

Eficiencia, Gestión y Medición de la Energía Eléctrica en un Entorno Industrial

Ing. Carlos Blanc
Ing. Gonzalo Estivariz



Seminario Eficiencia Energética
25 de octubre de 2016
Centro Argentino de Ingenieros





Eficiencia Energética

- Práctica que tiene como objeto reducir el consumo de energía.
- Uso eficiente de la energía, de manera de optimizar los procesos productivos.
- Empleo de la energía utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios.
- Reducción del consumo
- Reducción de emisiones que afectan al medio ambiente.
- De todos los costos operativos, el energético es fácil de controlar, pero para su reducción es indispensable un control continuo, una gestión adecuada de la información y una asesoría energética efectiva.

- Mejora de la productividad

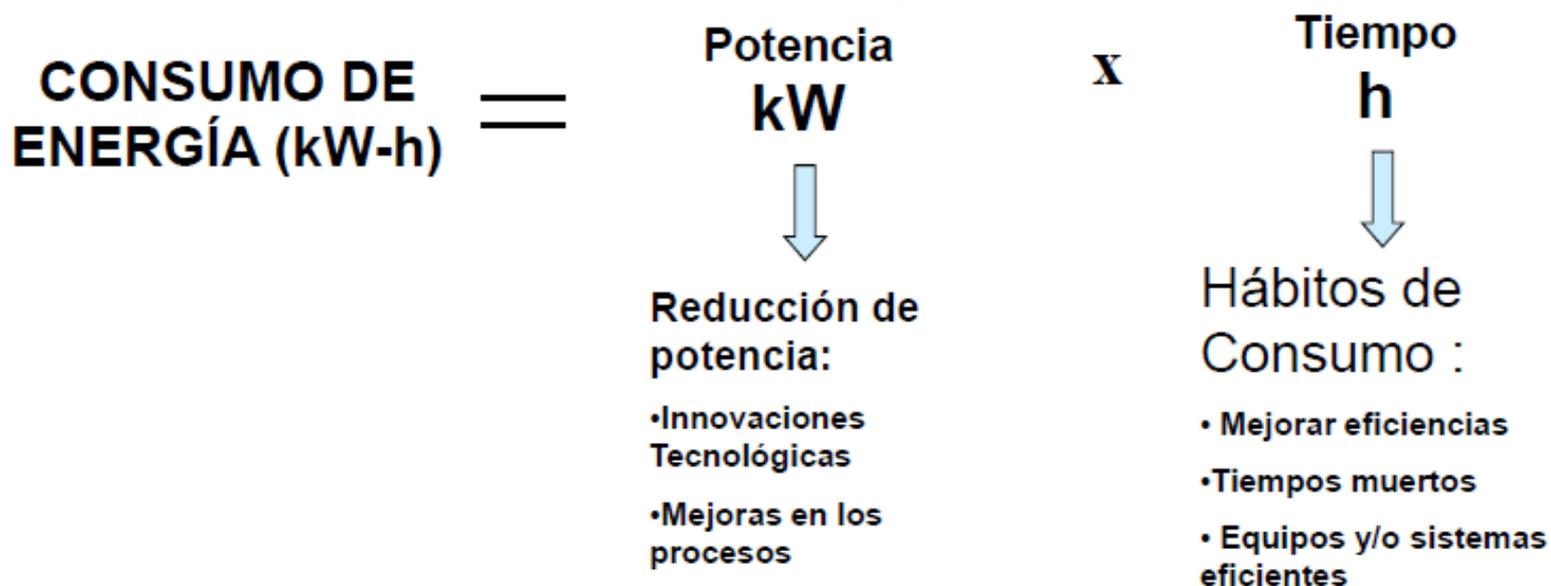
Las mejoras en la productividad se centran en optimizar el rendimiento de los equipos y de los procesos, facilitando un correcto mantenimiento.

- Disponibilidad y fiabilidad

La supervisión energética permite garantizar la continuidad del suministro, maximizar el tiempo operativo de su proceso productivo, y alcanzar los requerimientos de calidad y tiempos de respuesta.



COMO OPTIMIZAR EL CONSUMO DE ENERGIA





CICLO DE VIDA DE LA EFICIENCIA ENERGETICA



- **Medición y Diagnóstico energético**
- Estudio técnico de la planta, taller, empresa para verificar, comprobar si la gestión energética está optimizada.
- El estudio técnico explicará **si se puede ahorrar en gasto energético o no**. Y en caso de existir margen de ahorro **explicará donde y cómo** se puede conseguir.

Preliminar

- Ficha de identificación de la energía en el sitio.
- Consumo general de servicios.
- Relevamiento general de procesos.
- Definición de los objetivos del ahorro energético.



CICLO DE VIDA DE LA EFICIENCIA ENERGETICA

Evaluación in situ

- ⦿ Reuniones con los principales consumidores de energía.
- ⦿ Visita a las instalaciones y registro de las principales características.
- ⦿ Estimación prevista del ahorro energético potencial y del costo de las soluciones.
- ⦿ Presentación de las acciones para lograr la eficiencia energética y el retorno estimado de la inversión.

