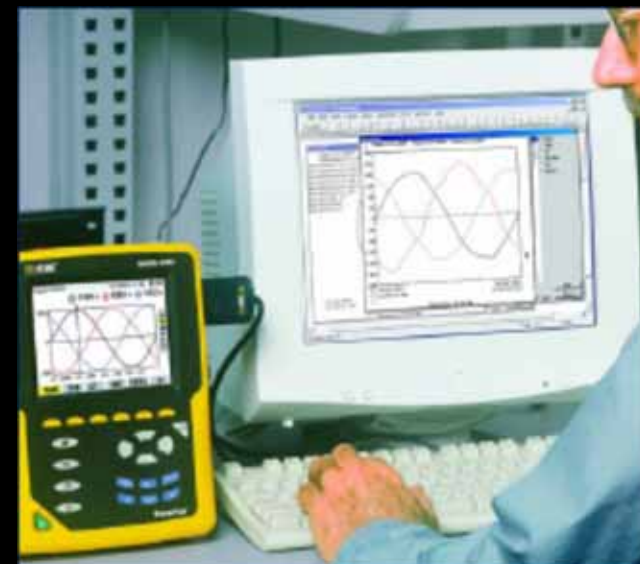




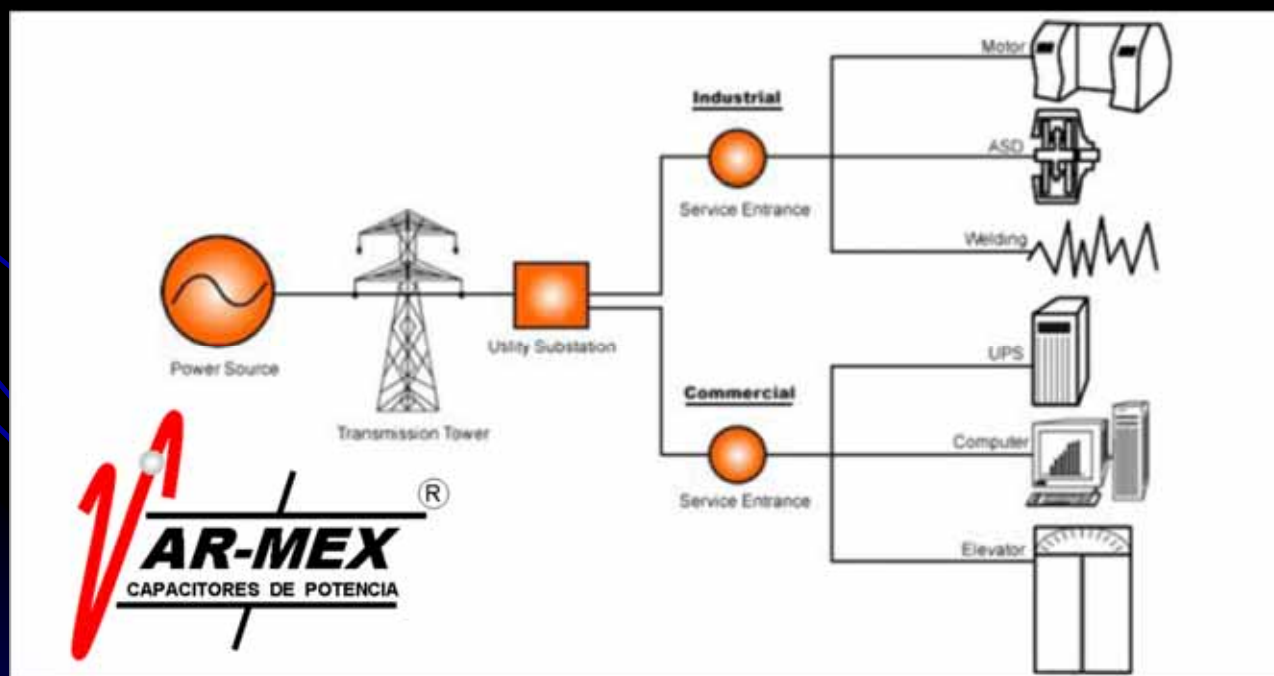
Corrección del Factor de Potencia en Presencia de Armónicas

*ING. ERNESTO VIVEROS
DOMINGUEZ
Expo Eléctrica Internacional 2024*



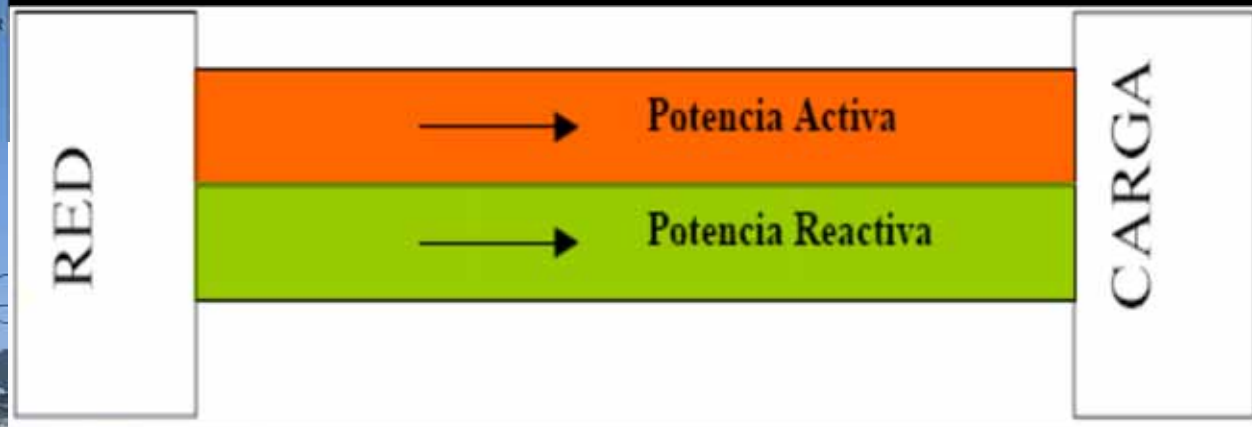
0. Introducción al FP.- Definiciones Básicas

- **POTENCIA ELÉCTRICA ACTIVA.** Es aquella que se consume o disipa en un circuito eléctrico y es capaz de transformarse en otro tipo de energía: calórica, mecánica, radiante, etc. y es capaz de aprovecharla como Trabajo Útil. Su Unidad es el Watt (W) o en forma de energía Watts-hora (Wh).



- **POTENCIA ELÉCTRICA REACTIVA.** Es aquella que requieren ciertos tipos de máquinas eléctricas para producir un Trabajo Útil, pero que es almacenada en el circuito eléctrico como campo magnético y no se consume y se tiene que retornar a la Red Eléctrica. Su unidad son los VAR's o kVAR's en forma de energía VAR-hora (VAR-h).

CFE *Comisión Federal de Electricidad*



- En sistemas trifásicos, las cargas eléctricas demandan:

- **Potencia Reactiva**



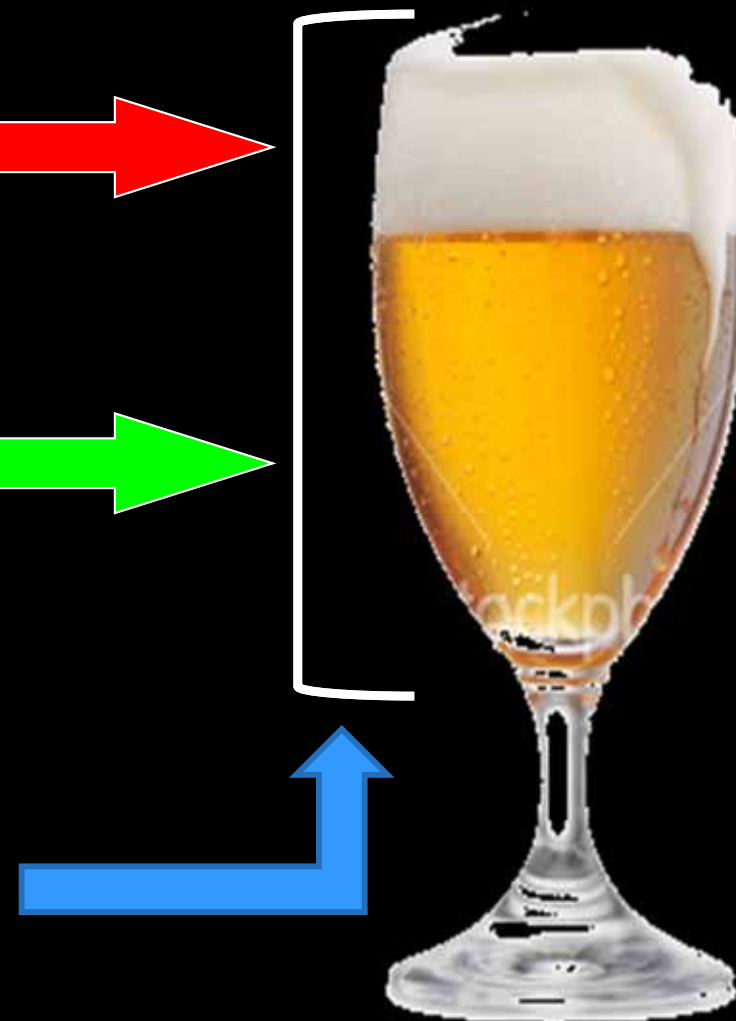
- Debido a los circuitos magnéticos. Se mide en kVAr

- **Potencia Activa**



- Debida a la potencia eléctrica y de utilización para producir un trabajo útil. Se mide en kW

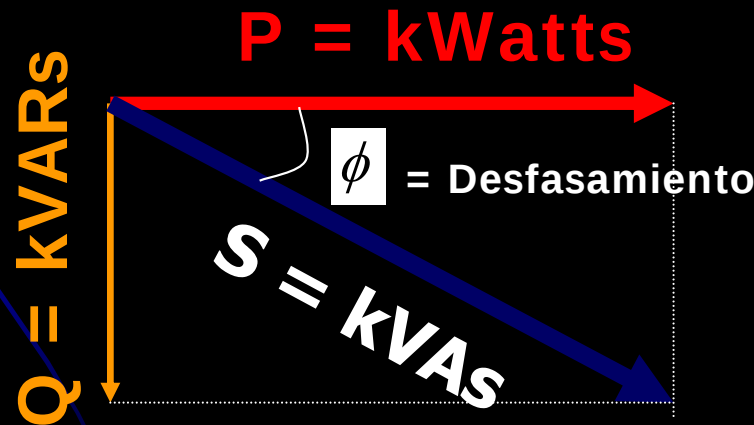
- La compañía suministra ambas como Potencia Aparente (kVA)



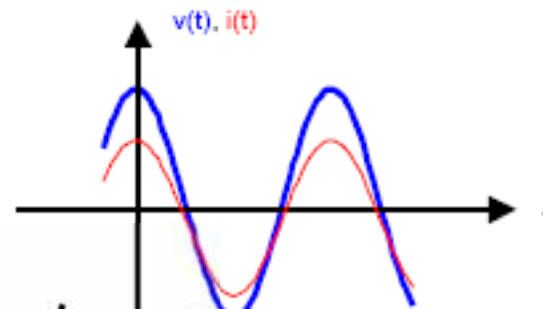
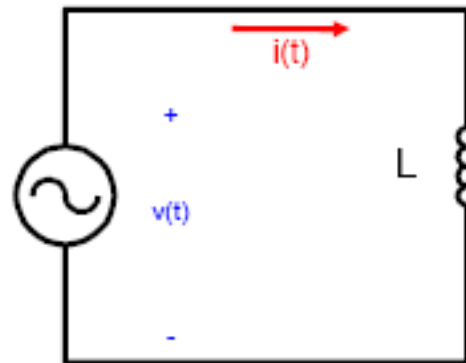
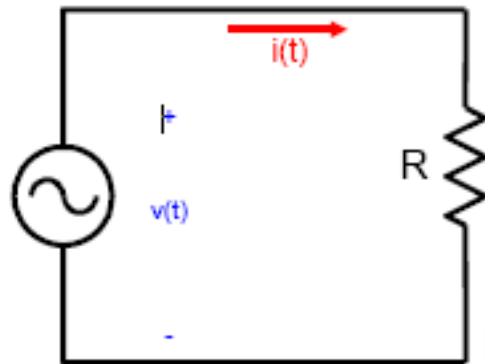
- Factor de Potencia. Se define como el cociente de la relación de la Potencia Activa entre la Potencia Aparente; es decir la relación entre la potencia consumida (kW) y la potencia total requerida (kVA).

$$F.P. = \frac{\text{kW}}{\text{kVA}}$$

$$FP = \cos \phi$$

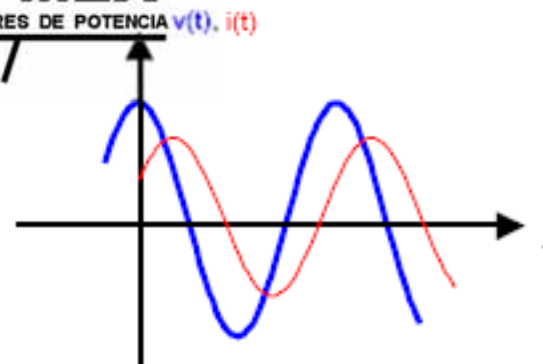


Desfasamiento entre corriente y voltaje



— voltaje
— corriente

Corriente y voltaje
en fase



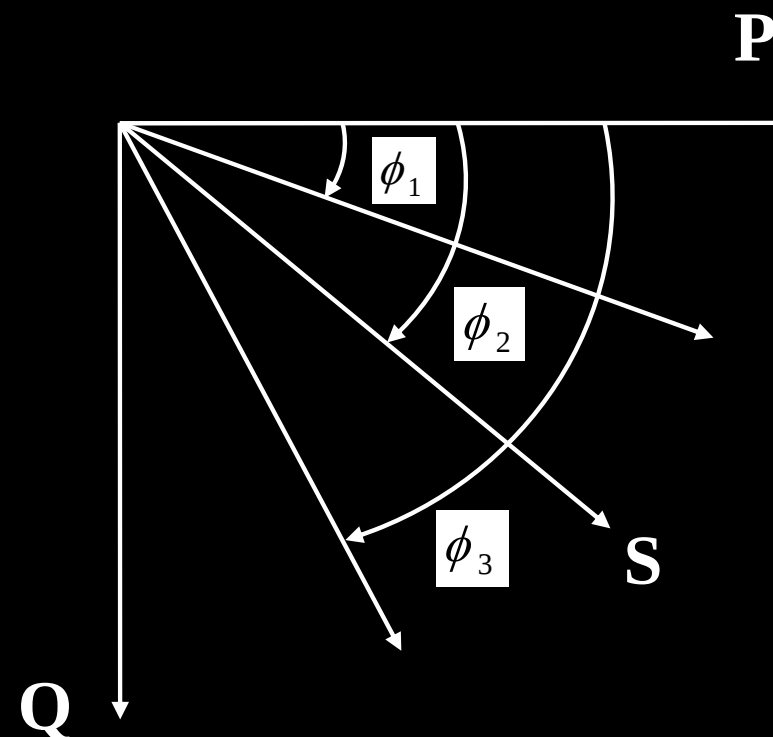
Corriente atrasa al
voltaje por 90 grados

Factor de potencia VS ángulo

ϕ



ϕ	FP=Cos ϕ
0	1
30	0.866
60	0.5
90	0



Máquina	Potencia Reactiva	Cos ϕ	
Motor asíncrono o inducción		25 % carga	0,55
	33%	75 % carga	0,8
Lámparas fluorescentes	5%	Entre 0,85 y 0,93	
Hornos inducción	8%	0,8	
Transformadores	5%	0,7 a 0,9	

1.0 ¿Qué problemas se originan cuando el Factor de Potencia es bajo?

