

CALIDAD DE LA ENERGIA ELECTRICA

AGENDA

- ◆ **Cargas críticas**
- ◆ **Cargas Sensibles**
- ◆ **Fenómenos que afectan la calidad de la energía eléctrica**
- ◆ **Equipo para mejorar la calidad de la energía**
- ◆ **Laboratorio de Calidad de la Energía Eléctrica**

Cargas críticas y sensibles

Carga crítica. Aquella que al dejar de funcionar o al funcionar inapropiadamente pone en peligro la seguridad del personal y/o ocasiona grandes perjuicios económicos

Por ejemplo, un paro no programado en un molino de laminación es muy costoso, mientras que la pérdida de un centro de información en un banco o el mal funcionamiento de los sistemas de diagnóstico en un hospital pueden ser catastróficos.

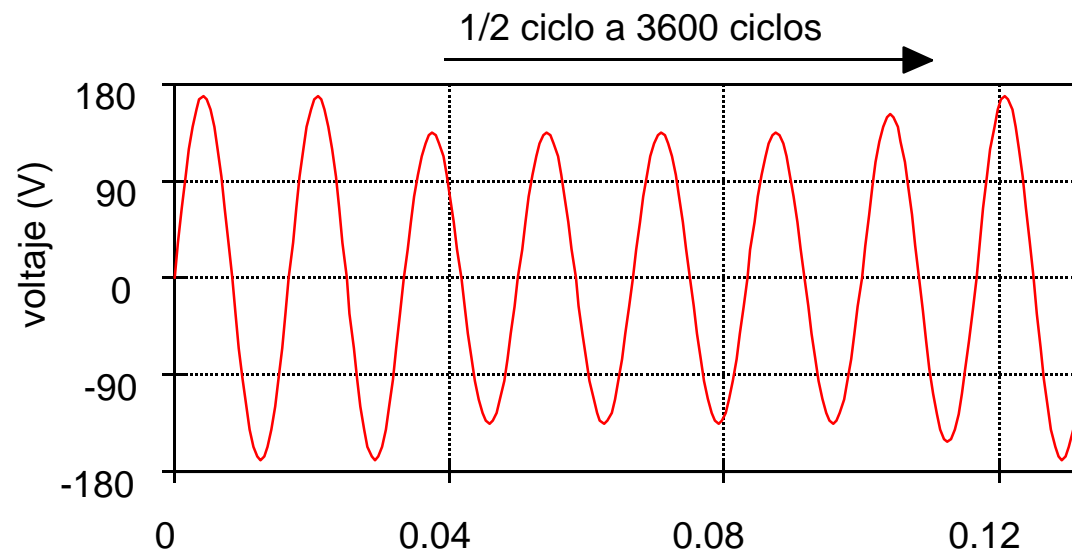
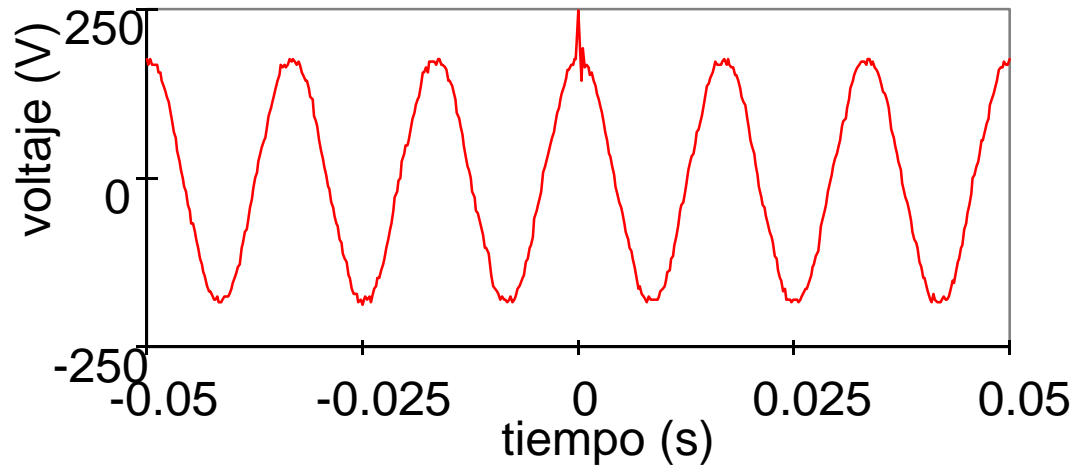
Carga sensible. Aquella que requiere de un suministro de alta calidad, esto es, libre de disturbios

El equipo electrónico es más susceptible a los disturbios que el equipo electromecánico tradicional.

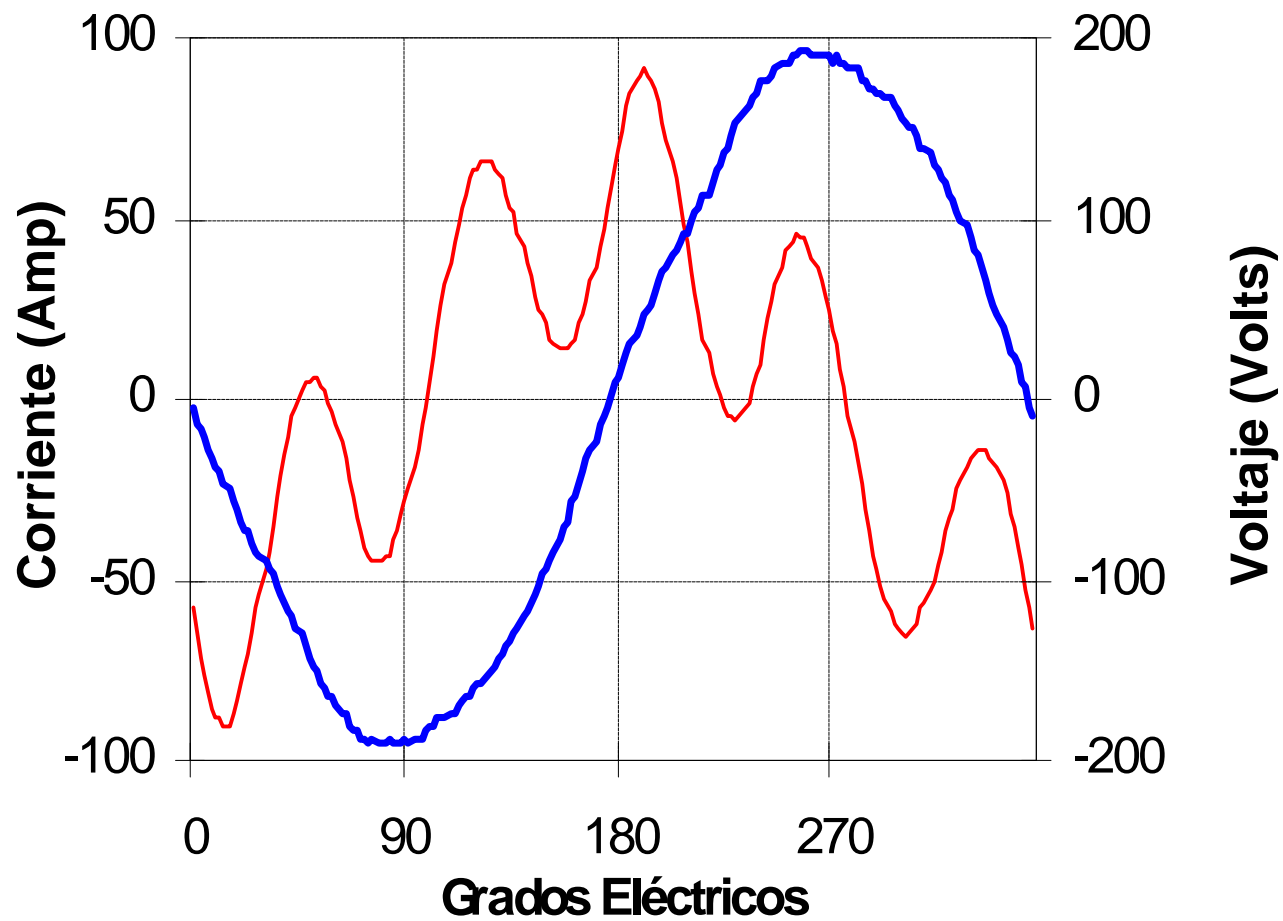
Tabla 2 IEEE 1159. Categorías y características de fenómenos electromagnéticos en sistemas de potencia

