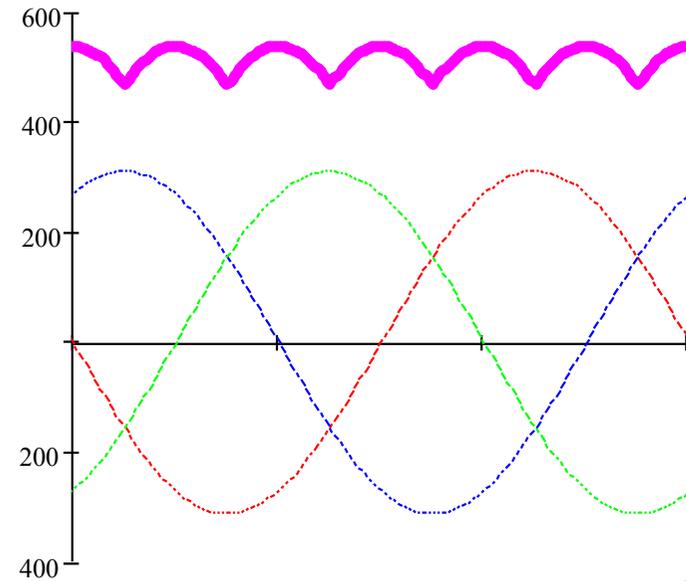
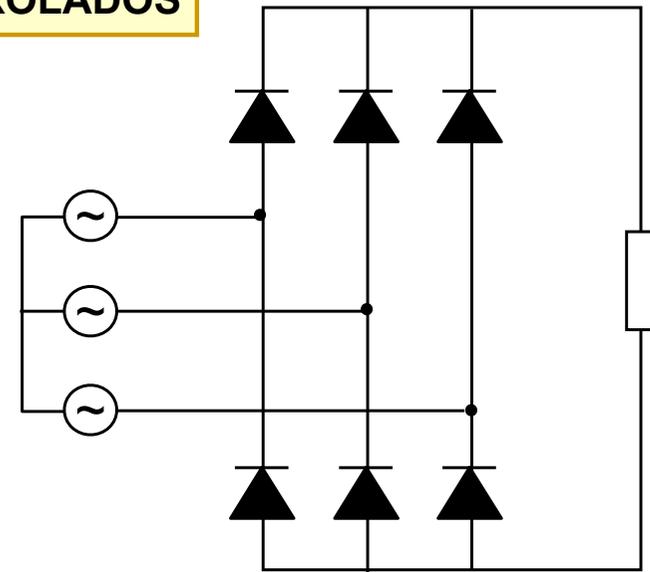
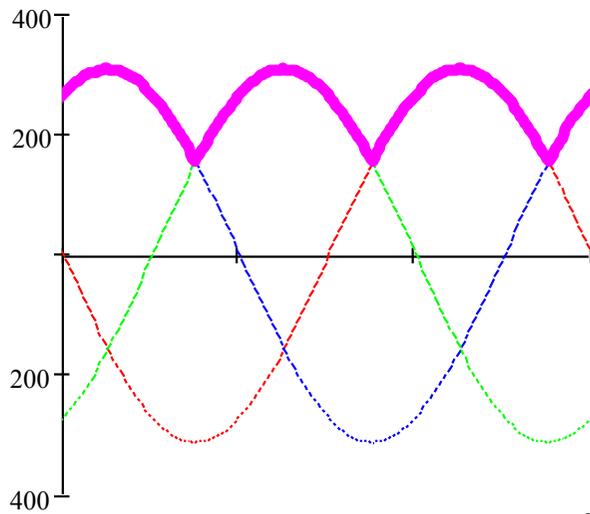
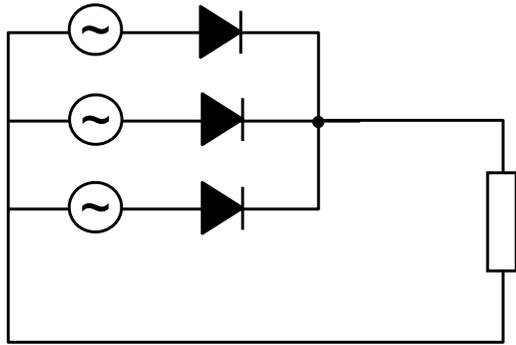


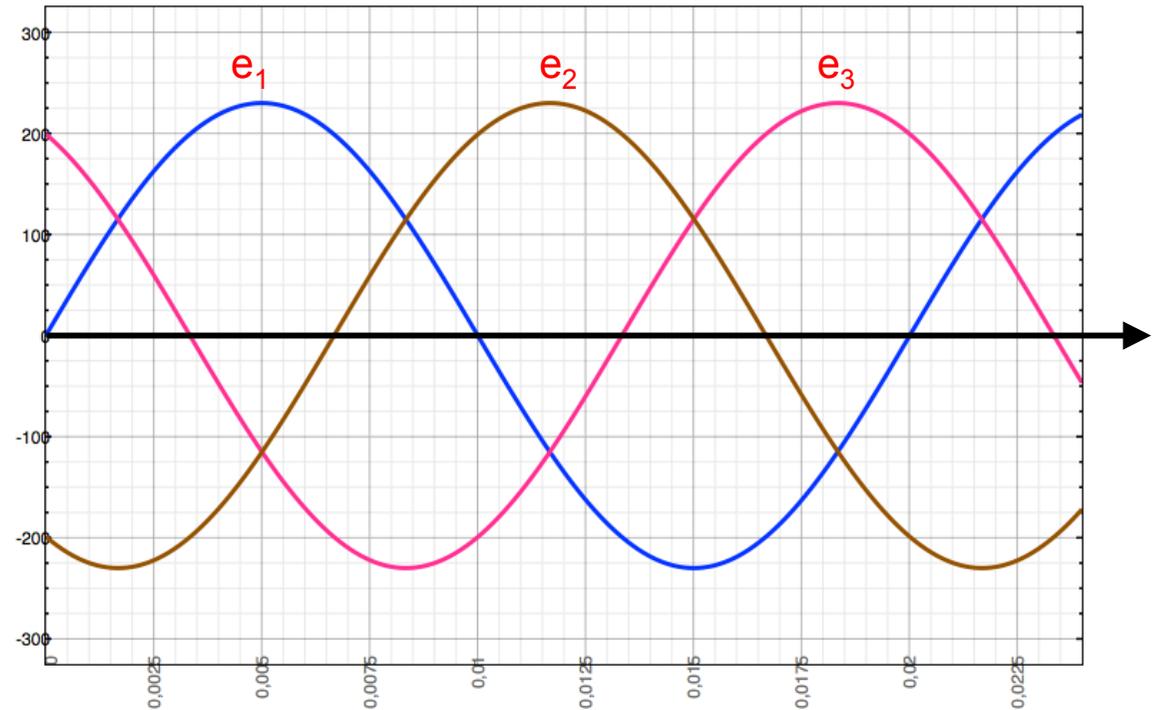
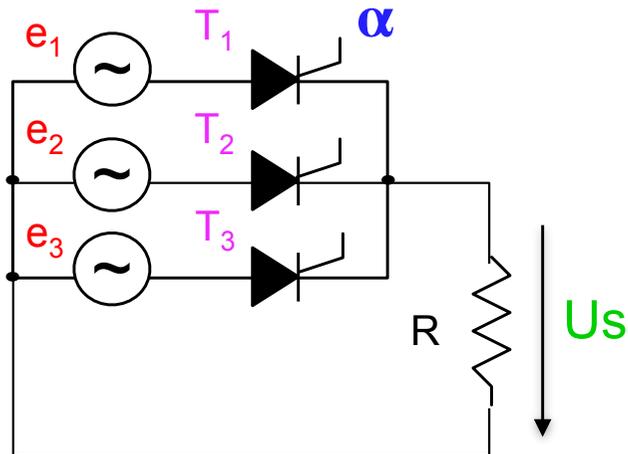
## RECTIFICADORES NO CONTROLADOS