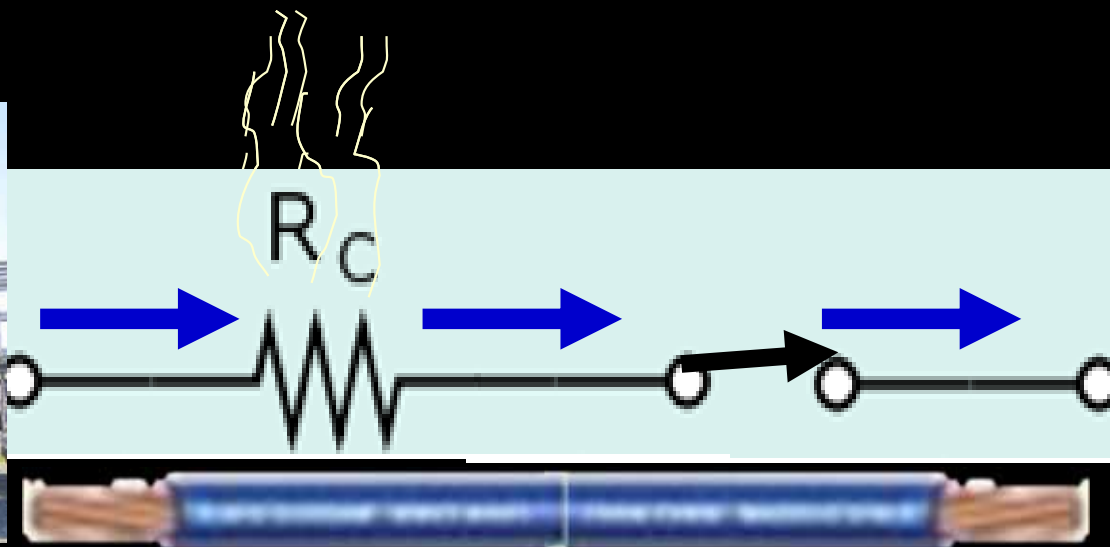


- Incremento de la facturación eléctrica por pérdidas en Watts al tener mayor consumo de corriente.

$$P = I^2 \times R$$

- Penalización de hasta un 120 % del costo de la facturación.

$$\text{Penalización (\%)} = \frac{3}{5} \times \left[\frac{0.9}{FP} - 1 \right] \times 100$$



Demanda facturables Rev 4,968 74.88000

Conceptos	Importes \$
Cargo por Energía	2,107,595.58
Reducción por Energía	250,710.50
Cargo por Demanda	517,159.00
Reducción por Demanda	146,148.70
Cargo Factor de Potencia	120,306.34
Subtotal	2,348,201.66
IVA	352,230.25
Facturación del Periodo	2,700,431.91
Adeudo Anterior	2,101,293.66
Su Pago	2,101,293.00
Total	\$2,700,432.57

OCT 04	2,400	1,058,024	84.70	54	0.750
OCT 04	559	43,235	88.25	57	0.556
NOV 04	4,462	1,701,264	90.93	49	0.959
DIC 04	4,466	1,495,188	87.36	44	0.994
ENE 05	4,662	1,649,600	88.69	48	0.979
FEB 05	4,408	1,787,853	87.99	57	0.894
MAR 05	4,667	1,954,649	88.66	50	0.875
ABR 05	1,388	77,557	85.96	57	0.686
ABR 05	4,391	1,779,069	85.61	59	0.824
MAY 05	3,415	1,959,980	91.87	56	0.720
JUN 05	3,223	1,953,491	92.76	58	0.733
JUL 05	4,526	2,093,084	93.28	37	0.786
AGO 05	5,254	2,031,223	88.01	37	0.899
SEP 05	4,968	2,719,600	82.58	54	0.863

Fecha y lugar de expedición:

Son: 01 OCT 05, MONTERREY, N.L.

(DOS MILLONES SETECIENTOS MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y DOS PESOS 57/100 M.N.)

AVISOS IMPORTANTES

- » Uno superior al 90% significa bonificación. Le sugerimos vigilar su factor de potencia (FP%).
- » Gracias por su pago efectuado el 12 SEP 05 por \$2,101,293.00
- » Nos transformamos para servirle mejor.
- » Servicio a Clientes Teléfono 071



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Total a pagar \$2,700,432.57

(DOS MILLONES SETECIENTOS MIL CUATROCIENTOS TREINTA Y DOS PESOS 00/100 M.N.)

01 999981 100015 051012 002700432

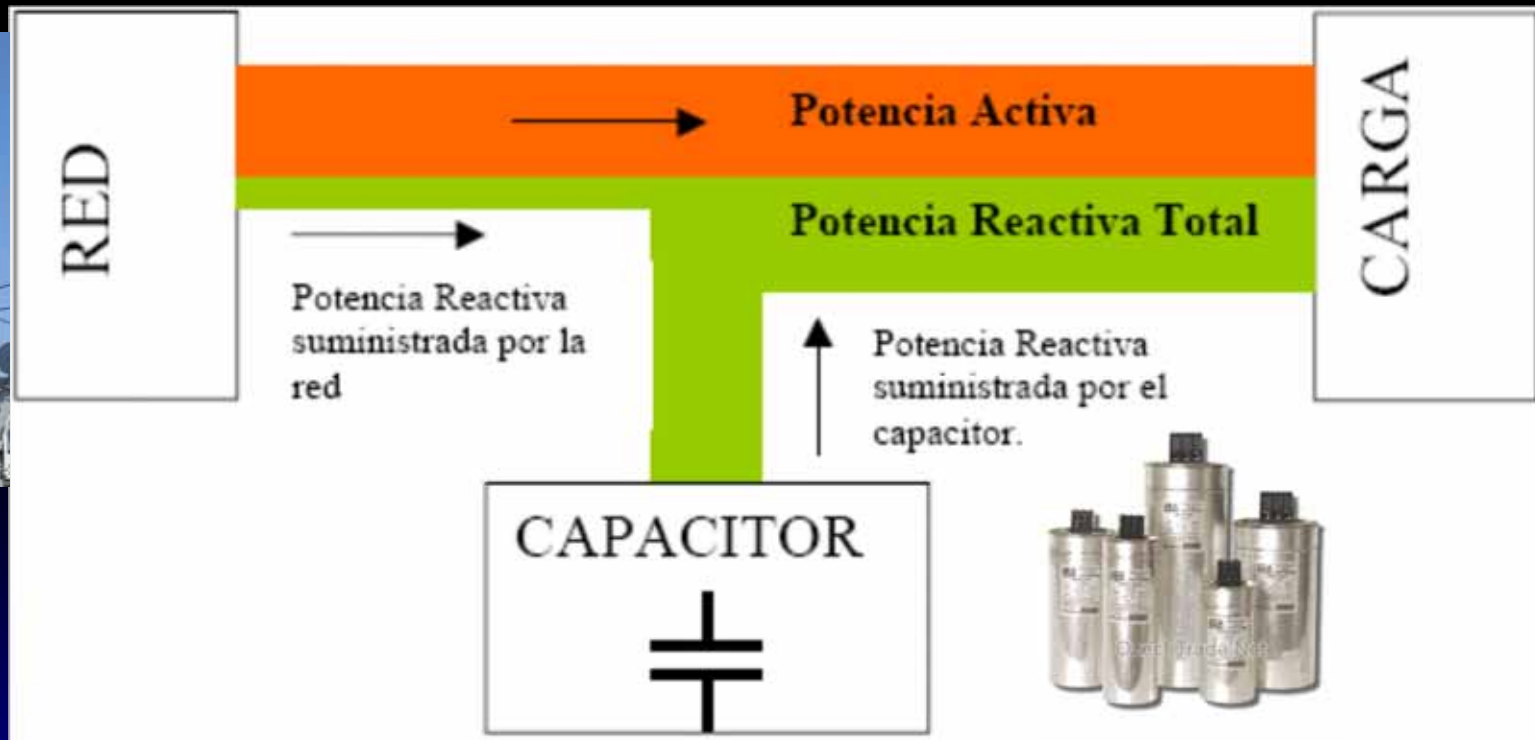


_51 DD 10.E 01 001 5300

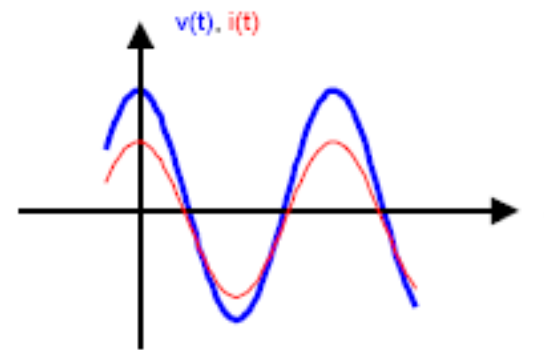
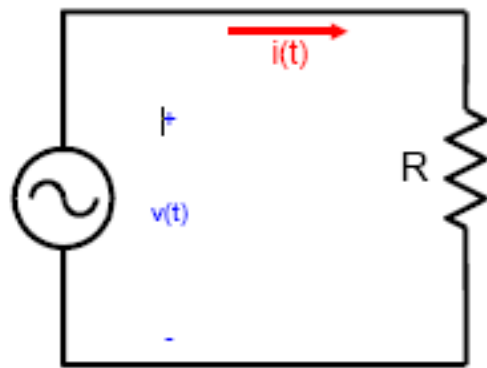
1.1 ¿Cómo Corregir el F.P.?



- Los capacitores son equipos eléctricos que son capaces de entregar energía reactiva. Entonces, los capacitores en vez de consumir energía reactiva la producen, lo cual permite compensar el Factor de Potencia Resultante en el sistema eléctrico.

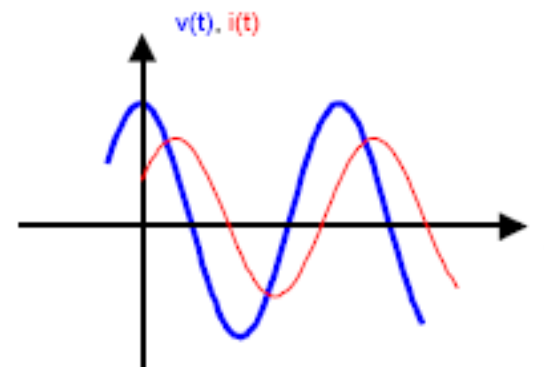
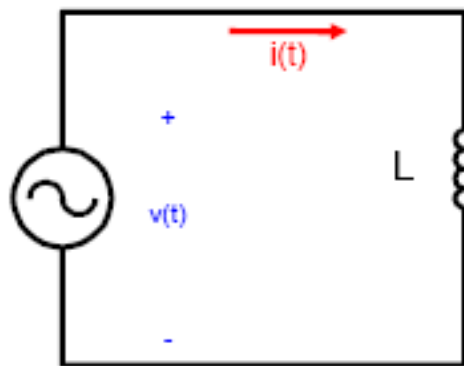


Desfasamiento entre corriente y voltaje

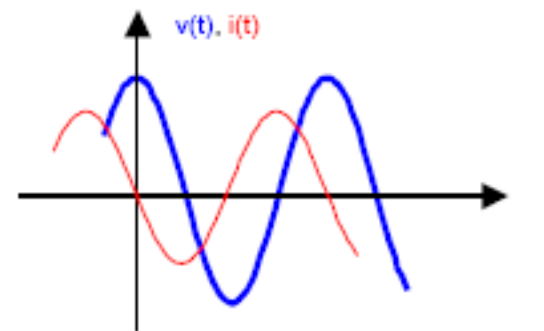
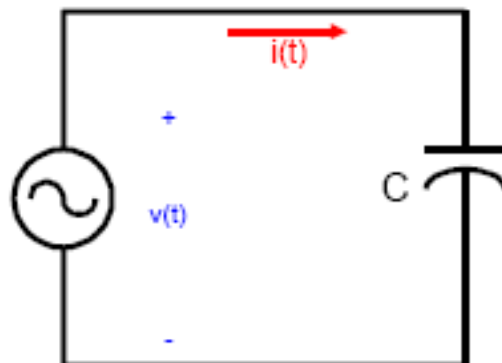


— voltaje
— corriente

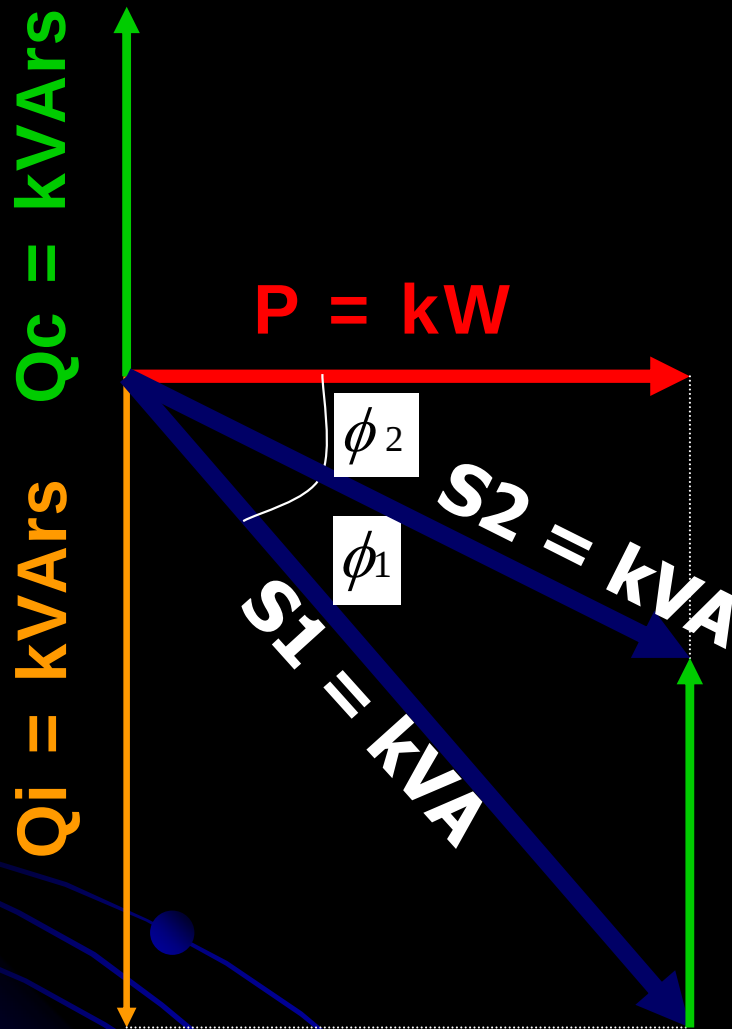
Corriente y voltaje
en fase



Corriente atrasa al
voltaje por 90 grados



Corriente adelanta al
voltaje por 90 grados



Donde :

Q_i = Potencia Inductivos

Q_c = Potencia Capacitiva

P = Potencia Activa

S_1 = Potencia Total antes de Corregir el FP

S_2 = Potencia Total después de Corregir el FP

$$kVAR = kW \left[\operatorname{tg} \left(\cos^{-1} FP_1 \right) - \operatorname{tg} \left(\cos^{-1} FP_2 \right) \right]$$

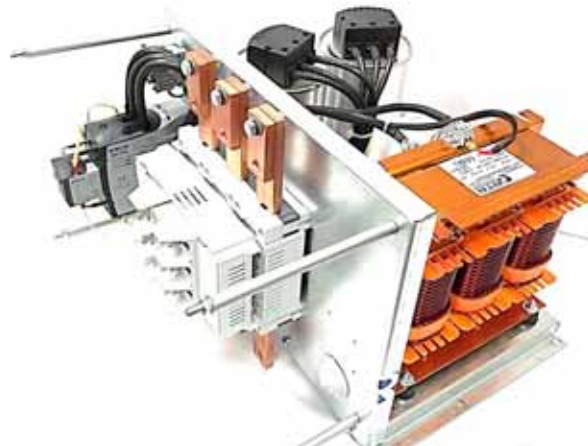
Ejemplo: Se tiene una carga que demanda 50 kW instantáneos con un Factor de Potencia de 0.80 atrasado, determinar los kVAr capacitivos para elevar el Factor de Potencia a 0.95

$$\text{kVAr cap} = \text{kW} \left(\tan \left(\cos^{-1} \phi_1 \right) - \tan \left(\cos^{-1} \phi_2 \right) \right)$$

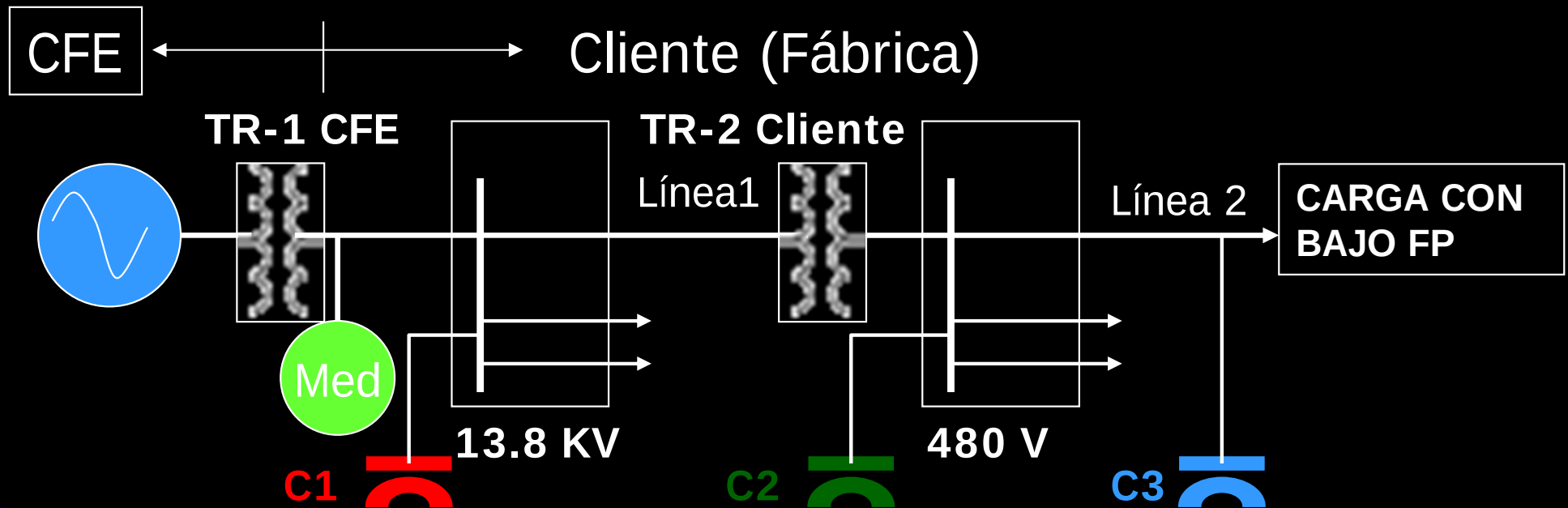
1= 36.86° , ángulo de desfaseamiento actual

2= 18.19° , ángulo de desfaseamiento corregido

$$\begin{aligned} \text{kVAr cap} &= 50 \left(\tan \left(36.86^\circ \right) - \tan \left(18.19^\circ \right) \right) \\ &= 21 \text{ kVAr} \end{aligned}$$



