
Electrónica de potencia

Inversores

Etapa de potencia

Métodos de control

- Fase desplazada
- PWM

o.garcia@upm.es

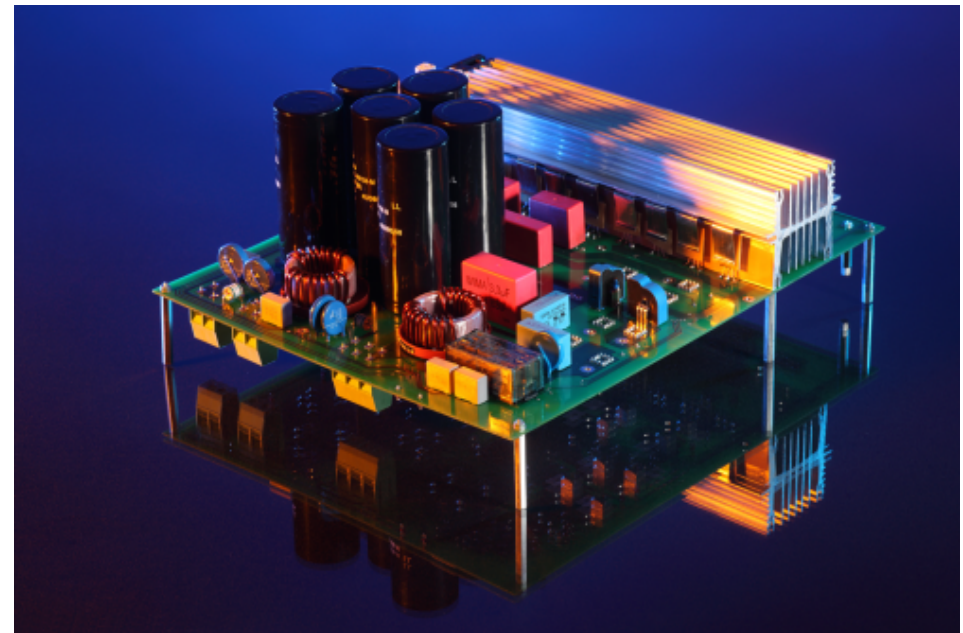


Inversor

Aplicaciones

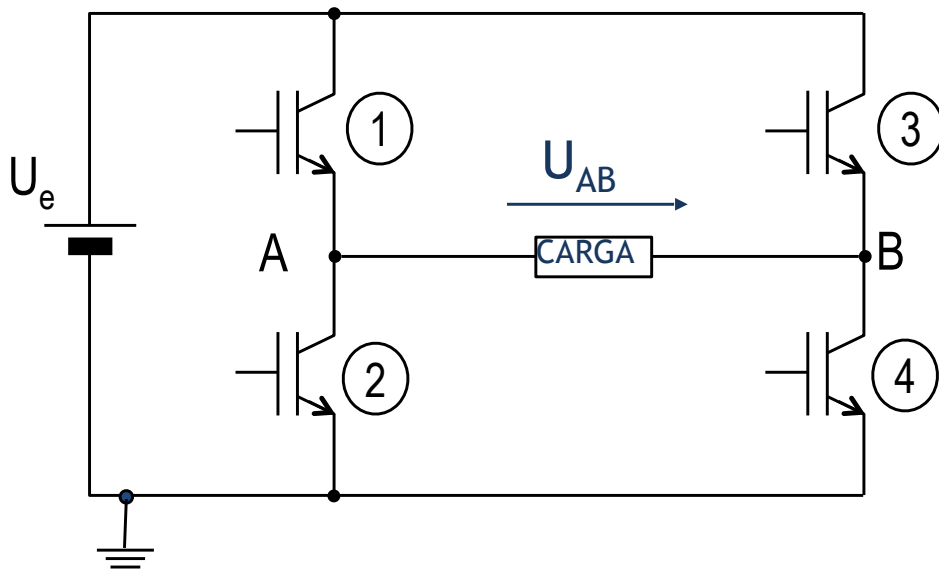
- Alimentación de motores
- Sistemas de alimentación ininterrumpida
- Energías renovables (solar PV y eólica)
- Vehículos con baterías

- Generar una onda alterna
- Poder regular el valor eficaz
- Introducir aislamiento galvánico

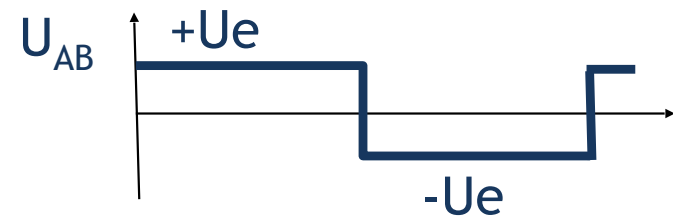
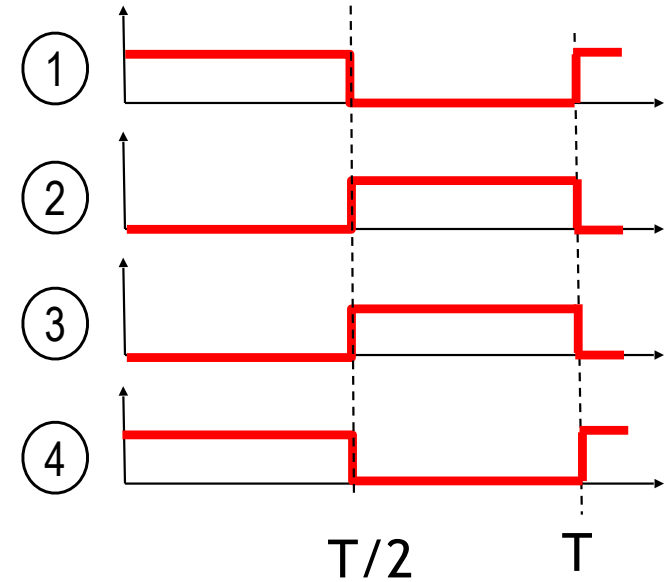