Propuesta de plan de acción:

- ⦿ Definición de soluciones para el ahorro energético.
- ⦿ Definición del plan de medición y verificación del ahorro.
- ⦿ Definición de los indicadores de desempeño correlacionados

Actuar sobre lo básico EE pasiva:

- ⦿ Dispositivos de bajo consumo.
- ⦿ Materiales aislantes.
- ⦿ Calidad de energía.
- ⦿ Disponibilidad de energía.
- ⦿ Automatizar y regular



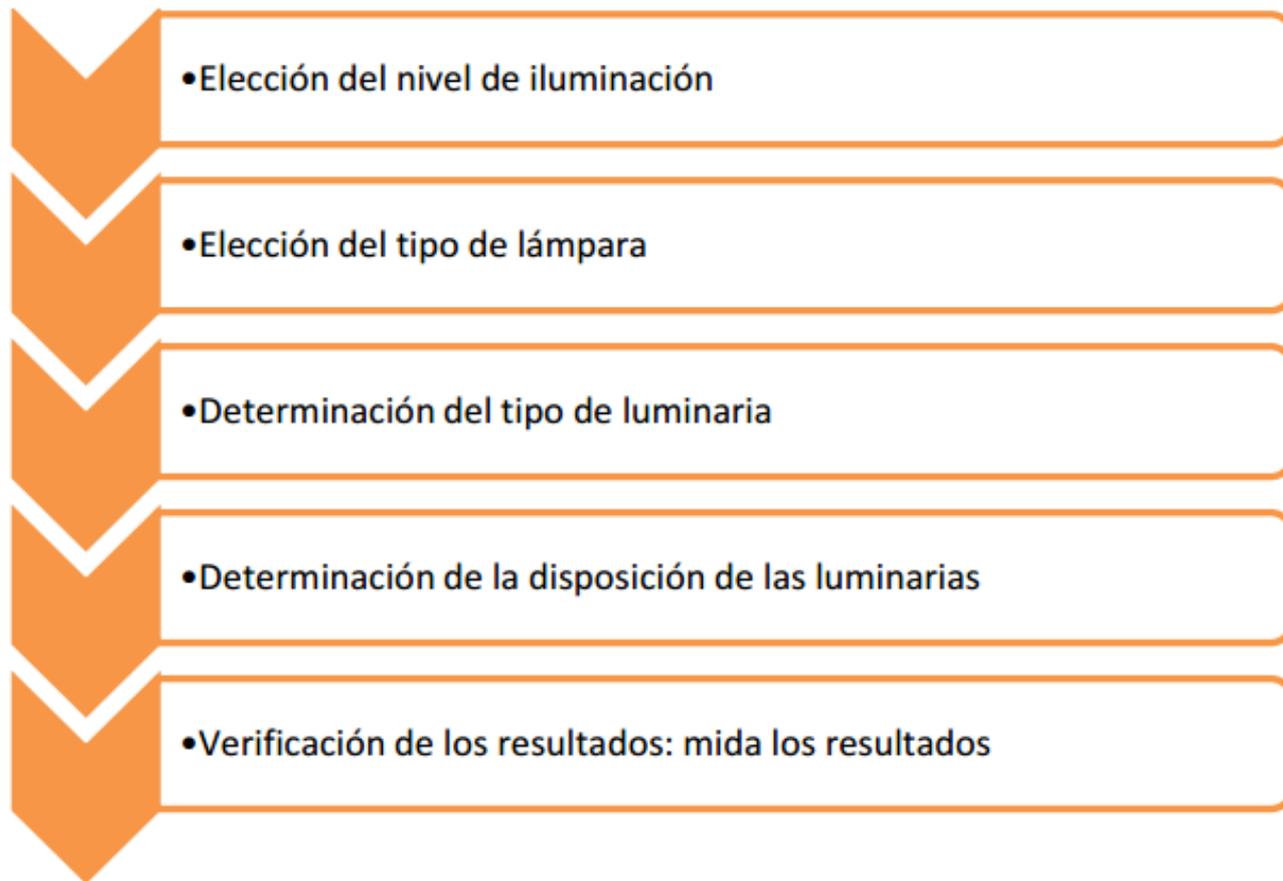
CICLO DE VIDA DE LA EFICIENCIA ENERGETICA

Implementar Soluciones EE activa

- ⦿ Corrección del factor de potencia
- ⦿ Instalación de equipos diseñados para ahorrar electricidad
- ⦿ Disminución de pérdidas por efecto Joule
- ⦿ Mejoras en iluminación
- ⦿ Instalación de relojes, detectores de presencia, interruptores crepusculares, interruptores temporales, etc.
- ⦿ Automatización y monitoreo remoto
- ⦿ Mejoras en climatización
- ⦿ Mejora de sistemas de regulación y control
- ⦿ Instalación de variadores de velocidad
- ⦿ Energía renovable
- ⦿ Monitoreo energético Implementación software, soporte, entrenamiento.



