



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA



DEPARTAMENTO DE
ELECTRONICA

ELECTRONICA INDUSTRIAL

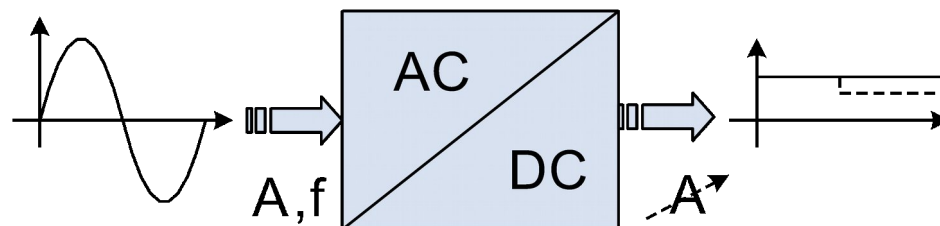
Capítulo 3: Rectificadores

Marcelo A. Pérez

Segundo semestre 2016

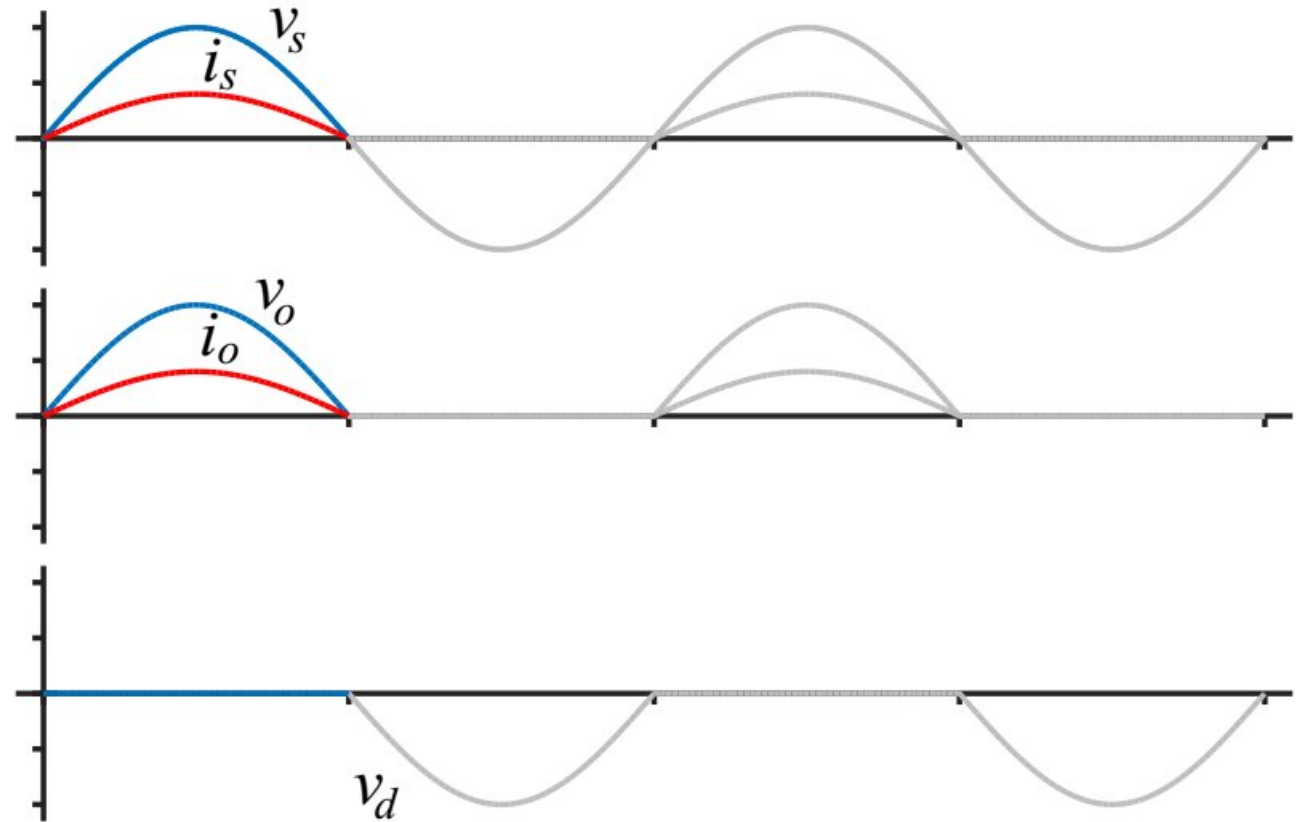
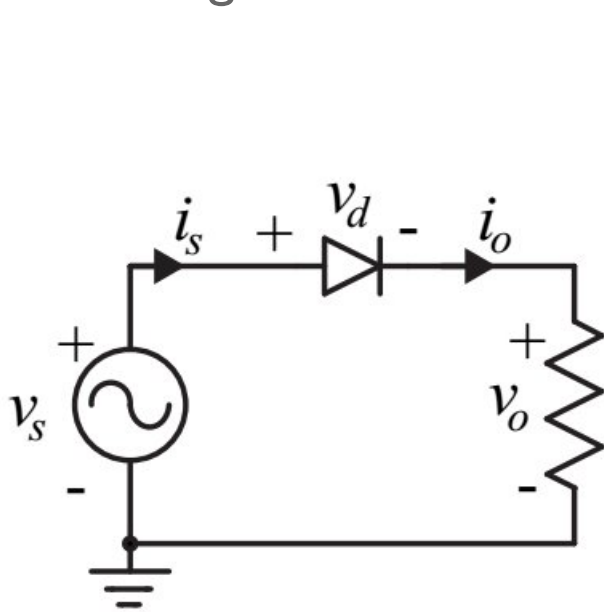
Principio de funcionamiento

- Convertir una señal alterna en continua
- Pueden ser controlados o no controlados (capaz de regular corriente o tensión de salida)
- Pueden ser monofásicos o trifásicos
- Pueden ser de conmutación natural o conmutación forzada
- Pueden utilizarse configuraciones de múltiples rectificadores para mejorar la calidad de las formas de onda



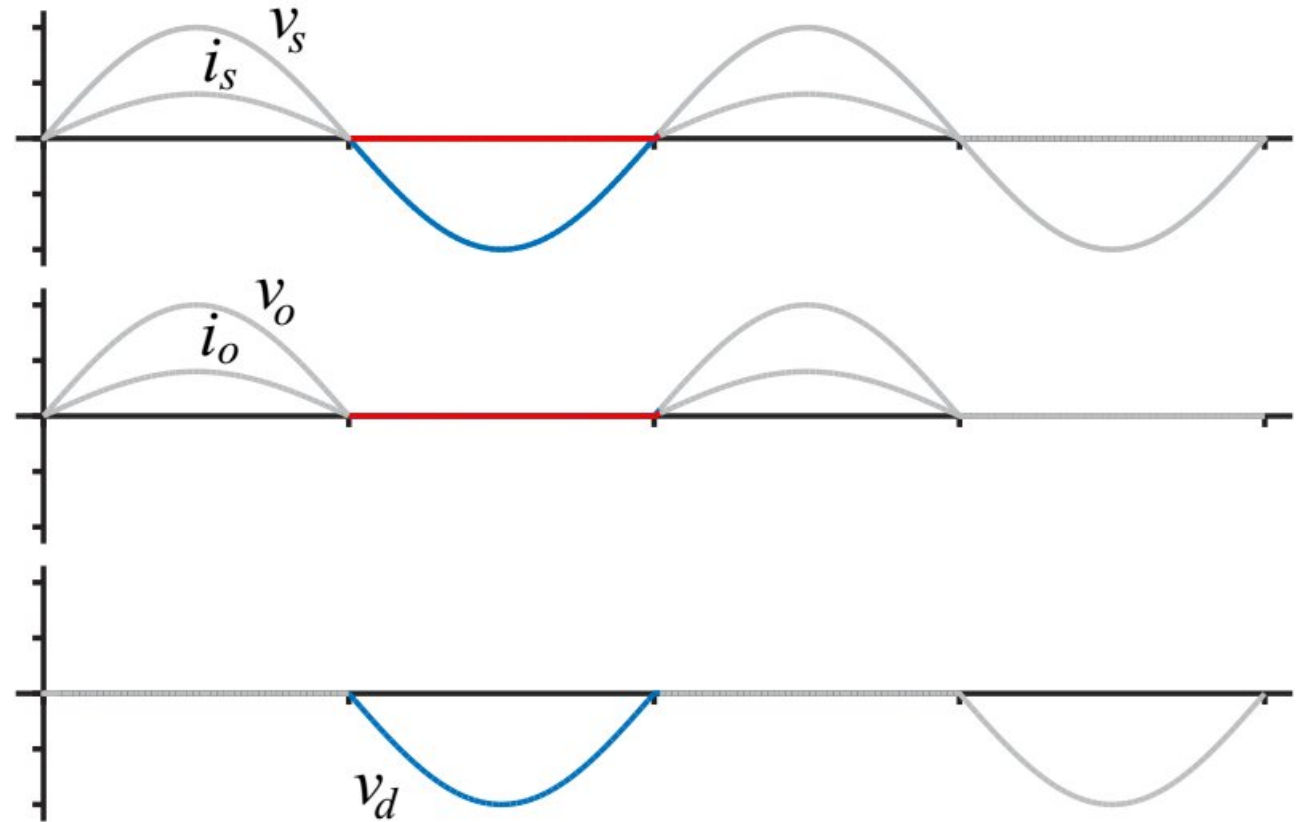
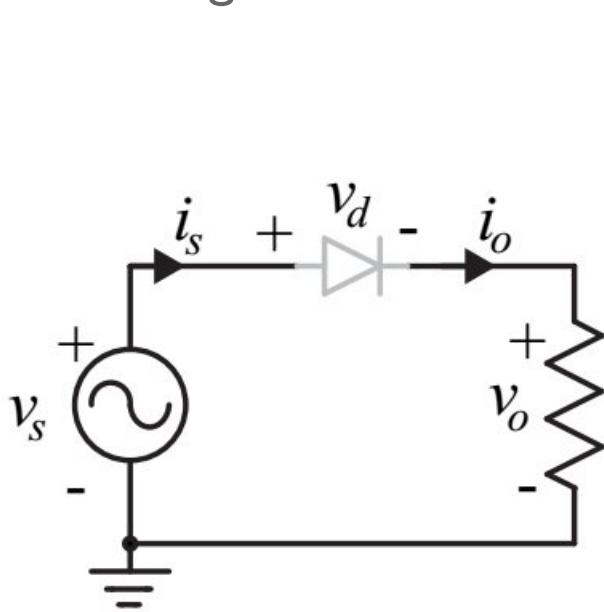
Rectificador monofásico de media onda

- Carga resistiva



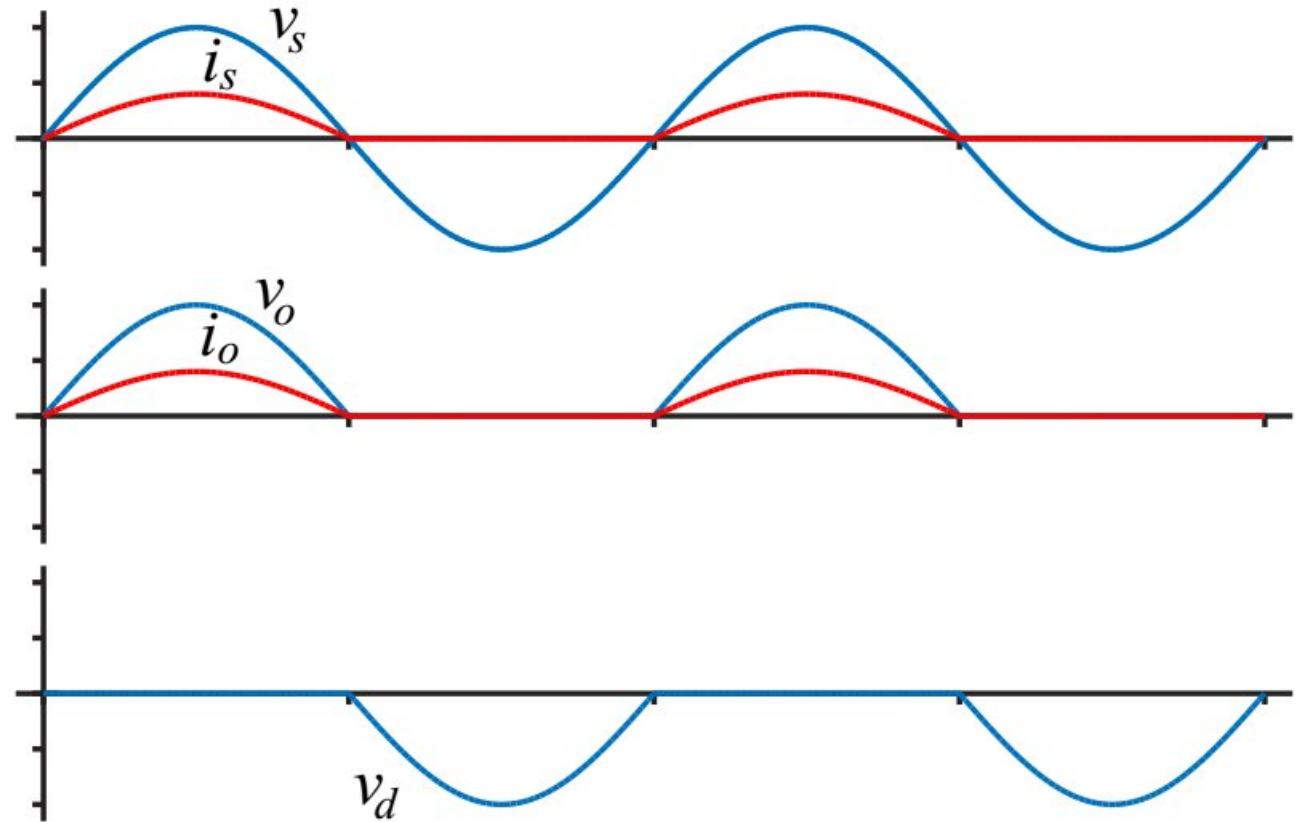
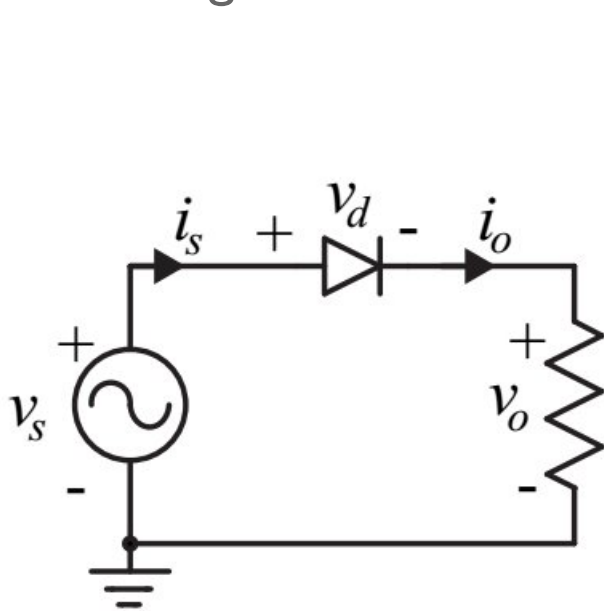
Rectificador monofásico de media onda

- Carga resistiva



Rectificador monofásico de media onda

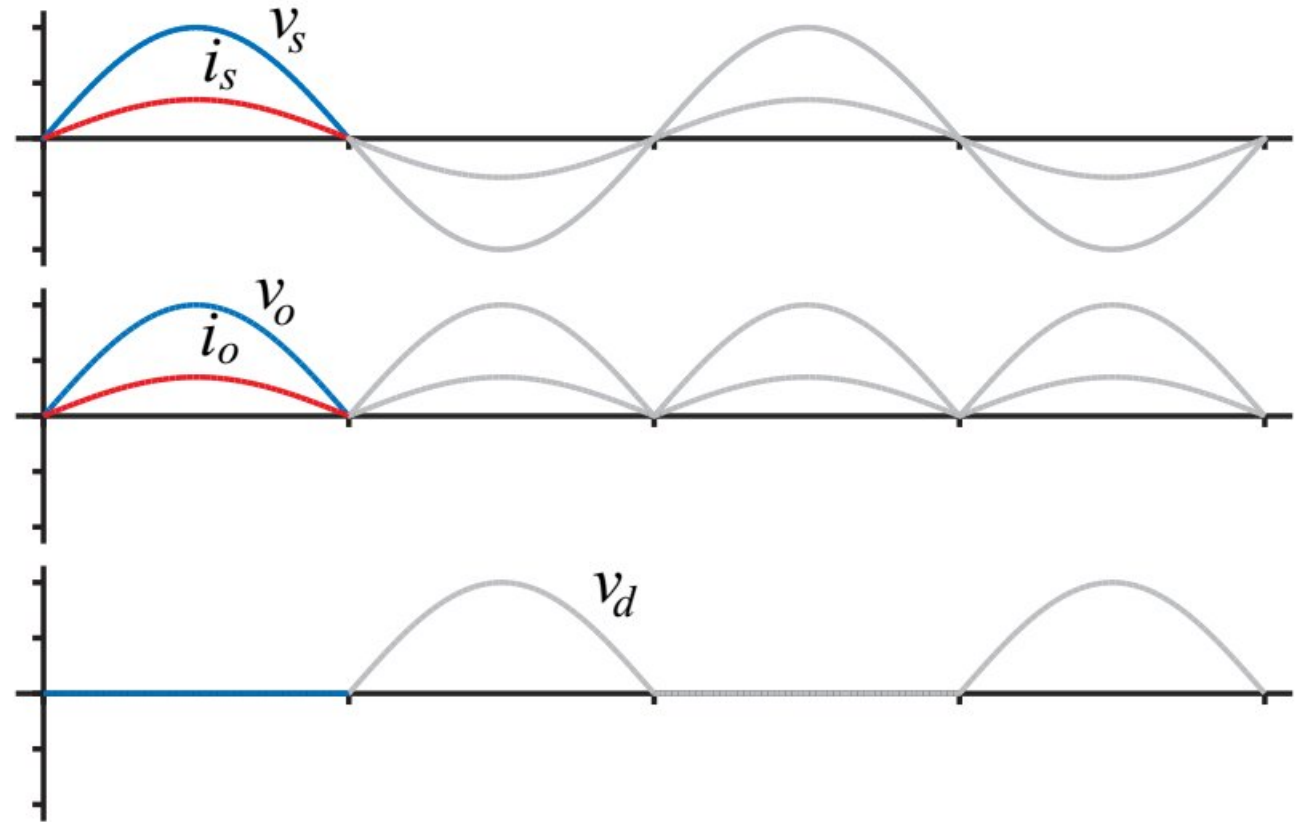
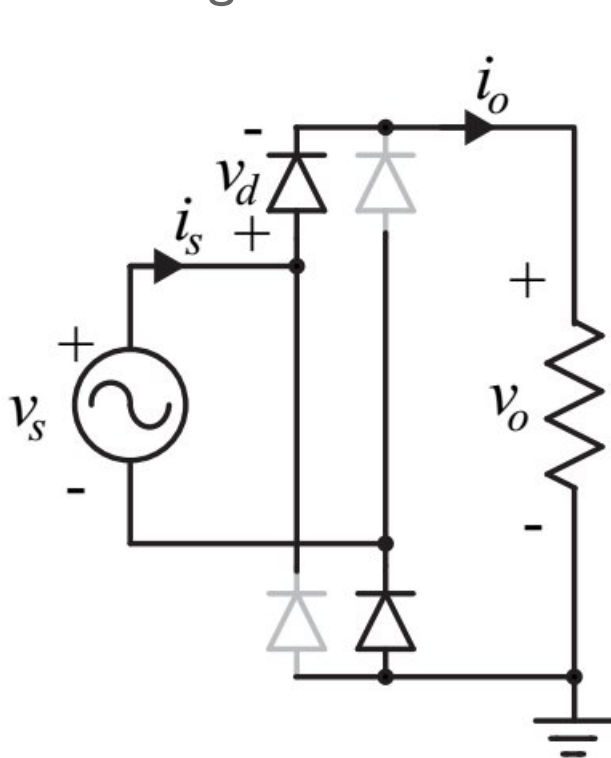
- Carga resistiva



- Valor medio de voltaje en la carga
- Valor medio y armónicas en la corriente de entrada

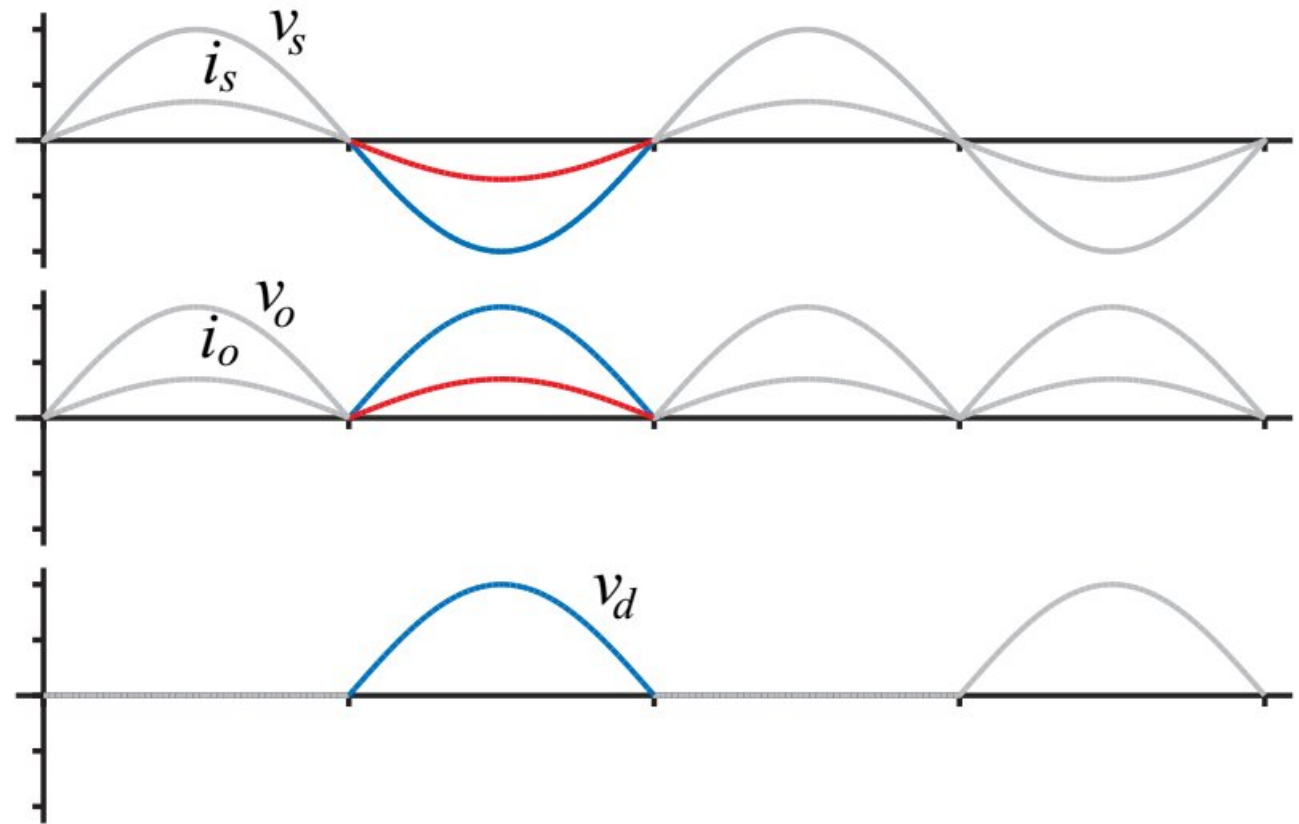
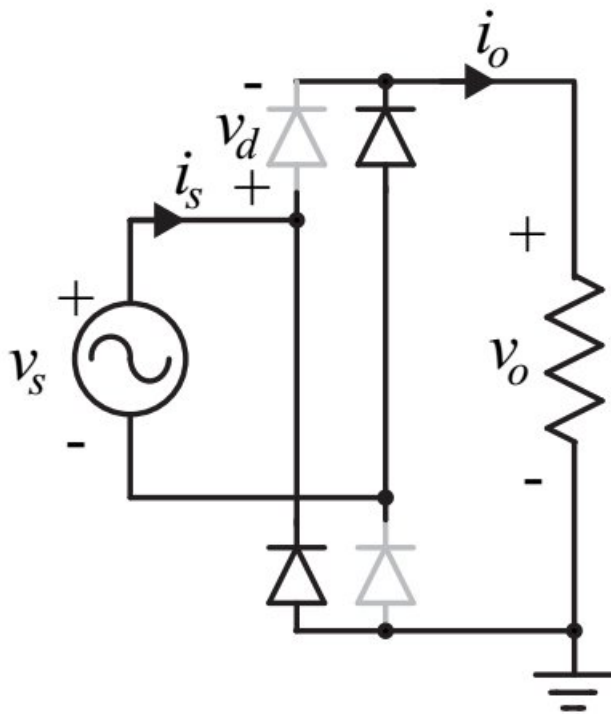
Rectificador monofásico puente