Categoría	Contenido Típico Espectral	Duración Típica	Magnitud Típica del Voltaje
1.0 Transitorios			
1.1 Impulsos			
1.1.1 Nanosegundos	5 ns de elevación	<50 ns	
1.1.2 Microsegundos	1 μ s de elevación	50 ns - 1 ms	
1.1.3 Milisegundos	0.1 ms de elevación	> 1 ms	
1.2 Oscilatorios			
1.2.1 Baja Frecuencia	< 5kHz	0.3 - 50 ms	0 - 4 pu
1.2.2 Frecuencia Media	5 - 500 kHz	20 μ s	0 - 8 pu
1.2.3 Alta Frecuencia	0.5 - 5MHz	5 μ s	0 - 4 pu
2.0 Variaciones de Corta duración			
2.1 Instantáneas			
2.1.1 Sag		0.5 - 30 ciclos	0.1 -0.9 pu
2.1.2 Swell		0.5 - 30 ciclos	1.1 - 1.8 pu
2.2 Momentáneas			
2.2.1 Interrupción		0.5 ciclos - 3 seg	< 0.1 pu
2.2.2 Sag		30 ciclos - 3 seg	0.1 -0.9 pu
2.2.3 Swell		30 ciclos - 3 seg	1.1 - 1.4 pu
2.3 Temporal			
2.3.1 Interrupción		3 seg - 1 min	< 0.1 pu
2.3.2 Sag		3 seg - 1 min	0.1 -0.9 pu
2.3.3 Swell		3 seg - 1 min	1.1 - 1.2 pu
3.0 Variaciones de larga duración			
3.1 Interrupción sostenida		> 1 min	0.0 pu
3.2 Bajo voltaje		> 1 min	0.8 -0.9 pu
3.3 Sobrevoltaje		> 1 min	1.1 - 1.2 pu
4.0 Desbalance en voltaje		Estado Estable	0.5 - 2%
5.0 Distorsión de Forma de Onda			
5.1 Componente de directa		Estado Estable	0 - 0.1%
5.2 Contenido armónico	0 -100th H	Estado Estable	0 - 20%
5.3 Interarmónicas	0 - 6 kHz	Estado Estable	0 - 2%
5.4 Muecas en el voltaje		Estado Estable	
5.5 Ruido	Banda amplia	Estado Estable	0 - 1%
6.0 Fluctuaciones de Voltaje	< 25 Hz	Intermitente	0.1 - 7%
7.0 Variaciones en la Frecuencia		<10 seg	