Etapa de potencia I

Puente completo



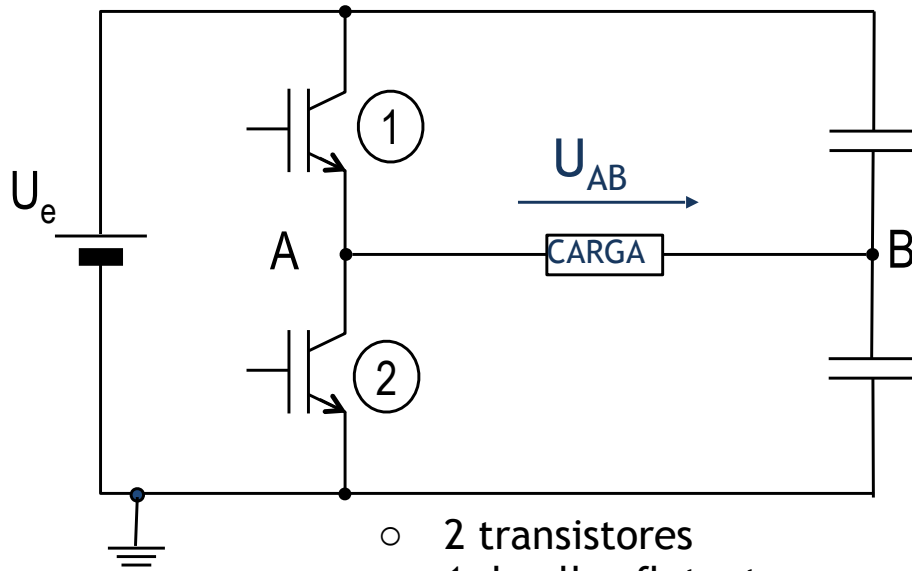
- 4 transistores
- 2 de ellos flotantes



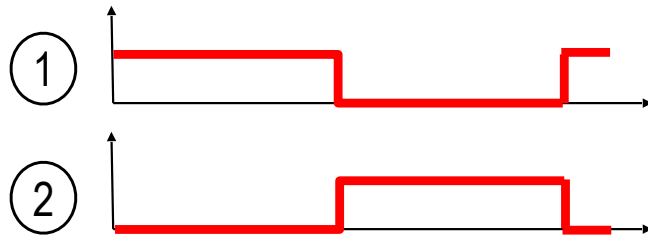
- Se ha creado una onda alterna desde una tensión continua
- Esta onda tiene armónicos
- El valor eficaz es igual a la tensión de entrada
- Si hiciese falta aislamiento galvánico se puede colocar un transformador

Etapa de potencia II

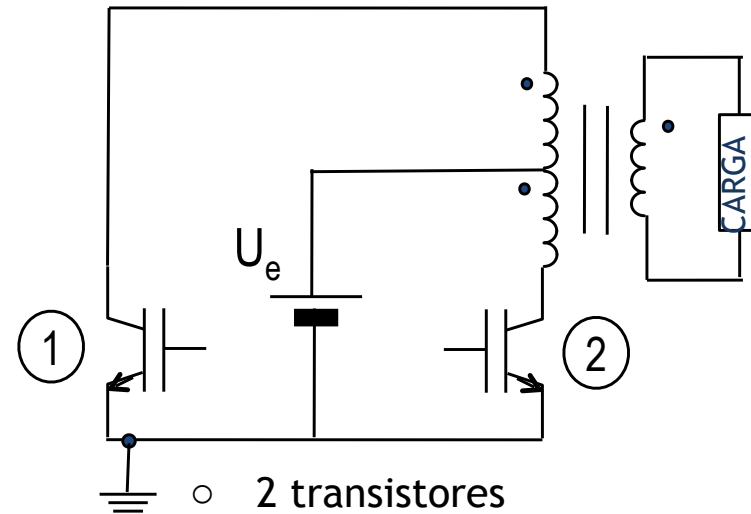
Medio puente



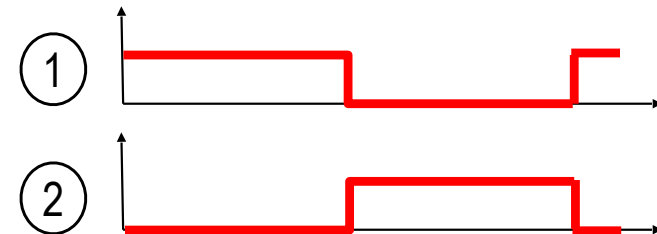
- 2 transistores
- 1 de ellos flotante



Push-pull



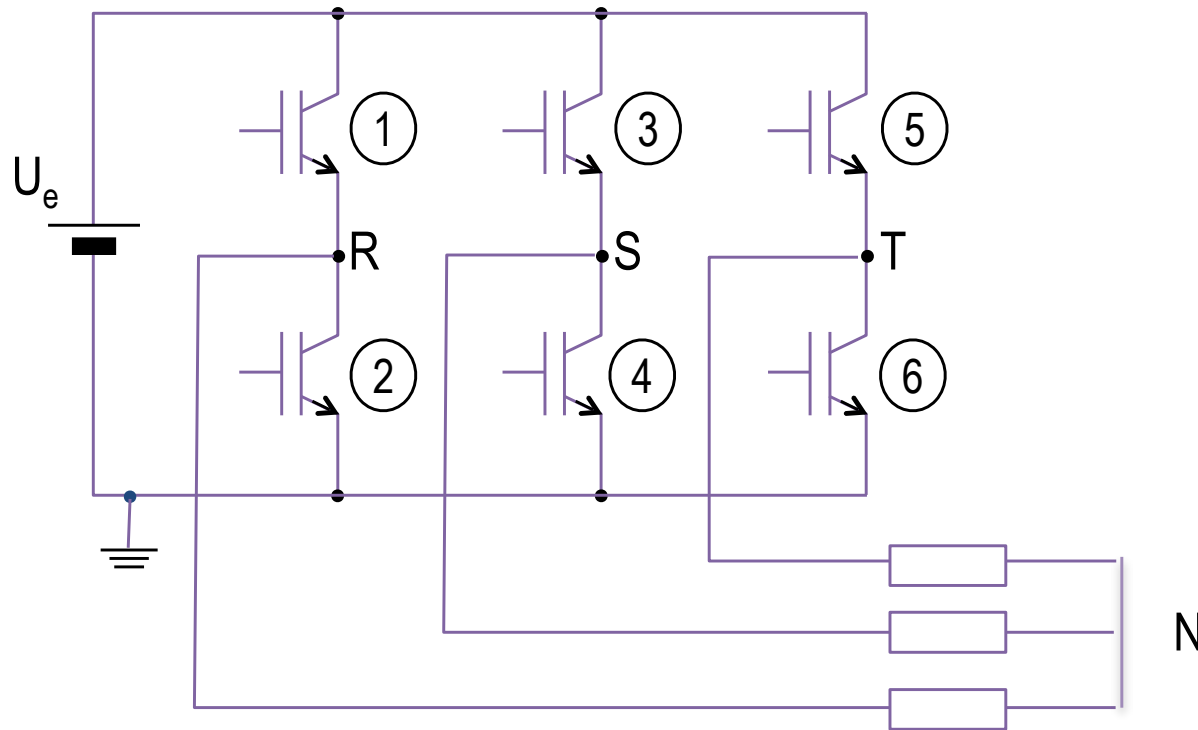
- 2 transistores
- Ambos referidos a masa
- Necesita transformador con toma media



