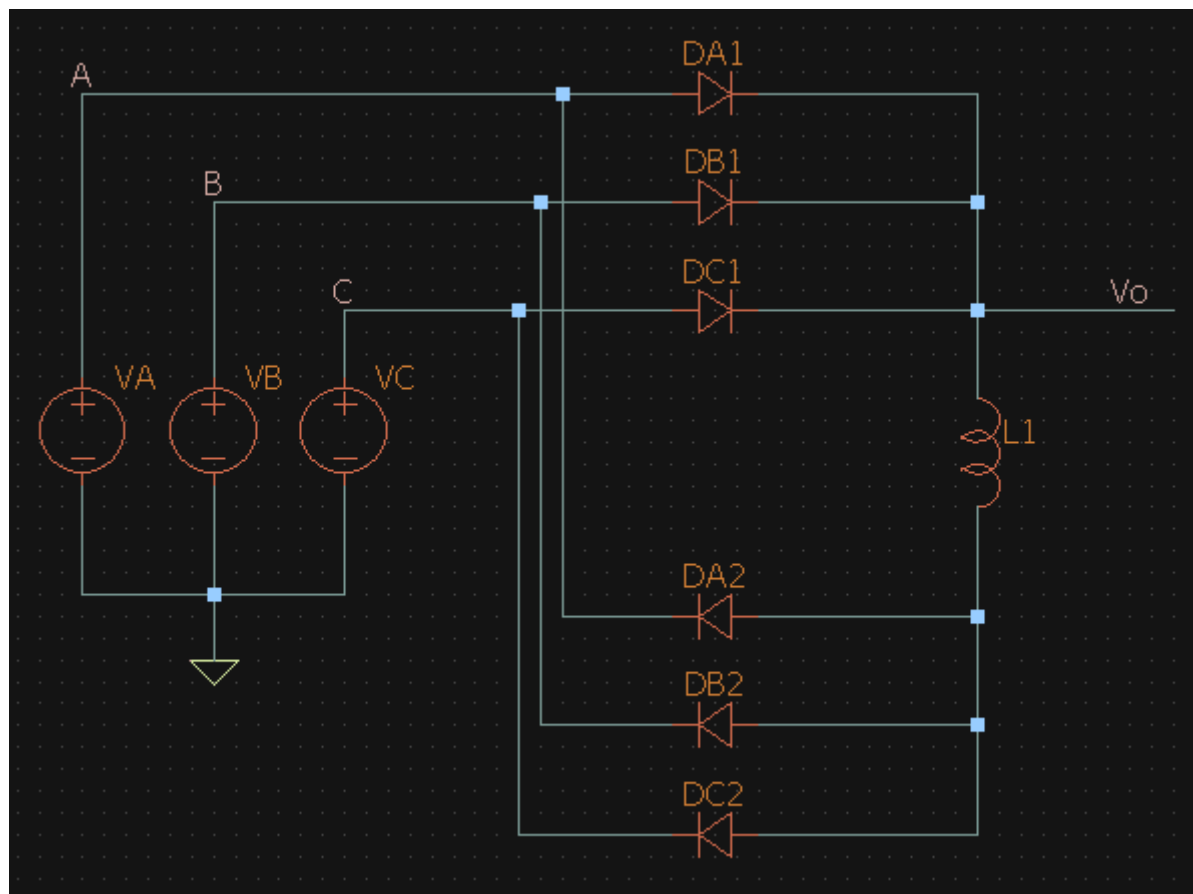
despejando la tension de pico inversa:

$$V_{RRM} = \frac{\pi}{3} \cdot V_o = 1.047 \cdot V_o = K_{RRM} \cdot V_o$$

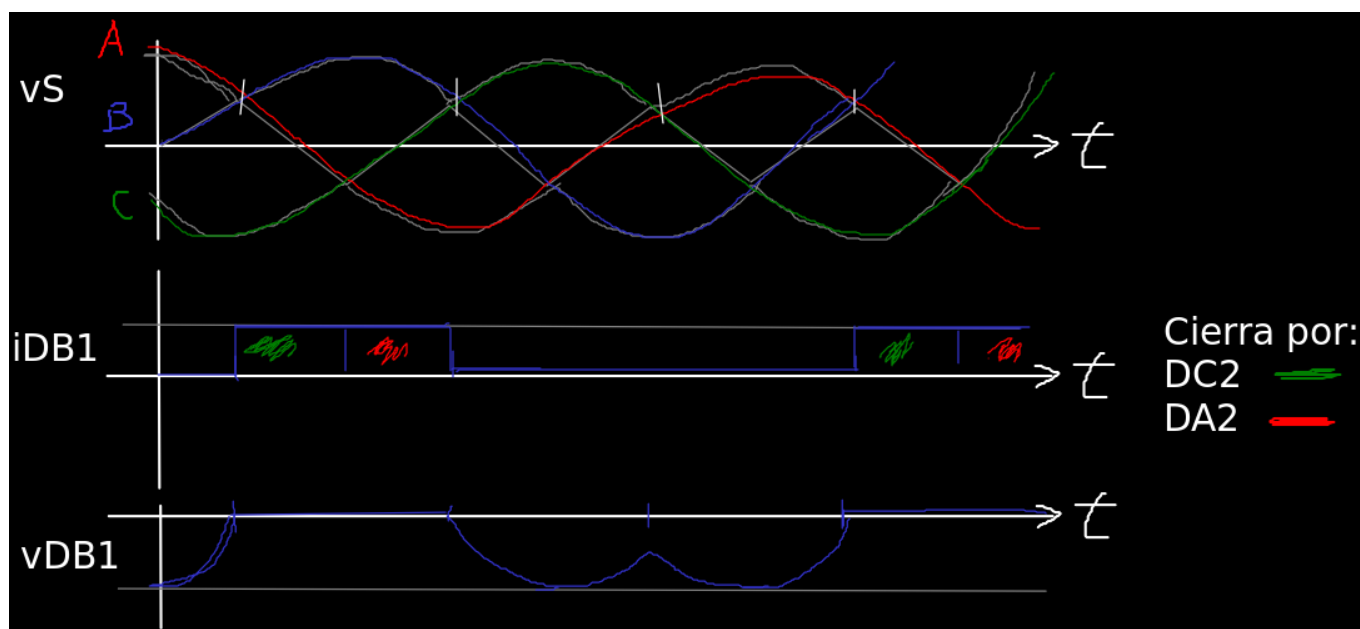
Con lo cual tenemos las corrientes y tensiones de calculo importante en funcion de la corriente y tension necesaria en la carga.