AHORRO Y EFICIENCIA EN ILUMINACIÓN





TIPOS DE LÁMPARAS

Tipo de Lámpara	Eficacia (Lm / W)	Vida Útil (horas)	Reproducción cromática R_a	Gama Potencias(W)
Incandescente Estándar	10-17	1000	100	15-2000
Halógena	16-25	2000	100	20-2000
Fluorescente	40-104	8000-12000	60-95	6-65
Fluorescente Compacta	50-87	6000-10000	80	5-200
Vapor Sodio Alta presión	80-120	8000-16000	20	33-1000
Vapor Sodio Baja presión	100-200	10000	0	18-180
Vapor de Mercurio	36-60	12000-16000	45	50-400
Vapor Mercurio con Halogenuros	58-88	5000-9000	70-95	70-3500
Inducción	65-72	60000	80	55-85
Led	70-100	50000-90000	60-80	3-100



iluminación según las Tareas

Tareas	Lux
Áreas trabajo en general	300
Áreas trabajo intermedio	500
Áreas trabajo fino	1000
Trabajos ultraprecisión	1500
Áreas de circulación	100
Baños y servicios	100
Diseño técnico	750
Oficinas	500
Procesos automáticos	200
Almacenes	200
Archivo	200
Reparación, inspección	500



Zonificación y Horarios

Zonificación y Horarios: •

- ⦿ el alumbrado debe estar suficientemente zonificado, de forma que las instalaciones estén divididas en zonas (interruptores) de forma razonable por funcionamientos afines: horarios, ocupación y aportación de luz natural para no incurrir en gastos extras de iluminación, al evitar alumbrar zonas desocupadas, o superar o no llegar a las necesidades reales de iluminación. •

-

Iluminación Localizada: •

- ⦿ Una lámpara junto a un puesto de trabajo permite poder prescindir, en algunos casos, de la iluminación general y puede facilitar que se cumplan las exigencias de cantidad de luz para tareas concretas.. •

-



ZONAS

De uso presencial: almacenes, archivos, comedores y vestuarios.

Exteriores de uso obligatorio por la oscuridad, alumbrado periférico y de parking.

Recepción y las zonas de paso.

Uso poco frecuente, servicios y vestuarios.

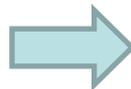
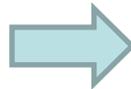
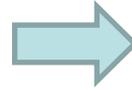
INTERRUPTORES

Instalar interruptores con pulsadores dotados de temporización

Control automático de encendido/apagado tipo regulador astronómico o fotocélula.
Detectores de movimiento en las luces de seguridad.
Temporizador para luces separadas.

Si se iluminan habitualmente, usar lámparas fluorescentes de bajo consumo.
Las lámparas dicróicas adecuadas para decoración y tiempos reducidos de uso.

Instalar detectores de infrarrojos para el control automático del alumbrado.
Instalar interruptores con pulsadores dotados de temporización.





AHORRO Y EFICIENCIA ENERGETICA EN MOTORES

En general en una industria más del 60% de la energía eléctrica se utiliza para alimentar motores aplicados a múltiples tareas.

Por esta razón, conseguir una elevada eficiencia en este campo supone unos ahorros importantes tanto energéticos como económicos.

- ⦿ **ELEGIR CORRECTAMENTE LA POTENCIA DE LOS MOTORES:**

El rendimiento máximo se obtiene cuando se opera entre el 75% y el 95% de su potencia nominal.

- ⦿ **CUANDO SEA POSIBLE UTILIZAR MOTORES DE ALTA EFICIENCIA:**

Son motores que transforman prácticamente toda la energía eléctrica que consumen en energía mecánica. Consumen menos electricidad a una carga dada, son más fiables y tienen menos pérdidas que un motor normal.