En los rectificadores con diodos, el valor medio de la tensión de salida es proporcional a la tensión de entrada y no hay forma de regular su valor

## RECTIFICADORES CONTROLADOS TRIFÁSICOS

### CONTROLADO MEDIA ONDA CARGA RESISTIVA

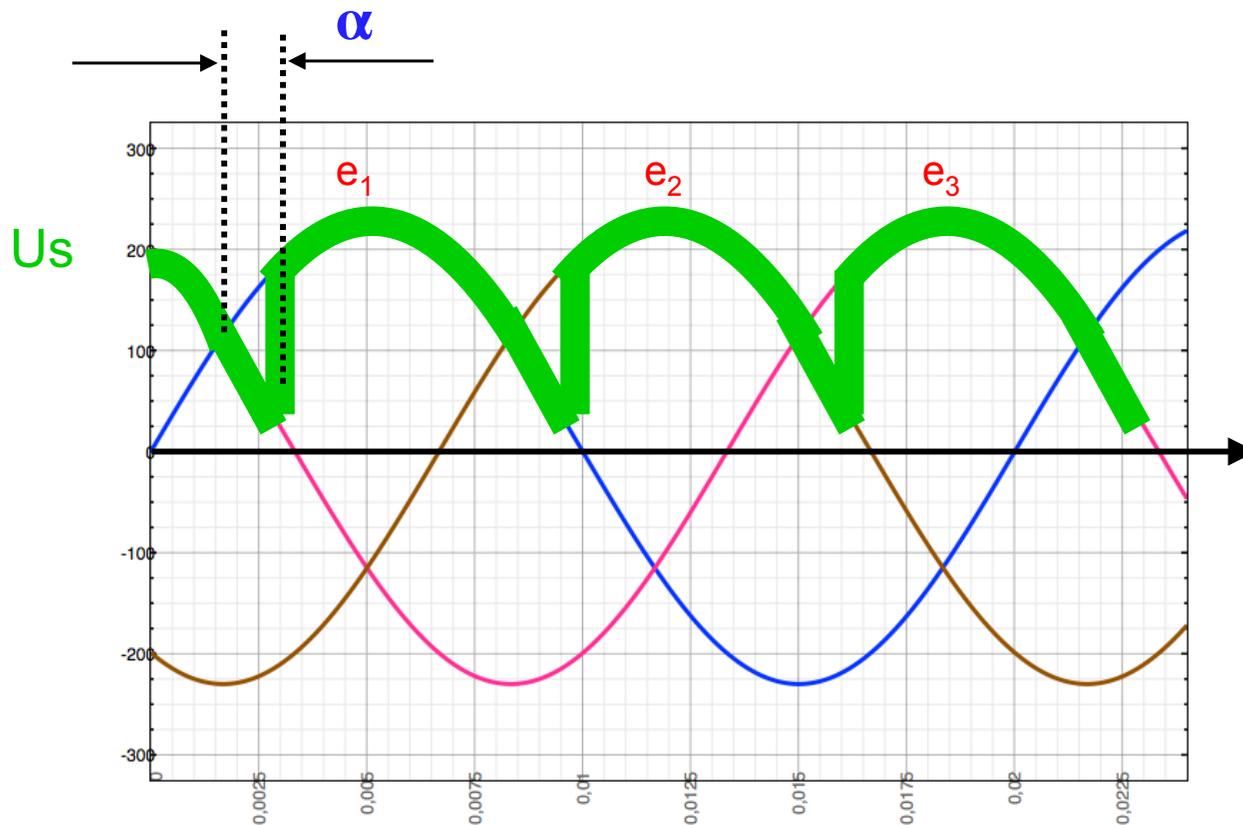
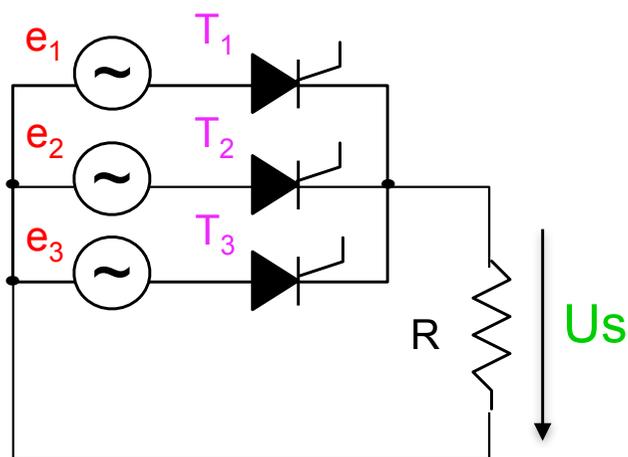


Los tiristores se disparan con un ángulo  $\alpha$  de retraso respecto al instante en que un diodo empezaría a conducir

Los tiristores se bloquean sólo cuando se dispara el siguiente tiristor 120° más tarde.