Impulsos y Disminuciones momentáneas de voltaje



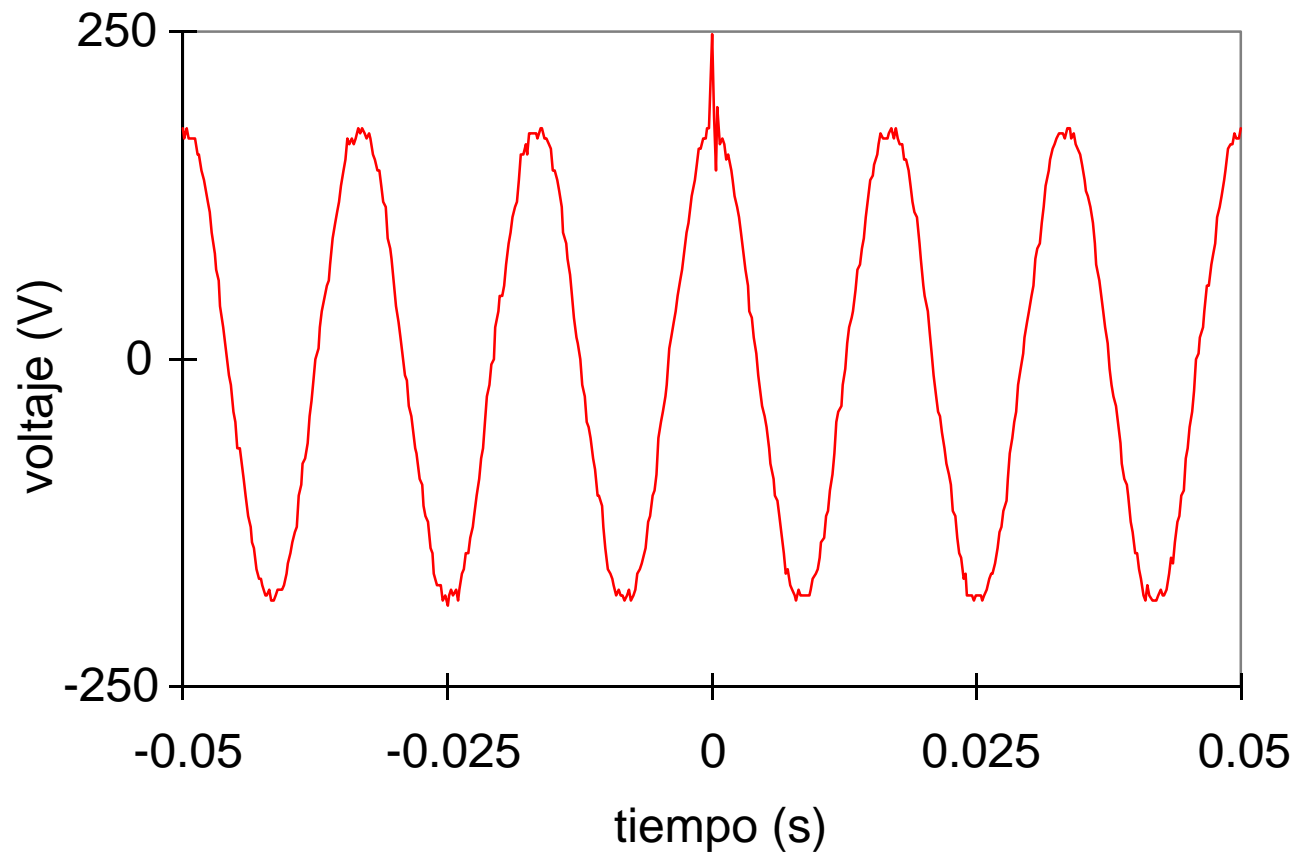
Distorsión armónica



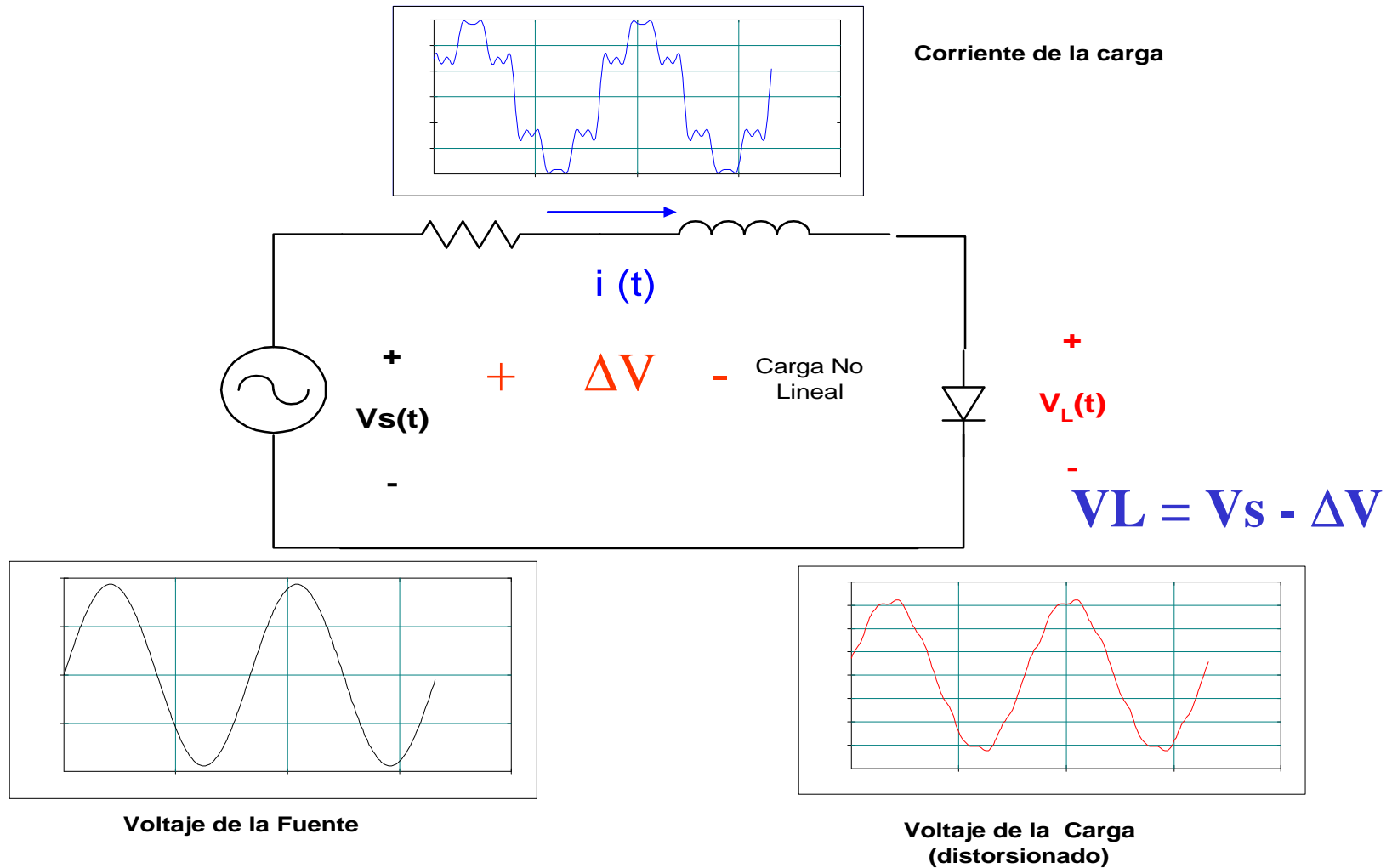
Equipo para mejorar la calidad de Energía Eléctrica

- ◆ Filtros de Armónicos (pasivos y activos)
- ◆ Transformadores de Aislamiento
- ◆ Transformadores Ferroresonantes
- ◆ Fuentes ininterrumpibles(S.A.I.)
- ◆ Compensadores estáticos
- ◆ Interruptor automático de estado sólido

Impulsos



Distorsión de Voltaje Provocada por cargas no lineales

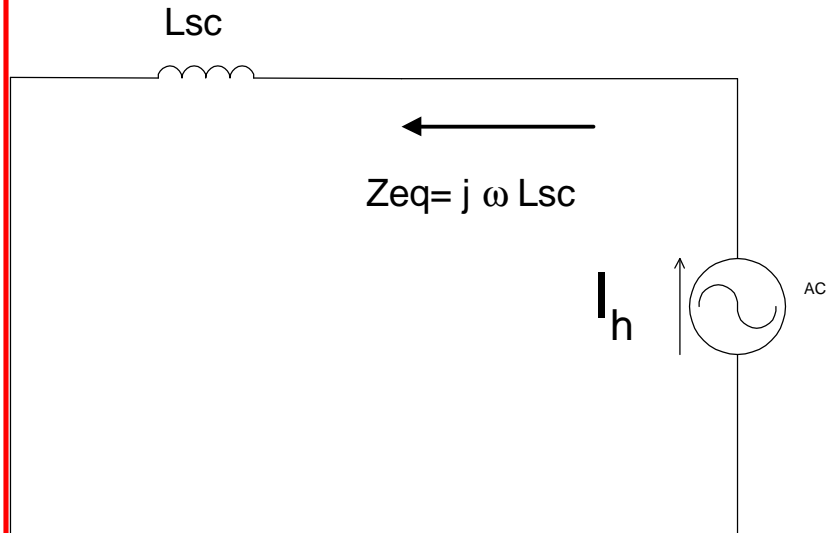


$$\Delta V = \Delta V_1 \sin(\omega t + \alpha_1) + \Delta V_3 \sin(3\omega t + \alpha_3) + \dots + \Delta V_n \sin(n\omega t + \alpha_n)$$

Condición Original (480V)

