PROCESO GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO

FORMATO INFORME MENSUAL EJECUCIÓN CONTRACTUAL

Barranquilla, Agosto de 2023

Señor
ANDRES MAURICIO AGUIRRE ANTOLINEZ
SUPERVISOR CONTRATO No. **5180906**
Coordinador Tic y Energías
TIC Y Energía
Barranquilla

Asunto: Informe mensual de ejecución contractual
Mes Agosto del año 2023

Referencia: No 5180906 del año 2023

MIGUEL ANGEL ROSALES DIAZ, identificado con la cédula de ciudadanía No. 72.275.235 de Barranquilla, en mi calidad de Contratista del SENA, en TIC Y Energía, en cumplimiento del Contrato de Prestación de Servicios de la referencia, a continuación presento el Informe de actividades realizadas en el mes objeto de cobro.

Valor y forma de Pago: b). un pago correspondiente al mes de Agosto de 2023 por valor de (3.582.200). Los honorarios serán pagados por el SENA al contratista de acuerdo al cronograma definido por la Dirección Administrativa y Financiera de la Dirección General, en la cuenta de Ahorros No. 40425422964 Bancolombia, cuyo titular es el Contratista.

Plazo: Será hasta el 16 de Diciembre de 2023.

OBJETO:
Prestar servicios profesionales como instructor para impartir formación profesional titulada y complementaria en el área de electricidad industrial de acuerdo con la programación académica del SENA Centro Nacional Colombo Alemán

Obligaciones Especificas: *(Trascriba las obligaciones especificas del contrato, dentro del siguiente cuadro)*

No	Obligaciones	Acciones realizadas	Evidencias
1	1. Formular el proyecto formativo, planeación pedagógica del proyecto y recursos didácticos (Guías de aprendizaje, Instrumentos de evaluación y material de apoyo). para el desarrollo de las competencias del programa de formación según lineamientos del procedimiento y guía de desarrollo curricular.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus

2	Realizar el alistamiento de las actividades de aprendizaje a orientar teniendo en cuenta: Ambientes, números de aprendices, disponibilidad de equipos, modalidad de formación, y duraciones establecidas en las guías de aprendizaje para el logro de los resultados de aprendizaje del programa.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
3	Realizar las actividades de inducción a los aprendices utilizando el ambiente virtual dispuesto (LMS) acorde a lo establecido en la circular de inducción vigente y guía de desarrollo del proceso formativo.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
4	Asociar aprendices a la ruta de aprendizaje en el aplicativo sofia plus dispuesto por la entidad.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
5	Orientar el desarrollo de las actividades de aprendizaje promoviendo el aprendizaje significativo, la solución creativa de problemas, el desarrollo de las estrategias para el aprendizaje autónomo, el uso de las TIC´s, el trabajo colaborativo, planteando acciones de refuerzo, mejoramiento y apoyo que motiven y fundamenten al aprendiz para el desarrollo de sus competencias según lo establecido en el procedimiento de ejecución de la formación profesional integral	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
6	Utilizar herramientas tecnológicas que el SENA brinda para la gestion del aprendizaje y apoyo de los procesos formativos, para organizar y desarrollar actividades de aprendizaje y llevar el registro de portafolio de evidencias.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
7	Registrar oportunamente en aquellos casos de inasistencias,deserciones, condicionamientos de matriculas, cancelación de matriculas, en el aplicativo SOFIA PLUS de acuerdo con lo establecido en el reglamento del aprendiz vigente.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
8	Emitir juicios de evaluación con base a la valoración de las evidencias de aprendizaje, las características y las premisas de evaluación del aprendizaje descritas en las guías	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus

	para desarrollar el proceso formativo.		
9	Realizar evaluación del desarrollo del programa ante el equipo pedagógico del centro estableciendo pertinencia del programa, índice de deserción, y observaciones para la mejora de los contenidos curriculares del programa de formación.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
10	Atender con oportunidad y eficiencia las sugerencias indicadas por el supervisor del contrato para el cabal cumplimiento de sus obligaciones contractuales.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
11	Apoyar los procesos Relacionados con investigación, ciencia, tecnología e innovación, del centro de formación en caso de ser requerido o estar interesado en participar.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
12	Reportar en el sistema sofia plus en un plazo maximo de 3 dias, todas las actividades de acuerdo con los procesos que son de su responsabilidad, garantizando la calidad de la informacion y su coherencia con el proceso formativo, tales como: Registro de los juicios evaluativos, creación de rutas y asociación de aprendices, registro de juicios evaluativos del proyecto aprobado.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
13	Cumplir con la entrega de productos a los que se comprometió en la formulación del proyecto aprobado.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
14	Participar en las actividades de divulgación de ciencia y tecnología organizados por los centros de formación.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
15	Presentar informes mensuales en los cuales se evidencie los avances respecto al cumplimiento de los indicadores, metas u objetivos propuestos para el área y/o proceso en el que el interviene y un informe al terminar el contrato.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
16	Utilizar y cuidar los ambientes, maquinarias, materiales, vehículos o equipos y/o herramientas que disponga para realizar la formación. una vez finalizado el contrato	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus

	reintegrar y/o devolver los bienes para la cabal ejecución del contrato.		
17	Inscribirse y certificarse en los procesos de certificación de competencias laborales que apliquen a la función de instructor.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
18	Participen interdisciplinariamente en el desarrollo curricular así como en la evaluación del aprendizaje.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
19	Apoyar en los procesos de pruebas, talleres aptitudinales y/o selección de aprendices.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
20	Participen interdisciplinariamente en el desarrollo curricular así como en la evaluación del aprendizaje.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus
21	Apoyar en los procesos de pruebas, talleres aptitudinales y/o selección de aprendices.	Cumplir a cabalidad con la obligación e Impartir formación a los programas de formación asignados.	Reporte de SOFIA Plus

A continuación relaciono los desplazamientos que realicé previo a la presentación de este informe. Una vez finalizado cada desplazamiento presenté al ordenador del gasto el informe en el Formato Informe Legalización Desplazamiento Contratista GTH-F-087, en el que se describieron las actividades desarrolladas y los resultados de cada desplazamiento. Cada informe cuenta con el visto bueno del Supervisor.

Se lista a continuación el soporte de la legalización de los desplazamientos realizados, los cuales forman parte integral del presente informe de ejecución contractual.

ITEM	No DE LA ORDEN DE VIAJE	LUGAR DE DESPLAZAMIENTO	FECHAS DE DESPLAZAMIENTOS	
			INICIO	FINALIZACIÓN

Nota 1: *Por cada desplazamiento que haya realizado el contratista, adjuntará el respectivo informe que la soporte. En caso de haber realizado el desplazamiento en fecha posterior a la presentación del informe de ejecución contractual, deberá reportarlo en el siguiente informe de ejecución contractual.*

Para el trámite de la cuenta me permito adjuntar: Documentos electrónicos enunciados como evidencias del cumplimiento de las obligaciones contractuales y los desplazamientos realizados y el No. 3217493477 de la planilla, operador y periodo. (Decreto Ley 2106 de 2019 – " *Decreto Ley Antitrámites"*)

Declaración bajo la gravedad de juramento.

Me permito declarar **bajo la gravedad de juramento** que durante el periodo objeto de cobro SI____NO_X__ he suscrito otro u otros contratos con entidade(s) del Estado el (los) cual(es) se

encuentra(n) en ejecución; la anterior declaración de acuerdo con lo establecido en el numeral 5º de la Directiva Presidencial No. 001 de 2022, a fin de identificar potenciales conflictos de interés y hacer la gestión del riesgos para la toma de decisiones dentro del principio de la debida diligencia frente a la ejecución de los contratos de prestación de servicios profesionales o de apoyo a la gestión.

Nota: En el evento de señalar **SI,** el análisis efectuado por el supervisor y ordenador de pago deberá quedar documentado y publicado en el SECOP II en los documentos relacionados en el archivo Gestión Contractual GC_ del periodo objeto de cobro.