- Carga resistiva



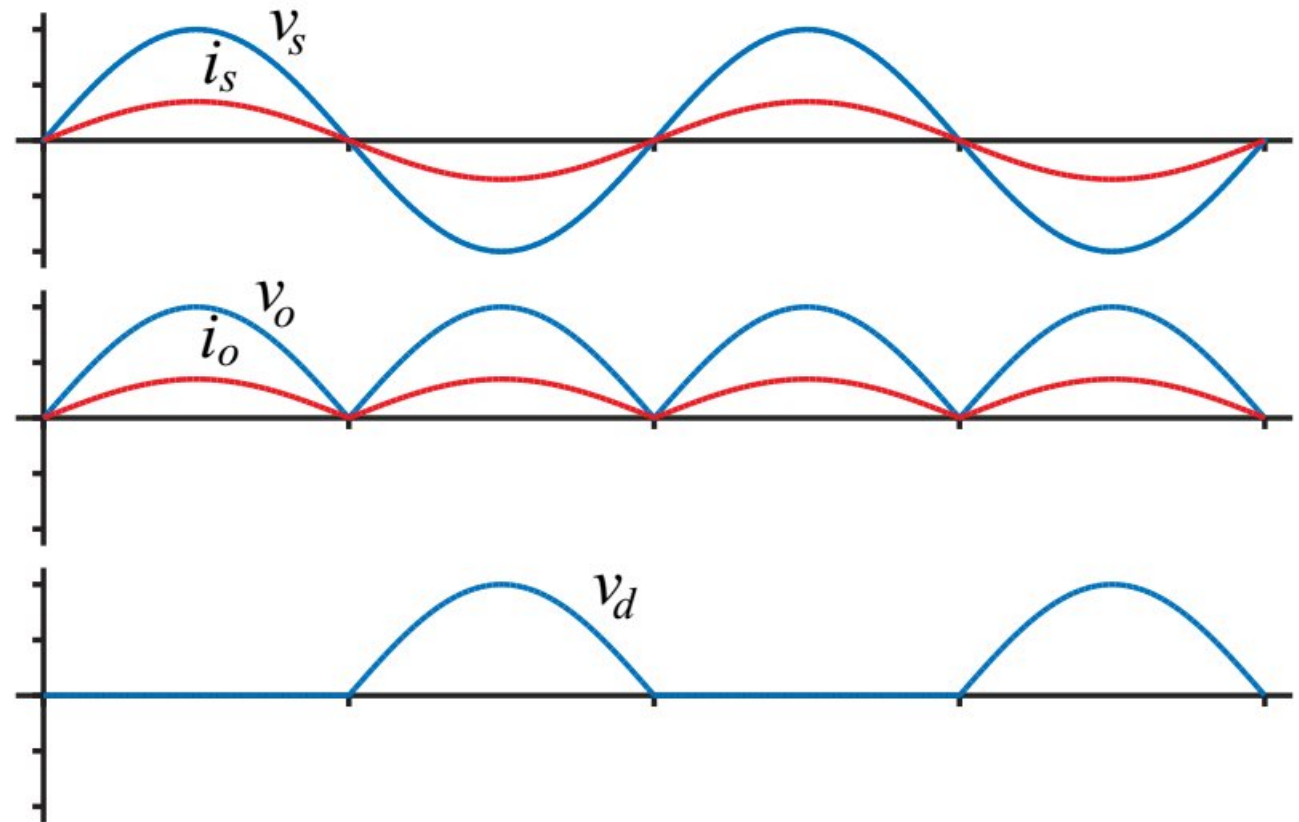
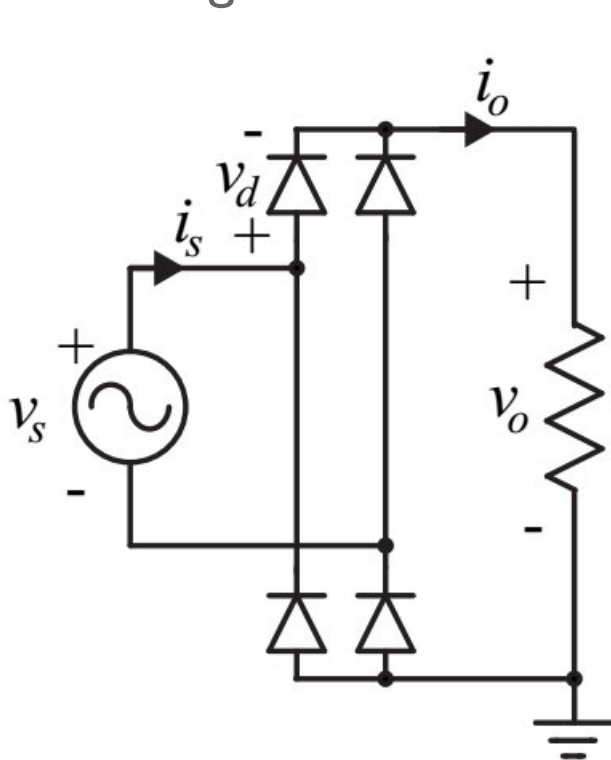
Rectificador monofásico puente

- Carga resistiva



Rectificador monofásico puente

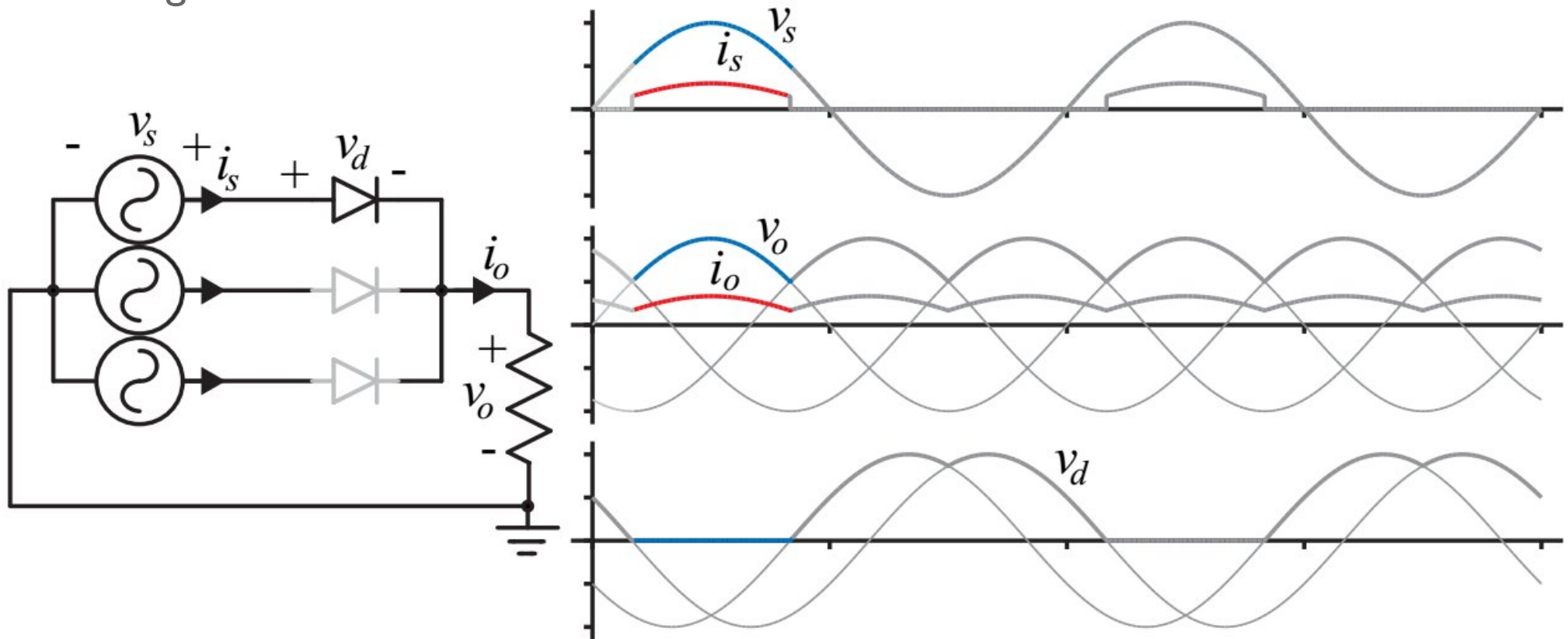
- Carga resistiva



- Valor medio de voltaje en la carga
- No hay armónicas en la corriente de entrada

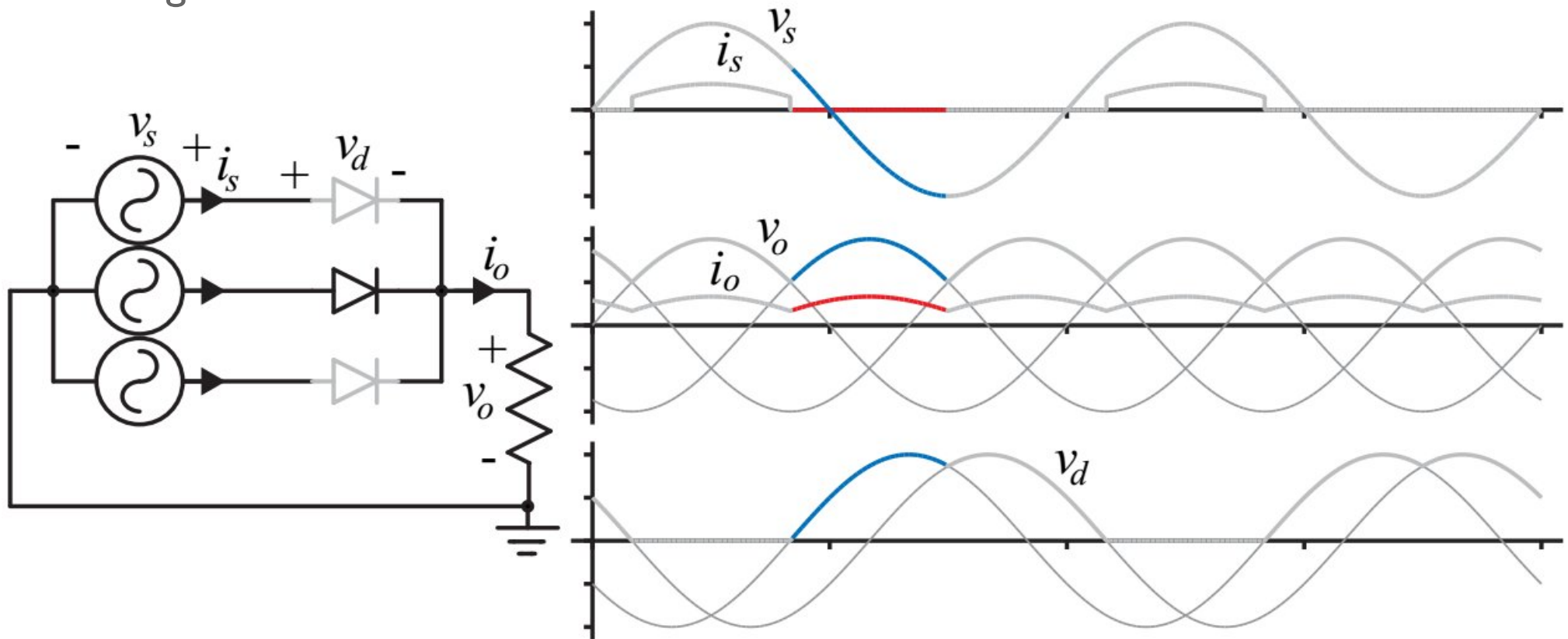
Rectificador trifásico estrella

- Carga resistiva



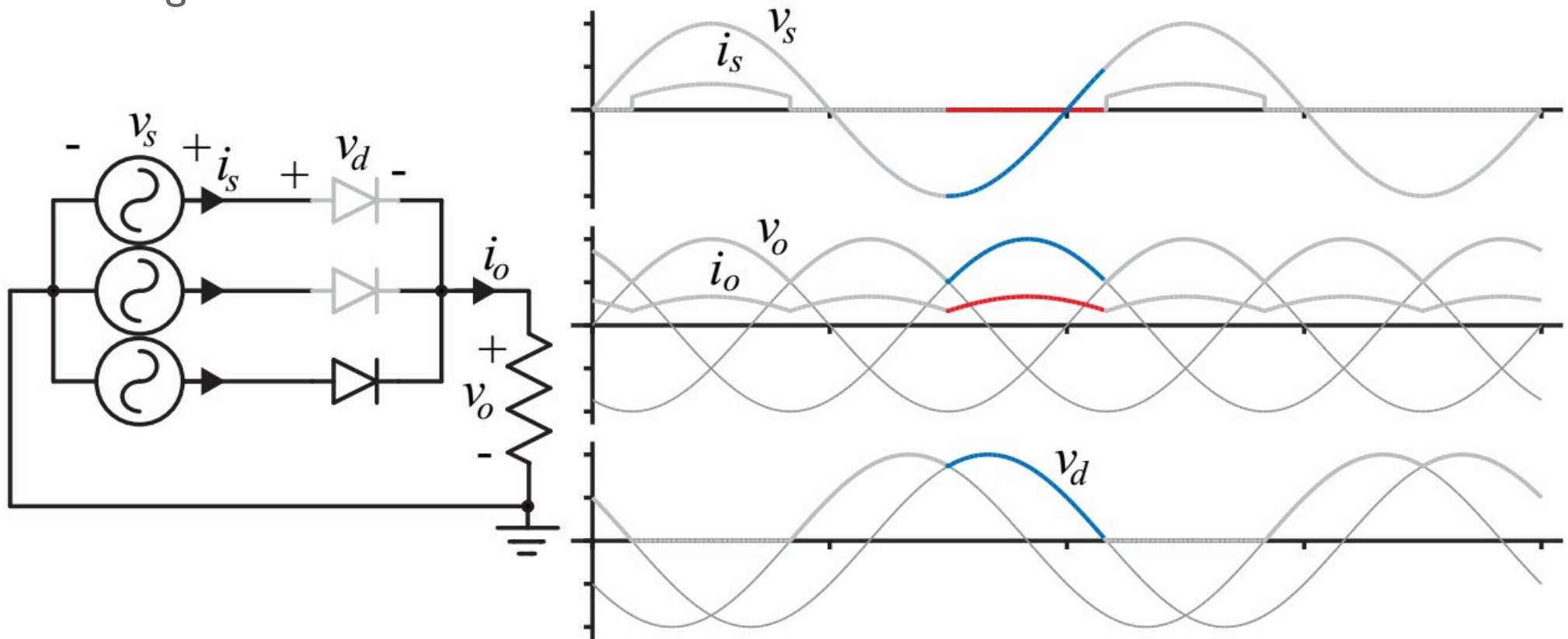
Rectificador trifásico estrella

- Carga resistiva



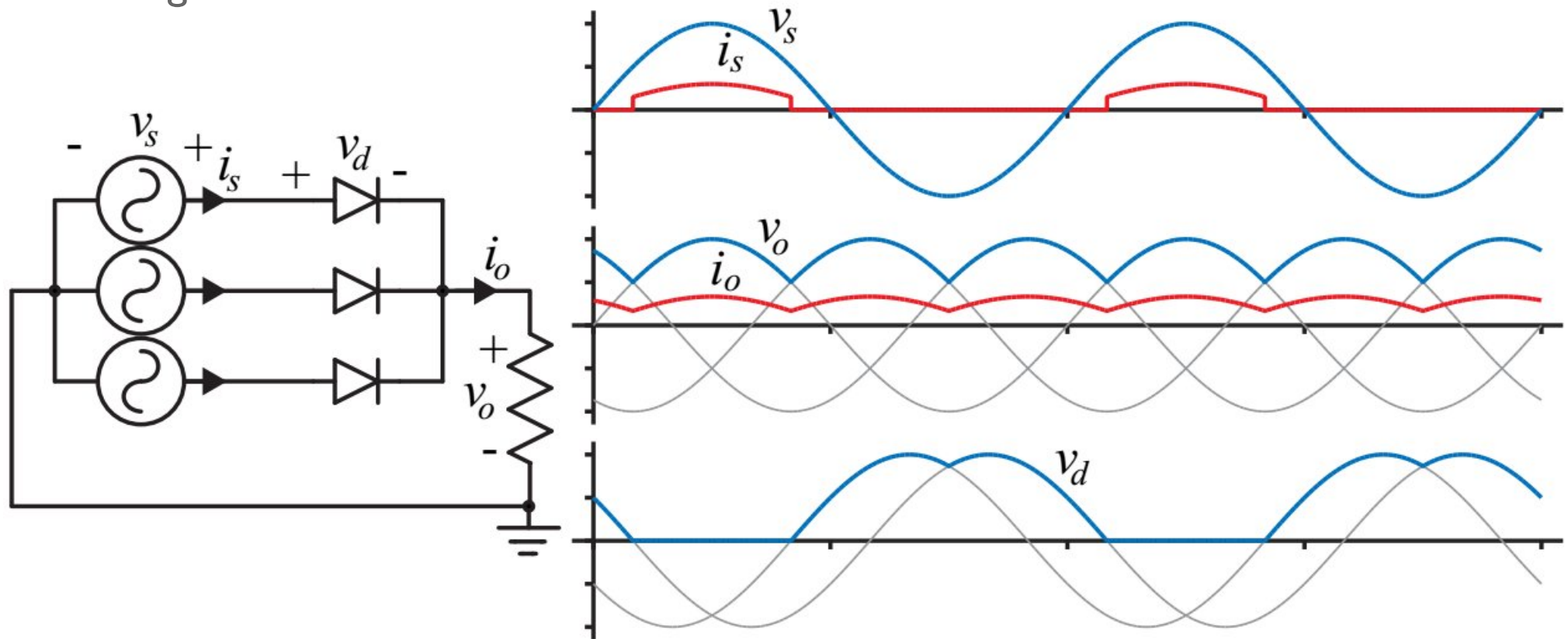
Rectificador trifásico estrella

- Carga resistiva



Rectificador trifásico estrella

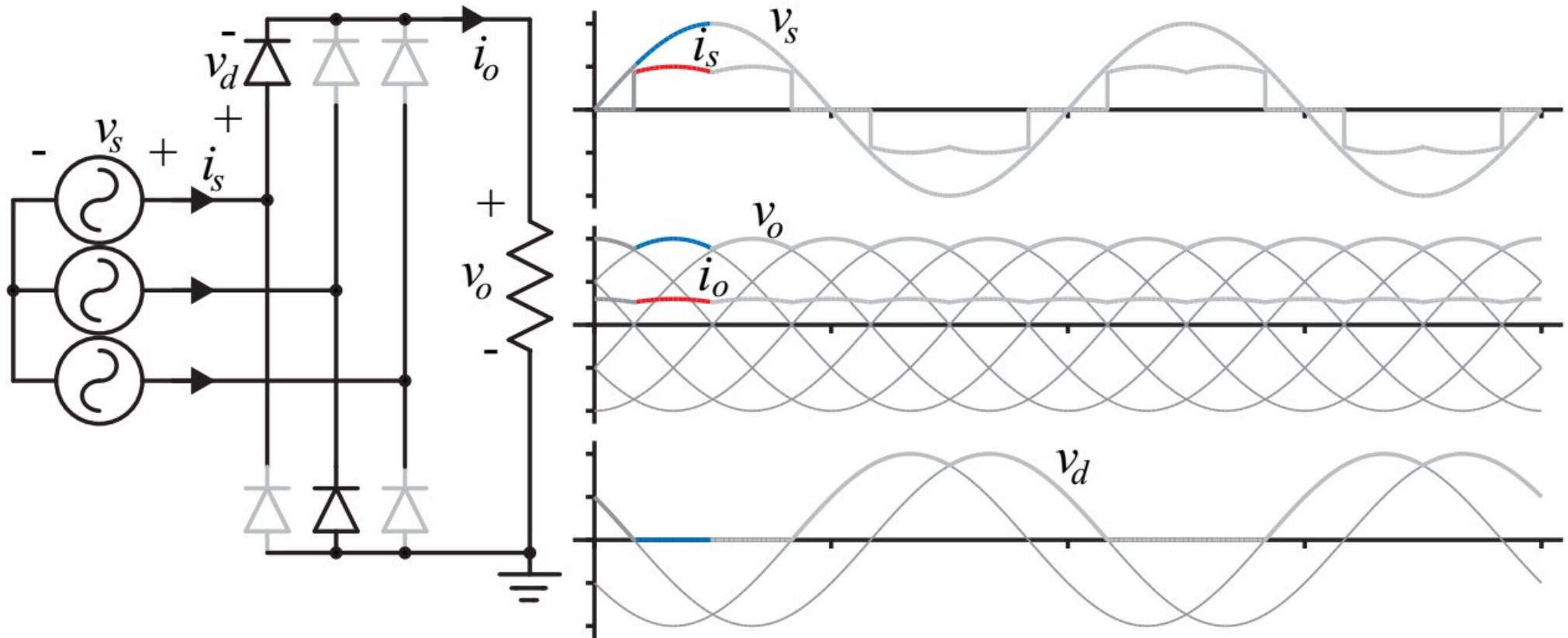
- Carga resistiva



- Valor medio de voltaje en la carga
- Valor medio y armónicas en la corriente de entrada