3 A 3,5 % MEJORA EN RENDIMIENTO
ALREDEDOR DE 20 A 25 % MÁS CAROS
4 – 5 MESES RECUPERO DE INVERSION



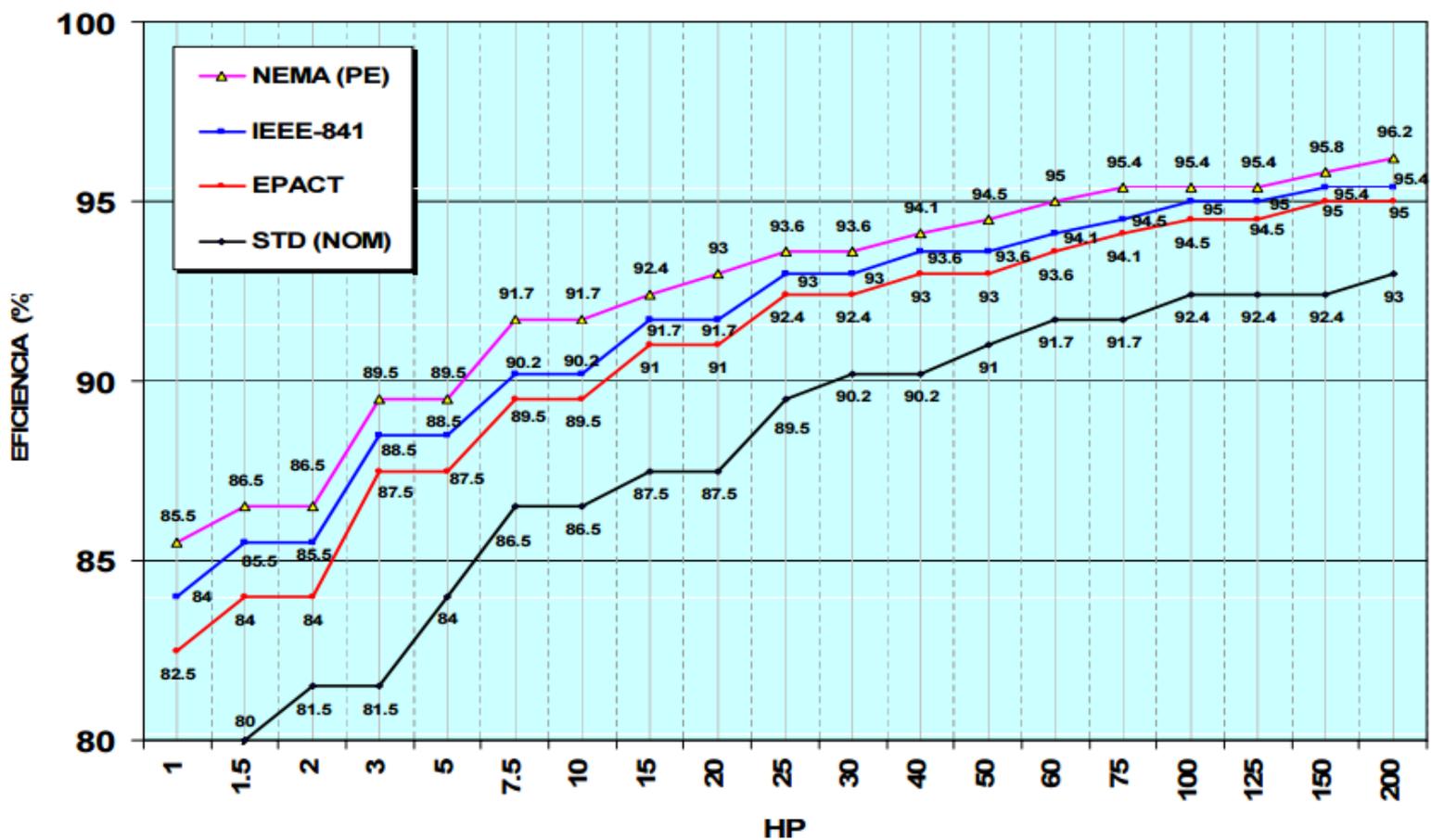
AHORRO Y EFICIENCIA ENERGETICA EN MOTORES

¿Cómo se mejora la eficiencia del motor?

- ◉ Acero al silicio usado en paquetes de laminación con mejores propiedades magnéticas
- ◉ Calibre de la lámina más delgada
- ◉ Mayor longitud del núcleo
- ◉ Reducción de la distancia del entrehierro
- ◉ Diseño eficiente del sistema de enfriamiento y ventilador
- ◉ Mayor cantidad de cobre en bobinas
- ◉ Mayor sección transversal de los conductores
- ◉ Tipo de rodamientos (antifricción)