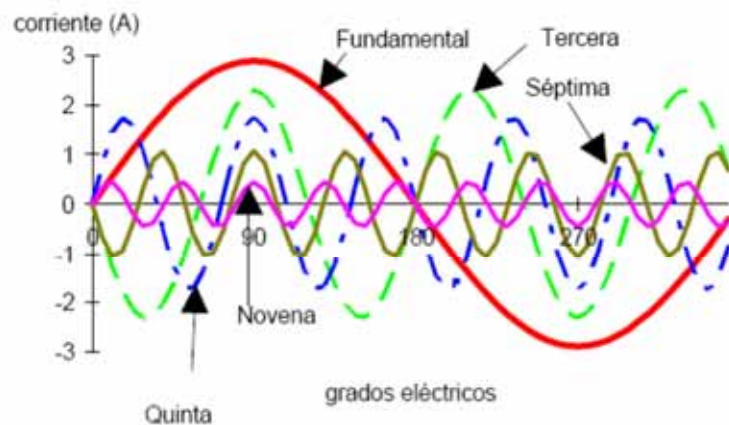
Instalación de Capacitores



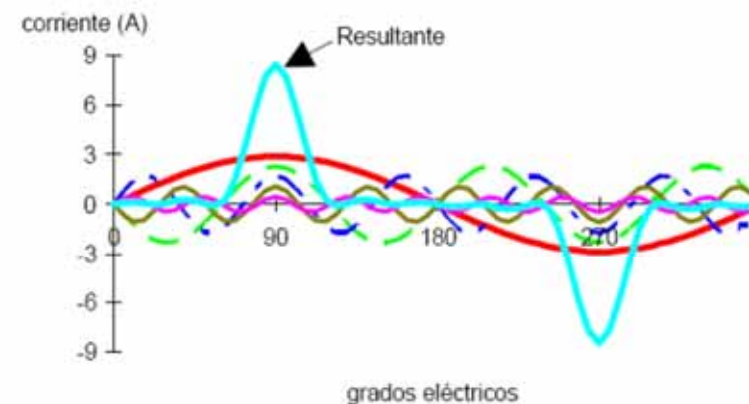
	Eliminación de Penalización o Bonificación	Liberación de carga en TR-1 CFE	Liberación de Carga en TR-2 Cliente	Reducción de Pérdidas en Línea 1	Reducción de Pérdidas en Línea 2
C1	Si	Si			
C2	Si	Si	Si	Si	
C3	Si	Si	Si	Si	Si

2.0 Armónicas

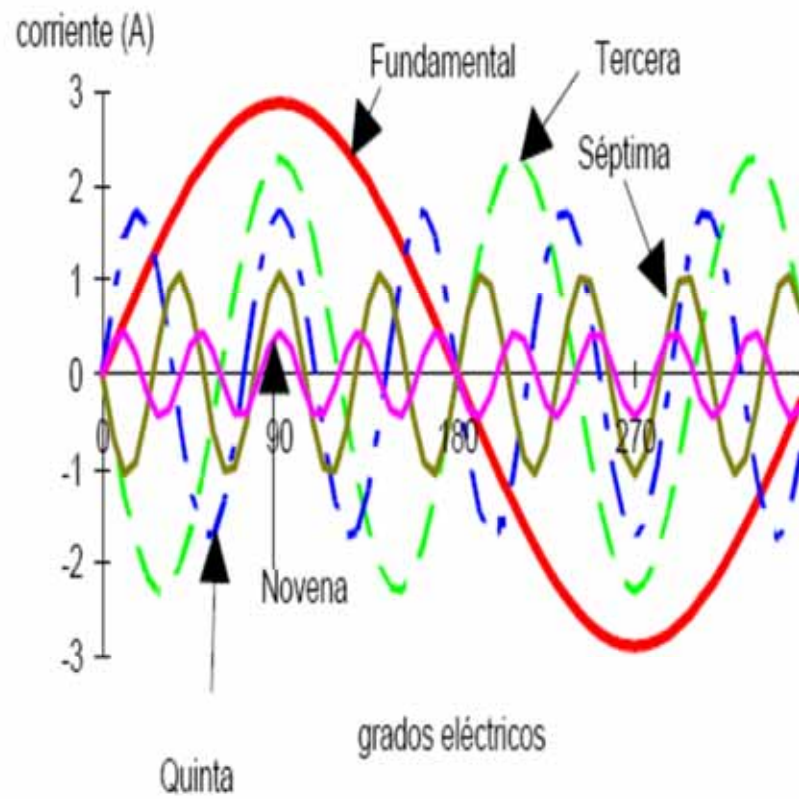
- Armónicas. Son señales periódicas de ondas senoidales de voltaje y corriente con fase y amplitud a una frecuencia múltiplo de la frecuencia fundamental (60 Hz), producidas por cargas No-Lineales (Convertidores electrónicos) cuando consumen potencia.



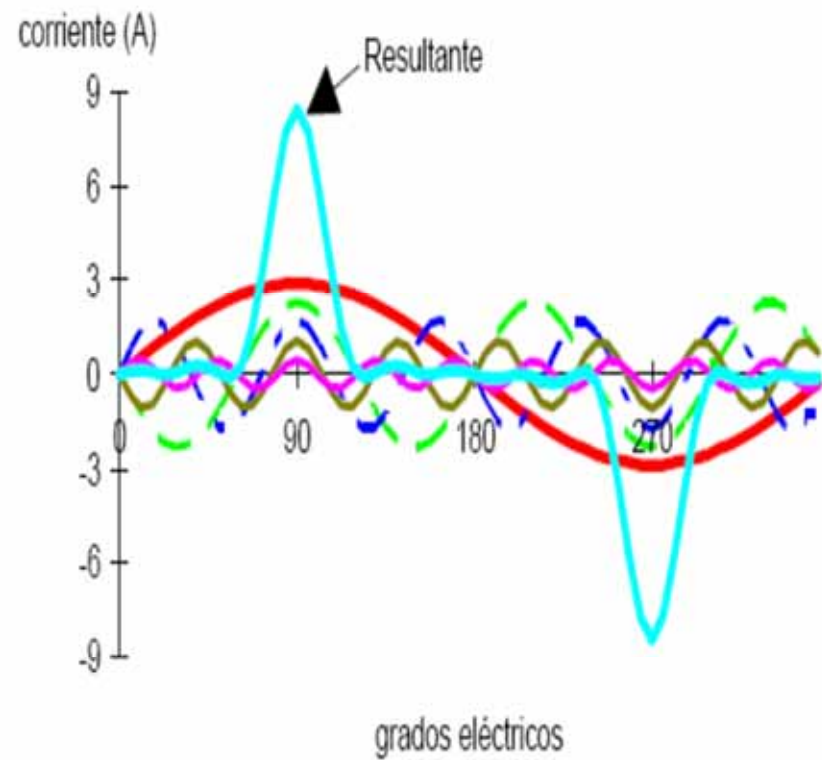
(a) Componentes armónicas



(b) Componentes armónicas y resultante



(a) Componentes armónicas

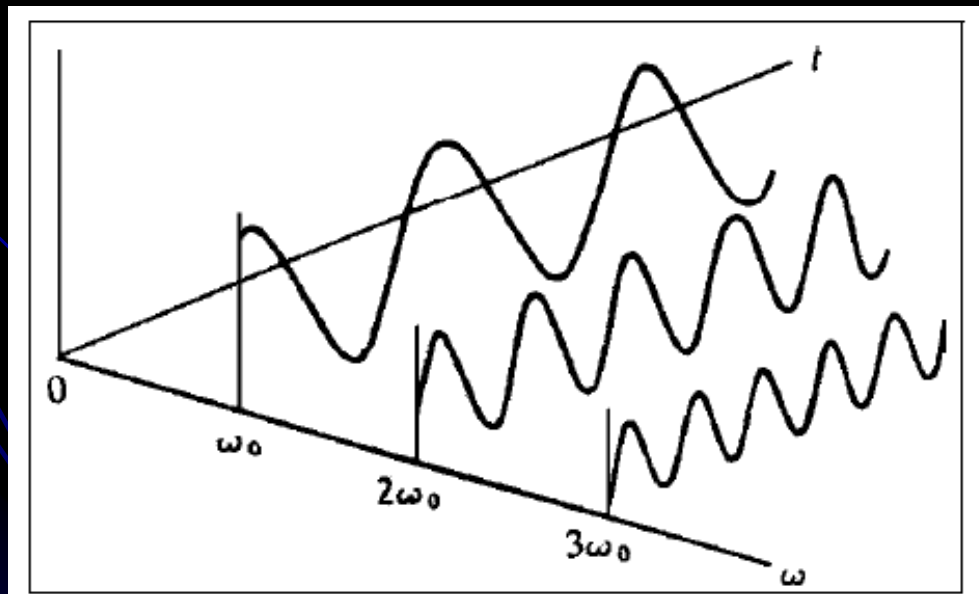


(b) Componentes armónicas y resultante

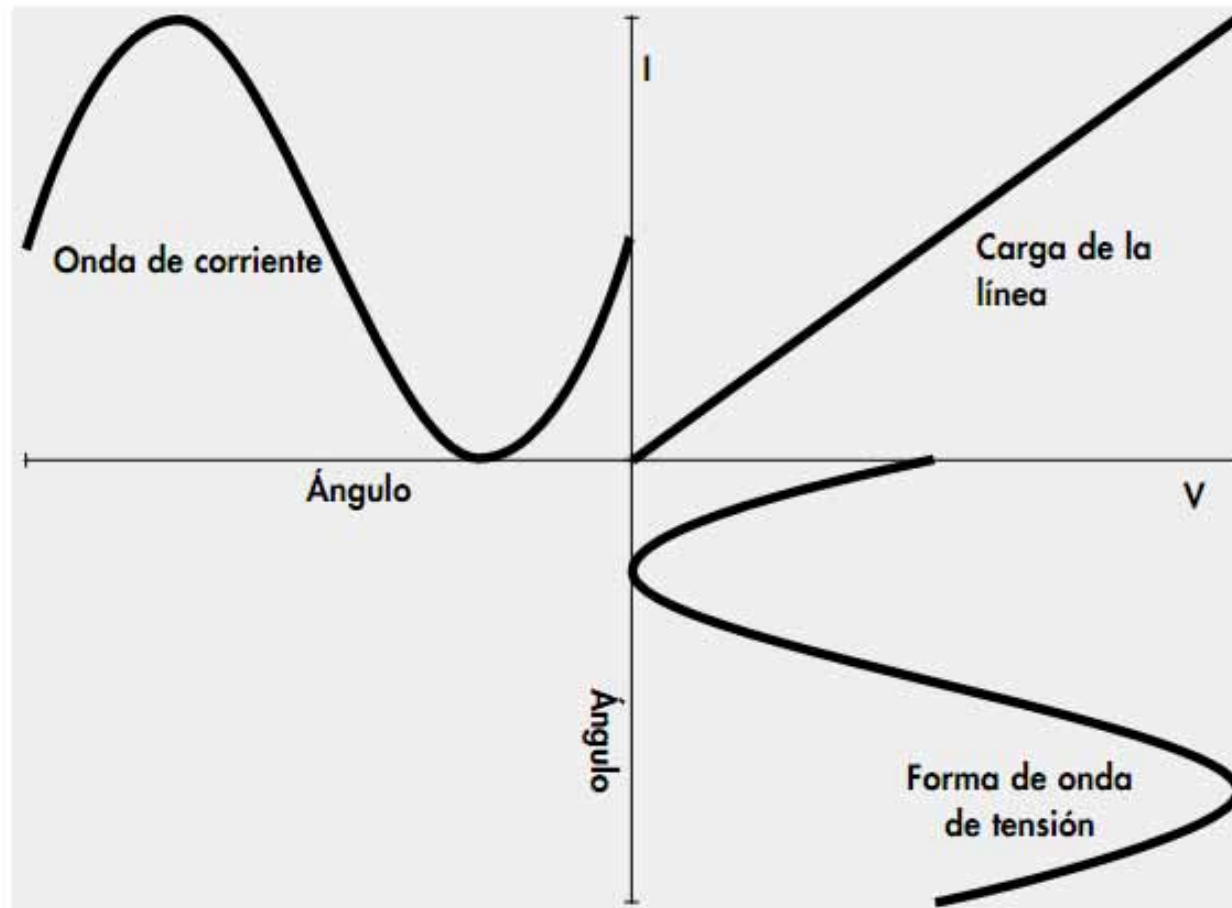
- Serie de Fourier. En 1822 el matemático francés Jean-Baptiste Joseph Fourier desarrolla su famosa serie infinita de funciones senoidales donde establece que cualquier función periódica puede ser descompuesta en una suma infinita de funciones básicas senoidales. Donde las frecuencias de dichas funciones, es un múltiplo entero de la frecuencia de la función periódica fundamental ($h=1$).

$$V(\tau) = V_{m1} \cos(\omega\tau + \phi_{v1}) + V_{m2} \cos(2\omega\tau + \phi_{v2}) + V_{m3} \cos(3\omega\tau + \phi_{v3}) + \dots + V_{mh} \cos(h\omega\tau + \phi_{vh})$$

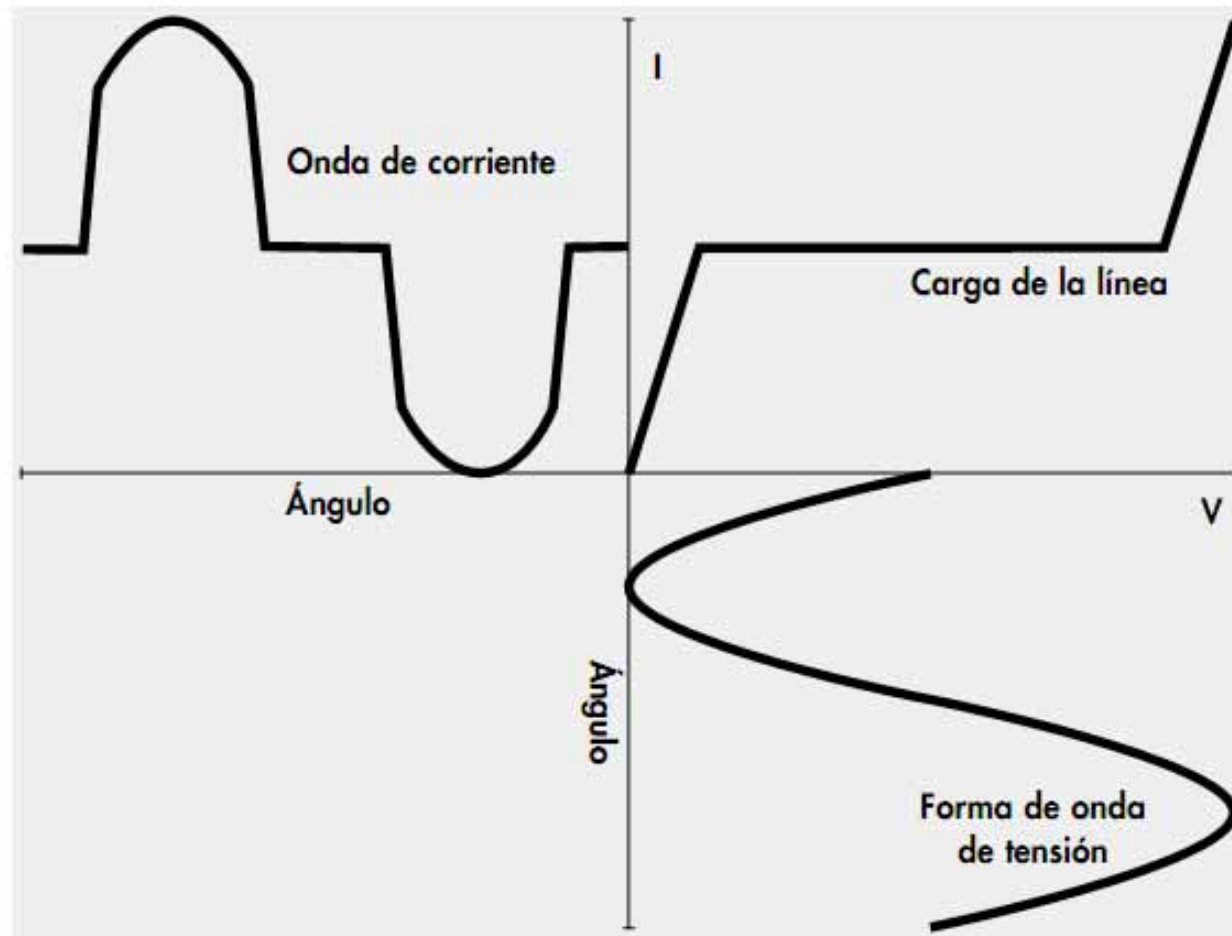
$$i(\tau) = I_{m1} \cos(\omega\tau + \phi_{i1}) + I_{m2} \cos(2\omega\tau + \phi_{i2}) + I_{m3} \cos(3\omega\tau + \phi_{i3}) + \dots + I_{mh} \cos(h\omega\tau + \phi_{ih})$$

