



**1^{ER} ENCUENTRO SOBRE
CALIDAD DE ENERGÍA**
COLOMBIA • 2024

Tema:

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

Jairo Flechas
Gerente General
Genelec de Colombia

Federico Castro
Director de Data centers y Calidad de energía
Cummins de los Andes

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

Problemática:

Problemas asociados a la calidad del servicio de energía eléctrica, especialmente con elevaciones y caídas de tensión de corta duración (Sags), Armonicos de tensión y corriente, cortes de energía y hasta sanciones por consumos de energías reactivas (*inductivas y capacitivas*).



**Con Buena
Calidad de Potencia**

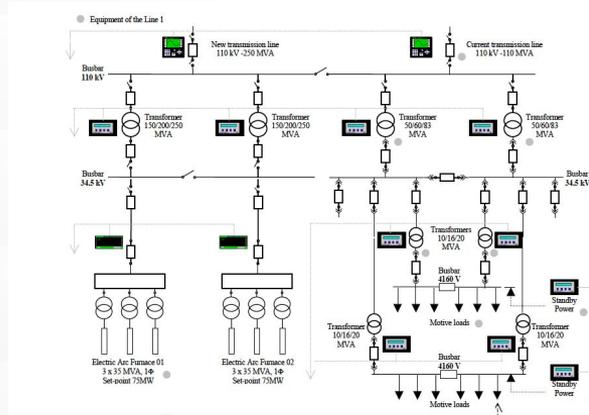


**Con Mala
Calidad de Potencia**

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

Metodología de Solución:

Determinar las causas raíz del problema,
por medio de diagnóstico energético
con mediciones de calidad de potencia, termografía,
actualización de planos unifilares,
verificación del sistema de puesta a tierra, etc.



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

Objetivo:

Normalmente se atacan los síntomas y no las causas de los problemas técnicos, pues no son fáciles de identificar, algunos problemas son recurrentes y otros aleatorios.

En muchas ocasiones se afecta solo un circuito o una parte de un equipo, **el cual puede afectar todo un proceso**, y aunque muchos proveedores ofrecen buenas soluciones, muchas de estas son centralizadas, las cuales corrigen los problemas de manera sectorizada y más costosa.

Logros:

Con la experiencia desarrollada en más de 1 000 casos exitosos en Latinoamérica, hemos podido establecer las causas raíz de problemas **e implementar soluciones enfocadas, prácticas y de menor costo**, y más fácil implementación que las propuestas por otros proveedores.

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

¿ QUE ES CALIDAD DE POTENCIA ?

Norma ICONTEC NTC 5001 de 2008



*"Es el conjunto de características de la **electricidad**, en un punto dado de un sistema de potencia y en un momento determinado, que permiten satisfacer las necesidades requeridas por el usuario de la electricidad".*

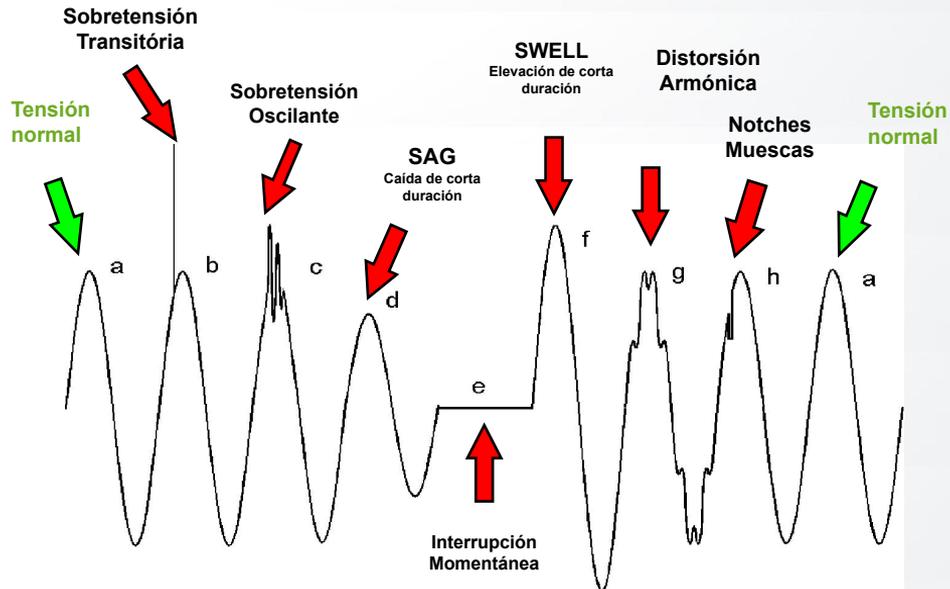
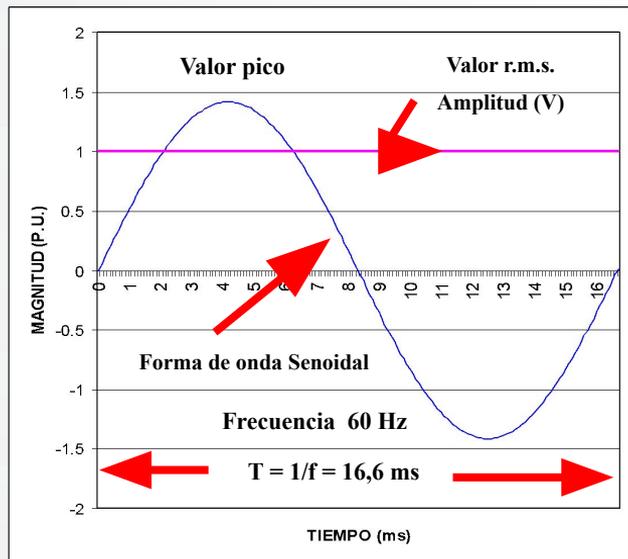
Estas características son evaluadas con respecto a un conjunto de parámetros técnicos de referencia.
Que es la Norma Técnica

"Energía eléctrica de buena calidad es aquella que garantice el funcionamiento continuo, adecuado y seguro de los equipos eléctricos y los procesos, sin afectar, el medio ambiente ni el bienestar de las personas".

Ing. Herivelto S. Bronzeado

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

PERTURBACIONES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA POTENCIA

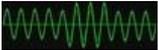
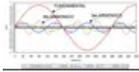
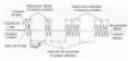


Buena Calidad de Potencia es el cumplimiento de todas estas condiciones

Mala Calidad de Potencia es el incumplimiento en cualquiera de estas condiciones

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

Causas y Efectos de las Perturbaciones de la Calidad de Potencia

Tipo de Perturbacion	Problemas Típicos	Posibles causas
ESTADO ESTACIONARIO 	<ul style="list-style-type: none"> Sobrecalentamiento Neutros. Desviaciones de Frecuencia red. Variaciones de Tensión. 	<ul style="list-style-type: none"> Conductores de Neutro Compartidos. Cableado Subdimensionado o muy largo. Alta Impedancia de la Fuente. Armónicos.
TRANSITORIOS DE TENSION  	<ul style="list-style-type: none"> Pérdida de Informacion. Daño en tarjetas electrónicas. Interrupcion del servicio electrico. Arcos eléctricos, cortocircuitos. 	<ul style="list-style-type: none"> Rayos, maniobras de equipos o de la red. Falta de Proteccion con DPS. Fallas de aislamiento. Electricidad estática,
Variaciones de Tension de Corta Duracion  	<ul style="list-style-type: none"> Paradas de Procesos Daño en equipos sensibles. Interrupcion del servicio eléctrico. Arcos eléctricos, cortocircuitos. 	<ul style="list-style-type: none"> Rayos, maniobras de equipos o de la red. Cortocircuitos, Arcos eléctricos, Caídas de Árboles, Animales.. Arranque de Motores. Pérdidas de carga.
Armónicos  	<ul style="list-style-type: none"> Sobrecalentamiento de equipos. Daño en equipos sensibles. Distorsiones en la Tensión. Resonancias Armónicas. Ferroresonancias 	<ul style="list-style-type: none"> Cargas NO LINEALES (Electrónicas) Equipos de Soldadura, Hornos de Arco. Variadores de Velocidad de Motores. UPS, Rectificadores. Maniobras Monopolares en MT.
Interrupciones  	<ul style="list-style-type: none"> Paradas de Procesos. Daño en equipos. Interrupcion del servicio eléctrico. Riesgo Eléctrico. 	<ul style="list-style-type: none"> Rayos, maniobras de equipos o de la red. Cortocircuitos, Arcos eléctricos, Caídas de Árboles, Animales.. Condiciones atmosféricas, accidentes.