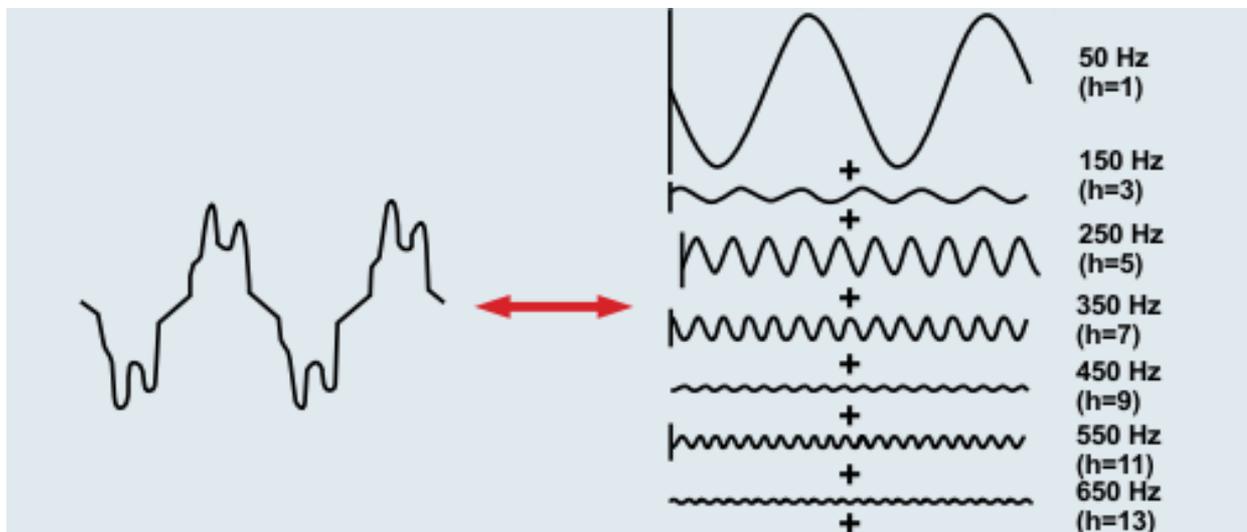


COMPARACION DE VALORES DE EFICIENCIA NORMALIZADOS 4 POLOS





ARMÓNICOS



Las cargas no lineales tales como: rectificadores, inversores, variadores de velocidad, hornos, equipos electrónicos etc; absorben de la red corrientes periódicas no senoidales.



ARMÓNICOS PROBLEMAS

- Envejecimiento de la aislación
- Sobrecalentamientos en los conductores especialmente en el neutro de las instalaciones
- Disparos intempestivos de Interruptores automáticos y diferenciales.
- Disminución del factor de potencia de una instalación y envejecimiento e incluso destrucción de las baterías de condensadores utilizadas para su corrección
- Acoplamientos en redes de telefonía y de datos.
- Deterioro de la forma de onda de la tensión, y consiguiente malfuncionamiento de los aparatos eléctricos.
- Degradaciones del aislamiento de los transformadores, pérdida de capacidad de suministro de potencia en los mismos



ANALIZADORES DE REDES

- ◉ Diseñados para ser instalados de forma muy sencilla en cualquier instalación
- ◉ Totalmente adaptable a cualquier tipo de medida requerida.
- ◉ Disponen de una memoria interna donde se guardan todos los parámetros deseados, totalmente programables.
- ◉ Gran variedad de modelos que exportan o muestran los parámetros eléctricos directa o indirectamente a través de displays y pueden transmitir por sistemas de comunicaciones todas las magnitudes eléctricas medidas y/o calculadas.



ANALIZADORES DE REDES

Ahorrar •

- ⦿ Detectar y prevenir el exceso de consumo (kW·h) •
- ⦿ Analizar curvas de carga para ver dónde se produce la máxima demanda de energía. •
- ⦿ Detectar la necesidad de instalación de una batería de condensadores, así como su potencia. •
- ⦿ Detectar problemas de medición en los contadores de energía.

Prevenir

- ⦿ Ideales para realizar mantenimientos periódicos del estado de la red eléctrica, tanto en baja como en media tensión
- ⦿ ver curvas de arranque de motores
- ⦿ detectar posibles saturaciones en los transformadores de potencia
- ⦿ Ver y registrar cortes de alimentación
- ⦿ Ver deficiente calidad de suministro eléctrico, etc.