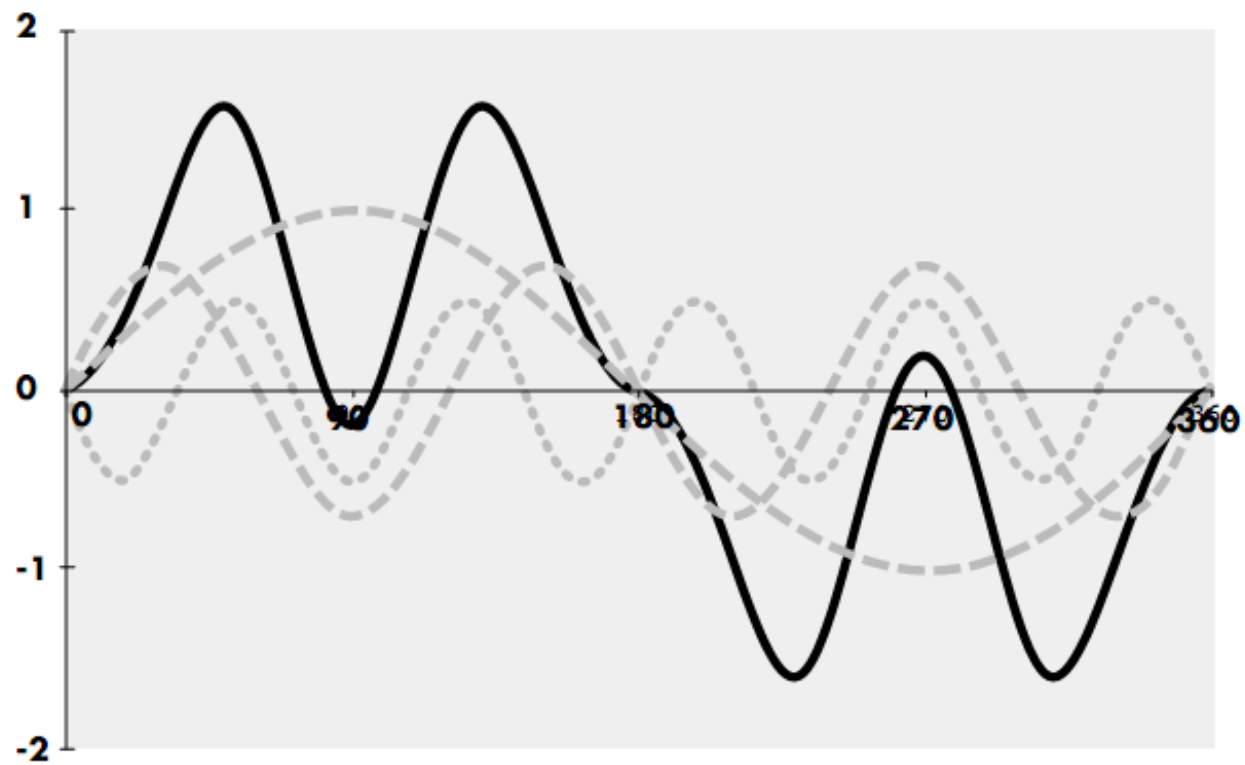
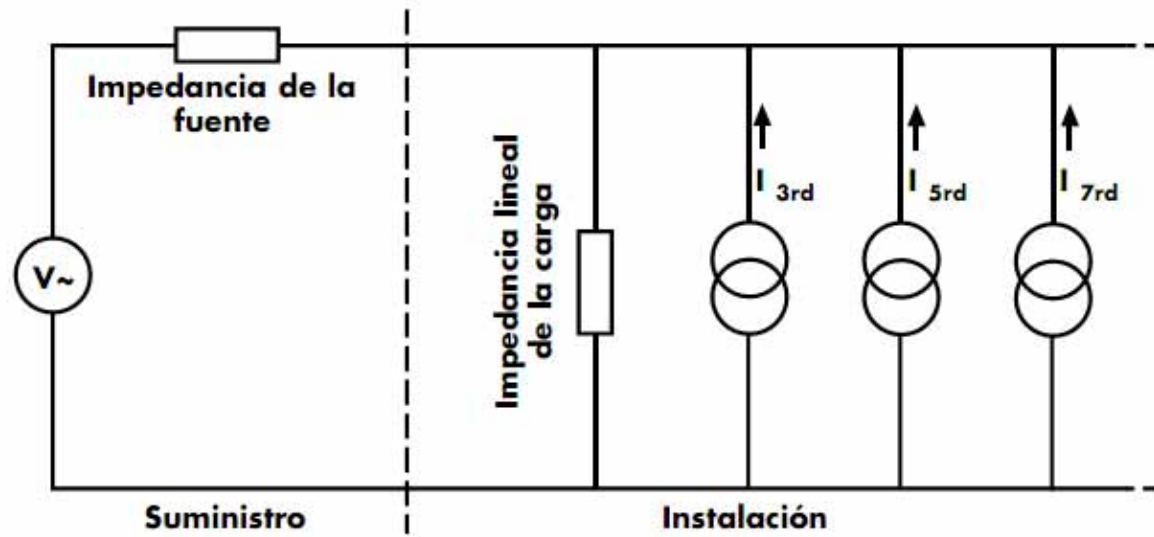


Comportamiento de Cargas Lineales

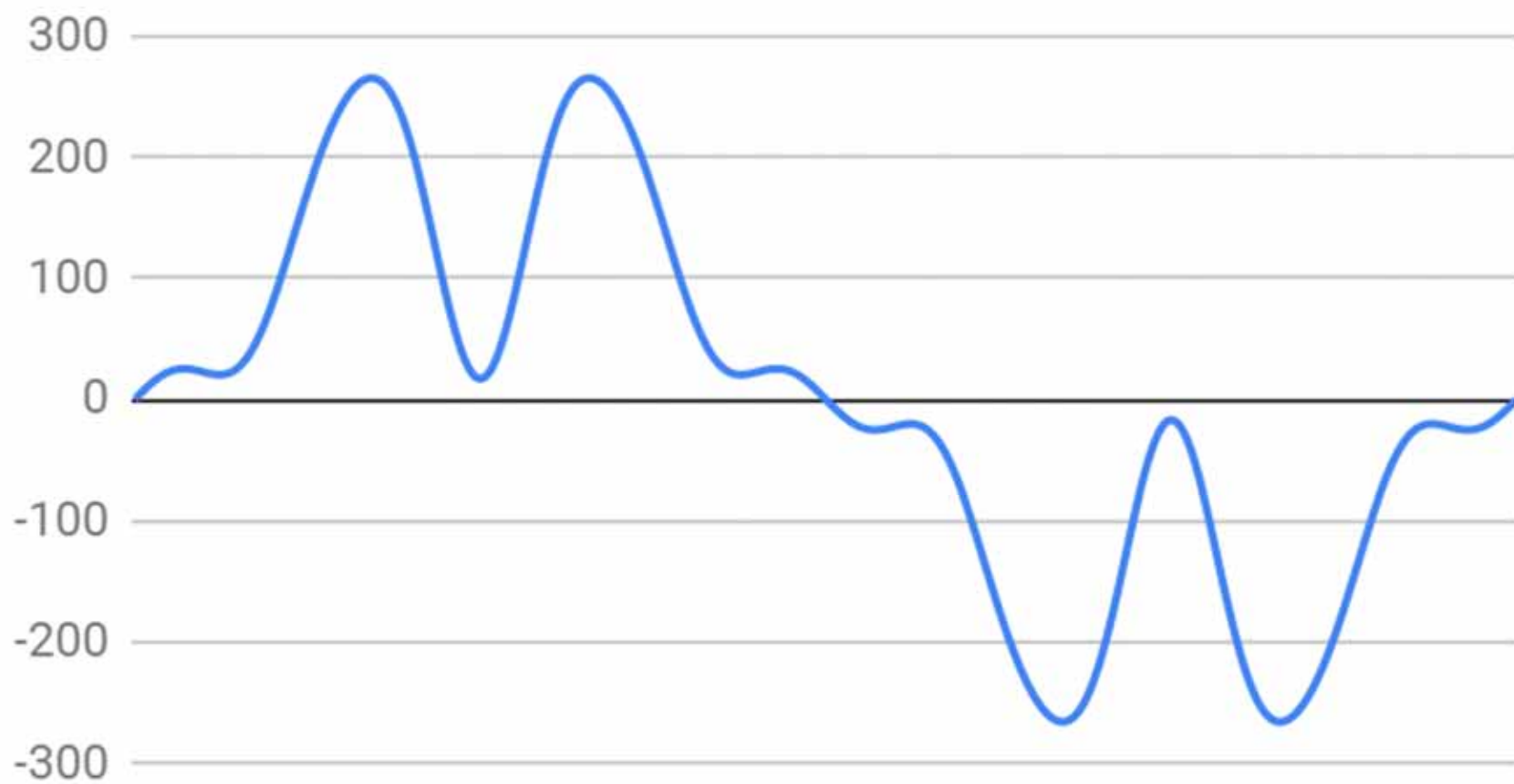


Comportamiento de Cargas No Lineales

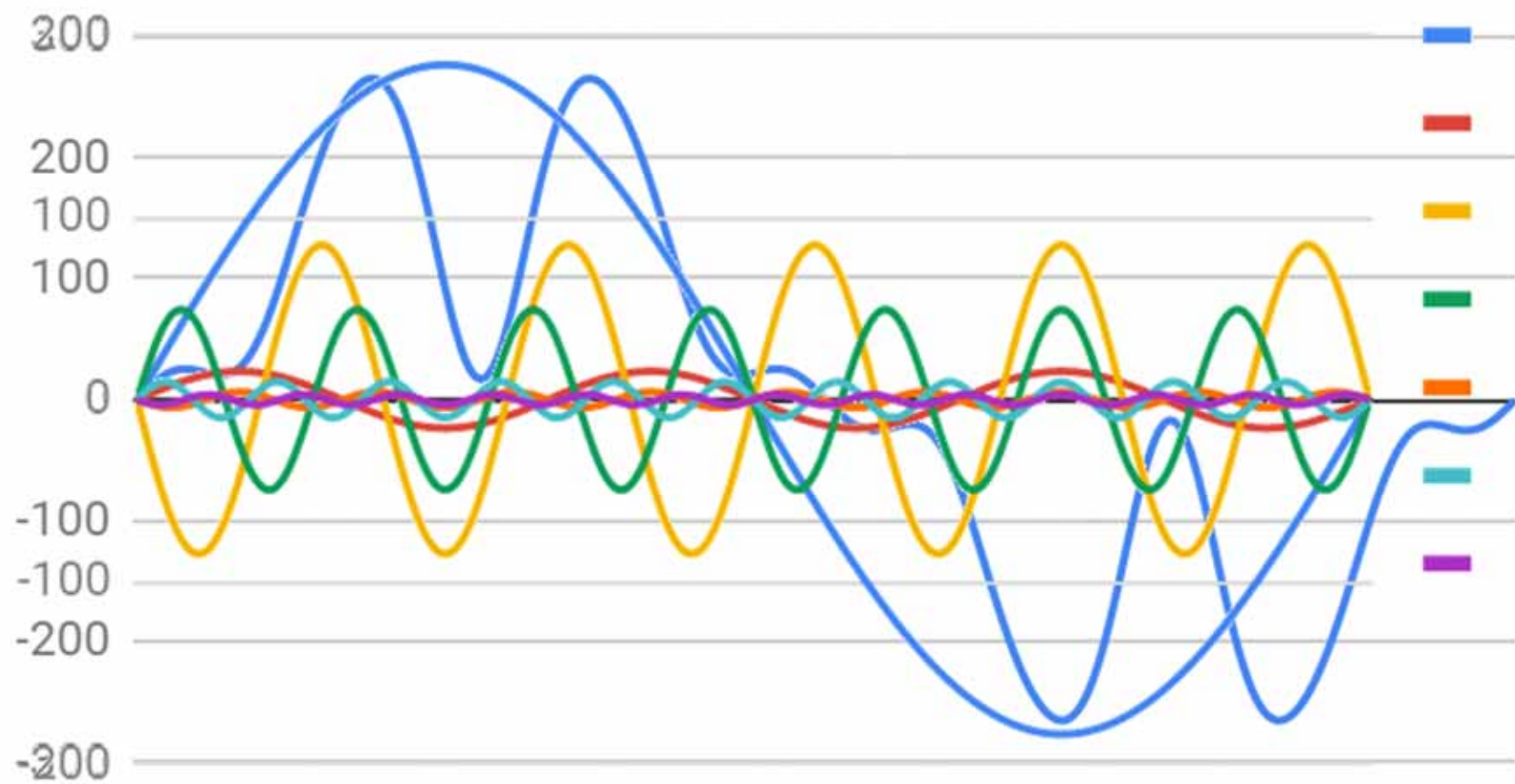




Onda distorsionada



Descomposición armónica



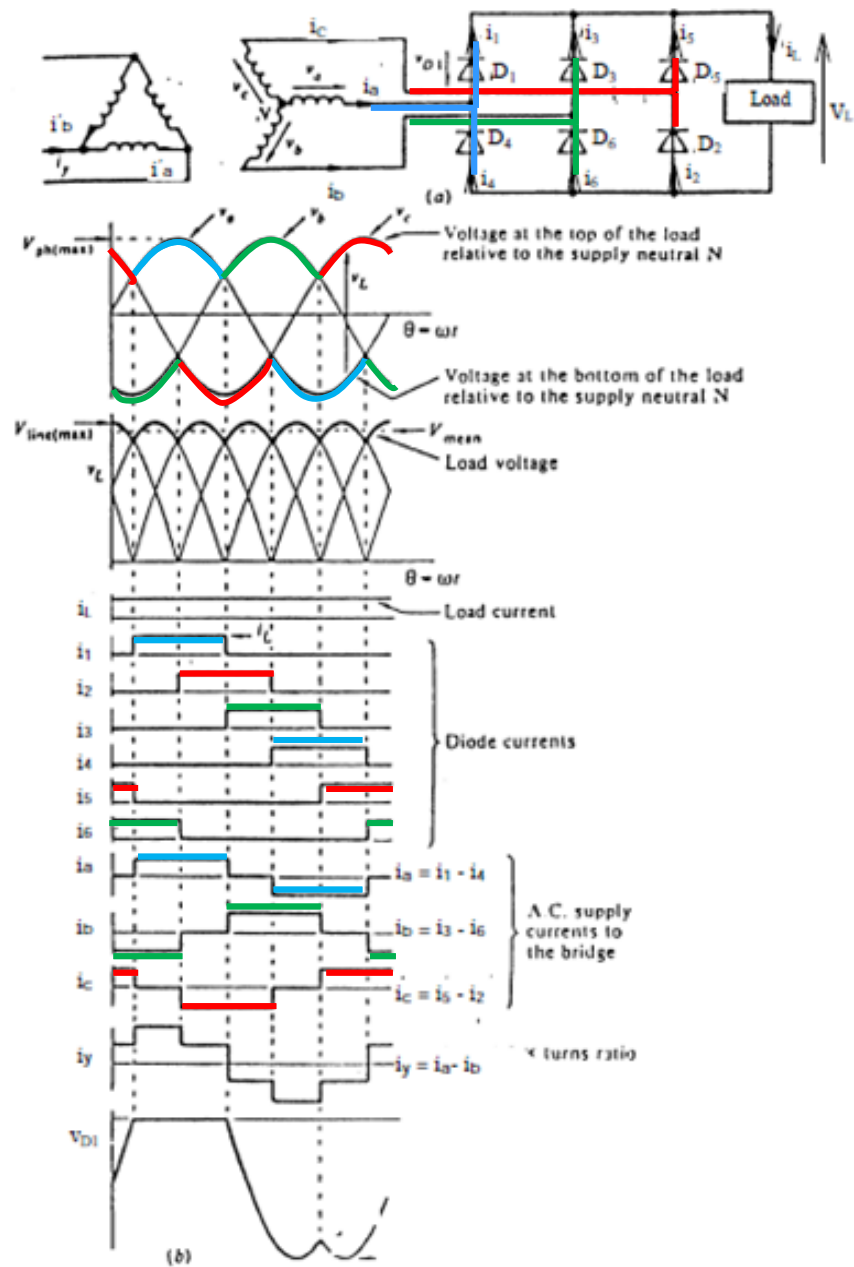


Fig. 3.6. Rectificador trifásico puente con transformador delta-estrella

2.1 Equipos que producen Armónicas

- Variadores de Velocidad Electrónicos

- Convertidor de Frecuencia AC-AC de 6 pulsos.

Un convertidor de frecuencia de 6 pulsos, de amplio uso por la industria petrolera como una opción más eficiente que los balancines para la extracción de crudo en pozos, puede producir un nivel típico de $THD_i = 32\%$.