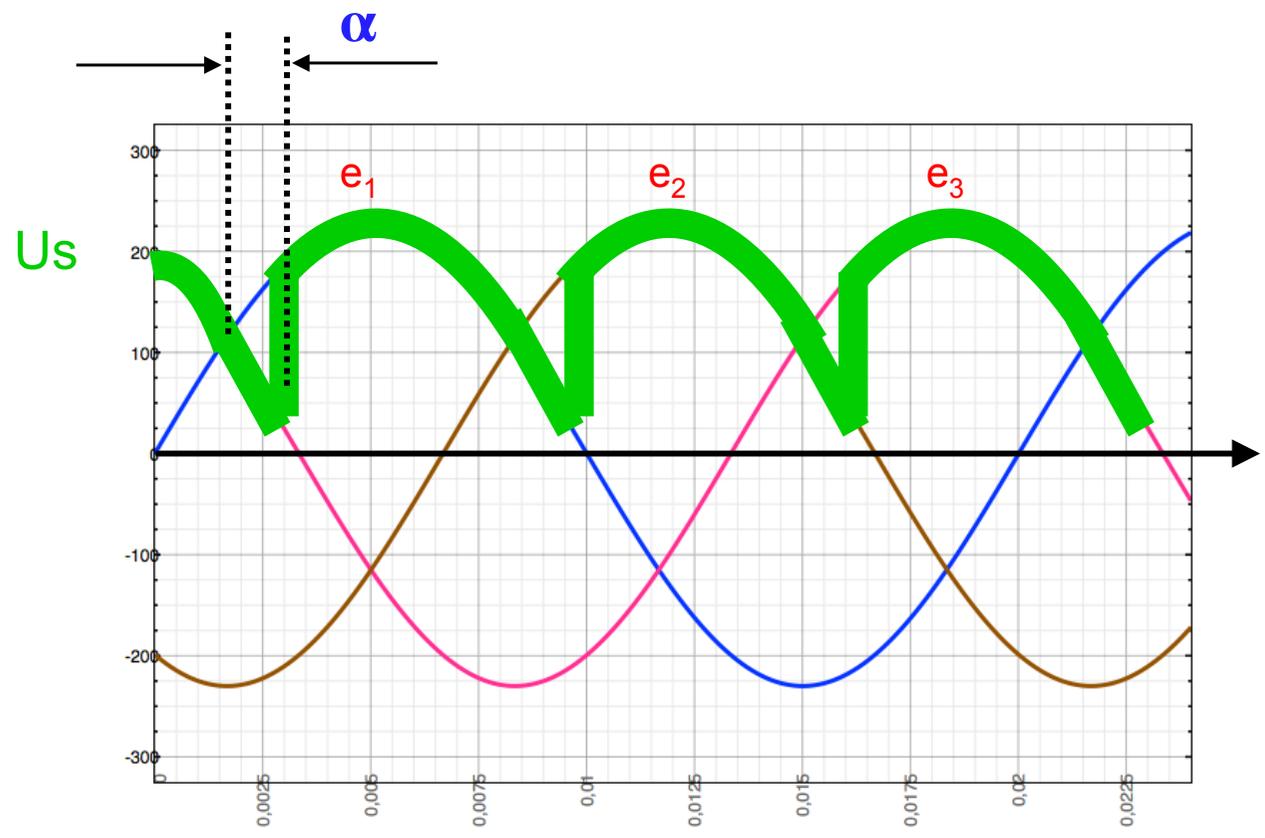
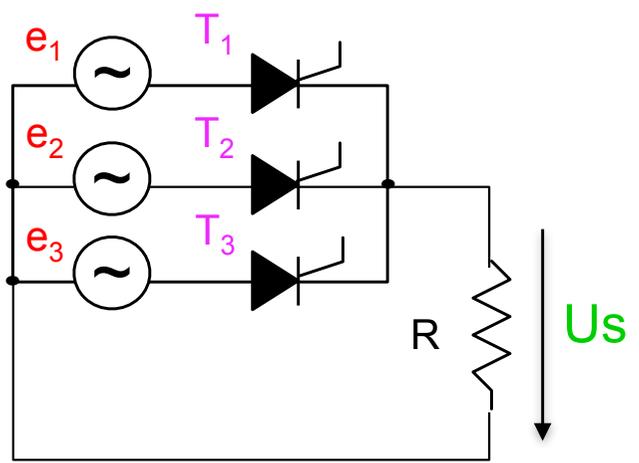
# RECTIFICADORES TRIFÁSICOS

CONTROLADO  
MEDIA ONDA  
CARGA RESISTIVA



# RECTIFICADORES TRIFÁSICOS

**CONTROLADO  
MEDIA ONDA  
CARGA RESISTIVA**



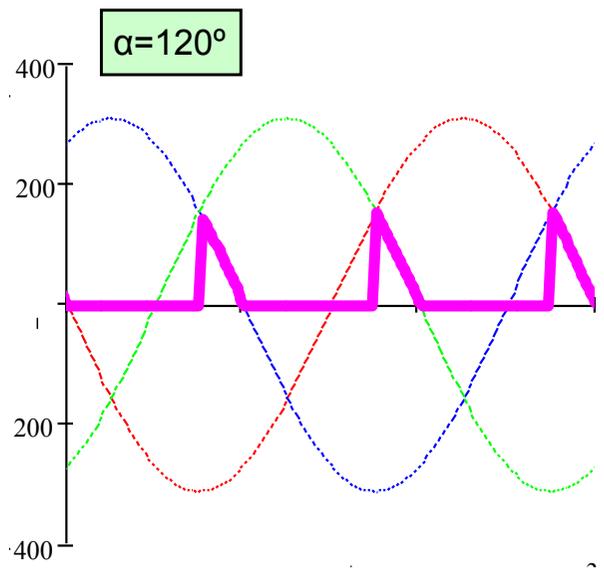
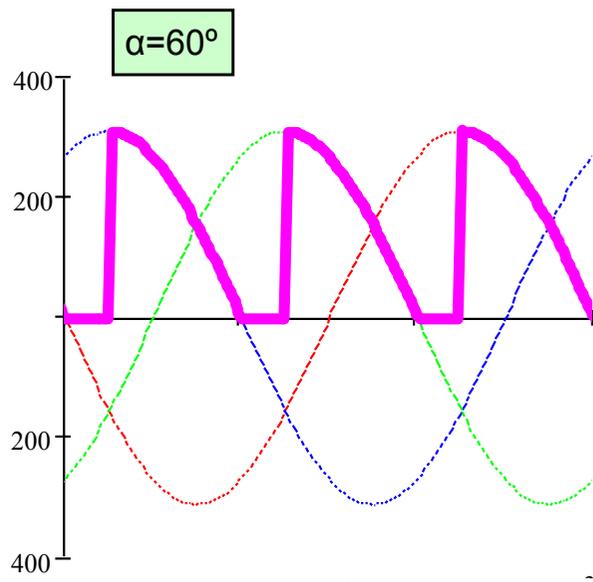
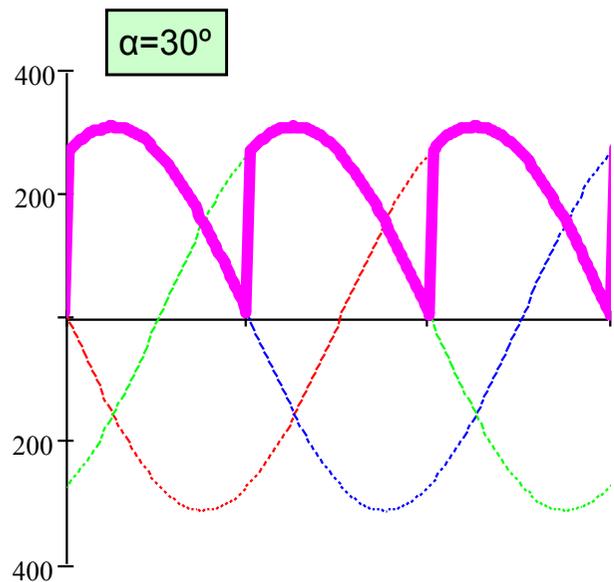
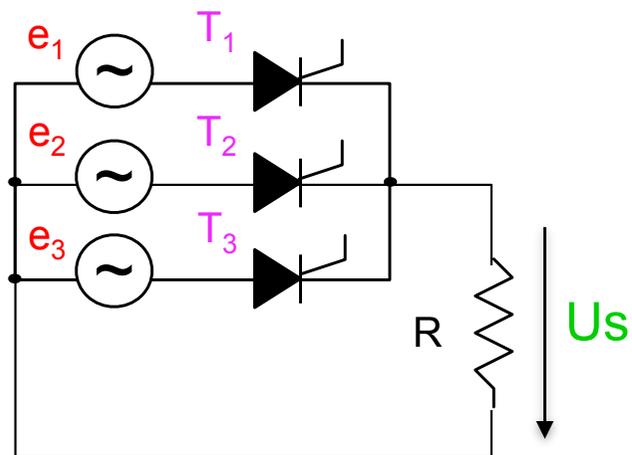
Alargando el ángulo  $\alpha$  se reduce el valor medio de la tensión de salida

