MOTIVACION

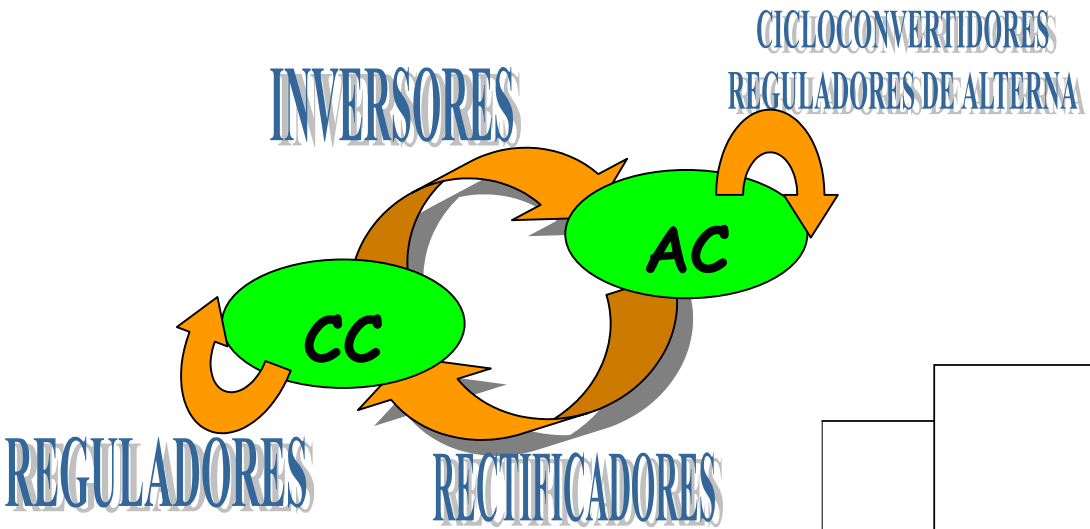
Topología inversora, con control PWM

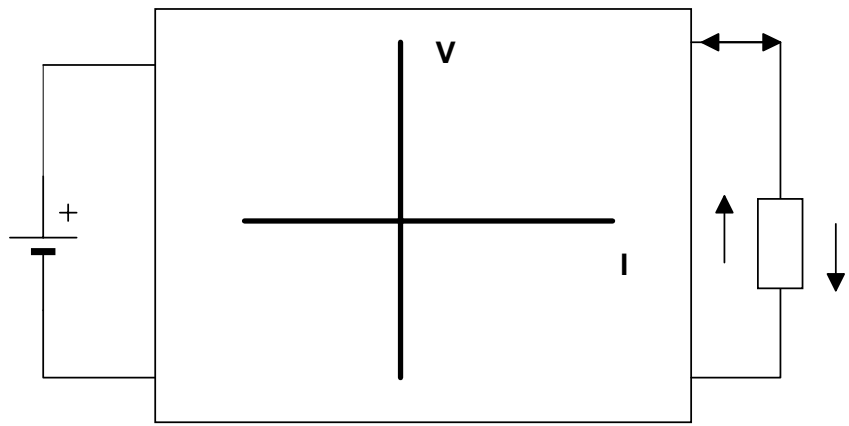
Conceptos de orden general:

- **-Normalización de ecuaciones**
- **-Herramientas matemáticas**
- **-Herramientas de simulación**

INDICE

INTRODUCCIÓN





INTRODUCCION

La electrónica de potencia tiende a sustituir elementos electro-mecánicos: Relés, interruptores...

Motores asíncronos de jaula de ardilla:

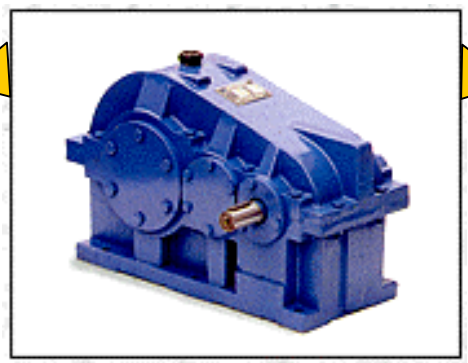
- **Bajo mantenimiento**
- **No generan parásitos**
- **Par de arranque elevado**
- **Dimensiones compactas**

Problema:

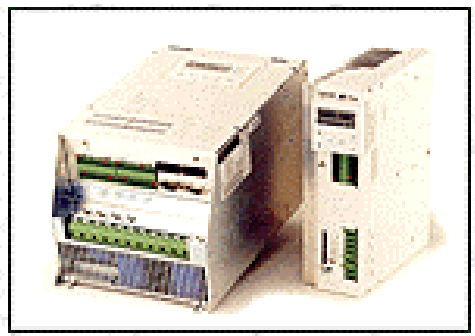
REGULACION DE VELOCIDAD

INTRODUCCION

Solución mecánica



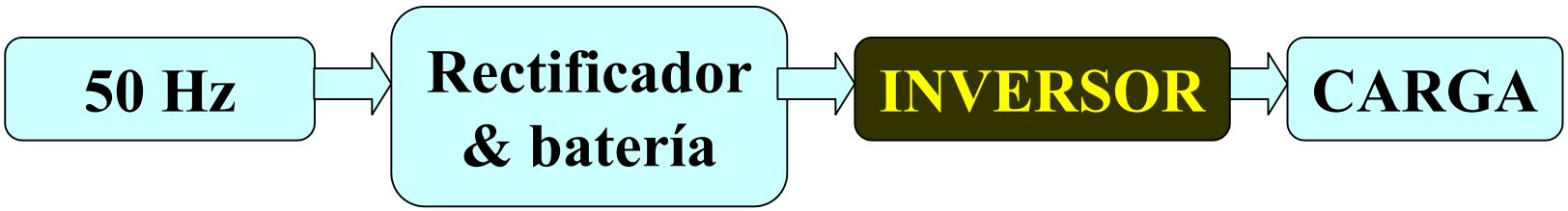
Solución Electrónica

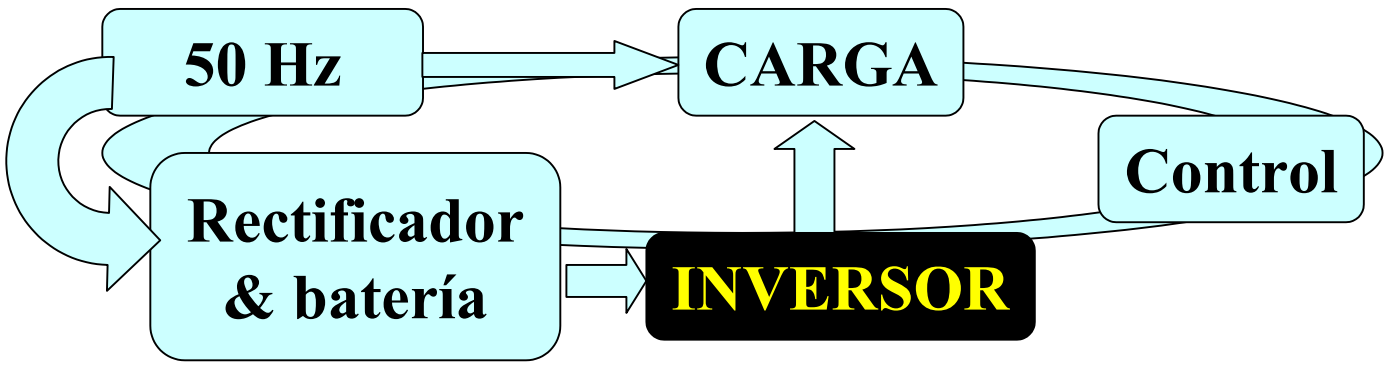


Inversores Electrónicos: No existen partes móviles

INTRODUCCION

Otro ejemplo de aplicación: SAIs





Ejemplo típico: Equipos informáticos

INTRODUCCION

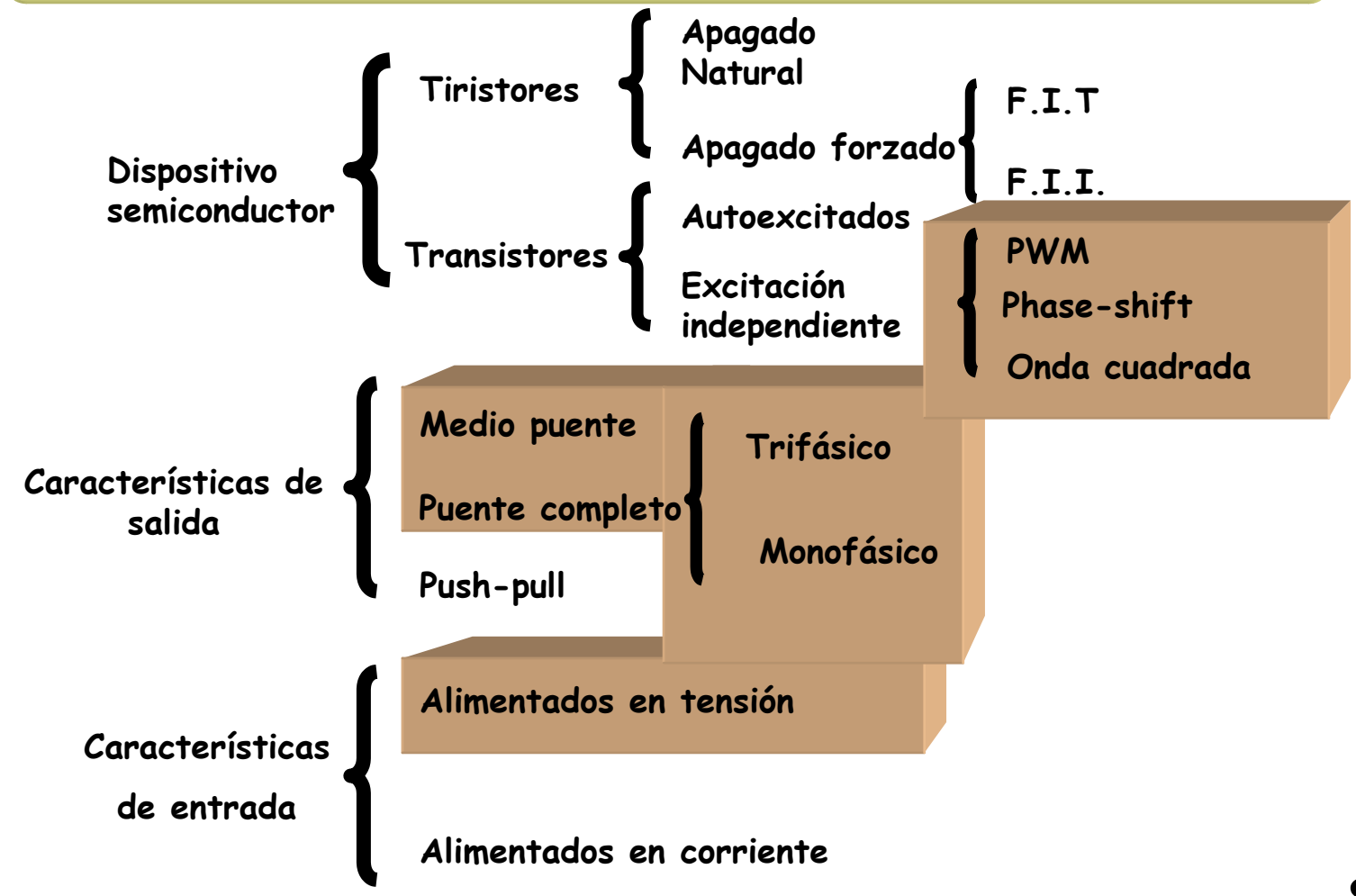
Más aplicaciones:

-Balastos electrónicos.