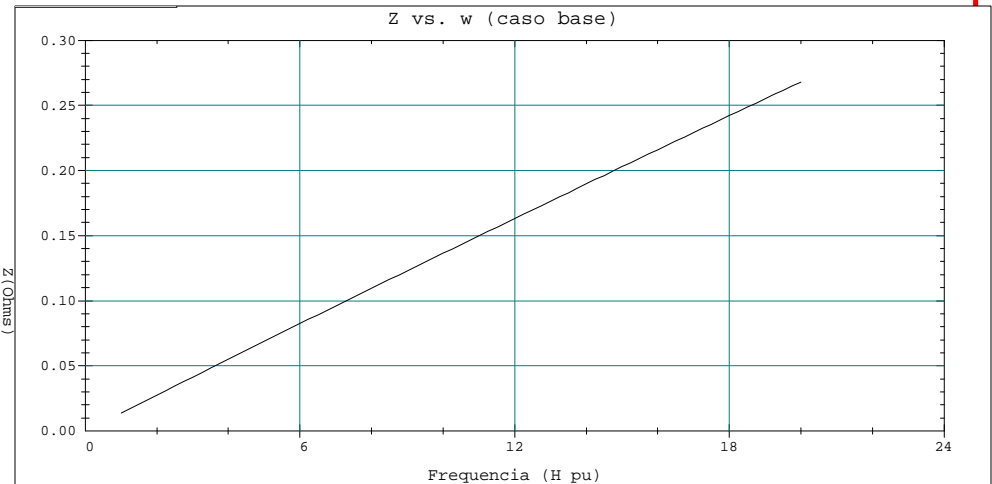
$|Z_{eq}|$ vs. ω

Circuito equivalente

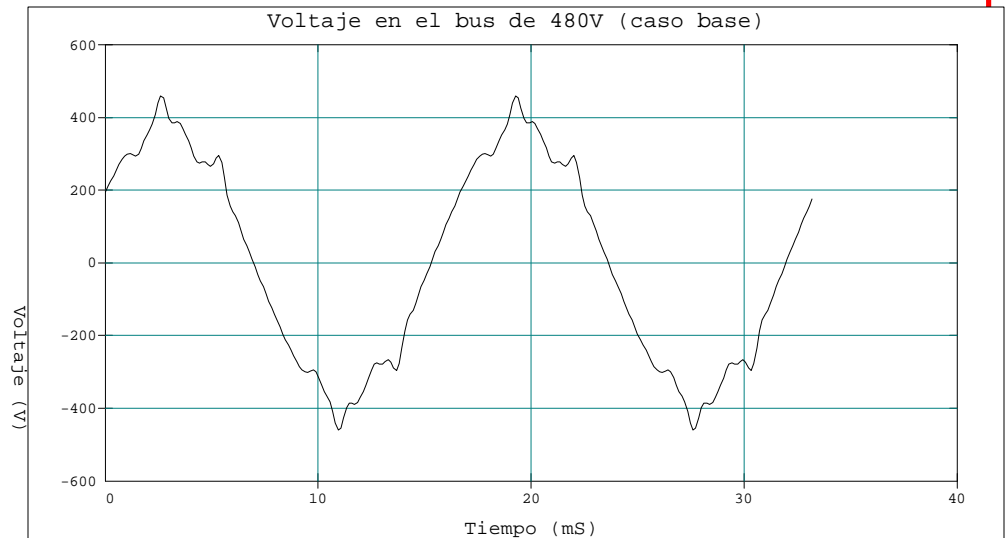


$$|Z_{eq}| = \omega L_{sc}$$

L_{sc} : Inductancia correspondiente al nivel de corto circuito calculado en el nodo donde se conectan los capacitores



V(t)

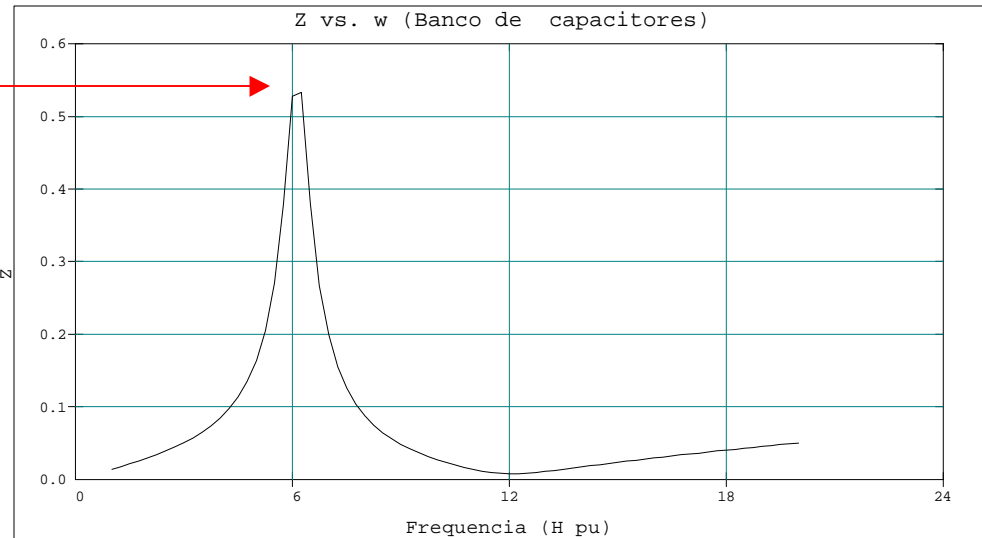
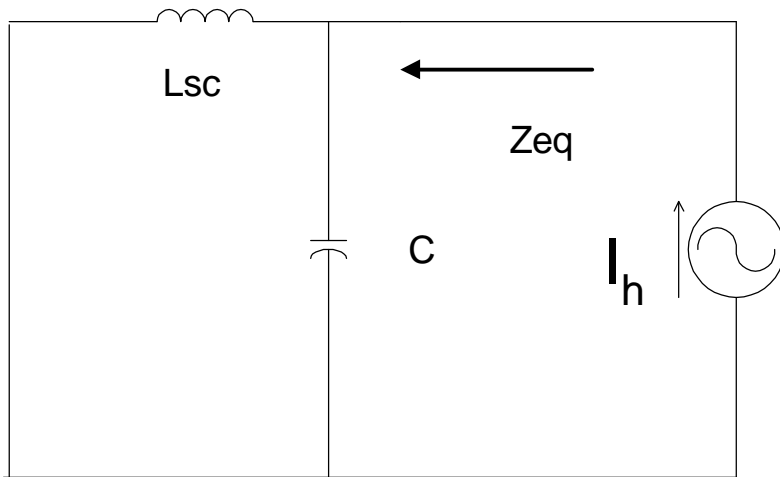


Conectando banco de capacitores (480V)

$|Z_{eq}|$ vs. ω

RESONANCIA

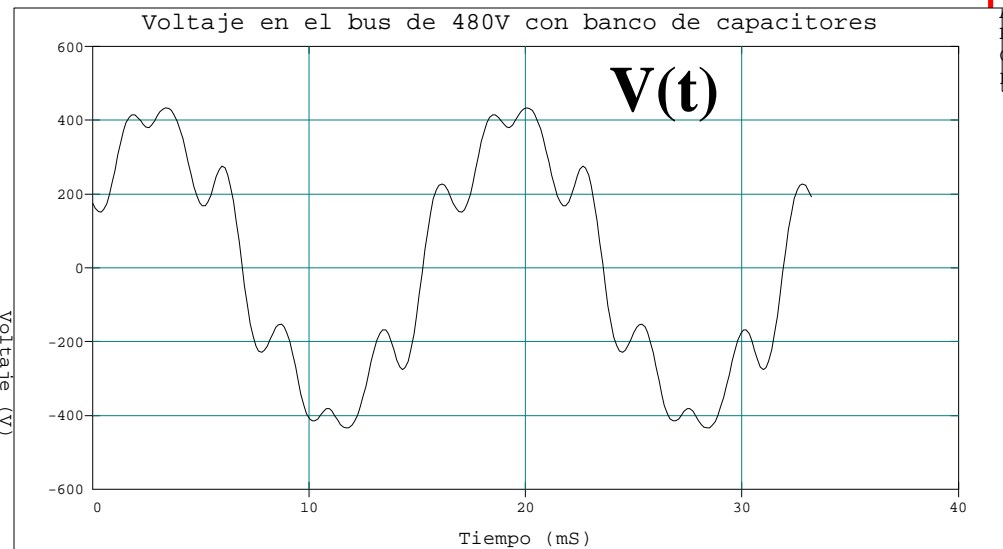
Circuito equivalente



h_r

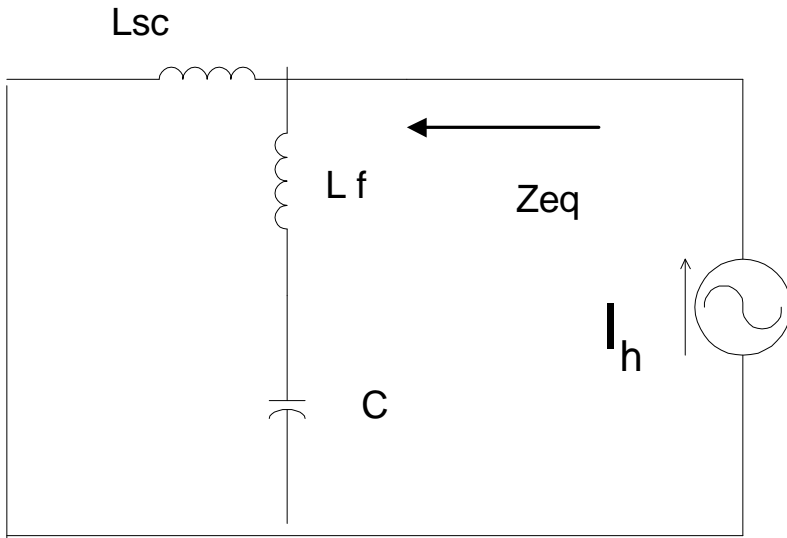
$$|Z_{eq}| = \frac{L_{sc} / C}{\omega L_{sc} - 1 / \omega C}$$