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

ALEATORIAS

	ORIGEN PERTURBACIONES CALIDAD DE POTENCIA	Redes de Alta Tensión (AT)	Redes de Media Tensión (MT)	Redes de Baja Tensión (BT)	Cargas Industriales	Cargas Comerciales	Cargas Residenciales	Circuitos de Control	Circuitos de Telecomunicaciones
ALEATORIAS	Rayos	X	X	X	X	X	X	X	X
	Maniobras Alta y Media Tensión (AT y MT)	X	X	X	X			X	X
	Conexión y desconexión de equipos y protecciones en Baja Tensión BT				X	X	X	X	X
	Variaciones de cargas			X	X	X	X	X	
	Cortocircuitos	X	X	X	X	X	X	X	X
	Fallas a Tierra	X	X	X	X	X	X	X	X
	Arco eléctrico	X	X	X	X	X	X	X	X
	Caidas bruscas de tensión e Interrupciones			X	X	X	X	X	X
	Resonancias y Ferroresonancias		X	X	X	X	X	X	X
	Sobretensiones Transferidas		X	X	X	X	X	X	X

AFECCIONES DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

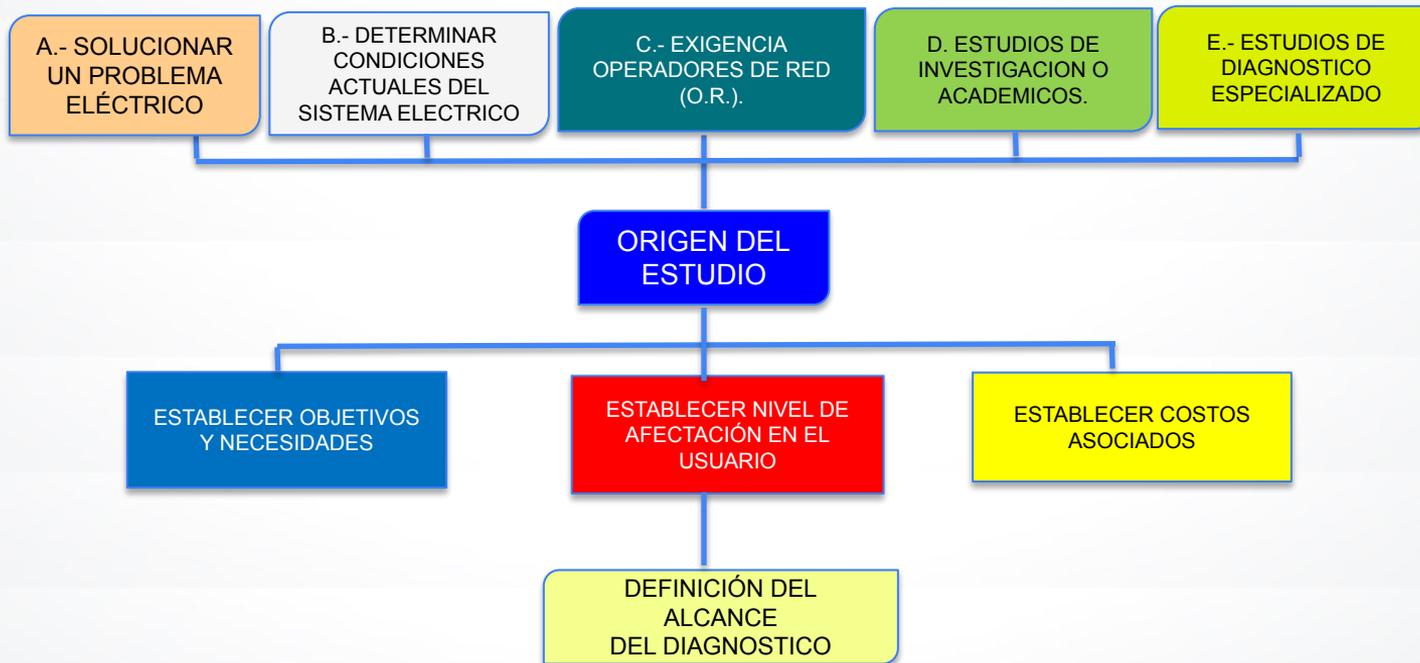
AFEKTACIONES DE LA CALIDAD DE LA POTENCIA

ESTACIONARIAS

	ORIGEN PERTURBACIONES CALIDAD DE POTENCIA	Redes de Alta Tensión (AT)	Redes de Media Tensión (MT)	Redes de Baja Tensión (BT)	Cargas Industriales	Cargas Comerciales	Cargas Residenciales	Circuitos de Control	Circuitos de Telecomunicaciones
ESTACIONARIAS	Armónicos en Instalaciones eléctricas y equipos		X	X	X	X	X	X	X
	Armónicos en Maquinas Giratorias			X	X			X	X
	Flicker (variaciones repetitivas de tensión)				X	X	X	X	X
	Desequilibrio de tensiones	X	X	X	X	X			
	Inducciones Electromagneticas permanentes	X	X	X	X	X	X	X	X
	Variaciones de Frecuencia				X	X	X	X	

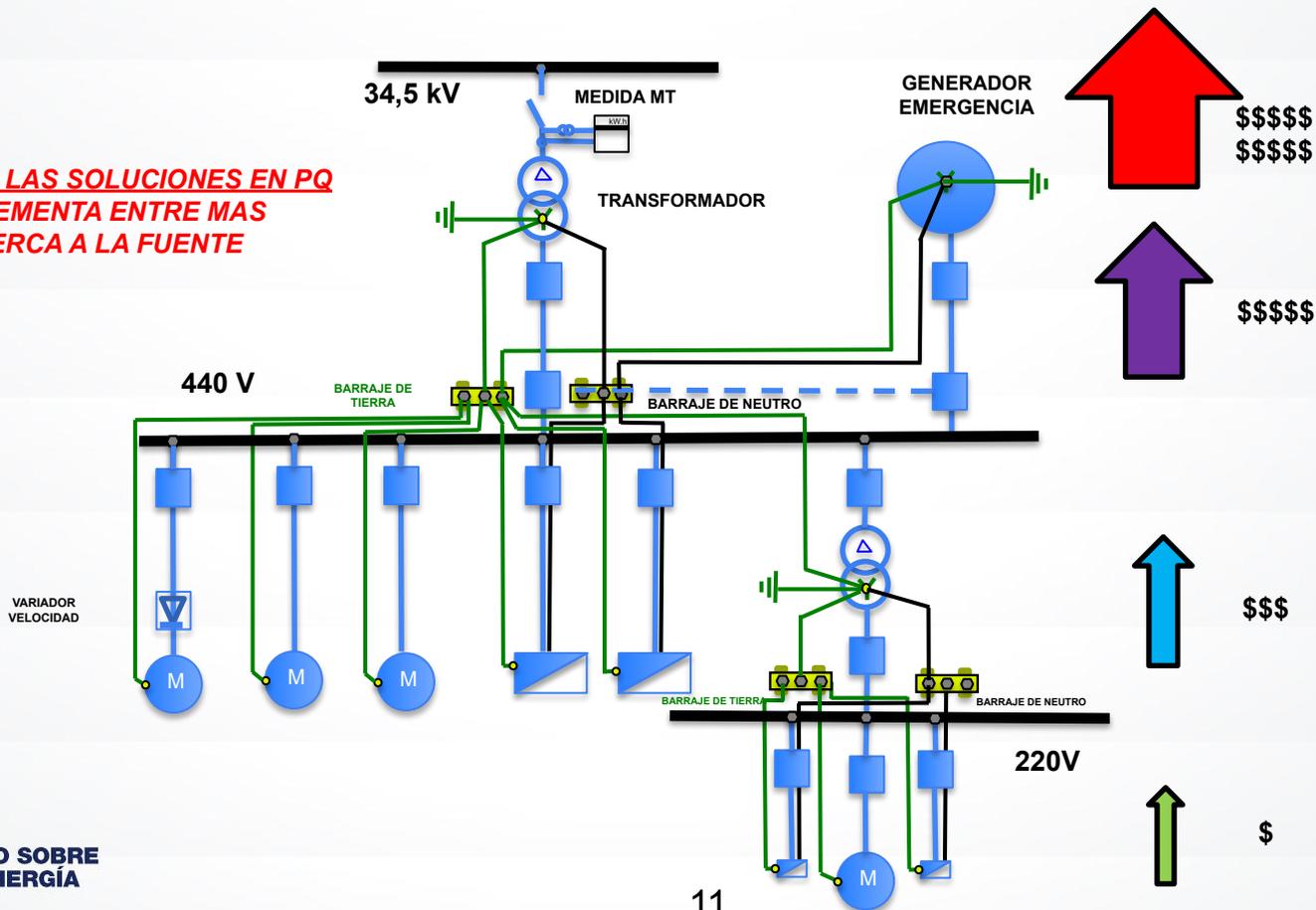
¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

¿Para que medir la Calidad de la Potencia?



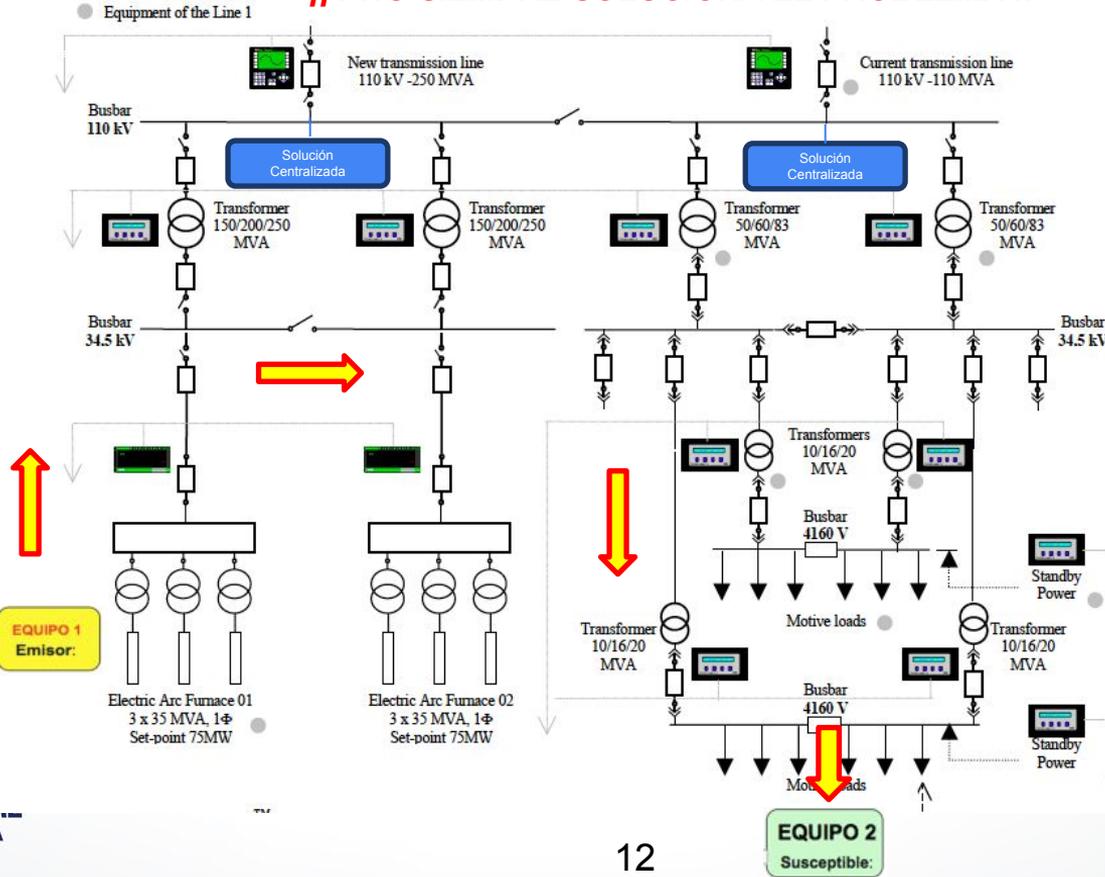
¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

***EL COSTO DE LAS SOLUCIONES EN PQ
SE INCREMENTA ENTRE MAS
SE ACERCA A LA FUENTE***



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

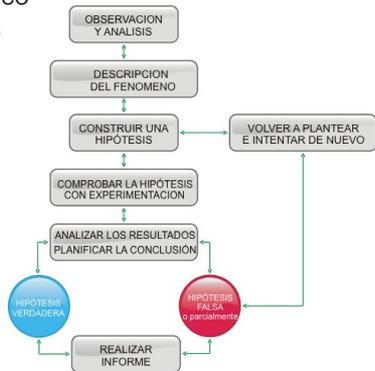
¡¡Y NO SIEMPRE SOLUCIONA EL PROBLEMA !!