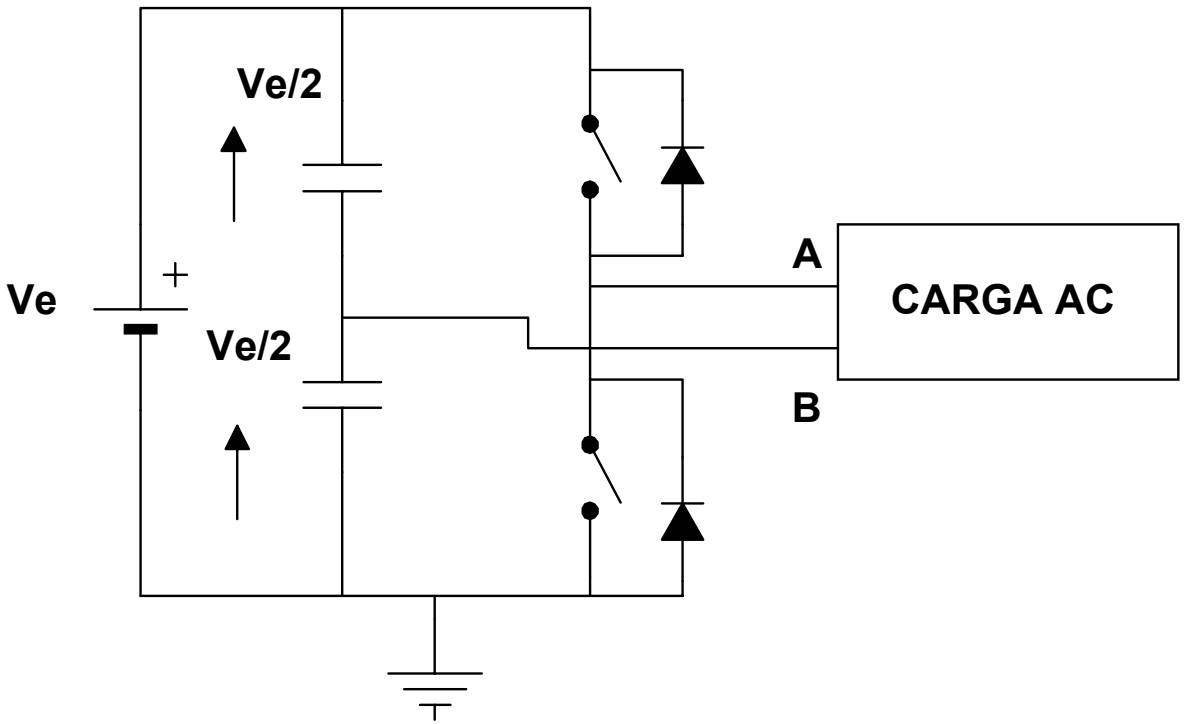
-Caldeo por inducción.

-Rectificación con f.d.p. unidad.

CLASIFICACION



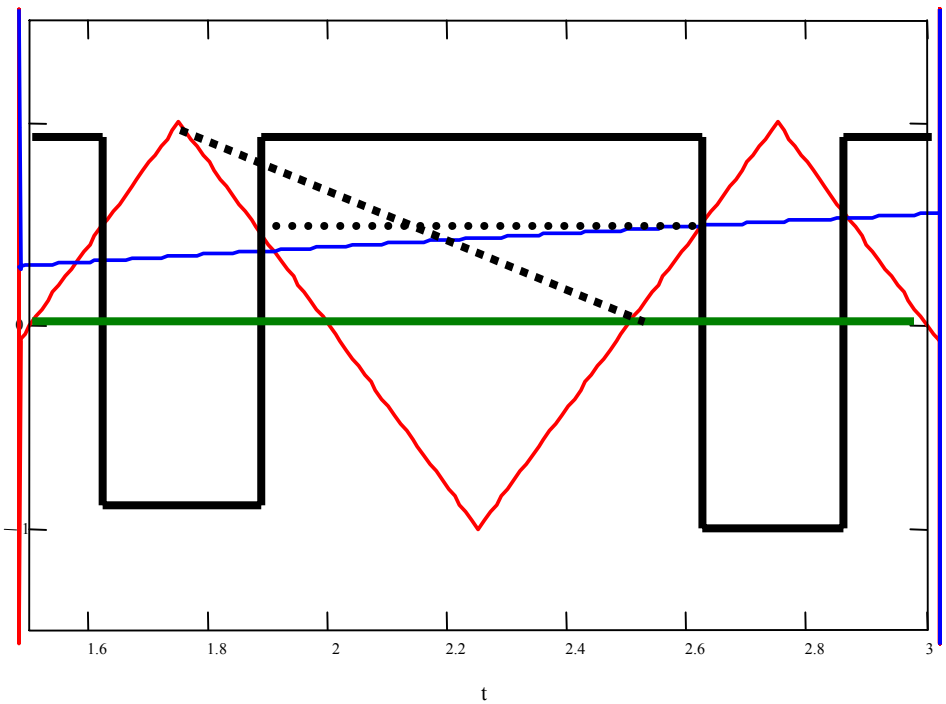
CONCEPTOS BASICOS



Apta para trabajar en los cuatro cuadrantes

CONCEPTOS BASICOS

$$- m_a = \frac{\text{Vsenoidal}}{\text{Vtriangular}} \qquad - m_f = \frac{\text{Ftriangular}}{\text{Fsenoidal}}$$



$$\hat{V}_1 = \left(\frac{Ton - Toff}{T} \right) \bullet \frac{Ve}{2}$$

$$V_1 = m_a \cdot \text{sen}(\omega \cdot t) \cdot \frac{V_e}{2}$$

$$f_s = (jm_f \pm k) f$$

Si m_f es entero impar solo existen armónicos impares

CONCEPTOS BASICOS

Tabla normalizada (Ve/2)

h\ma	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
Fundamental	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
m_f	1.242	1.15	1.006	0.818	0.601
$m_f \pm 2$	0.016	0.061	0.131	0.220	0.318
$m_f \pm 4$					0.018
$2m_f \pm 1$	0.190	0.326	0.370	0.314	0.181
$2m_f \pm 3$		0.024	0.071	0.139	0.212
$2m_f \pm 5$				0.013	0.033
$3m_f$	0.335	0.123	0.083	0.171	0.113
$3m_f \pm 2$	0.044	0.139	0.203	0.176	0.062
$3m_f \pm 4$		0.012	0.047	0.104	0.157
$3m_f \pm 6$				0.016	0.044
$4m_f \pm 1$	0.163	0.157	0.008	0.105	0.068
$4m_f \pm 3$	0.012	0.070	0.132	0.115	0.009
$4m_f \pm 5$			0.034	0.084	0.119
$4m_f \pm 7$				0.017	0.050

Ejemplo de aplicación:

Fs=50; Ft=850 Vs=12, Vt=18

Ve=300 **ma=0.8 mf=17**

V_1=0.8*150=120

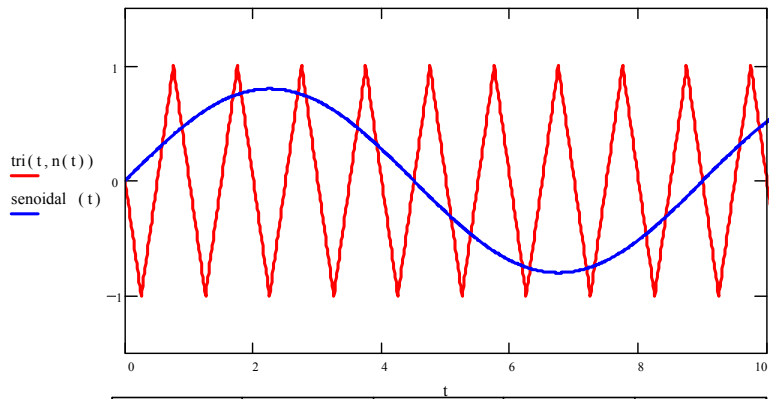
V_{17}=150*0.818=122.7

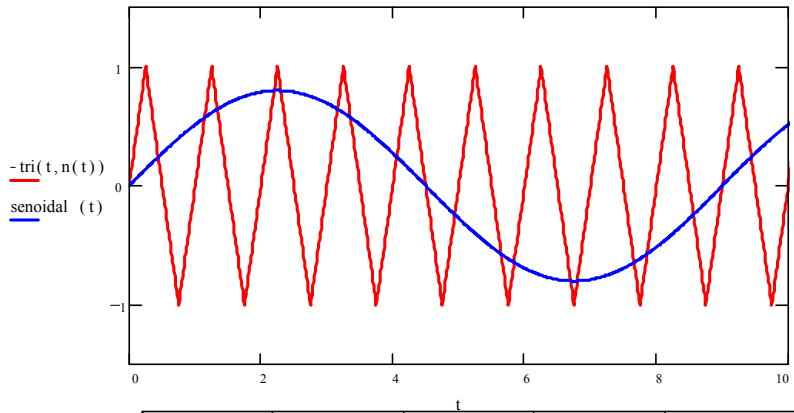
$V_{15,19}$=150*0.22=33

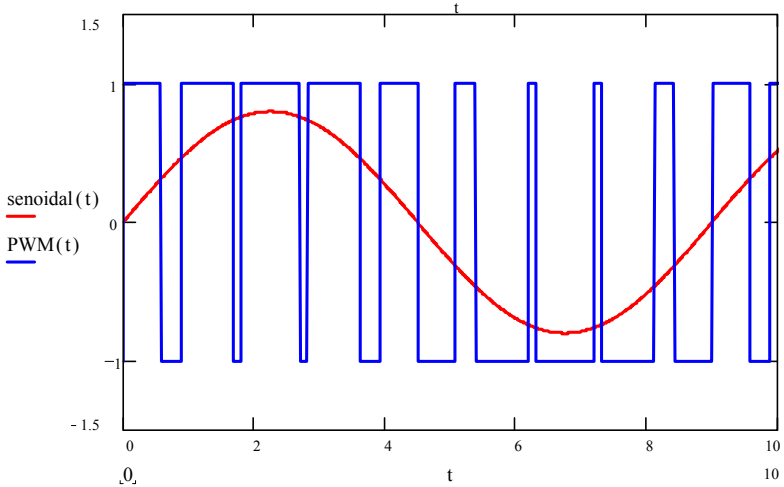
CONCEPTOS BASICOS

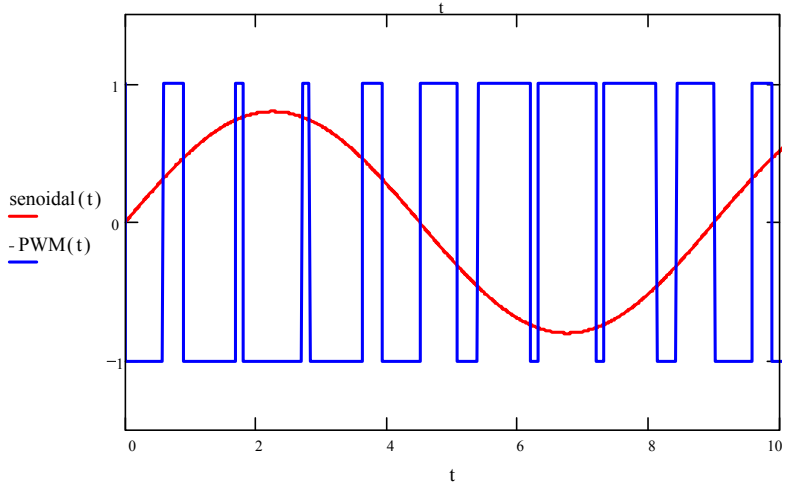
Recomendaciones :