Evidencias en () folios

Cordialmente,

MIGUEL ANGEL ROSALES DIAZ
Contratista
C.C. No. 72.275.235

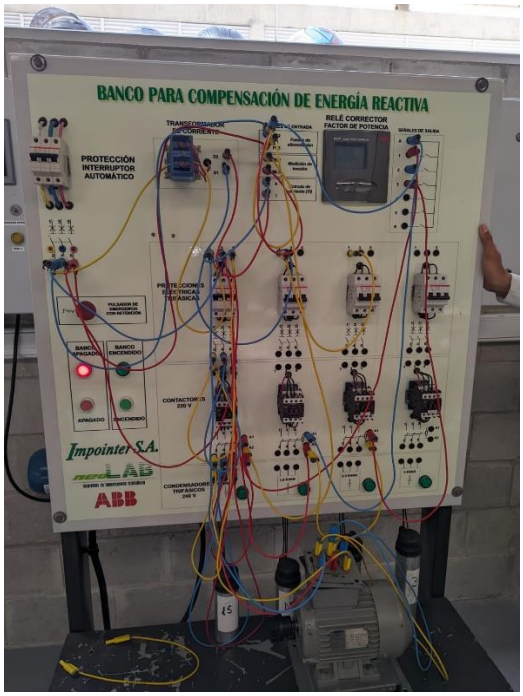
Recibí a satisfacción:

ANDRES MAURICIO AGUIRRE ANTOLINEZ
Supervisor(a) Contrato 5180906 de 2023
Coordinador Tic y Energías

EVIDENCIAS AGOSTO

TEI 46





TEI 53



1. IDENTIFICACIÓN DE LA GUIA DE APRENDIZAJE

Denominación del Programa de Formación: Electricidad Industrial

Código del Programa de Formación: 821222

Nombre del Proyecto: Desarrollo de un proyecto eléctrico industrial v.3

Fase del Proyecto: Ejecución

Actividad de Proyecto: T5 Montar las máquinas y los controles del proceso industrial, mediante el reconocimiento de los equipos y la forma de controlarlos, haciendo uso racional de energía.

Competencia: Inspeccionar la calidad del servicio de la energía eléctrica con base en las normas y procedimientos establecidos por la CREG.

Resultados de Aprendizaje Alcanzar: (Guía 1.)

1. Identificar las características de la red para cumplir con las normas de calidad de energía.
2. Instalar equipos de diagnóstico para calidad de energía de acuerdo al plan de mantenimiento.
3. Optimizar instalaciones eléctricas de acuerdo con las normas de calidad de energía.

2. PRESENTACION

Las actividades de aprendizaje propuestas para desarrollar con esta guía Código: GFPI-F-019 (**Nº F3-AP1-GA18A)** están orientadas principalmente a comprender la importancia de inspeccionar la calidad de la energía eléctrica en los procesos industriales, de acuerdo con las normas y procedimientos establecidos por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), cumpliendo con la condición establecida en la competencia que vamos a trabajar. Una vez nos apropiemos de los conocimientos relacionados con la Calidad de la energía, los parámetros que se deben inspeccionar y los valores establecidos en las normas vigentes, haremos los montajes eléctricos de cargas resistivas(R) e inductivas (L), conectadas tanto individualmente como combinadas entre ellas en circuitos RL, medir los parámetros eléctricos en cada circuito para analizar los resultados y los efectos observables en la red eléctrica y proponer las posibles soluciones para mejorar la calidad del servicios de la energía eléctrica en la red intervenida apoyados en los cálculos teóricos y los valores reales registrados en las prácticos.

En este orden de ideas es conveniente recordar que el enfoque pedagógico institucional del SENA coloca el acento en los procesos y no en los contenidos; su principio fundamental es el aprender haciendo a partir de la reflexión y la investigación. En consecuencia los aprendices deben asumir un papel protagónico para

comprender la información existente sobre los procesos, analizarla y tomar decisiones acertadas para brindar soluciones a los problemas propios del sector productivo, conforme al perfil de salida establecido en el programa de Tecnólogos en Electricidad Industrial, como futuros profesionales de la electrotecnia, mediante el trabajo en equipo para facilitar el aprendizaje colaborativo, conforme a los deberes y obligaciones establecidos en el código de ética de los profesionales y auxiliares de la ingeniería en la ley 842 del 2003.

La evaluación del proceso de aprendizaje se hará con la ayuda instrumentos de evaluación para recoger las evidencias de aprendizaje tanto de conocimientos, desempeño y productos.

Por lo anterior es evidente que el rol de los aprendices juegan un papel muy importante para el éxito de su proceso de aprendizaje tanto individual como colectivo, por lo cual deben asumir el proceso con responsabilidad y compromiso para aprovechar significativamente la ejecución de las actividades propuestas para el desarrollo del programa de formación, conforme a sus propias expectativas profesionales y al proyecto de vida que se han trazado, a partir de las competencias a adquirir durante el desarrollo del programa, pues la importancia de los instructores se centra en brindarles permanentemente el apoyo y las orientación para el desarrollo de las actividades de aprendizaje, desde el componente pedagógico y sus experiencias profesionales en el área específica.

3. FORMULACION DE LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

3.1 Actividades de Reflexión inicial.

3.1 (Duración máxima 5 horas)
Esta actividad inicia con la exposición por parte del instructor sobre la competencia y los resultados de aprendizaje que se pretenden desarrollar con ayuda de la presente guía de aprendizaje, de acuerdo **con el** programa de formación y el proyecto formativo establecido por el grupo de instructores ejecutor de la formación.

Conocer aspectos relevantes sobre la calidad de la energía eléctrica a través de unas preguntas orientadoras

La explotación y uso de la energía eléctrica se han convertido en los últimos años en un tema prioritario en el mundo, debido principalmente al agotamiento de los recursos naturales no renovables, los impactos ambientales negativos, el calentamiento del planeta por el efecto invernadero por la quema de combustibles, y el incremento del consumo de la energía en eléctrica. En este orden de ideas es necesario desarrollar actividades orientadas al uso eficiente de la energía eléctrica y al ahorro energético, mitigando la necesidad de producir mayores cantidades de energía eléctrica y calórica, que afectan la sostenibilidad ambiental al aumentar de los niveles de CO2, que entre otras son las principales causas del efecto invernadero y el consecuente incremento de las temperaturas en el planeta. En consecuencia, los gobiernos, los empresarios y los profesionales de la electrotecnia, debemos sumar esfuerzos y tomar partido para

contribuir con la creación de un futuro próspero para la humanidad, pues es evidente que la energía es la que mueve las actividades socioeconómicas desarrolladas por la humanidad.

Crear formas correctas de hacer un uso eficiente de la energía es una de las responsabilidades sociales empresariales, impuestas por los gobiernos comprometidos con la sostenibilidad ambiental del planeta, pues además de ser una práctica rentable, mejora las ventajas competitivas de las empresas en el entorno global, más aun si se tiene presente que las futuras generaciones tienen derecho a poder contar con los recursos energéticos necesarios para que su vida sea feliz y se les permita soñar con un ambiente sano, sostenible y equilibrado. A partir de los citados preceptos nuestra conciencia se debe focalizar en actuar y promover la racionalidad y responsabilidad para el uso eficiente de la energía eléctrica, garantizando una mayor sostenibilidad ambiental del mundo entero.

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados arriba, responder los siguientes interrogantes;

1. ¿Qué entendemos por calidad de energía eléctrica y el uso eficiente de la energía?
2. ¿Qué acciones hemos observado en nuestros hogares, el comercio, la industrial e instituciones educativas, que se puedan considerar un mal uso de la energía eléctrica?
3. ¿Qué disposiciones, normas o reglamentos legales, conocemos frente al uso racional de la energía?
4. ¿Qué sabemos sobre la obligación de la empresas prestadoras del servicio de energía para prestar un buen servicio con calidad a los usuarios finales de la energía eléctrica?

En complemento a esta actividad y con el propósito de conocer aspectos relevantes sobre la calidad de la energía eléctrica se les proponer la lectura del Documento Técnico DT1, La importancia de la calidad de energia 1, disponible dentro del material de apoyo propuesto para el desarrollo de la competencia.

3.2 Actividades de contextualización e identificación de conocimientos necesarios para el aprendizaje.

(Duración máxima 5 horas)

Reconocer las expectativas frente a la competencia y los resultados de aprendizaje que se van a trabajar a través de un foro técnico

Tomando de partida las preguntas formuladas arriba para la reflexión inicial, con la orientación del instructor y la participación activa de todos los aprendices, realizaremos un foro técnico presencial, en el ambiente de aprendizaje, para que los aprendices expongan las respuestas o apreciaciones personales, que en la actualidad tengan para cada una de las preguntas formuladas y las expectativas que tenga frente a la competencia y los resultados de aprendizaje que vamos a trabajar en esta fase del programa de formación.

Al finalizar el foro técnico de discusión, el instructor debe evidenciar los conocimientos previos que los aprendices hayan expresado sobre la calidad de la energía eléctrica y el uso eficiente de la misma, y hará las explicaciones necesarias para aclarar las inquietudes formuladas por los aprendices, facilitándoles la

comprensión del alcance de las competencias que se pretenden desarrollar con la ayuda de la guía de aprendizaje propuesta, acuerdo con el programa de formación. Así como la importancia del material bibliográfico y el material de apoyo, recomendados por el equipo de instructores responsables de la ejecución de la formación.

3.3 Actividades de apropiación del conocimiento (Conceptualización y Teorización).

Actividad 1. Apropiación del conocimiento. (Duración máxima 15horas).

Reconocer los aspectos generales de la calidad del servicio de la energía eléctrica y el alcance según normatividad colombiana (NTC y CREG).