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

METODOLOGÍA DEL DIAGNÓSTICO ELÉCTRICO

MÉTODO CIENTÍFICO Modelo simplificado



CONOCIMIENTO DEL PROBLEMA

- CONTACTOS INICIALES
- ESTABLECER OBJETIVOS
- DETERMINAR PUNTOS CRÍTICOS

ANÁLISIS PRELIMINAR

- ANÁLISIS DE CONSUMOS
- DOCUMENTOS DISPONIBLES
- ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

- PLANOS ELECTRICOS
- DIAGRAMAS UNIFILARES
- MONITOREOS DE CARGA
- EVALUACIÓN DE PARÁMETROS
- TRABAJO DE CAMPO

PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

- QUE MEDIR
- DONDE MEDIR
- CUANDO MEDIR
- CON QUE MEDIR
- COMO MEDIR

MEDICIONES EN CAMPO

- MONITOREOS PQ
- MEDICIONES CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS
- TERMOGRAFIAS
- MEDICIONES DEL SPT
- MEDICIONES DE TEMPERATURAS, HUMEDAD RELATIVA, ETC.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y MODELAMIENTO ELÉCTRICO

- COMPUTADOR
- SOFTWARE DE MODELAMIENTO
- SISTEMAS DE POTENCIA
- ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS

VALIDAR EL MODELO

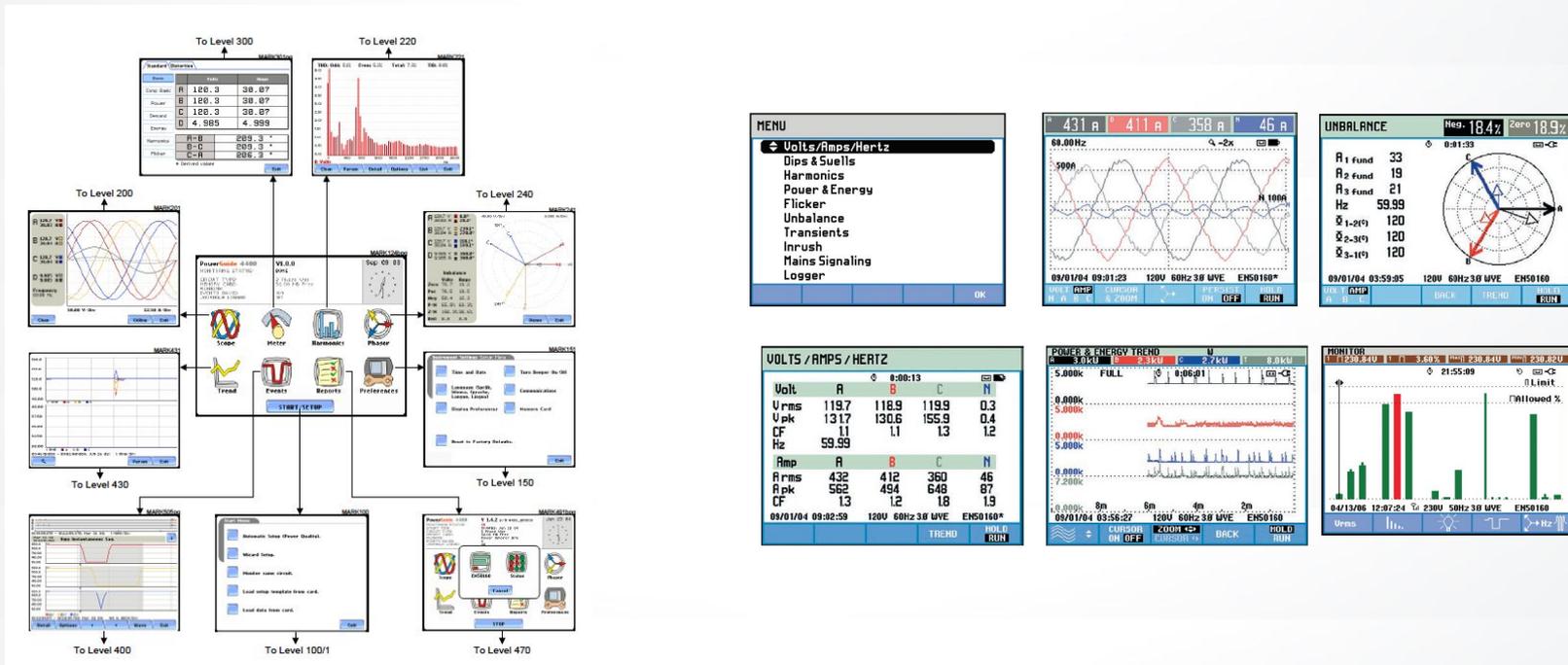
ANÁLISIS DE RESULTADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

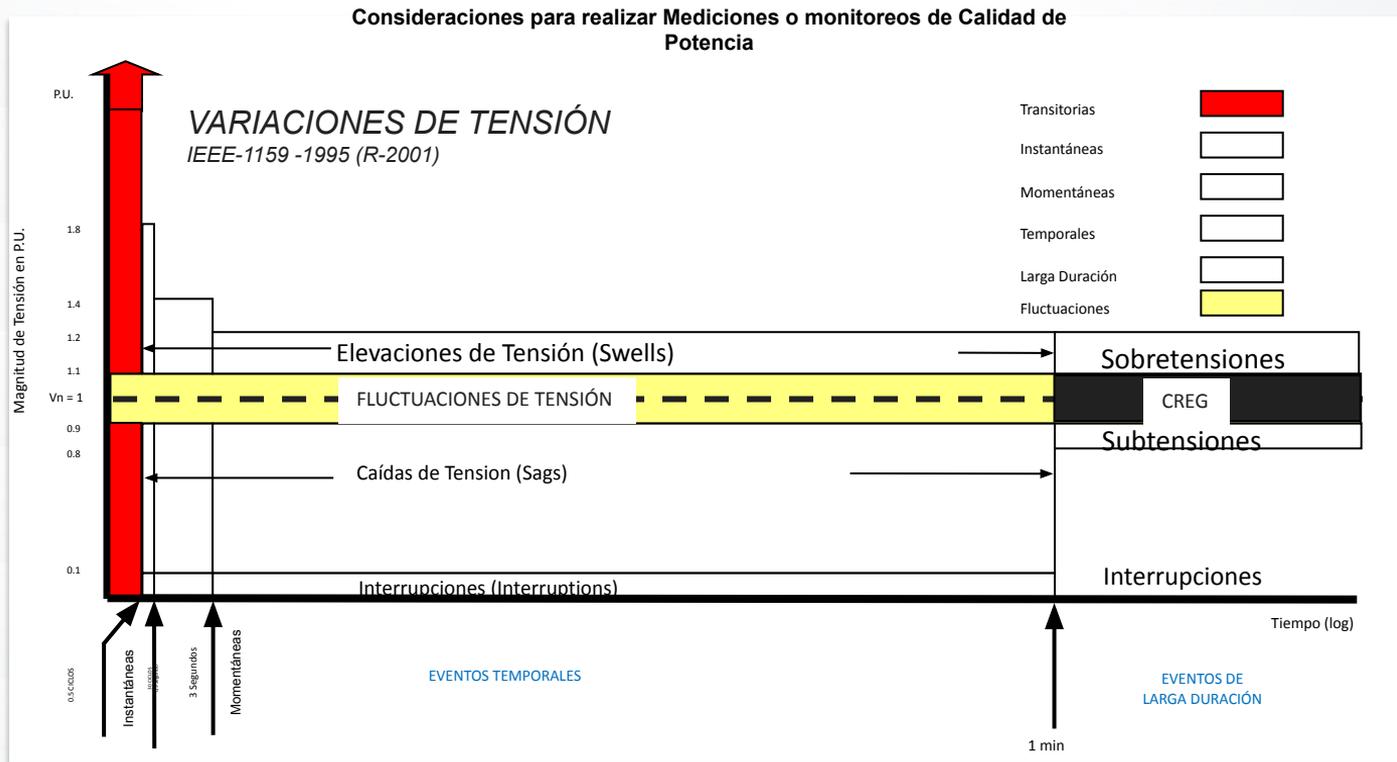
- **PRIORIDAD 1** : CORTO PLAZO
- **PRIORIDAD 2** : MEDIANO PLAZO
- **PRIORIDAD 3** : LARGO PLAZO

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

EL ASPECTO CLAVE ES MEDIR !!