- m_f> ó <21





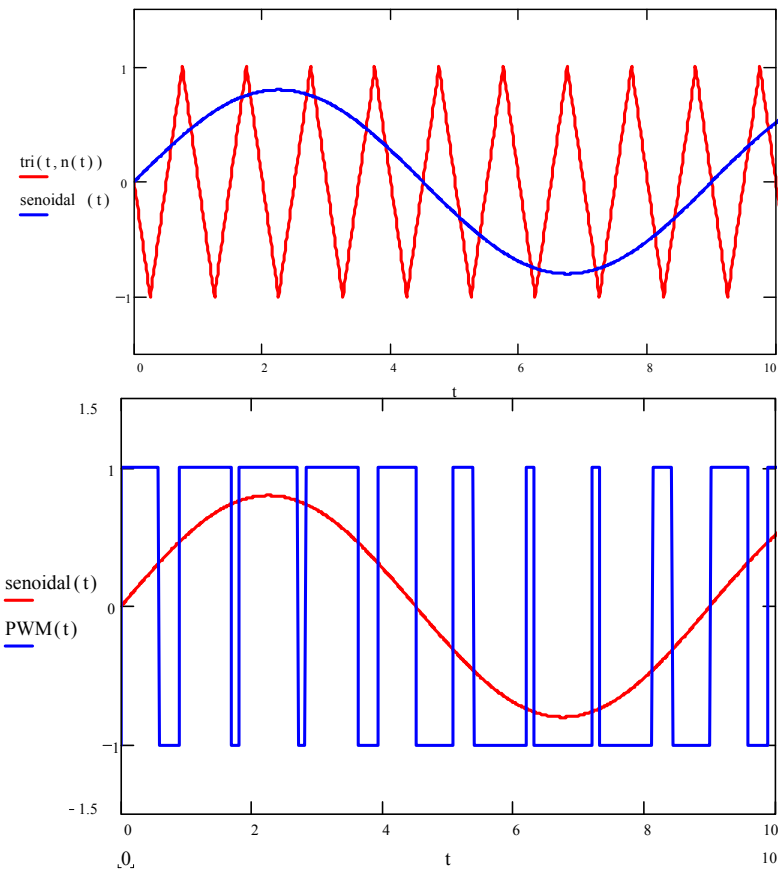


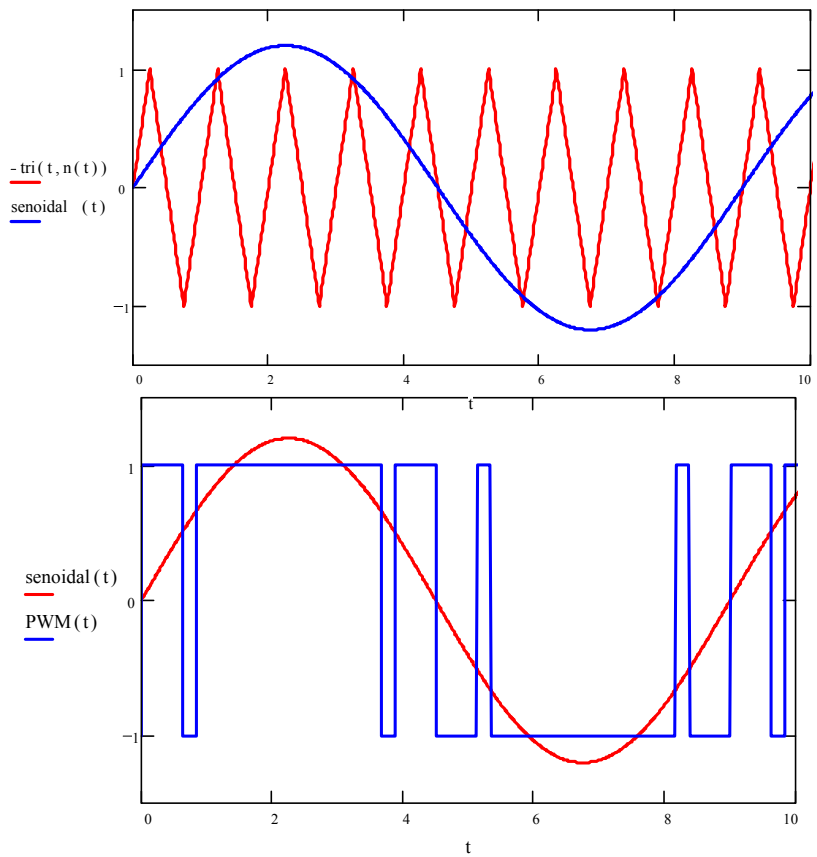


CONCEPTOS BASICOS

Recomendaciones :

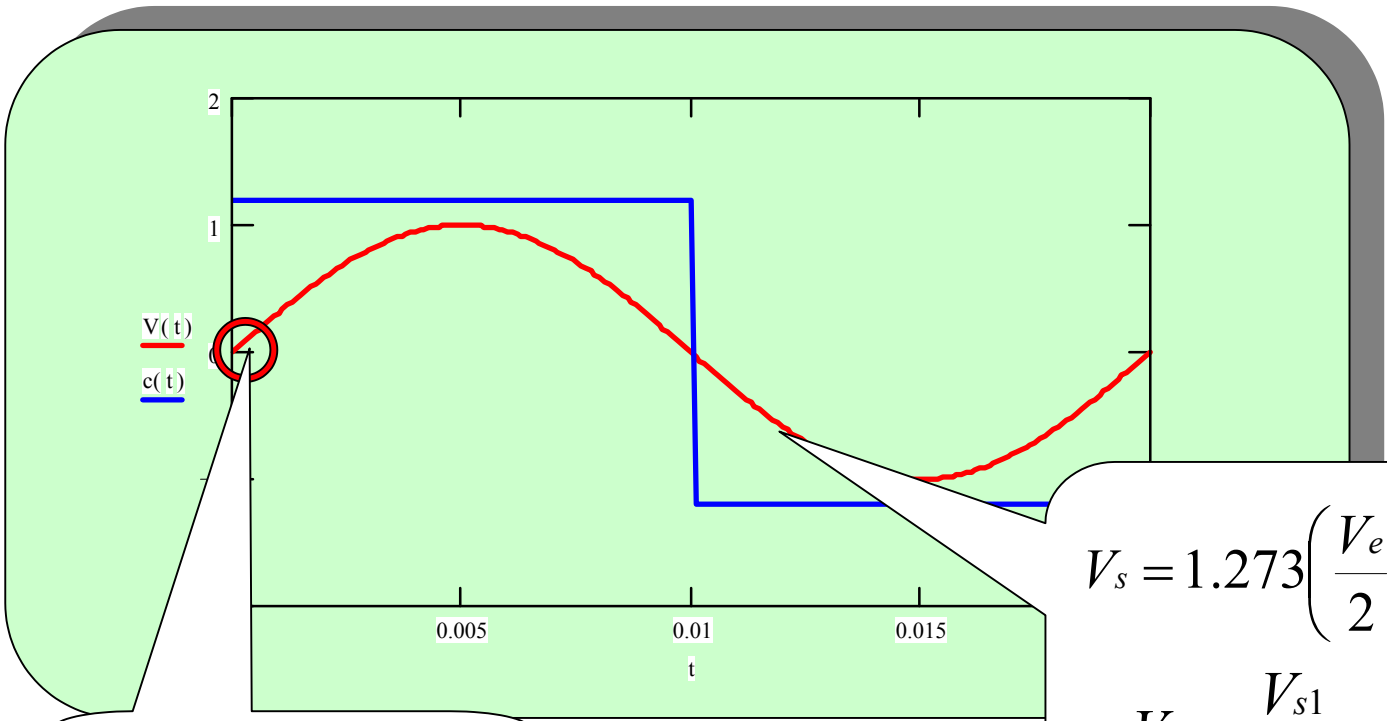
- m_f> ó <21





CONCEPTOS BASICOS

ONDA CUADRADA



conmutaciones

$$V_s = 1.273\left(\frac{V_e}{2}\right)$$

$$V_{sn} = \frac{V_{s1}}{n}$$

CONCEPTOS BASICOS

RESUMEN

Necesario trabajar en los cuatro cuadrantes.

Control PWM: Comparación senoidal triangular.

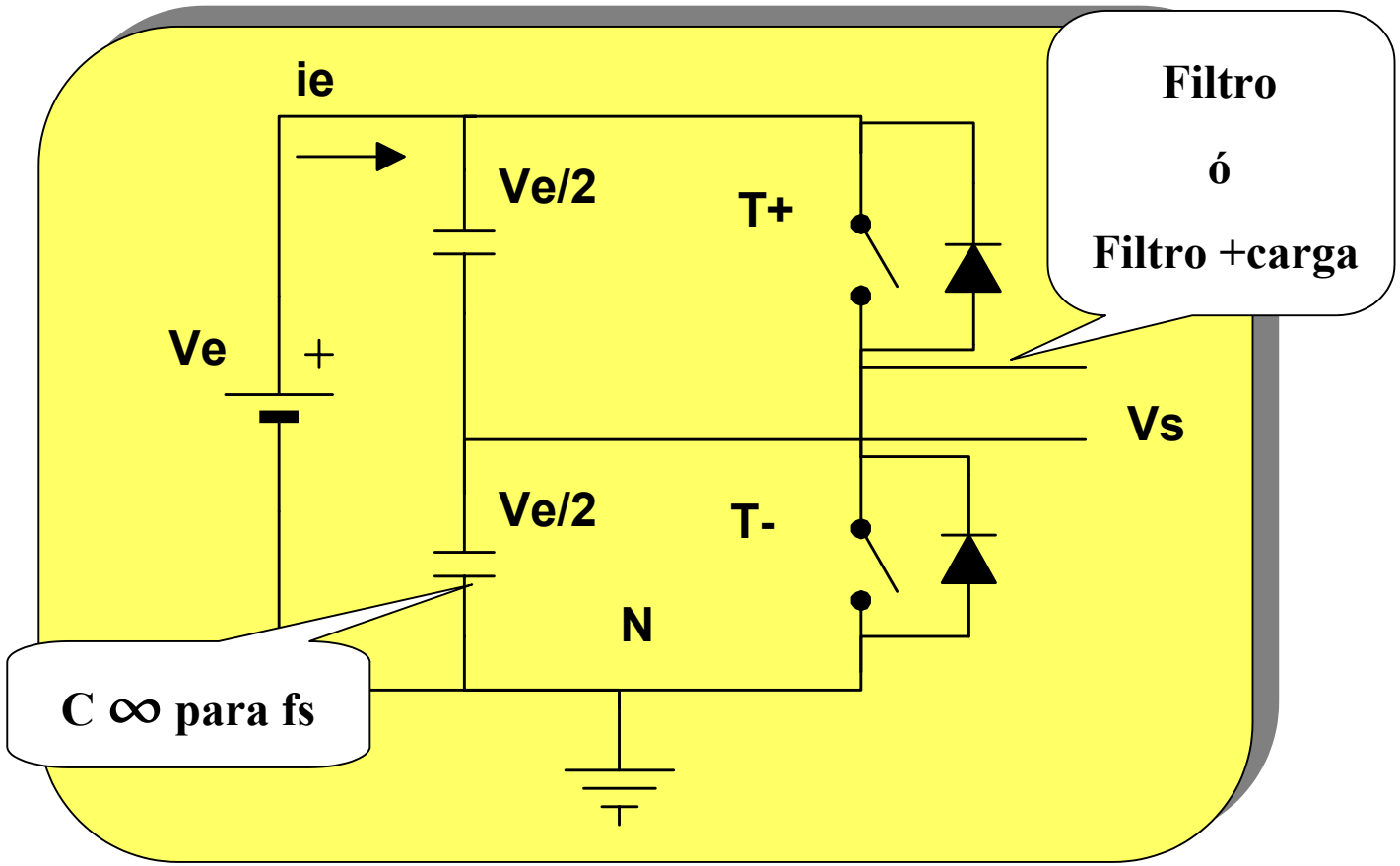
Alta frecuencia de conmutación

Normalización de parámetros.