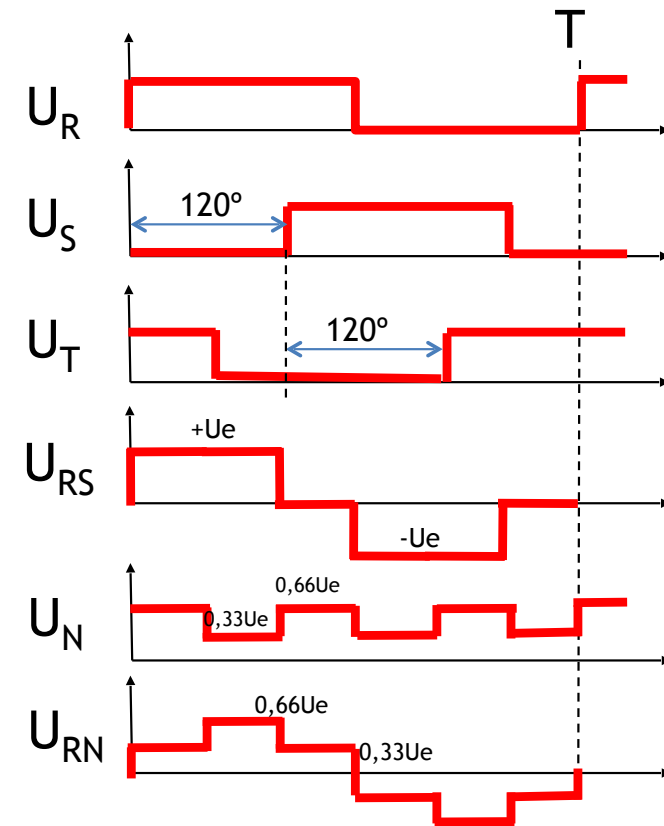
Comparación etapas de potencia

	Puente completo	Medio puente	Push-pull
Número de transistores	4	2	2
Tensión máxima en transistores	U_e	U_e	$2U_e$
Corriente media en transistores (con carga resistiva)	$P_s/2U_e$	P_s/U_e	$P_s/2U_e$

Inversor trifásico

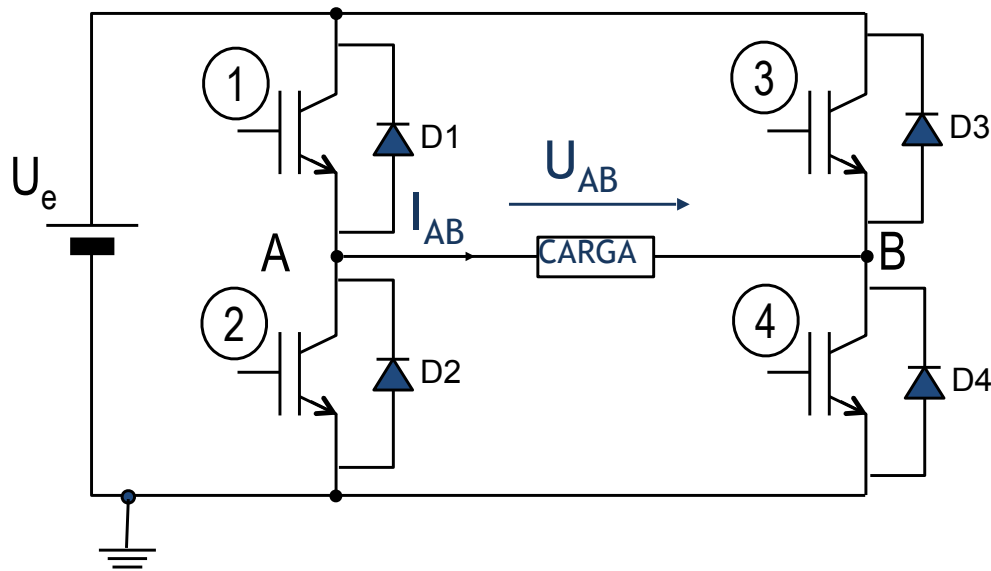


Los transistores se disparan un 50% del tiempo cada uno, desfasando T3-T4 120° y T5-T6 240° respecto T1-T2.