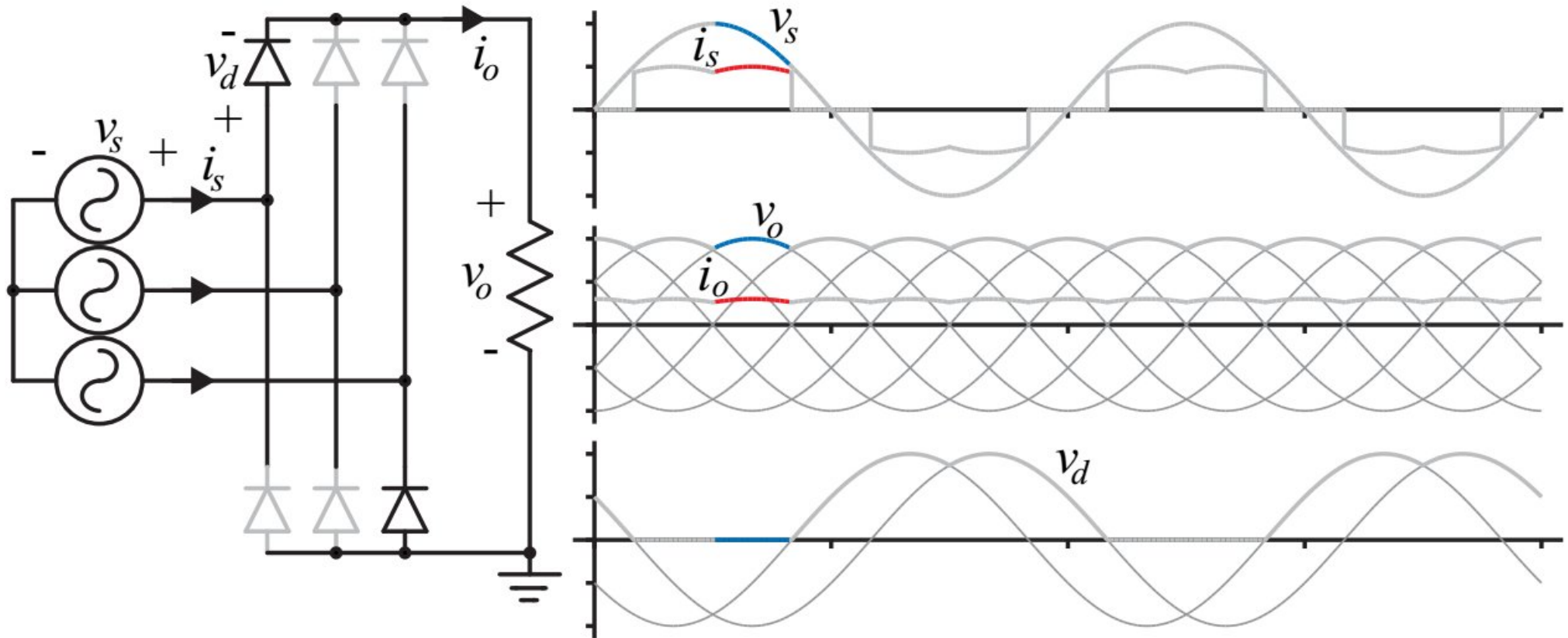
Rectificador trifásico puente

- Carga resistiva



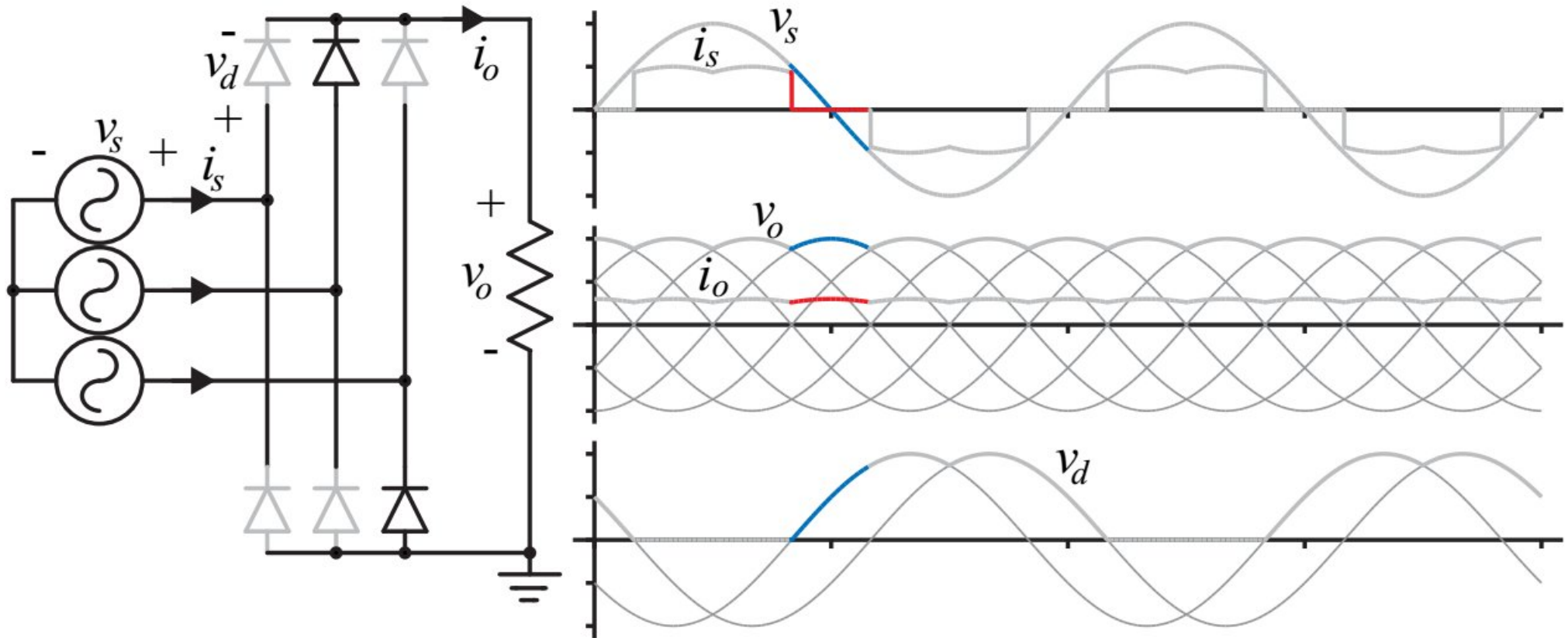
Rectificador trifásico puente

- Carga resistiva



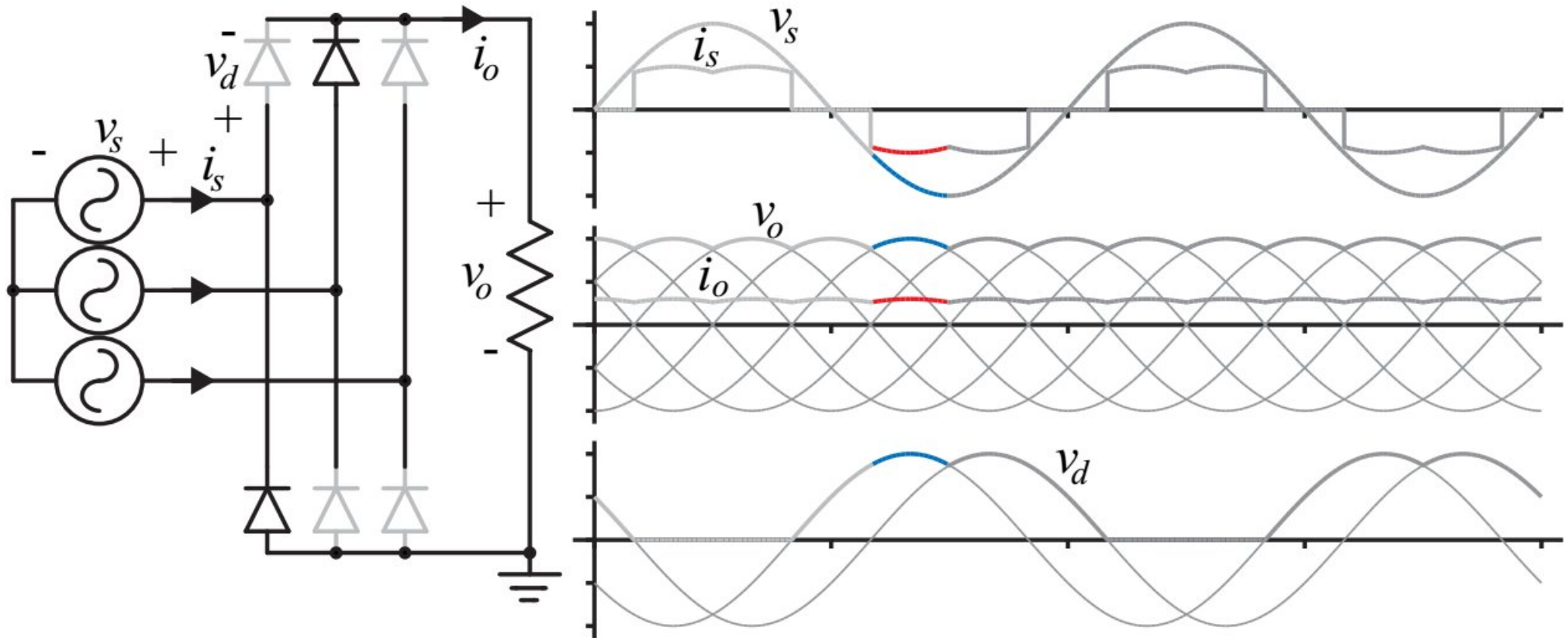
Rectificador trifásico puente

- Carga resistiva



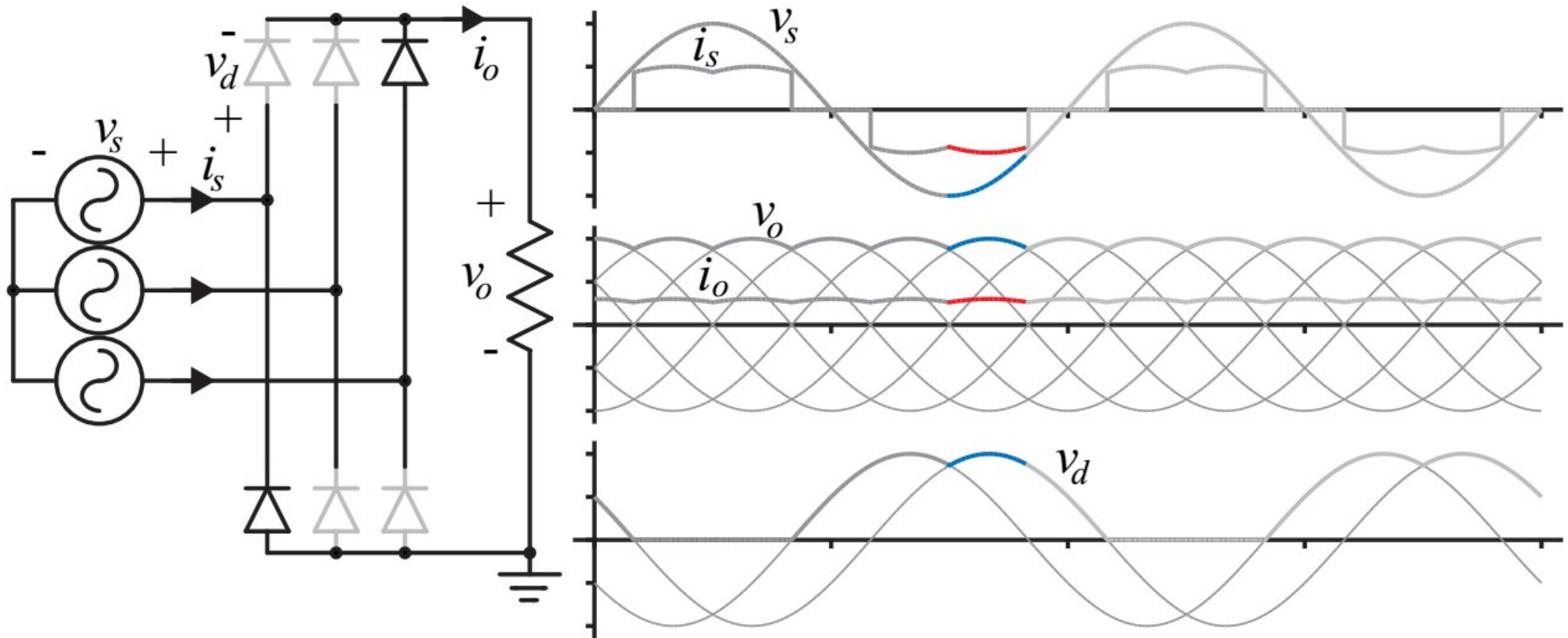
Rectificador trifásico puente

- Carga resistiva



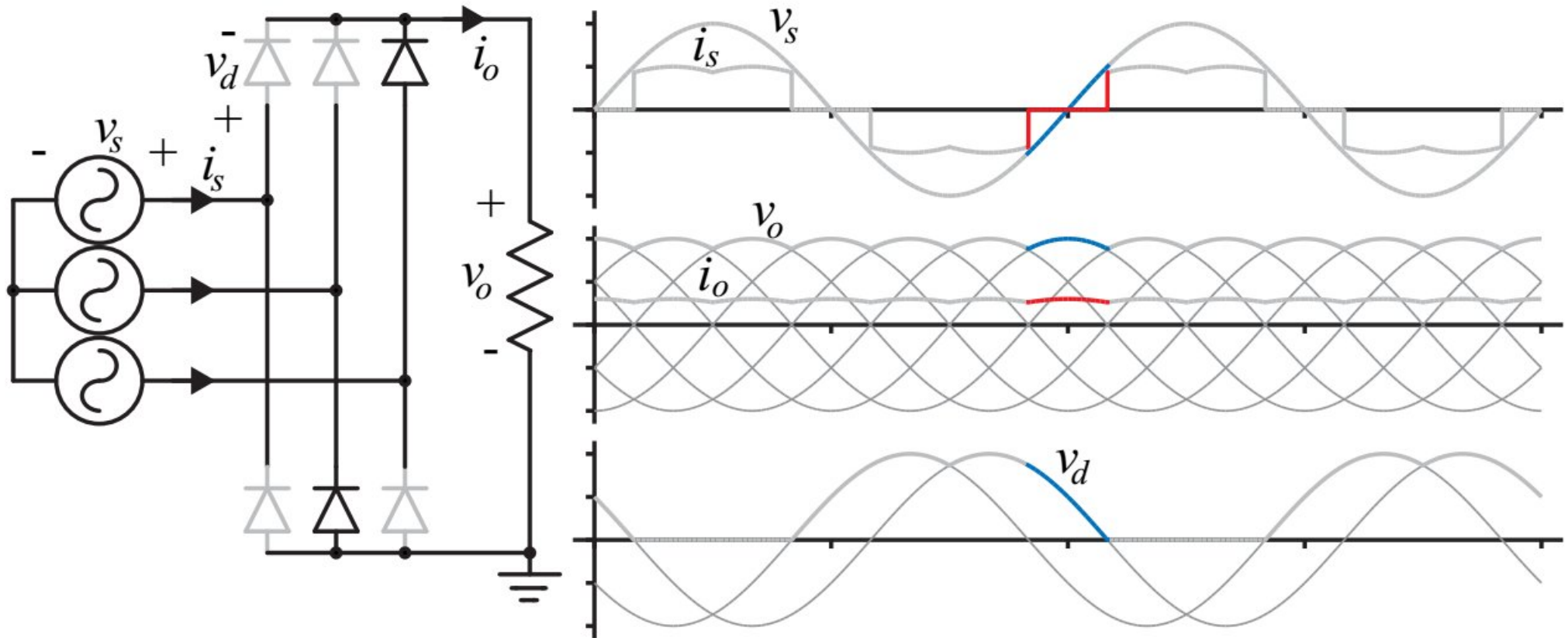
Rectificador trifásico puente

- Carga resistiva



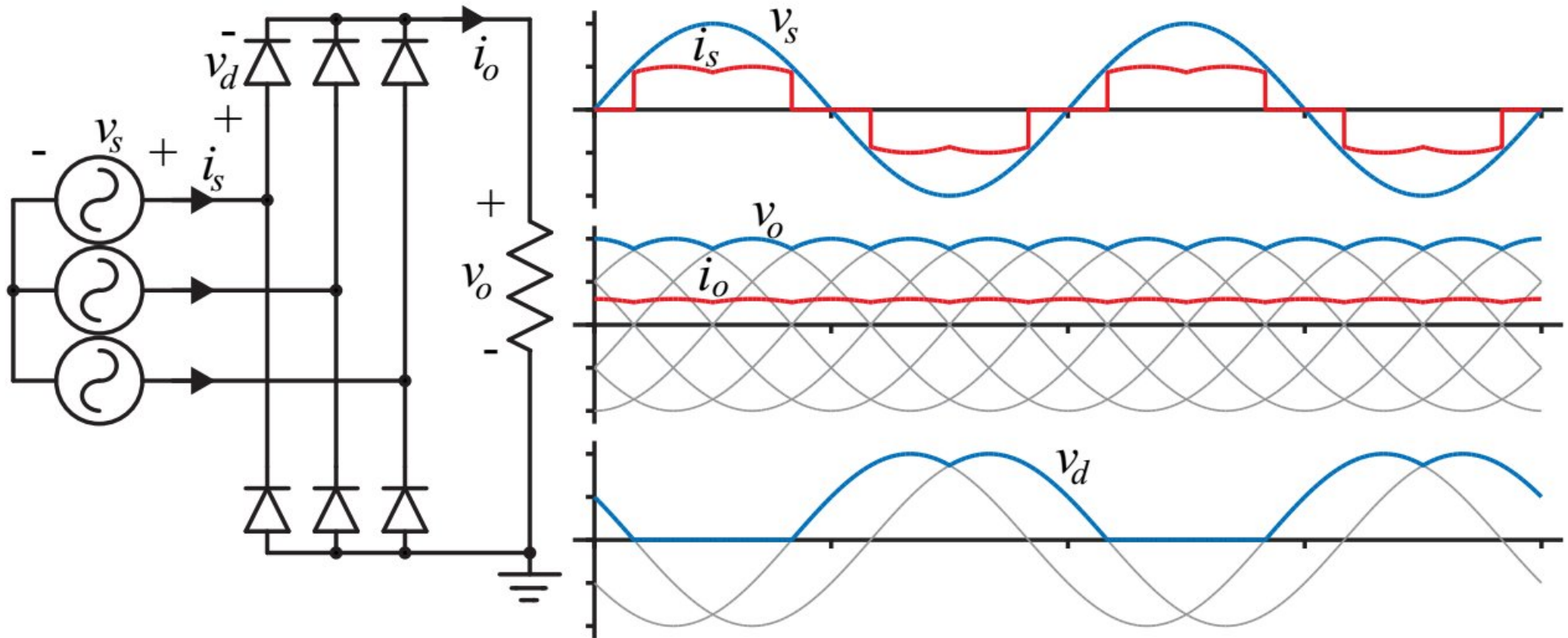
Rectificador trifásico puente

- Carga resistiva



Rectificador trifásico puente

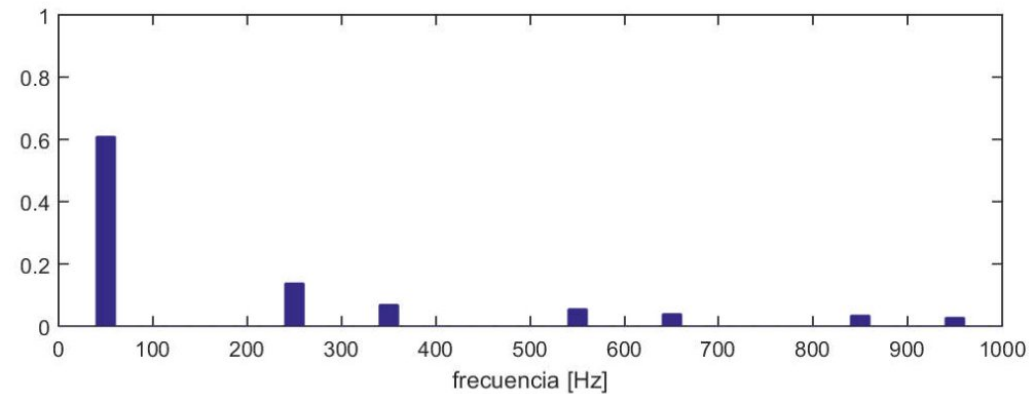
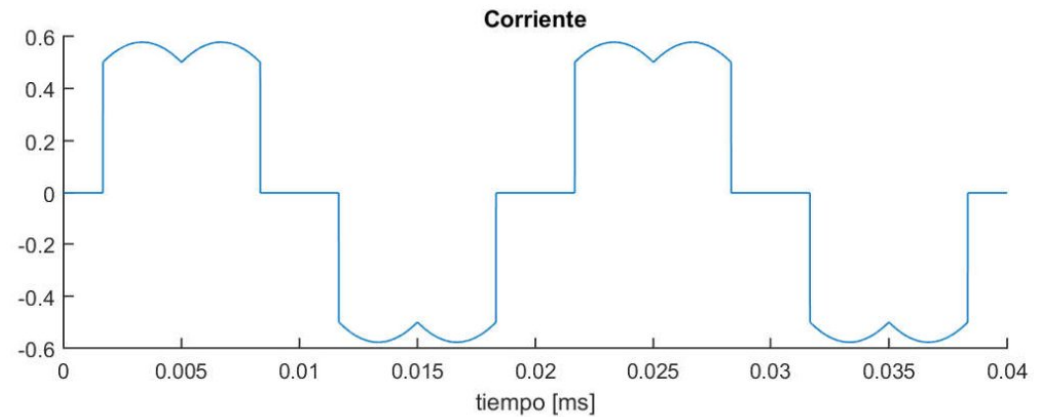
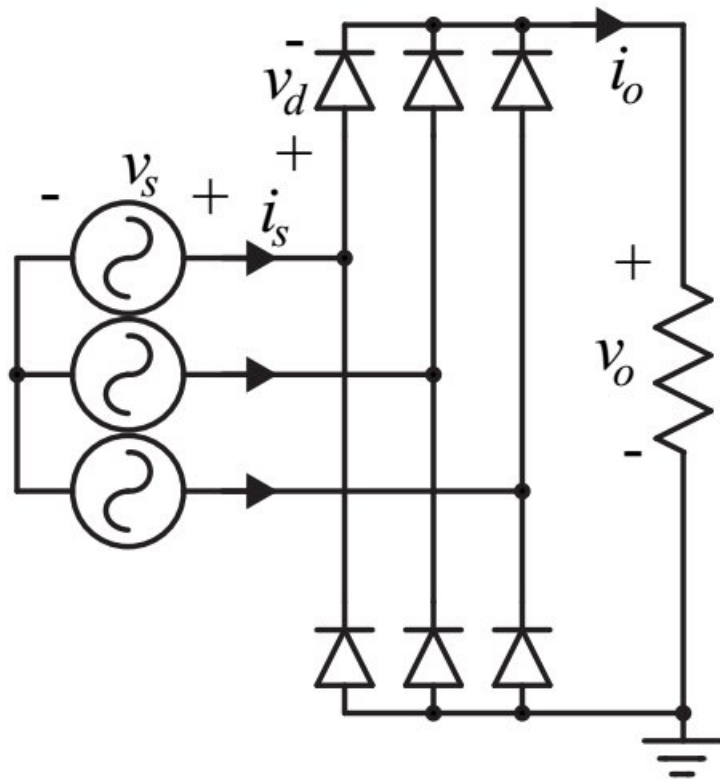
- Carga resistiva



- Valor medio de voltaje en la carga
- Armónicas en la corriente de entrada

Rectificador trifásico puente

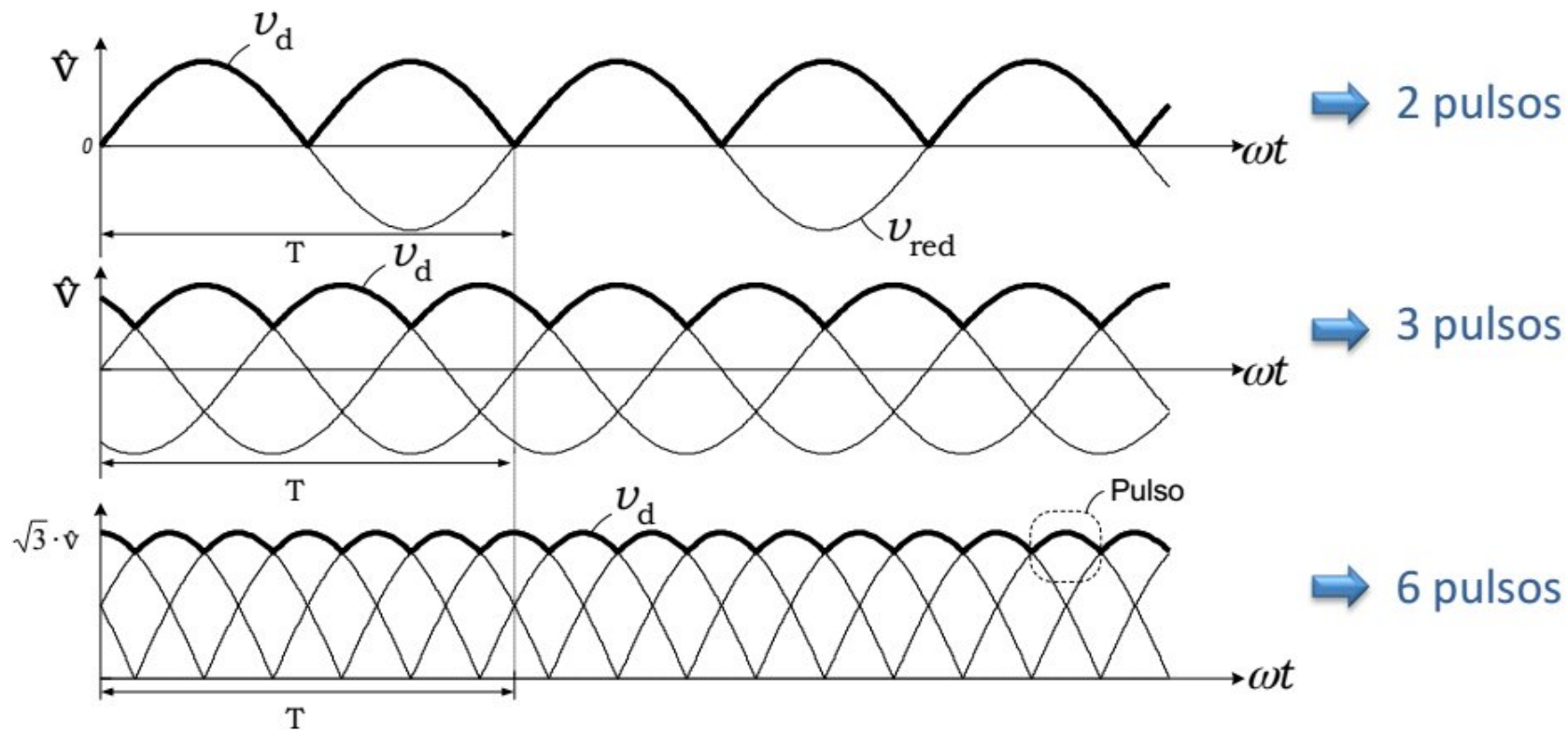
- Carga resistiva



- Armónicas características de la corriente de entrada

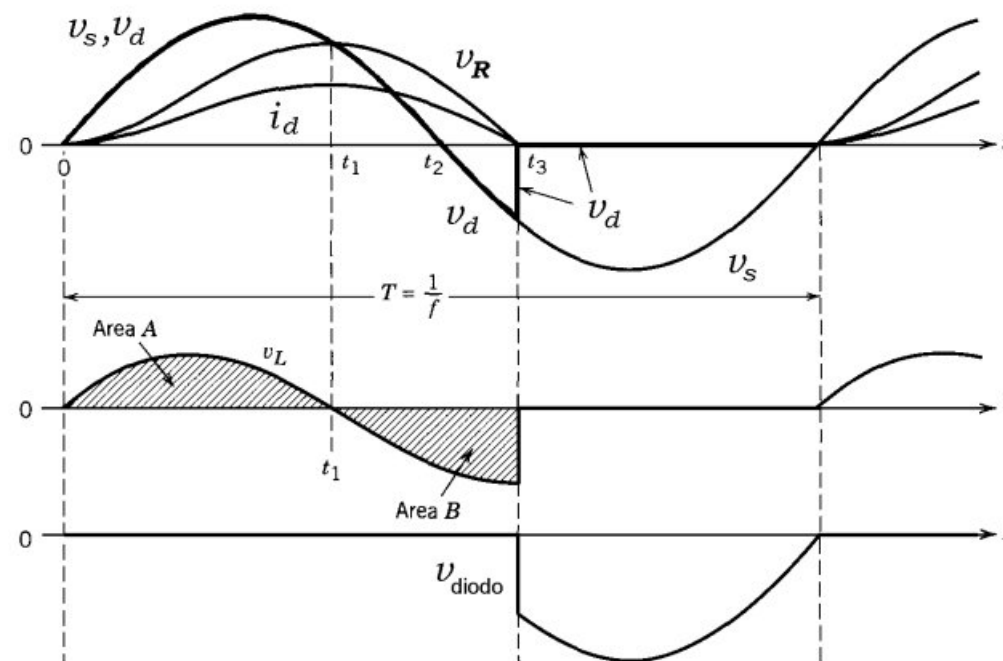
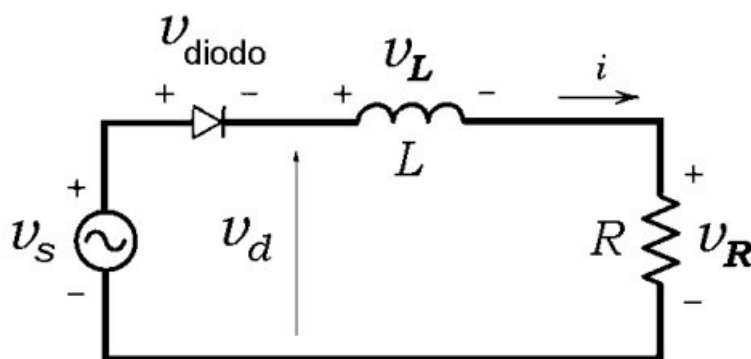
Número de pulsos de un rectificador