Los valores de ma y mf deben de cumplir ciertos requisitos

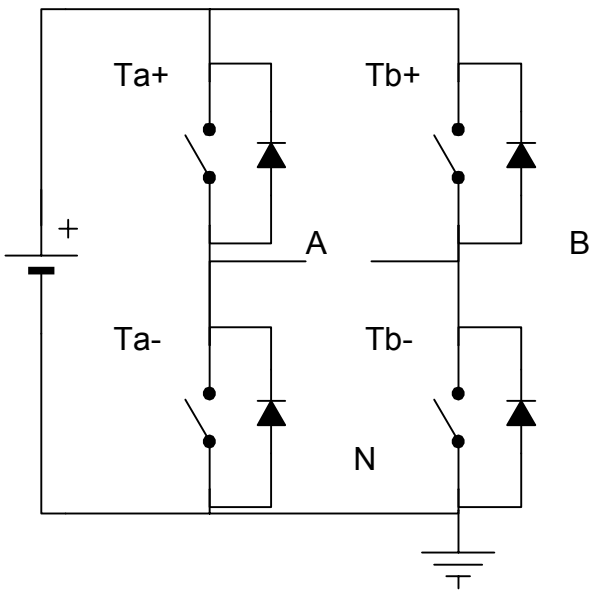
INVERSORES MONOFASICOS

MEDIO PUENTE



INVERSORES MONOFASICOS

PUENTE COMPLETO: BIPOLAR



Misma filosofía que el medio puente

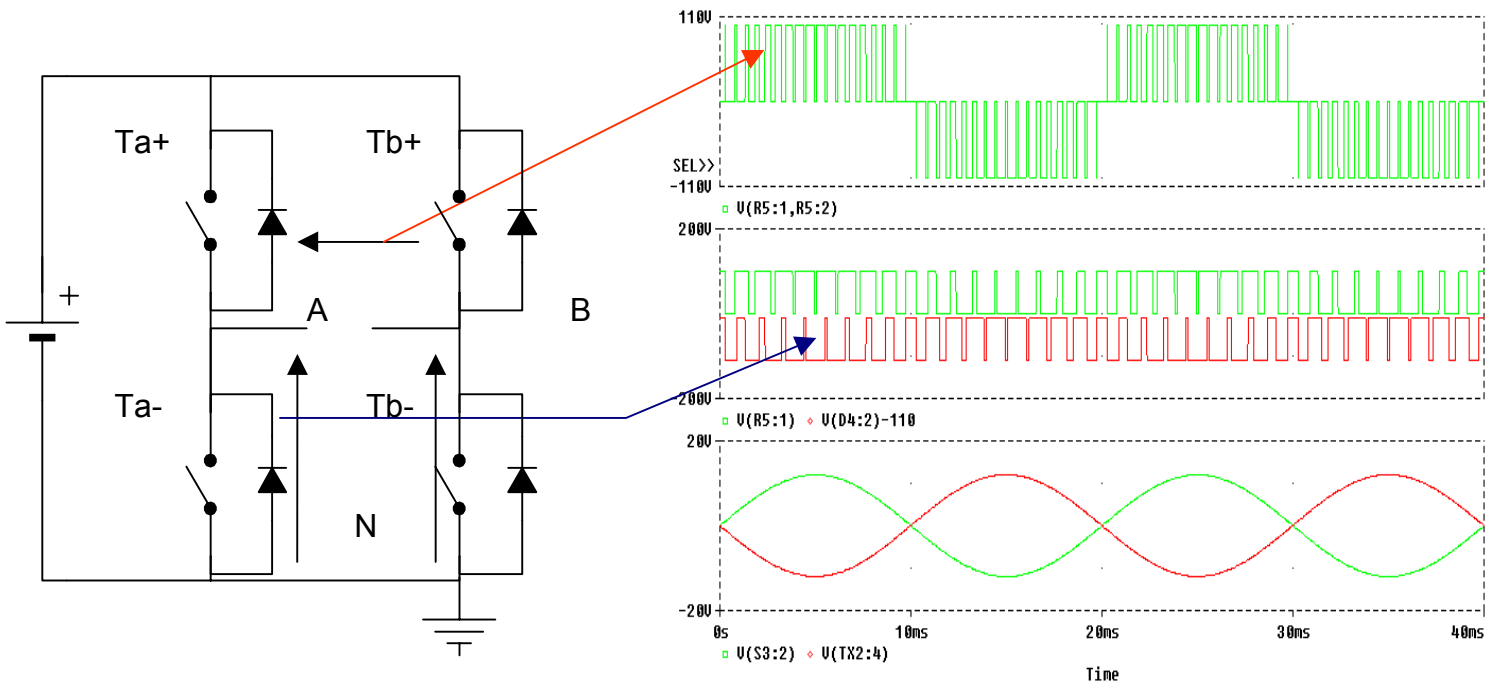
Control: interruptores cruzados.

Se aplica toda la tensión a la carga

m_f debe ser impar

INVERSORES MONOFASICOS

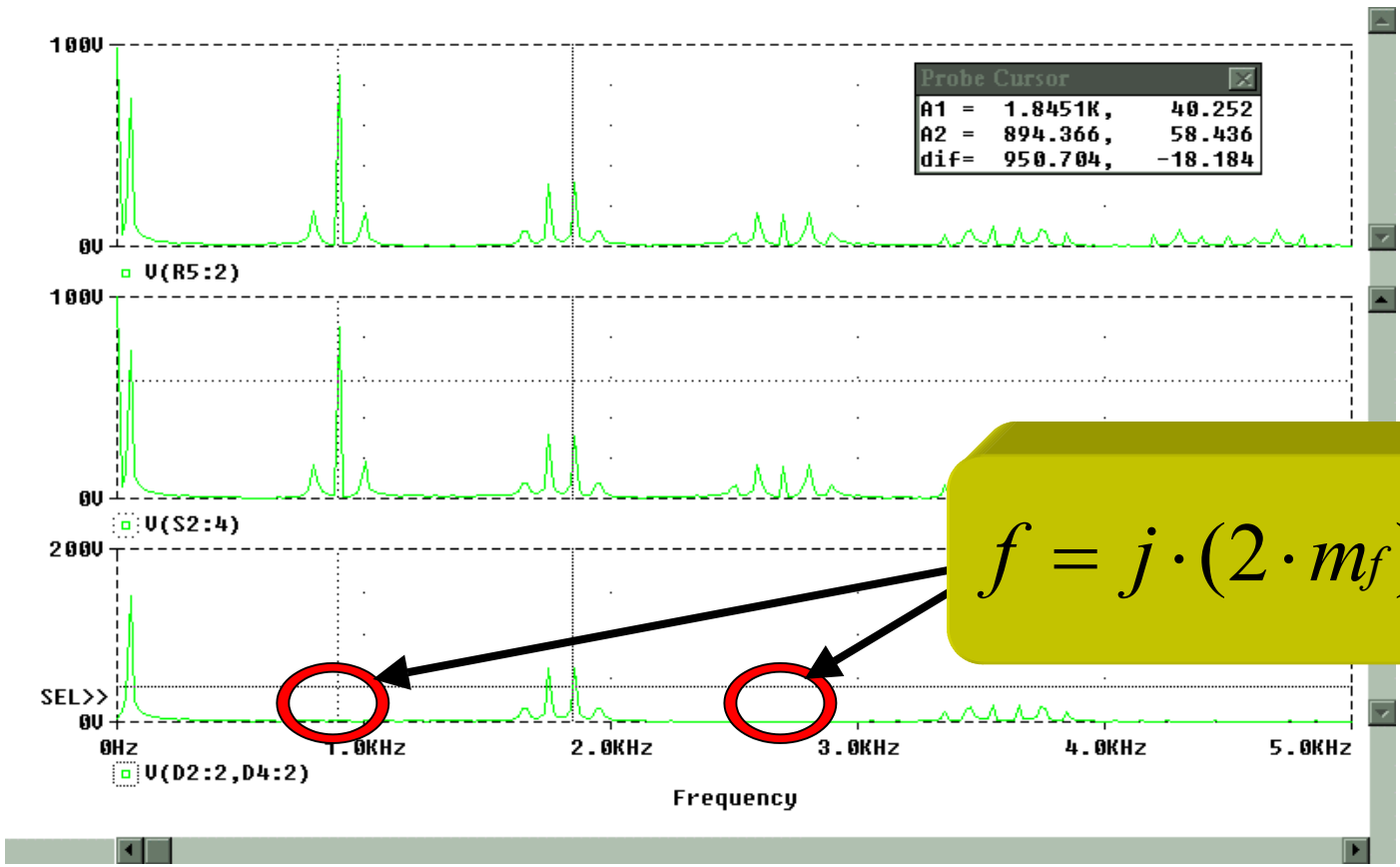
PUENTE COMPLETO: UNIPOLAR Y BIPOLAR



m_f debe ser par

INVERSORES MONOFASICOS

PUENTE COMPLETO UNIPOLAR



$$f = j \cdot (2 \cdot m_f) \pm k$$

INVERSORES MONOFASICOS

Conmutación a alta frecuencia.

Modulación PWM.

Se obtiene un espectro en frecuencias razonable.

Dos estrategias básicas de control:

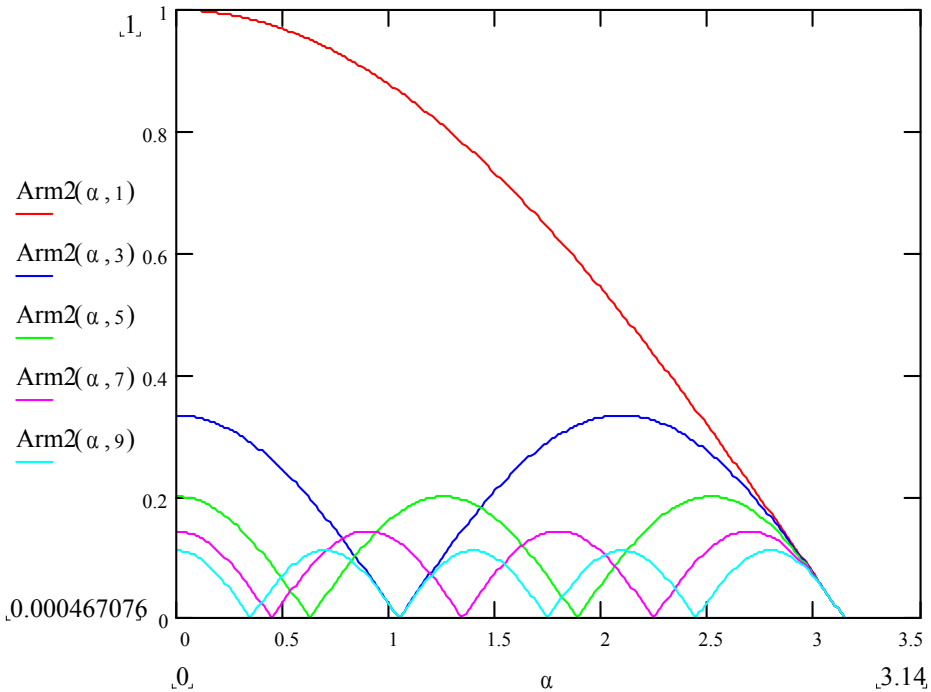
-Unipolar

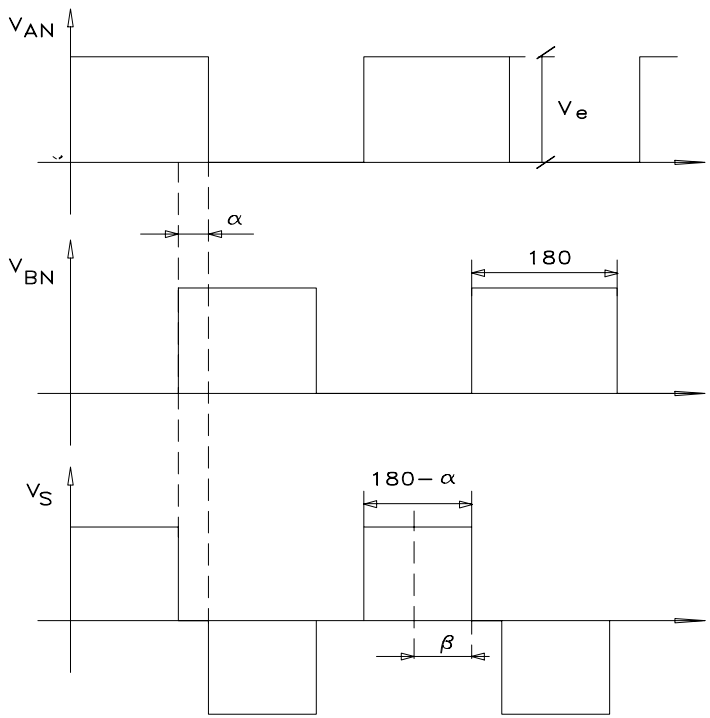
- Bipolar.

¿ Es posible reducir frecuencia sin empeorar el contenido armónico ?