$$U_{S,MED} = 3 \cdot \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6} + \alpha}^{\beta} U_P \cdot \text{sen}(wt) d(wt)$$

$$\beta = \begin{cases} (5\pi/6) + \alpha & \text{si } \alpha < 30^\circ \\ (\pi/2) & \text{si } \alpha > 30^\circ \end{cases}$$

# RECTIFICADORES TRIFÁSICOS

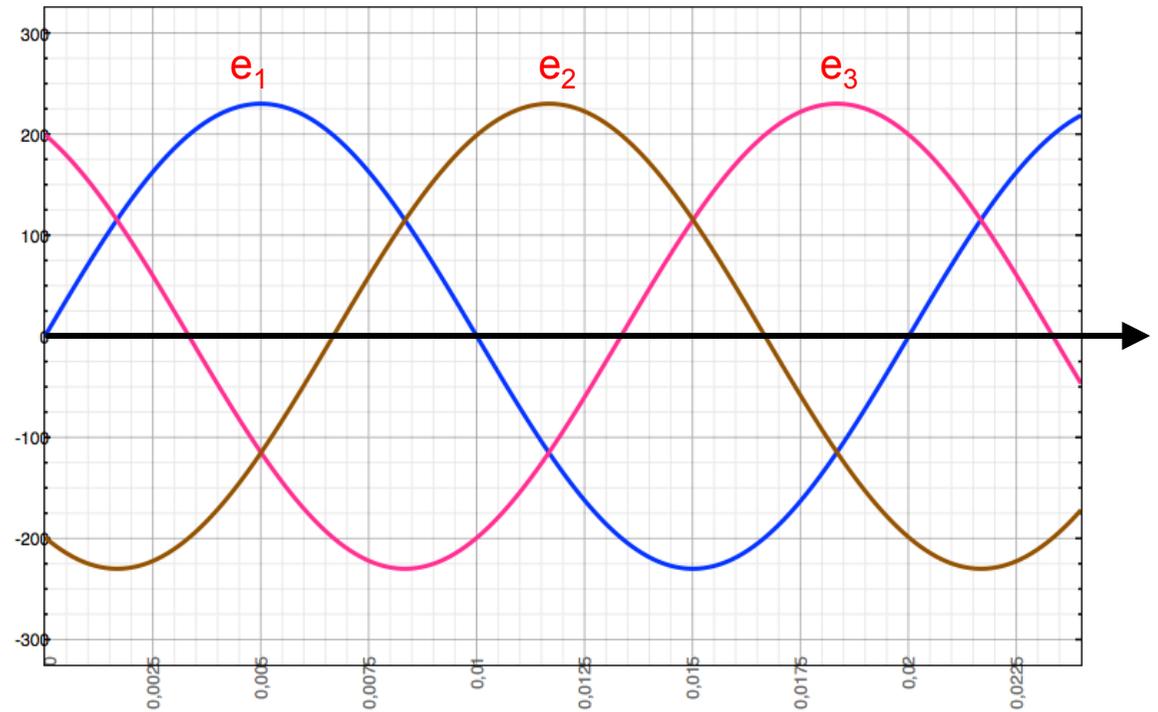
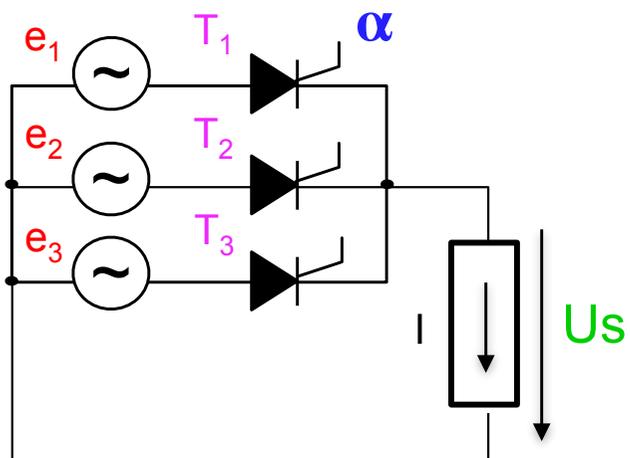
CONTROLADO  
MEDIA ONDA  
CARGA RESISTIVA