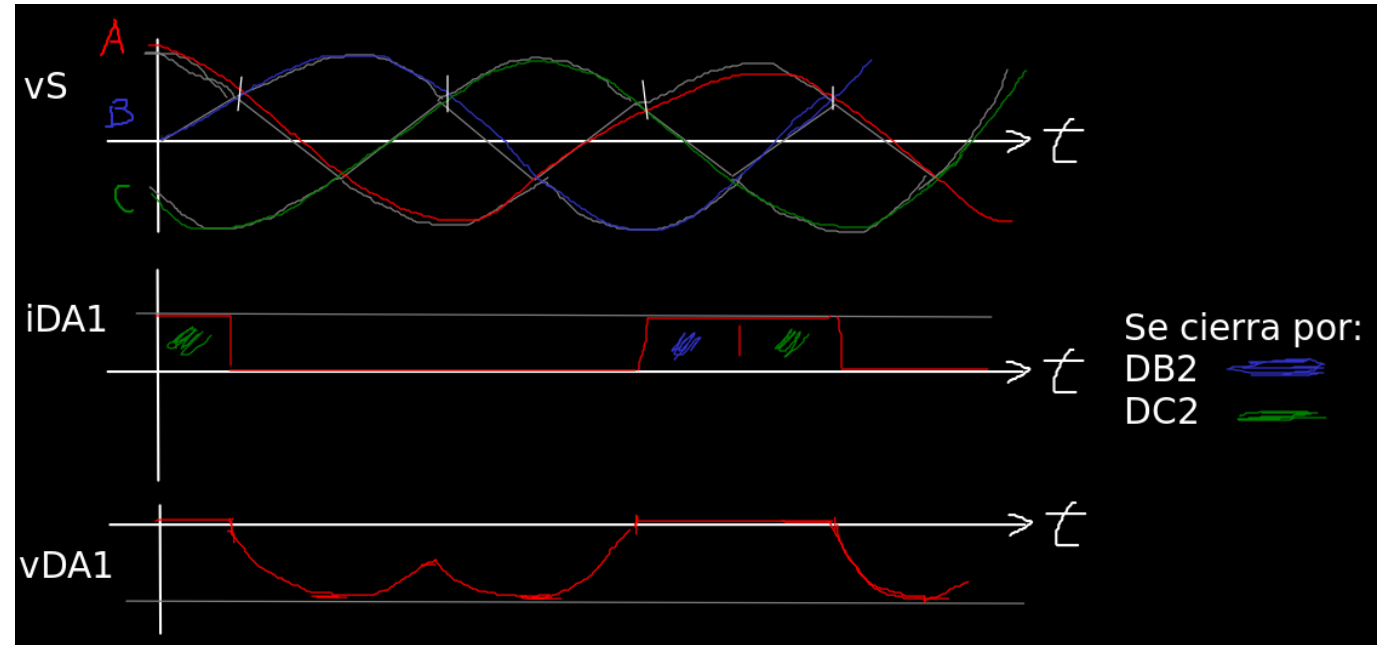
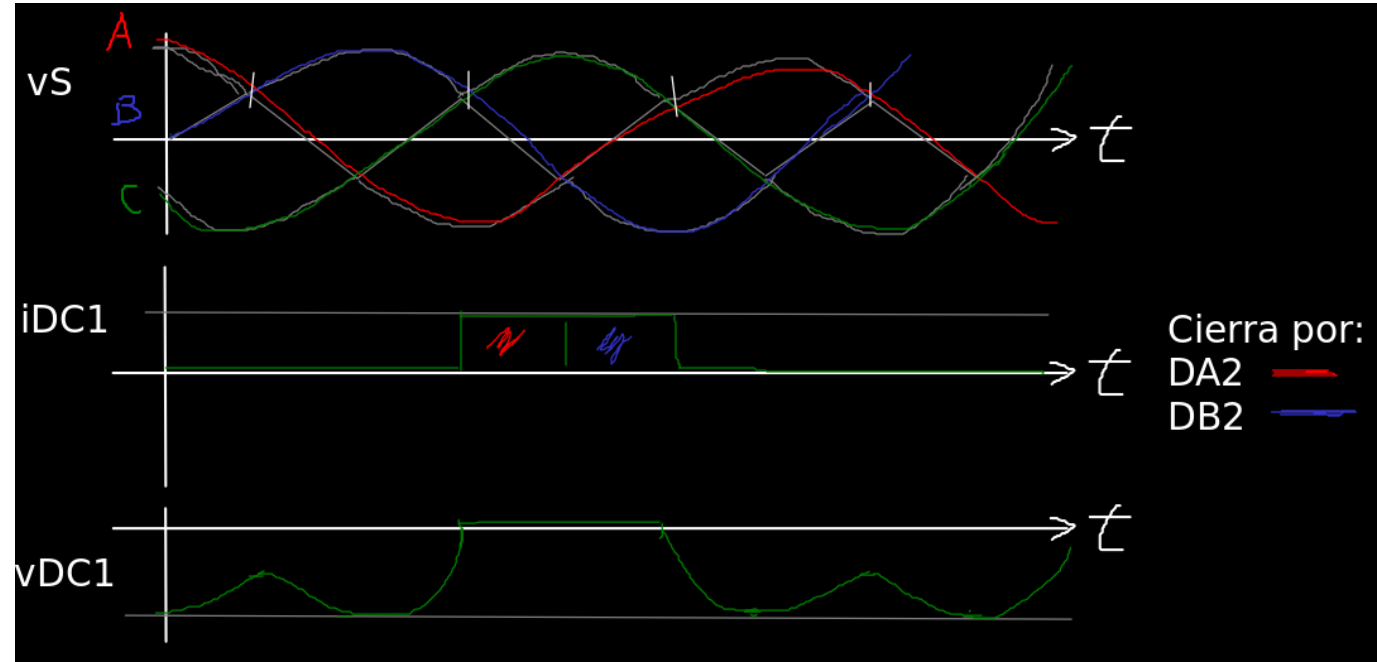
Carga inductiva.