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

CURVA ITI



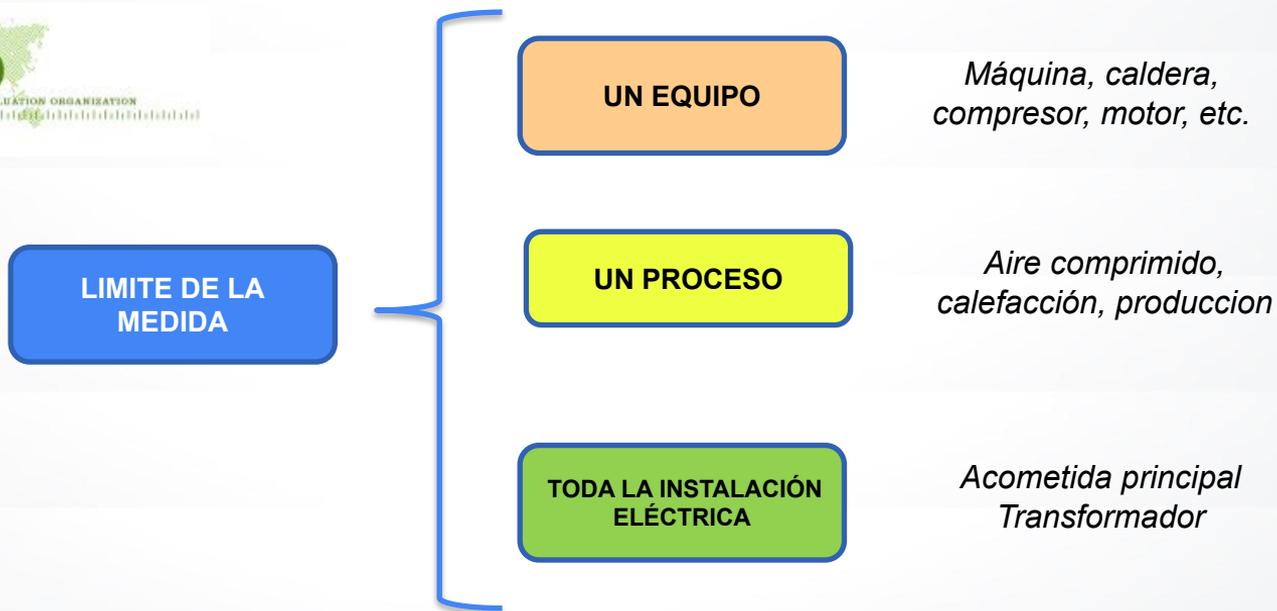
PROTECCION CON UP's Estáticas o Rotativas

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

¿ DONDE MEDIR ?



PROTOCOLO EVO DE MEDICIÓN



El límite de medida se puede establecer conforme a cada situación particular.

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

ASPECTOS
CLAVES
AL REALIZAR LA
MEDICIÓN DE
CALIDAD DE
POTENCIA

FIJAR UNA REFERENCIA

CALIBRACIÓN PRELIMINAR DE LOS EQUIPOS

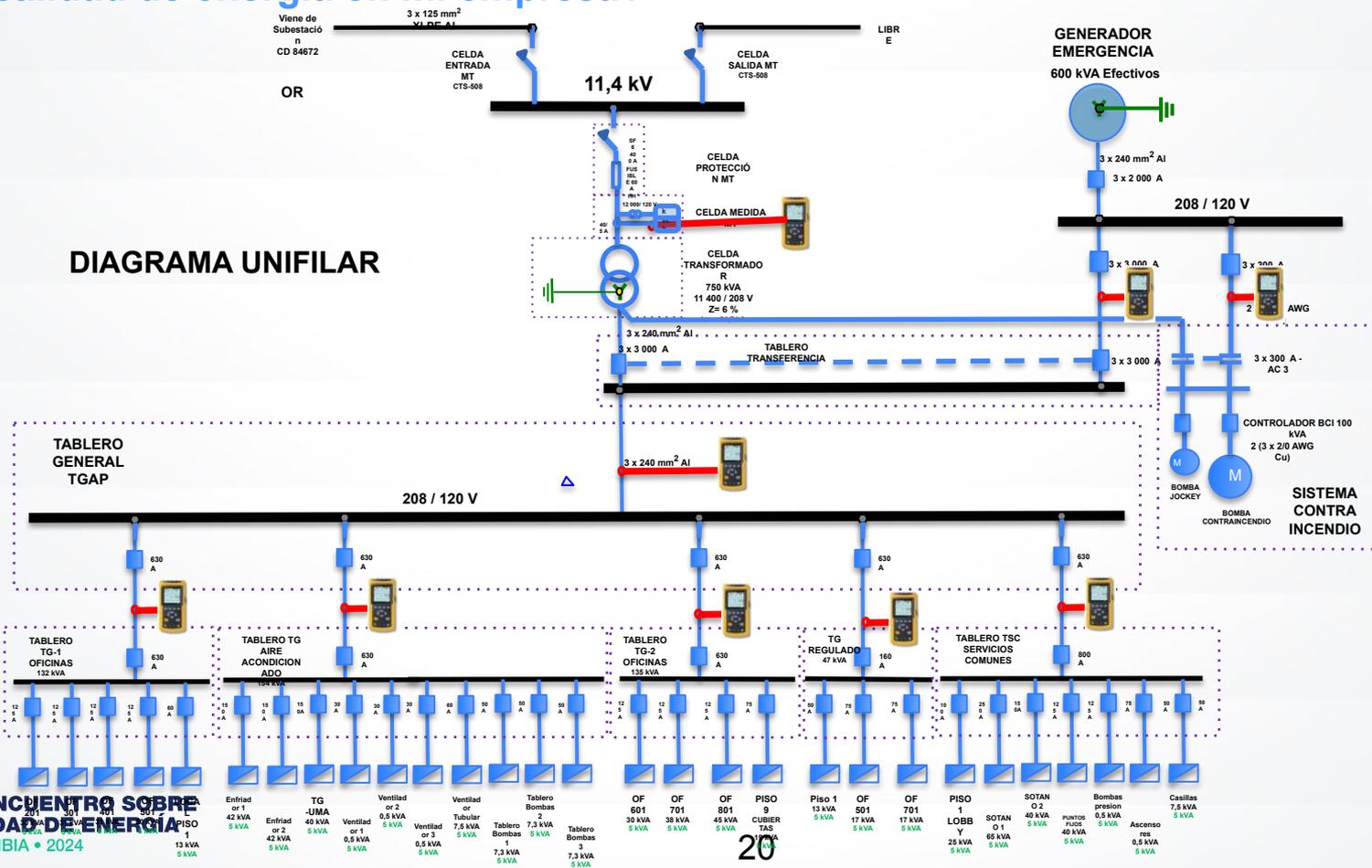
UTILIZACIÓN DE EQUIPOS SIMULTÁNEOS

EQUIPOS DE IGUAL ESPECIFICACIÓN



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

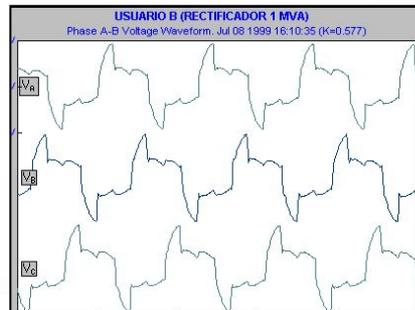
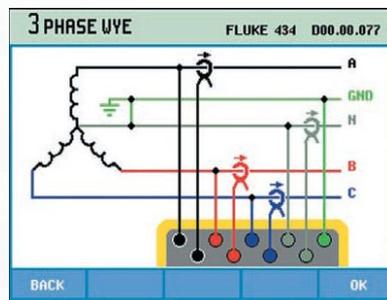
DIAGRAMA UNIFILAR



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

¿ COMO MEDIR ?

Configuraciones de cableado	
1Ø + NEUTRO	Una fase con neutro
1Ø FASE DIVIDIDA	Fase dividida
1Ø IT SIN NEUTRO	Sistema monofásico con tensiones bifásicas sin neutro
3Ø EN ESTRELLA	ESTRELLA en sistema trifásico de cuatro hilos
3Ø EN TRIÁNGULO	Triángulo en sistema trifásico de tres hilos
3Ø IT	Sistema trifásico sin ESTRELLA para el neutro
3Ø DERIVACIÓN ALTA	Sistema en triángulo trifásico de cuatro hilos, con derivación alta central
3Ø TERMINAL ABIERTA	Sistema en triángulo abierto de tres hilos, con 2 devanados de transformador
2 ELEMENTOS	Sistema trifásico de tres hilos sin sensor de corriente en la fase L2/B (método de medidor de 2 vatios)
2½ ELEMENTOS	Sistema trifásico de cuatro hilos sin sensor de tensión en la fase L2/B
EFICIENCIA DE INVERSORES	Entrada de corriente y tensión CC con potencia de salida CA (se muestra y selecciona automáticamente en el modo de eficiencia del inversor)



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

¿ CON QUE EQUIPO MEDIR ?