- Se cuentan en el voltaje de salida durante un ciclo de la fundamental



Rectificador monofásico de media onda

- Carga resistiva-inductiva

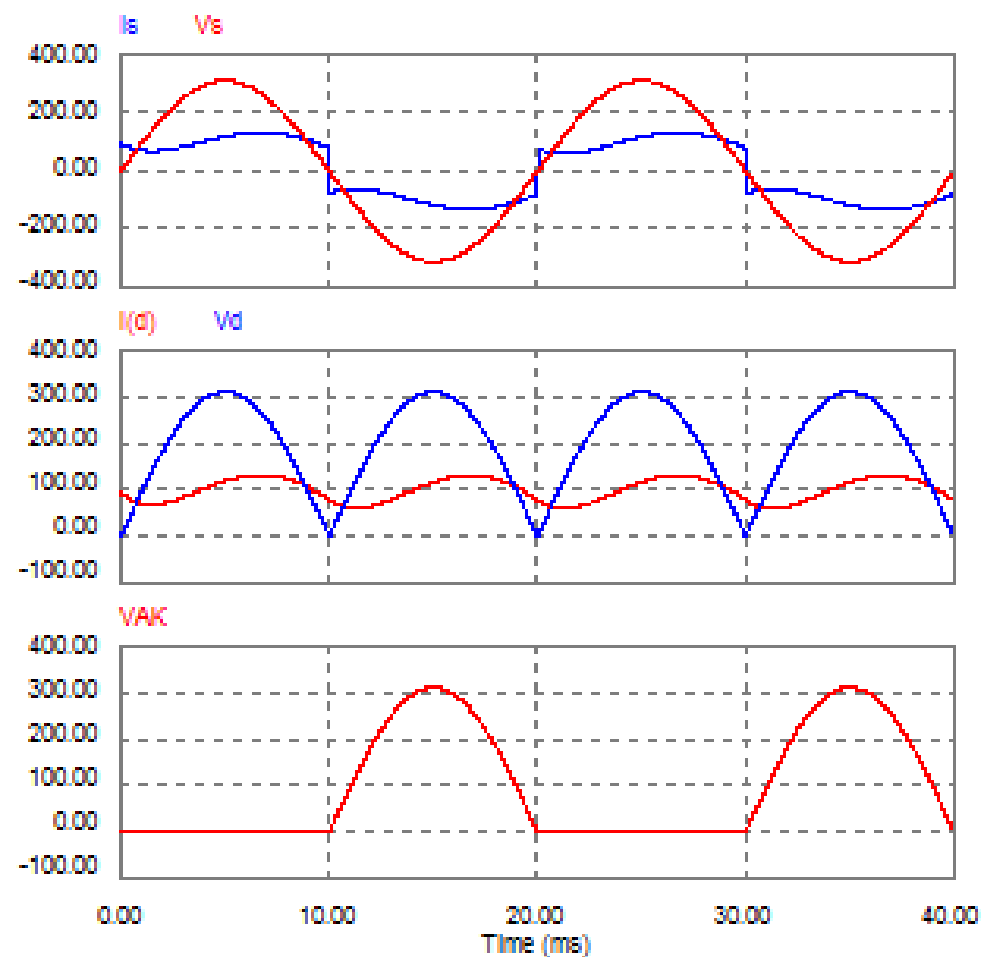
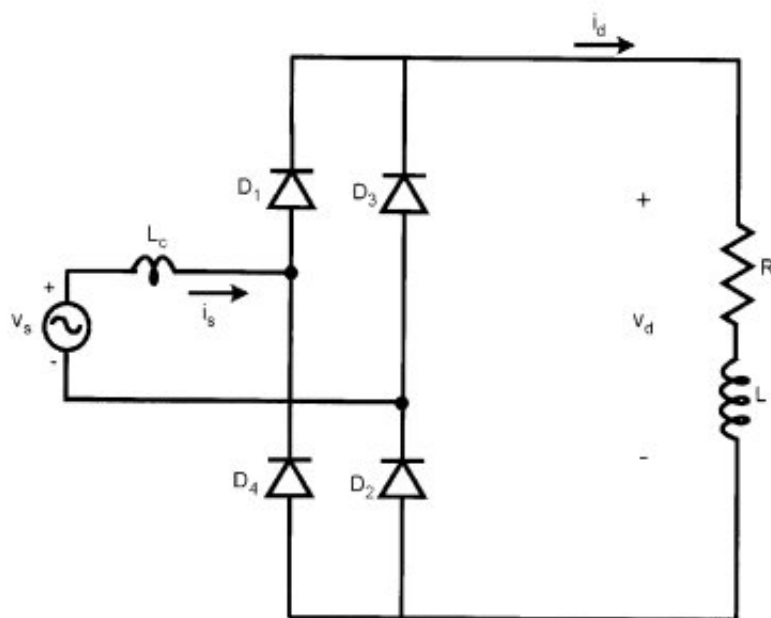


- El diodo sigue conduciendo hasta que la corriente es cero
- Area A = Area B
- Que pasa si L tiende a infinito?

$$i(t) = \frac{\sqrt{2}V}{L\omega} (1 - \cos \omega t)$$

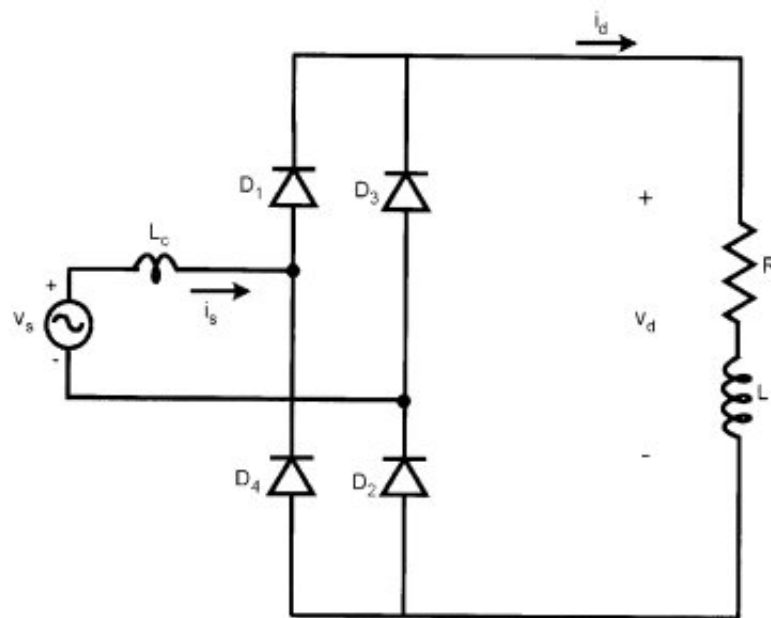
Rectificador monofásico puente

- Carga resistiva-inductiva

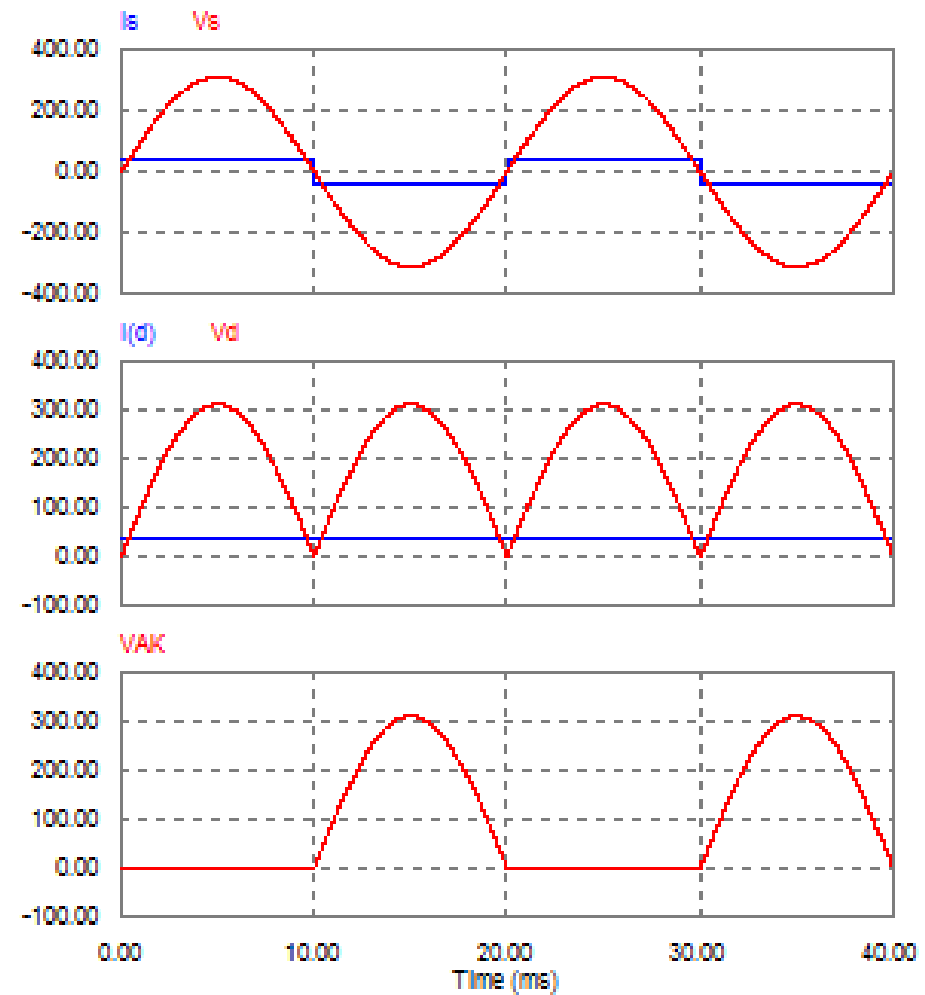


Rectificador monofásico puente

- Carga resistiva-inductiva (L tiende a infinito)

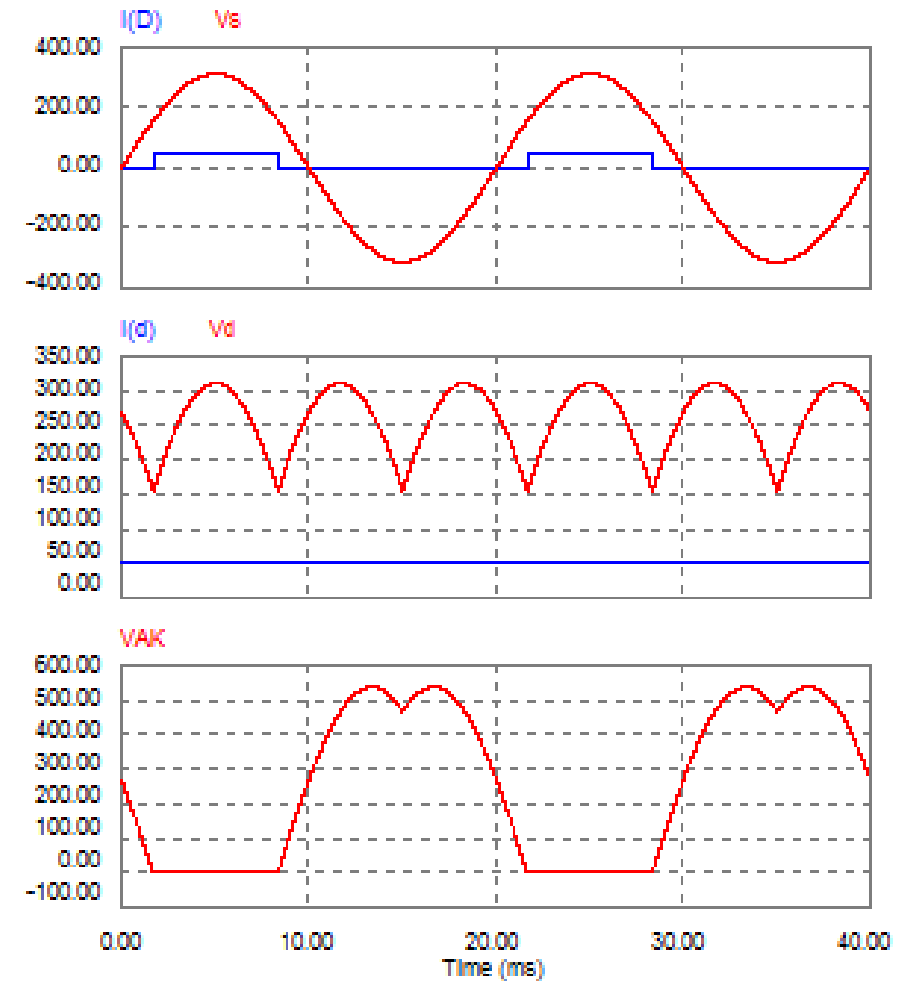
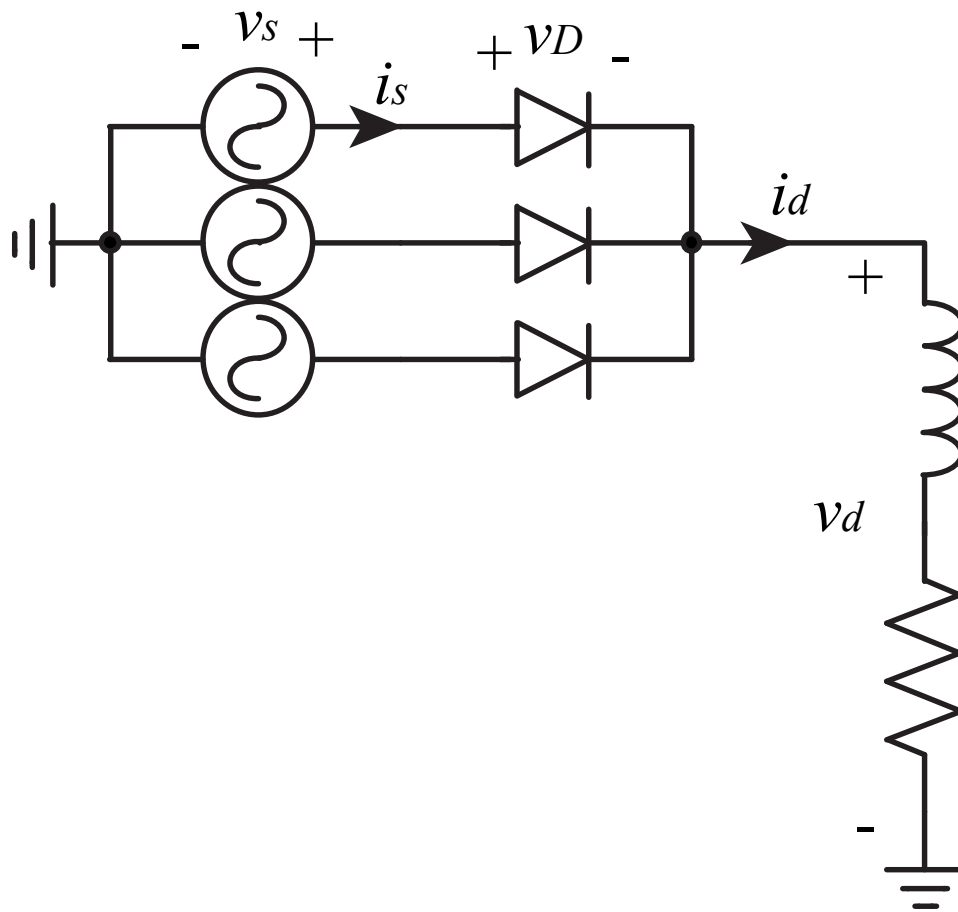


- Factor de potencia



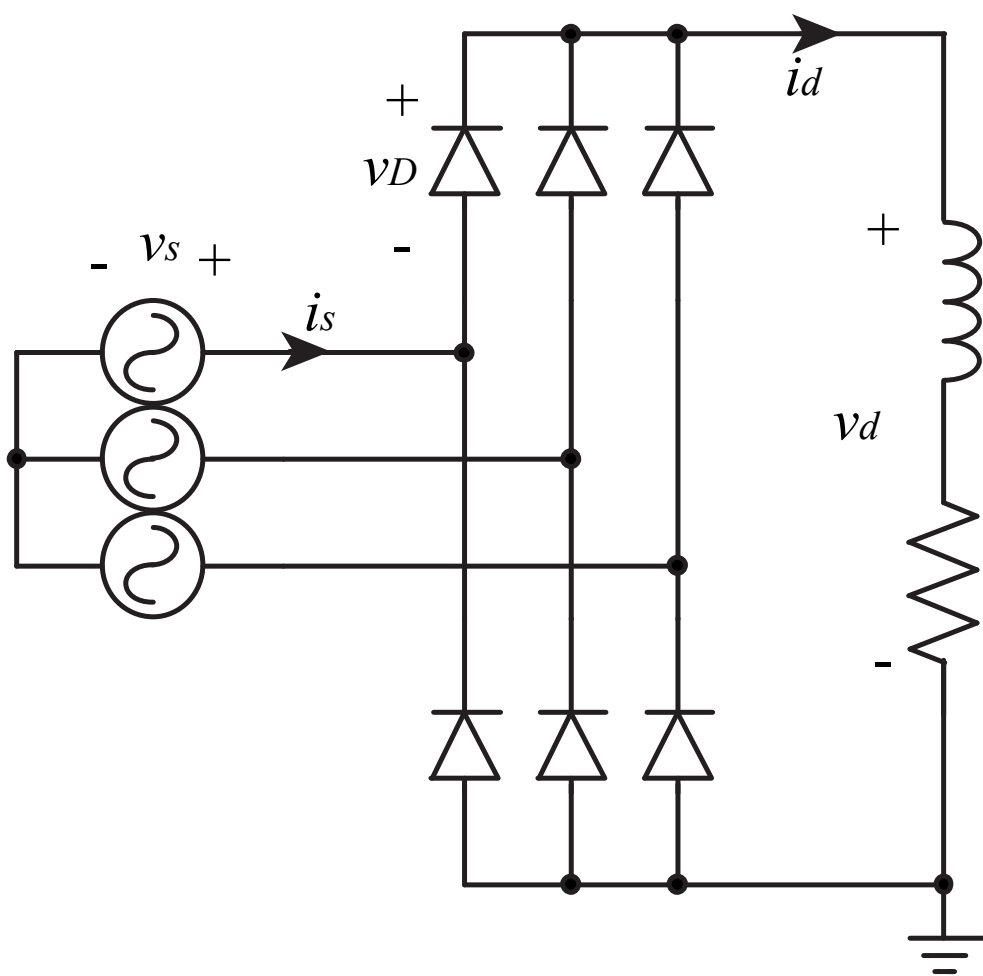
Rectificador trifásico estrella

- Carga resistiva-inductiva (L tiende a infinito)

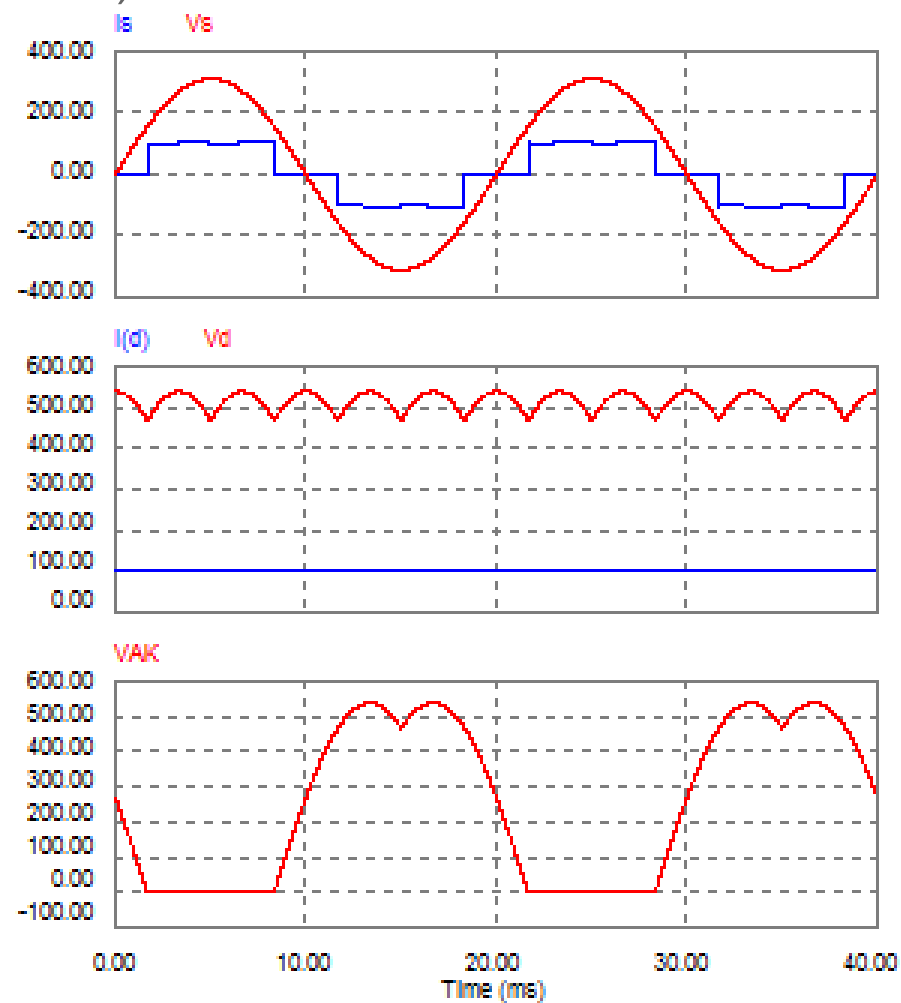


Rectificador trifásico puente

- Carga resistiva-inductiva (L tiende a infinito)

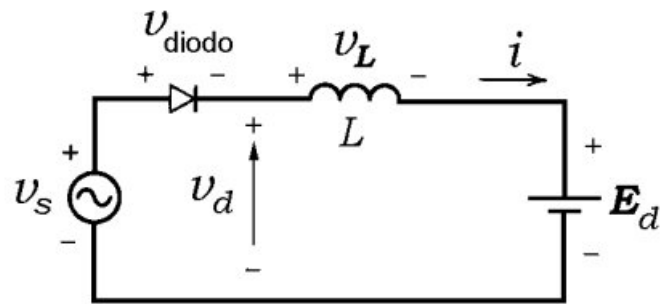


- Factor de potencia

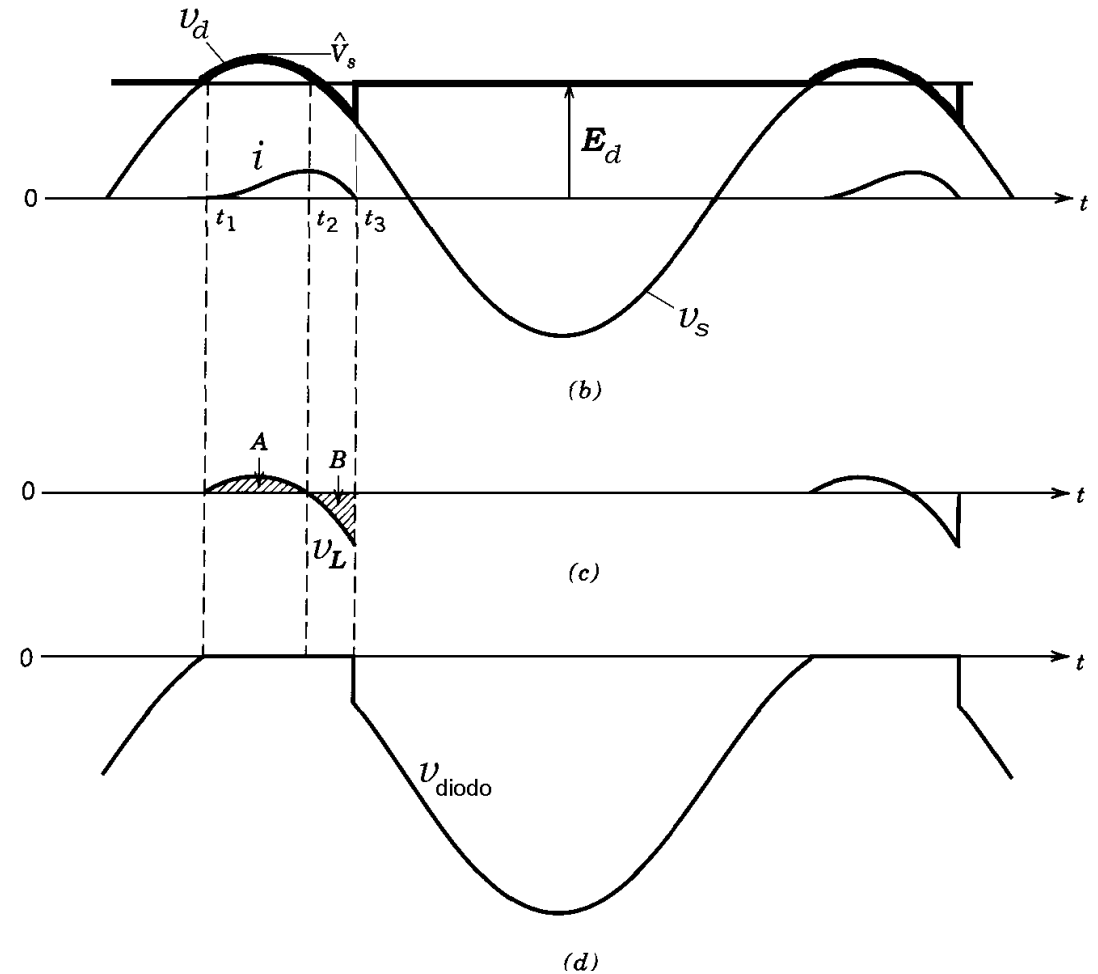


Rectificador monofásico de media onda

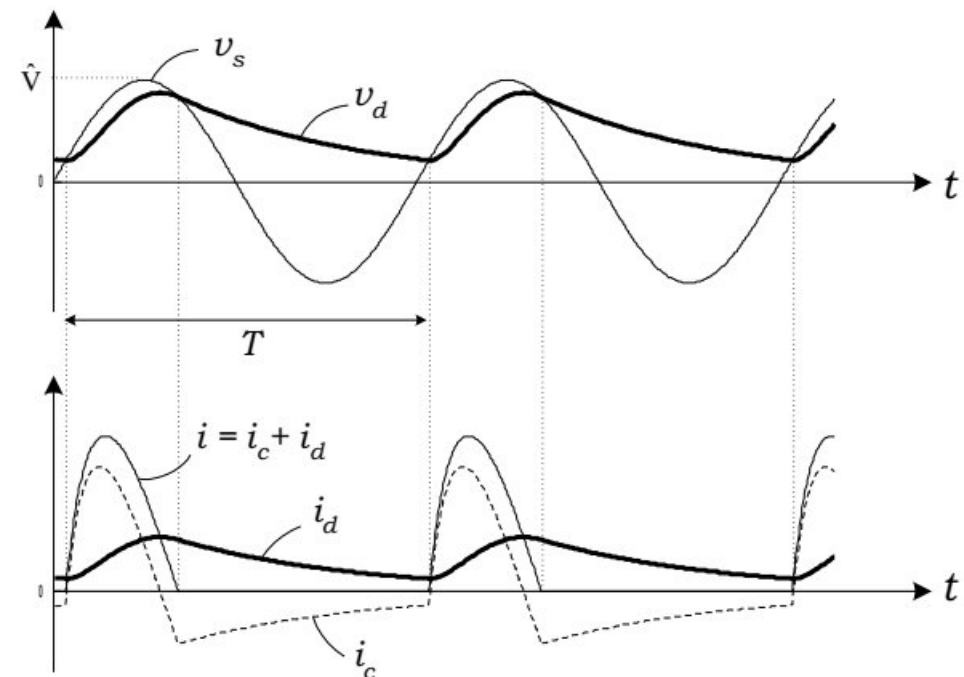
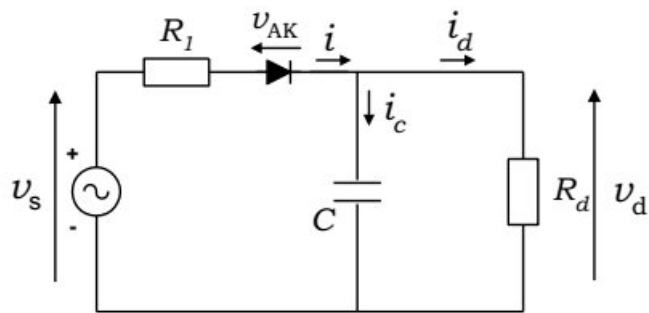
- Carga inductiva activa (carga de baterías)