De manera autónoma los aprendices conformaran grupos de trabajo, máximo de cuatro personas por grupo, para desarrollar la actividad de apropiación del conocimiento descrita a continuación.

la presente guía de aprendizaje permite apropiarse de los procesos de conceptualización y teorización de los conocimientos relacionados con las distorsiones armónicas implícitos en la redes eléctricas que a falta de control afectarían significativamente la calidad de la energía, tanto en las redes de distribución eléctrica de los operadores de red como en los sistemas de energía de las instalaciones industriales, principalmente, de acuerdo a lo establecido por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). La lectura juiciosa del material de apoyo nos permite conocer los criterios técnicos necesarios para poder hacer el análisis pragmático de las actividades del proyecto de formación propuestas para el programa por el equipo de instructores, y así alcanzar los resultados de aprendizaje asociados a la competencia para Inspeccionar la calidad del servicio de la energía eléctrica con base en las normas y procedimientos establecidos por la CREG.

Para el desarrollo de las actividades de aprendizaje, los instructores del programa de formación hemos establecido que los aprendices deben leer los siguientes documentos que hacen parte del material de apoyo:

1. Todos los numerales del capítulo 6. Calidad del Servicio de los Sistemas de Transmisión Regional y/o de Distribución Local. Conforme a los establecido en el anexo general del Reglamento de Distribución de energía Eléctrica, expedido por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), mediante Resolución CREG 070 del 28 de mayo de 1998. (Documento Técnico – DT4).

2. Norma Técnica Colombiana - NTC 1340, vigente. Establece los valores de referencia mínimos y máximos para los parámetros de Tensión y Frecuencia que le deben garantizar los operadores de redes a los usuarios finales del servicio de energía en Colombia.

3. La Norma Técnica Colombiana - NTC 5000, vigente. Calidad de Potencia. Definiciones y Términos fundamentales.

4. La Norma Técnica Colombiana - NTC 5001, vigente. Calidad de Potencia. Límites y metodología de evaluación en punto de conexión común.

Adicionalmente dentro del contexto del aprendizaje autónomo, los aprendices pueden consultar material complementario y videos disponibles en la web, que les permitan ampliar los conceptos y la apropiación de los conocimientos, establecidos para evidenciar el logro de los resultados de aprendizaje, conforme a lo descrito en la presente guía de aprendizaje.

Cuestionario (Evidencia entregable en medio digital):

1. Explicar con sus propias palabras el concepto relacionado con la Calidad de Energía Eléctrica.
2. ¿Construir una definición general acerca de las perturbaciones electromagnéticas en las redes de energía eléctrica?
3. En términos generales describan cuál es la principal causa de la distorsión armónica en las redes eléctricas.
4. Listar cada una de las perturbaciones electromagnéticas que se deben controlar en las redes de eléctricas y las causas de cada una de las perturbaciones electromagnéticas estudiadas en el material de apoyo, de acuerdo con las normas consultadas y los procedimientos establecidos por la CREG.
5. En qué punto o sitio de una instalación eléctrica se deben instalan los equipos de medición, establecidos para inspeccionar o diagnostica la calidad del servicio de energía, para poder definir las responsabilidades atribuibles tanto al operador del red (OR) o a los usuarios por las perturbaciones causadas a la red eléctrica.

3.4 Actividades de transferencia del conocimiento.

Actividad 1. Actividad grupal (duración máxima 10 horas**).**

De acuerdo a los conocimientos apropiados en desarrollo de la actividad 3.3, a partir de las lecturas de las Normas y los procedimientos establecidos por la CREG, para inspeccionar la calidad del servicio de la energía eléctrica, y las respuestas dadas a cada una de las preguntas formuladas en el cuestionario propuesto. Elaborar un documento escrito con el desarrollo del cuadro mostrado a continuación, como evidencia relacionada con la transferencia de los conocimientos apropiados inicialmente. En el cuadro se deben diligenciar todos los campos descritos.

Calidad de la potencia; Punto de conexión común; suministro de energía, metodología de la evaluación, potencia eléctrica, valores de referencia, de acuerdo a la NTC 5001 del 2008.						
Nombre del fenómeno de perturbación	Descripción del fenómeno de perturbación	Causas de la perturbación	Efectos de la perturbación en el sistema eléctrico	Valores de referencia de la perturbación	Metodología de evaluación o tiempo mínimo para el intervalo de la medida de la perturbación	Alternativas o soluciones para controlarla

La evaluación de esta evidencia la hará el instructor mediante entrevista directa a uno o varios integrantes de cada uno de los grupos conformados para el desarrollo de la actividad. El aprendiz entrevistado por el instructor debe explicar cada uno de los campos solicitados en el cuadro propuesto.

Actividad 2. Actividad grupal (duración máxima 15 horas)

Los aprendices deben estudiar los documentos técnicos; puesta en funcionamiento y uso del analizador de redes trifásicas de energía, marca Fluke 43B, o el equipo analizador de redes eléctricas que esté disponible en el ambiente de aprendizaje.

Una vez comprendido en uso del analizador de redes trifásicas que se vaya a utilizar, y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y orientación directa del instructor. Los aprendices deben instalar el analizador de redes para evaluar el comportamiento y los parámetros eléctricos en los siguientes casos:

1. Una carga 100% resistiva (circuito solo con cargas resistivas – circuito R).
2. Una carga inductiva (circuito solo con cargas inductivas – circuito L).
3. Conectar en paralelo las cargas resistivas e inductivas, utilizadas en los dos primeros puntos (circuito resistivo en paralelo con el circuito inductivo –circuito RL en paralelo).

A partir de los factor de potencia iniciales de cada una de las cargas instaladas, los aprendices deben realizar los cálculos teóricos y dimensionar el banco de condensadores requeridos para corregir el factor de potencia de las cargas instaladas en cada una de las pruebas, mejorando el factor de potencia hasta un valor mínimo equivalente a 0,94.

Los cálculos teóricos se deben realizar a partir de los criterios establecidos por el instructor para mejorar el factor de potencia de las cargas a conectar en el banco didáctico de pruebas. Los resultados teóricos se deben comparar con los valores reales obtenidos en cada una de las prácticas. (Para el desarrollo de esta actividad los aprendices pueden Consultar el material de apoyo disponible en los documentos técnicos: mejoramiento de factor de potencia.pdf y Compensación Reactivos shneider electric, Compensación Energía Reactiva.pdf, respectivamente. Igualmente pueden hacer uso de software, recomendados por fabricantes de bancos de condensadores, disponibles gratuitamente en el mercado o en la web, para dimensionar los bancos de condensadores necesarios mejorar el factor de potencia en un sistema eléctrico.

Evidencias entregables: Como evidencia de la actividad de aprendizaje los aprendices deben presentar el informe correspondiente, teniendo en cuenta los siguientes aspectos;

1. Elaborar los diagrama de fuerza y control de los montajes realizado en cada caso.
2. Registrar los parámetros eléctricos medidos al conectar cada una de las cargas propuestas.
3. Describir los fenómenos de distorsión armónica observables en los equipos de diagnóstico instalados en la práctica, y determinar las causas y los efectos originados con cada uno de los tipos de carga utilizadas en la práctica que hayan afectado la calidad de la energía eléctrica.
4. Para cada uno de los circuitos montados, realizar los cálculos teóricos de las cargas instaladas y compararlos con los datos reales registrados en los instrumentos de medición. Memoria de cálculos.

5. Listar los armónicos que se presentaron en cada uno de los circuitos instalados, e indicar los efectos en la calidad del sistema eléctrico en prueba.
6. Realizar los cálculos teóricos para determinar la capacidad del banco de condensadores, para mejorar el factor de potencia obtenido inicialmente hasta un valor mínimo equivalente a 0.94. Adjuntar la memoria de los cálculos elaborados para la corrección del factor de potencia, de acuerdo con los criterios establecidos por el instructor en la presente guía de aprendizaje.
7. En todos los casos se deben registra los datos de placa de los equipos utilizados en las prácticas y registrar los parámetros eléctricos mostrados por el equipo de medición o analizador de redes, incluidos los armónicos más relevantes o de mayor impacto observados en el sistema.

Actividad 3. Actividad grupal (duración máxima 10 horas).

A partir de los datos y los cálculos obtenidos en la actividad de aprendizaje 2. Los aprendices deben habilitar el banco de compensación de reactivos, haciendo los arreglos necesarios para mejorar el factor de potencia del circuito paralelo resistivo e inductivas (RL). El factor de Potencia medido inicialmente con las cargas instaladas, se debe mejorar hasta un valor mínimo equivalente a 0.94, a través de una configuración de un circuito RLC en paralelo. Esta configuración corresponde a la solución o alternativa más utilizada en la industria para mejorar los problemas originados por el bajo factor de potencia, principalmente en las instalaciones eléctricas industriales, previo descarte de posibles condiciones de resonancia armónica en el sistema de potencia eléctrico del usuario, que puedan deteriorar la operación y confiabilidad del sistema y los equipos, de acuerdo con lo establecido por la CREG en este aspecto.