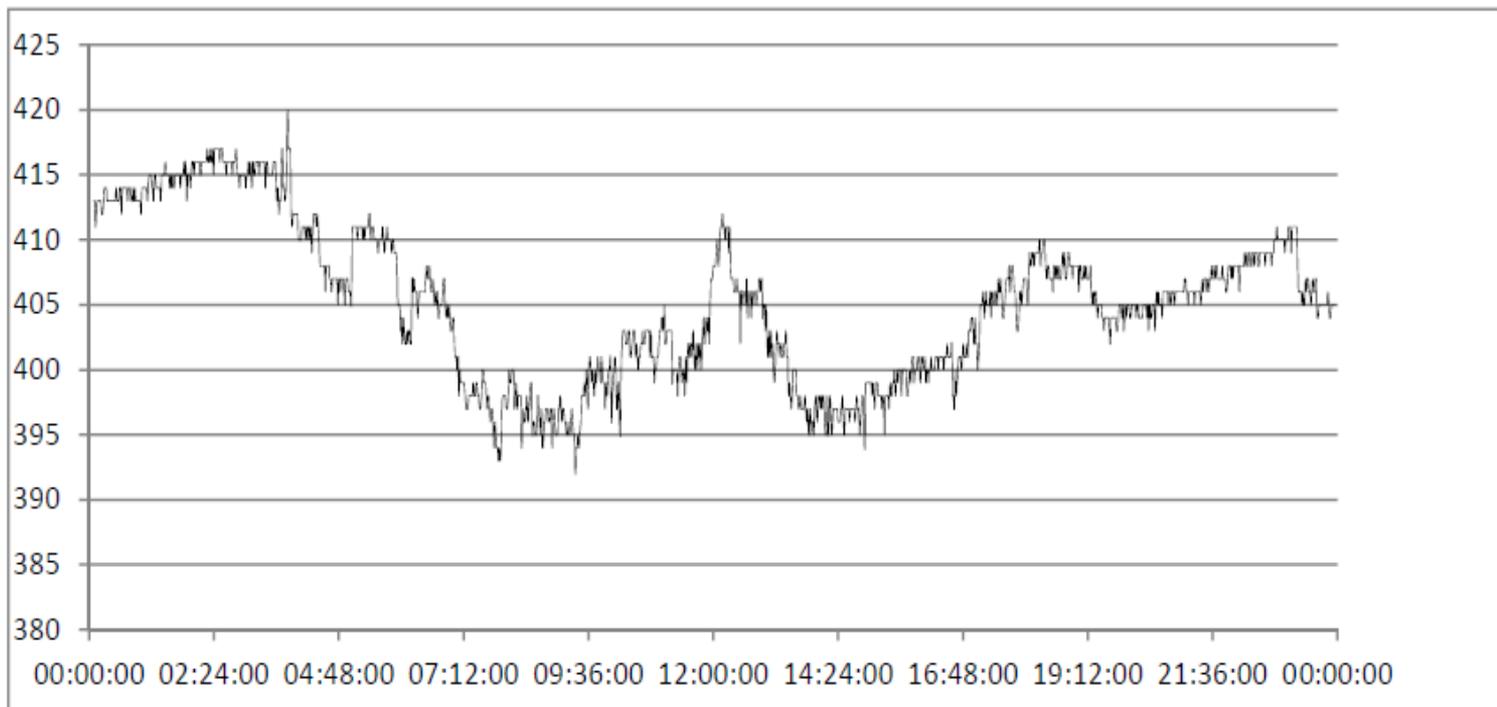
ANALIZADORES DE REDES

Estudiar

- ⦿ Analizar dónde tenemos un problema en la red eléctrica,
- ⦿ solucionar problemas de disparos intempestivos,
- ⦿ fugas diferenciales,
- ⦿ calentamiento de cables,
- ⦿ resonancias,
- ⦿ armónicos,
- ⦿ perturbaciones,
- ⦿ flicker,
- ⦿ desequilibrios de fases



Variación tensión de red





MEDIDORES ANALIZADORES DE PANEL



PARAMETERS	TOT	L1	L2	L3	N
Phase-neutral Voltage [V]
Phase-phase Voltage [V]		L1-L2	L2-L3	L3-L1	
Current [A]
Power Factor
Frequency [Hz]		.			
Average Current [A]		.	.	.	
Maximum Demand Current [I]	
Active Power [kW]	.		.	.	
Reactive Power [kvar]	
Apparent Power [kVA]	
Average Active Power [kW]	.				
Average Reactive Power [kvar]	.				
Average Apparent Power [kVA]	.				
Maximum Demand Active Power [kW]	.				
Maximum Demand Reactive Power [kvar]	.				
Maximum Demand Apparent Power [kVA]	.				
Positive (Imported) Active Energy [kWh]	.				
COG-negative (Exp.) Active Energy [kWh]	.				
Positive Reactive Energy [kvarh]	.				
COG-negative Reactive Energy [kvarh]	.				
Apparent Energy [kVAh]	.				
Current Thd%	
Voltage Thd%	

Model HARMO

HARMONIC ORDER (k=1..25 @ 50Hz - k=1..20 @ 60Hz)	L1	L2	L3
Harmonic Voltage V _k	.	.	.
Harmonic Current I _k	.	.	.



MULTIMEDIDOR

- Tensión (fase-fase y fase-neutro)
- Frecuencia
- Corriente (por fase y trifásicas)
- Potencia activa (por fase y trifásicas)
- Potencia reactiva (por fase y trifásicas)
- Potencia aparente (por fase y trifásicas)
- Factor de potencia (por fase y trifásicas)
- THD (por tensión de fase y corriente, hasta el orden 31)
- Demanda activa (media y máxima)
- Demanda aparente (media y máxima)
- Energía activa (positiva y negativa)
- Energía reactiva
- Potencia reactiva (positiva y negativa)
- Máximo (tensión y corriente trifásicas)



Precisión

- Tensión, corriente, y potencia: 0,2% *
- Factor de potencia: 0,5%
- Frecuencia: 0,1 Hz
- Energía: 0,5%
- THD: < 3%



ANALIZADORES DE ALTA PRESTACIÓN



- Clase de precisión 0,2S y 0,5S
- Puertos Ethernet duales para conexión Daisy Chain – menos cableado e instalación más sencilla.
- Webserver integrado para visualización en tiempo real e información registrada.
- Registro de datos localizados en la memoria no volátil, garantizan que la información no se pierda durante una posible interrupción energética o de comunicación.
- Tarifas múltiples que le dan flexibilidad en su estructura de medida.
- Armónicos individuales, además de THD y TDD para ayudar a localizar el origen de las perturbaciones.
- Pantalla gráfica con navegación de menús intuitiva con información fácil de localizar y entender.
- Diseño compacto, dos clips de montaje.
- 4 entradas para TI
- Reloj tiempo real con una batería de soporte