EQUIPOS CLASE A

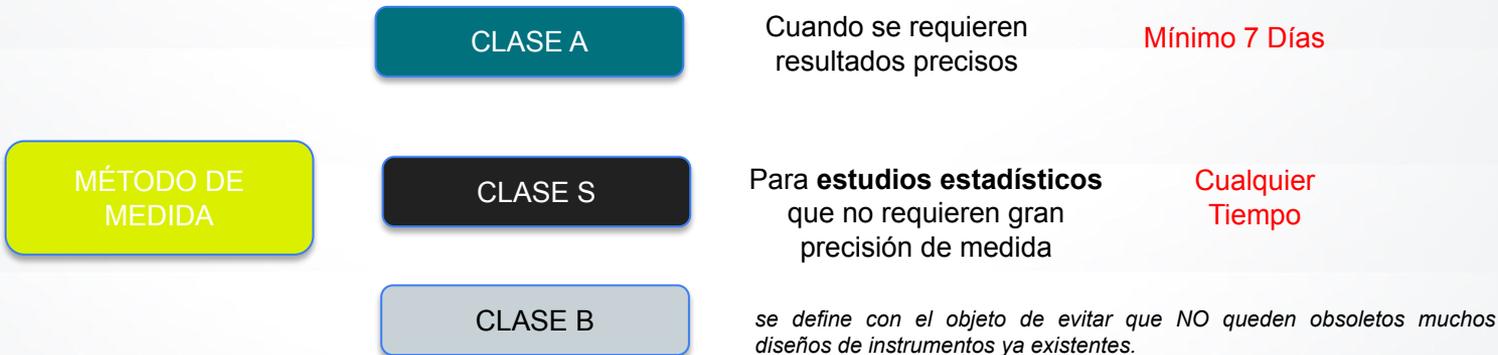


Tabla 3-1: Armónicos. Incertidumbre de medición y rangos de medida

Clase (Nota 1)	Clase (Nota 2)	Condición	Incertidumbre	Rango de medida (Nota 3)
A	I	$U_m \geq 1\% U_{nom}$ $U_m < 1\% U_{nom}$	$\pm 5\% U_m$ $\pm 0,05\% U_{nom}$	1% ~ 20% de THD
S	II	$U_m \geq 3\% U_{nom}$ $U_m < 3\% U_{nom}$	$\pm 5\% U_m$ $\pm 0,015\% U_{nom}$	1% ~ 10% de THD

U_{nom} : Tensión Nominal de medida del objeto de prueba

U_m : Valor medido

Nota 1: Clase definida en el estándar internacional **NTC-IEC-61000-4-30 (2012)**

Nota 2: Clase definida en el estándar internacional **IEC-61000-4-7 (2002)**

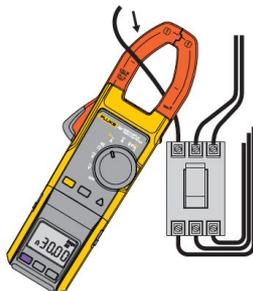
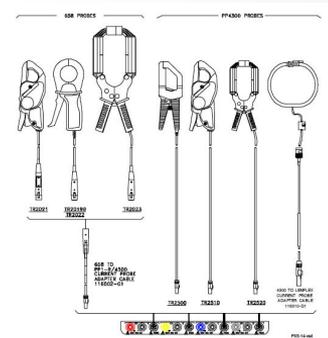
Nota 3: Nivel de compatibilidad de la clase 3 de la norma **IEC-61000-2-4 (2002)**

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

EQUIPOS CLASE A

Cumple con la norma IEC 61000-4-30

5 000 muestras en 10/12 ciclos según IEC61000-4-30



IEC 61000-4-30 Class-A Compliance

	435	434
Measurement algorithms	•	•
Voltage accuracy	0.1 % of Vnom	0.5 % of Vnom
Time synchronization	optional with GPS430 accessory	

RMS Muestreo



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

¿ CON QUE MEDIR ?

TIPOS DE EQUIPO DE MEDIDA DE PQ

EQUIPOS CLASE A

FIJOS O DE MONTAJE EN TABLERO



CUTLER HAMER IQ 7000



SCHNEIDER PM-800



SCHNEIDER



SIEMENS PAC-3100



EQUIPOS CLASE A

PORTÁTILES



CIRCUITOR



RPM



PQBE



DRAN
TEZ



DEWETRON

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

¿ QUE NORMATIVIDAD UTILIZAR?

IEEE COLOR BOOKS

IEEE 1159-2009

IEEE 519-2009

IEEE 518-2009

IEEE 1100



IEEE P1250

IEEE 493

IEEE 446

IEEE 1584



Uptime
Institute



C57-110

C84.1

C37



NTC-IEC 61000-4-7:2013

NTC-EIC 61000-4-30:2012

IEC 62305 EN50160

Bicsi

NIST SP768

NIST 94



NTC 5001 2008

NTC 1340
2012

ITI CURVE

NTC 2050
2020

FIPS 2004



Information Technology
Industry Council



NFPA 70E-2018

NFPA 75

NFPA 70

NFPA 780

NESC



UL 1449

FIPS 1978



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

Alineación de las Normas Técnicas

Norma

INTERNACIONAL



DE NACIONES



COPANT
Comisión Panamericana
de Normas Técnicas



DE NACION



British Standards



ANSI Accredited Certification Program



DE ASOCIACION



INTERNATIONAL
Standards Worldwide



Information Technology
Industry Council



DE EMPRESA



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

¿ CON QUIEN MEDIR ?

CAPITULO 1 - DISPOSICIONES GENERALES

ARTICULO 1 - CAMPO DE APLICACION

2.2 PERSONAS

Redie

Reglamento Técnico
de Instalaciones
Eléctricas

Aplica a los **profesionales**
que cubre la Ley 51 de 1986



Ingenieros electricistas,
electromecánicos, de distribución
y redes eléctricas,

Aplica a los **técnicos electricistas**
que cubre la Ley 19 de 1990.



Aplica a los **tecnólogos**
que cubre la Ley 392 de 1997



CONALTEL

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

¿ CON QUIEN MEDIR ?

PERSONAL CALIFICADO



PERSONAL MATRICULADO



PERSONAL COMPETENTE



EXPERIENCIA

PERSONAL CERTIFICADO



PERSONAL HABILITADO



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

¿ CUANDO MEDIR ?

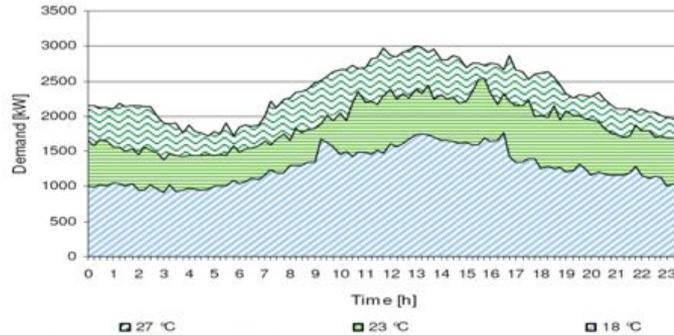
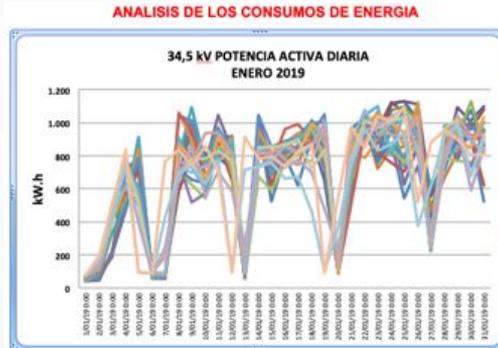


Figure 7: Sample hospital load -- source IEEE explore

Determinar la Época del año

Semana del año

Hora del día



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

EL INFORME FINAL AL CLIENTE

- ▮ *DEBE SER CLARO PARA QUIEN LO LEE.*
- ▮ *DEBE SER COMPLETAMENTE OBJETIVO Y TRANSPARENTE.*
- ▮ *ES RECOMENDABLE PRESENTAR UN RESUMEN EJECUTIVO Y ANEXO EL INFORME TÉCNICO DETALLADO.*
- ▮ *ES IMPORTANTE DEFINIR ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN VIABLES, DISCRIMINADAS POR PRIORIDADES Y PLAZOS DE EJECUCIÓN DE CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO.*

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN



Filtros de armónicos



SVG (Static VAR Generator)



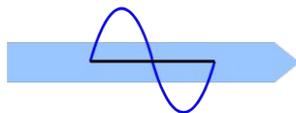
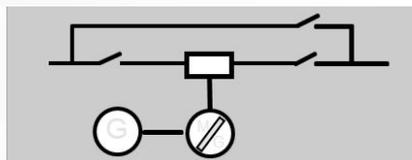
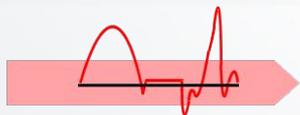
Sag Corrector (DySC)



Dinamic Voltage restorer (DVR)

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

Alternativas de solución UPS rotativas PILLER



Disturbios de la red

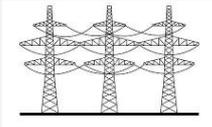
- ✓ Microcortes
- ✓ Fallas totales
- ✓ Fluctuaciones de frecuencia
- ✓ Fluctuaciones de tensión
- ✓ Armónicos

Disturbios de la carga

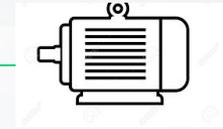
- ✓ Fluctuaciones de carga
- ✓ Desbalance de cargas
- ✓ Sobrecargas
- ✓ Armónicos
- ✓ Picos de corriente
- ✓ Cortocircuitos
- ✓ Energía reactiva

Promesa de valor

Brindar una **solución integral** para todos estos disturbios, garantizando **energía premium* y cero cortes** en las cargas críticas



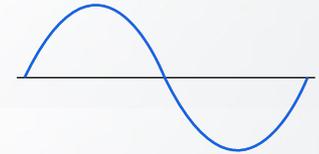
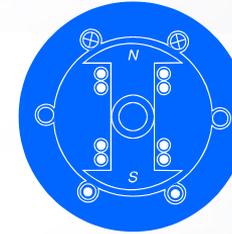
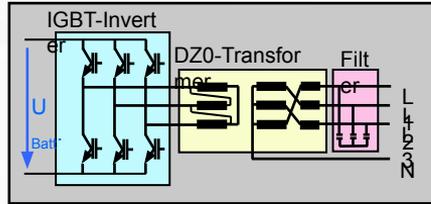
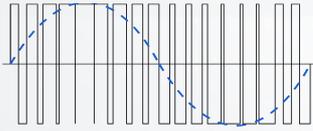
Módulo de UPS
(Filtra y acondiciona la onda)



Energía premium

Estáticas: Electrónica de potencia

Rotativas: Generador sincrónico



Almacenamiento en baterías

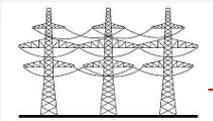
Almacenamiento en volante de inercia (Flywheel)



Módulo de almacenamiento de energía
(Soporta las interrupciones y regula la frecuencia)