INVERSORES MONOFASICOS

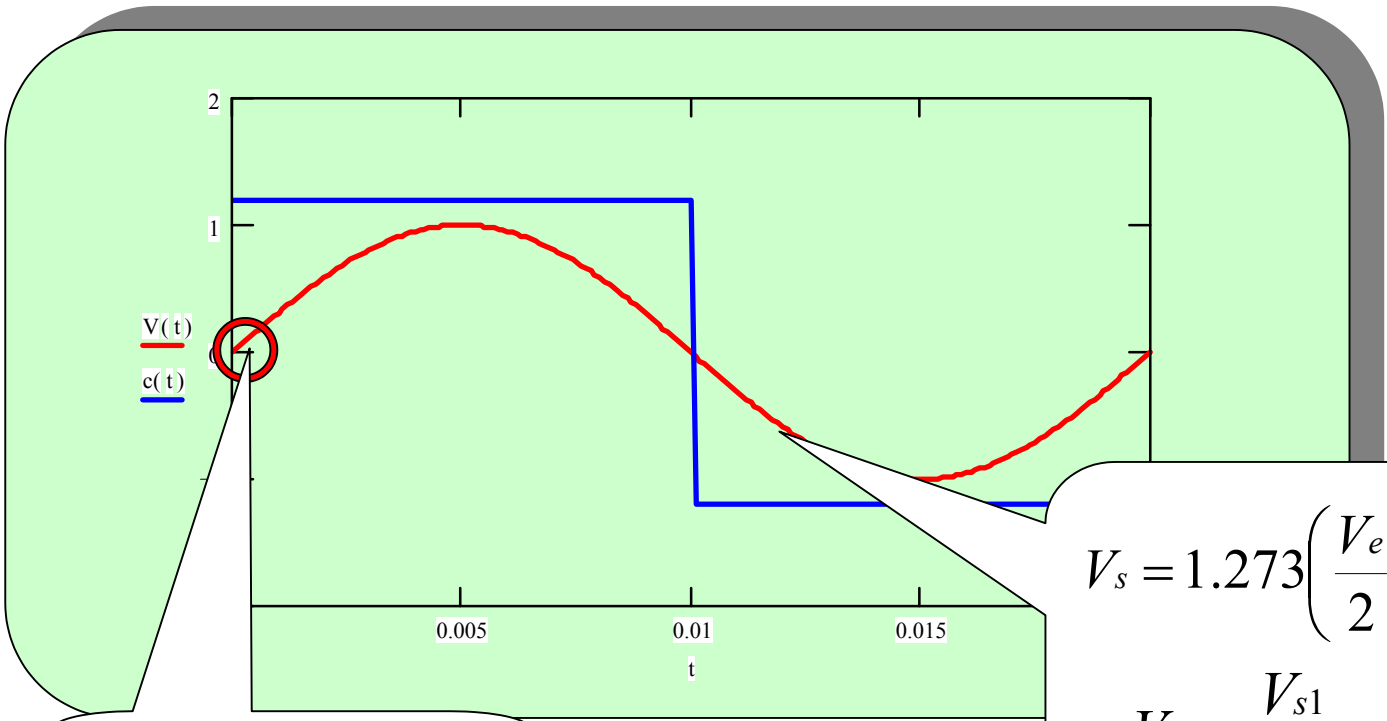
PUENTE COMPLETO: DESPLAZAMIENTO DE FASE





INVERSORES MONOFASICOS

ONDA CUADRADA



INVERSORES MONOFASICOS

PUENTE COMPLETO: DESPLAZAMIENTO DE FASE

- Existen los armónicos de orden impar
- Frecuencia de conmutación reducida
- Espectro en frecuencias notablemente peor
- Es posible obtener valores mayores del primer armónico

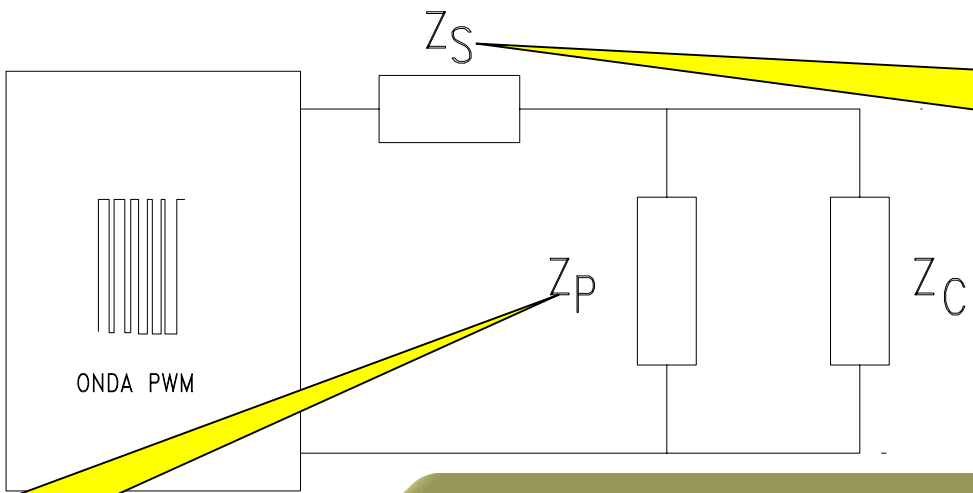
PUENTE COMPLETO: ONDA CUADRADA

- Baja frecuencia de conmutación
- Muchos armónicos
- Apto para sistemas de gran potencia

INVERSORES MONOFASICOS

FILTROS

Objetivo: Eliminar los armónicos no deseados en la carga



Elevada (∞)

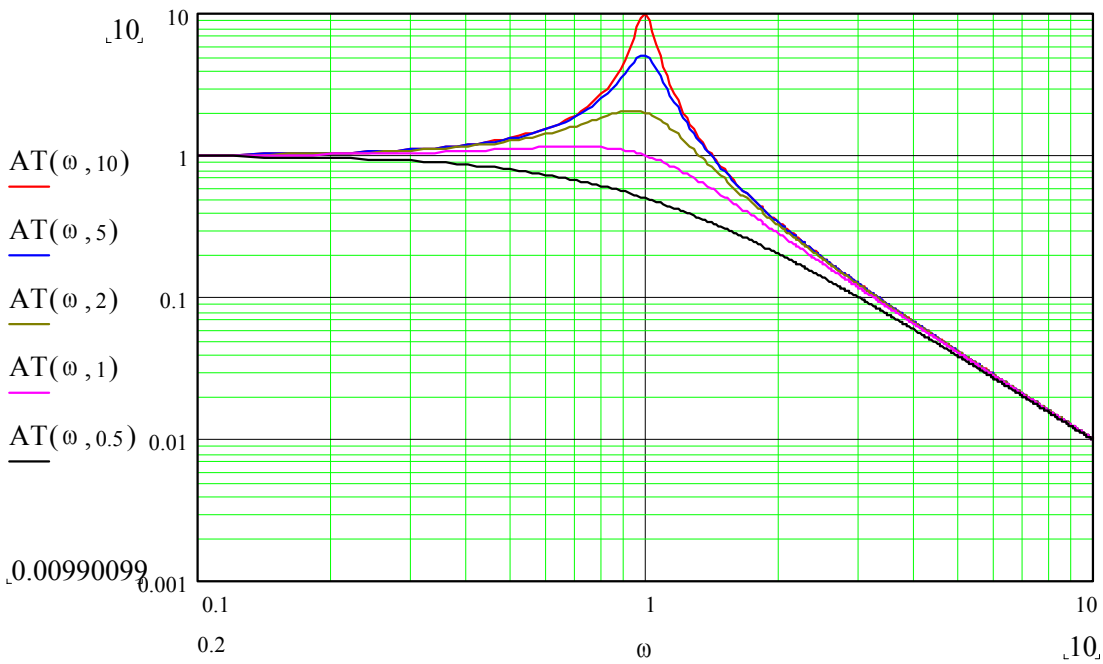
Reducida (0)

$$\frac{U_S}{U_E} = \frac{Z'_P}{Z'_P + Z_s}$$

FILTROS

Normalización: $\omega' = \dfrac{\omega}{\dfrac{1}{\sqrt{L \cdot C}}}$ $Q = \dfrac{R}{\sqrt{\dfrac{L}{C}}}$

Filtro LC



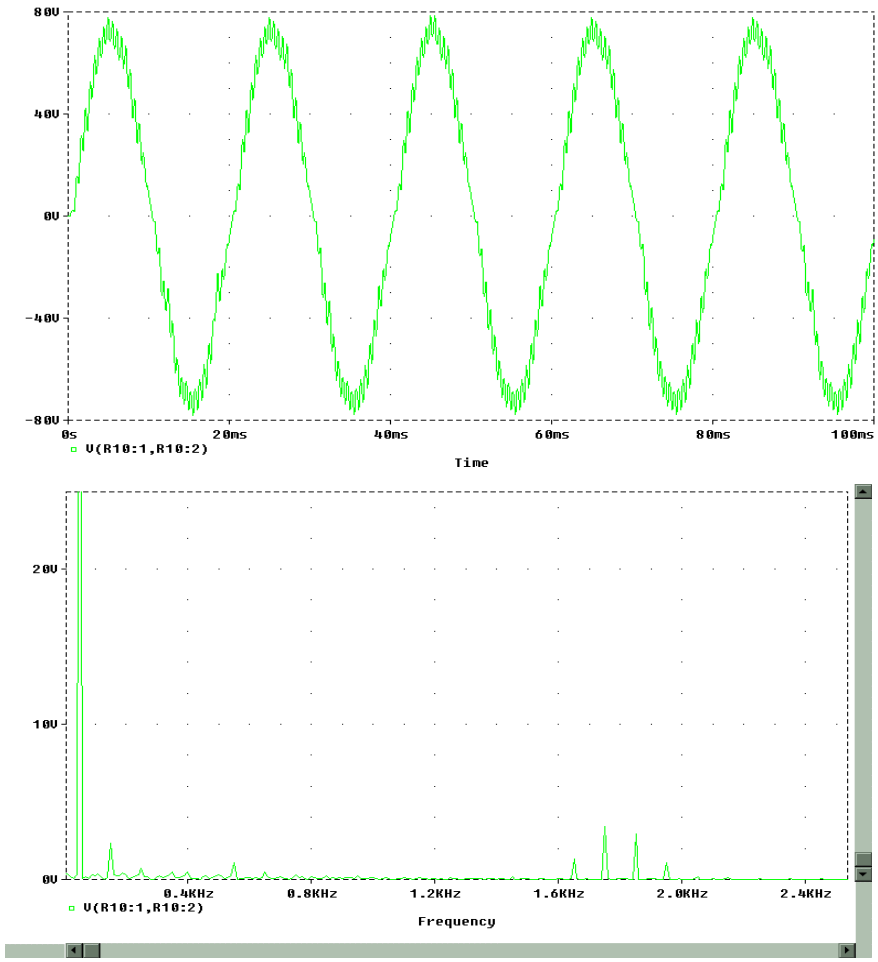
Ejemplo de aplicación: Puente completo unipolar: mf=18;ma=0.8;50 Hz; R=200 Ohm

OBJETIVO: El armónico más significativo no debe de superar 5 V

FILTROS

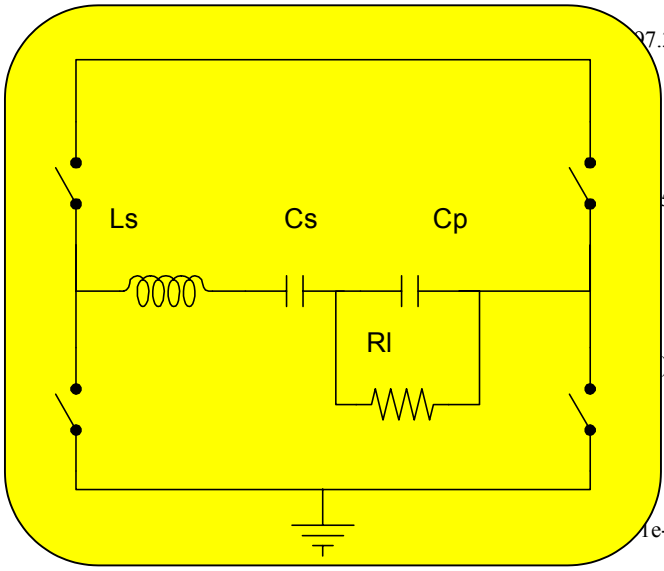
Frecuencia normalizada	Valor normalizado	Frecuencia	Valor
1	0.8	50 Hz	80 Volts
(2mf-1)	0.370	1799	37 Volts
(2mf+1)	0.370	1801	37 Volts