# RECTIFICADORES TRIFÁSICOS

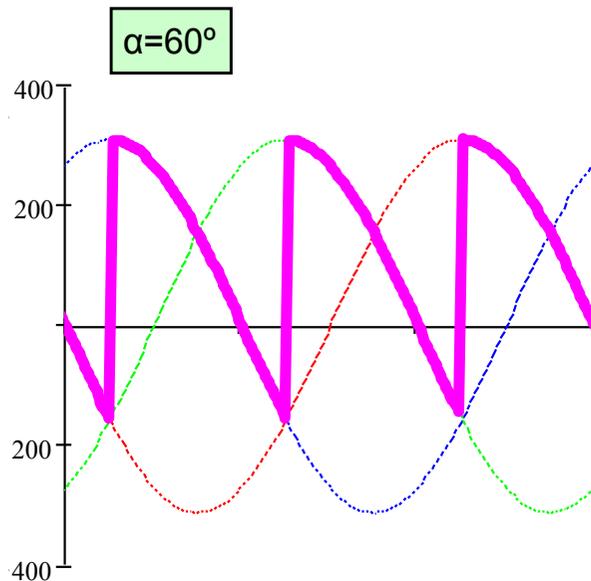
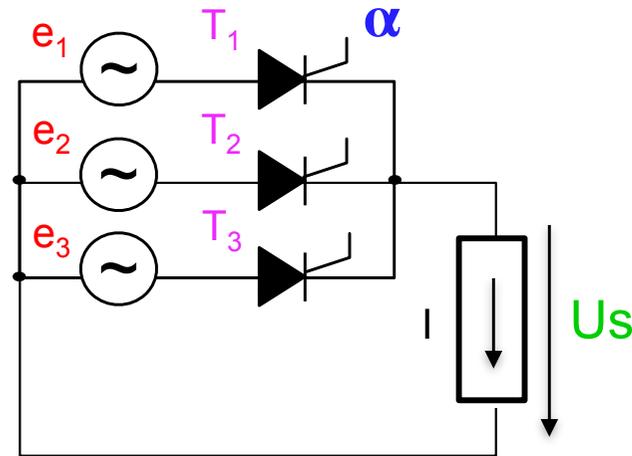
¿Y si la carga fuese muy inductiva y  $\alpha > 30^\circ$ ?

**CONTROLADO  
MEDIA ONDA  
CARGA MUY INDUCTIVA**



## RECTIFICADORES TRIFÁSICOS

CONTROLADO  
MEDIA ONDA  
CARGA MUY INDUCTIVA



Si  $\alpha$  es  $>30^\circ$ , la tensión de salida instantánea es negativa pero la carga sigue demandando corriente al ser muy inductiva.

El valor medio de la tensión de salida se hace cada vez más pequeño.

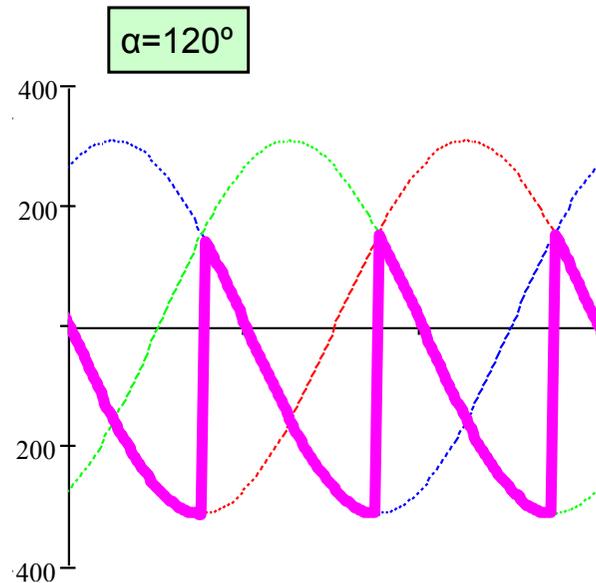
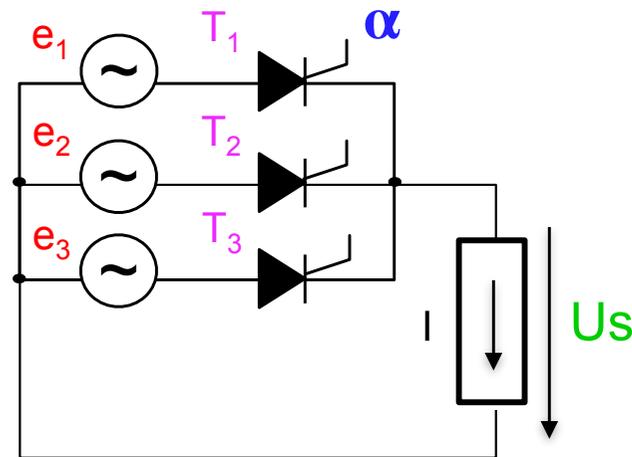
$$U_{S,MED} = 3 \cdot \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6} + \alpha}^{\frac{5\pi}{6} + \alpha} U_P \cdot \text{sen}(wt) d(wt)$$

Para  $n$  fases:

$$U_{S,MED} = \frac{n \cdot U_P}{\pi} \text{sen} \frac{\pi}{n} \cos \alpha$$

## RECTIFICADORES TRIFÁSICOS

CONTROLADO  
MEDIA ONDA  
CARGA MUY INDUCTIVA

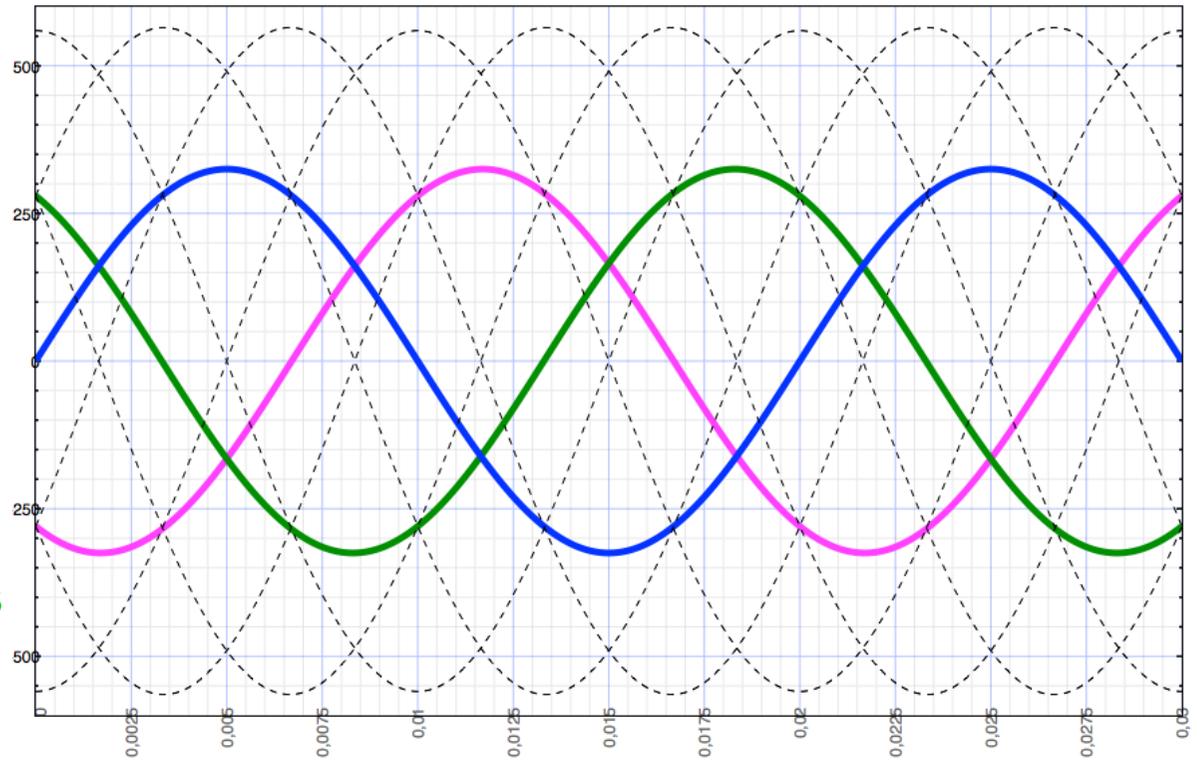
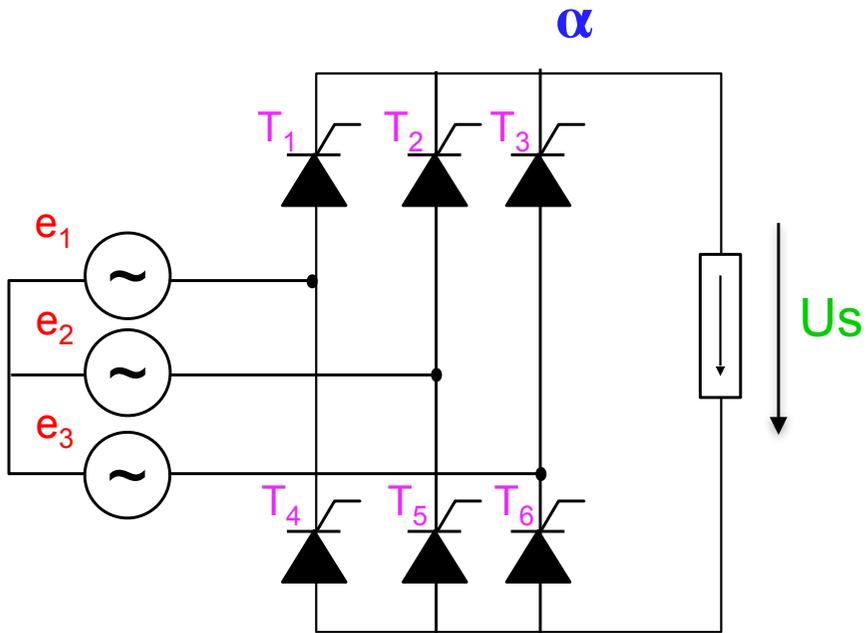


Si  $\alpha$  es  $>90^\circ$ , el valor medio de la tensión de salida es negativo y la carga devuelve energía al generador (funciona como inversor no autónomo).

Esta situación sólo puede darse durante el tiempo que la carga inductiva tenga energía. También es posible si la carga puede aportar energía eléctrica (por ejemplo un motor bajando por una pendiente)

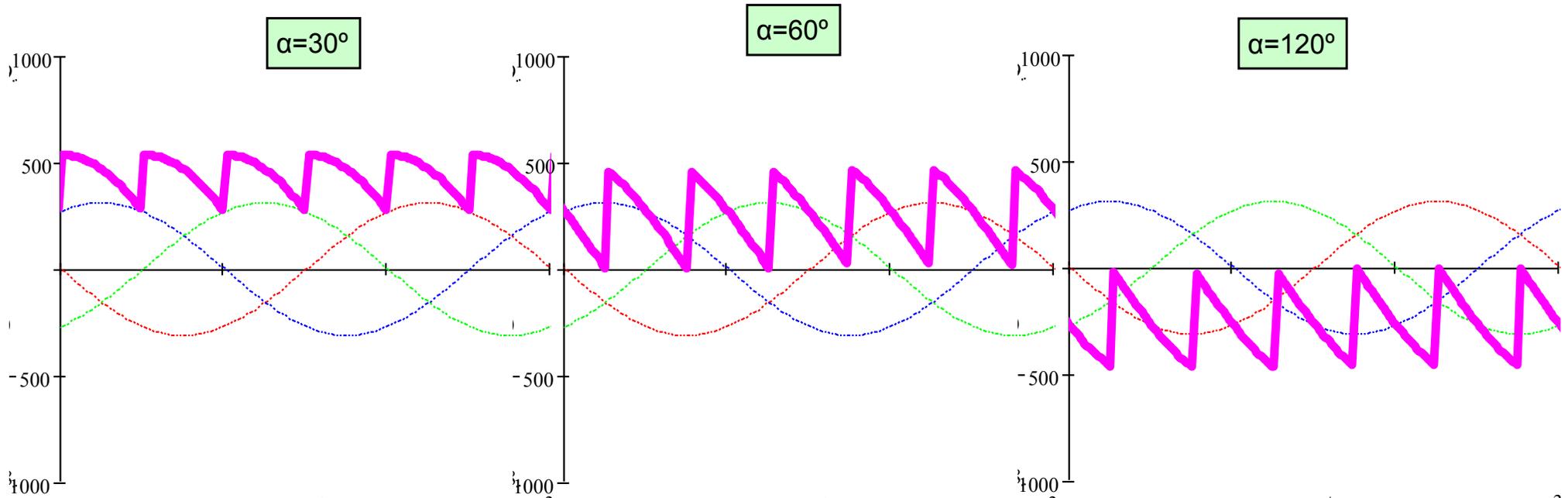
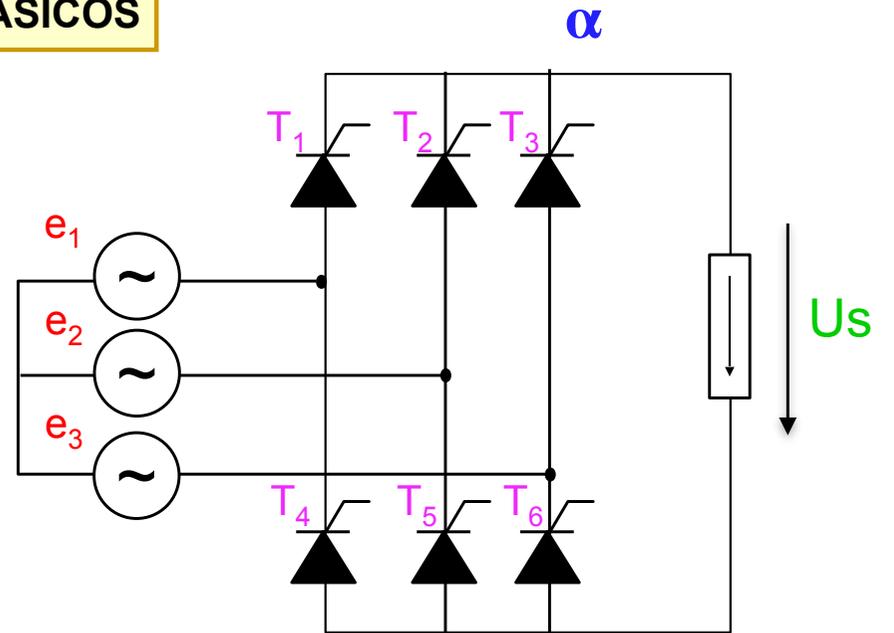
# RECTIFICADORES TRIFÁSICOS