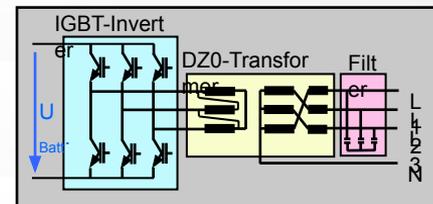
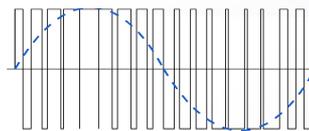
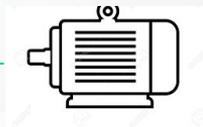
Cero cortes





Módulo de UPS

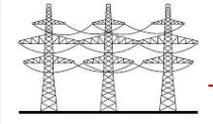
(Filtra y acondiciona la onda)



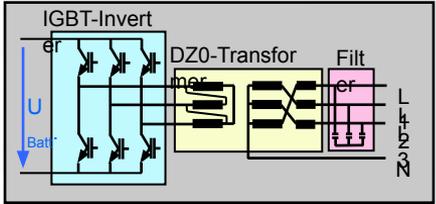
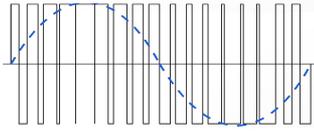
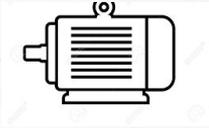
Módulo de almacenamiento de energía

(Soporta las interrupciones y regula la frecuencia)



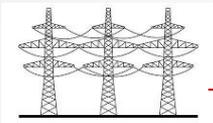


Módulo de UPS
(Filtra y acondiciona la onda)

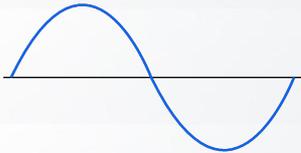
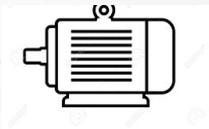


Módulo de almacenamiento de energía
(Soporta las interrupciones y regula la frecuencia)



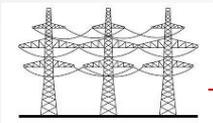


Módulo de UPS
(Filtra y acondiciona la onda)

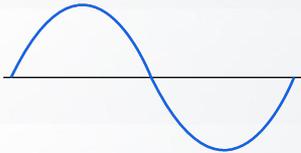
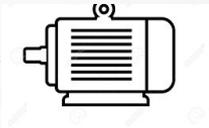


Módulo de almacenamiento de energía
(Soporta las interrupciones y regula la frecuencia)



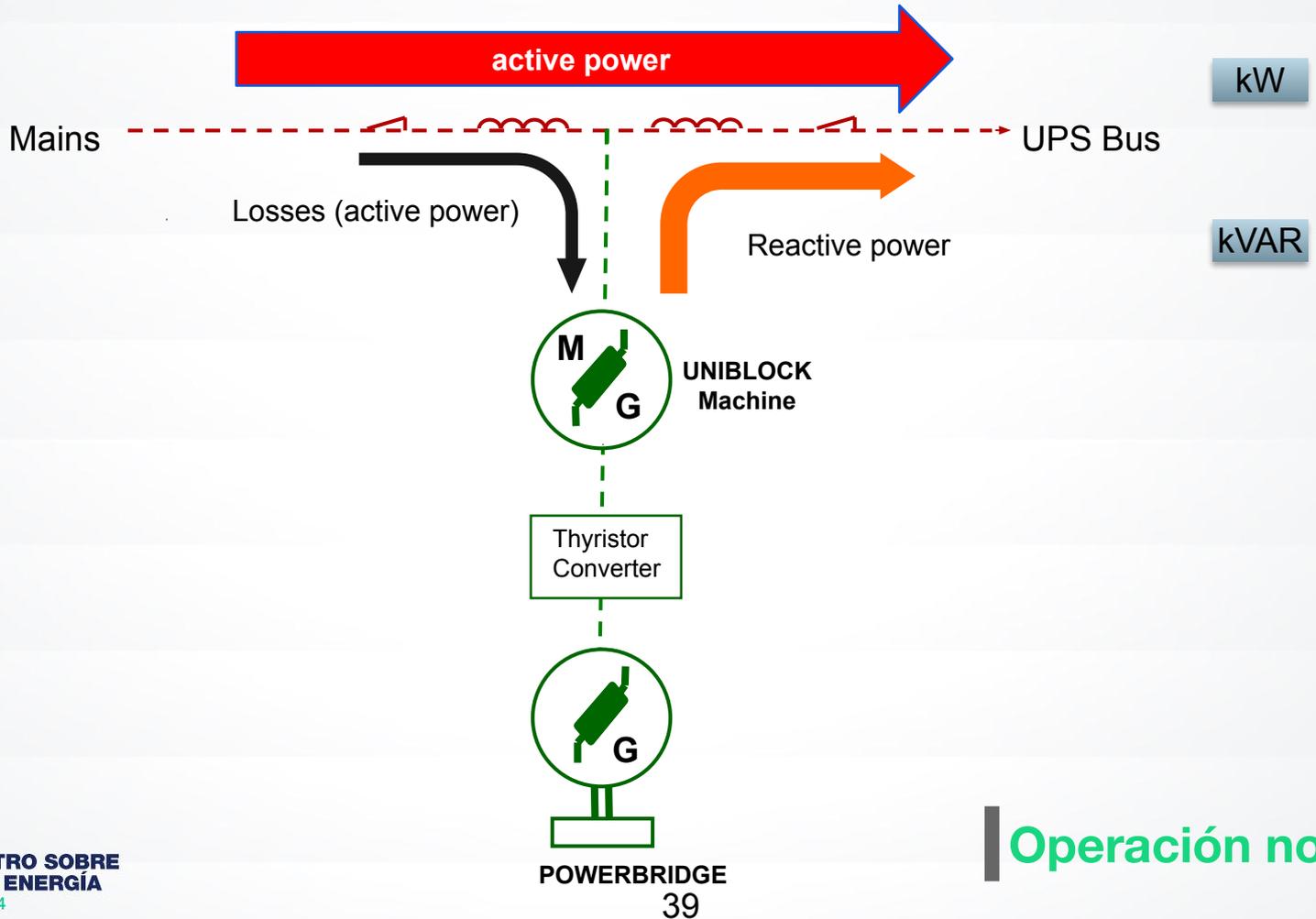


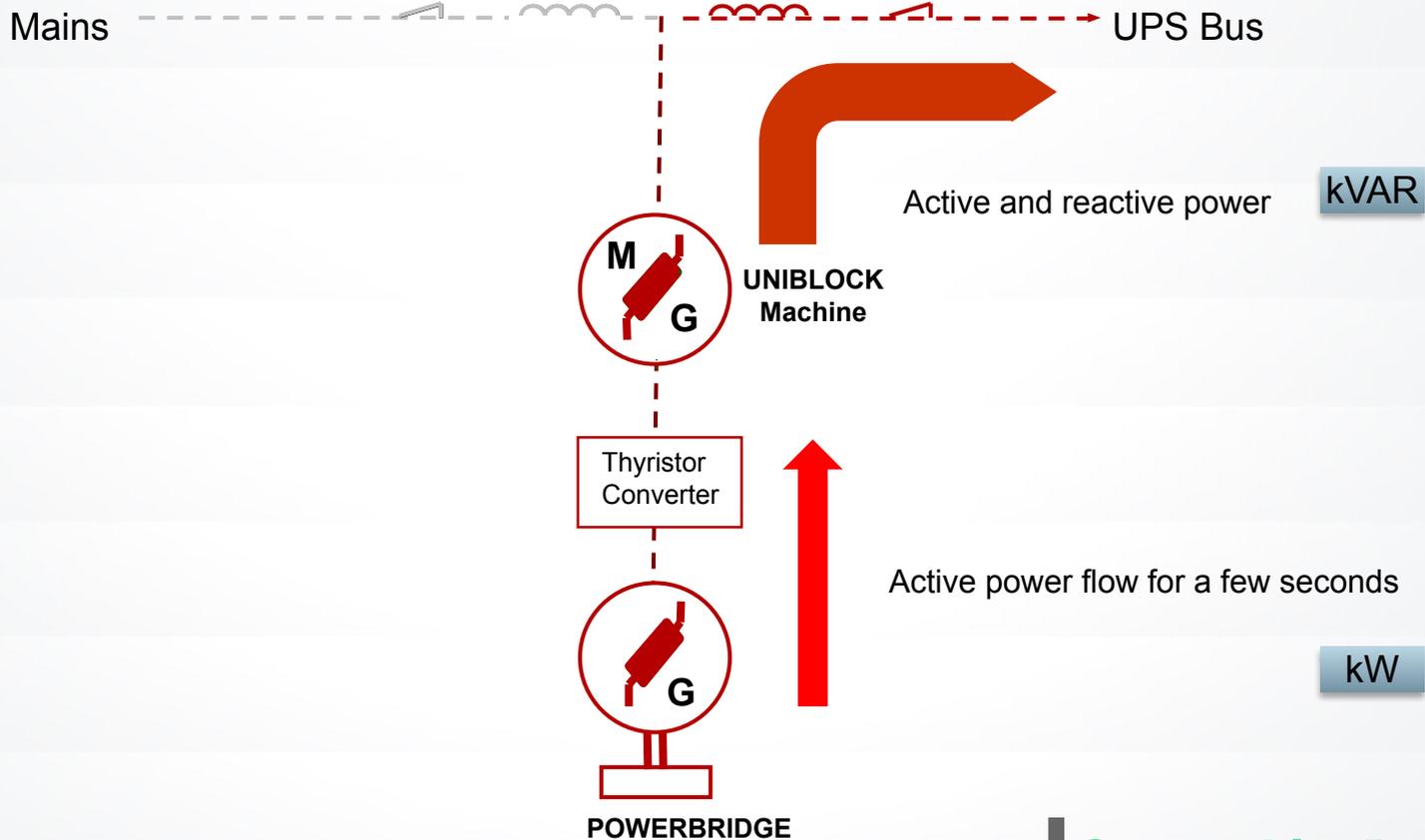
Módulo de UPS
(Filtra y acondiciona la onda)