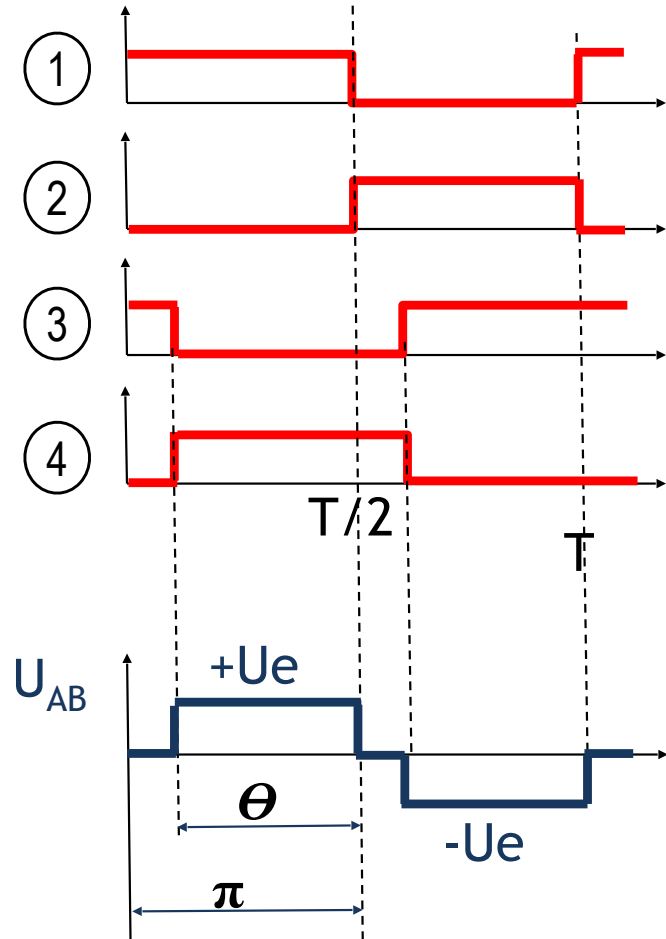


Regulación por fase desplazada I

Puente completo

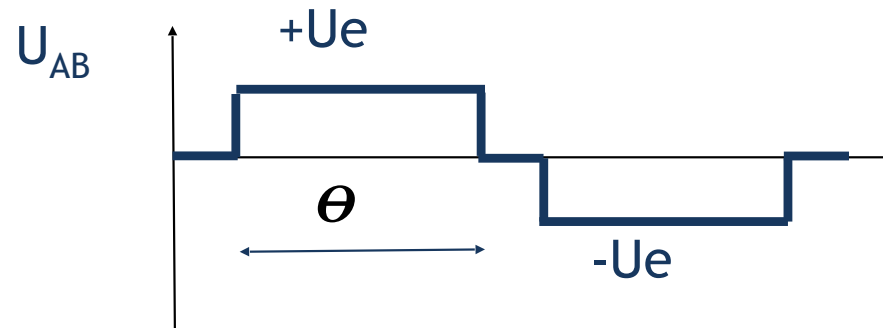


$$U_{AB,ef} = U_e \cdot \sqrt{\frac{\theta}{\pi}}$$

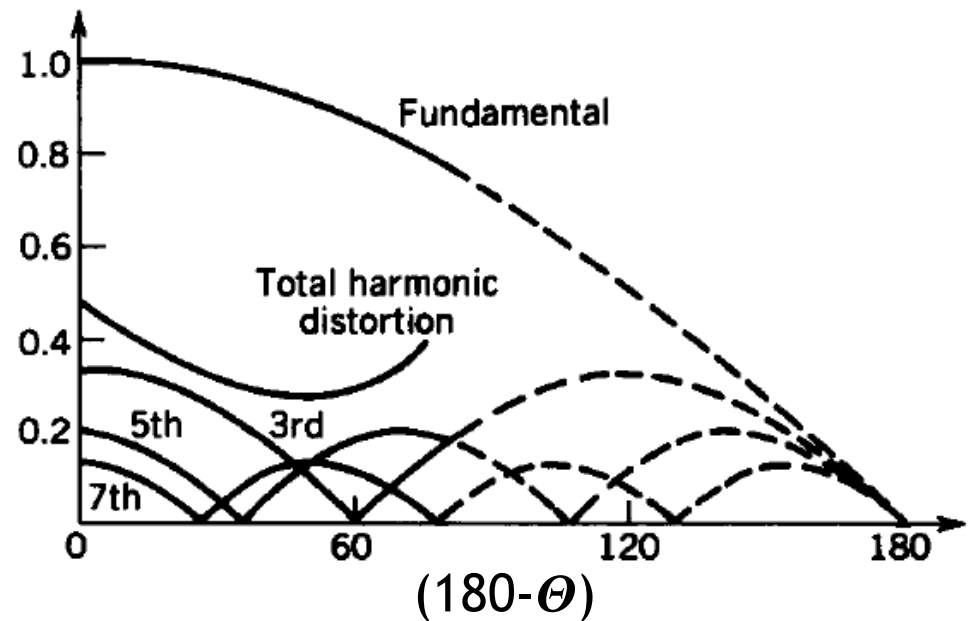


- El valor eficaz de la tensión de salida depende del ángulo de solape θ

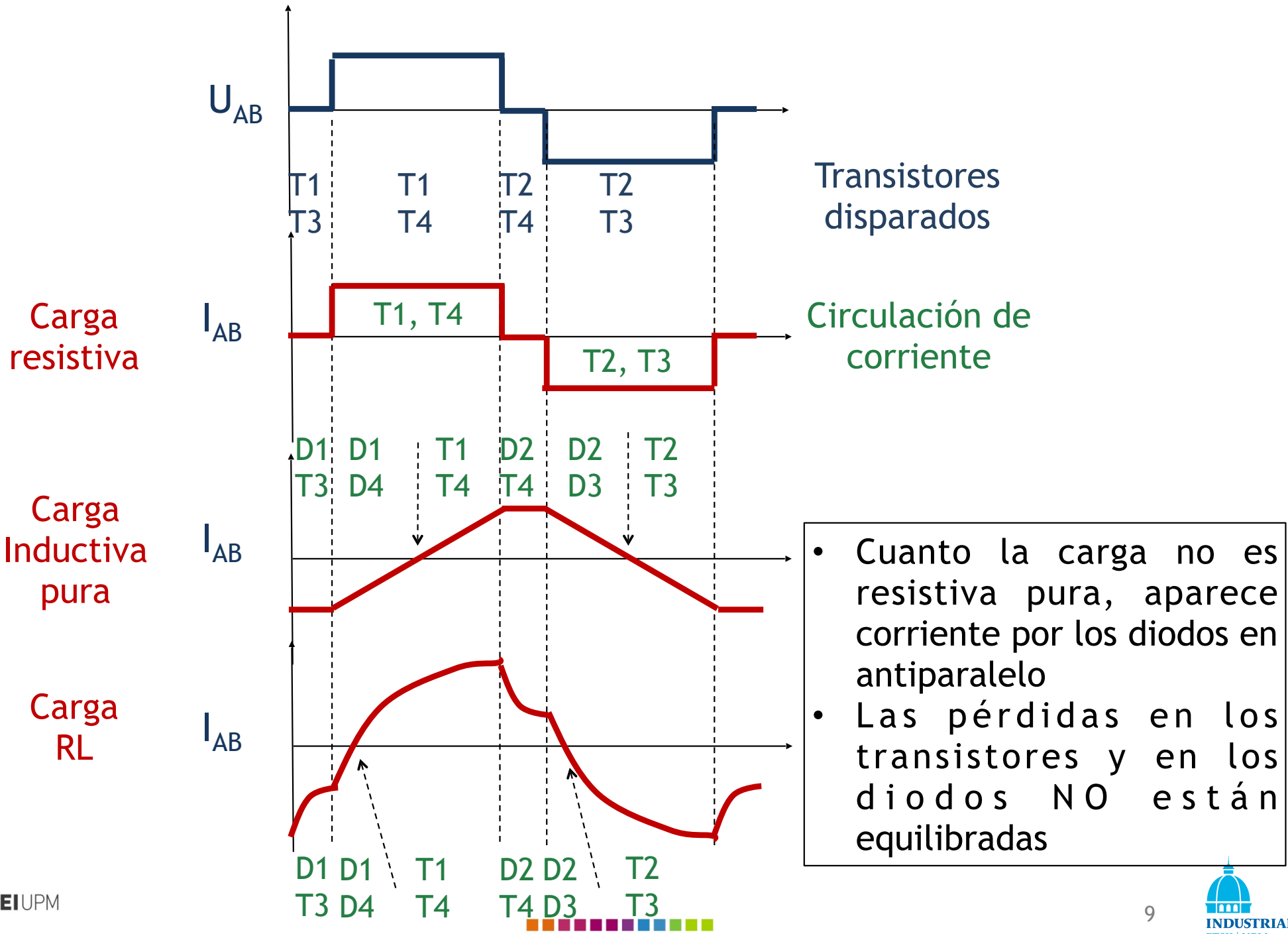