El circuito analizado es el siguiente:

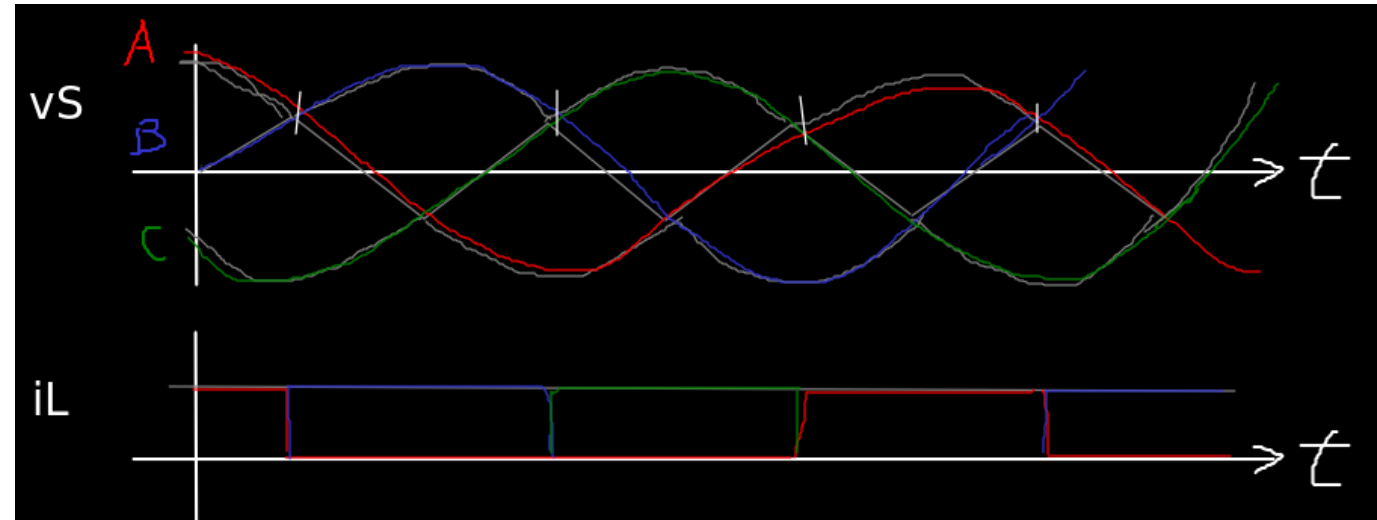


En este caso con carga inductiva ideal, viendo hacia la carga se tiene una impedancia muy grande para la corriente de señal, por lo tanto esta es nula. Lo que implica que solo hay corriente continua por los diodos en forma de pulsos cuadrados de periodo 2π .



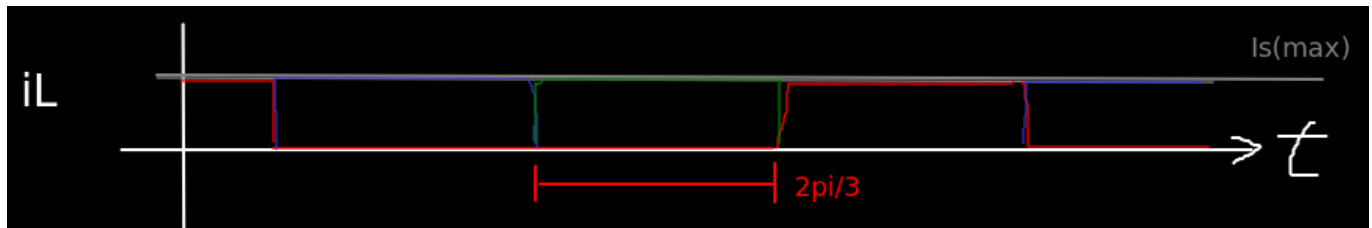


Luego la carga superpone todos los pulsos obteniendo una continua pura (en el caso ideal).