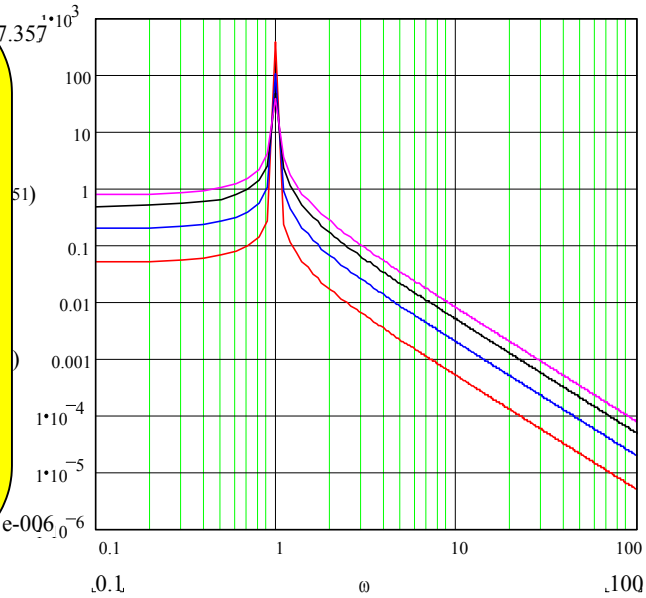
Selección: ω=3, Q=200⇒L=265 uH, C=265uF

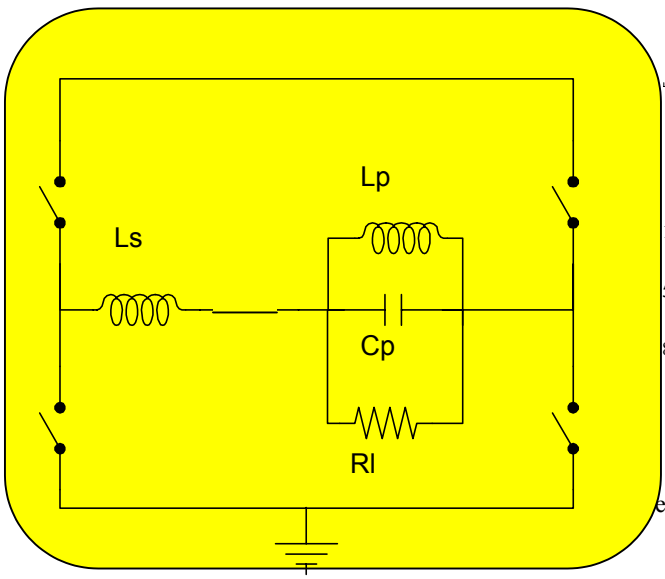


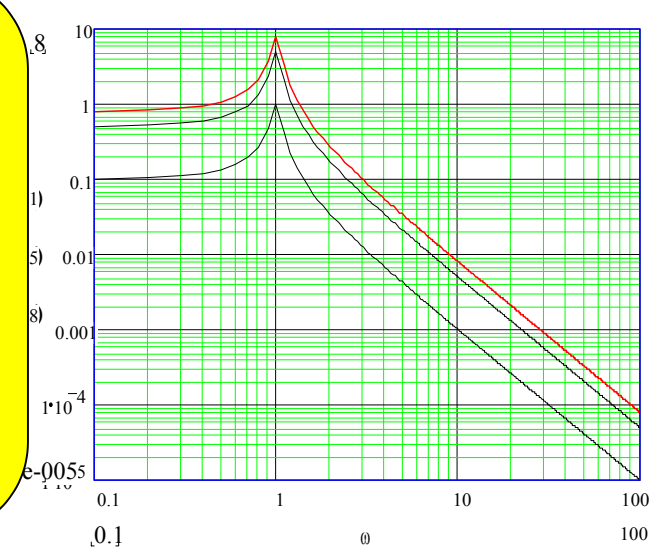
FILTROS

Otros filtros



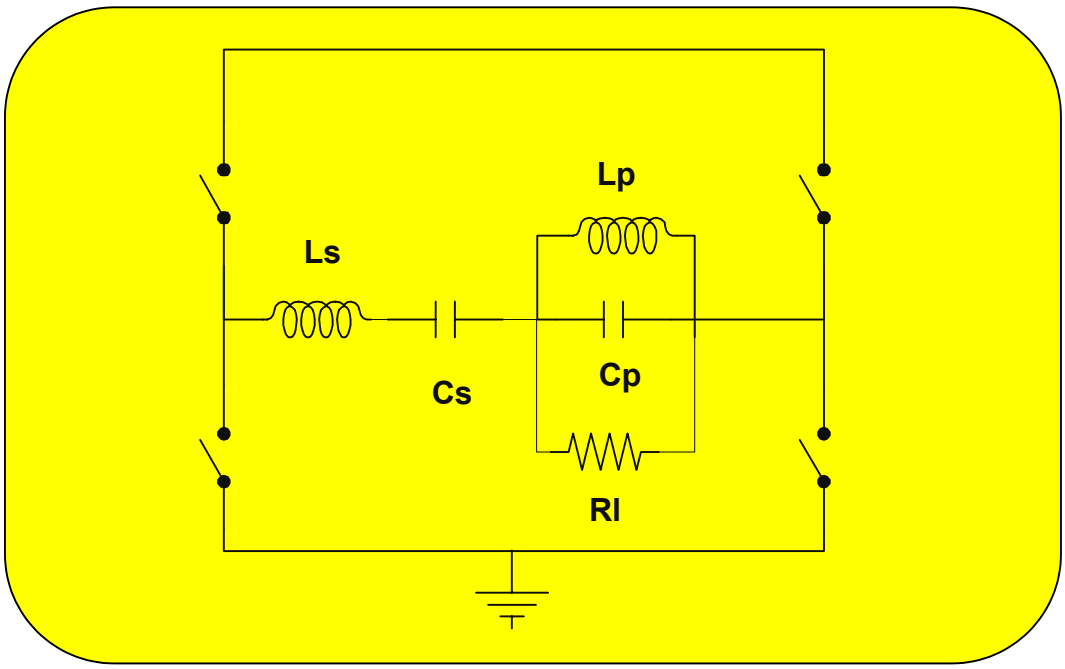


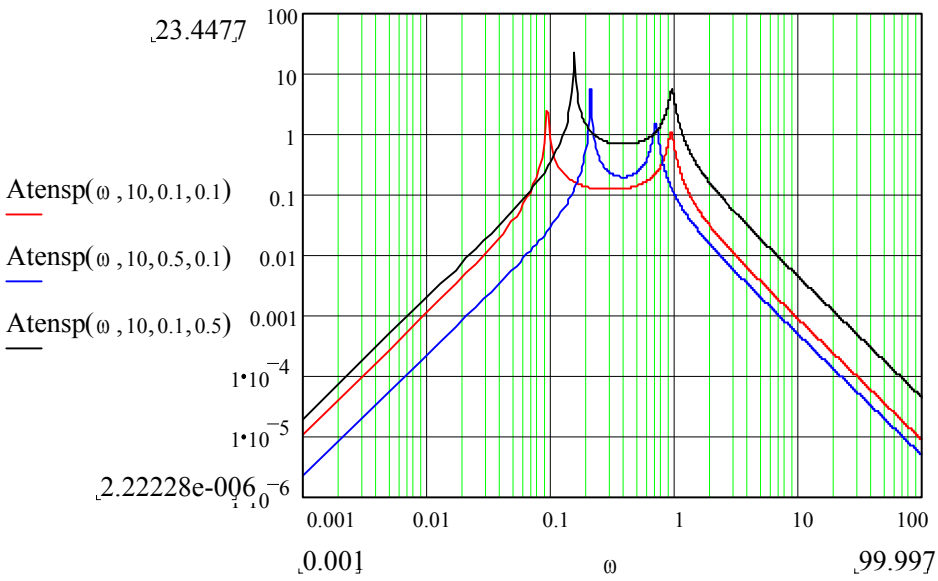




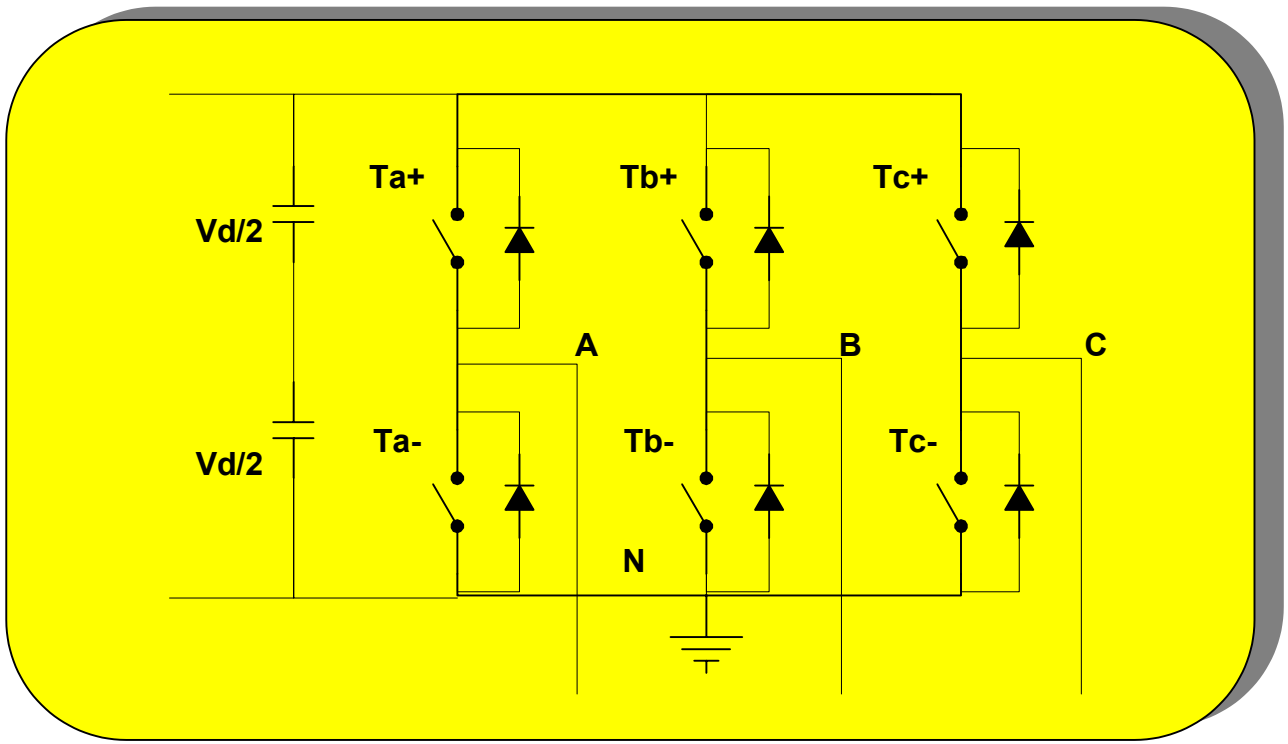
FILTROS

Otros filtros



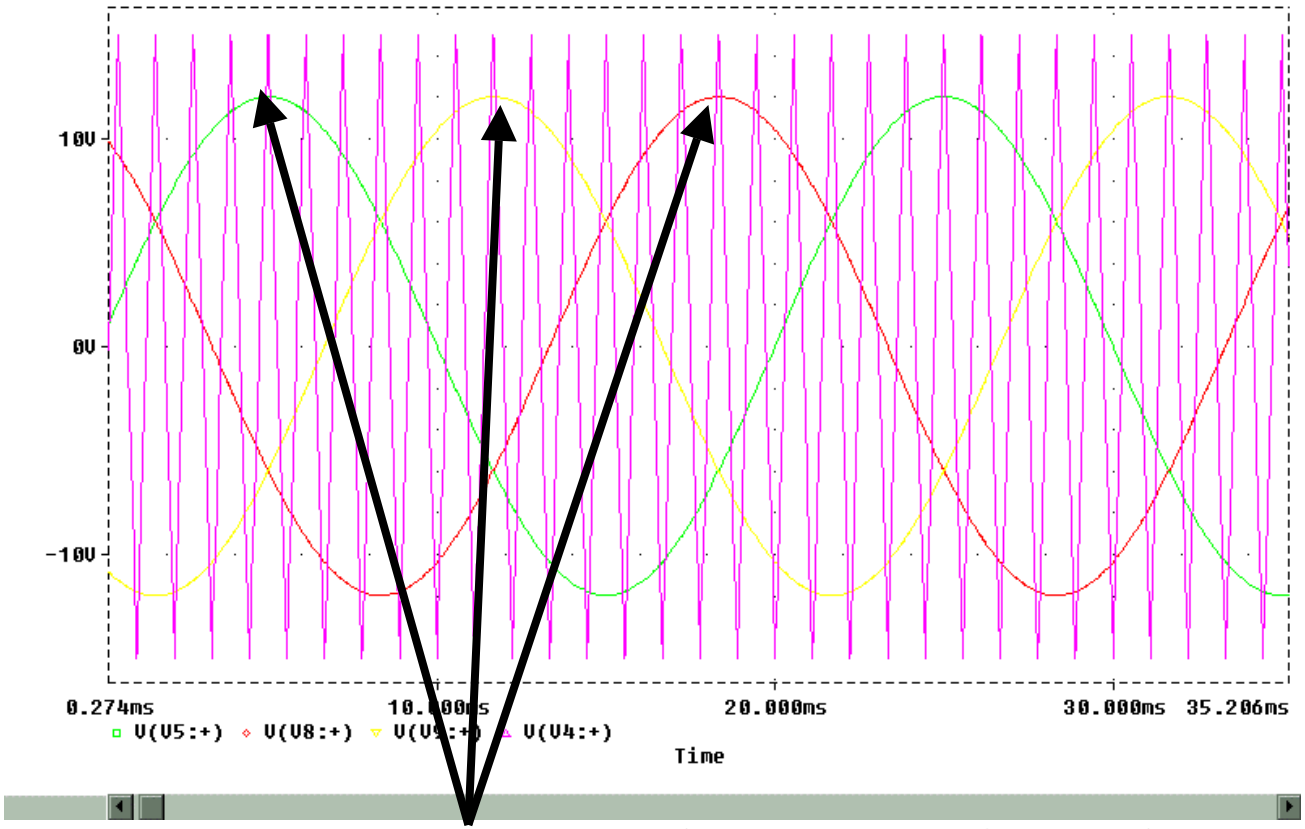


INVERSORES TRIFASICOS



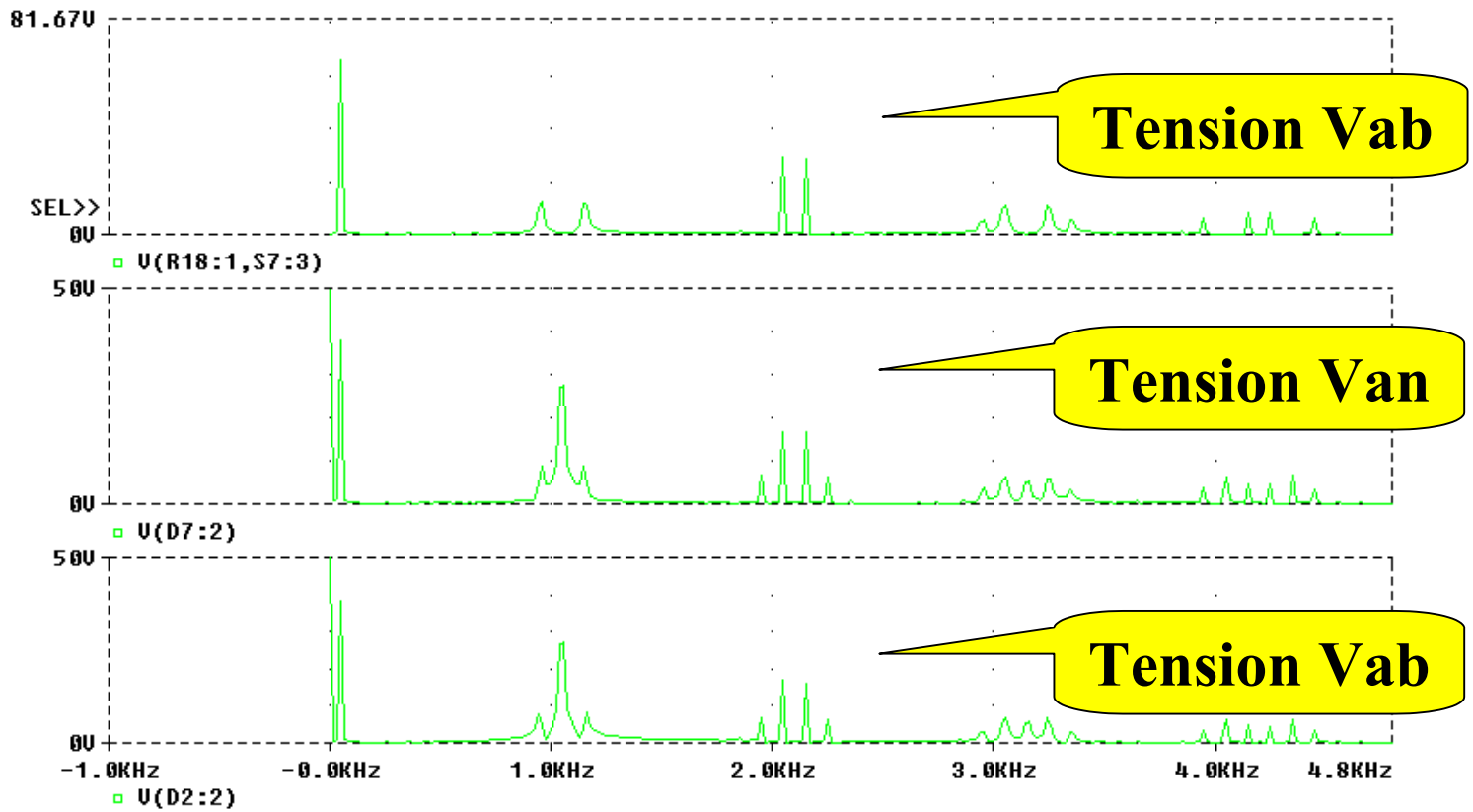
Objetivo: Conseguir tensiones trifásicas regulables

INVERSORES TRIFASICOS



Tres tensiones de referencia

INVERSORES TRIFASICOS



mf impar y multiplo de 3

INVERSORES TRIFASICOS

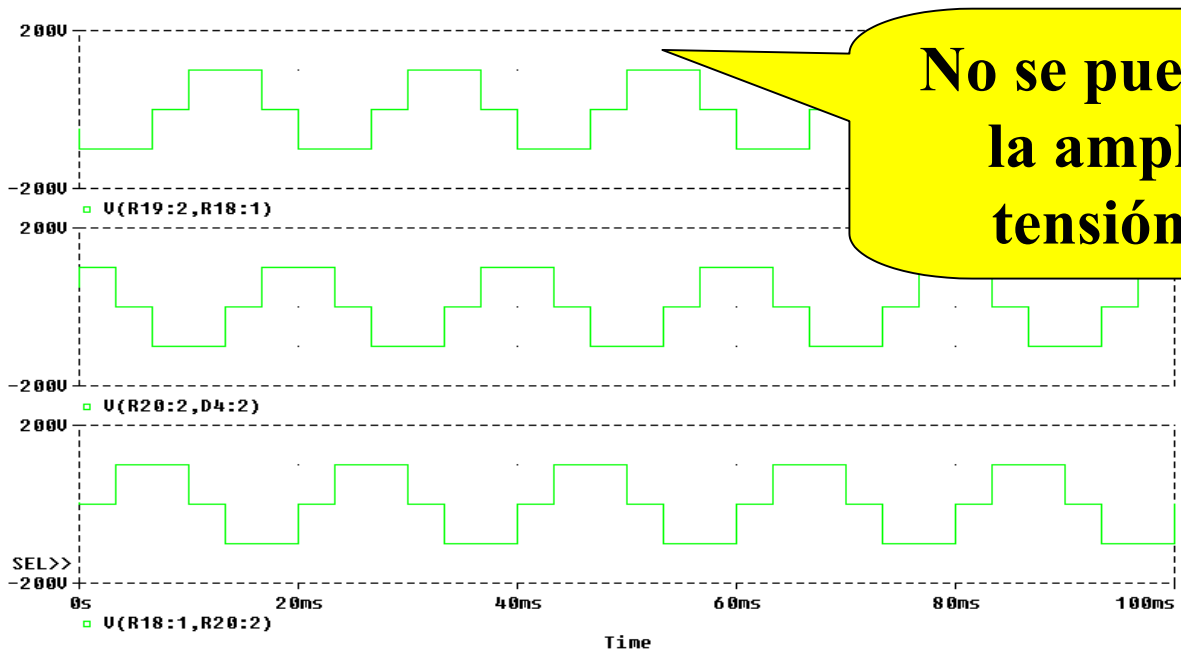
TABLA NORMALIZADA

$h \setminus m_a$	0.2	0.4	0.6	0.8	1
1	0.122	0.245	0.367	0.490	0.612