Regulación por fase desplazada II



Esta onda alterna, presenta armónicos de baja frecuencia, cuya amplitud depende del valor de θ

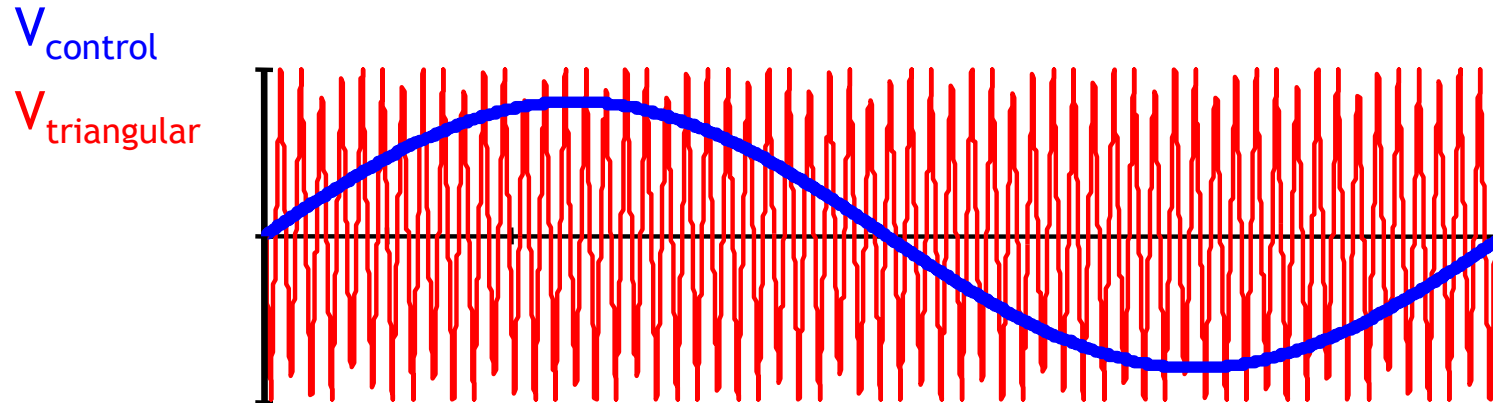


Fase desplazada: forma de onda de la corriente



Regulación PWM

Se compara una señal triangular de alta frecuencia con una señal con la forma y frecuencia que se desea a la salida del inversor