ANALIZADORES PORTATILES



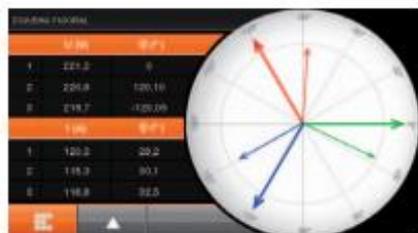
- Registrador portátil y robusto para aplicaciones de campaña en campo.
- Memoria de estado sólido no volátil y fija .
- Transductores de Corriente flexibles
- Autonomía de funcionamiento sin suministro de red
- Reducidas dimensiones: 240x170X72mm.
- Capacidad de Medida: 4 canales de tensión + 4 canales de corriente.
- Medición de Flicker (Pst y Plt)
- Análisis Armónico e Inter-Armónico de tensión y corriente,
- Exactitud de referencia horaria:<1 minutos/año.
- Capacidad de registro: >80 días/10min. Más de 1400 parámetros por Intervalo.
- Modos de Registro y Reporte, configurable a la necesidad de trabajo
- Pantalla táctil de gran sensibilidad.
- Generación de Reportes de Datos, Diagramas y Gráficos.
- Generación de Reportes de Calidad personalizables.



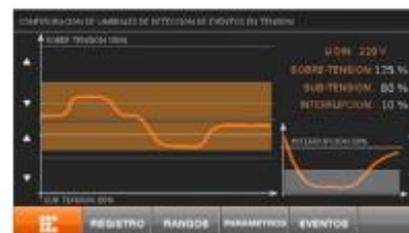
PANTALLAS



	1	2	3
P(W)	15,23 k	21,76 k	18,66 k
Q(VAr)	4,220 k	6,242 k	2,465 k
D(VArH)	2,758 k	5,874 k	4,606 k
S(VA)	16,04 k	23,90 k	19,38 k



	TENSION	CORRIENTE
U1	221,25 V	I1 120,54 A
U2	220,81 V	I2 115,32 A
U3	219,72 V	I3 118,85 A
U4	1,86 V	I4 15,24 A







GESTION: Encuadre tarifario

- Compra: T1 (<10kW),
T2 (>10kW y <50kW)
- T3 >50kW <300kW (BT – MT - AT)
- T3 >300kW (BT – MT – AT)
- Cargo por Potencia (fijo)
- Cargo por Energía (variable)
- A resolver entre el Ingeniero Electricista y el Gerente Operativo



GESTION: Encuadre tarifario

- Cargo por Potencia (fijo)
 - Potencia en Punta
 - Potencia en Fuera de Punta
- Cargo por Energía (variable)
 - Energía en Horas Punta
 - Energía en Horas Resto
 - Energía en Horas Valle Nocturno

TARIFAS EDESUR – abril de 2016

TARIFA 2 - Medianas demandas.

TARIFA	CONCEPTO	UNIDAD	NORMAL	CARGO RES. 347
T2	Cargo Fijo	\$/KW-mes	69,92	22% <small>Sobre cargo de Potencia</small>
	Cargo Variable	\$/KWh	0,642	

TARIFA 3 - Grandes demandas < 300 kW.

TARIFA	CONCEPTO	UNIDAD	NORMAL	CARGO RES. 347
T3 - BT < 300	Por potencia en:	\$/KW-mes		<small>Sobre cargos de Potencia</small>
	Punta		75,48	20%
	Fuera de punta		66,79	20%
	Por energía en:	\$/KWh		
	Punta		0,369	
T3 - MT < 300	Resto		0,364	
	Valle		0,358	
	Por potencia en:	\$/KW-mes		<small>Sobre cargos de Potencia</small>
	Punta		37,24	37%
	Fuera de punta		40,31	37%
T3 - AT < 300	Por energía en:	\$/KWh		
	Punta		0,350	
	Resto		0,346	
	Valle		0,341	
	Por potencia en:	\$/KW-mes		<small>Sobre cargos de Potencia</small>
T3 - BT > 300	Punta		7,99	37%
	Fuera de punta		5,47	37%
	Por energía en:	\$/KWh		
	Punta		0,336	
	Resto		0,332	
T3 - AT > 300	Valle		0,327	

TARIFA 3 - Grandes demandas > 300 kW.