$$h_r = \sqrt{\frac{MVAsc}{MVAR}}$$

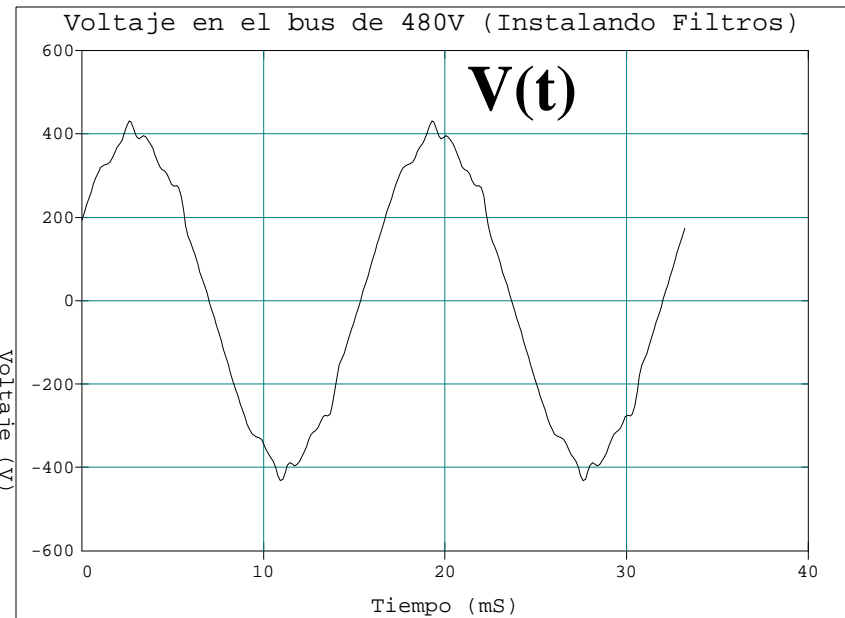
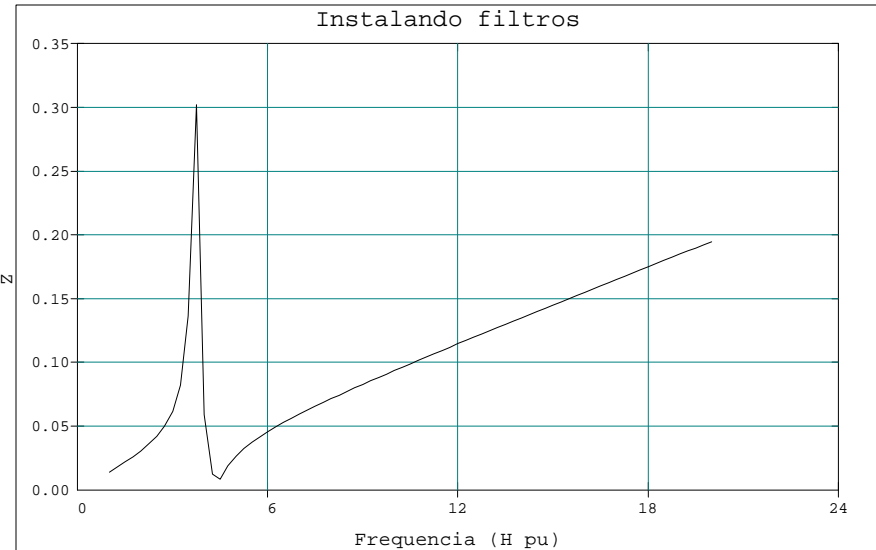


Instalando filtros (480V)

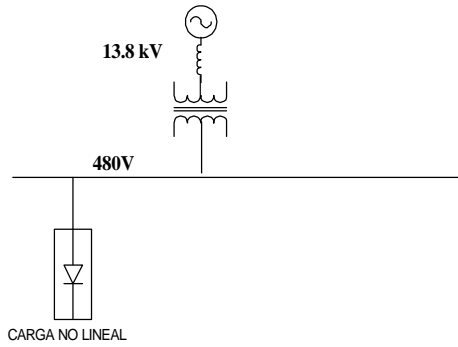
Z_{eq} vs ω



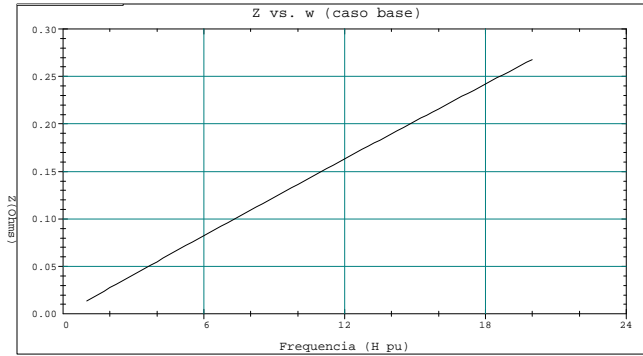
Circuito equivalente



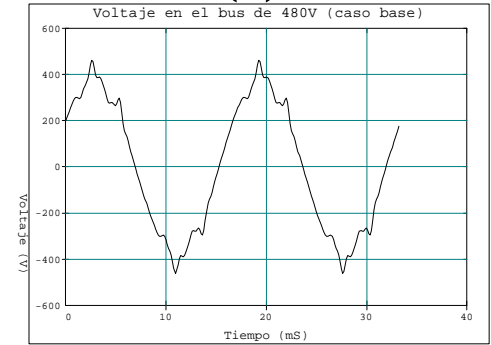
Sin corrección



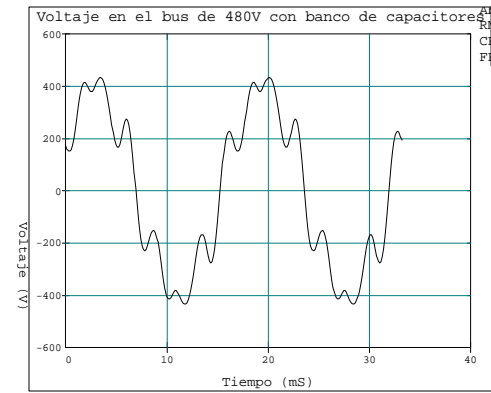
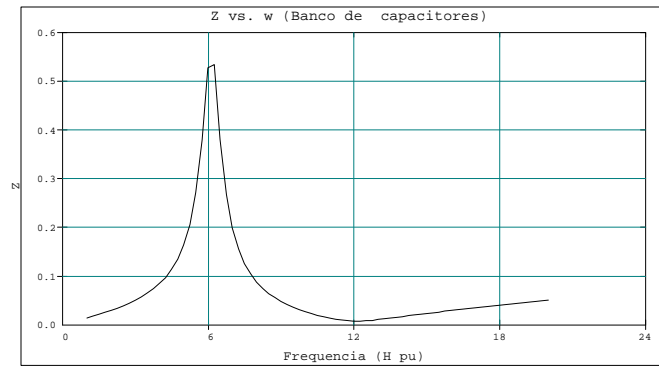
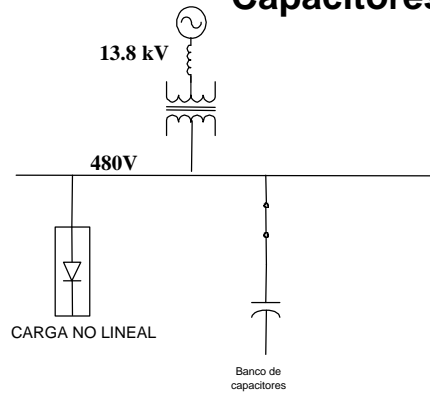
Z vs ω