- Considerar tensión DC



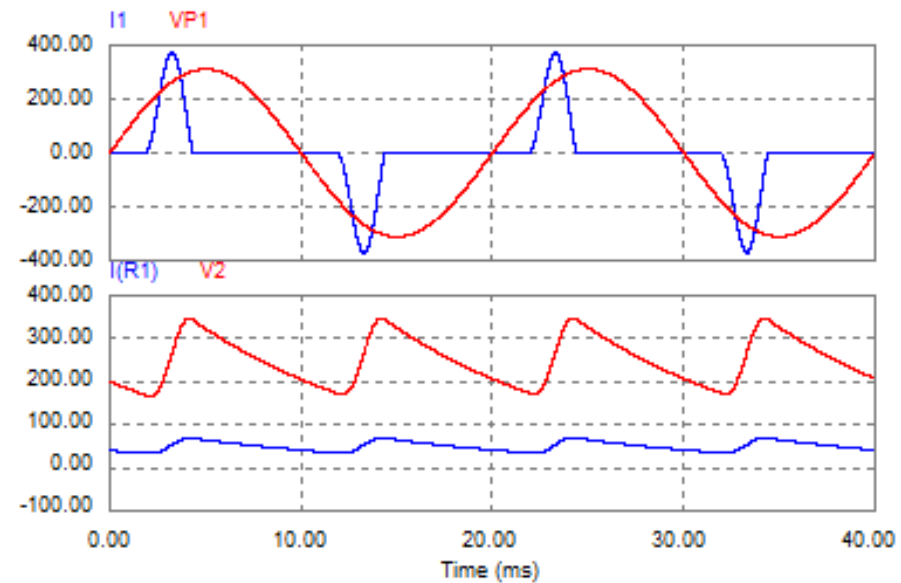
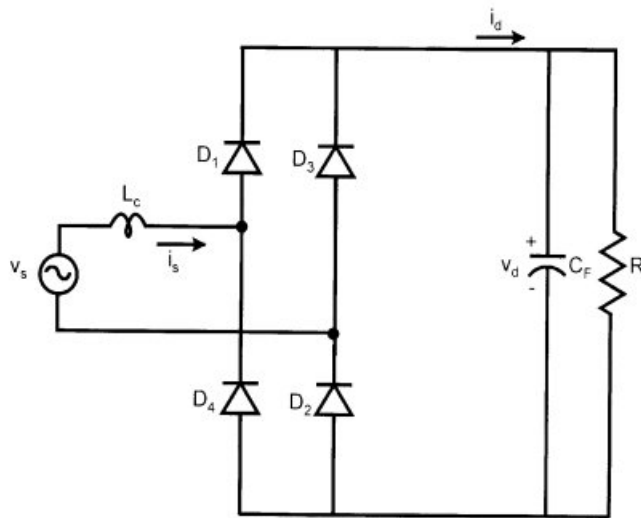
Operación con carga capacitiva



- El diodo conduce cuando la tensión del condensador está por debajo de la red
- El condensador se carga
- La tensión del condensador sube
- El diodo se corta cuando alcanza la tensión de la red
- El condensador se descarga por la carga

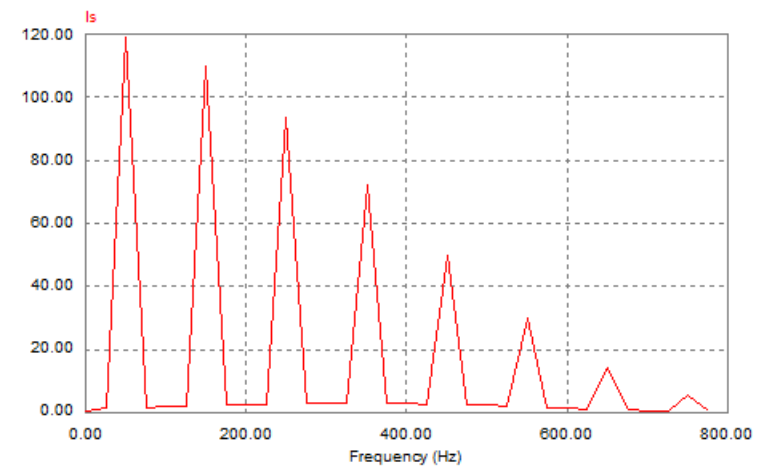
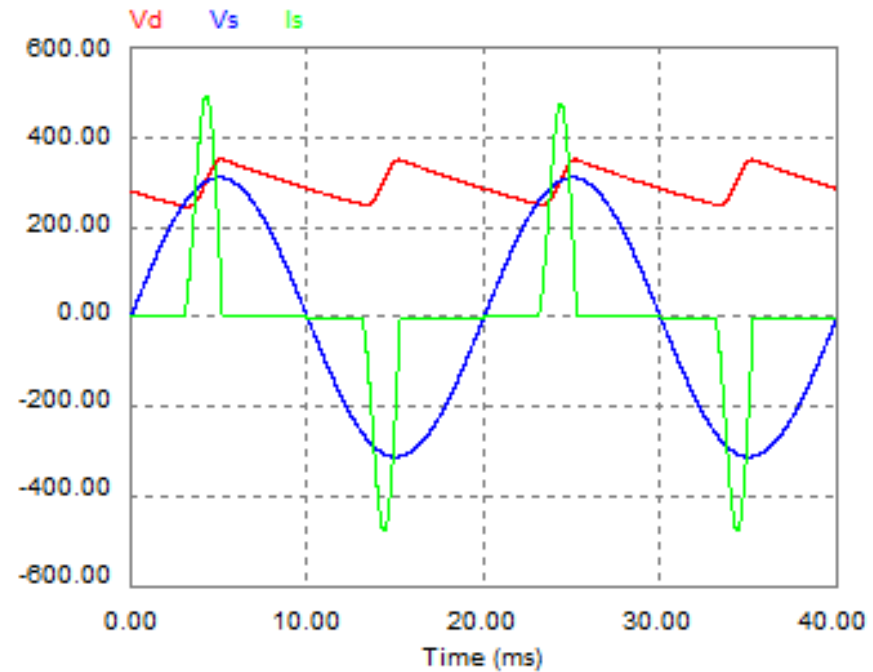
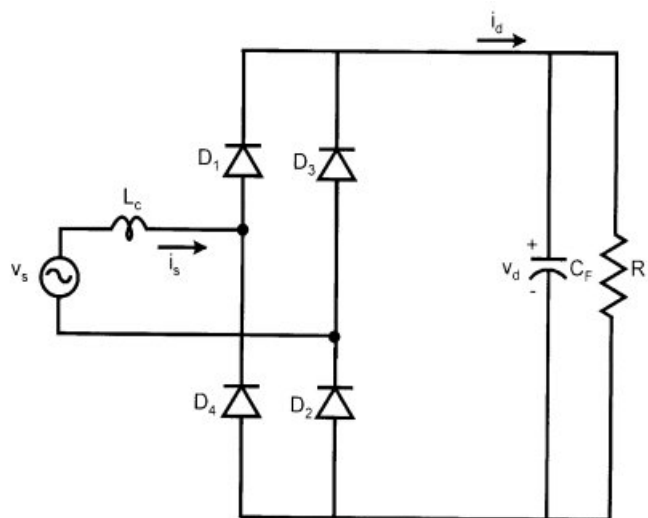
Rectificador monofásico puente

- Carga resistiva capacitiva



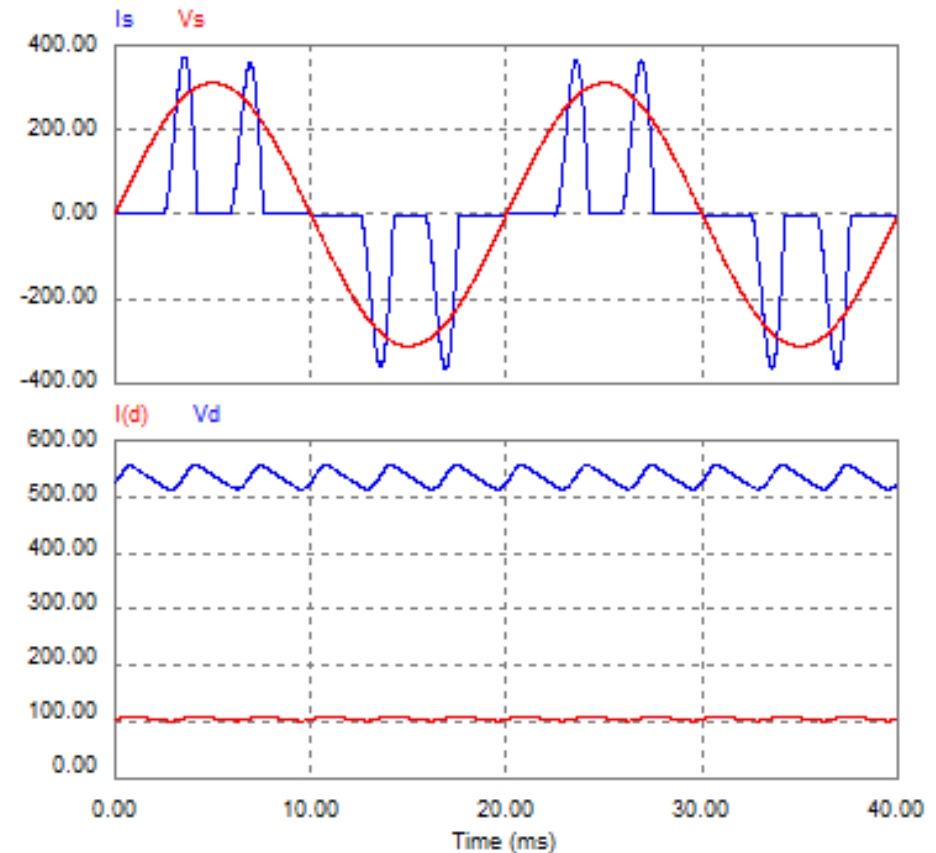
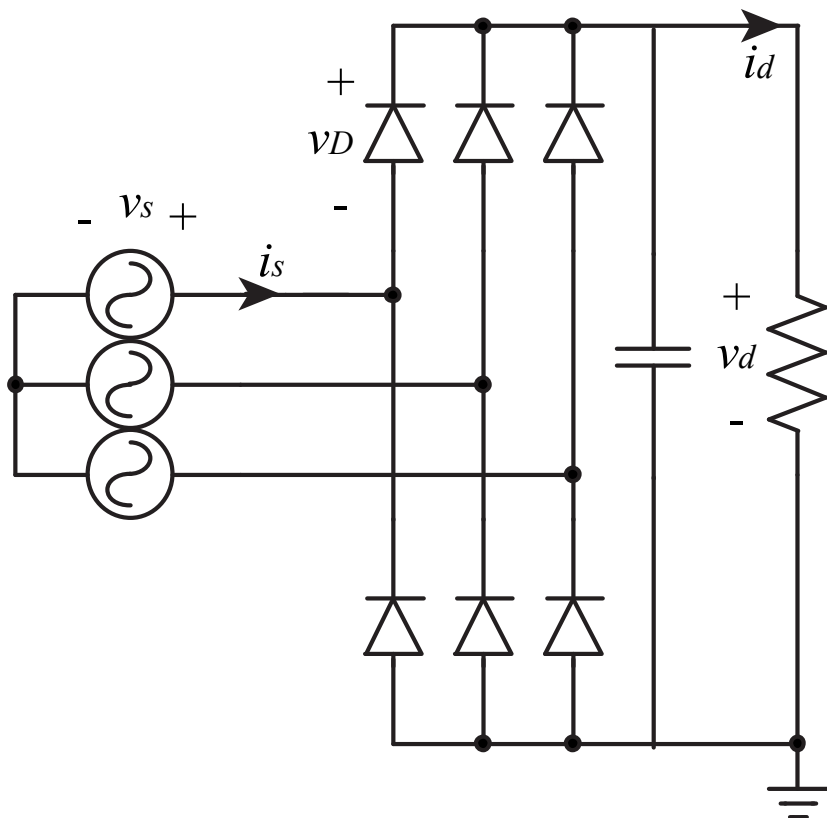
Rectificador monofásico puente

- Carga resistiva capacitiva



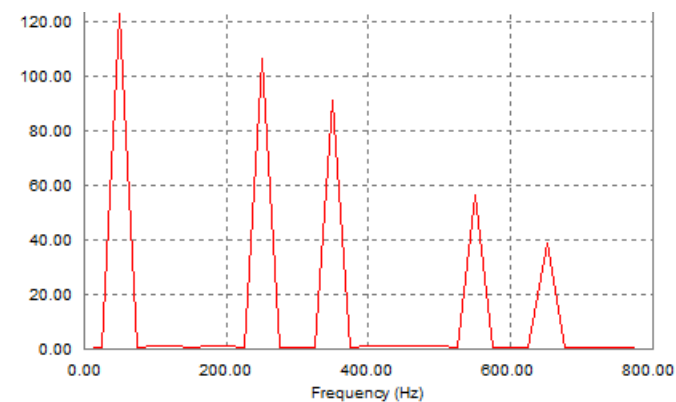
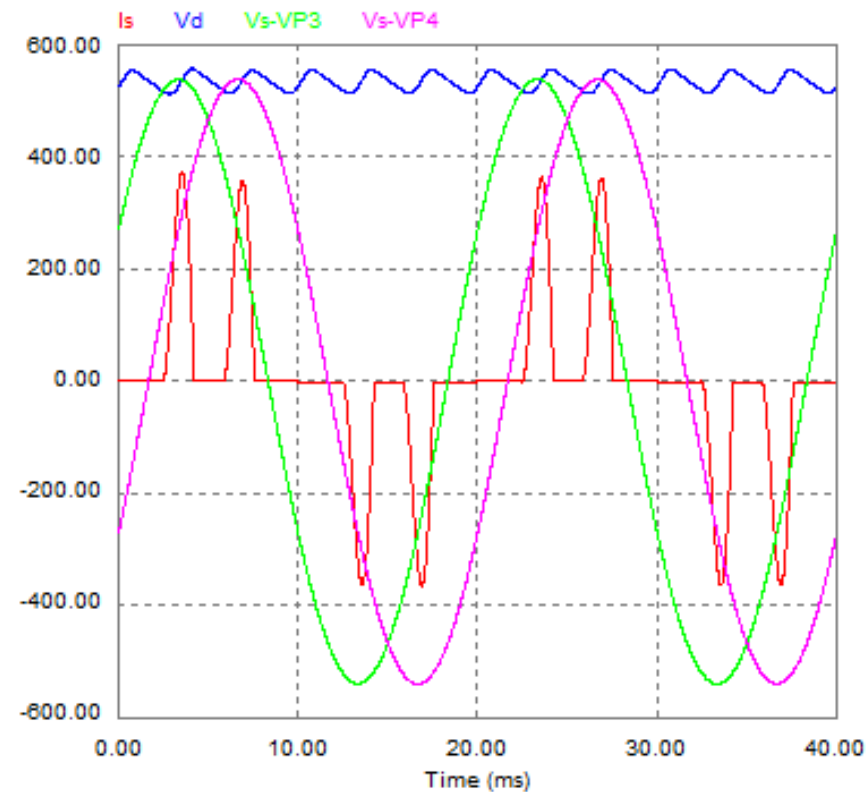
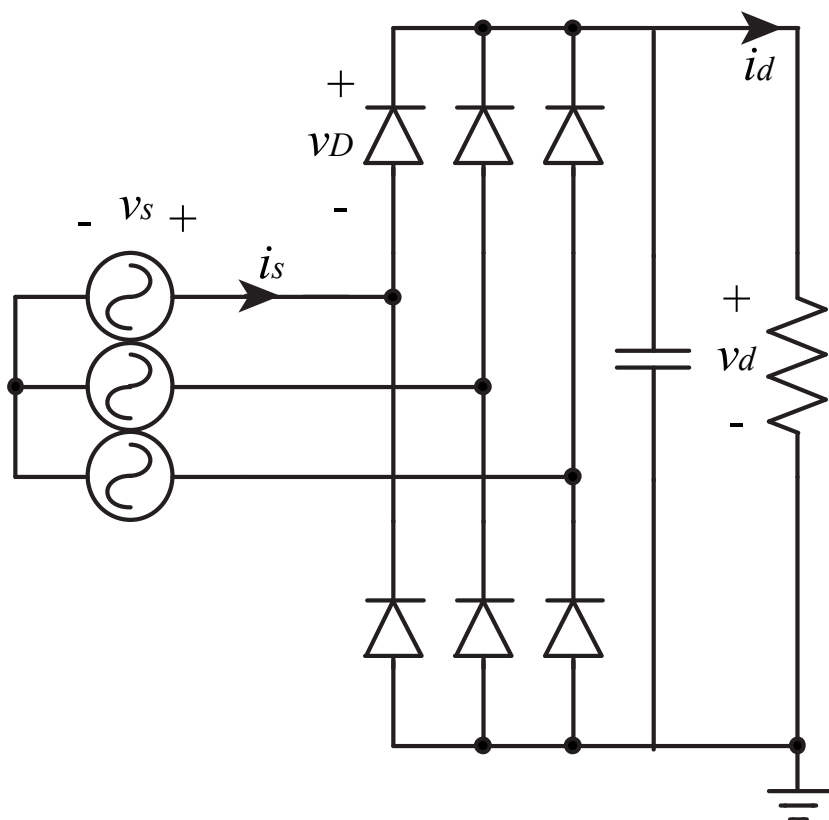
Rectificador trifásico puente

- Carga resistiva capacitiva



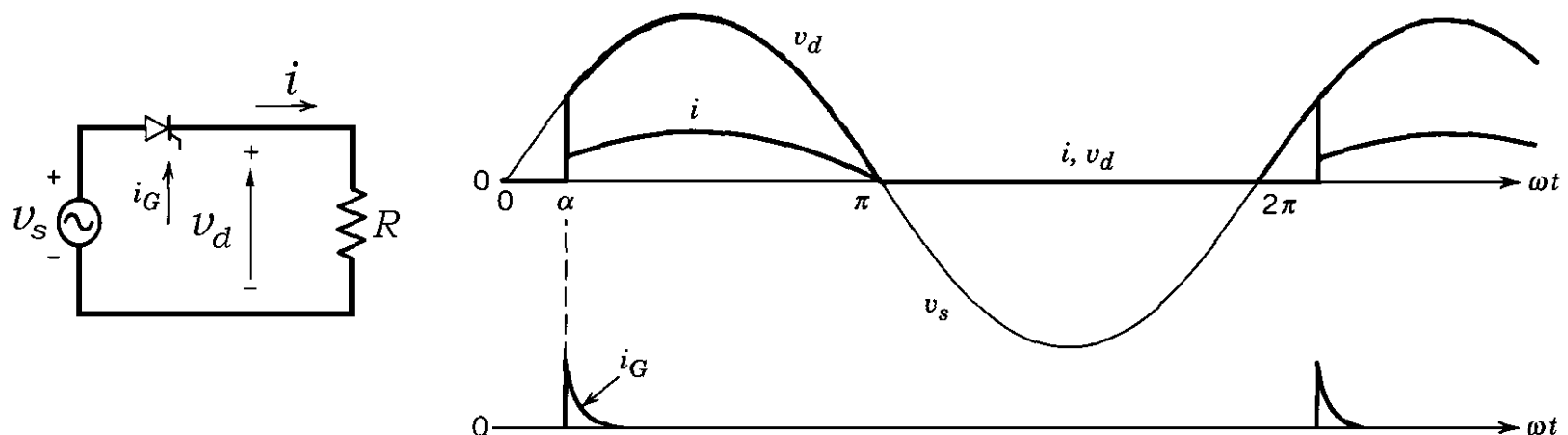
Rectificador trifásico puente

- Carga resistiva capacitiva



Rectificador monofásico de media onda controlado

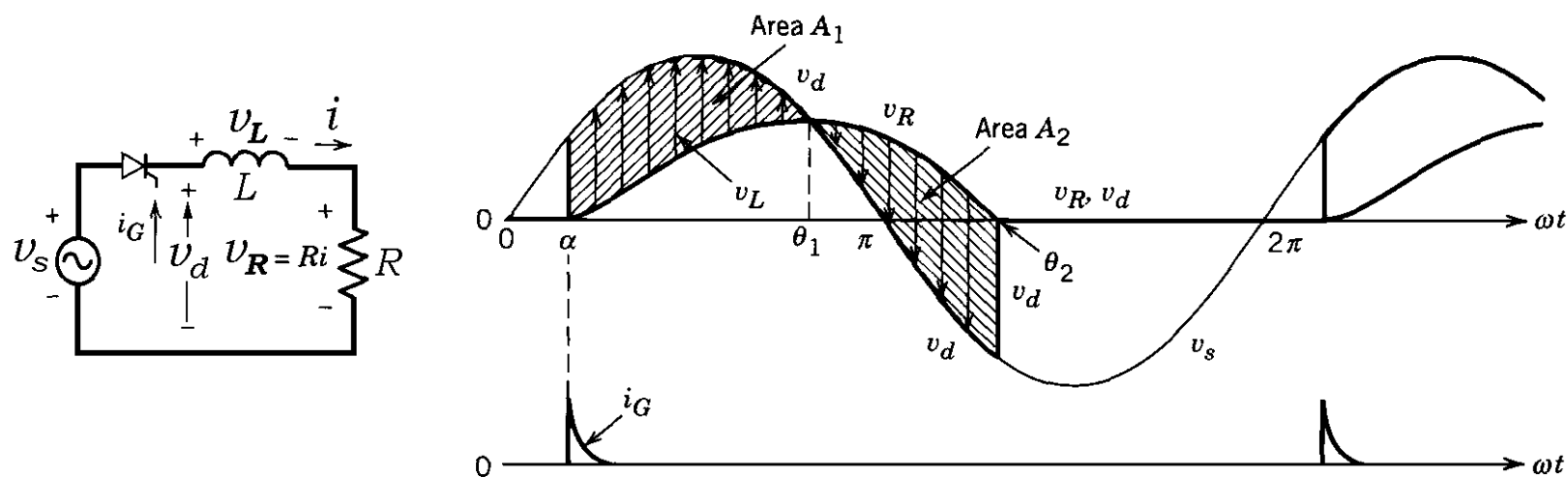
- Carga resistiva



- El encendido del tiristor se retarda un ángulo alfa hasta que se produzca el disparo.
- Forma de onda de la tensión en el tiristor?

Rectificador monofásico de media onda controlado

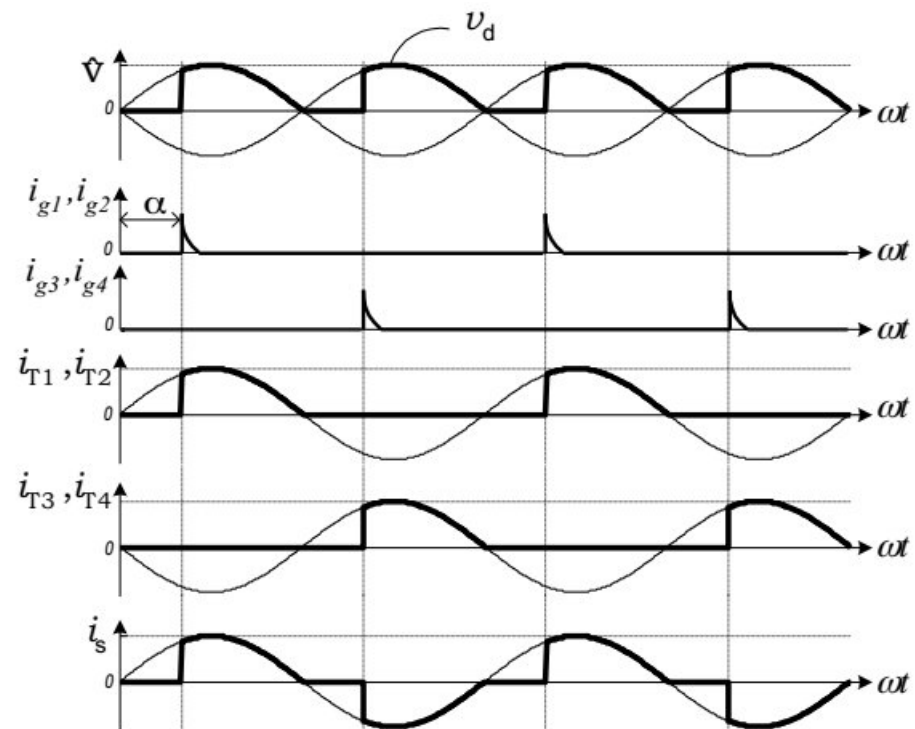
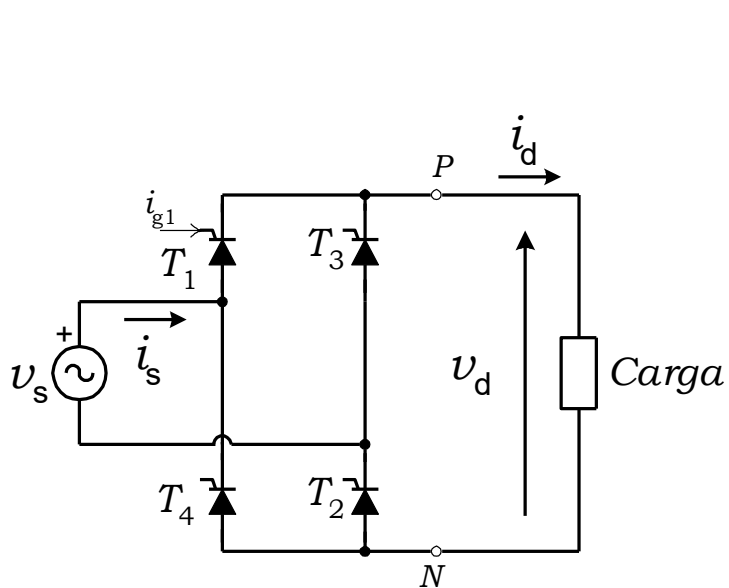
- Carga resistiva inductiva



- Similar al caso del diodo pero se retarda el encendido
- También se retarda el apagado
- Forma de onda de la tensión en el tiristor?