A continuación se describen algunos aspectos que se deben tener en cuenta para Caracterizar y configurar el banco didáctico de Compensación de Energía Reactiva:

El Banco Didáctico de Compensación de Energía Reactiva, está disponible en el ambiente de aprendizaje, y permite simular montaje eléctricos, que permiten observar el estado inicial de las cargas con bajo factor de potencia y realizar los arreglos correspondientes para mejorar el factor de potencia de la instalación, hasta los valores establecidos por la CREG a los usuarios finales de la energía eléctrica y los requisitos propuestos por el grupo de instructores en la guía de aprendizaje.

La fotografía mostrada en la figura 1, corresponde al lado frontal del banco didáctico de compensación de energía reactiva. Teniendo en cuenta las recomendaciones establecidas por el fabricante del equipo, los aprendices leer las instrucciones para familiarizarse con el banco didáctico y comprender el funcionamiento básico del mismo, se deben interpretar los diagramas de control y fuerza, respectivamente, y realizar la configuración del relé de corrección de factor de potencia RVT, de acuerdo con el procedimiento establecido por el fabricante y descrito en el documento técnico - Relé de Corrección de Factor de Potencia RVT, que hace parte del material de apoyo para el desarrollo de las actividades de aprendizaje.

Una vez configurado el banco de compensación de energía reactiva se podrán realizar los montajes de los circuitos propuestos por el grupo de instructores, de acuerdo con la actividad de aprendizaje y los resultados de aprendizaje establecidos en el programa de formación.

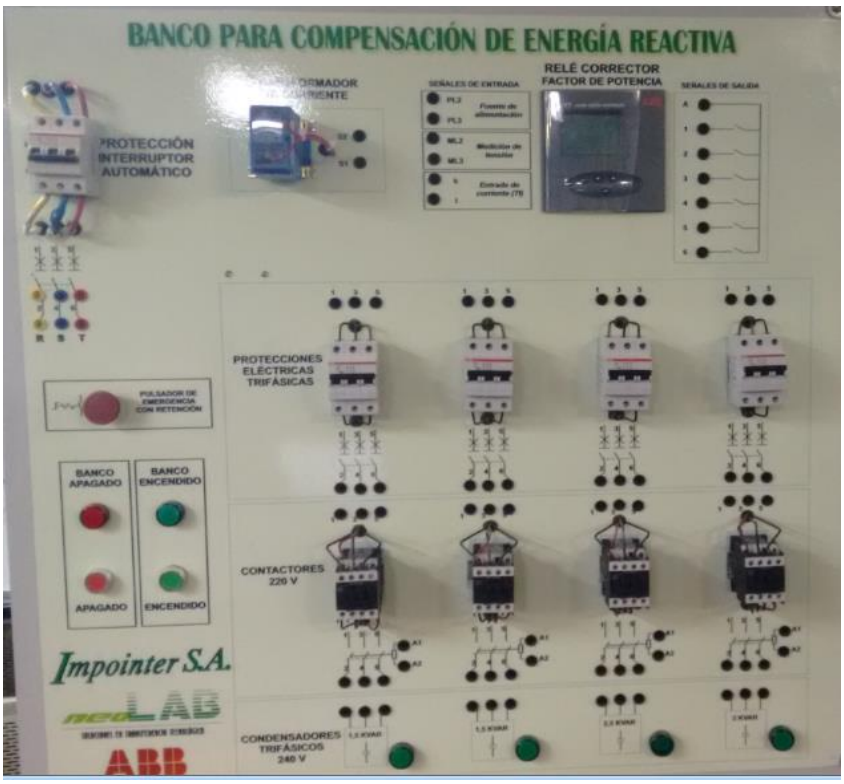


Figura 1. Banco para compensaciòn de Energìa Reactiva.
Fuente: Propia SENA

Aspectos relacionados con el control del circuito de potencia.

Los pulsadores ubicados en la parte frontal del banco sirven para habilitan o deshabilitan la alimentación general del banco en los bornes de la salida del banco. El banco didáctico se conecta a un sistema de alimentación trifásico 120/208V/60Hz, por medio de una clavija trifásica de 4 hilos. Al cerrar el interruptor automático dispuesto para la protección principal del banco didáctico, se habilita el sistema de control y mando del banco para poder energizar o des energizar de acuerdo con la necesidad del usuario. Inicialmente se puede observar que el piloto de color rojo se enciende para indicar que el banco esta desenergizado. Si se desea energizar y habilitar la salida de tensión en los bornes principales del banco, el usuario debe oprimir el pulsador de color verde, ubicado en la parte frontal del banco. Con esta acción se enciendo el piloto de la luz verde y se apaga la luz del piloto de color rojo. Si durante el uso del banco didáctico se observar una situación de peligro o probabilidad de riesgos de origen eléctrico. Se debe pulsar el botón de emergencia para suspender completamente el suministro de energía al banco, el botón de emergencia quedará enclavado mecánicamente, hasta tanto no sea subsanada la falla y posteriormente se libera manualmente, girando el pulsador en el sentido que indica la flecha mostrada sobre el cuerpo del citado pulsador.

Hay que tener presente que la conexión física tanto de los elementos de control, como los de fuerza de las cargas a conectar para las prácticas, se deben alambrar externamente desde los bornes de salida de la protección principal, utilizando conectores de seguridad preferiblemente.

Antes de realizar la conexión física de los montajes propuestos para las prácticas en esta actividad de aprendizaje, los aprendices deben dibujar los esquemas de fuerza y control, sobre la Figura 1. Banco para compensaciòn de Energìa Reactiva.

Procedimiento para configurar el controlar automático:

Para la configuración del controlador automático de compensación de energía reactiva, se debe seguir el siguiente procedimiento.

Hay que tener presente que a las salidas del controlador se dispone de seis contactos auxiliares, de los cuales vamos a utilizar los cuatro primeros, para controlar la alimentar de las bobinas de los contactores dispuestos para alimentar los bancos de los condensadores de compensación del banco didáctico, la otras línea de la señal de tensión que alimenta de las bobinas, se alambra desde una de las fases del sistema.

Para a paso para configurar el controlador:

1. Pulsar el botón verde del banco para habilitar la energía del banco.
2. Energizar el controlador RVT.
3. Desde el menú de bienvenida en el display del relé, ir a la opción del menú correspondiente a parámetros, pulsar OK en cuadro de mandos.
4. Desplazar el cursor hasta la opción de puesta en marcha y pulsar Ok.
5. Si en el candado del menú del sistema se indica que está bloqueado, desplazar el cursor hasta la opción cambiar modo y pulsar OK para eliminar el candado de bloqueo y habilitar el sistema.
6. El menú nos muestran las opciones de: Automático, Manual y Modificado. Desplazar el cursor hasta la opción modificado y pulsar Ok. Esta acción permite liberar el candado del sistema y habilita la puesta en marcha del procedimiento para configurar el réle.
7. En el menú principal, sobre la opción puesta en marcha, observar que hay las siguientes opciones: Auto y guiado.
8. Desplazar el cursor hasta la opción guiado y pulsar OK.
9. Empieza la configuración: TI: En el display se observa TI Titilando, esto indica que el valor de la relación de transformación del transformador de corriente se puede modificar, desplazando el cursor arriba o abajo. Para el transformador de corriente con relación 100/5 A, el valor se debe ajustar a 20, que es el valor equivalente a la relación de transformación del transformador instalado en el banco y pulsar OK.
10. Tensiones: Para sistemas trifásicos seleccionar 3fases/F: 220 V y pulsar OK. (Si la prueba se va hacer con tensiones monofásicas se debe seleccionar el sistema 1 fase) y Pulsar OK.
11. Escala de tensión V: Transformador de potencial: TP NA (No aplica). El valor de configuración es: 1, pulsar OK.
12. Tensión nominal: Up: 120%, Down: 80%, pulsar Ok.
13. Retardo de enclavamiento: (se selecciona a voluntad de los usuarios, cursor arriba o abajo), se recomienda seleccionar un tiempo entre 5 y 10 segundos, pulsar OK.

14. Secuencia del banco de condensadores: Pulsar arriba o abajo y ubicarse en la opción de Secuencia Especial, pulsar OK, y ajustar a la secuencia: 1:2:3:4:0:0:0:0. Una vez esté ubicado sobre la posición de cada paso pulsa OK para habilitarlo y llevarlo hasta el valor deseado con el cursor subir o bajar, pulsar OK para cada valor de la secuencia.
15. Escalón Q: Valor mínimo 1.3 KVAr/220V (Se selecciona a partir del menor valor del paso de condensadores disponible en el banco de condensadores), pulsar Ok.
16. Desplazamiento de fase: Seleccionar la opción correspondiente de acuerdo con lo establecido en la figura 2. Tabla de desfase, mostrada a continuaciòn.