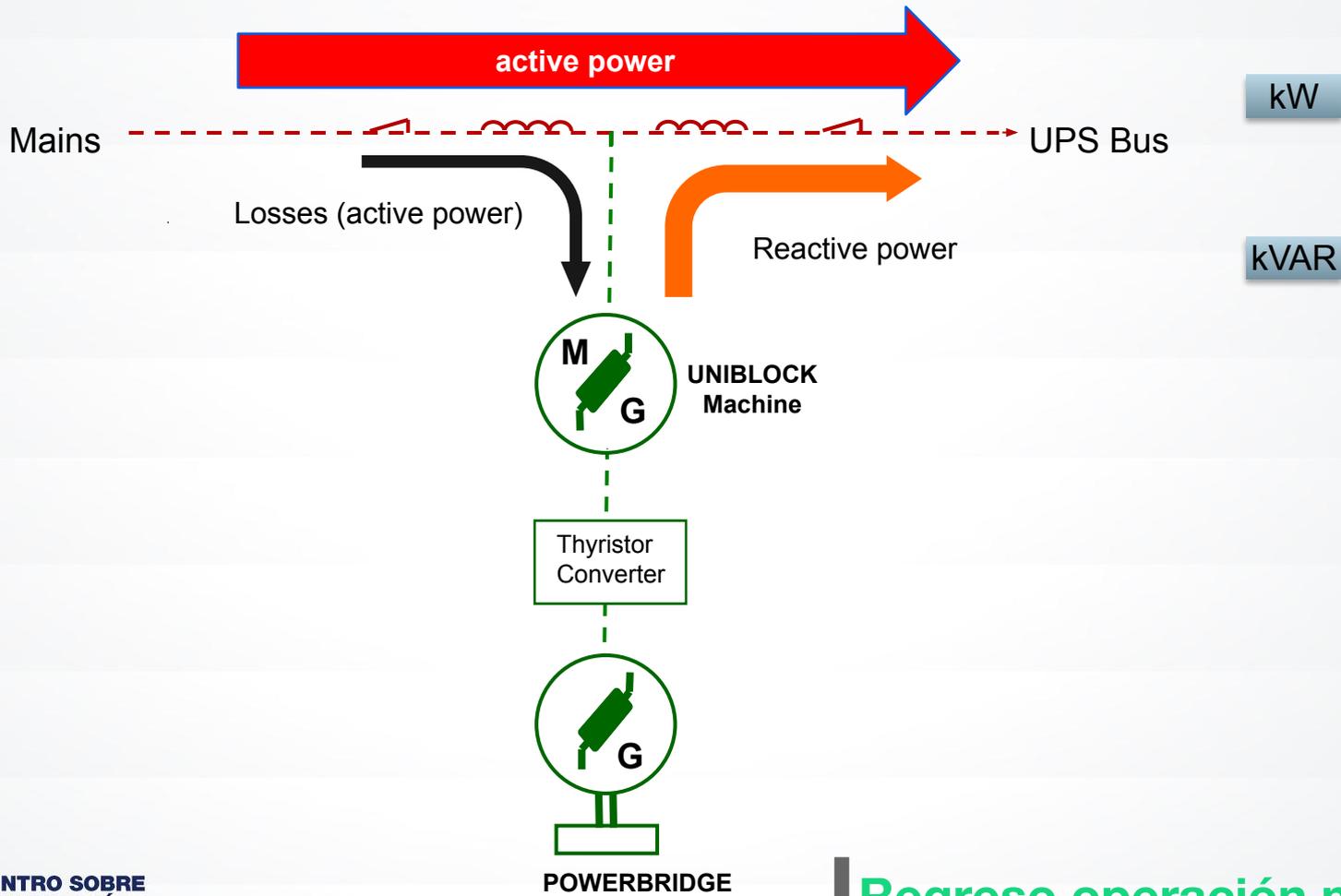


Módulo de almacenamiento de energía
(Soporta las interrupciones y regula la frecuencia)



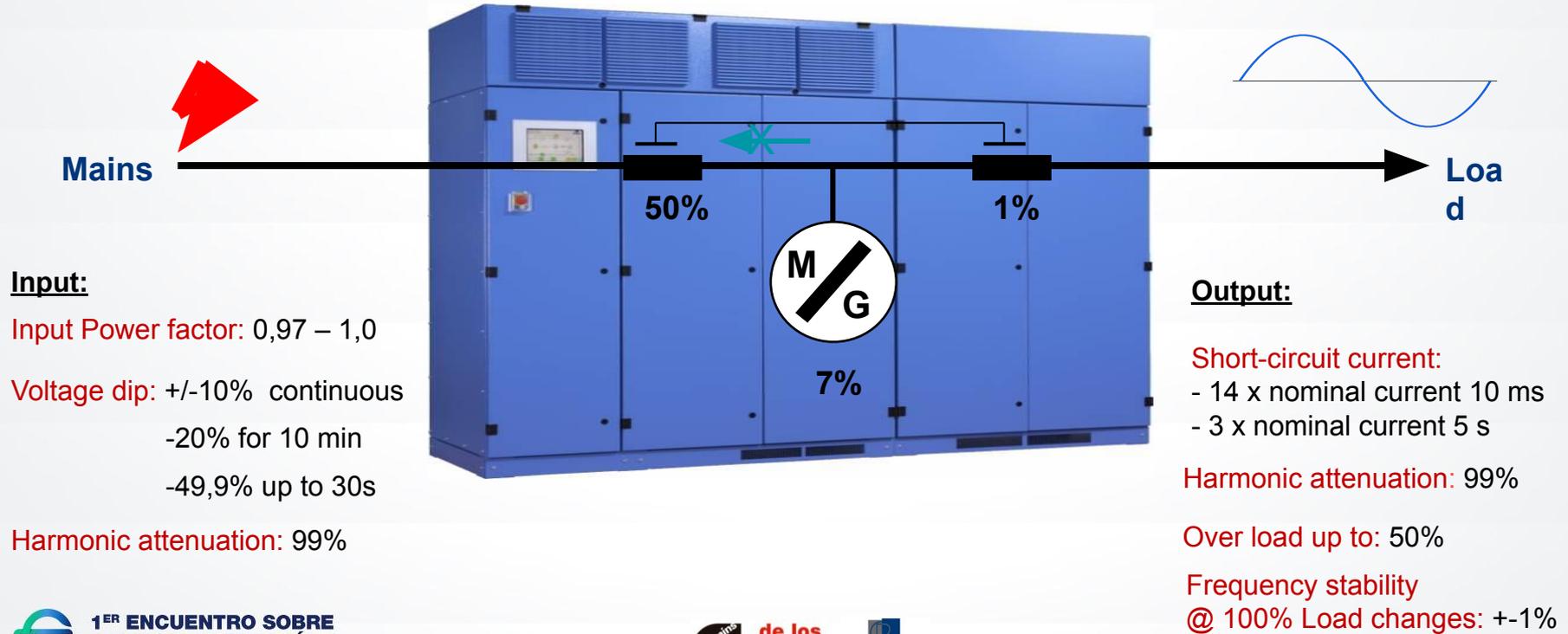




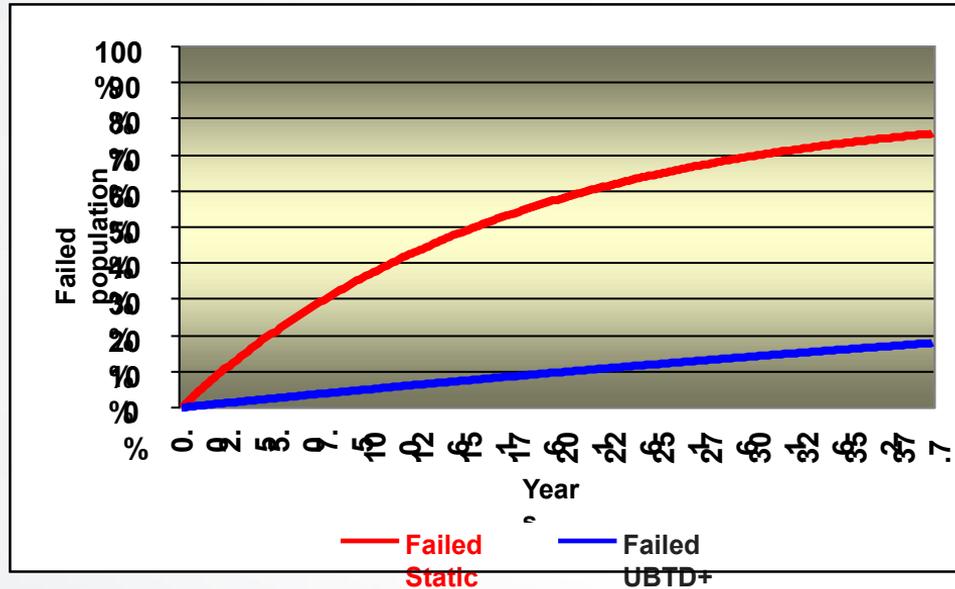


¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

Performance UPS Rotativa



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

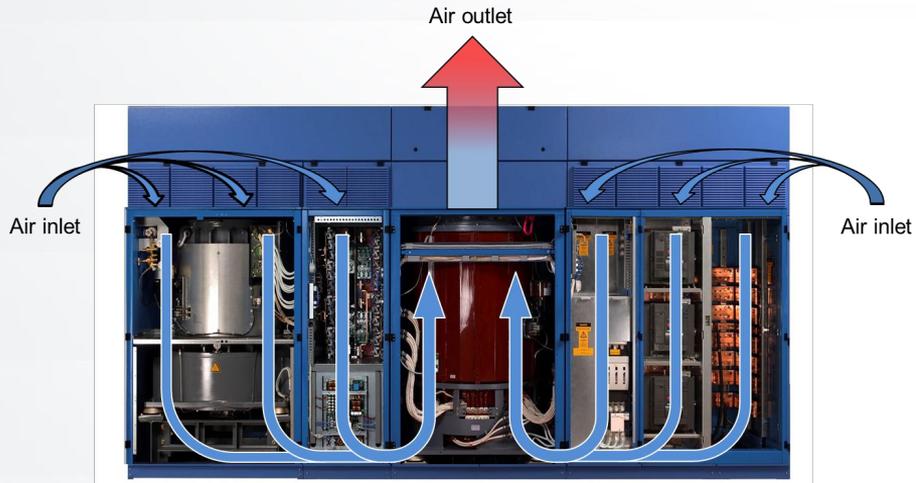


- Capacitors and parallel IGBT's severely reduce Reliability:
- MTBF Static 200,000 h
- MTBF UBT+ 1,000,000 h
- Failure rate = $\lambda = 1/\text{MTBF}$
- Number of working units:
- $N(t) = N(0) \times e^{-(\lambda \times t)}$