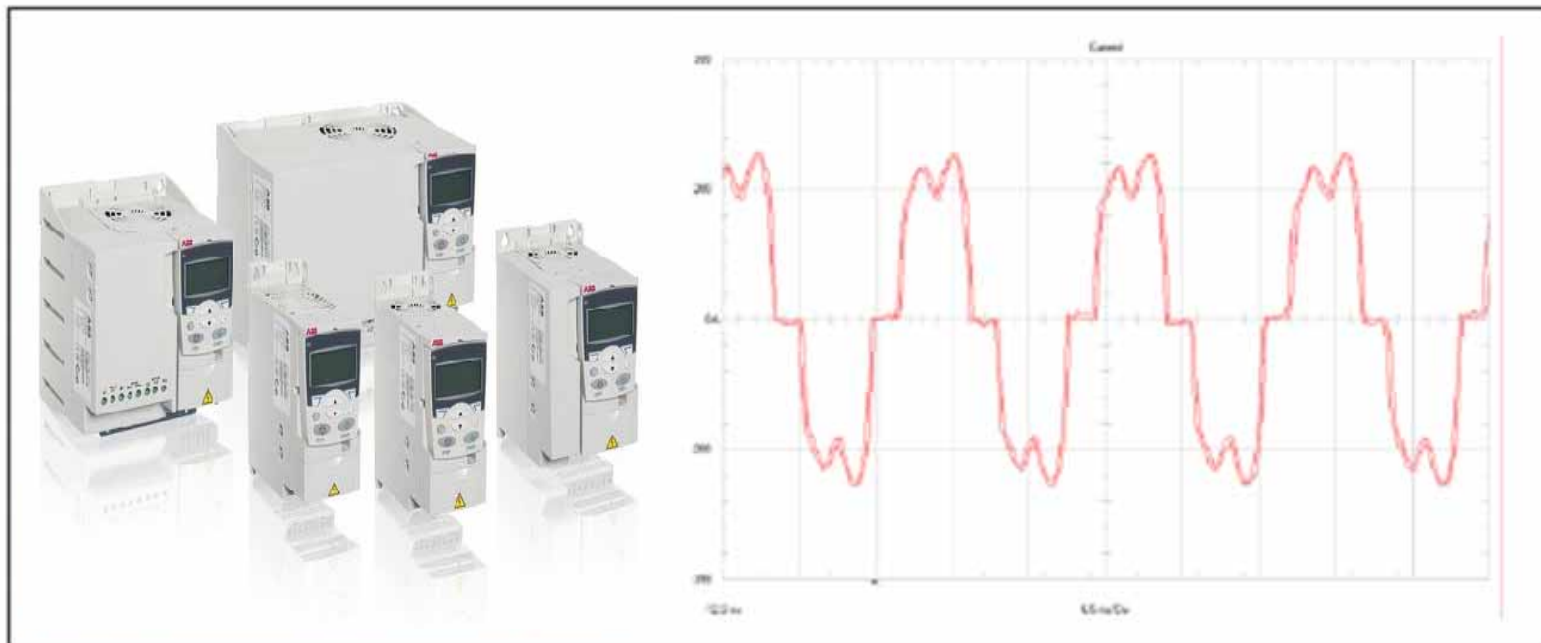


Figura V-25. Niveles de armónicos de corriente en Convertidores AC-AC de 6 Pulsos.

● Focos Fluorescentes y Leds

● Bombillos de Alta Eficiencia.

Para un bombillo de alta eficiencia de 20 W, 120V, puede generar un $\text{THD}_i = 77,6\%$.

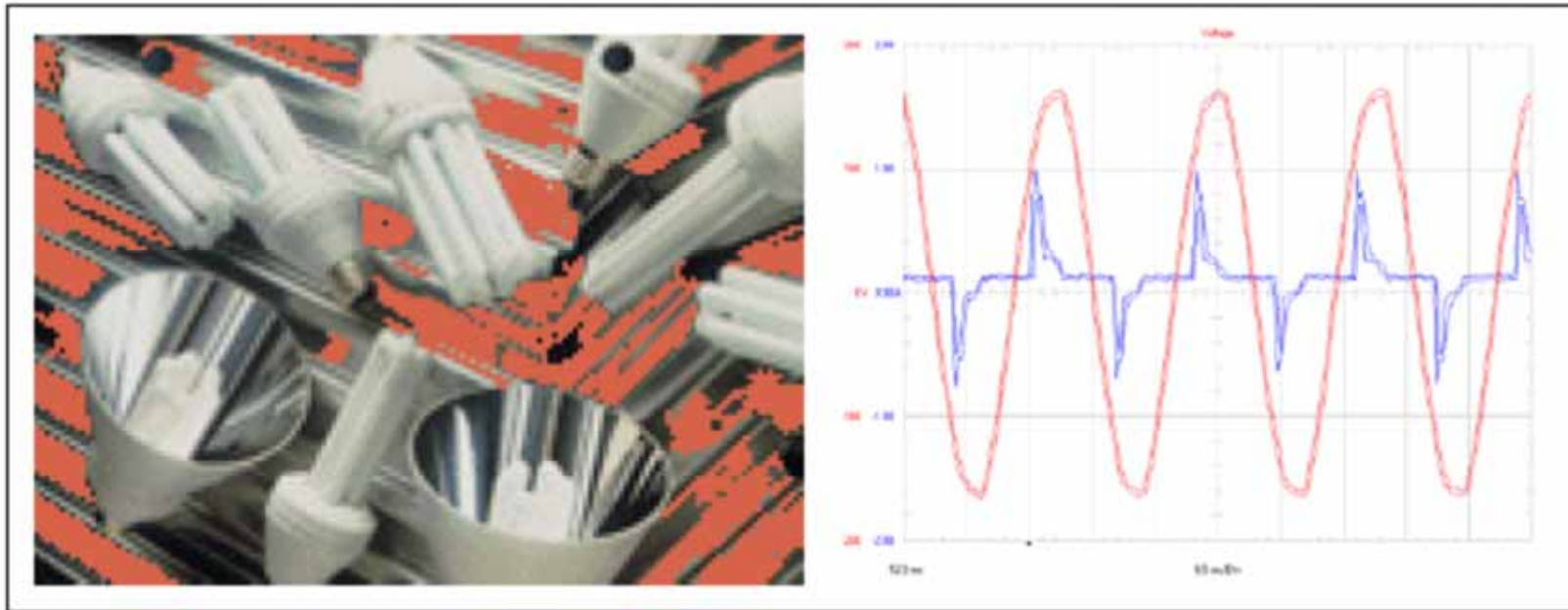


Figura V-23. Niveles de armónicos de corriente de Bombillos de Alta Eficiencia.

● Focos Fluorescentes y Leds

● Bombillos de Alta Eficiencia.

Para un bombillo de alta eficiencia de 20 W, 120V, puede generar un $\text{THDi} = 77,6\%$.

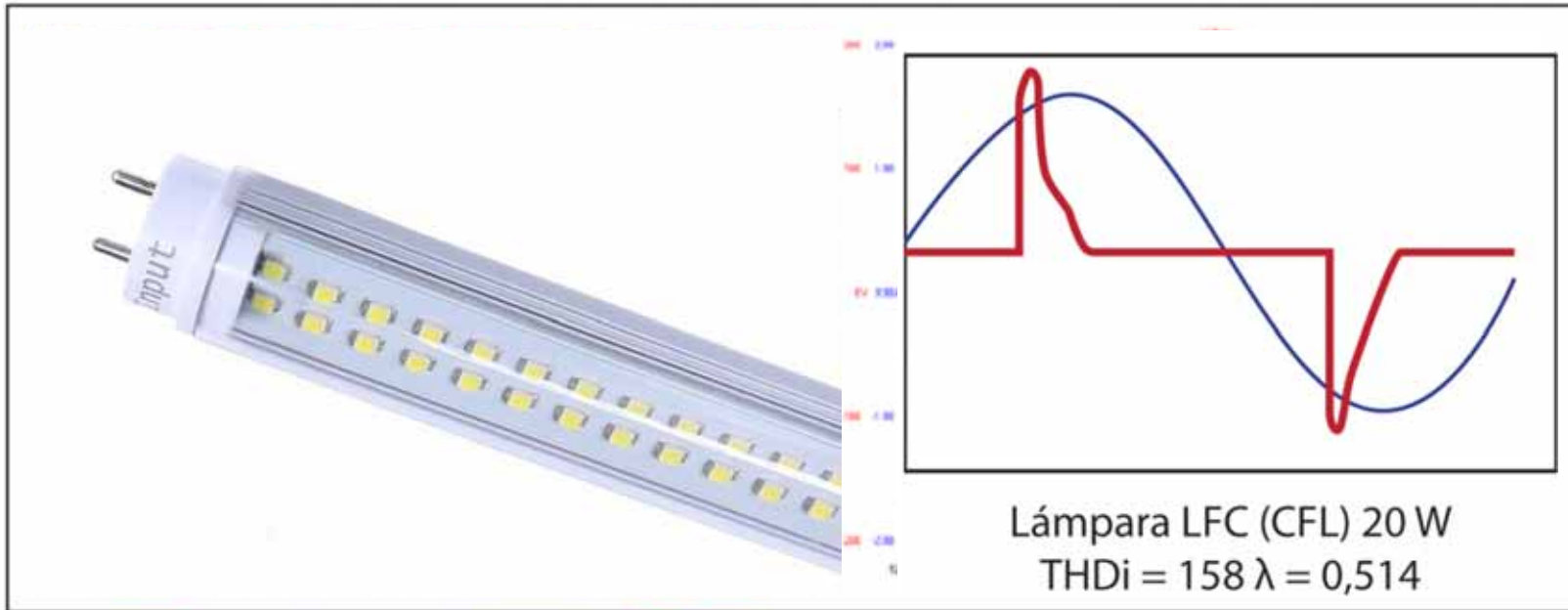


Figura V-23. Niveles de armónicos de corriente de Bombillos de Alta Eficiencia.

● Equipo de Computo

- **Computador Personal (PC).**

Un computador personal (CPU) puede consumir 1,13 Amp (RMS) el cual puede producir un $THD_i = 67,9\%$.

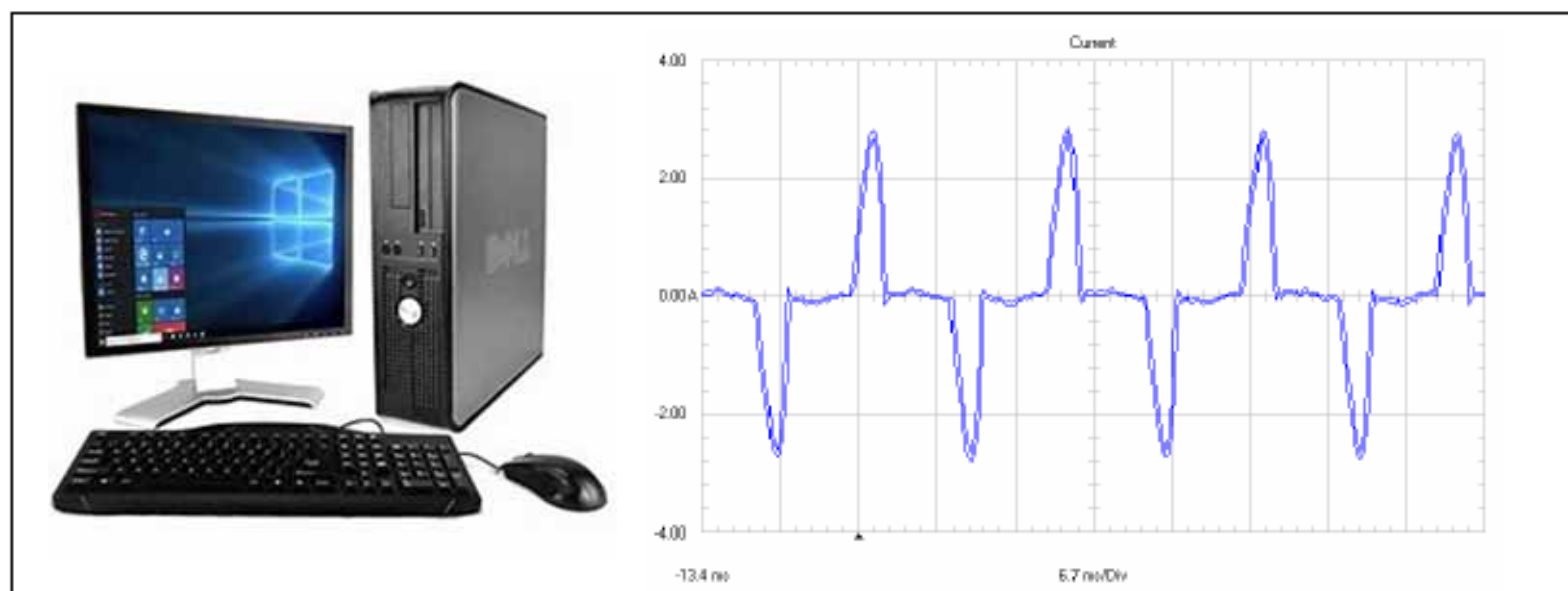


Figura V-24. Niveles de armónicos de corriente de Computadores Personales.

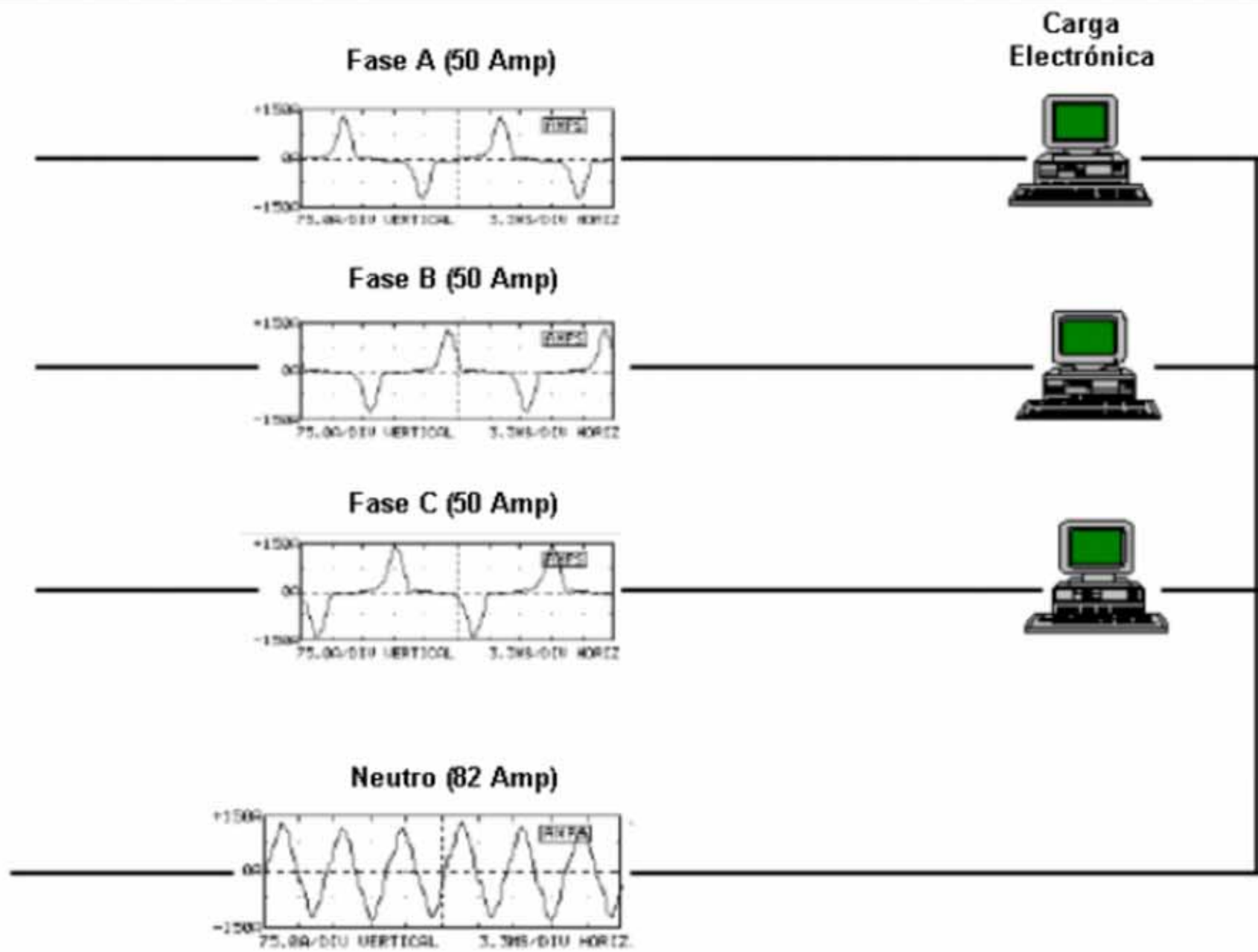
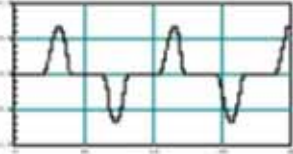
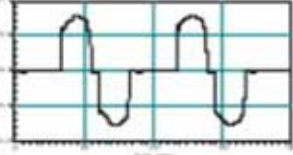
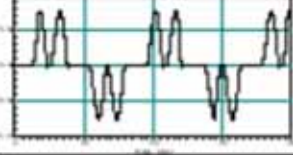
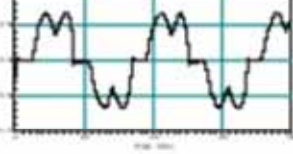
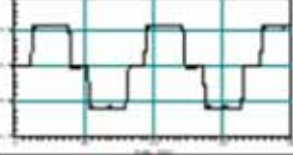
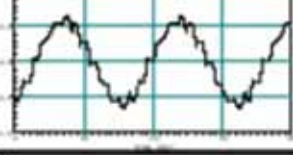
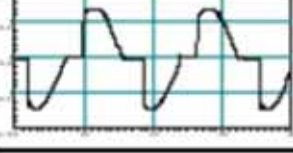
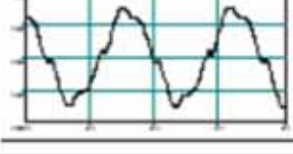


Figura V-38. Distribución de los Terceros Armónicos en una Instalación Comercial.