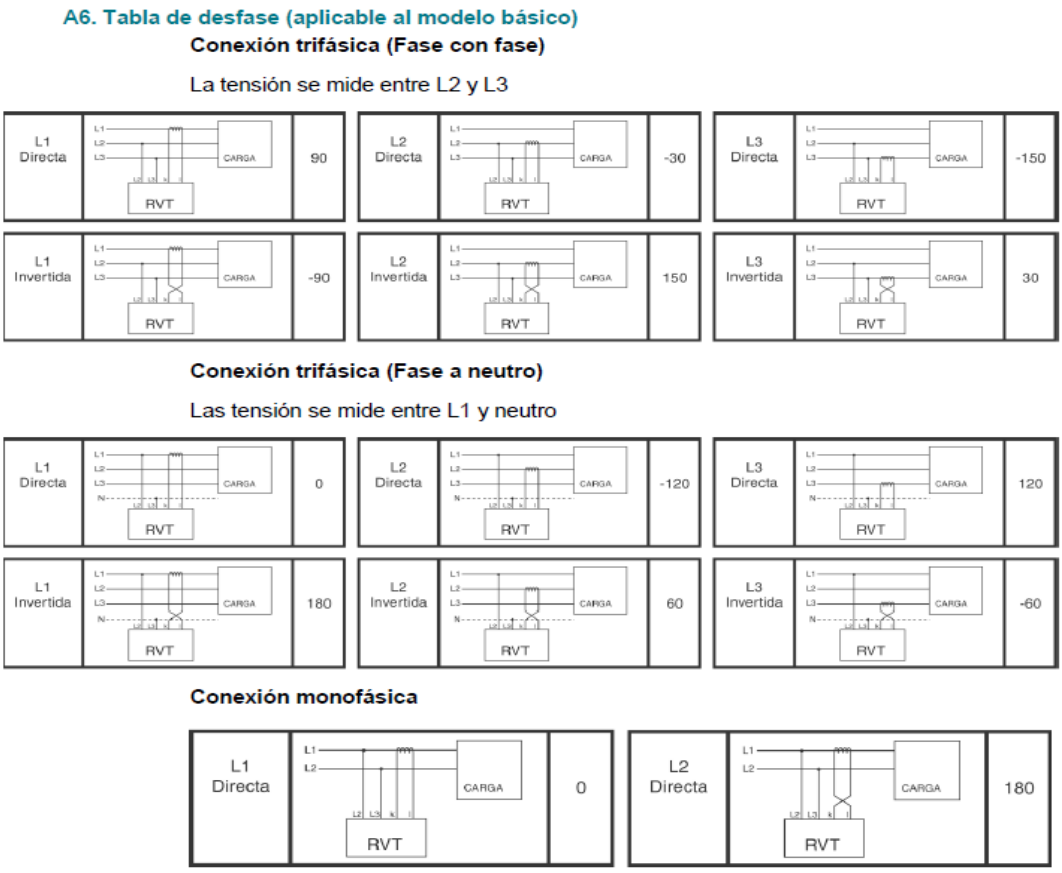


Figura 2. Tabla de desfase.
Fuente: Catalogo regulador factor de potencia Ref: RVT, Marca ABB

17. Factor de Potencia: Con el cursor arriba o abajo se selecciona el Cos ϕ final deseado y Pulsar Ok.
18. Pulsar Ok, sobre la opción guardar y salir.
19. Finalmente desde puesta en marcha, ubicarse en modo automático y pulsar OK.

Al energizar el sistema, si el relé ha sido ajustado correctamente, inicialmente mostrara los valores de los principales parámetros correspondientes a las corrientes, las tensiones, las potencias y el factor de potencia. A medida que transcurra el tiempo establecido por los usuarios para verificar los parámetros ajustados, el relé va cerrando los contactos de salida para energizar uno a uno de los contactores, y a la vez

energizar las bobinas de los contactores, dispuestos para alimentar los pasos de los bancos de condensadores corrigiendo el factor de potencia hasta el valor definido en la configuración del relé. El relé también permite observar, mediante tablas y gráficas, los valores de los armónicos presentes en la instalación bajo prueba.

Evidencias entregables:

Los aprendices deben entregar el informe correspondiente teniendo en cuenta los siguientes criterios:

1. Circuito de conexión del banco de compensación de energía reactiva
2. Caracterización de las cargas utilizadas en la práctica, descripción y datos de placa.
3. Elaborar un cuadro con el registro de los parámetros eléctricos medidos durante la práctica, registrando los valores medidos y haciendo el análisis y la comparación de los valores calculados teóricamente y los obtenidos en la práctica.
4. Interpretación y análisis de los resultados obtenidos. Mostrar que efectivamente las ventajas descritas en los documentos de apoyo que al mejorar el factor de potencia de las instalaciones, efectivamente se logra mejorar los parámetros eléctricos asociados a la calidad de la energía eléctrica.
5. Describir cada uno de las perturbaciones eléctricas mostradas en el analizador de redes del controlador y los posibles efectos a la calidad de la energía del sistema en estudio.
6. De acuerdo con los criterios establecidos en la sección 460 de la NTC 2050, dimensione los conductores y las protecciones del circuito alimentador, requeridos para instalar un banco de condensadores de 30 kVAr / 220 V.

Todas las evidencias entregadas por los aprendices serán evaluadas de acuerdo con los criterios descritos en la siguiente lista de chequeo.

Recolección de evidencias	**Criterios para evaluar las evidencias de las actividades de aprendizaje, descritas en la guía de aprendizaje**								**¿Cumple los criterios establecidos para la actividad?**	
	A		C		P		V			
Fecha (Acordada con el Aprendiz)	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO

(A): Autenticidad / (C): Calidad / (P): Pertinencia / (V): Vigencia.

- **AMBIENTE REQUERIDO**

  Ambientes de aprendizaje del área eléctrica del CEAI, dotado con los bancos didácticos de
  - Compensación de Energía Reactiva
  - Medición de Armónicos
  - Coordinación de Protecciones y Materiales y equipos necesarios para las prácticas propuestas en la presente guía de aprendizaje
- **Materiales y equipos**

Tablero en acrílico borrable, Banco de cargas inductivas, capacitivas y resistivas, analizador de redes eléctricas industriales de baja tensión, voltímetros y pinzas voltiamperimetricas con verdadero rms, cámara de termografía, Juego de cables con conectores de seguridad, destornilladores de pala y estrella, alicates y elementos de seguridad personal - EPP.

5. ACTIVIDADES DE EVALUACION

5.1 Actividades de evaluación.

Evidencias de Aprendizaje	Criterios de Evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación
Evidencias de Conocimiento: **Evaluaciones escritas talleres**	Localiza e identifica con procedimiento los puntos defectuosos en la red de distribución para establecer un diagnóstico.	Cuestionario de preguntas resuelto, entrevistas del instructor y desarrollo del cuadro propuesto en la actividad uno (1) para la transferencia del conocimiento, de acuerdo con la guía de aprendizaje. Se evaluara la claridad, pertinencia y validez, de la información consignada en los informes solicitados.
Evidencias de Desempeño: **Instalación de montajes**	Realiza instalaciones conforme a las normas de uso racional de energía. Selecciona los equipos de diagnóstico adecuados. Realiza las medidas adecuadas respetando las reglas de seguridad.	Listas de chequeo de desempeño. Observación directa a los aprendices durante la Instalación, configuración y uso de los equipos de diagnóstico y banco didáctico de compensación de energía reactiva.
Evidencias de Producto: Informe del análisis de los resultados obtenidos en las prácticas de compensación de		Observación

Actividad de aprendizaje: Acción integradora e integrada entre sí, realizada por los aprendices con la orientación del instructor- tutor a lo largo del proceso formativo. Las actividades de aprendizaje son objeto directo de aprendizaje; esto indica que existe una relación directa entre lo que se debe hacer en el Centro formativo y lo que más tarde se hará en el mundo laboral. (Tomado de Glosario SENA).

Competencia: Todo aquel comportamiento formado por habilidades cognitivas, actividades de valores, destrezas motoras y diversas informaciones que hacen posible llevar a cabo, de manera eficaz, cualquier actividad. Actualmente las competencias se entienden como actuaciones integrales para identificar, interpretar, argumentar y resolver problemas del contexto con idoneidad y ética, integrando el saber ser, el saber hacer y el saber conocer.