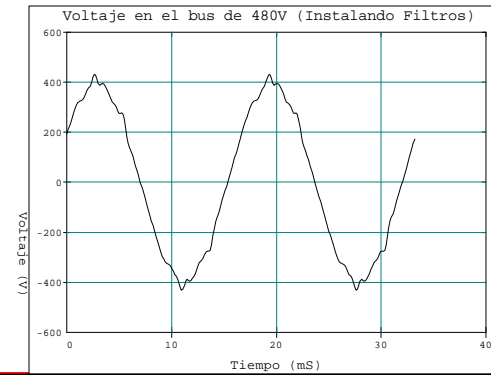
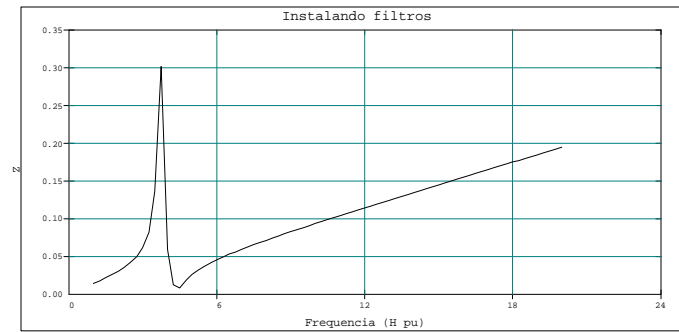
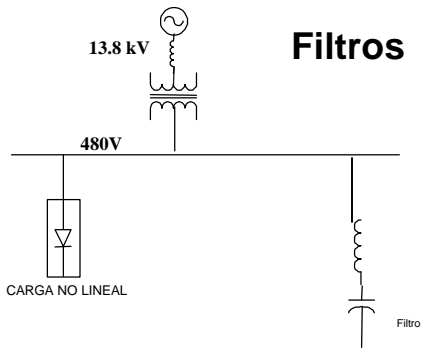
v(t)



Capacitores



Filtros



LABORATORIO DE CALIDAD DE ENERGIA ELECTRICA (I.T.E.S.M.)

EQUIPO PARA MEDICION DE ENERGIA

POWER LOGIC (SQUARE-D)

MEDIDORES ALPHA (ABB)

OMNIPOTENCIHORIMETRO

EQUIPO PARA MEDICION DE FENOMENOS QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA ENERGIA ELECTRICA

OSCILOSCOPIOS DIGITALES

POWER LOGIC

REGISTRADORES DE EVENTOS

SOFTWARE PARA ANALISIS DE SISTEMAS ELECTRICOS

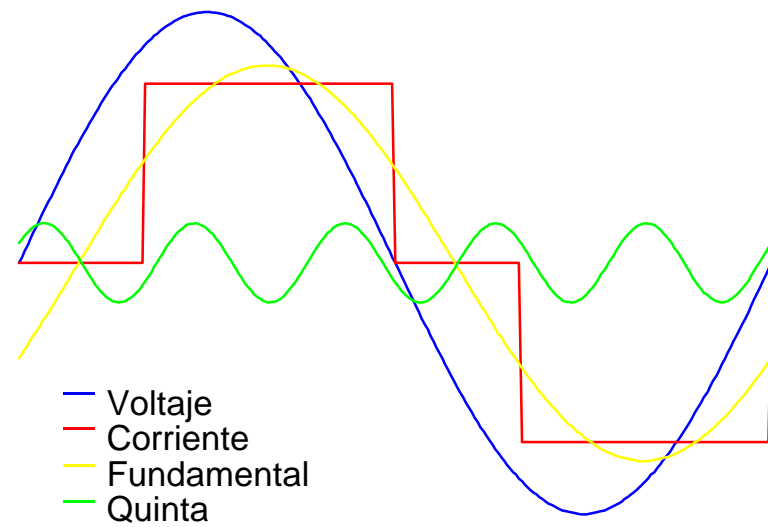
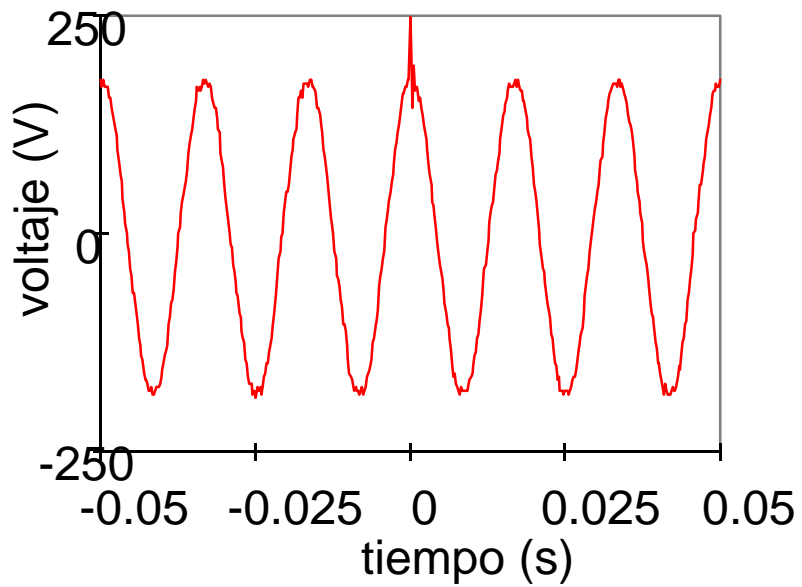
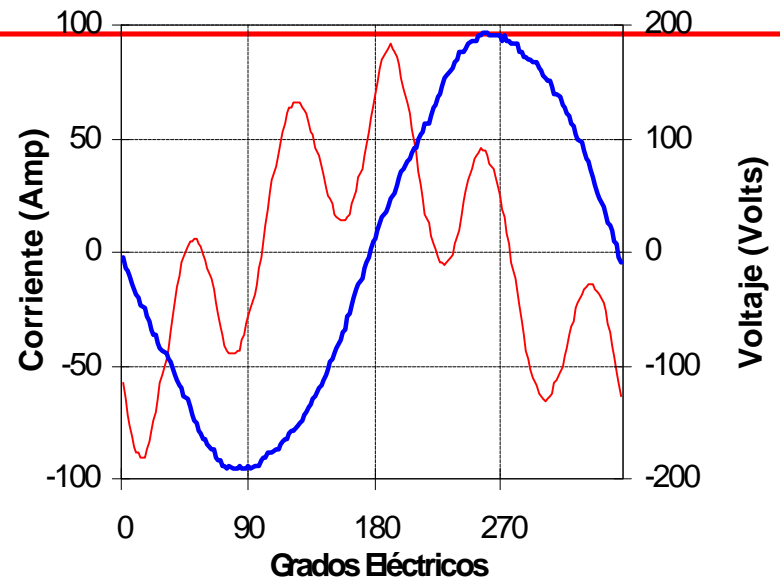
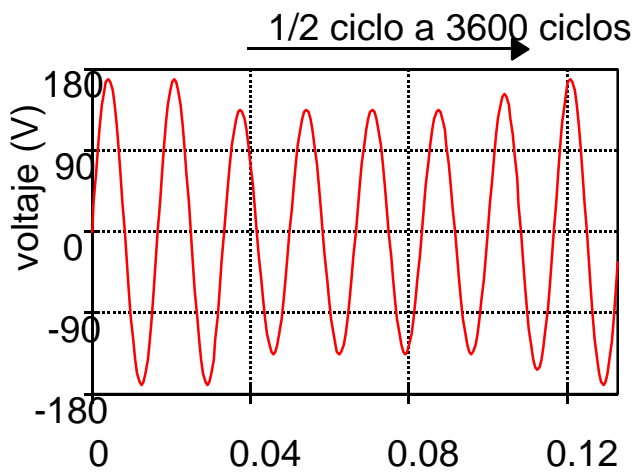
SYSTEM MANAGER