Índice de modulación de frecuencia

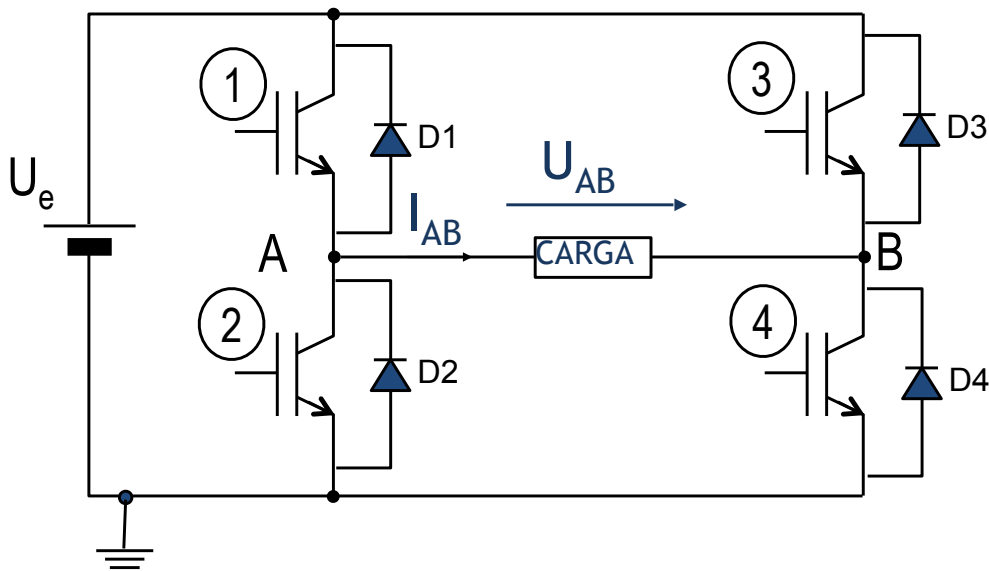
$$m_f = \frac{f_{tri}}{f_{sin}}$$

Índice de modulación de amplitud

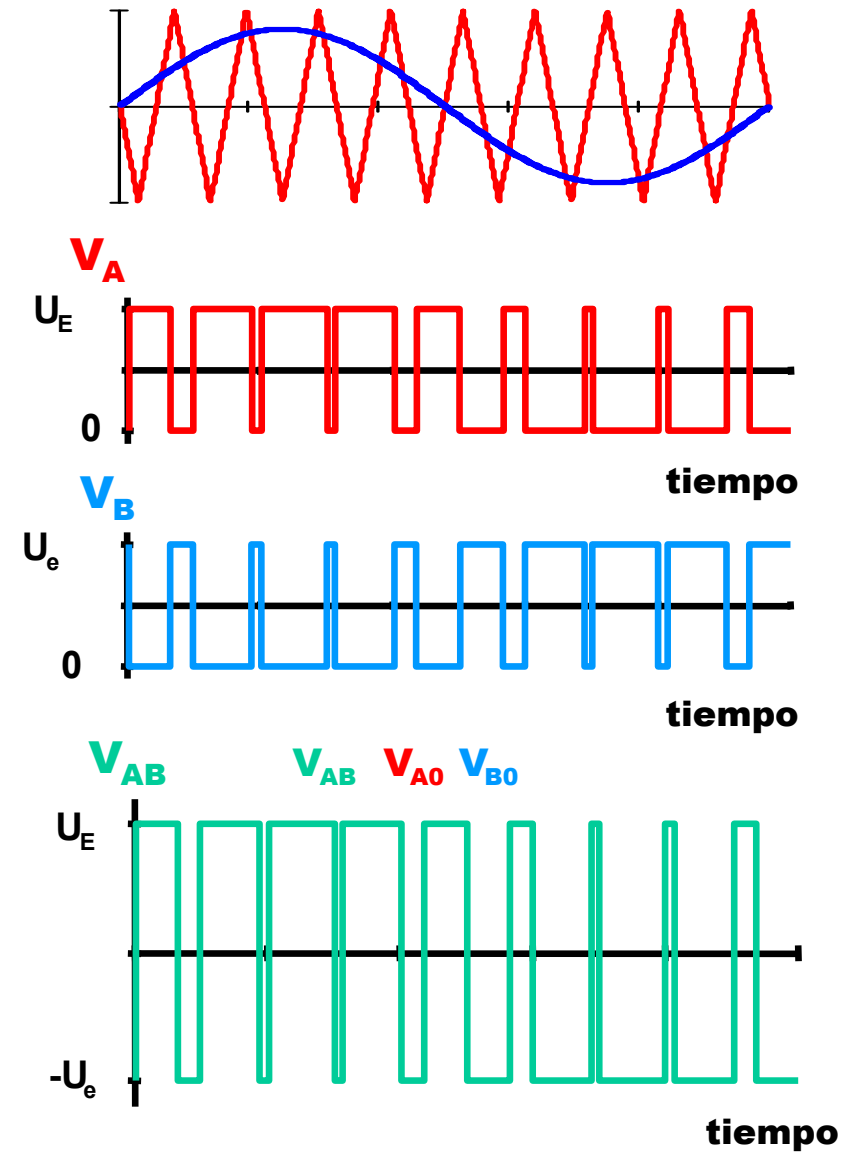
$$m_a = \frac{V_{sen}}{V_{tri}}$$

El cruce de ambas ondas, configura los disparos de los transistores y por tanto la tensión aplicada a la carga, cuya componente fundamental será idéntica en frecuencia y en amplitud a la señal de control sinusoidal