Criterio de evaluación: Enunciado que identifica un referente esencial relativo a lo que nos proponemos conseguir, de forma efectiva respecto al contenido (qué) y las circunstancias de expresión de la conducta que se persigue (cómo). Conlleva un significado de juicio para valorar de forma equilibrada y objetiva un propósito. Es un referente fundamental para el desarrollo de la evaluación del proceso de enseñanza/aprendizaje. Permite determinar la consecución de los objetivos y competencias básicas definidas en un nivel de currículo determinado. Ello supone, como en el caso de los objetivos y contenidos, la necesidad de formularlos de forma clara y coherente con los demás elementos del proceso de formación.

Evidencia de aprendizaje: Manifestación del aprendizaje, que refiere a la comprobación de lo que “sabe”, “sabe hacer” y “es” el aprendiz. Pueden ser de conocimiento y de desempeño, de las cuales se pueden inferir los logros de aprendizaje y establecer el desarrollo o no de las competencias. Se dividen en evidencias de conocimiento (saber), de desempeño (saber hacer) y de actitud (saber ser).

Instrumento de evaluación: Conjunto de herramientas utilizadas por el instructor-tutor para recoger datos relacionados con los resultados de aprendizaje, los criterios de evaluación y las evidencias definidas en el diseño curricular.

NTC: Norma Técnica Colombiana.

Calidad de energía eléctrica: Ver NTC 5000 del 2013. Calidad de potencia. Definiciones y Términos fundamentales.

CREG: Comisión de Regulación de Energía y Gas.

energía reactiva, conclusiones y memoria de cálculos.	Propone soluciones técnicas para mejorar la eficiencia energética y disminuir los costos de explotación de la instalación.	Listas de chequeo de producto:

6. GLOSARIO DE TERMINOS

7. REFERENTES BILBIOGRAFICOS

Comisión de Regulación de Energía y Gas (1998). CREG 070. Por la cual se establece el Reglamento de Distribución de Energía Eléctrica, como parte del Reglamento de Operación del Sistema Interconectado Nacional. Bogotá D.C. Documento recuperado del portal web de la CREG **http://www.creg.gov.co/index.php/regulacion/resoluciones**

Instituto Colombiano de Normas Técnicas – ICONTEC. (2007). *NTC 1340. Tensiones y frecuencias nominales en sistemas de energía en redes de servicio público*. Bogotá D.C.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas - ICONTEC (2013). *NTC 5000.Calidad de Potencia. Definiciones y Términos fundamentales*. Bogotá D.C.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas - ICONTEC (5001). *NTC 5001. Calidad de potencia. Límites y metodología de evaluación en punto común*. Bogotá D.C.

Unidad de Planeación Minero Energética – UPME, y COLCIENCIAS (Documento sin Fecha). Corrección del Factor de Potencia y Control de la demanda. Bogotá D.C.

Las resoluciones de la CREG, referenciadas en el material de apoyo se pueden bajar y consultar desde el portal de la Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG, con el siguiente enlace de la web.

http://www.creg.gov.co/index.php/regulacion/resoluciones

Las Normas Técnicas Colombianas – NTC, se pueden consultar de la web, ingresando al portal de e-normas, desde la red interna del SENA a través del enlace de la biblioteca SENA; http://biblioteca.sena.edu.co , siguiendo la ruta descrita a continuación; Recursos info, *Bases de Datos - Orden Alfabético, normas ICONTEC.* Una vez ingresa al aplicativo e-normas, en el cuadro de dialogo digitar la norma a consultar desde la ventana buscar.

7. CONTROL DEL DOCUMENTO

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha
Autor (es)	MIGUEL ANGEL ROSALES DIAZ	Instructor	NODO ELECTRICIDAD	JULIO 2023

8. CONTROL DE CAMBIOS (diligenciar únicamente si realiza ajustes a la guía)

	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha	Razón del Cambio
Autor (es)					

La importancia de tener una buena calidad de la energía



Idealmente, el mejor suministro eléctrico sería una forma de onda de voltaje sinusoidal de magnitud y frecuencia constante. Sin embargo, debido a la impedancia distinta de cero del sistema de suministro, a la gran variedad de cargas que se pueden encontrar y a otros fenómenos como transitorios y así como los cortes de energía, la realidad suele ser diferente. La calidad de la energía de un sistema expresa hasta qué punto un sistema de suministro práctico se parece al sistema de suministro ideal.

Si la calidad de energía de la red es buena, todas las cargas conectadas funcionarán de manera satisfactoria y eficiente. Los costos de instalación y la huella de carbono serán mínimos.

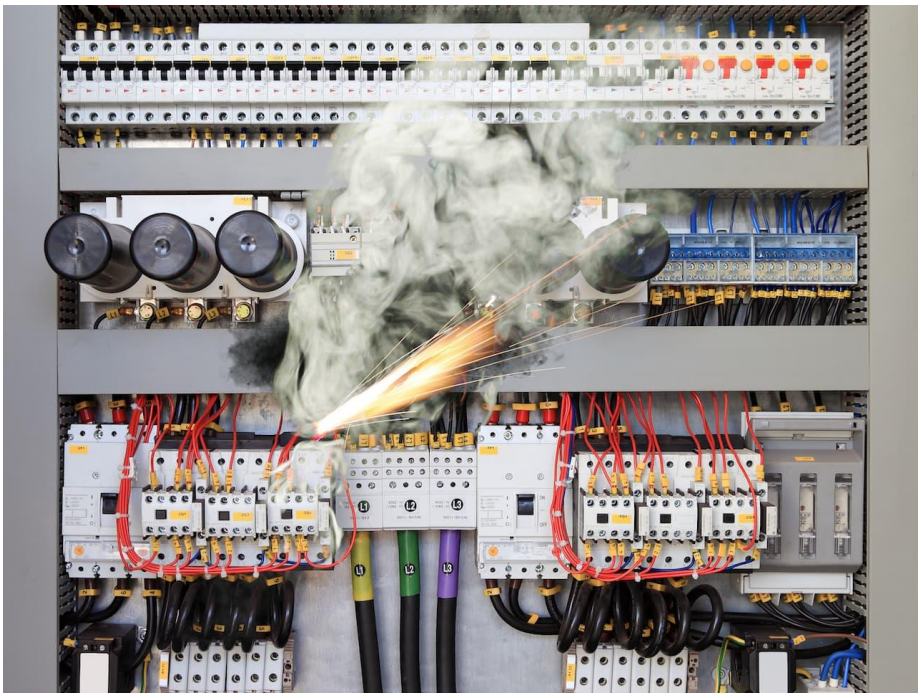
Si la calidad de energía de la red es mala, las cargas conectadas a ella fallarán o tendrán una vida útil reducida, y la eficiencia de la instalación eléctrica se reducirá. Los costos de funcionamiento de la instalación y la huella de carbono serán altos y/o la operación puede no ser posible en absoluto.

Para caracterizar la Calidad de la Energía, se han definido diferentes índices que serán revisados más adelante en este artículo.

Costo de la pobre calidad de la energía

La mala calidad de la energía se puede describir como cualquier evento relacionado con la red eléctrica que, en última instancia, resulte en una pérdida financiera. Las posibles consecuencias de una mala calidad de la energía incluyen (Fig.1):

- Fallos inesperados de la fuente de alimentación (disparo de interruptores, fusibles fundidos).
- Fallo o mal funcionamiento del equipo
- Sobrecalentamiento de equipos (transformadores y motores entre otros) que reducen su vida útil.
- Daños a equipos sensibles (PC y sistemas de control de línea de producción, por ejemplo).
- Interferencias de comunicación electrónica y de equipos de monitoreo.
- Aumento de pérdidas del sistema.
- Necesidad de sobredimensionar las instalaciones para hacer frente a la tensión eléctrica adicional con el consiguiente aumento de los costos de instalación y funcionamiento y una mayor huella de carbono asociada.
- Sanciones impuestas por las empresas de servicios públicos porque el sitio contamina demasiado la red de suministro.
- Rechazo de la conexión de nuevos sitios porque el sitio contaminaría demasiado la red de suministro.
- Impresión de inestabilidad de la sensación visual inducida por un estímulo de luz cuya luminancia o distribución espectral fluctúa con el tiempo (parpadeo)
- Problemas de salud y reducción de la eficiencia del personal



Posibles problemas de una mala calidad de la energía

Se pueden definir los siguientes factores principales que contribuyen a la baja calidad de la energía de baja tensión:

- Potencia reactiva, ya que carga el sistema de alimentación innecesariamente.
- Distorsión armónica, ya que provoca un estrés adicional en las redes y hace que las instalaciones funcionen con menor eficiencia.
- Desequilibrio de carga, especialmente en aplicaciones de edificios de oficinas, ya que las cargas desequilibradas pueden dar como resultado un desequilibrio de voltaje excesivo que causa estrés en otras cargas conectadas a la misma red y conduce a un aumento de la corriente neutra y la acumulación de tensión neutra a tierra.
- Variaciones de voltaje rápidas que provocan parpadeo.