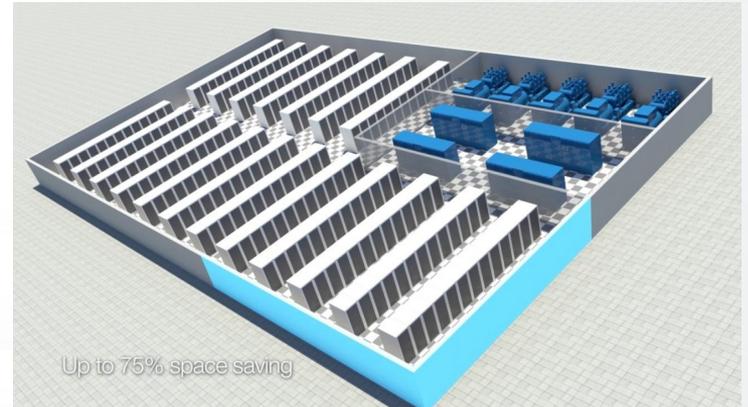
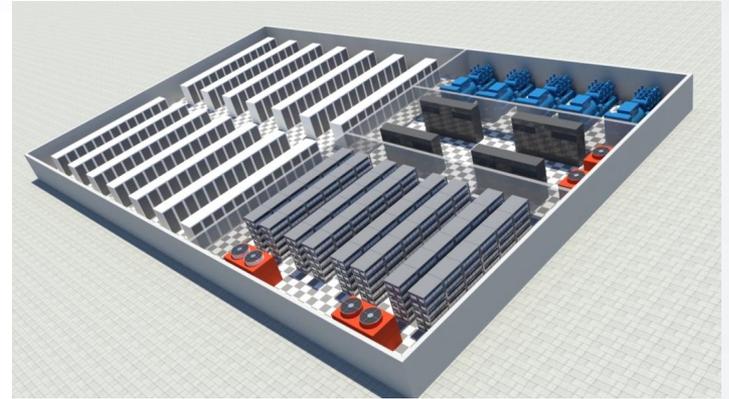
Después de 10 años de servicio, 35% de sistemas estáticos habrán fallado

En el mismo periodo, solo un 8% de UPS rotativas UBTD+ Piller fallarán

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?



- Equipo autoventilado con un solo ventilador.
- Capacidad para operar hasta 40°C sin pérdida de potencia.



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

Proyecto Zona Franca Central Cervecera

- **Cliente:** Zona Franca Central Cervecera
- **Sector industrial:** Bebidas
- **Problemas:** Frecuentes disturbios de la red, especialmente micro-cortes, variaciones de tensión y fallas totales, y de la carga, con distorsión armónica y reactiva.
- **Consecuencia:** pérdidas de dinero por paradas del proceso productivo, pérdida de materia prima, daño de equipos y consumo de diesel por encendido de generadores, penalización por energía reactiva.
- **País:** Colombia.
- **Año de instalación:** 2021



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?



Solución SE-1:

- Suministro e instalación de una UPS rotativa Piller, modelo UBT+ 1800 PB 60+, con potencia efectiva de 1510kW a 440V, tiempo de respaldo de 34 segundos.
- Bypass externo de mantenimiento de 3200A
- Alimentadores de potencia
- Cableado de control
- Pruebas FAT.
- Comisionamiento.
- Integración con el grupo electrógeno asociado.
- Mantenimiento y garantía por 24 meses

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

Solución SE-2:

- Suministro e instalación de una UPS con almacenamiento Flywheel Piller, modelo CPM360 PB 6, con potencia efectiva de 300 kW a 440V, tiempo de respaldo de 20 segundos.
- Bypass externo de mantenimiento de 800^a.
- Alimentadores de potencia
- Cableado de control
- Pruebas FAT.
- Comisionamiento.
- Integración con el grupo electrógeno asociado.
- Mantenimiento y garantía por 24 meses



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?



Beneficios:

- **345 eventos corregidos a marzo del 2022.**
- Aumento de indicadores de cumplimiento de hectolitros envasados
- Mayor productividad.
- Reducción daño de tarjetas electrónicas.
- Menor tiempo de operación generadores diesel.
- Reducción de multas por energía reactiva.

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La metodología implementada ha sido **probada y ha demostrado ser efectiva en el diagnóstico** y solución de problemas de calidad de potencia en más de 1 000 casos con clientes de sistemas eléctricos industriales, comerciales y residenciales.
2. El papel de la **información recopilada y el conocimiento de los procesos de cada uno de los usuarios**, son la base para cualquier análisis y por lo tanto de éstos dependen los resultados de las soluciones planteadas.
3. Es muy importante tener en cuenta que **no se deben implementar soluciones sin análisis del sistema eléctrico, no se deben tratar los síntomas**. Se deben evitar influencias por “manejos comerciales” de los algunos fabricantes de equipos.



¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. En los casos en que se requiera análisis del sistema de potencia, la clave es realizar un **modelo detallado** (basado en el diagrama unifilar actualizado) **y de unas simulaciones confiables** (escenarios), con el fin de analizar diversas alternativas de solución de los problemas, de manera precisa y confiable.
5. De la correcta selección de la **especificación y calidad de los equipos de medida** y del **software de simulación**, **depende buena parte de la calidad del estudio** que se realice.
6. Por otra parte, **la experiencia de los ingenieros y equipo técnico involucrado** (la cínica) en el análisis es fundamental para aprovechar al máximo las herramientas y generar las mejores alternativas de solución.
7. Se recomienda que, al realizar los diagnósticos del sistema eléctrico, se debe analizar el problema de manera **SISTÉMICA**, pues las causas de los problemas no necesariamente tienen una sola causa raíz. Sino que la presencia de unas preexistencias, que bajo ciertas condiciones de operación pueden ser las que producen las fallas del sistema eléctrico.

¿Cómo evaluar un proyecto para mejorar la calidad de energía en mi empresa?

9. *Uno de los aspectos más importantes de la **metodología planteada** consiste en la realimentación de información de campo por medio de la utilización de equipos de monitoreo adecuados, para validar el modelo planteado. Otro aspecto fundamental es la **simulación de las diferentes condiciones de operación del sistema analizado** con el fin de poder detectar la situación o caso más crítico.*
10. *Las metodologías tradicionales se basan generalmente sólo en el modelamiento de los sistemas con la información suministrada por el usuario, situación que ha causado inconvenientes en la implementación de soluciones. Por esto, en la metodología planteada en este artículo se han considerado **las condiciones reales de operación de los sistemas bajo análisis.***
11. *La separación de cargas críticas desde el diseño de las instalaciones eléctricas es una buena práctica que facilita y optimiza la implementación de soluciones de calidad de potencia que garanticen la continuidad de la operación.*



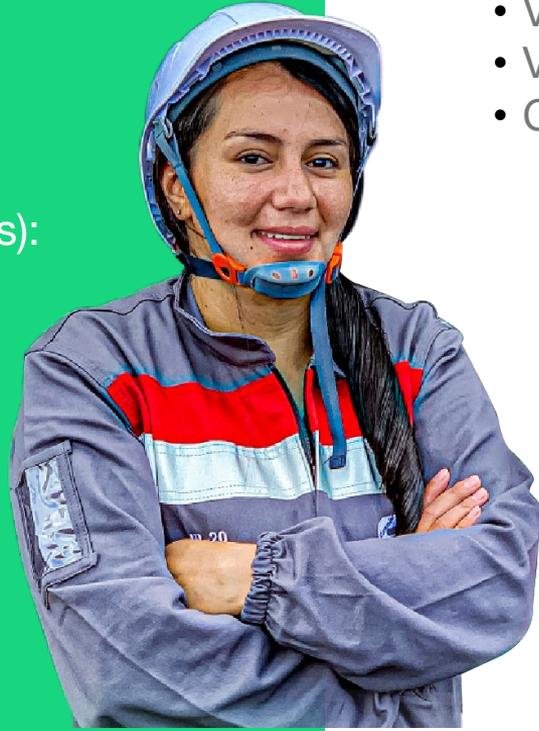
Mantenimiento

Mantenimiento semestral (On-line):

- Limpieza superficial.
- Descarga de datos control.
- Reposición grasa.

Mantenimiento anual (By-pass):

- Limpieza profunda tarjetas.
- Descarga de datos control.
- Reposición grasa.
- Cambio filtros aire
- Verificar torques.



Mantenimiento 5° año (By-pass):

- Limpieza profunda tarjetas.
- Descarga de datos control.
- Reposición grasa.
- Limpieza grasa power bridge.
- Verificar alineación.
- Verificar torques.
- Cambio batería control.

Mantenimiento 10° año (By-pass):

- Limpieza superficial.
- Descarga de datos control.
- Reposición grasa.
- Limpieza grasa power bridge.
- Verificar alineación.
- Verificar torques
- Cambio batería control.
- Cambio rodamientos PB.

Proyecto Zona Franca Central Cervecera





**1^{ER} ENCUENTRO SOBRE
CALIDAD DE ENERGÍA**
COLOMBIA • 2024

¡Muchas gracias por asistir!



**de los
Andes**



PILLER
Power Systems