TARIFA	CONCEPTO	UNIDAD	NORMAL
T3 - BT > 300	Por potencia en:	\$/KW-mes	
	Punta		75,48
	Fuera de punta		66,79
	Por energía en:	\$/KWh	
	Punta		0,878
T3 - MT > 300	Resto		0,873
	Valle		0,868
	Por potencia en:	\$/KW-mes	
	Punta		37,24
	Fuera de punta		40,31
T3 - AT > 300	Por energía en:	\$/KWh	
	Punta		0,835
	Resto		0,830
	Valle		0,825
	Por potencia en:	\$/KW-mes	
T3 - BT > 300	Punta		7,99
	Fuera de punta		5,47
	Por energía en:	\$/KWh	
	Punta		0,800
	Resto		0,796
T3 - AT > 300	Valle		0,791



GESTION: Encuadre tarifario

CANTIDAD	CONCEPTO FACTURADO	VALOR UNITARIO	IMPORTE
	Cargo Fijo		3,671.43
500	Cap.Sum.Horas Punta	27.68000	13,840.00
500	Cap.Sum.Horas Fuera Punta	22.64000	11,320.00
500	Cargo Fijo Pot.Adquirida	10.81000	5,405.00
60,000	Consumo Horas Restantes	0.91320	54,792.00
21,000	Consumo Horas Valle Nocturno	0.90770	19,061.70
15,000	Consumo Horas Punta	0.91800	13,770.00
	SUBTOTAL		121,860.13
	Bonif.Dcto.7268/04 4%		-4,874.41
	Mora Fact.Ant. 54920829		2,695.66
	Contribucion Municipal 8,6956		10,407.01
	SUBTOTAL		130,088.39
	I.V.A. 27 %		35,123.87
	I.V.A. Resolucion 3337		3,902.65
	Tasa A.P.Ord.Mun.35598 15,00%		19,108.91
	Redondeo Fac.Ant. 54959656		-1.13
	Redondeo 2do.Vto. 20160916		-1.39
	Redondeo Fac.Actual 55014510		-1.30
IMPORTE TOTAL - PESOS			188,220.00



GESTION: Encuadre tarifario

- Impuestos:
 - Excepción Ingresos Brutos (Industrias)
 - Excepción Tasa Alumbrado Público (ubicación)
 - Subsidios (Resol. Conjunta junio 2016)
 - Ubicación de la industria (Tasa Municipal)

Bonif. Dcto. 7268/04 4%		-4,874.41
Mora Fact. Ant. 54920829		2,695.66
Contribucion Municipal 8,6956		10,407.01
	SUBTOTAL	130,088.39
I.V.A. 27 %		35,123.87
I.V.A. Resolucion 3337		3,902.65
Tasa A. P. Ord. Mun. 35598 15,00%		19,108.91



GESTION: Encuadre tarifario

- Corrección del Factor de Potencia
 - Corrección manual / automática
 - Bancos fijos
 - Baja tensión y media tensión
 - Armónicos (Medición y filtros)
 - Por qué corregir
 - Multa y amortización
 - Seguridad de los equipos (explosión)



GESTION: Eficiencia

- Motores de alta eficiencia
 - Reducción de los niveles de ruido y vibración
 - Aumento de los niveles de eficiencia energética y térmica
 - Crecimiento de las aplicaciones con velocidad variable a través de la utilización de convertidores de frecuencia
 - Puede reducir las pérdidas de energía entre 10% y 40%
 - Hasta el 97% de rendimiento.



GESTION: Eficiencia

- Automatización de Procesos
 - Relés inteligentes
 - Control programable pequeño
 - Plataformas de automatización
 - Sistemas SCADA
 - Información para gestión
 - Históricos
 - Información on-line (Supervisión y Control)
 - Mejora continua



GESTION: Eficiencia

- Reemplazo de Luminarias
 - Incandescente
 - Flourescentes
 - Fluorescentes Compactas
 - Sodio Alta Presión (A⁰P⁰)
 - Mercurio (industria)
 - Mercurio Halogenado (respuesta de color)
 - LED, Tener en cuenta:
 - Color (calidez)
 - Duración
 - Uso interior, exterior, especial (cámaras de frío)



GESTION: Eficiencia

- Automatización de Iluminación
 - Interruptor crepuscular
 - Interruptor horario
 - Sensor de movimiento
 - Balastos atenuables
 - Atenuación automática por compensación de luz natural
 - Luminarias de alta eficiencia óptica
 - Utilización de energías renovables
 - Tableros inteligentes para automatización y control de escenas.



GESTION: Eficiencia

- Eficiencia en los procesos
 - Uso de sensores y actuadores
 - Uso de PLC y plataformas de comunicación
 - Análisis de procesos, alarmas y tendencias
 - Sistema SCADA en Control de planta
 - HMI en piso de la planta
 - Gestión de proceso y eficiencia en energía
 - Gestión de capacidad, sobrecarga y mantenimiento.
 - Garantizar alta calidad y alto rendimiento
 - Contar con información on-line



GESTION: Eficiencia

- Variación de Velocidad
 - Bombas de agua
 - Ventiladores (Extracciones)
 - Escaleras mecánicas
 - Cintas transportadoras
 - Ascensores
 - Agitadores
 - Mezcladores
 - Compresores (Aire Acondicionado VRV)
 - Máquinas de corte (aserraderos)
 - Trituradoras



GRACIAS !