Tipo de Carga	Onda Típica	Distorsión de Corriente
Equipo Monofasico Ej.: Computadores.		80%
Semiconvertidores		Valores Altos de 2do, 3ro y 4to
Convertidores de 6 Pulsos sin Inductancia en Serie		80%
Convertidores de 6 Pulsos con Inductancia > a 3% en Serie		40%
Convertidores de 6 Pulsos con una Inductancia Grande		28%
Convertidores de 12 Pulsos		15%
Regulador de Tensión AC		Varia con el Angulo de Disparo
Luminaria Fluorescente		20%

2.2 Orden Armónico

- Los armónicos característicos son aquellos armónicos producidos por equipos convertidores semiconductores en el curso de la operación normal. En un convertidor de seis (6) pulsos, los armónicos característicos son: 5, 7, 11, 13, etc.
- $h = k \cdot q \pm 1$
- donde,
 - h: orden del armónico.
 - k: número entero.
 - q: números de pulsos del convertidor.

2.3 Distorsión Total Armónico THD

- Es la cantidad de corriente armónico contenido en la forma de onda resultante con respecto a la fundamental.

$$\text{THD} = \frac{\text{valor rms de la distorsión}}{\text{valor rms de la fundamental}} = \frac{I_{\text{dist}}}{I_1}$$

$$\text{THD} = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + I_4^2 + I_5^2 + \dots + I_{h\text{max}}^2}}{I_1}$$

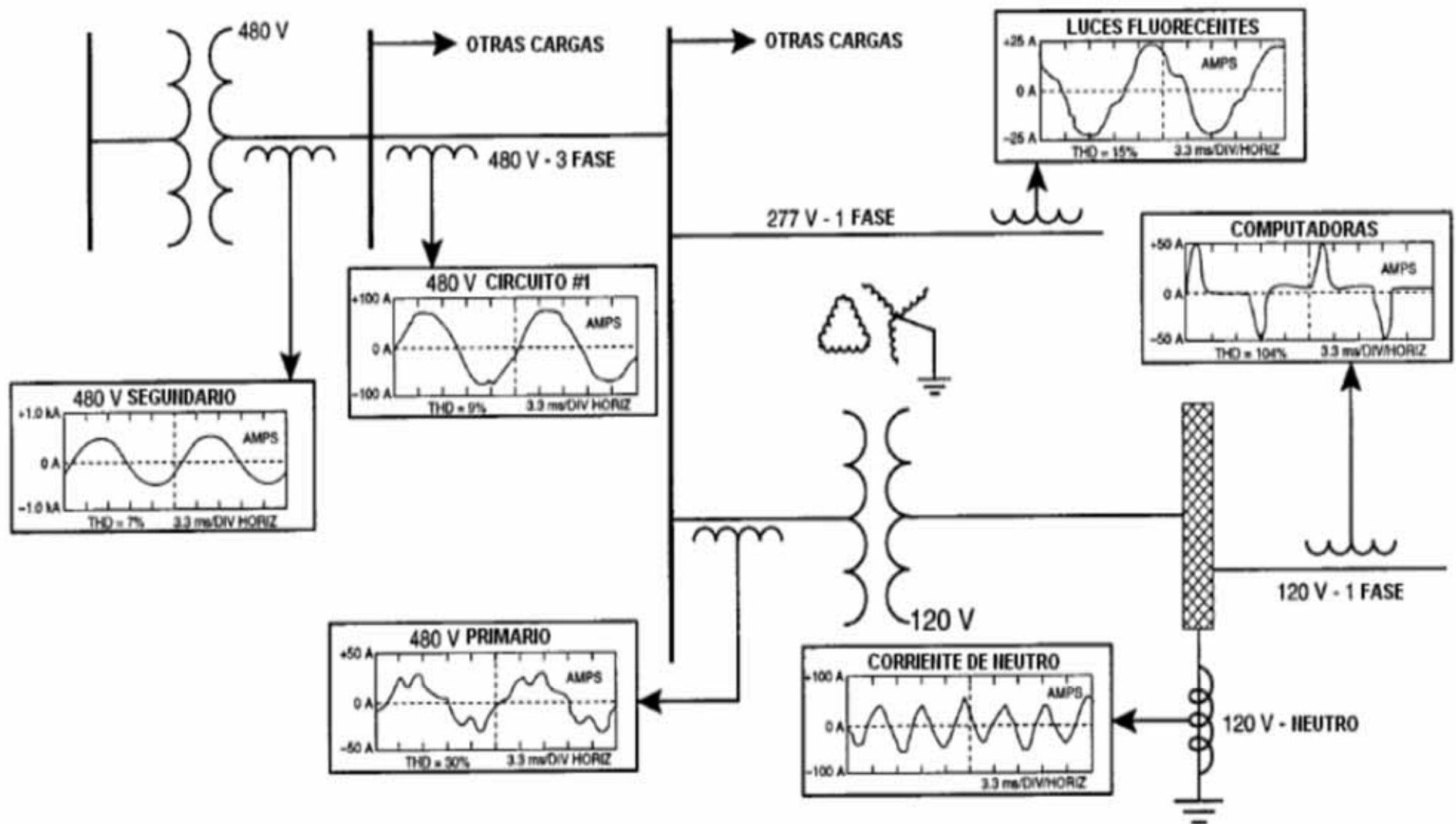
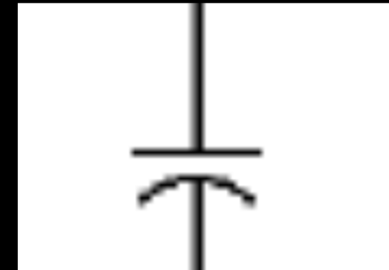


Figura V-34. Distribución típica en una instalación.

3.0 Efectos Adversos entre Capacitores y Armónicas

- Respuesta de la Reactancia Capacitiva X_c a la frecuencia (f).

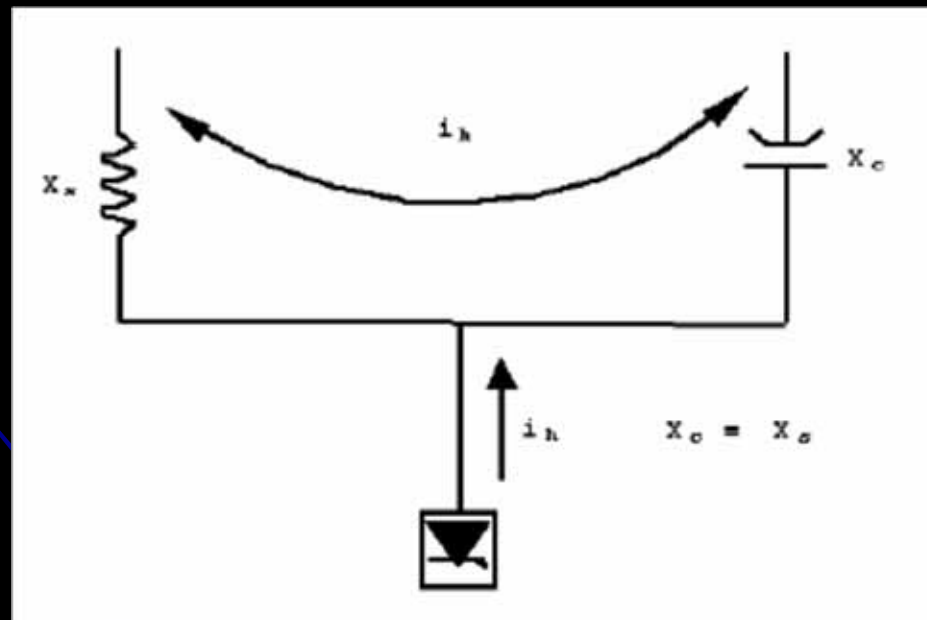
$$X_c = \frac{1}{2\pi fC}$$



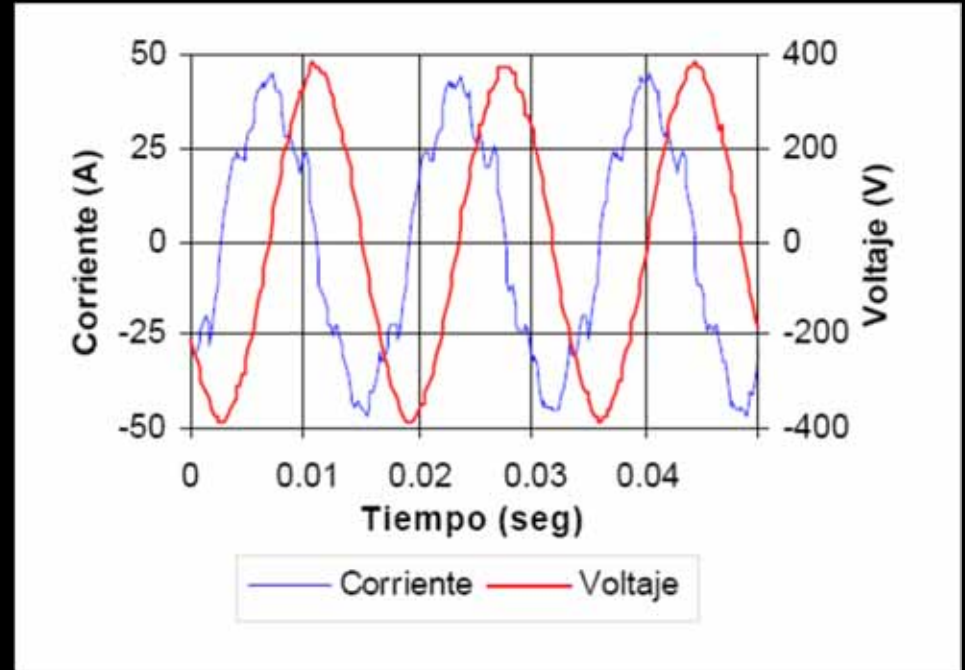
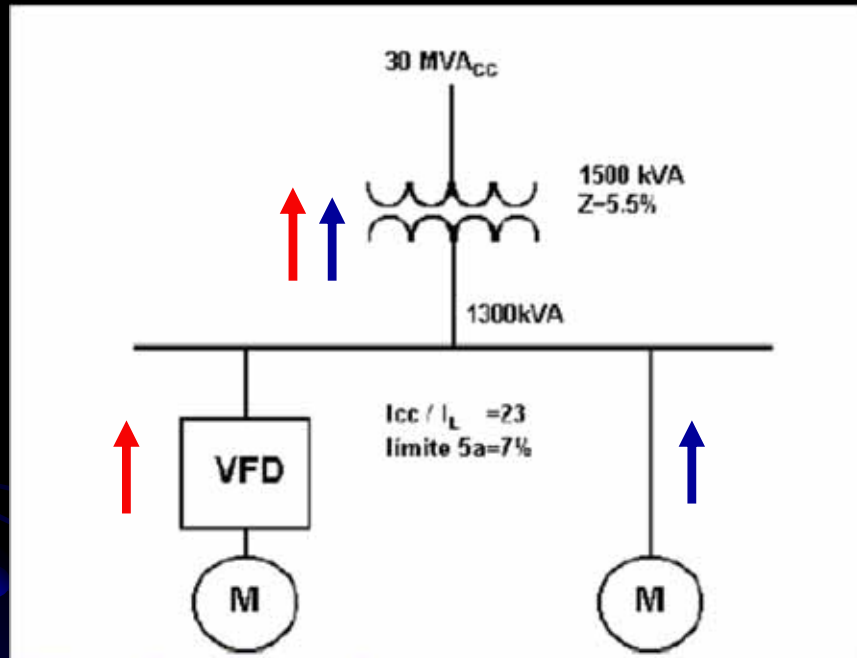
- A mayor Frecuencia (f) menor Reactancia Capacitiva (X_c).
- A menor Reactancia Capacitiva (X_c) mayor corriente absorbida por el Capacitor.

3.0 Resonancia Armónica

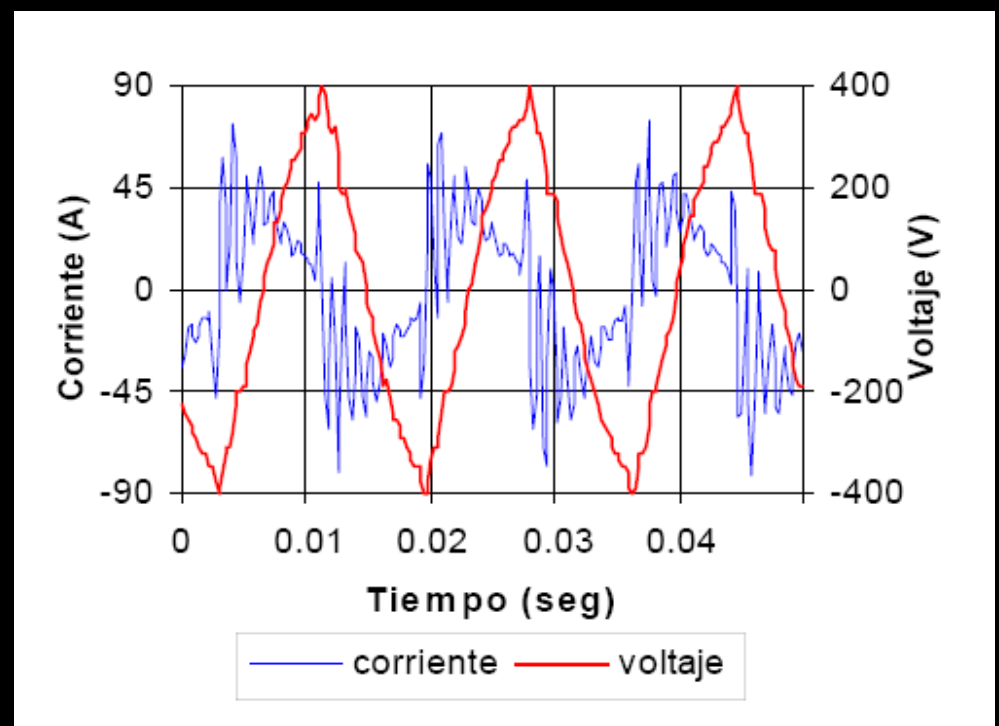
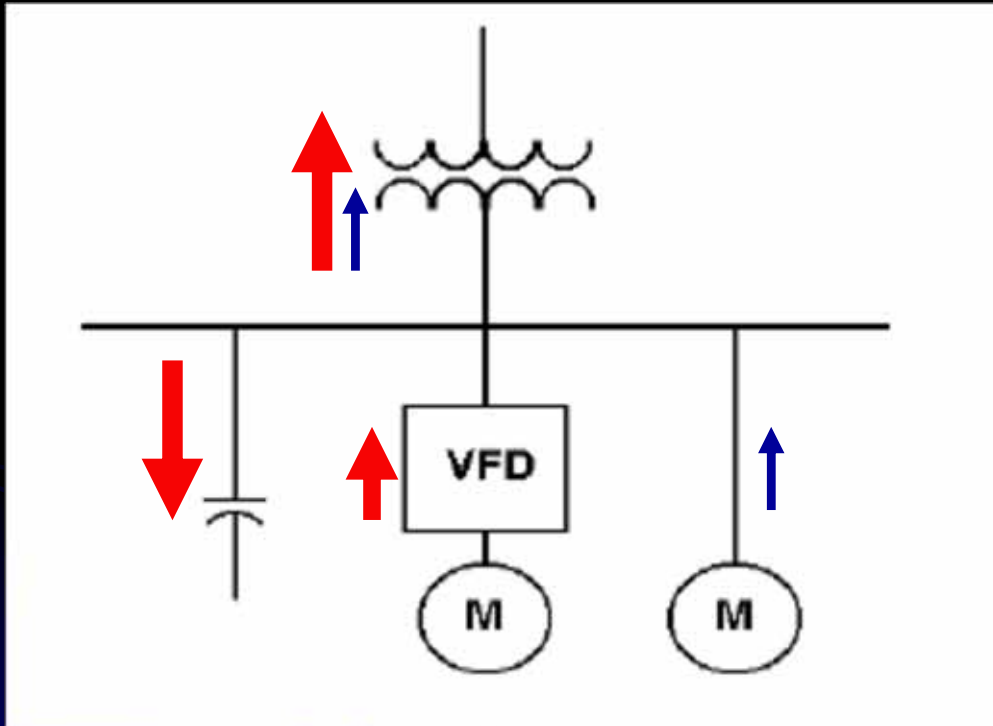
- La resonancia paralela ocurre cuando la reactancia inductiva del sistema y las reactancias capacitivas son iguales a la misma frecuencia y ambas están en paralelo con respecto a la fuente armónica.



3.1 Flujos de Armónicas sin Capacitores



3.2 Flujos de Armónicas con Capacitores



3.3 Frecuencia de Resonancia

$$h_r = \sqrt{\frac{MVA_{sc}}{Mvar_{cap}}} = \sqrt{\frac{X_c}{X_{sc}}}$$

Donde,

h_r : es la frecuencia resonante como múltiplo de la frecuencia fundamental.

• **MVA_{sc}** : es la potencia de cortocircuito en el punto de estudio.