$m_f \pm 2$	0.010	0.037	0.080	0.135	0.195
$m_f \pm 4$				0.005	0.011
$2m_f \pm 1$	0.116	0.200	0.227	0.192	0.111
$2m_f \pm 5$				0.008	0.020
$3m_f \pm 2$	0.027	0.085	0.124	0.108	0.038
$3m_f \pm 4$		0.007	0.029	0.064	0.096
$4m_f \pm 1$	0.100	0.096	0.005	0.064	0.042
$4m_f \pm 5$			0.021	0.051	0.073
$4\ m_f \pm 7$				0.010	0.030

INVERSORES TRIFASICOS

SOBREMODULACIÓN Y ONDA CUADRADA

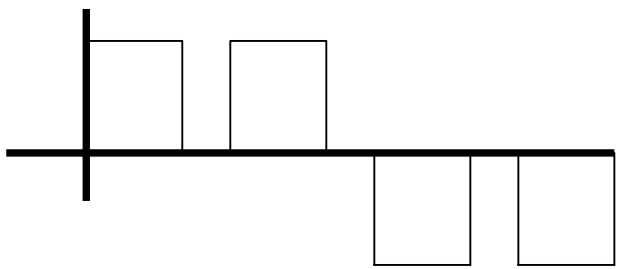
Aparecen más armónicos, pero los principales son menores



No se puede gobernar la amplitud de la tensión de salida

OTROS TIPOS DE CONTROL

Onda cuadrada y pulsos → **Se introducen pulsos para controlar la amplitud.**

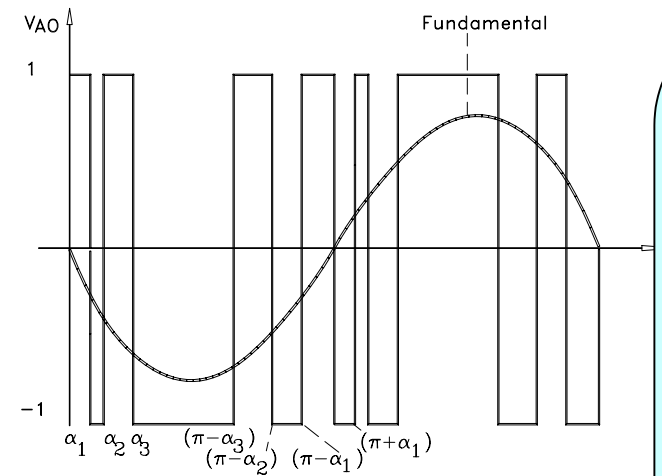


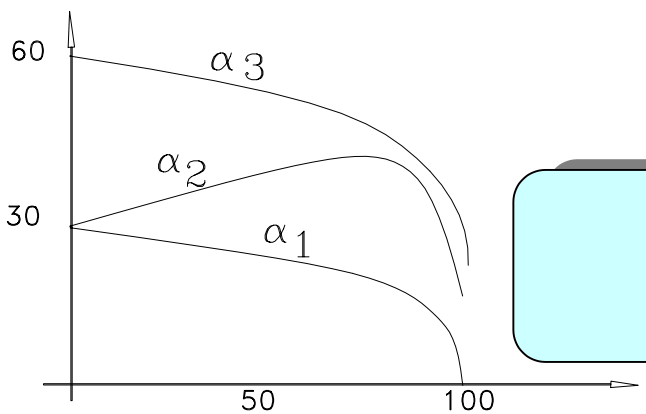
Contenido armónico elevado

Eliminación de armónicos selectiva.