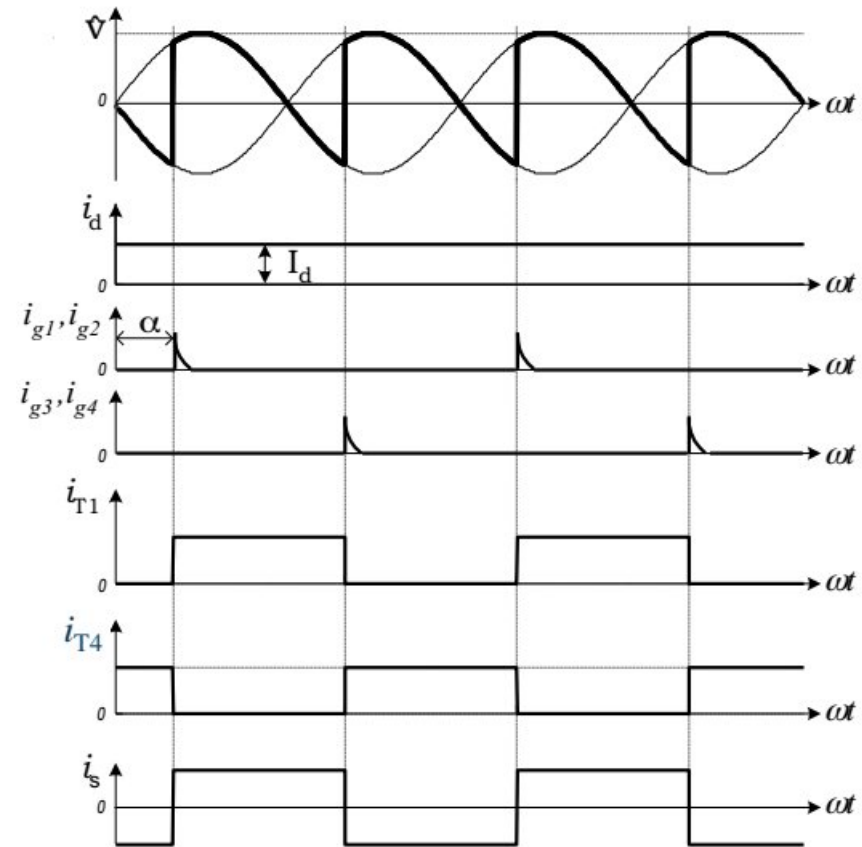
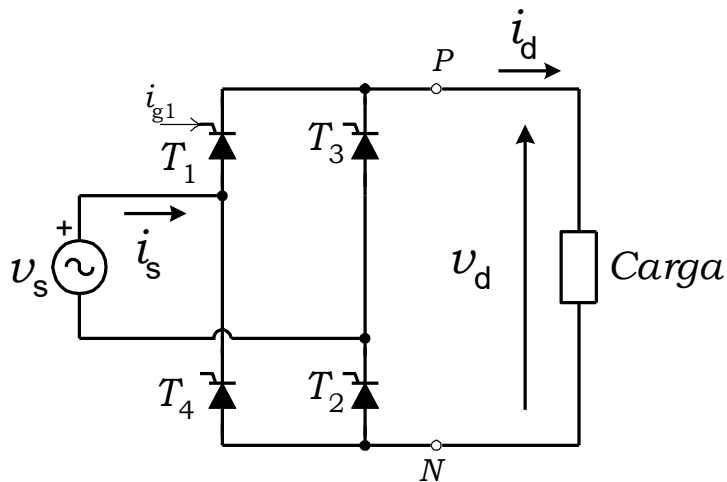
Rectificador monofásico puente

- Carga resistiva



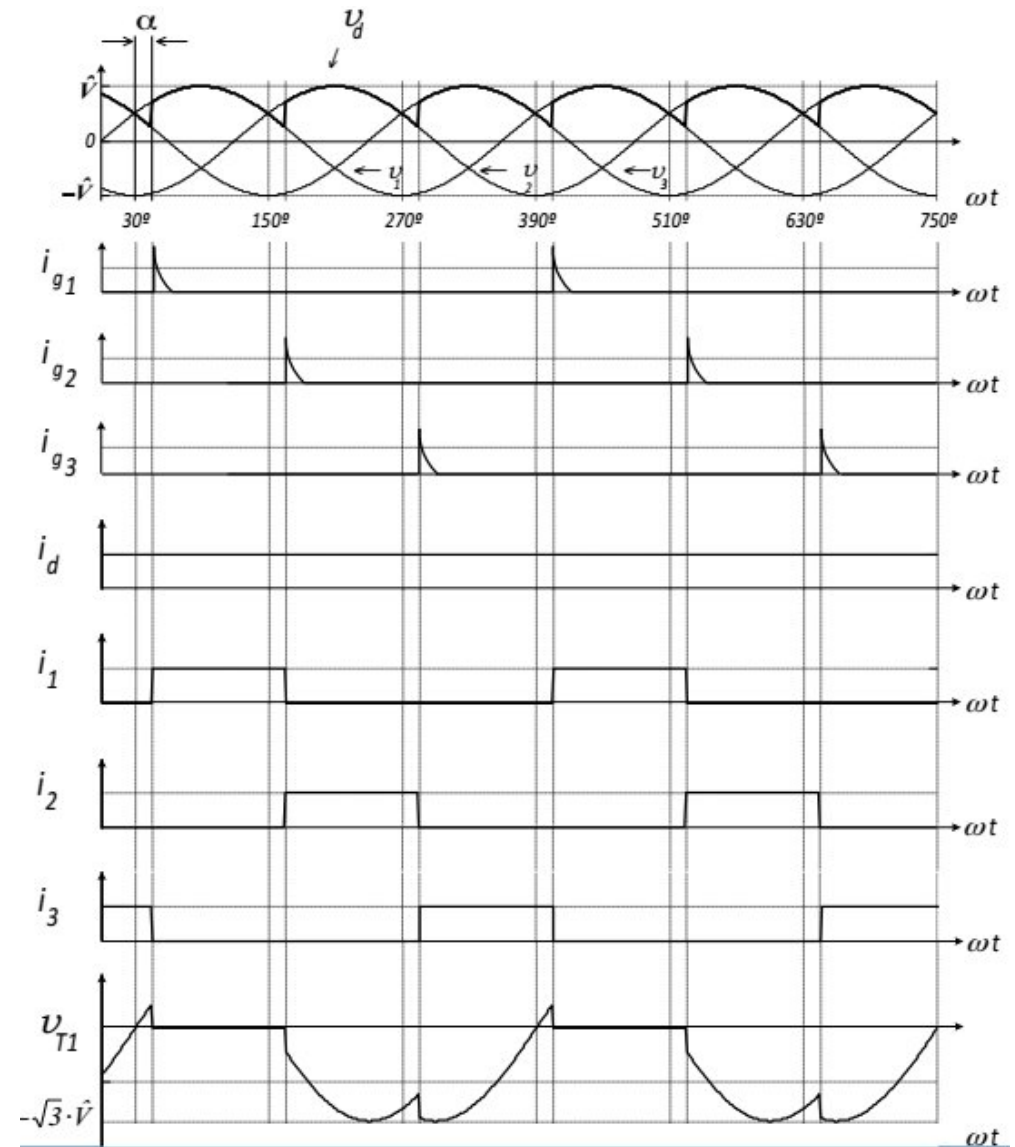
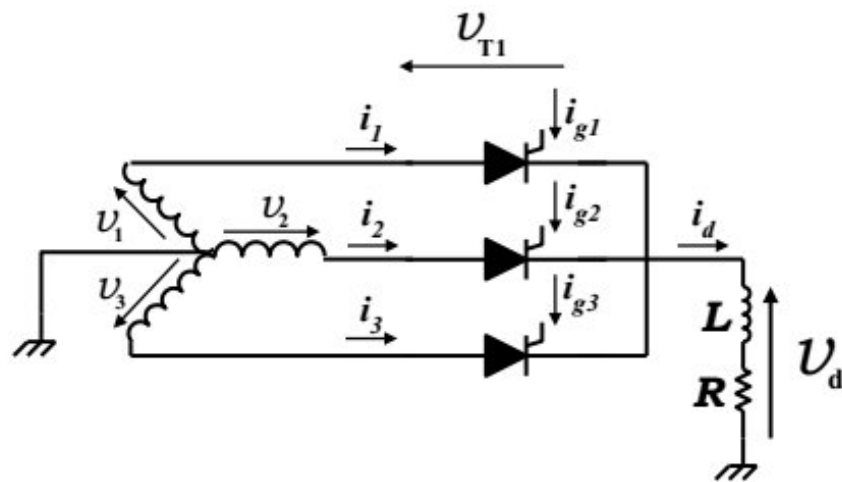
Rectificador monofásico puente

- Carga resistiva inductiva (L tiende a infinito)



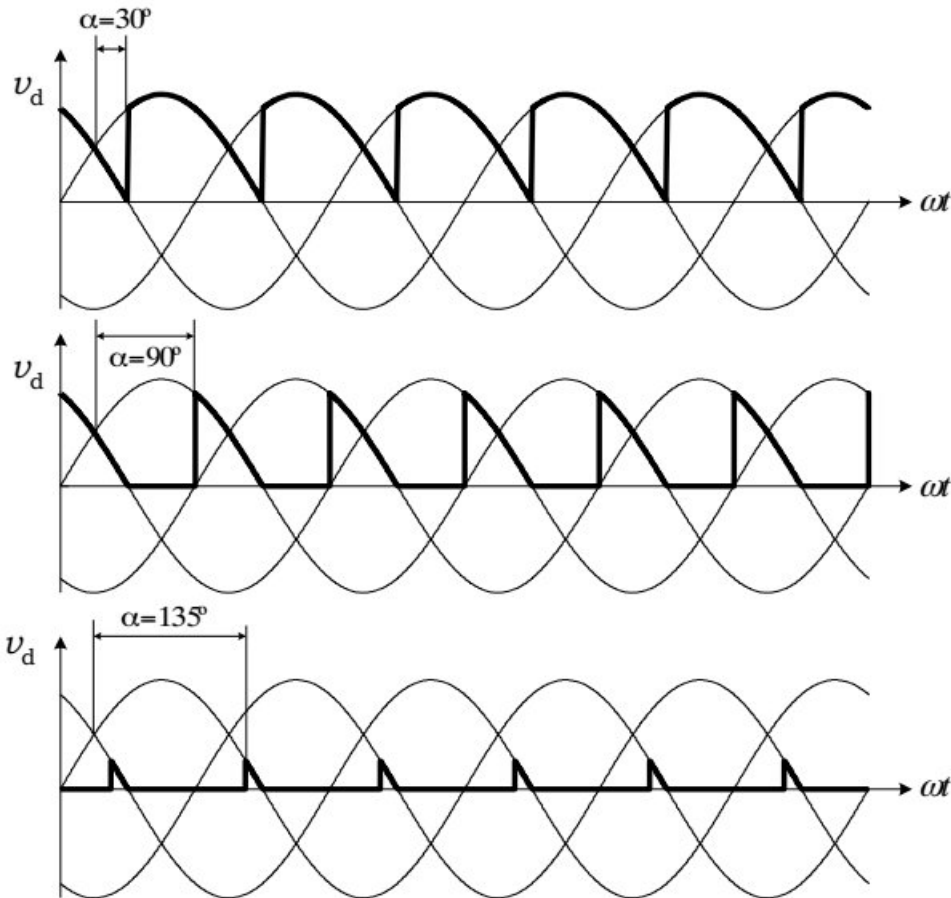
Rectificador trifásico estrella

- Carga resistiva inductiva (L tiende a infinito)

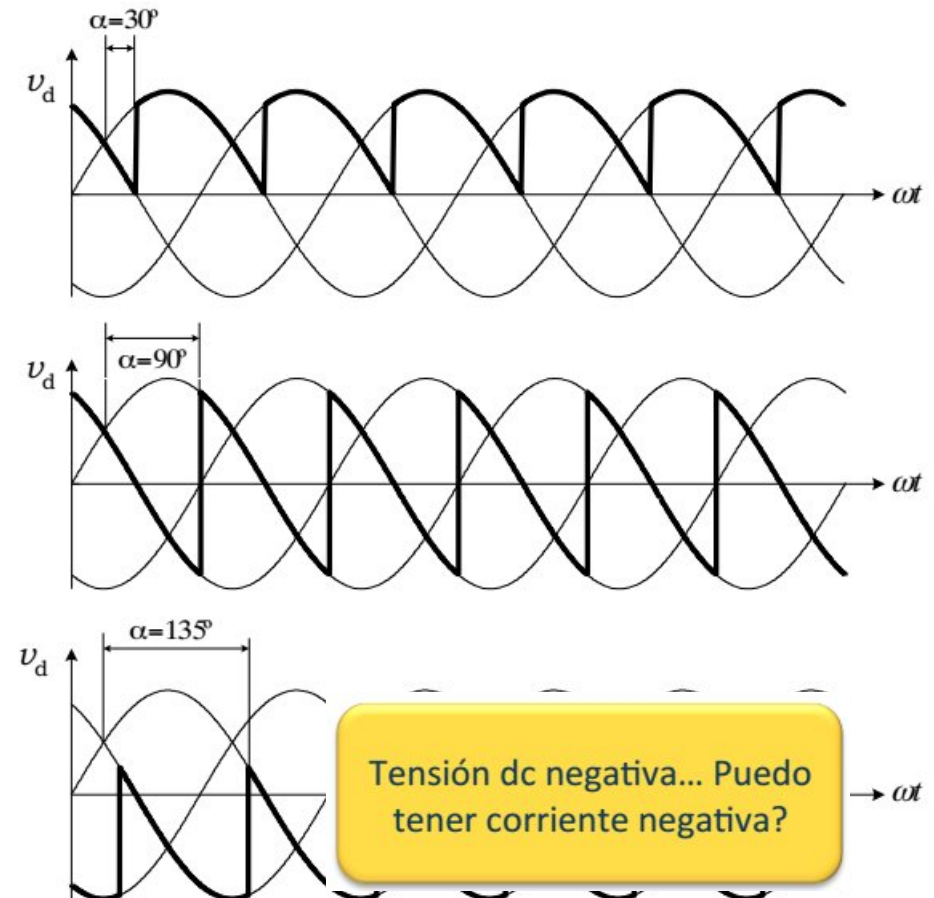


Rectificador trifásico estrella

- Carga resistiva

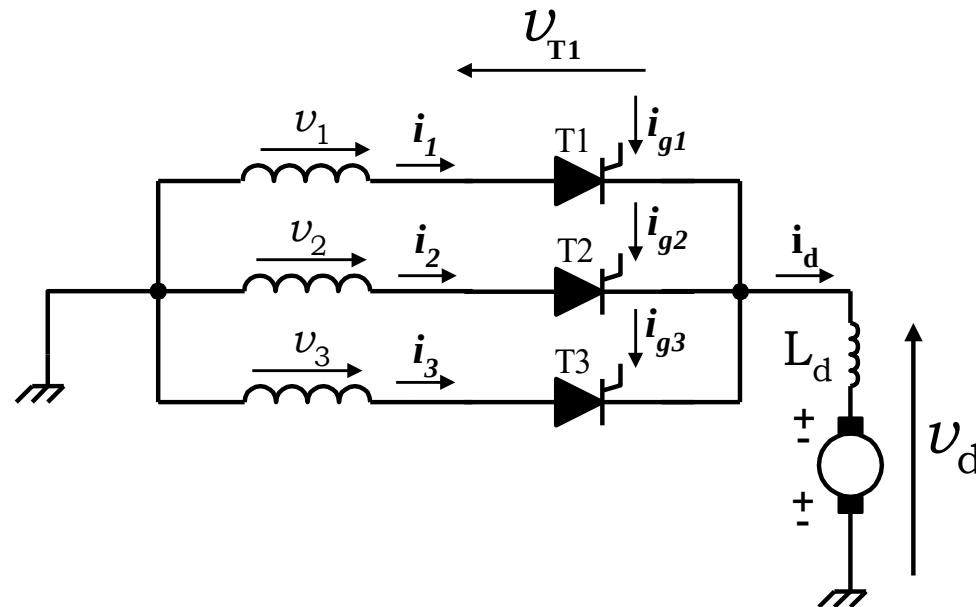
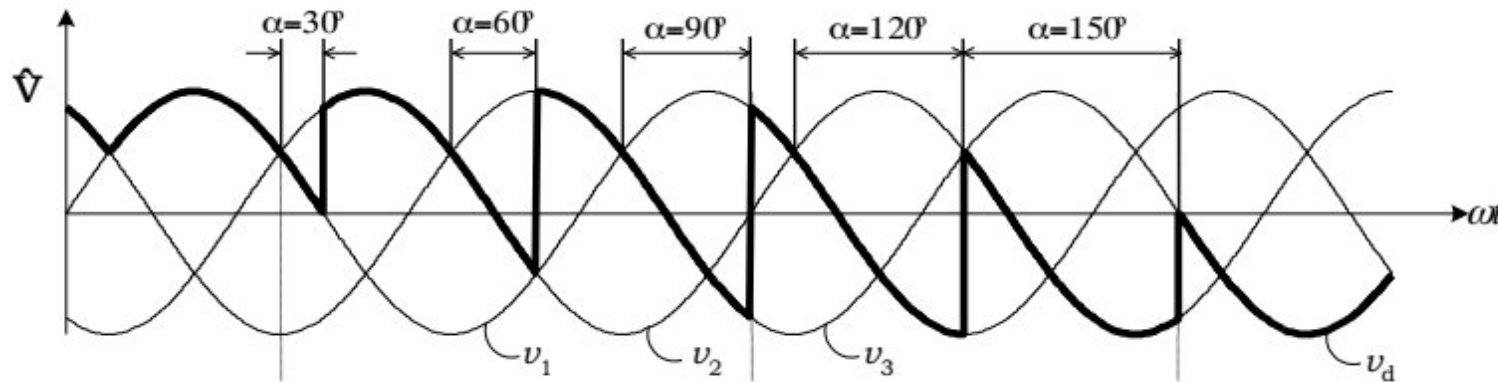


- Carga inductiva (L tiende a infinito)



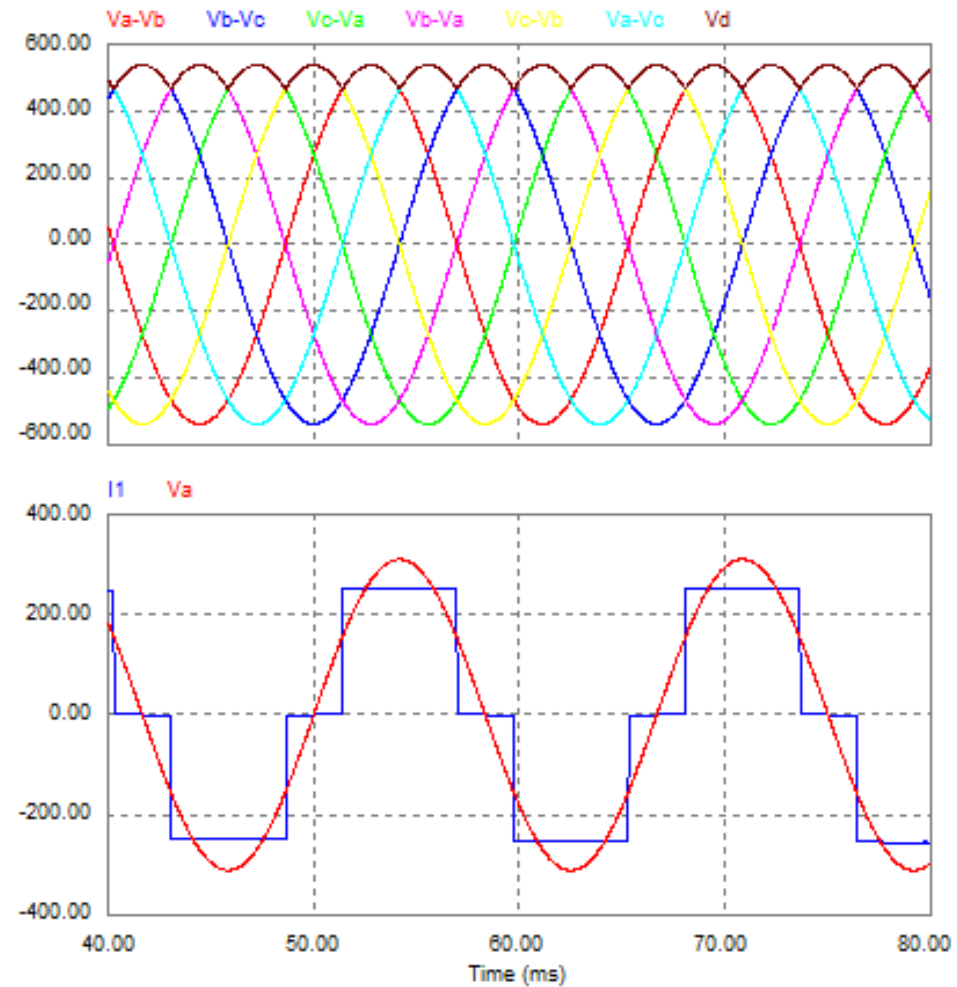
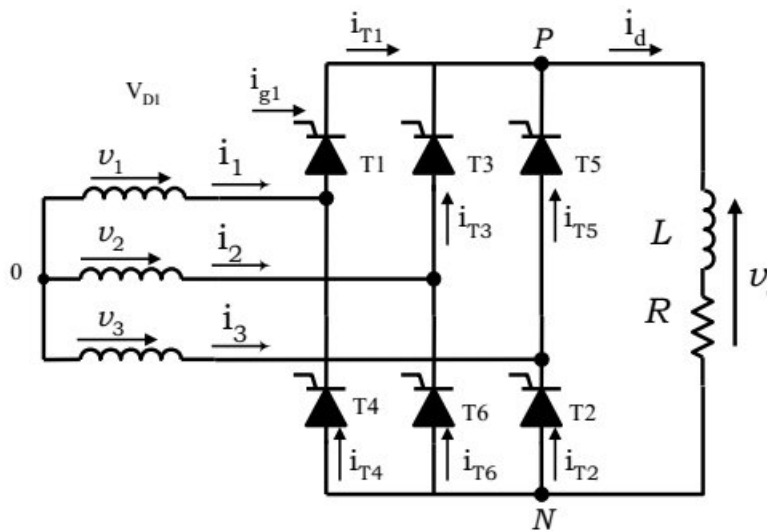
Operación con tensión negativa

- Ángulo de disparo variable puede producir tensiones negativas



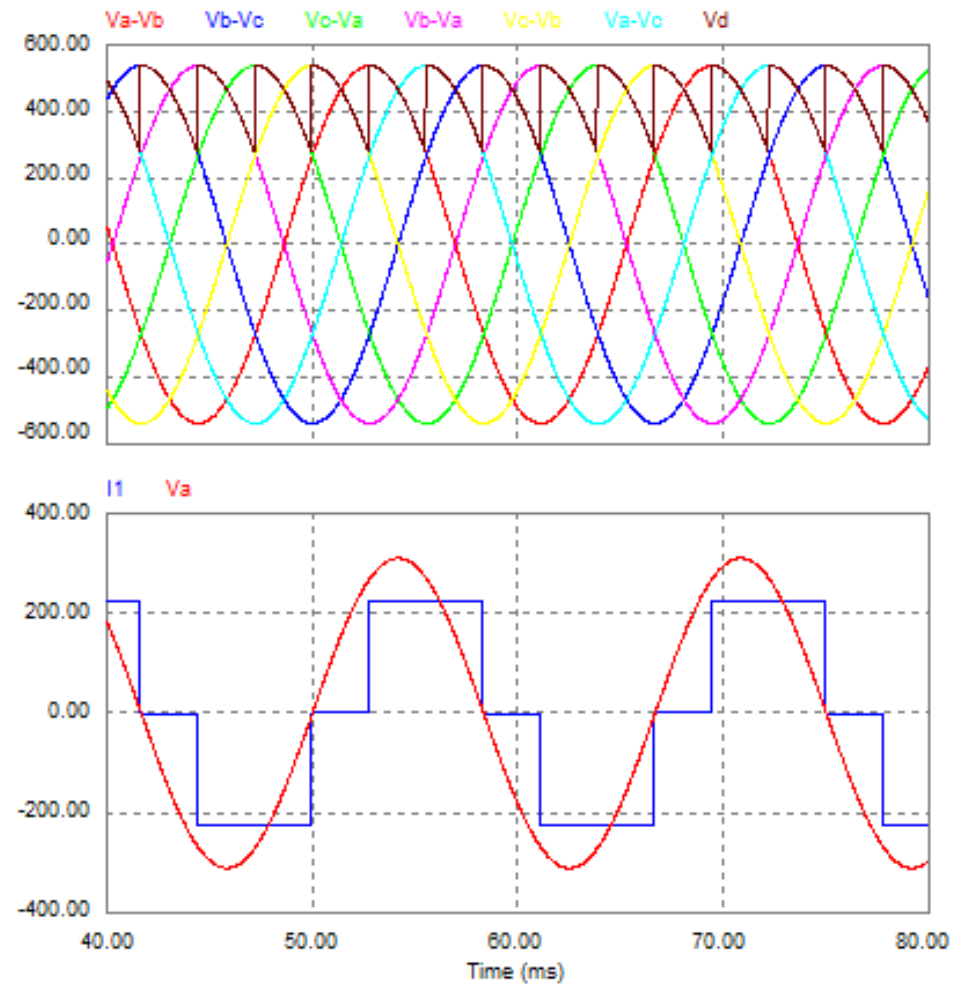
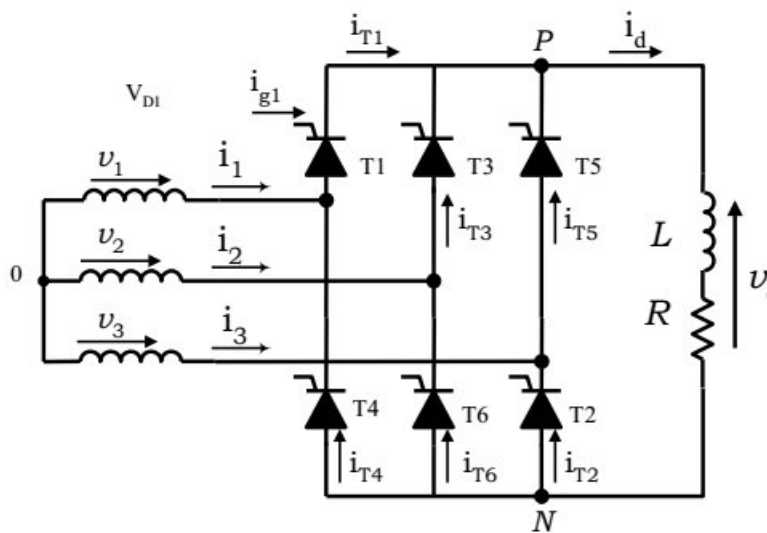
Rectificador trifásico puente