POWER TOOLS

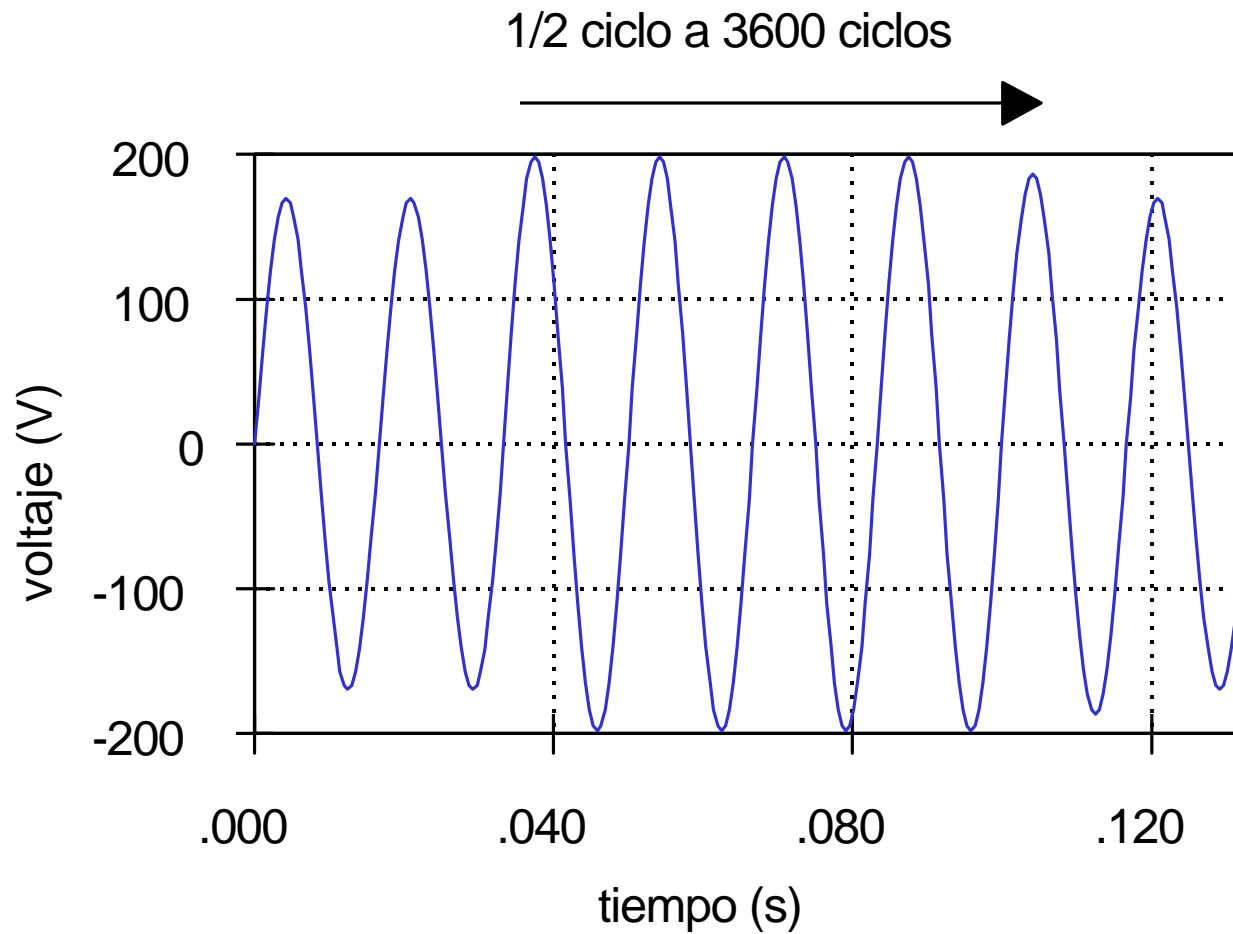
ETAP

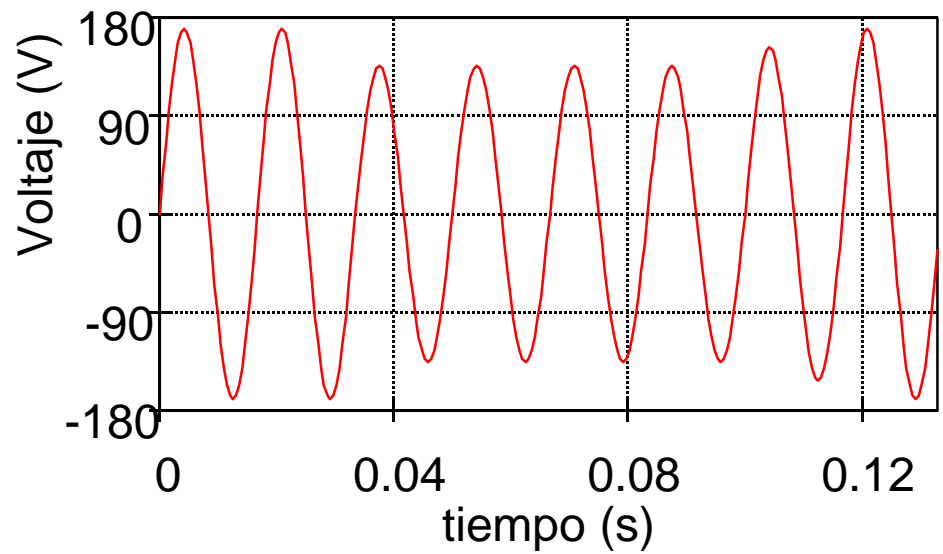
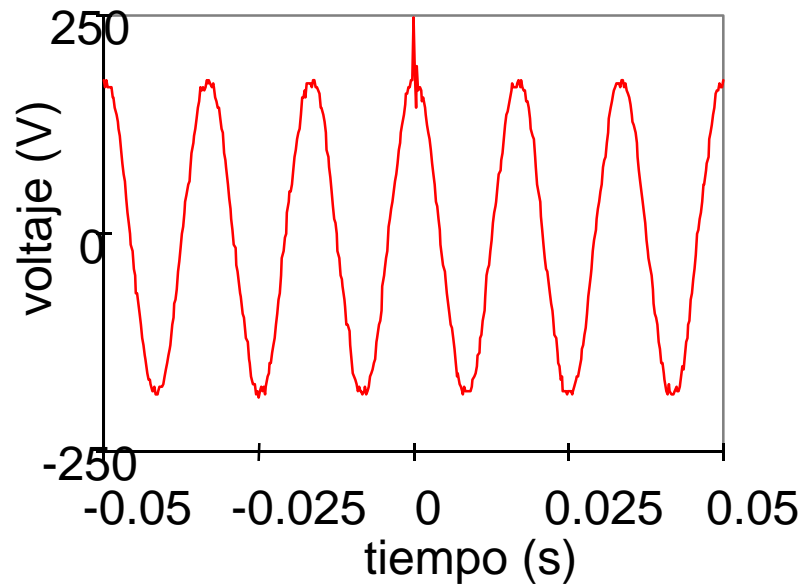
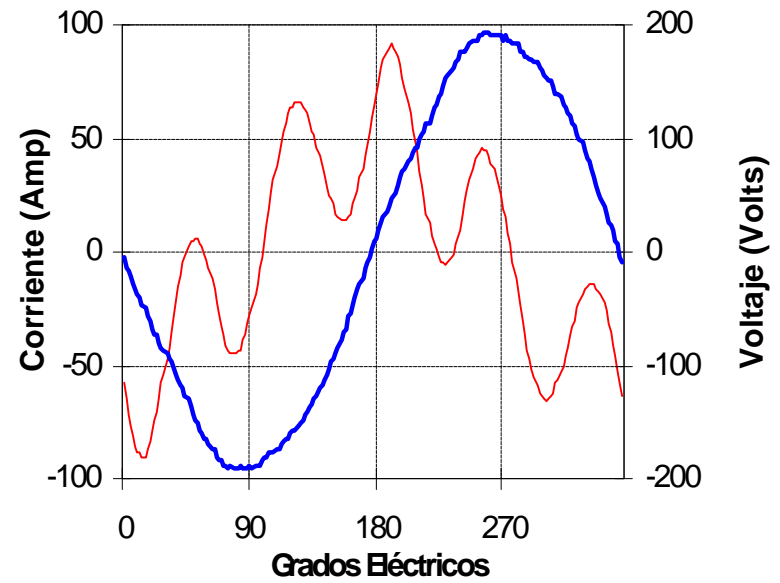
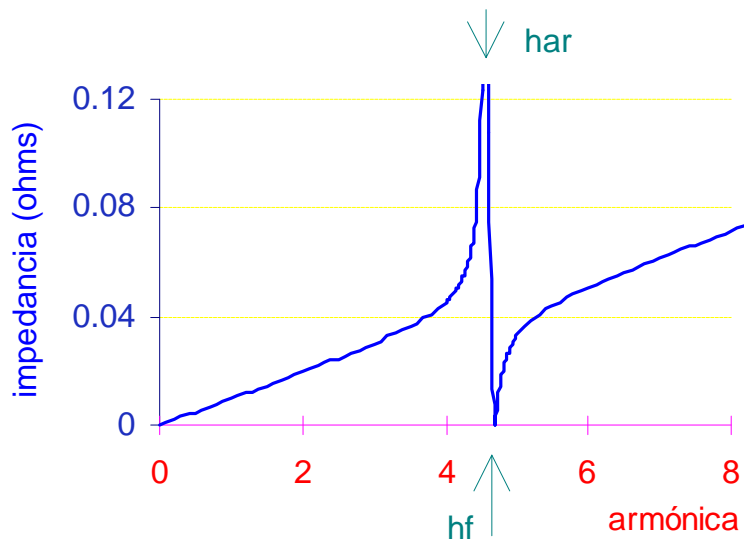