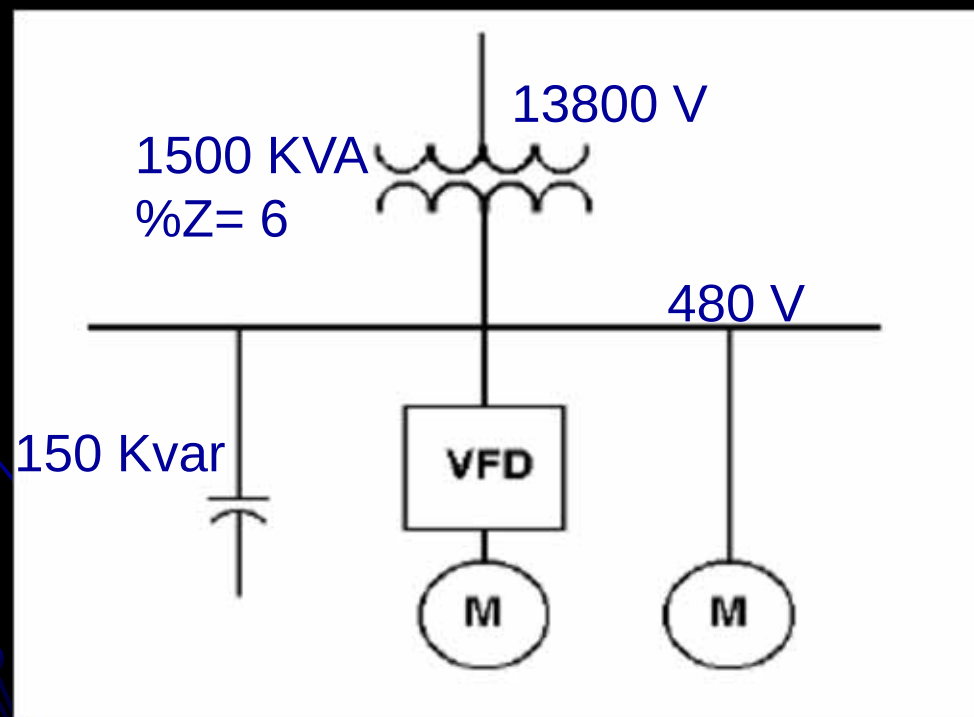
• **$Mvar_{cap}$** : es el valor nominal del condensador a la tensión del sistema.

X_c : es la reactancia capacitiva del banco de condensadores a la frecuencia fundamental.

• **X_{sc}** : es la reactancia de cortocircuito de la subestación.

3.4 Ejemplo de Resonancia

- Tenemos el siguiente sistema eléctrico compuesto por un transformador de 1500 kVA, 13.8kV – 480/277 V D-Y, %Z= 6. Se requiere instalar un banco de capacitores para corregir el F.P. del sistema y se ha estimado instalar un Banco automático de 150 kVAr 480 V. Determine la frecuencia de resonancia con el Banco de Capacitores funcionando.



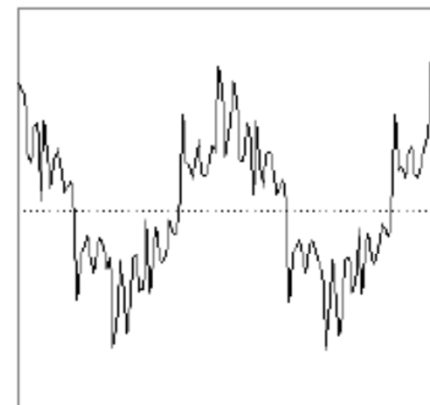
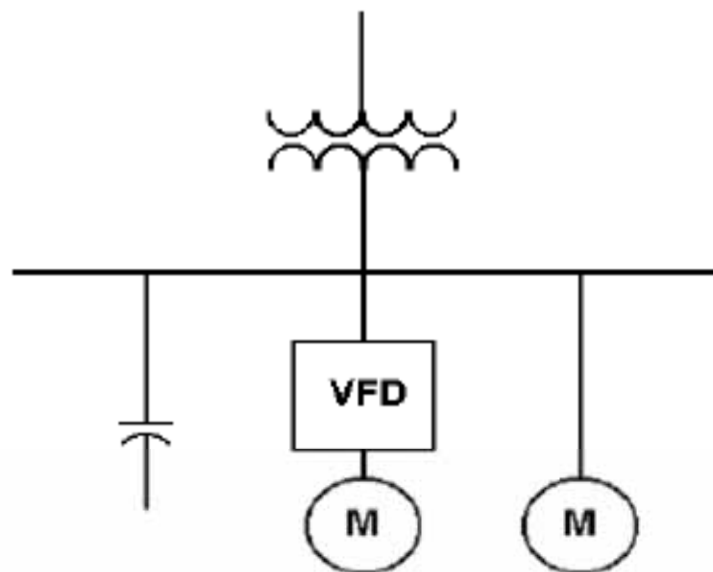
Solución

- Primer Paso: Tenemos que Calcular la Potencia de Corto Circuito en el Secundario de Transformador (480 V)

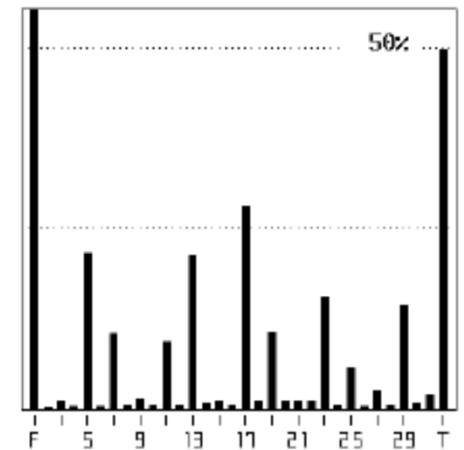
$$\text{MVA}_{sc} = \frac{\text{kVA}_{Tr} \times 100}{\% Z_{Tr}} = \frac{1500 \times 100}{6} = 25,000 \text{ kVA}_{sc}$$

- Segundo Paso: Calculamos la frecuencia armónica de resonancia hr de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$h_r = \sqrt{\frac{\text{MVA}_{sc}}{\text{Mvar}_{cap}}} = \sqrt{\frac{25,000}{150}} = 12.9$$



AMPS BANCO DE CAPACITORES T1250



CIRCUIT		H	%	H	%	THD thru the 31st	
Total	76.9 Amps rms	3	0.9	19	10.7	% THD	49.7
Fund	68.9 Amps rms	5	21.4	21	0.9	% Odd	49.6
Har	34.2 Amps rms	7	10.3	23	15.3	% Even	2.2
		9	1.2	25	5.4	% Triplen	3.3
File: 1A-MEDI		11	9.1	27	2.3		
		13	21.1	29	14.2		
Date: 09-14-00		15	1.0	31	1.9	% factor	56.1
		17	27.9				

E2-901

Fig. 4.2.3) Corriente en capacitor instalado en sistema con cargas no lineales

3.5 Semáforo de Resonancias para distintas relaciones de kVA-Tr y kVAr-Cap



Tabla de Frecuencias de Resonancias Armónicas (SEMAFORO)
Entre la Potencia de Corto Circuito en el Transformador y la Potencia del Banco de Capacitores

			POTENCIA DEL CAPACITOR kVar																										
DATOS DE PLACA DEL TR	kVA	%Z	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	100	120	150	175	200	250	300	350	400	500	550	600	650	700	750	
	112.5	2.8	28.35	20.04	16.37	14.17	12.68	11.57	10.02	8.964	8.183	7.576	7.087																
	150	3	31.62	22.36	18.26	15.81	14.14	12.91	11.18	10	9.129	8.452	7.906	7.071	6.455														
	225	3.8	34.41	24.33	19.87	17.31	15.39	14.05	12.17	10.88	9.934	9.197	8.603	7.695	7.024	6.283	5.817												
	300	4	38.73	27.39	22.36	19.36	17.32	15.81	13.69	12.25	11.18	10.35	9.682	8.66	7.906	7.071	6.547	6.124											
	500	4.8	45.64	32.27	26.35	22.82	20.41	18.83	16.14	14.43	13.18	12.2	11.41	10.21	9.317	8.333	7.715	7.217	6.455	5.893	5.455								
	750	5	54.77	38.73	31.62	27.39	24.49	22.36	19.36	17.32	15.81	14.64	13.69	12.25	11.18	10	9.258	8.66	7.746	7.071	6.547	6.124	5.477	5.222					
	1000	5.5	60.3	42.64	34.82	30.15	26.97	24.82	21.32	19.07	17.41	16.12	15.08	13.48	12.31	11.01	10.19	9.535	8.528	7.785	7.207	6.742	6.03	5.75	5.505	5.289			
	1500	5.8	71.92	50.85	41.52	35.96	32.16	29.36	25.43	22.74	20.76	19.22	17.98	16.08	14.68	13.13	12.16	11.37	10.17	9.285	8.596	8.041	7.192	6.857	6.565	6.308	6.078	5.872	
	2000	6	81.65	57.74	47.14	40.82	36.51	33.33	28.87	25.82	23.57	21.82	20.41	18.26	16.67	14.91	13.8	12.91	11.55	10.54	9.759	9.129	8.165	7.785	7.454	7.181	6.901	6.687	
	2500	6.5	87.71	62.02	50.64	43.85	39.22	35.81	31.01	27.74	25.32	23.44	21.93	19.61	17.9	16.01	14.82	13.87	12.4	11.32	10.48	9.806	8.771	8.362	8.006	7.692	7.412	7.161	
	3000	6.8	93.93	66.42	54.23	46.97	42.01	38.35	33.21	29.7	27.12	25.1	23.48	21	19.17	17.15	15.88	14.85	13.28	12.13	11.23	10.5	9.393	8.956	8.575	8.239	7.939	7.67	

Semaforo de Resonancia	Diagnóstico	Recomendación
Verde	Libre de Resonancia Armónica, región segura para operar el banco de capacitores.	Puede utilizar Capacitores estándar
Amarillo	Posibilidad de Resonancia Armónica, degradación prematura del banco de capacitores si el contenido armónico es mayor del 10%.	Mover la capacidad (kVAr) a zona verde
Rojo	Resonancia Armonica, falla inminente del banco de capacitores si el contenido armónico es mayor del 10%.	Utilizar Capacitores con reactor de rechazo
Negro	Fuera de Rango permitido de KVAR.	No recomendado

Autor: Ing. Ernesto Viveros Dominguez

4.0 Métodos para Corregir el F.P. en presencia de Armónicas



- En las plantas industriales se busca operar a factores de potencia superiores a 0.90 para evitar la penalización por este concepto e incluso es conveniente alcanzar valores cercanos a la unidad, que típicamente se ubican en un factor de potencia arriba de 0.95, para lo cual se instalan bancos de capacitores, pero que pueden provocar resonancia armónica en paralelo en el rango de la 3^a y 21^a armónica.

Para evitar la resonancia armónica, sugerimos seguir las siguientes recomendaciones.

1. Determinar o medir el THDi y THDv en el punto de conexión de los capacitores.
 - a) Si el THDi es menor al 10% y THDv menor al 2%, es posible la instalación de Bancos de Capacitores Estándar, no más del 5% fijo y el resto Automático.
 - b) Si el THDi es mayor al 10% o el THDv es mayor del 2%, recomendamos instalar Filtros de Armónicas de Rechazo.
 - c) Si el THDi es mayor al 40%, recomendamos instalar Filtros de Armónicas de Absorción y filtros Activos para la cancelación.

4.0 Métodos para Corregir el F.P. en presencia de Armónicas



2. Determinar la frecuencia de resonancia que se formará con los kVAr de los bancos de capacitores que se conectarán a la red.
 - a) Si el resultado determina una frecuencia de resonancia muy cercana a los órdenes armónicos 5, 7, 11, 13, 17, 19, ... es necesario cambiar la capacidad del Banco de Capacitores, ya sea por una capacidad inmediata superior o inmediata inferior y volver a recalcular.
 - b) Si el resultado determina una frecuencia de resonancia alejada a los órdenes armónicos 5, 7, 11, 13, 17, 19, ... es posible la instalación de un Banco de Capacitores Estándar de preferencia automático.

4.1 Filtros de Armónicas



- Para el logro de la corrección del F.P. en presencia de Armónicas, hoy en día existen dos tipos de filtros pasivos que son capaces de evitar la resonancia armónica y corregir el F.P. simultáneamente.

a) Los Filtros Sintonizados (Absorción) $\rho=4.5\%$. Estos están compuestos por una inductancia en serie con un capacitor que puede estar conectado en delta o en estrella y sintonizados a la frecuencia armónica existente en el sistema eléctrico. Por ejemplo: Filtro de Absorción de 5^a ($f_r=4.8$ fr= 288 Hz)..

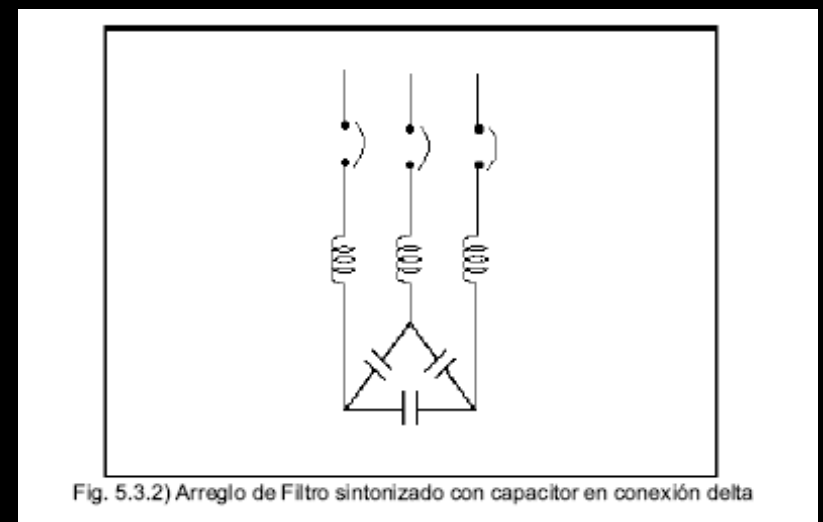
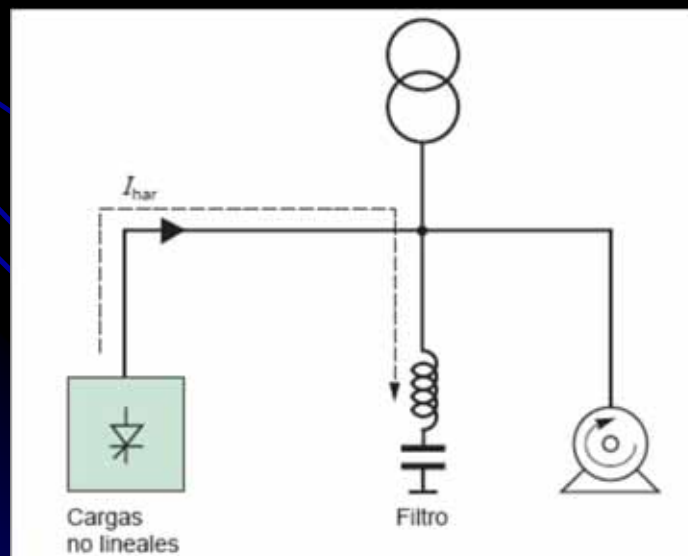
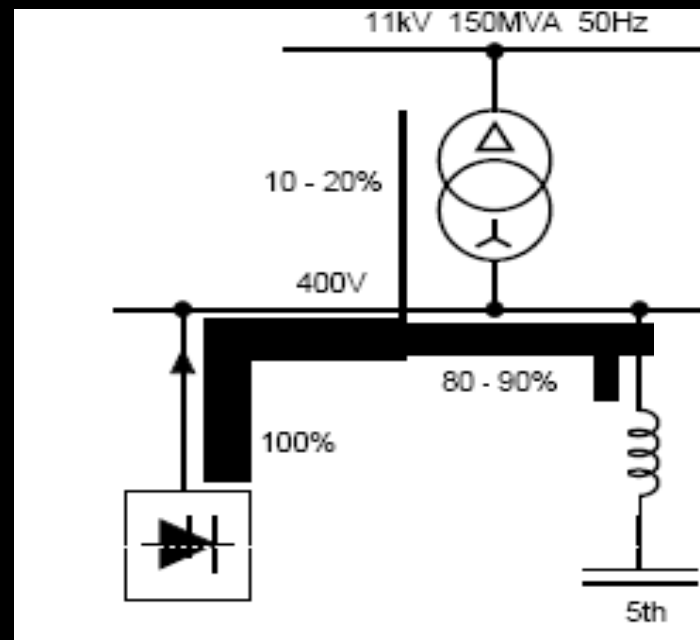


Fig. 5.3.2) Arreglo de Filtro sintonizado con capacitor en conexión delta

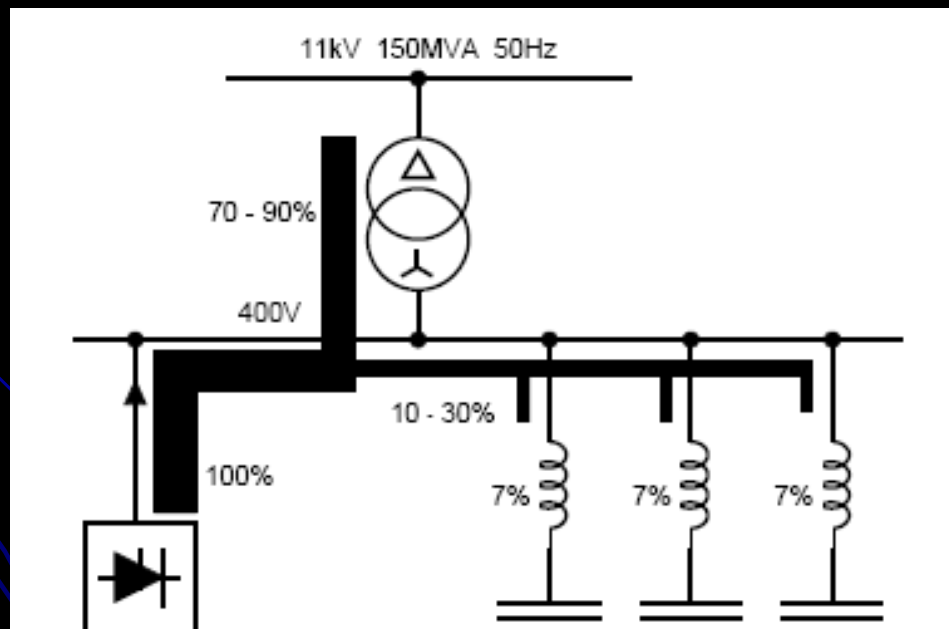
Estos pueden llegar a absorber entre el 70 y 90% de la corriente total armónica en el punto de conexión del equipo.