CONTROLADO  
DOBLE ONDA  
CARGA MUY INDUCTIVA



# RECTIFICADORES TRIFÁSICOS

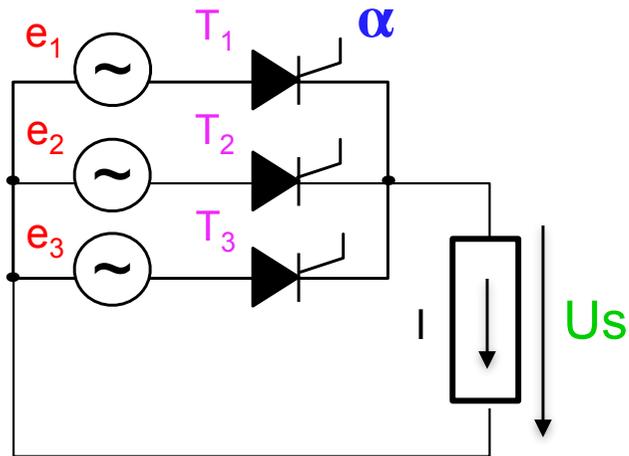
**CONTROLADO  
DOBLE ONDA  
CARGA MUY INDUCTIVA**



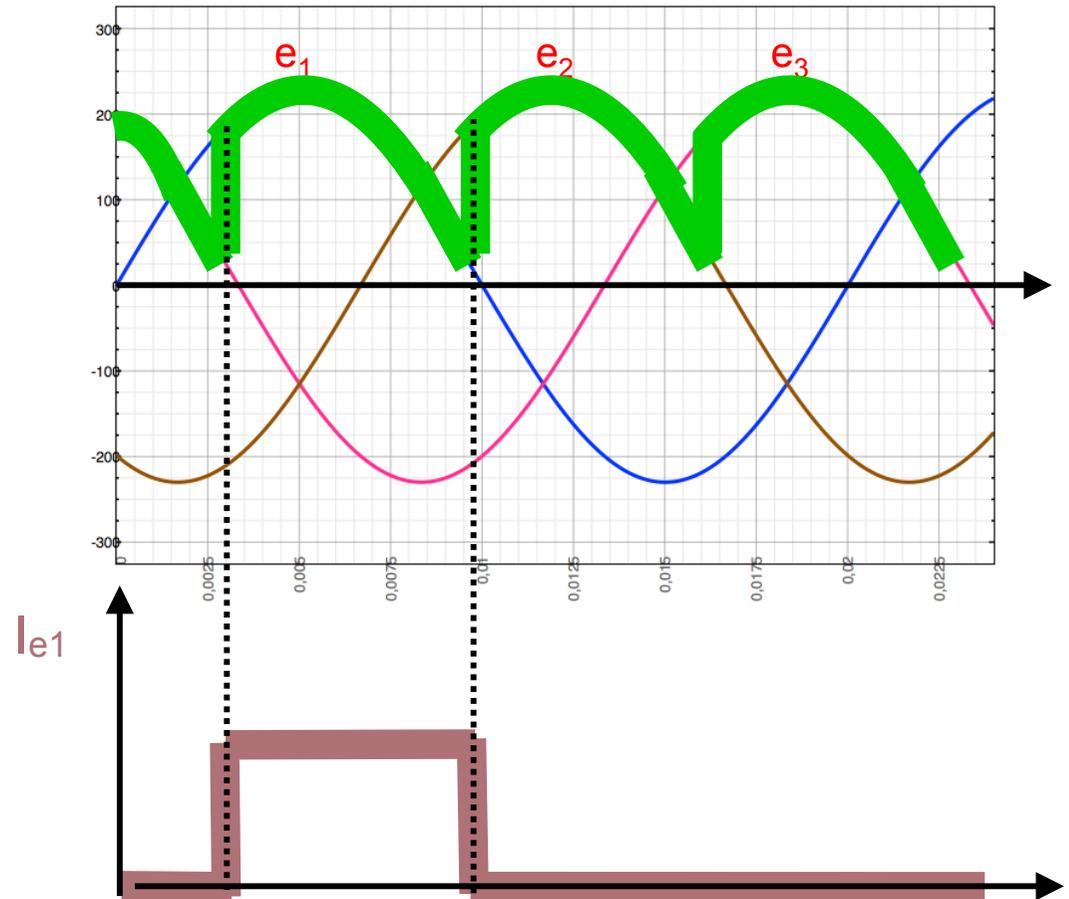
$$U_{S,MED} = 2 \frac{n \cdot U_P}{\pi} \text{sen} \frac{\pi}{n} \cos \alpha$$

# RECTIFICADORES TRIFÁSICOS

## FACTOR DE POTENCIA



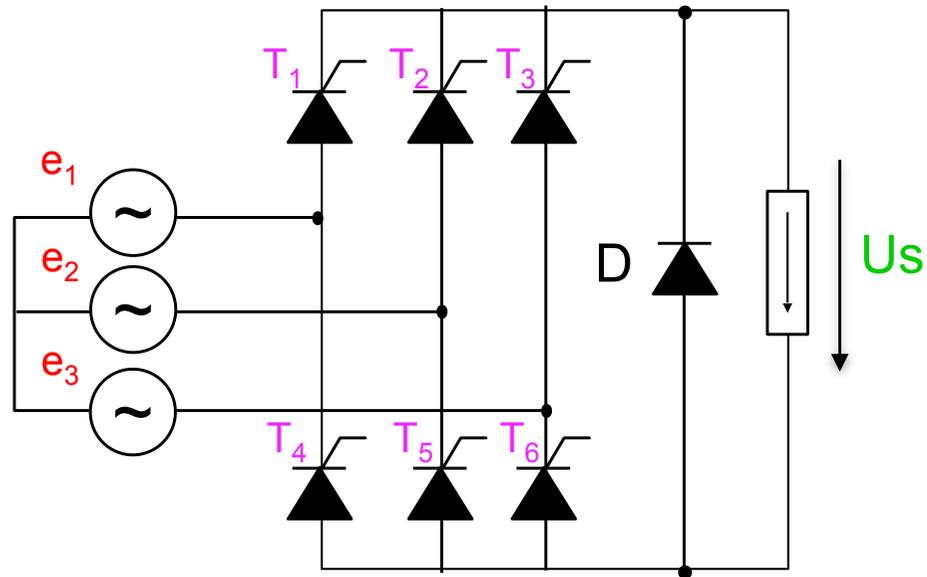
En un rectificador controlado, la corriente está desfasada de la tensión y el factor de potencia es mas bajo



## RECTIFICADORES TRIFÁSICOS

### DIODO DE LIBRE CIRCULACIÓN

Un rectificador que presente un diodo de libre circulación, impide que la tensión de salida sea negativa, incluso con carga muy inductiva.