SUPERHARM

ATP

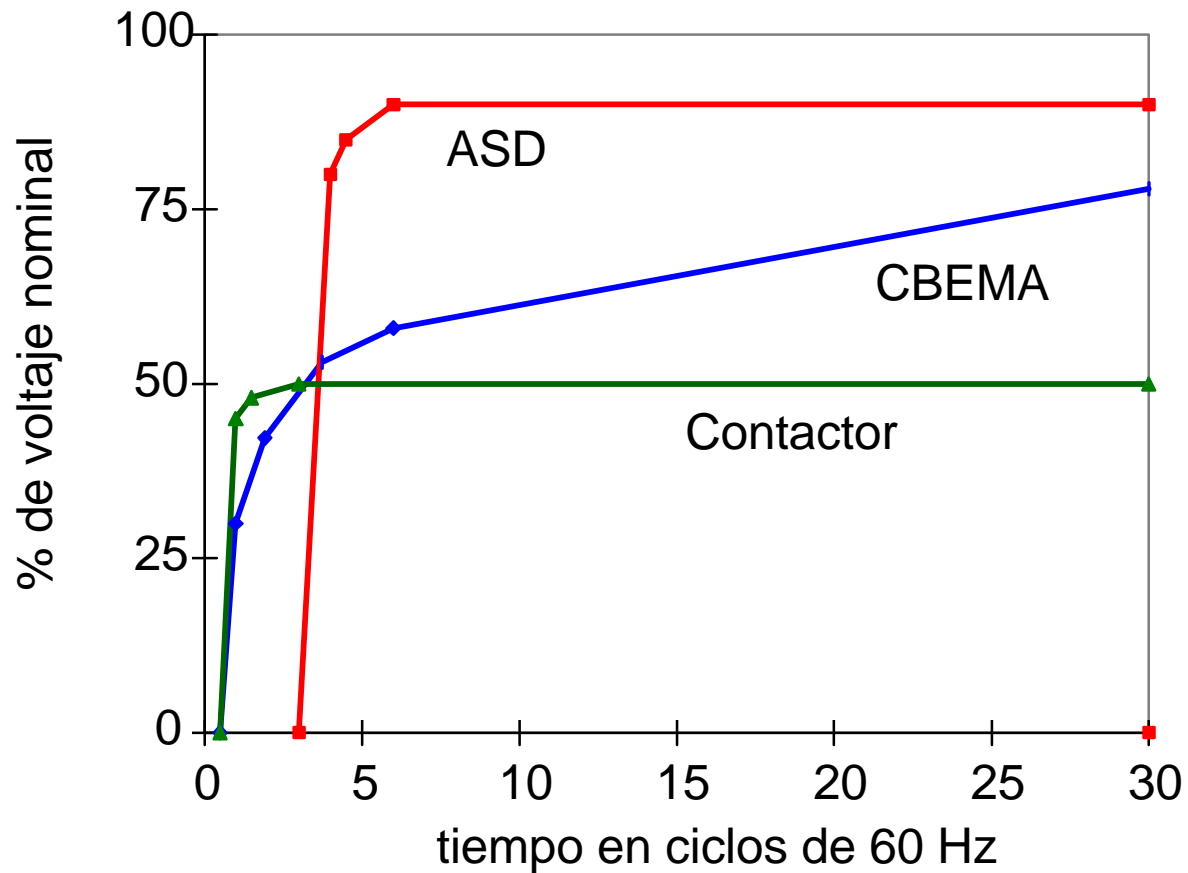


Incrementos momentáneos de voltaje (“swells”)





Límites de bajo voltaje para diferentes equipos



Ruido de modo común y de modo diferencial