Todos estos fenómenos conducen potencialmente a un funcionamiento ineficaz de las instalaciones, tiempo de inactividad del sistema y una vida útil reducida del equipo y, en consecuencia, altos costes de funcionamiento de la instalación.

Si debido a la mala calidad de la energía se detiene la producción, se incurre en costos mayores.

Además de la pérdida financiera debido a las "paradas de producción", se puede identificar otro factor del costo de la mala calidad de la energía mediante el análisis de las pérdidas de kWh adicionales que existen debido a la presencia de contaminación armónica en los componentes típicos de la red, como transformadores, cables y motores. Como esta pérdida tiene que ser suplida por las centrales eléctricas, se le puede asignar una pérdida financiera y emisiones de CO2. Los valores exactos de esta pérdida dependen de la situación local de las tarifas de kWh y de las formas en que se genera la energía eléctrica (por ejemplo, las plantas de energía nuclear casi no tienen huella de CO2 por kWh generado en comparación con las plantas de energía de carbón para las cuales la huella es grande, alrededor de 900 -1000 g / kWh producidos [1].

Un posible método para cuantificar teóricamente las pérdidas extra introducidas por los armónicos en los transformadores es utilizar el estándar IEEE C57.110 [3]. El impacto calculado dependerá de la situación local, pero se alcanzan fácilmente cifras como algunos miles de dólares / año. Esto corresponde a unas pocas decenas de emisiones de CO2 / año. En consecuencia, se puede concluir que en instalaciones donde están presentes cargas contaminantes armónicas significativas, los costos de funcionamiento pueden ser significativos.

La mayor parte de la distorsión armónica hoy en día se crea como corriente armónica producida por cargas en instalaciones individuales. Esta corriente armónica, inyectada en la impedancia de la red, se transfiere a voltaje armónico (ley de Ohm); que se aplica a todas las cargas dentro de la instalación de ese usuario. Como resultado, el usuario que emplea cargas armónicas puede sufrir problemas de calidad de la energía. Además, al no

ser filtrada, la corriente armónica producida en una instalación fluye a través de los transformadores de alimentación hacia el suministro de la red pública y también crea una distorsión armónica de voltaje en la red pública. Como resultado, cualquier usuario de la red eléctrica conectado al mismo suministro se verá afectado por la contaminación creada por otro cliente de la red pública y podría sufrir consecuencias operativas en su propia instalación debido a esto.

Para limitar este tipo de problemas, la mayoría de las empresas de servicios públicos han adoptado normas / regulaciones de Calidad de Energía que deben ser respetadas por los usuarios de la red de suministro. En casos extremos, el incumplimiento de estas normativas conlleva el rechazo de la conexión de una nueva instalación, lo que a su vez puede tener un impacto significativo en la producción y la pérdida de ingresos de la empresa.

Parámetros y terminología de calidad de energía

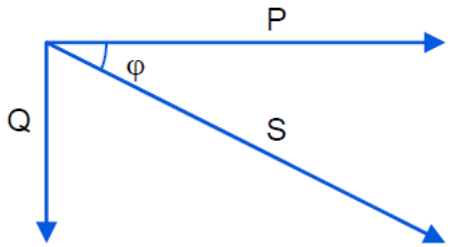
Potencia reactiva y factor de potencia (cos φ)

En un suministro de AC, la corriente a menudo se desfasa del voltaje de suministro. Esto conduce a diferentes definiciones de potencia (Fig.2):

La potencia activa P [kW], responsable del trabajo útil, está asociada a la parte de la corriente que está en fase con la tensión.

La potencia reactiva Q [kvar], que sostiene el campo electromagnético utilizado para producir P. El funcionamiento de un motor es un intercambio de energía (por unidad de tiempo) entre componentes reactivos del sistema eléctrico (condensadores y reactores). Está asociado con la parte de la corriente que está desfasada en 90 ° con el voltaje.

La potencia aparente S [kVA], que da una combinación geométrica de las potencias activa y reactiva, puede verse como la potencia total extraída de la red.



Potencias básicas en un sistema AC

La relación entre la potencia activa y la potencia aparente se denomina a menudo factor de potencia de desplazamiento o cos y da una medida de la eficiencia de la utilización de la energía eléctrica. Un cos φ igual a 1 se refiere a la transferencia más eficiente de energía útil. Un cos φ igual a 0 se refiere a la forma más ineficiente de transferir energía útil.

Distorsión armónica

La contaminación armónica a menudo se caracteriza por la distorsión armónica total o THD, que por definición es igual a la relación entre el contenido armónico RMS y el fundamental:

$$\mathrm{THDV} = \frac{\sqrt{V_{\mathrm{RMS}}^2 - V_1^2}}{V_1} = \frac{\sqrt{\sum_{k=2} V_k^2}}{V_1}$$

donde Vk es el k-ésimo componente armónico de la señal V.

Esta cantidad, expresada en%, es muy útil cuando el componente del valor fundamental se da o se conoce implícitamente. En consecuencia, la THD es información particularmente relevante para la tensión (como se conoce la

tensión nominal). Para poder medir la THD de la corriente, es imperativo que se defina una referencia de corriente de frecuencia fundamental.

Desequilibrio de voltaje

En la teoría de componentes simétricos, Fortescue ha demostrado que cualquier sistema trifásico se puede expresar como la suma de tres conjuntos simétricos de fasores balanceados: el primer conjunto tiene la misma secuencia de fase que el sistema inicial (secuencia de fase positiva), el segundo conjunto tiene la secuencia de fase inversa (secuencia de fase negativa) y la tercera que consta de tres fasores en fase (secuencia de fase cero o componentes homopolares).

Un suministro trifásico normal tiene las tres fases de la misma magnitud pero con una fase desplazada en 120 °. Cualquier desviación (magnitud o fase) de una de las tres señales dará como resultado un componente de secuencia de fase negativa y / o un componente de secuencia de fase cero.

La definición de desequilibrio de voltaje generalmente se expresa como la relación entre el componente de secuencia de fase negativa y el componente de secuencia de fase positiva. Este parámetro se expresa en%. (Estrictamente hablando, la parte homopolar también debe considerarse en la definición. Sin embargo, dado que la secuencia de fase negativa es la más relevante para causar daños a los motores en línea directa al crear un par inverso, históricamente la definición de desequilibrio a menudo se limita al expresado en este párrafo).

Parpadeo (Flicker)

Según el Vocabulario Electrotécnico Internacional (IEV) [2] del Comité Electrotécnico Internacional (IEC), el parpadeo se define como "Impresión de inestabilidad de la sensación visual inducida por un estímulo de luz cuya

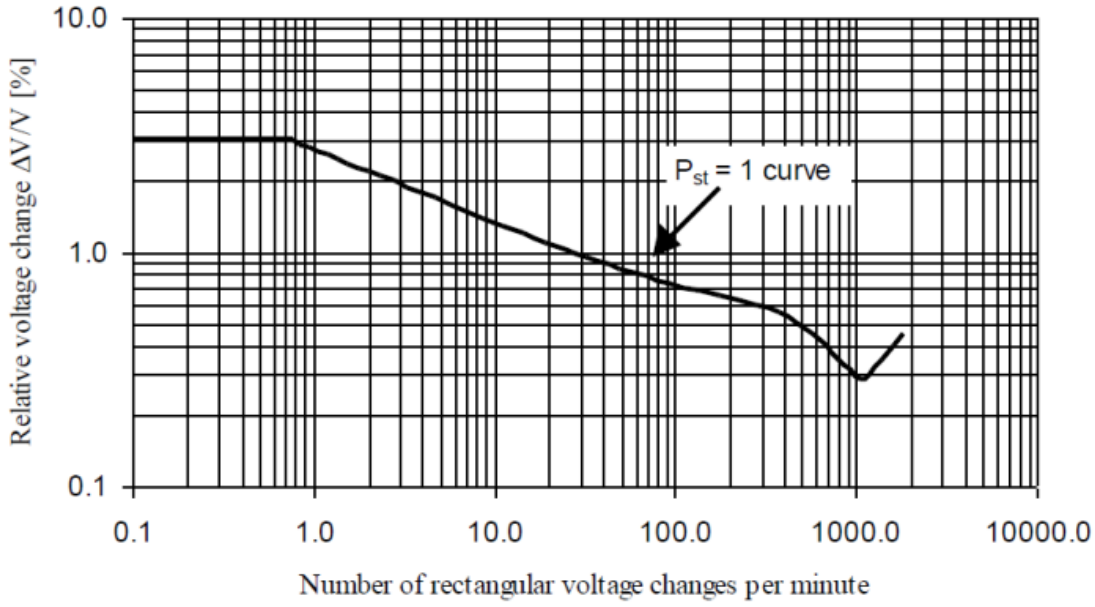
luminancia o distribución espectral fluctúa con el tiempo". Desde un punto de vista más práctico, se puede decir que las fluctuaciones de voltaje en la red de suministro provocan cambios en la luminancia de las lámparas, que a su vez pueden crear el fenómeno visual llamado parpadeo. Si bien un pequeño nivel de parpadeo puede ser aceptable, por encima de cierto umbral se vuelve molesto para las personas presentes en una habitación donde existe el parpadeo. El grado de molestia aumenta muy rápidamente con la amplitud de la fluctuación. Más adelante, a ciertas tasas de repetición de la fluctuación de voltaje, incluso las pequeñas amplitudes de fluctuación pueden resultar molestas.