Regulación PWM bipolar

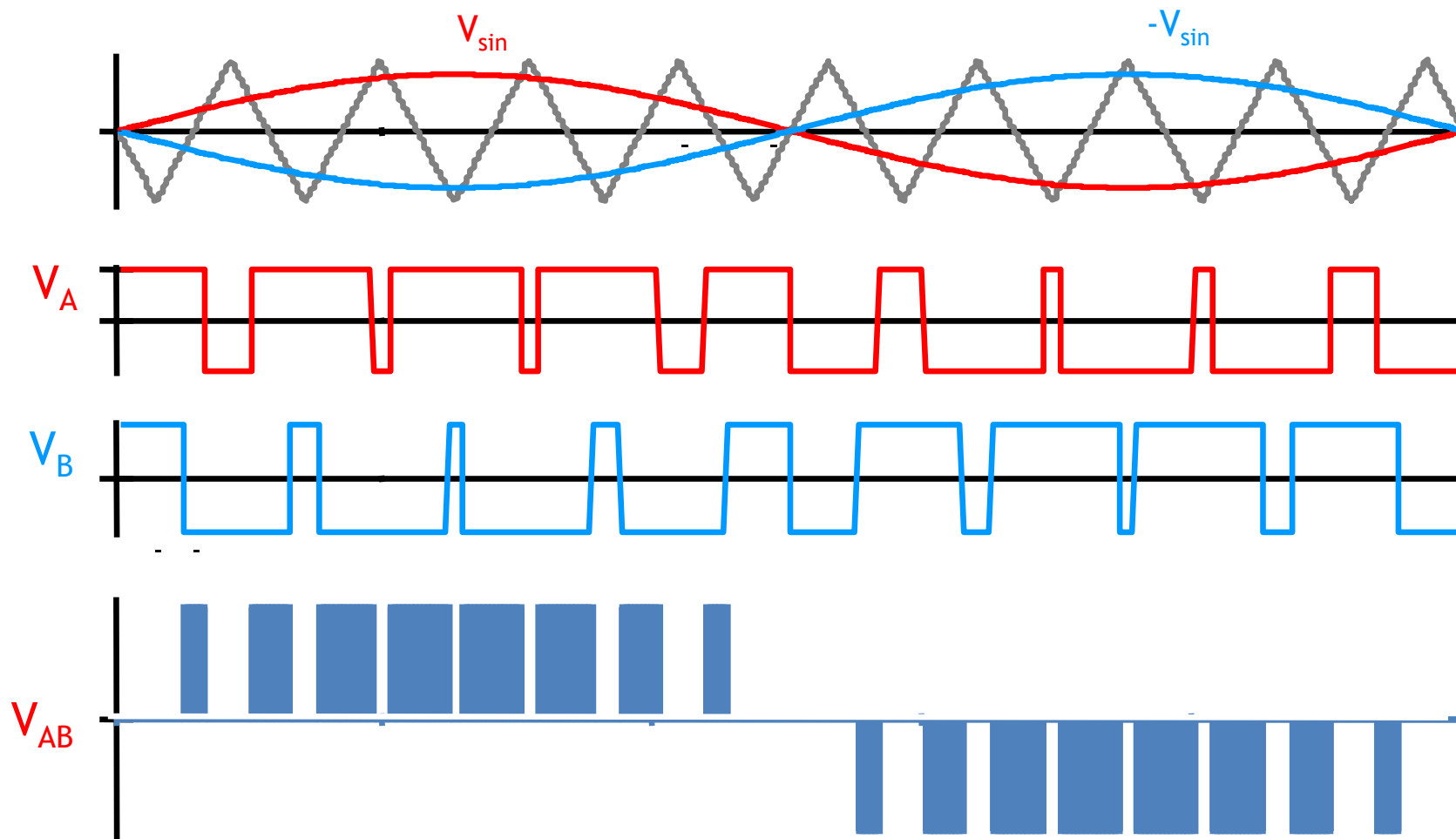


Los transistores 1-4 se disparan de forma síncrona
Lo mismo ocurre para los transistores 2-3
La frecuencia de la onda triangular, fija la frecuencia de conmutación de los transistores, por lo que serán normalmente IGBTs o MOSFETs

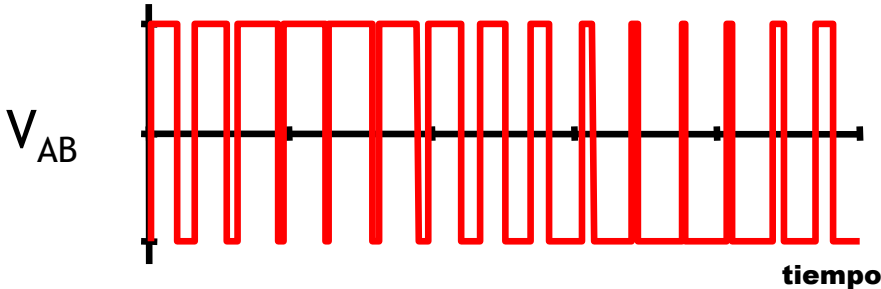


Regulación PWM unipolar

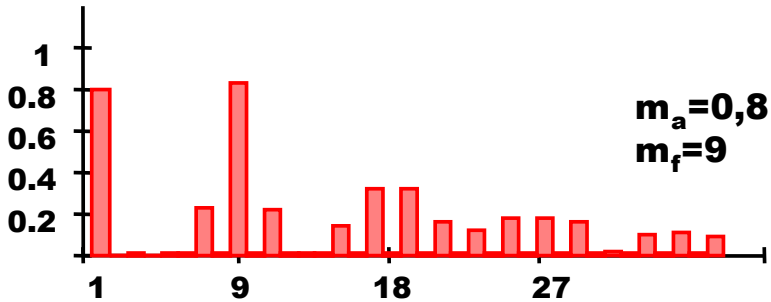
Las ramas del puente se disparan de forma independiente y para ello se necesitan 2 señales de control, iguales y desfasadas 180°



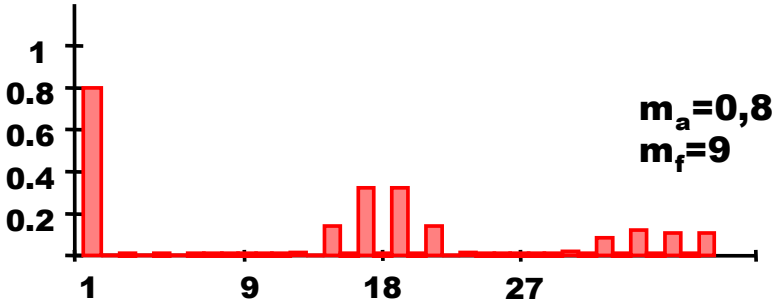
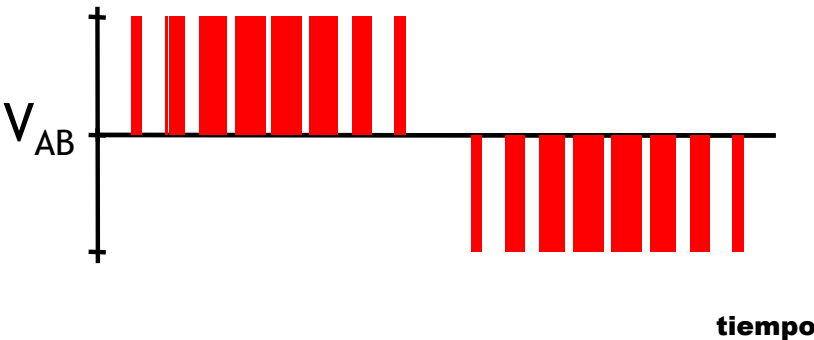
Modulación BIPOLAR



Contenido armónico normalizado



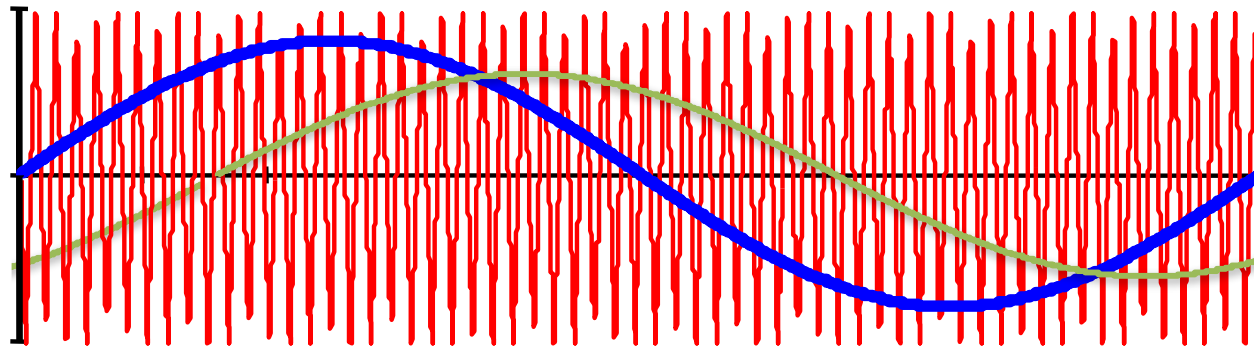
Modulación UNIPOLAR



Armónicos

PWM: forma de onda de la corriente

Considerando únicamente la respuesta al armónico fundamental de la tensión de salida, el problema se reduce a un régimen senoidal permanente