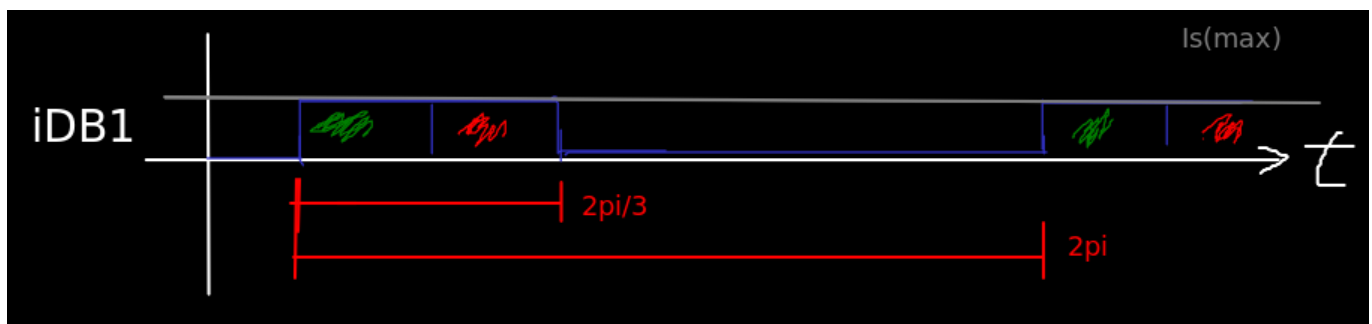
Calculo de coeficientes

Como la corriente en la carga en este caso es continua, buscamos su valor medio durante un angulo de conduccion:



$$I_o = \frac{3}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{3}} I_{sp} d\theta = \frac{3}{2\pi} \cdot \frac{2\pi}{3} I_{sp} = I_{sp}$$

Luego para las corrientes por diodo tomamos un pulso de corriente, aproximamos por rectangulos de base $2\pi/3$ y altura I_{sp} (pico).



aplicando deficion de valor medio, tenemos:

$$IF_{av} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{3}} I_{sp} d\theta = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{2\pi}{3} \cdot I_{sp} = \frac{1}{3} \cdot I_{sp}$$

como $I_s(\max)$ es igual a I_o , tenemos:

$$IF_{av} = \frac{1}{3} \cdot I_o = K_{av} \cdot I_o$$

Seguidamente para el valor eficaz por diodo:

$$IF^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{3}} (I_{sp})^2 d\theta = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{2\pi}{3} \cdot (I_{sp})^2 = \frac{1}{3} \cdot (I_{sp})^2$$

tomando raiz cuadrada, tenemos:

$$IF = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot I_o = K_{rms} \cdot I_o$$

Y para la tension media sobre la carga durante un angulo de conduccion:

$$V_o = \frac{3}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{3}} V_{Lp} d\theta = \frac{3}{2\pi} \cdot \frac{2\pi}{3} \cdot V_{Lp} = V_{Lp}$$

Tenemos sobre la carga como valor medio justamente la tension entre lineas.

y como en este circuito la tension pico inversa es la tension de linea:

$$V_{RRM} = V_o = K_{RRM} \cdot V_o$$

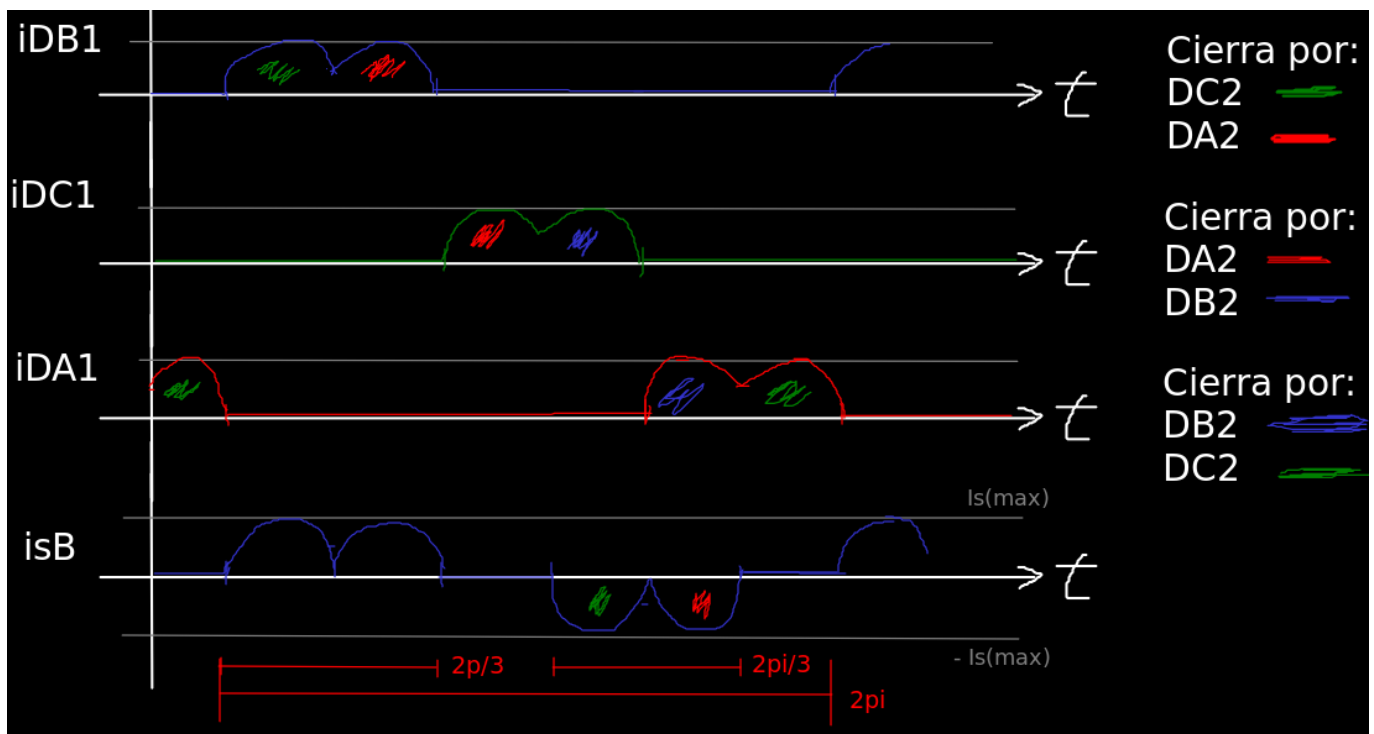
Con lo cual tenemos las corrientes y tensiones de calculo importante en funcion de la corriente y tension necesaria en la carga.

potencias

secundario, sacar FO de corriente por fase, sacar valor eficaz, poner en funcion de la corriente por carga, sacar potencia del secundario (3 veces la pot por fase) en funcion de I_o y V_o

por ejemplo cuando conduce DB1, tiene corriente directa, pero cuando conduce A1 o C1 en algun momento cierran por B2, existen 2 pulsos de corriente inversa por la fase B, corriente bi-direccional

superponiendo pulsos tenemos la corriente del secundario por fase B:



corrente de periodo 2π , formada por 2 pulsos negativos y 2 pulsos positivos, cada par dura un angulo de conduccion

primario, quitar el valor medio de la correinte por fase, sacar valor eficaz, usar relacion de transformacion, hallar potencia del primario en funcion de I_o y V_o

sin valor medio, valor eficaz (I_s)

$$I_s^2 = 4 \cdot \left[\frac{1}{2\pi} \int_{-\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{6}} [I_{sp} \cos(\theta)]^2 d\theta \right] = \frac{2\pi + 3\sqrt{3}}{6\pi} \cdot (I_{sp})^2$$