La influencia del fenómeno del parpadeo en las personas es compleja de analizar dado que depende no sólo de aspectos técnicos como las características de la lámpara a la que se aplica el voltaje fluctuante sino también de la apreciación del fenómeno por parte del ojo / cerebro de cada individuo. Ya se han realizado muchas investigaciones en este campo, p. Ej. por la Unión Internacional de Electrocalentamiento (UIE). Dos resultados del trabajo realizado fueron la producción de curvas de parpadeo y la especificación de un medidor de parpadeo. La especificación original se presentó en la IEC 868 [3] que ahora ha sido reemplazada por la IEC 61000-4-15 [4].

Se definió un factor de gravedad de parpadeo P (* 1). P puede evaluarse cada 10 minutos (Pst, donde "st" significa corto plazo) o 2 horas (Plt, donde "lt" significa largo plazo). Un nivel de gravedad de parpadeo de uno corresponde a un nivel de parpadeo que irrita al 50% de las personas de prueba y se define como el umbral de irritabilidad. Las curvas de parpadeo generalmente muestran la magnitud de fluctuación de voltaje rectangular que produce para una cierta frecuencia de fluctuación un nivel de severidad de parpadeo de uno. A veces, también se muestra el umbral de percepción de parpadeo, que es más bajo que el umbral de irritabilidad. Como ejemplo de una curva de

parpadeo, considere la Fig. 3 que muestra la curva Pst = 1 para un sistema de 220 V.

(* 1) Otro factor de gravedad del parpadeo que se utiliza a veces es A, que está relacionado con P como A = P ^ 3



Curva de parpadeo que muestra el umbral de irritabilidad (Pst = 1) para una bombilla incandescente de 60 W conectada a un sistema de alimentación de 220 V

Regulaciones

Las regulaciones de los servicios públicos para la contaminación armónica a menudo se basan en trabajos reconocidos internacionalmente realizados por organismos independientes de renombre que han definido límites máximos de distorsión permitidos para el funcionamiento adecuado del equipo. En las Refs. Se dan ejemplos comúnmente citados de dichos documentos que tratan sobre la contaminación armónica. [5] - [7].

En general, el principio de la normativa es el siguiente:

- Limite la contribución de la distorsión de voltaje total (THDV) que puede crear un cliente. En esto se tiene en cuenta que si el nivel totalmente

aceptado de distorsión de voltaje es, por ejemplo, 5% (de la tensión fundamental), este límite debe dividirse entre todos los usuarios conectados. Posiblemente también se impongan límites para componentes de voltaje armónico individuales (por ejemplo, límite máximo del 3% para voltajes armónicos individuales).

- Conversión de los límites de distorsión de voltaje en límites de corriente que se aceptan para fluir hacia el sistema de suministro. Los límites de corriente se pueden verificar fácilmente mediante la medición.

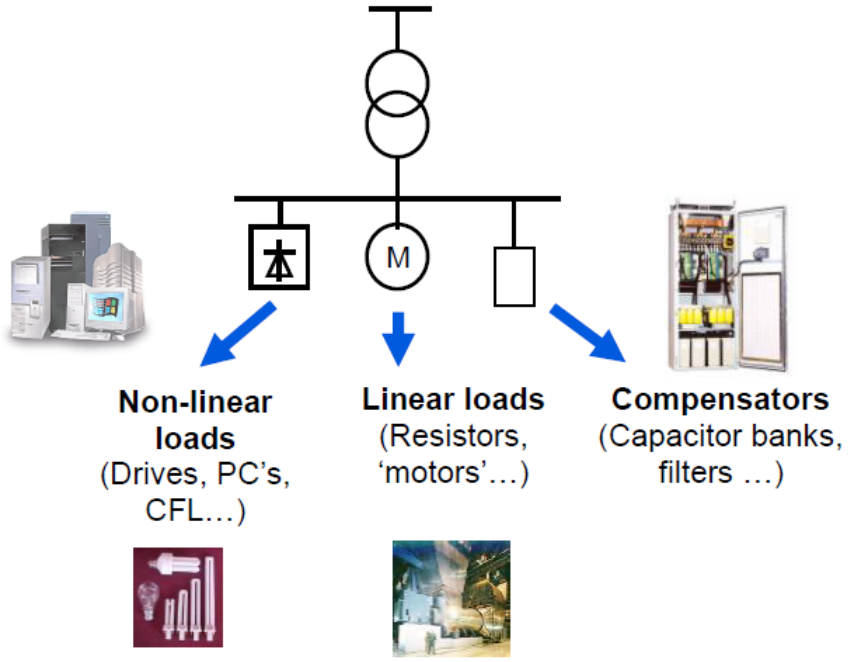
Los límites impuestos por las compañías de servicios públicos siempre se aplican en el “punto de acoplamiento común” (PCC), que se define como el punto de interconexión entre el suministro de energía pública y la instalación del usuario. En la mayoría de los casos, esto es a nivel de MV. Sin embargo, a menudo, los consultores de proyectos imponen que los límites estándar de la empresa de servicios públicos se apliquen al nivel del bus de BT, ya que su principal preocupación es tener niveles de distorsión aceptables en ese punto de la red para que las cargas de BT funcionen sin problemas.

Para limitar la cantidad de potencia reactiva, muchas empresas de servicios públicos impondrán valores mínimos de cos φ para una instalación. Si el cos φ de la instalación es inferior a este valor, se aplicará una penalización. Un problema específico en esta área es la situación en la que se usa energía verde localmente (por ejemplo, paneles fotovoltaicos en una fábrica) para producir energía activa, lo que resulta en una disminución del valor del cos de la energía extraída del suministro por el resto de la planta (ya que los paneles fotovoltaicos reducen el consumo de energía activa, pero la potencia reactiva no se modifica). Por lo tanto, en algunos países, las empresas que invierten en energía verde son penalizadas indirectamente por la empresa de servicios públicos por este enfoque.

Para limitar los problemas debidos a tensiones y corrientes desequilibradas, las empresas de servicios públicos suelen limitar el desequilibrio de tensión

máximo de la tensión de la red (por ejemplo, hasta un 2% [10]). En instalaciones de baja tensión (p. Ej., Centros de datos) no es infrecuente encontrar límites en la tensión de neutro a tierra (p. Ej., 2 V máx.) Para garantizar el correcto funcionamiento del equipo conectado.

Para garantizar el cumplimiento de las regulaciones de armónicos impuestas por las empresas de servicios públicos o los consultores, y para hacer que una instalación sea más confiable y eficiente, puede ser necesario instalar equipos de compensación. El diagrama unifilar genérico (SLD) de dicha instalación se convierte entonces en:



SLD genérico de una instalación

Para resolver los problemas de Power Quality, PQS de Colombia ofrece diferentes servicios y soluciones. Desde la revisión de los posibles problemas que pueda tener una empresa en su planta de producción, oficinas o Data Center entre otros a través de una auditoría de Calidad de la Energía; hasta la implementación de proyectos con equipos que solucionan estos problemas. Una solución simple con el uso de un supresor PQ Global para

reducir la distorsión armónica generada por apagones o mala calidad del suministro de energía pública puede disminuir los costos por paradas de producción inesperadas o daños en los equipos.

También existen soluciones más complejas que no solo previenen los daños ocasionados por lo problemas de calidad de energía, sino que dan soporte de energía y protegen equipos con mayor criticidad.

Referencias:

[1] French Nuclear Energy Society, “Le contenu en CO2 des differéntes filières de production d"électricité: des questions et des réponses”, Revue Générale Nucléaire, N. 1, 2000

[2] IEC 60050-161, ‘International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility’, IEC publication, 09 – 1990

[3] IEC 868, ‘Flickermeter: Functional and design specifications’, International Standard, IEC publication, 1986

[4] IEC 61000-4-15, ‘Electromagnetic compatibility – Flickermeter – Functional and design specifications’, International Standard, IEC publication, 11 – 1997

[5] IEEE Standard 519-1992, “IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems”, IEEE, New York, NY, USA, 1993.

[6] Recommendation G5/4, “Limits for Harmonics in the UK Electricity Supply System”, The Electricity Council Chief Engineers Conference, United Kingdom.

[7] Technical Report IEC 61000-3-6, “ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) – Part 3: Limits – Section 6: Assessment of emission limits for distorting loads in MV and HV power systems”, International Electrotechnical Commission., October 1996.