- Carga inductiva



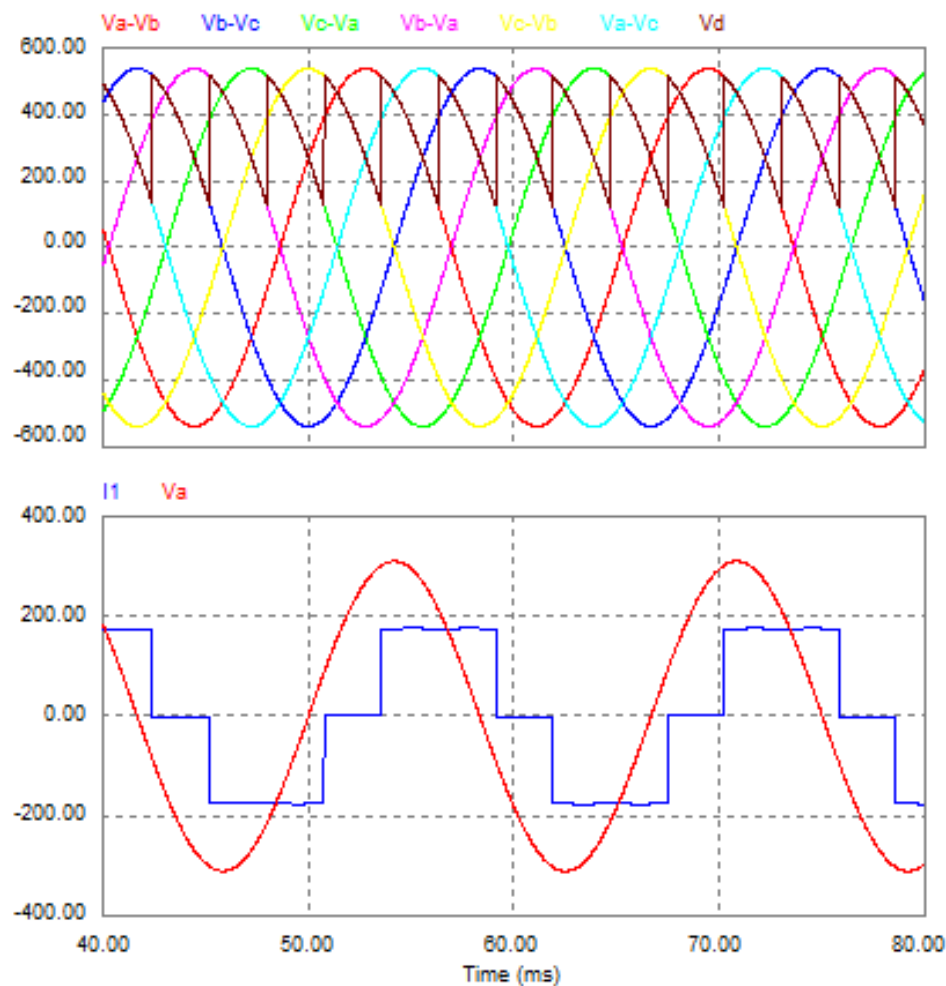
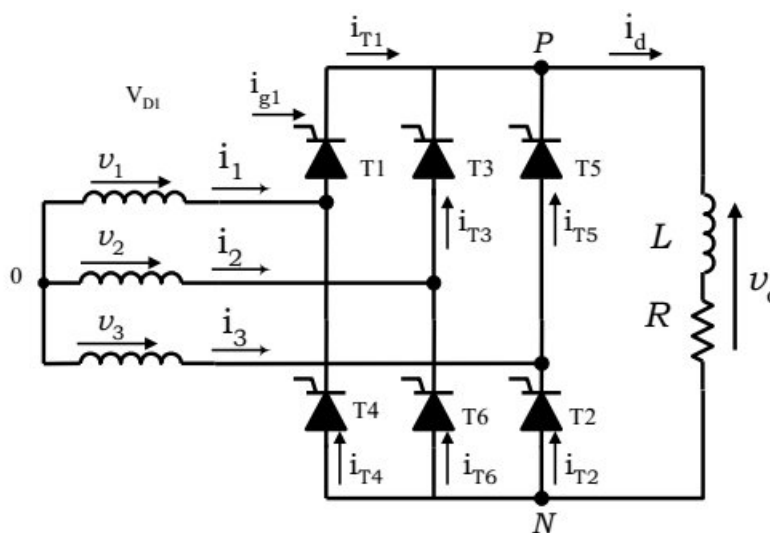
Rectificador trifásico puente

- Carga inductiva



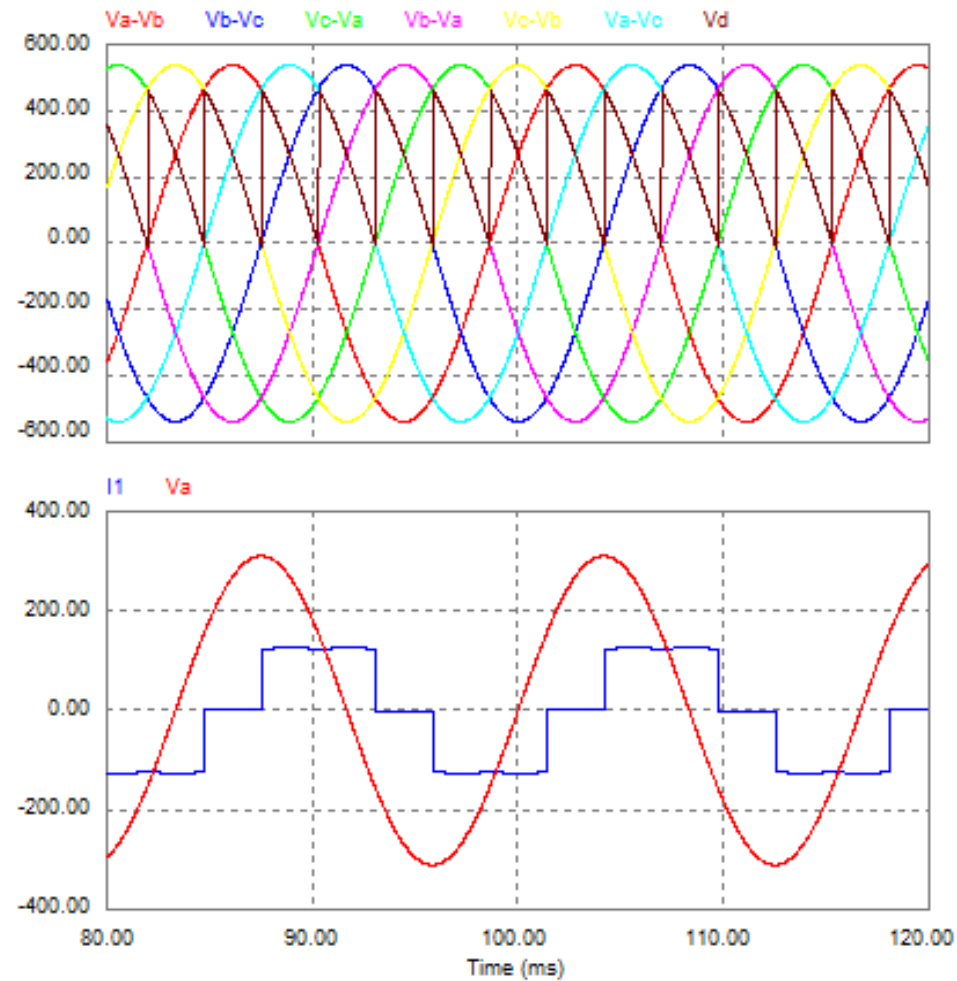
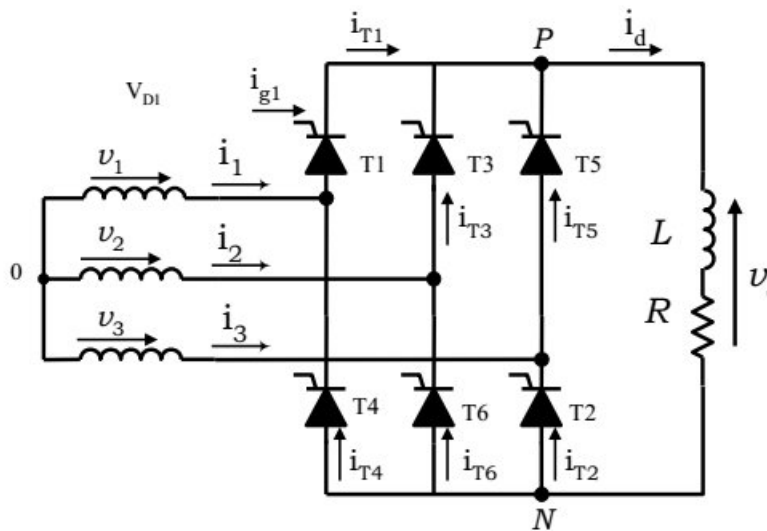
Rectificador trifásico puente

- Carga inductiva



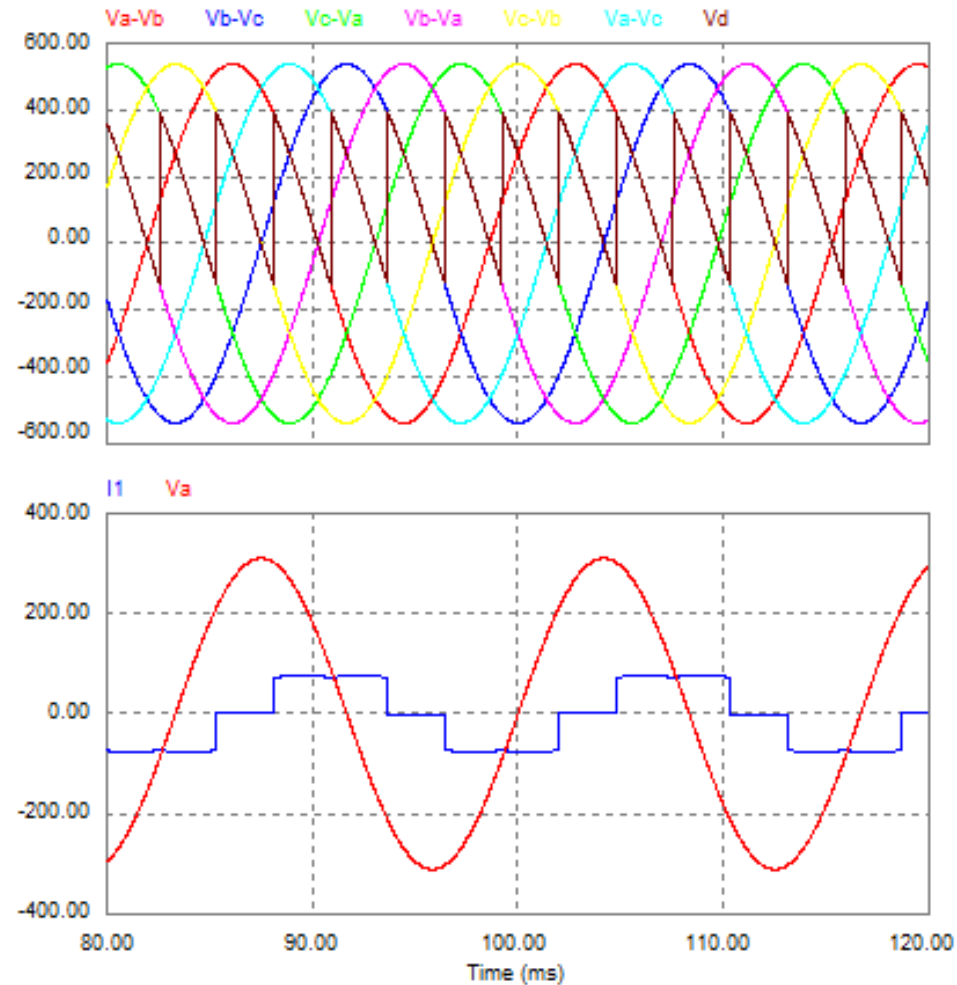
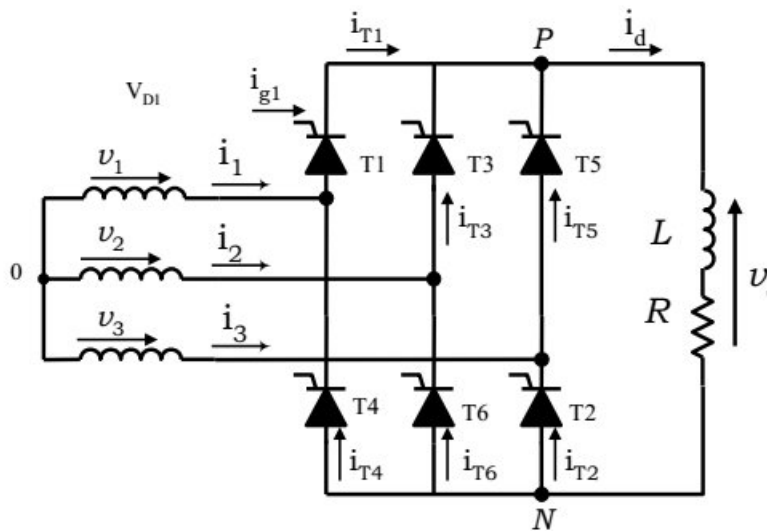
Rectificador trifásico puente

- Carga inductiva



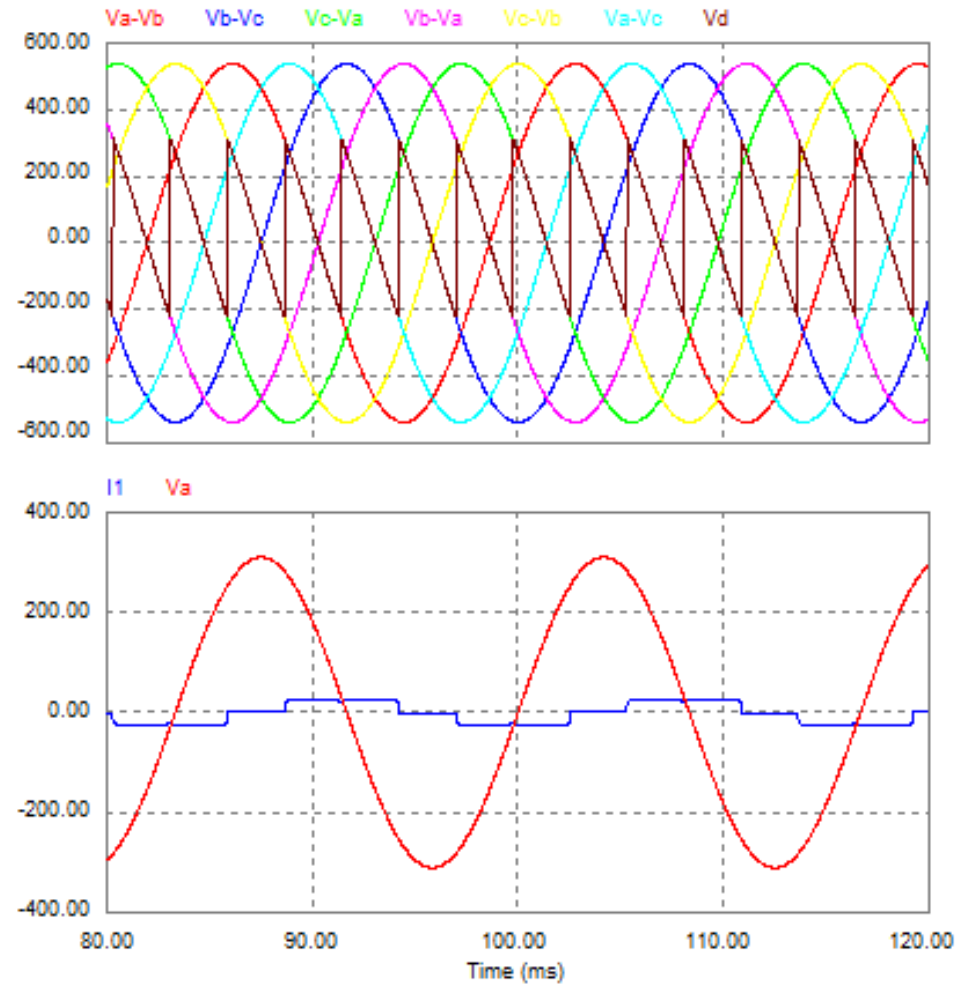
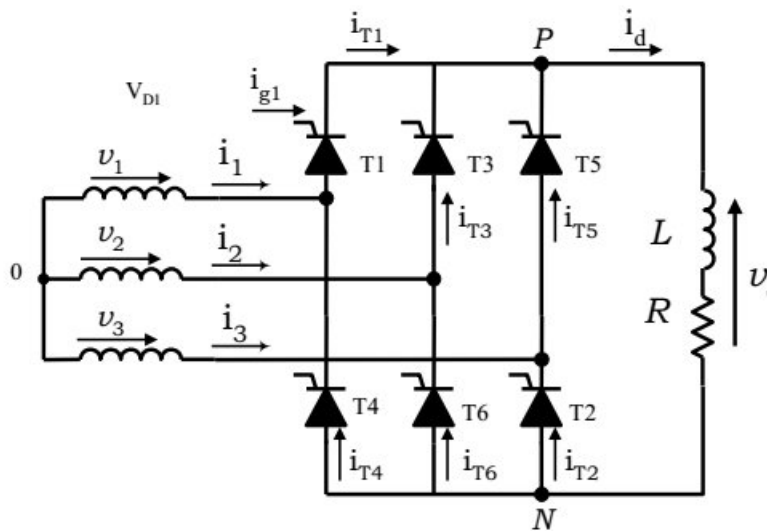
Rectificador trifásico puente

- Carga inductiva



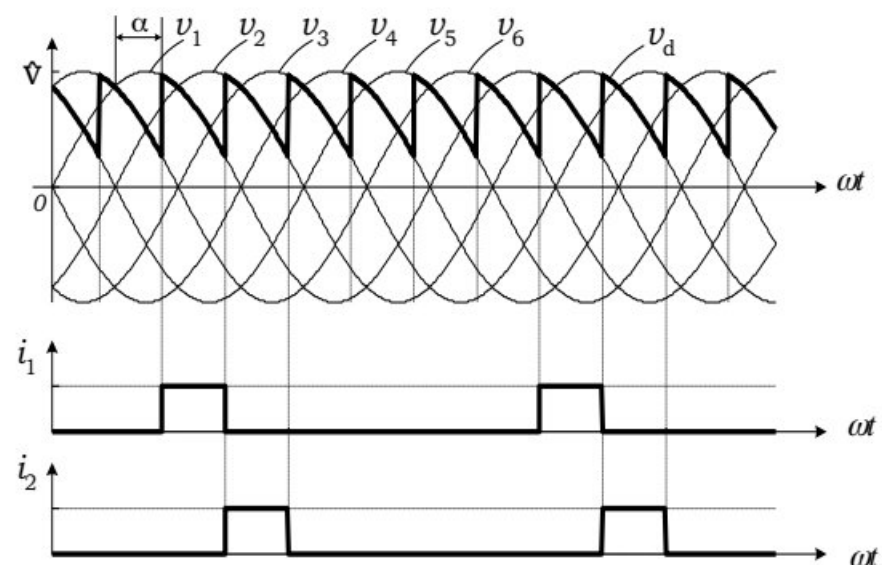
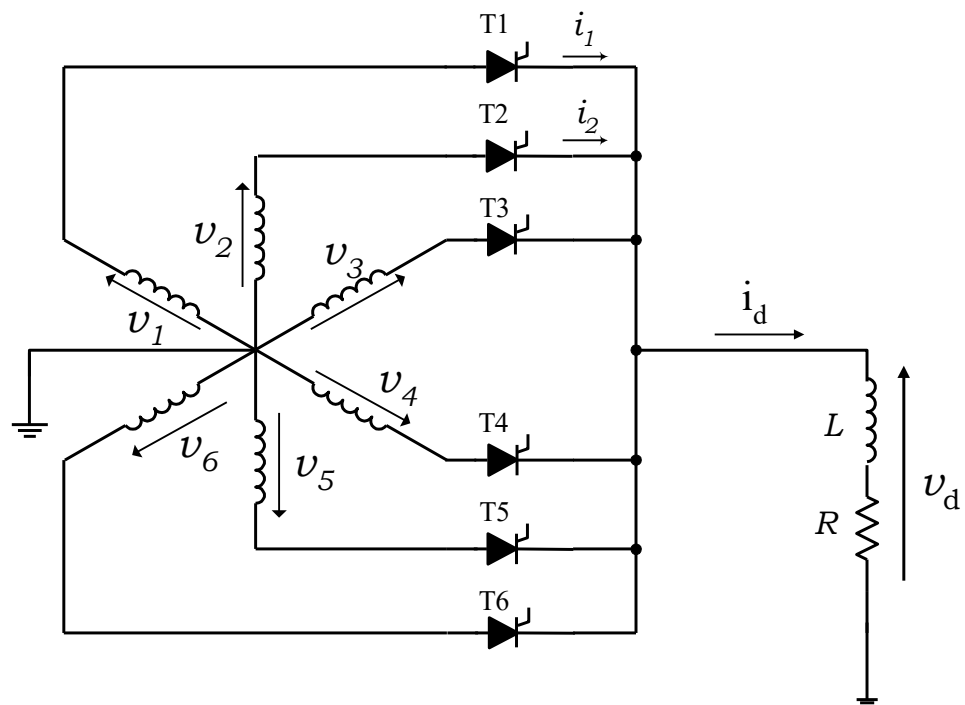
Rectificador trifásico puente

- Carga inductiva



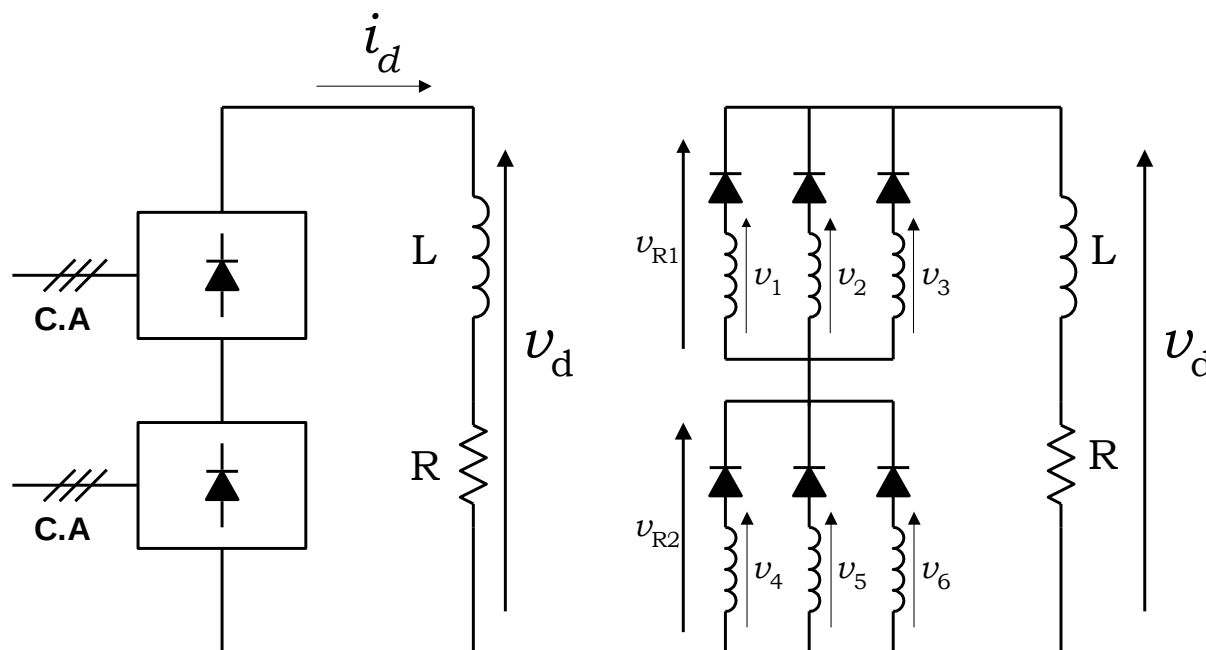
Rectificador hexafásico estrella controlado

- Circuito de potencia y formas de onda



Rectificadores en serie

- Para aumentar la tensión de salida
- Ejemplo con dos rectificadores trifásicos estrella:

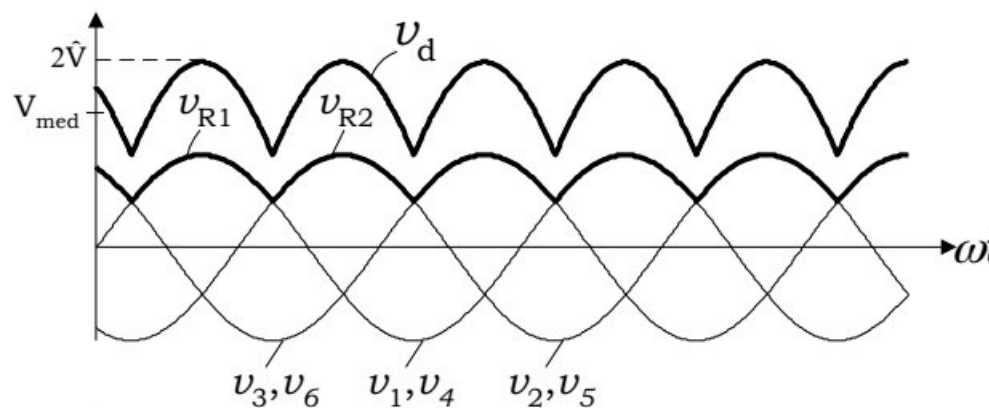
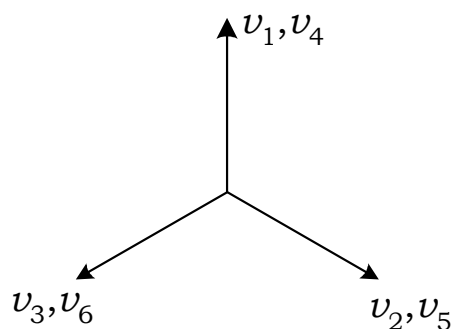