La tensión de salida tiene la misma forma que cuando la carga es resistida.

## RECTIFICADORES TRIFÁSICOS

### VALOR MEDIO DE LA TENSION DE SALIDA

Rectificador 3-fásico media-onda carga inductiva:

$$U_{S,MED} = 3 \cdot \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6} + \alpha}^{\frac{5\pi}{6} + \alpha} U_P \cdot \text{sen}(wt) d(wt) \qquad U_{S,MED} = \frac{n \cdot U_P}{\pi} \text{sen} \frac{\pi}{n} \cos \alpha$$

Rectificador 3-fásico media-onda carga resistiva:

$$U_{S,MED} = 3 \cdot \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6} + \alpha}^{\beta} U_P \cdot \text{sen}(wt) d(wt) \qquad \beta = \begin{cases} (5\pi/6) + \alpha & \text{si } \alpha < 30^\circ \\ (\pi/2) & \text{si } \alpha > 30^\circ \end{cases}$$

Rectificador 3-fásico doble-onda carga inductiva:

$$U_{S,MED} = 6 \cdot \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{3} + \alpha}^{\frac{2\pi}{3} + \alpha} \sqrt{3} \cdot U_P \cdot \text{sen}(wt) d(wt) \qquad U_{S,MED} = 2 \frac{n \cdot U_P}{\pi} \text{sen} \frac{\pi}{n} \cos \alpha$$

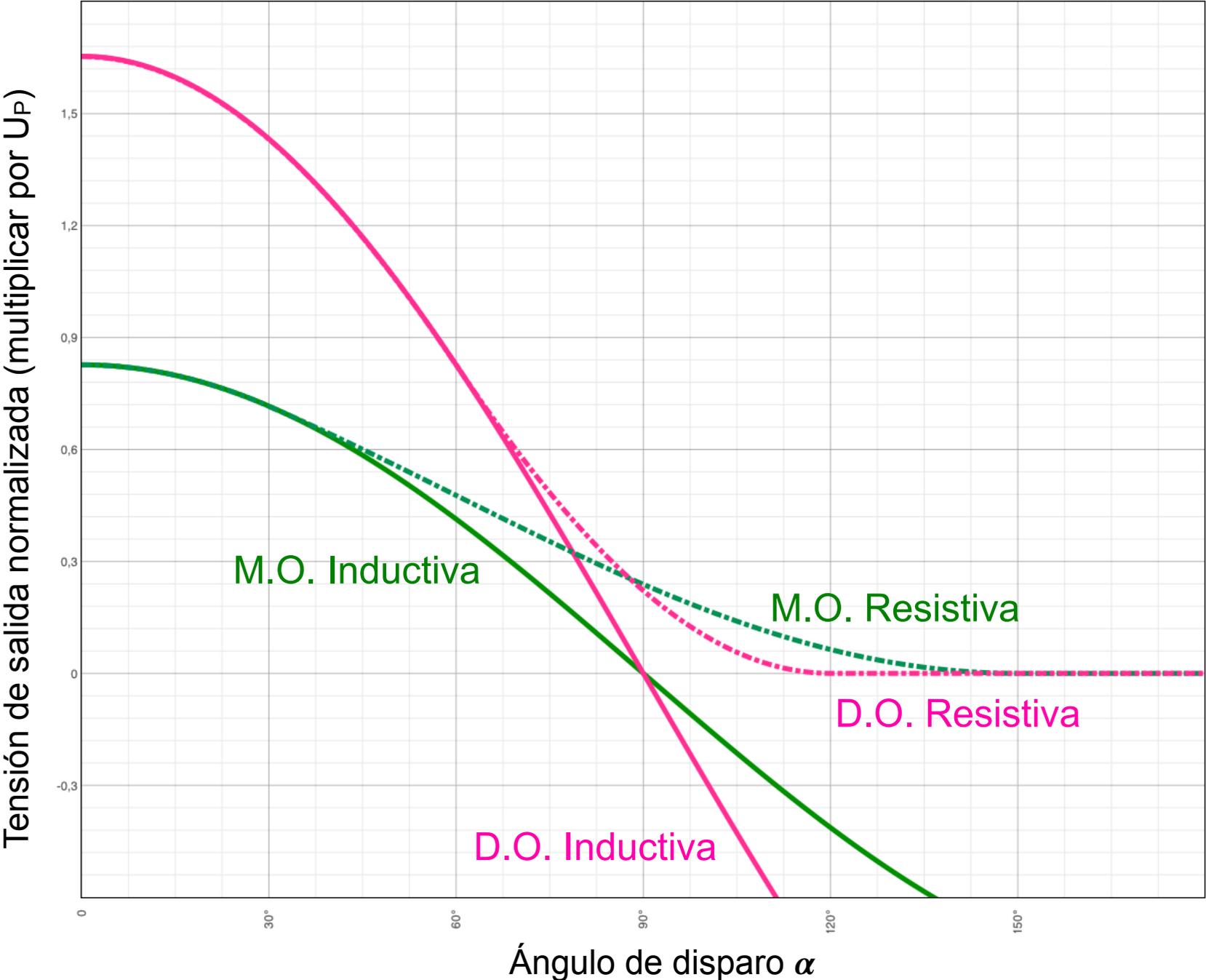
Rectificador 3-fásico doble-onda carga resistiva:

$$U_{S,MED} = 6 \cdot \frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{3} + \alpha}^{\beta} \sqrt{3} \cdot U_P \cdot \text{sen}(wt) d(wt) \qquad \beta = \begin{cases} (2\pi/3) + \alpha & \text{si } \alpha < 60^\circ \\ (\pi/2) & \text{si } \alpha > 60^\circ \end{cases}$$

*Nota.-  $U_P$  es el valor de pico de la tensión fase-neutro*

# RECTIFICADORES TRIFÁSICOS

## VALOR MEDIO DE LA TENSIÓN DE SALIDA RECTIFICADORES CONTROLADOS



Utilizar esta plantilla para la parte gráfica de los problemas