$$I_s = \sqrt{\frac{2\pi + 3\sqrt{3}}{6\pi}} \cdot I_{sp} = B \cdot I_{sp}$$

recordando del analisis anterior que:

$$I_o = 3 \cdot \frac{I_{sp}}{\pi}$$

dividiendo m2m y despejando Is:

$$I_s = B \cdot \frac{\pi}{3} \cdot I_o = \sqrt{\frac{2\pi + 3\sqrt{3}}{6\pi}} \cdot \frac{\pi}{3} \cdot I_o$$

$$\mathbf{I_s = 0.817 \cdot I_o}$$

para la tension eficaz, sabemos que la VRRM es la tension pico entre lineas, entonces

$$V_{RRM} = V_{Lp} = \sqrt{3} \cdot V_{sp} = \sqrt{3} \cdot \sqrt{2} \cdot V_s = \sqrt{6} \cdot V_s = \frac{\pi}{3} \cdot V_o$$

despejando Vs tenemos:

$$\mathbf{V_s = 0.427 \cdot V_o}$$

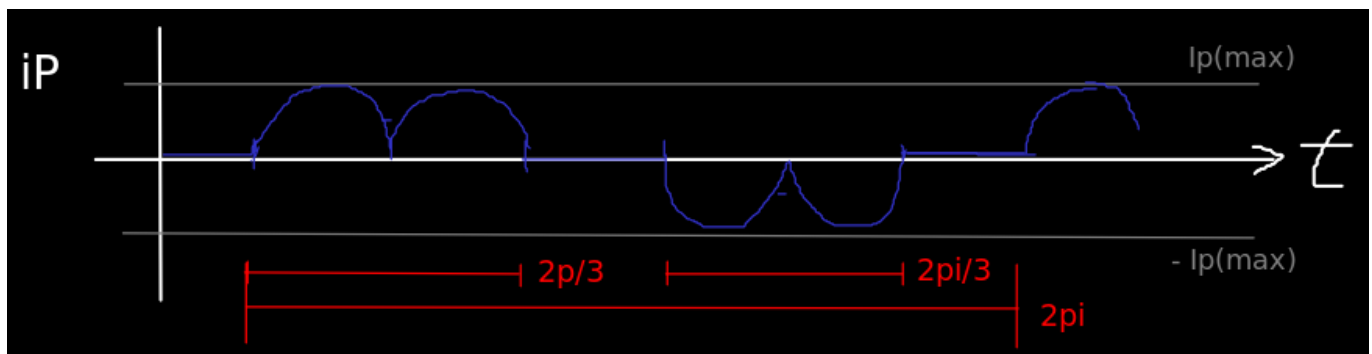
como la potencia aparente en el secundario es la de las 3 fases tenemos finalmente que:

$$\mathbf{S_s = 3 \cdot V_s \cdot I_s = 1.048 \cdot V_o \cdot I_o = K_s \cdot P_o(av)}$$

primario, quitar el valor medio de la corriente por fase, sacar valor eficaz, usar relacion de transformacion, hallar potencia del primario en funcion de lo y Vo

sobre el primario tenemos la misma corriente por fase del secundario pero con valor medio nulo ya que la continua no genera flujo variable en el transformador.

para este rectificador la corriente por fase del secundario tiene valor medio nulo, por lo que la del primario tendra la misma forma de onda (esto no es asi en un rectificador de media onda).



donde la amplitud esta afectada por la relacion de transformacion n, pero tiene el mismo valor eficaz que la corriente del secundario

finalmente para la potencia del primario:

$$\begin{aligned} S_p &= 3 \cdot V_p \cdot I_p = 3 \cdot n \cdot V_s \cdot \frac{I_s}{n} \\ &= 1.048 \cdot V_o \cdot I_o = K_p \cdot P_o(\text{av}) \end{aligned}$$

vemos que la potencia en el primario es igual a la del secundario, lo cual es normal en estos analisis considerando el transformador ideal y sin perdidas.

conclusion de una carga RL

2. Simulacion rectificador hexafasico.