- Puede ser aplicado a otros rectificadores también

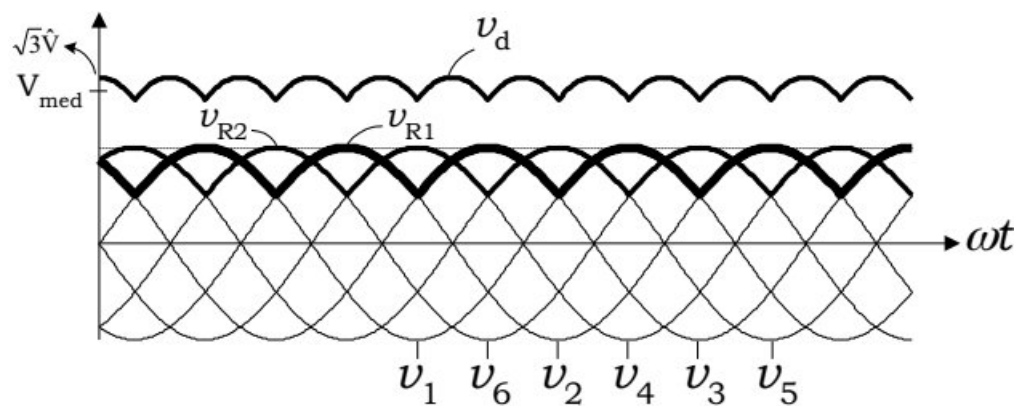
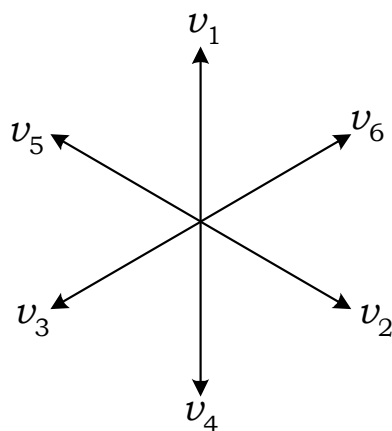
Rectificadores en serie

- Se puede usar también para aumentar el número de pulsos

Sin desfase en la entrada a los rectificadores:

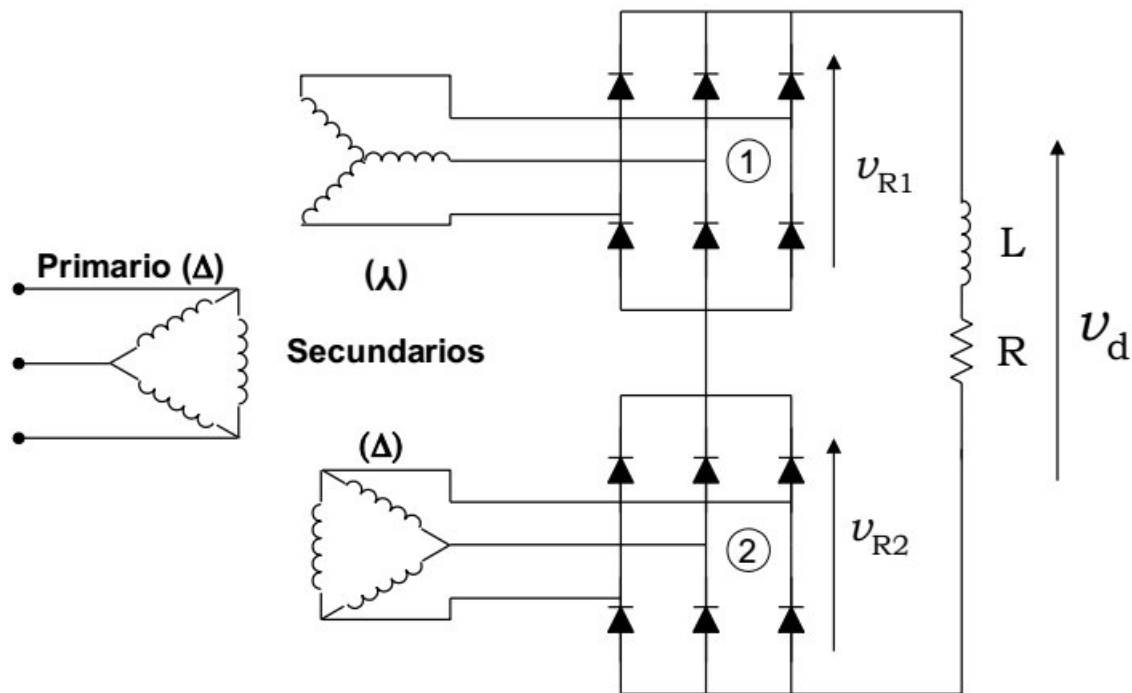


Con desfase de 180 grados:



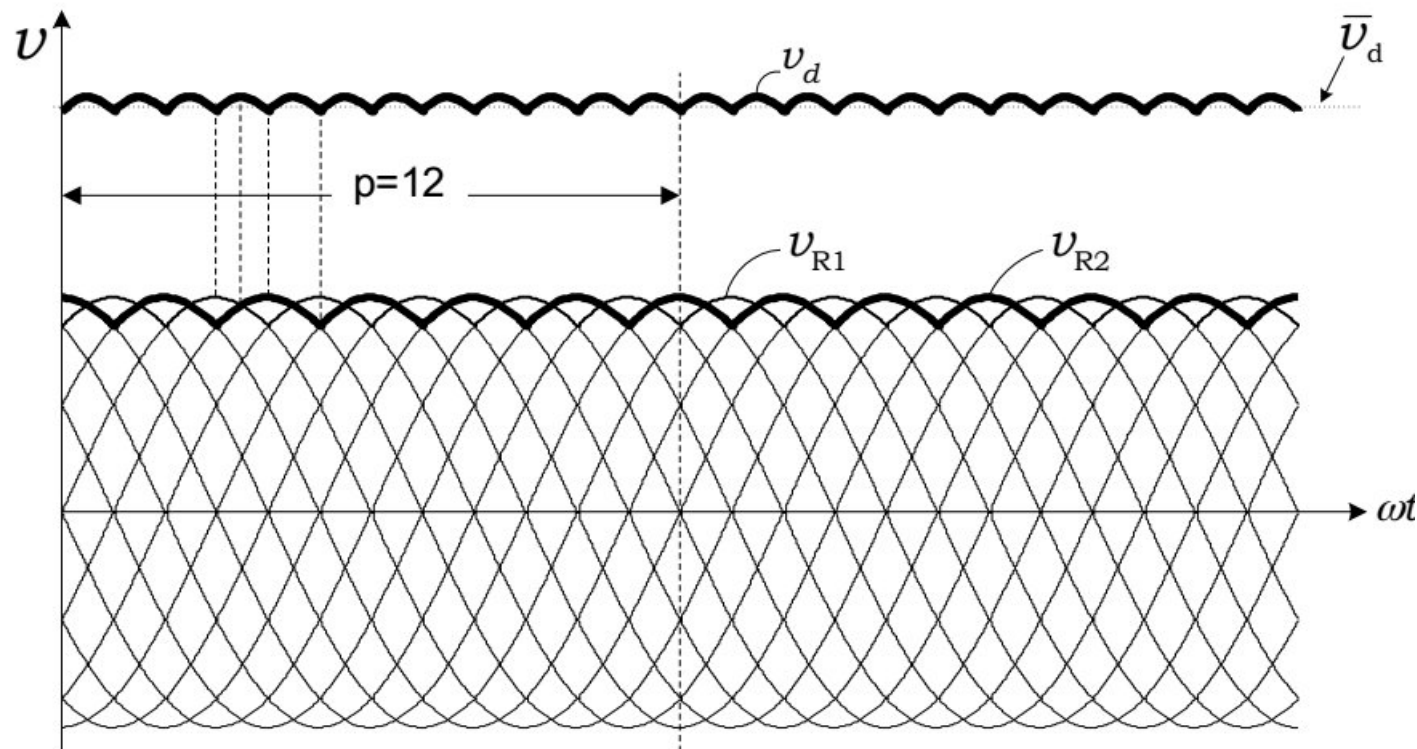
- Rectificadores puente de 12 pulsos

- Los devanados secundarios tienen un desfase de 30 grados



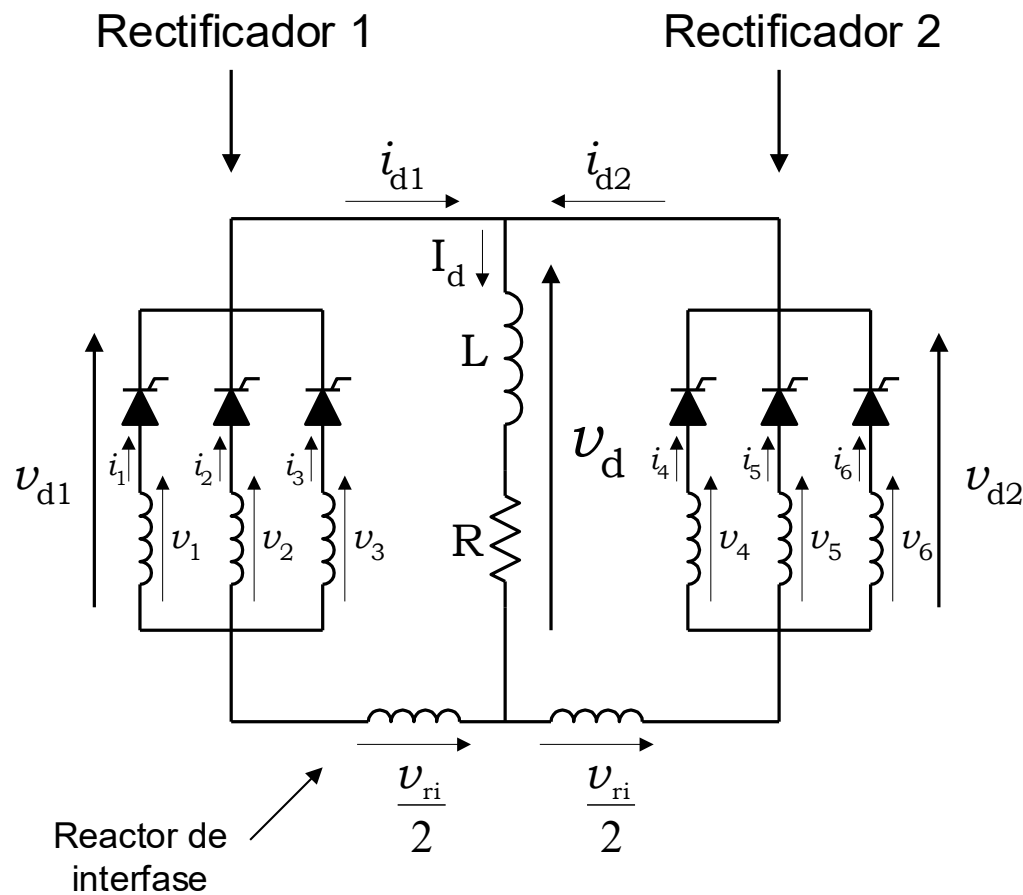
■ Rectificadores puente de 12 pulsos

- Los dos rectificadores de 6 pulsos se desfasan y combinados generan 12 pulsos



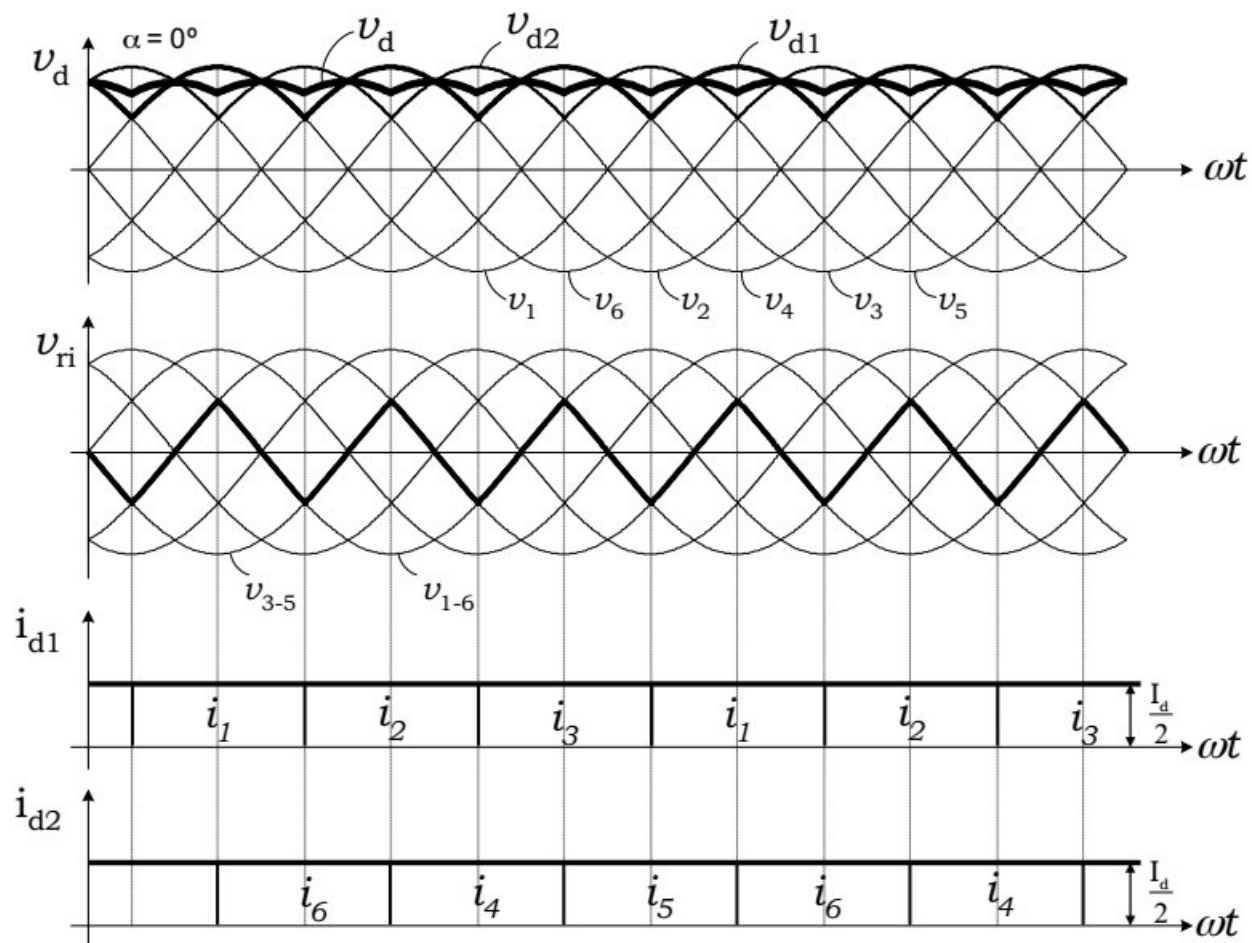
Rectificadores en paralelo

- Sirve para poder obtener más corriente
- Se debe usar reactor de interface para permitir la conexión en paralelo
- Absorbe caídas de tensión diferentes entre los dos rectificadores



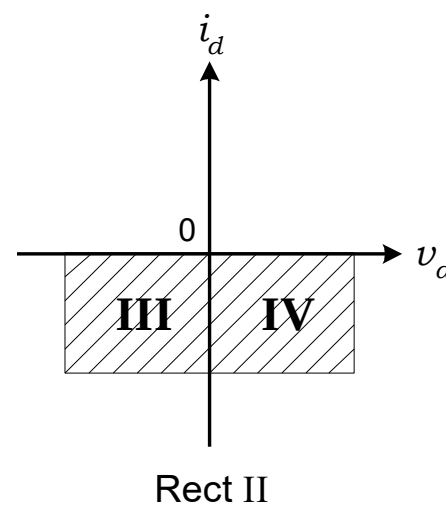
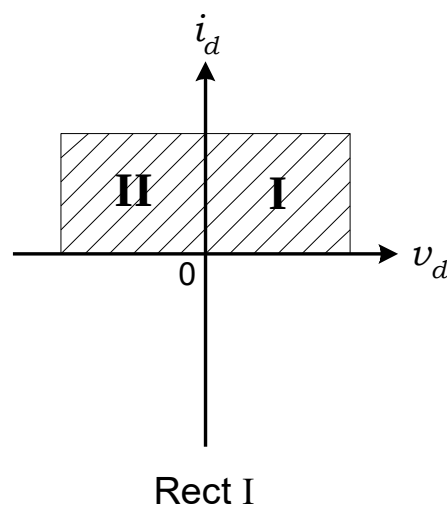
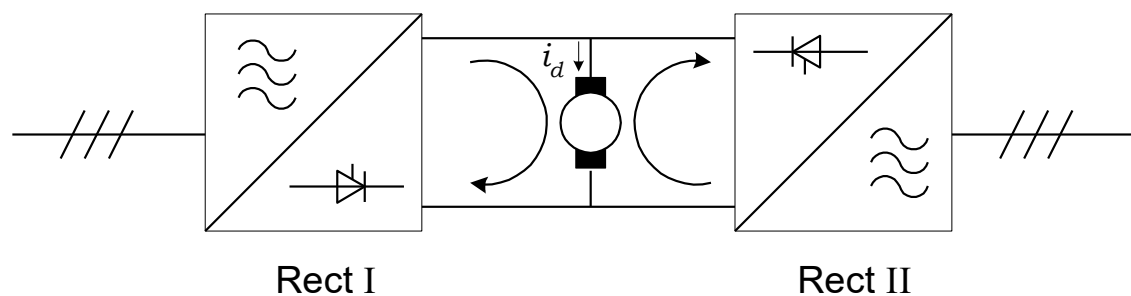
Rectificadores en paralelo

Formas de onda



- Rectificadores en anti-paralelo (convertidor dual)

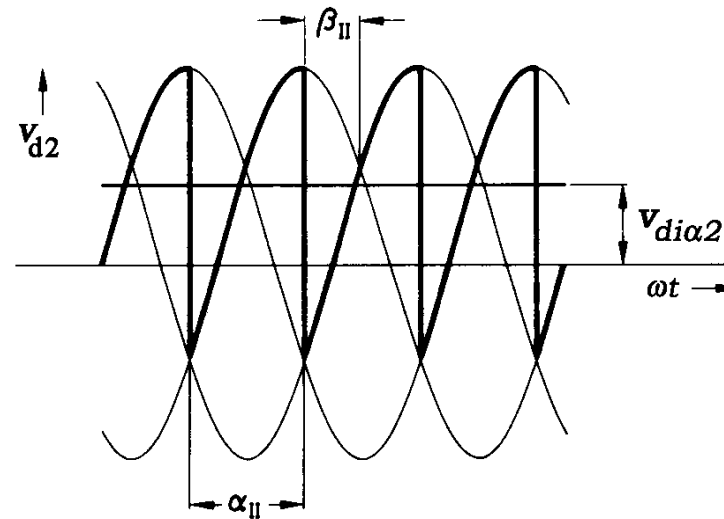
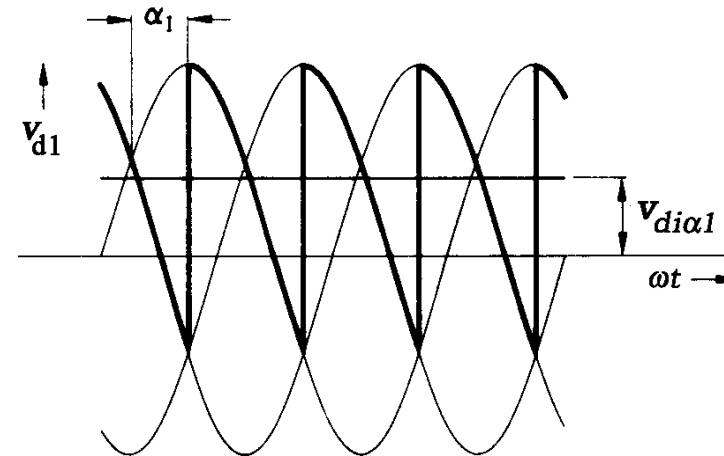
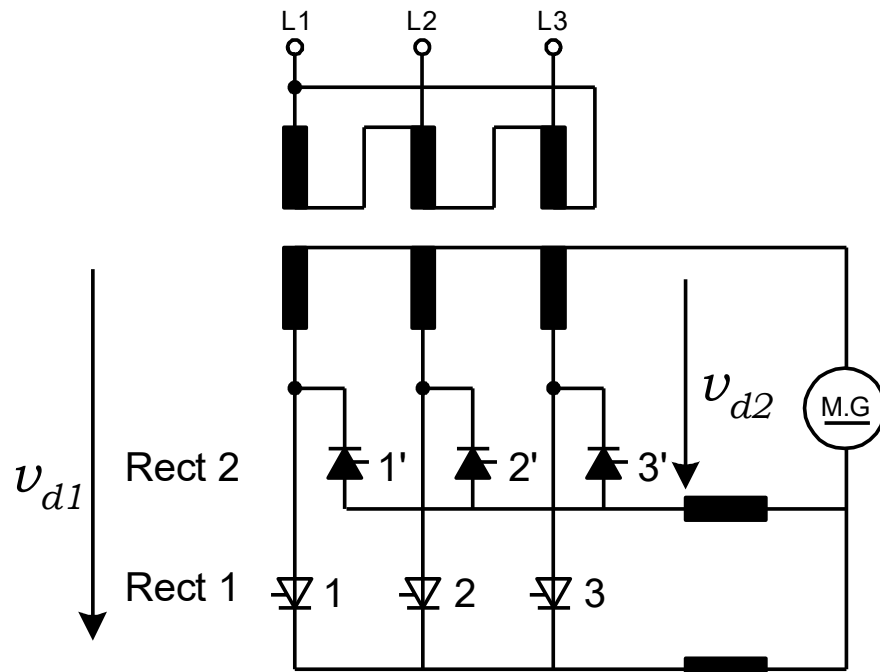
- Sirve para cambiar la polaridad de la corriente en la carga



- Por ejemplo para hacer inversión de marcha en un motor DC

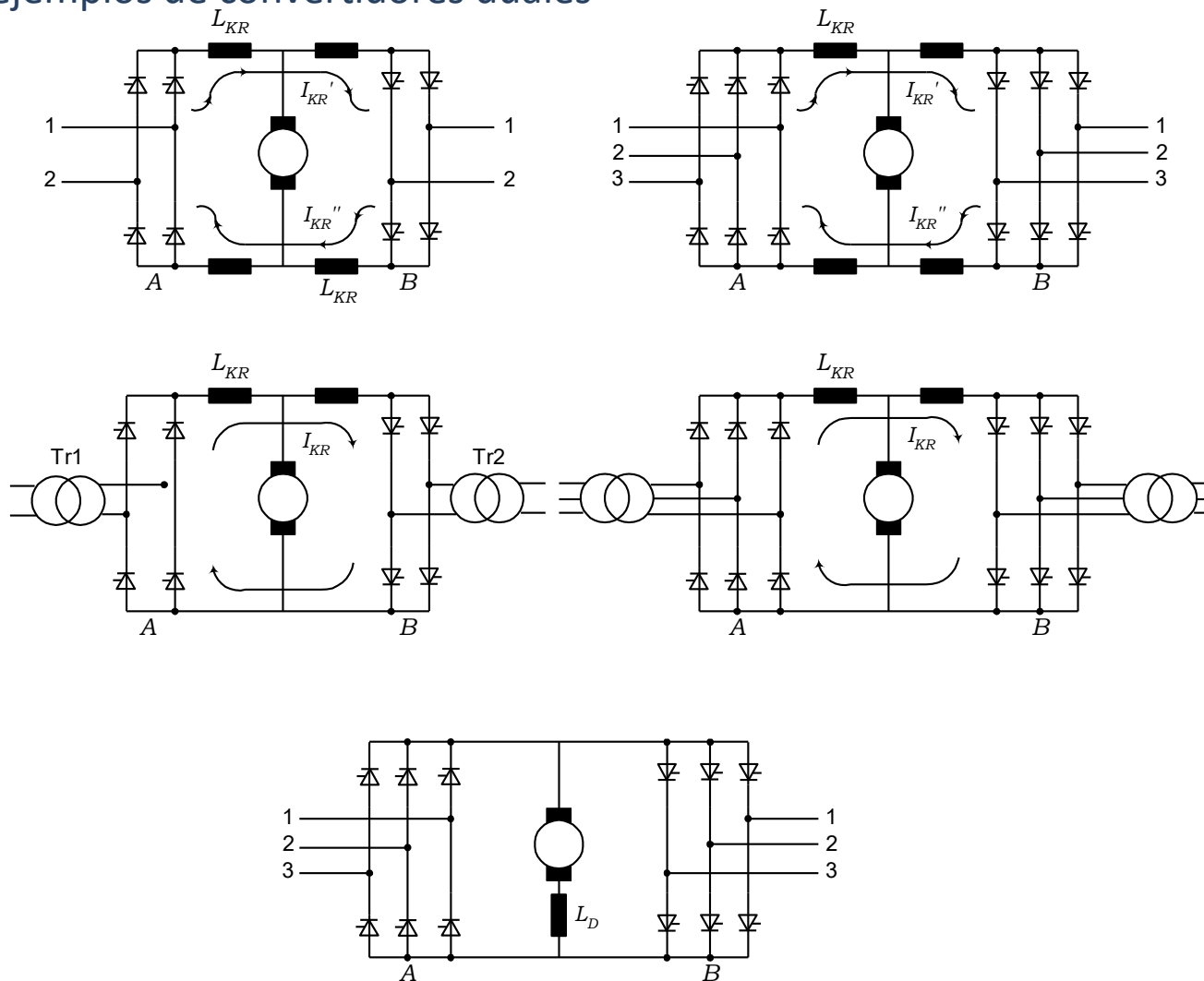
Rectificadores en anti-paralelo (convertidor dual)

- Ejemplo de 3 pulsos y sus formas de onda



Rectificadores en anti-paralelo (convertidor dual)

Otros ejemplos de convertidores duales





UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA



DEPARTAMENTO DE
ELECTRONICA