Modo programado → **Baja frecuencia de conmutación**

OTROS TIPOS DE CONTROL





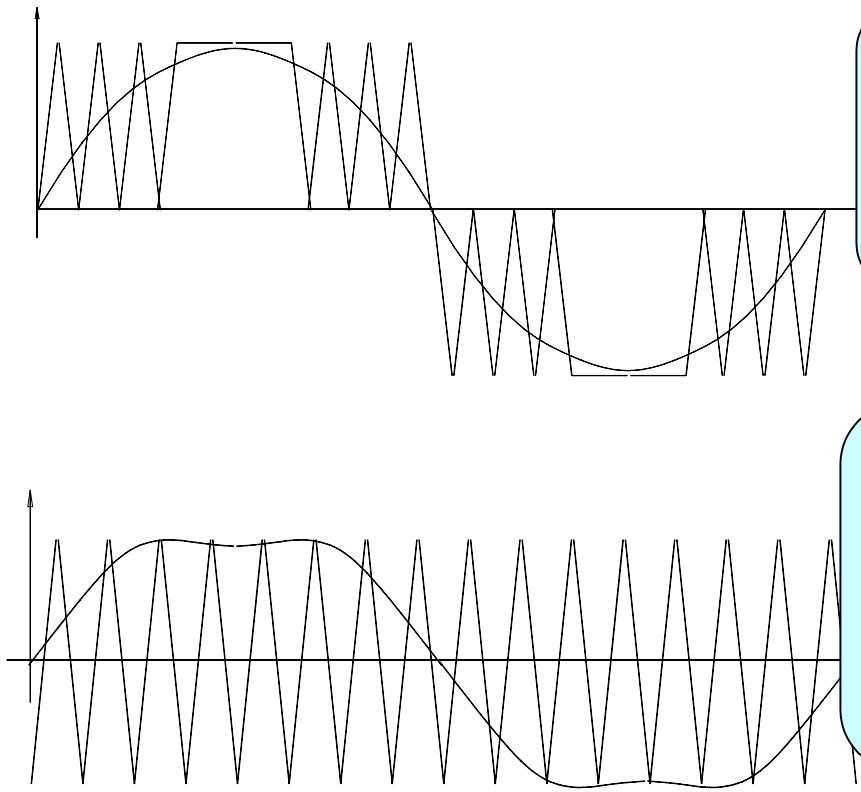
Ejemplo: Seis pulsos para eliminar el quinto y séptimo armónicos

Se reduce el primer armónico, con respecto a onda cuadrada

Multiples posibilidades

Necesidad de calcular α_i

OTROS TIPOS DE CONTROL



MSPWM: Se mejora el primer armónico;

HIPWM: Se mejora el primer armónico; se generan los armónicos inyectados

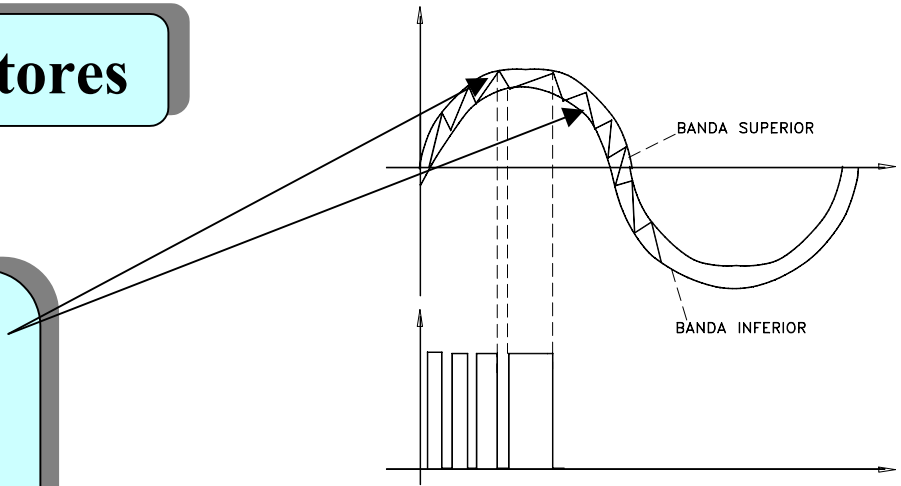
OTROS TIPOS DE CONTROL

CONTROL MODO CORRIENTE

De aplicación en motores

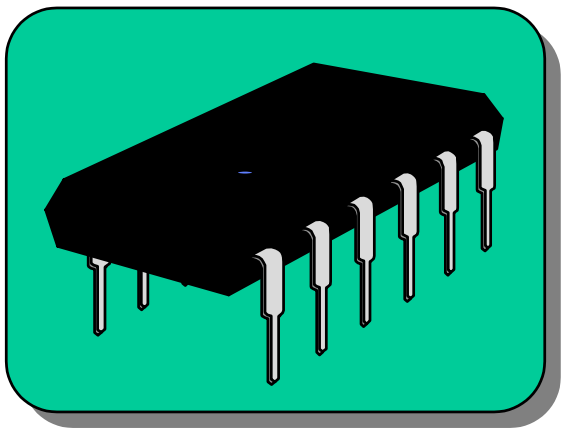
Control con histéresis

La frecuencia de conmutación no es cte.

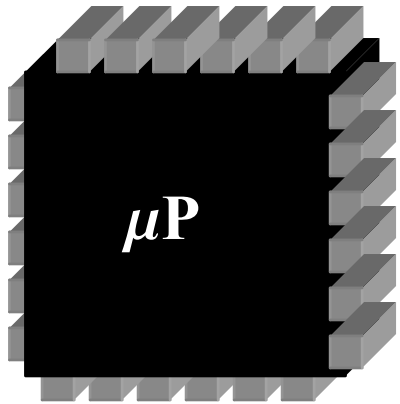


Control a frecuencia fija:Se compara con una referencia a frecuencia fija (Periodo de muestreo)

OTROS TIPOS DE CONTROL



CIRCUITOS DE CONTROL



-Coste

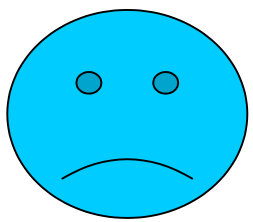
-Fiabilidad

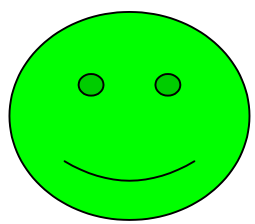
-Cálculos

-Herramientas de desarrollo

DISCRETOS

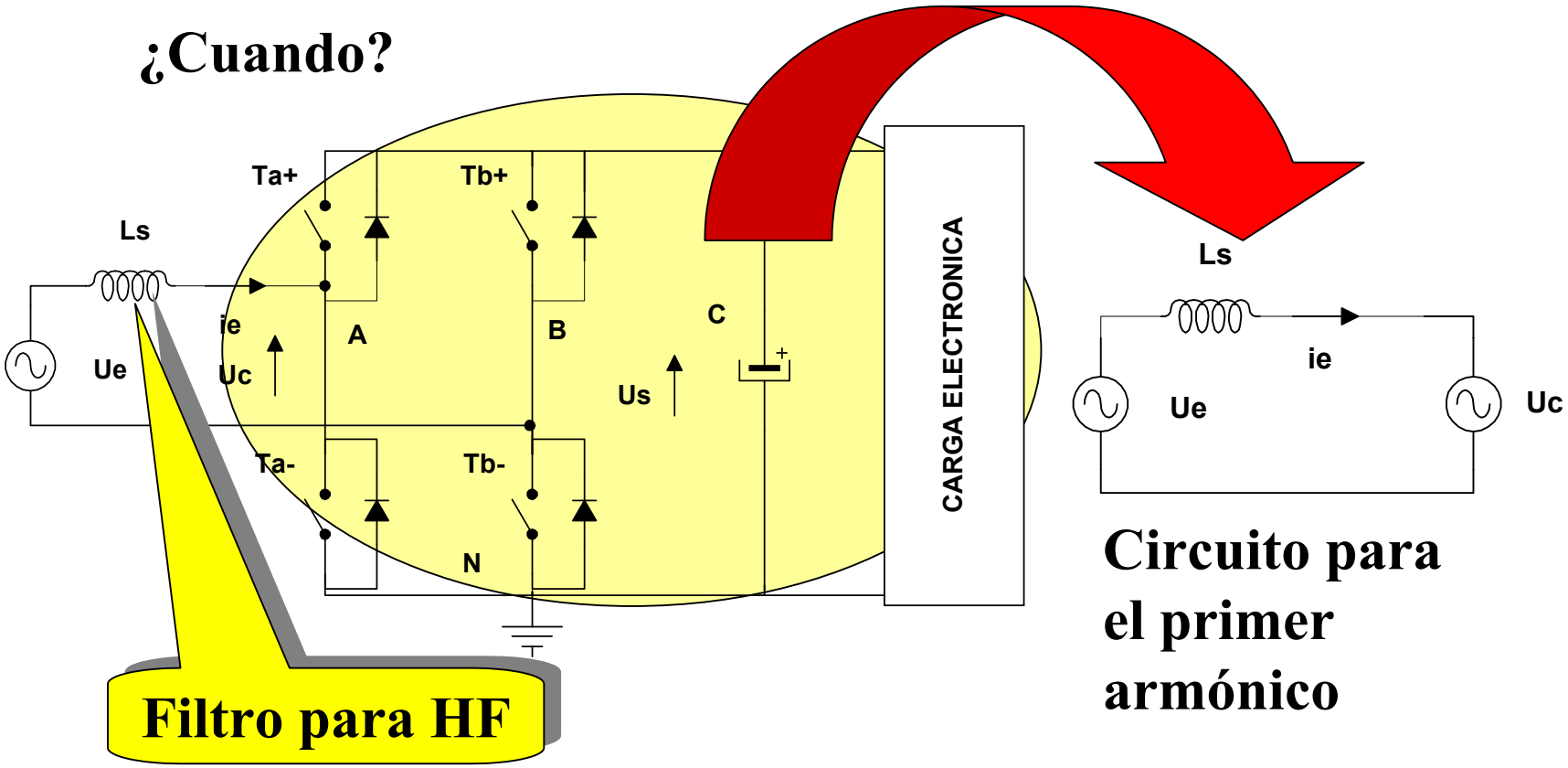
μP, μC,DSP





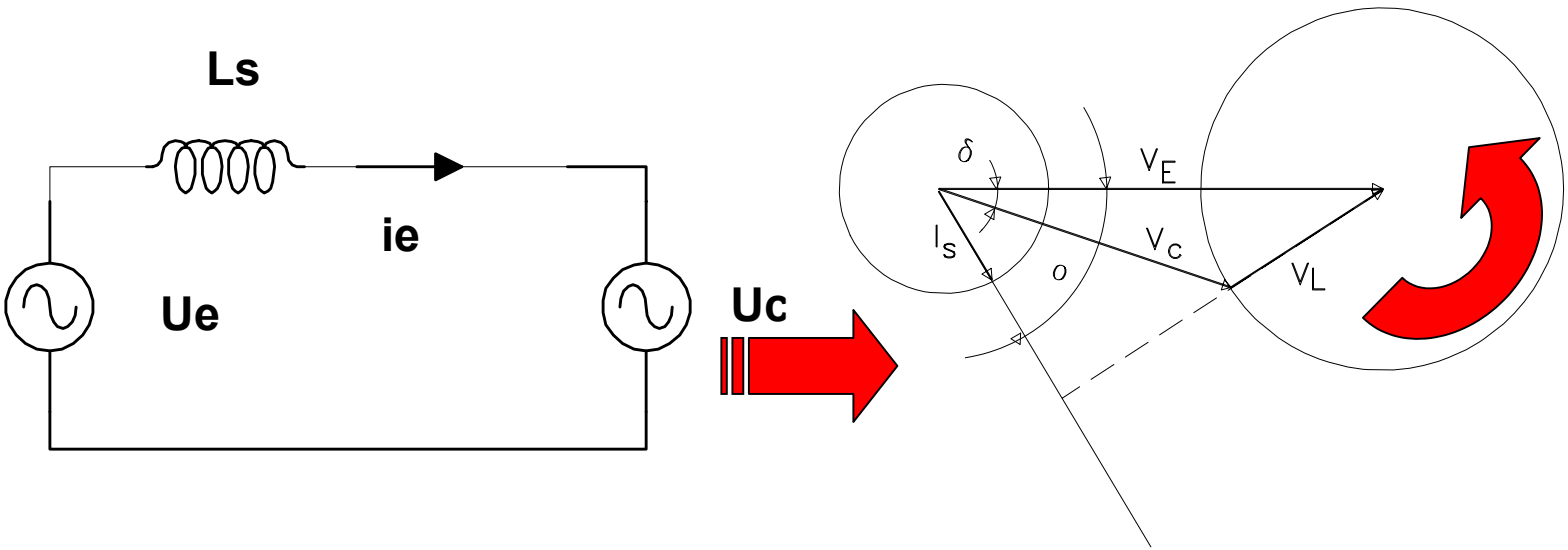
INVERSOR COMO RECTIFICADOR

¿Cuando?



Circuito para el primer armónico

INVERSOR COMO RECTIFICADOR



Se puede conseguir factor de potencia unidad

INVERSOR COMO RECTIFICADOR