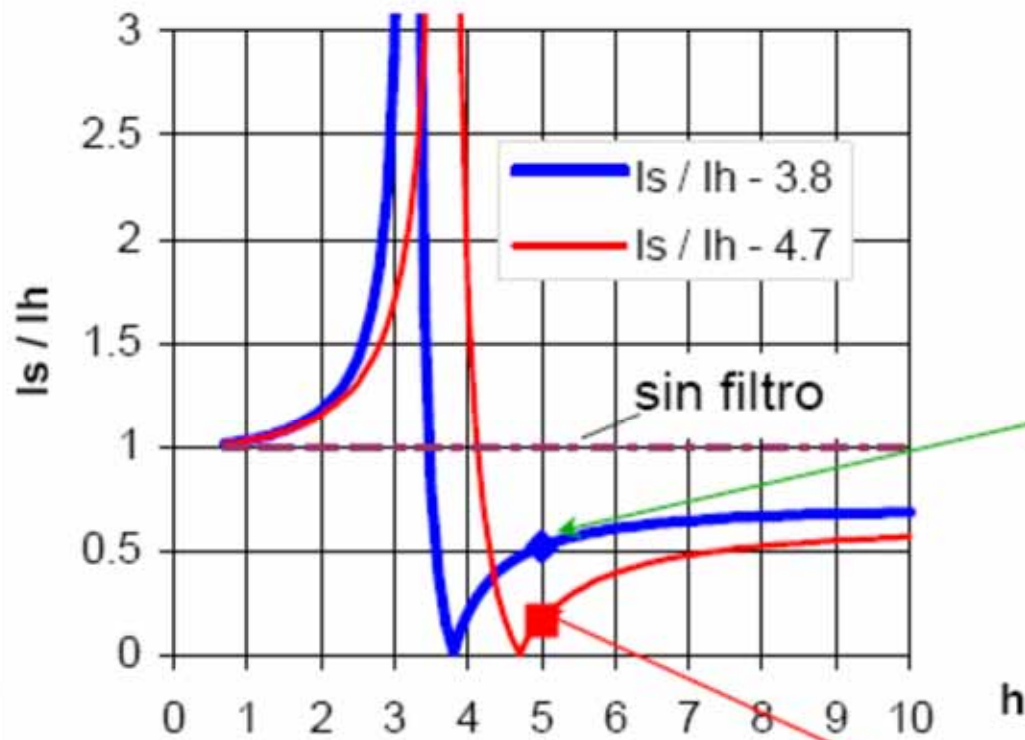
Filtros Sintonizados $\rho=4.5\%$

b) Los Filtros Desintonizados (Rechazo) $\rho=7\%$. Al igual que los de absorción, estos están compuestos por una inductancia en serie con un capacitor que puede estar conectado en delta o en estrella y sintonizados a una frecuencia armónica alejada de las existentes en el sistema eléctrico. Por ejemplo: Filtro de Rechazo de 5^a ($h=3.8$ fr= 228 Hz).

Estos pueden llegar a absorber entre el 30 y 40% de la corriente total armónica en el punto de conexión del equipo.

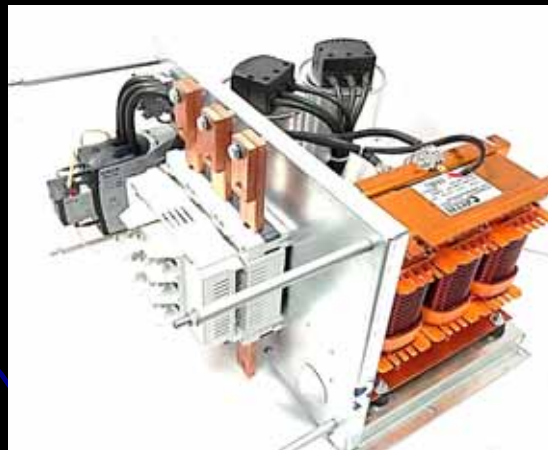


Filtros Desintonizados $\rho=7\%$



Atenuación del 80%

5.0 Nuestra Propuesta Técnica





● Características eléctricas de los Capacitores

- Voltajes: 240 V / 525 V AC
- Frecuencia: 60 Hz
- Tecnología: Seco Autorregenerable
- Expectativa de Vida: 120,000 hrs
- Sobrecarga: 1.3 IN
- Sobretensión: 10 %, 8 sobre 24 horas
- 15 %, hasta 15 min. al día
- 20 %, hasta 5 min. al día
- 30 %, hasta 1 min. Al día
- Nivel de aislamiento: < 690 V : 3,000 V AC, 10 s
- Tolerancia de potencia: -5 + 10 %
- Resistencia de descarga: 75 V / 3 minutos
- Pérdidas: Dieléctricas: < 0.2 W / KVAR
- Totales: < 0.5 W / KVAR
- Protecciones: Regeneración dieléctrica
- Fusible interno
- Sistema de sobre presión

Normas de Fabricación

- Capacitores: IEC 60831-1/2
UL 810



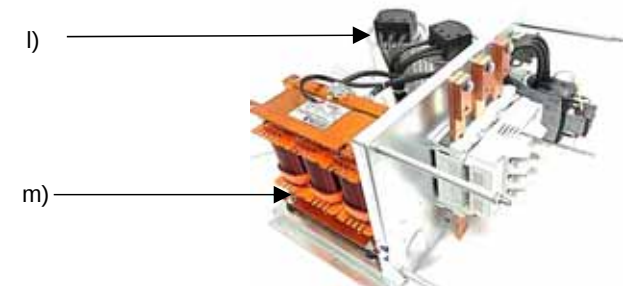
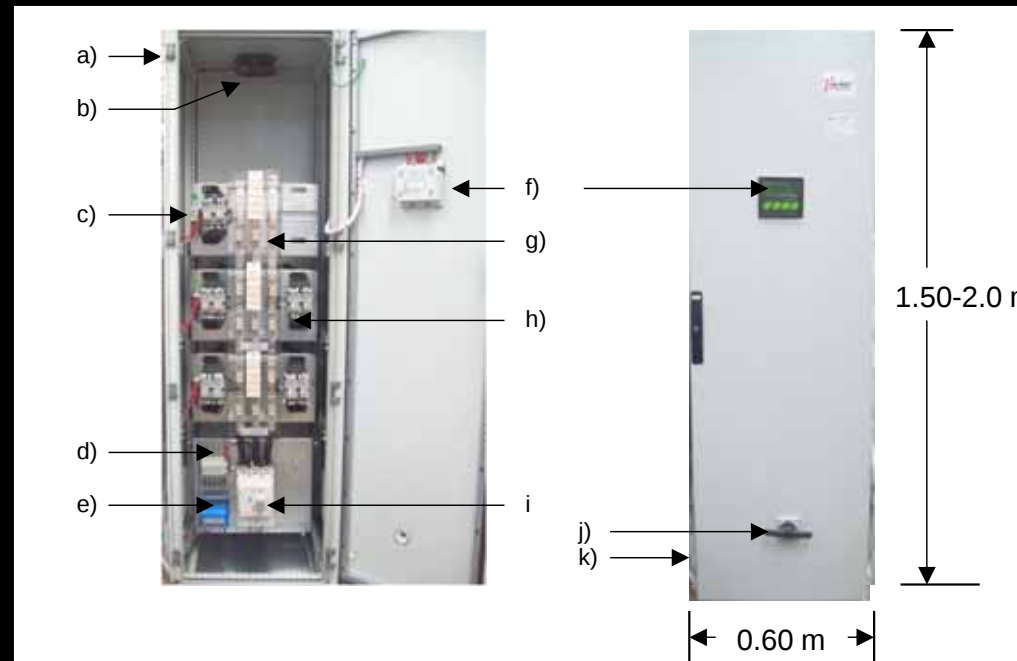
- Características eléctricas de los Reactores

- Voltajes Nominales: 240 V / 480 V AC
- Frecuencia: 60 Hz
- Material: Aluminio de alta cond.
- Tolerancia de la inductancia: $\pm 5\%$
- Linealidad I lin: 1.6...2 IN
- Sobretenisión: 10 %, 8 sobre 24 horas
- 15 %, hasta 15 min. al día
- 20 %, hasta 5 min. al día
- 30 %, hasta 1 min. Al día
- Nivel de aislamiento: 3KV
- Temperatura Ambiente Max: 40°C
- Protector térmico: Switch integrado
- Diseño: Trifásico con laminado de acero ventilado



Equipamiento de Serie

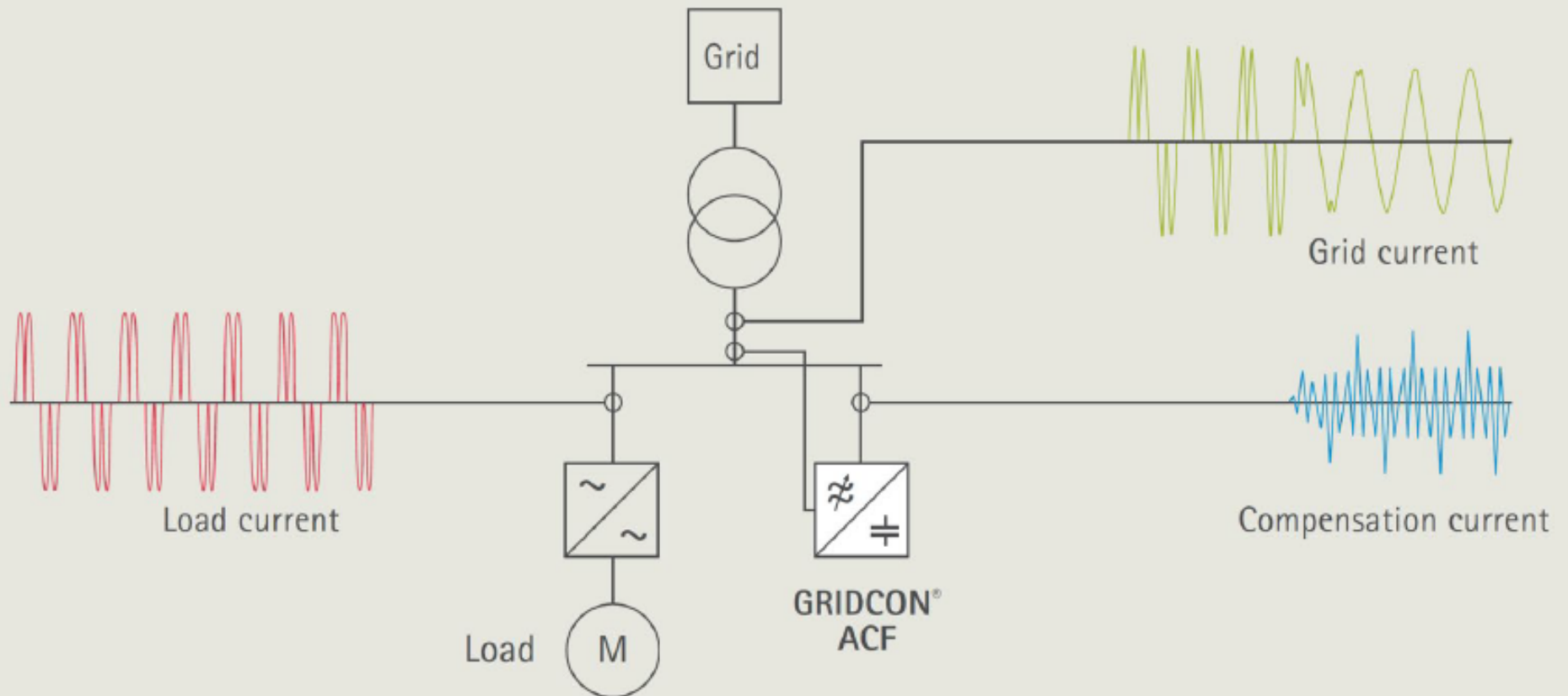
- a) Gabinete Metálico tipo Mural.
- b) Extractor de calor.
- c) Termostato ajustable
- d) Fusibles de Control
- e) Transformador de Control
- f) Controlador Electrónico de Pasos
- g) Fusibles de Potencia de Pasos
- h) Contactores para capacitores
- i) Interruptor Termomagnético Principal
- j) Seccionador externo de seguridad
- k) Rejillas de Ventilación
- l) Capacitores Secos Autorregenerables
- m) Reactor desintonizado para corrientes armónicas



Any information and documentation involving US Markcart.com are provided on behalf of US 112 331 on any official sources of US. For questions, please contact a local US 2 to learn further information at www.usm112.com.



FILTROS ACTIVOS

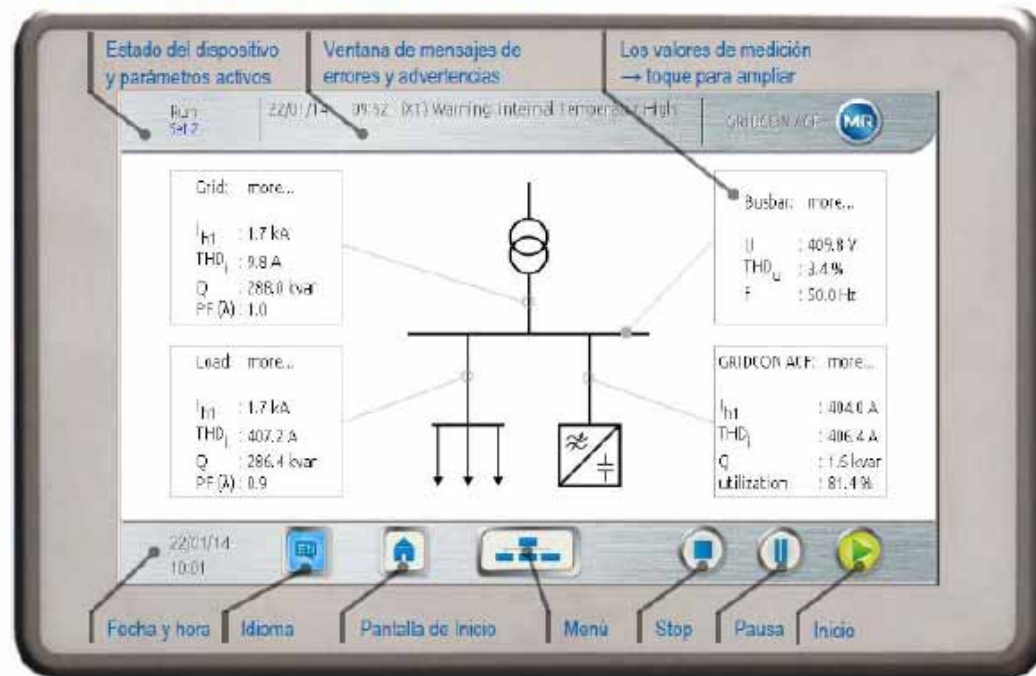


GRIDCON® ACF industrial Modular Active Filter

- | Panel Táctil 7"
- | Computadora de Control CCU
- | Unidad de Potencia IPU 125 A
- | MIO: Unidad de Medida & I/O
- | Sección de Control con Alimentación de DC
- | Barra Colectora y Conexión de Cables



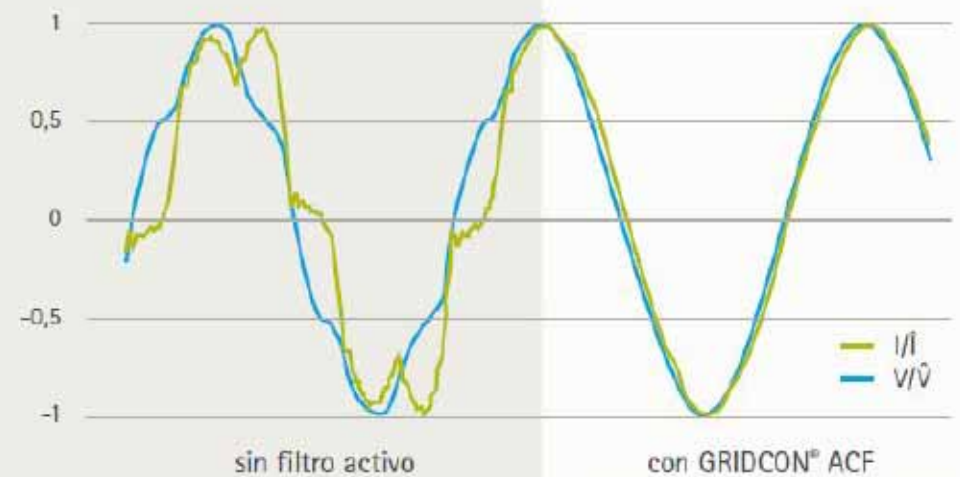
Panel táctil para un manejo intuitivo



Forma de la Onda Senoidal (Antes y Después)



Desarrollo de la corriente y la tensión





FIN

Gracias por su atención

ventas2@fervisa.com

ventas@varmex.com.mx