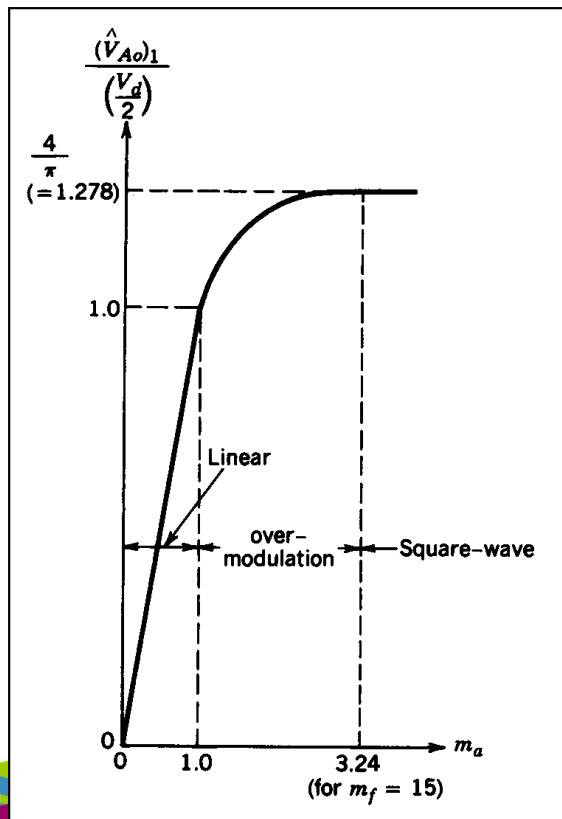
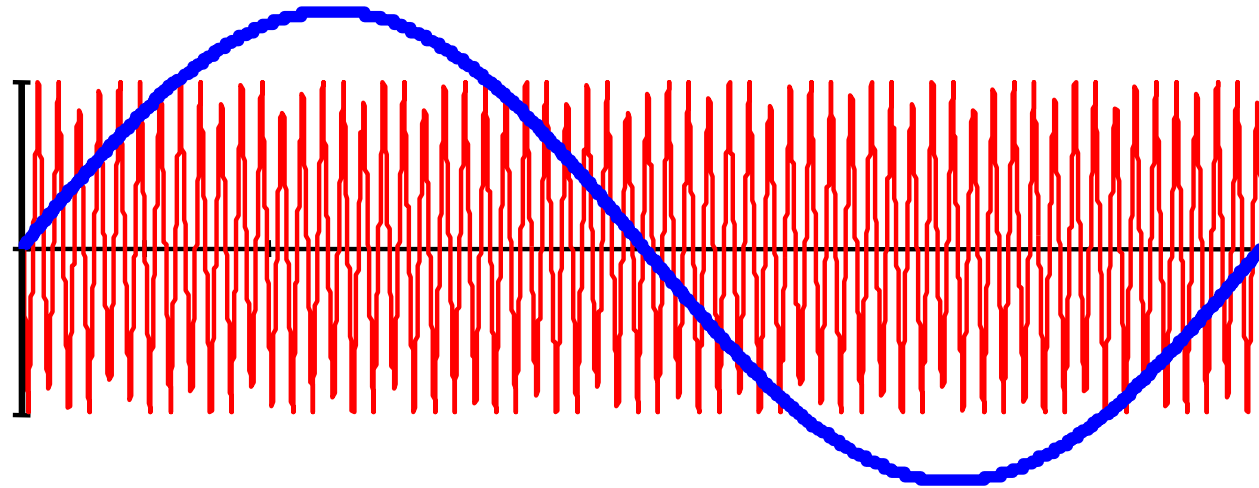
La corriente circula por los transistores y los diodos en antiparalelo y cambia en cada ciclo de conmutación

Sobremodulación

Si $m_a > 1$

V_{control}

$V_{\text{triangular}}$

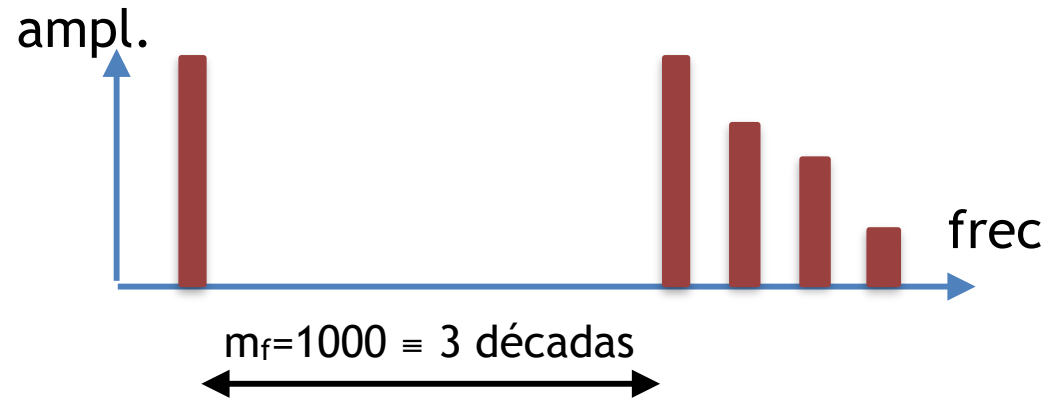


En estas condiciones, se pierde la linealidad entre la tensión de control y la tensión de salida, aunque su amplitud sigue creciendo hasta el valor máximo idéntico al que tendría una onda cuadrada.



Filtrado

Si el índice de modulación de frecuencia m_f es suficientemente alto (>1000), el filtrado de los armónicos es relativamente sencillo



El filtro mas sencillo que se puede utilizar es el LC

