

		INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO	Versión 1.0 ELAB. 20/04/2019 U. REV. 03/05/2021
SUSTANTIVO FORMATO Código: FDR DO31.02	MACROPROCESO: 01 DOCENCIA PROCESO: 03 TITULACIÓN 01 TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN	Página 1 de 14	
PERFIL Y ESTUDIO DE PERFIL DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN			



PERFIL DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Quito – Ecuador, Agosto del 2025



PERFIL DE TRABAJO DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

CARRERA: Electricidad

TEMA: Análisis, Diseño e Implementación de un Sistema de Corrección del Factor de Potencia de la Microempresa Textil LOLA DÁVILA

Elaborado por:

Víctor Clemente Pillalaza Tupiza
Jostin Alejandro Choez Choez

Tutor:

Ing. Edison Andrés Ayala Calderón

Fecha: 26/08/2025

1. PROBLEMÁTICA

1.1 Formulación y planteamiento del Problema

La microempresa textil LOLA DÁVILA, presenta un bajo factor de potencia en su sistema eléctrico debido, al uso de motores trifásicos sin compensación adecuada de energía reactiva. Esta condición genera sobrecargas en los circuitos, pérdidas energéticas y penalizaciones económicas impuestas por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

Un bajo factor de potencia inferior a 0.95 en el sistema eléctrico, causa el consumo descompensado de energía reactiva de motores trifásicos.

Implementar un sistema de compensación para corregir el desbalance entre la energía activa y reactiva, con el fin de transformar las penalizaciones económicas en ahorros y garantizar la estabilidad operativa.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General.

Implementar un sistema de corrección de factor de potencia mediante bancos de capacitores en el área de producción de la microempresa textil LOLA DÁVILA, para eliminar las penalizaciones por bajo factor de potencia impuestas por la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

1.2.2 Objetivos Específicos.

Evaluar el sistema eléctrico actual desde el medidor de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ) hasta el tablero de distribución principal del área de producción.

Elaborar el diagrama unifilar del tablero de distribución principal según IEEE Std 141-1993.

Calcular la corriente nominal de todos los equipos y máquinas instaladas.

Seleccionar el calibre óptimo del conductor, aplicando el Artículo 310 de la NEC dedicado a "Conductores para el cableado general", y la Tabla 310.16 es la tabla principal para la capacidad de conducción de corriente (ampacidad) de conductores aislados en diferentes condiciones de instalación.

NEC 215.2 (A) (1) (b) - Feeders (Alimentadores): Establece que los conductores del alimentador deben tener un tamaño tal que la caída de tensión no supere el 3% en la

distancia máxima desde el origen del sistema de alimentación hasta la última derivación o salida del alimentador.

1.3 Justificación

La corrección del factor de potencia $FP \geq 0.95$ mediante bancos de capacitores optimizará la eficiencia energética reduciendo pérdidas entre un 8% y 12% (como indica el estándar IEEE 141, Red Book) son principalmente las pérdidas por efecto JOULE, en los conductores del sistema de distribución, esto eliminará penalizaciones. El correcto dimensionamiento de los conductores, aplicando la NEC (Art. 215.2, 310.16) Y cumpliendo con los reglamentos de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), prevendrá daños por sobrecargas térmicas y garantizará la aprobación de la instalación.

Capitaliza pérdidas operativas, transformando multas y sobrecostos energéticos en ahorros y oportunidades de inversión.

El caso de éxito de la microempresa LOLA DÁVILA se alinea estratégicamente con el Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) establecido por la norma ISO 50001, específicamente con su ciclo completo y no solo una parte aislada.

1.4 Alcance

Se intervendrá el circuito de alimentación desde el medidor principal hasta el tablero de distribución del área de producción, verificando el cumplimiento de NFPA 70:2020 (Art. 240.21).

Se calculará y seleccionará el calibre óptimo de los conductores de cobre aplicando la norma NFPA 70 (NEC) 2020, cumpliendo con los criterios de capacidad de corriente de la Tabla 310.16 (considerando factores de corrección por temperatura y agrupamiento) y limitando la caída de tensión a un máximo del 3% para el alimentador más remoto, según la recomendación de los Artículos 215.2 (A) (1) (b) para alimentadores y 210.19 (A) (1) para circuitos derivados.

Se implementará la corrección del factor de potencia mediante la instalación de un banco de capacitores automáticos, conectado en paralelo al tablero general de distribución a través de un tablero secundario independiente. La instalación cumplirá con lo estipulado en la NFPA 70 (NEC) 2020, Artículo 460, garantizando la protección contra sobrecorrientes para cada capacitor según lo requerido en la Sección 460.8(B), así como la correcta interrupción de la corriente mediante un interruptor de desconexión dedicado, de acuerdo con la Sección 460.8(C).

El proyecto garantiza un cumplimiento normativo integral, alineándose con los estándares de seguridad eléctrica en el lugar de trabajo NFPA 70E (2021) para la protección del personal, y con los estándares de instalación eléctrica segura de la NFPA 70 (NEC) 2020, cumpliendo específicamente con el Artículo 215.2 para la capacidad de corriente de los alimentadores, el Artículo 220 para el cálculo de cargas, el Artículo 250 para el sistema de puesta a tierra y conexión a tierra, y el Artículo 410 para el alumbrado.

1.5 Instrumentación y Materiales Principales

- Pinza amperimétrica FLUKE modelo 32 X.
- Multímetro digital FLUKE 117 TRUE RMS MULTIMETER.
- Tableros metálicos, interruptores termomagnéticos, capacitores, cables de alimentación tipo AWG con aislamiento.
- Diagnóstico preciso, mediciones eléctricas de tensión y corriente con sus respectivos dispositivos mencionados.
- Cálculo de compensación reactiva, kVAR requeridos para $FP \geq 0.95$.
- Cálculo técnico de capacitadores utilizando ecuaciones y fórmulas con datos recolectados.
- Diseño del banco de capacitores y sus respectivas protecciones.
- Instalación del banco de capacitores ajustado a normativas *NEC 2017 e IEC 60831*.
- Medición del FP corregido (≥ 0.95).

1.6 Marco teórico

En sistemas eléctricos industriales con predominio de cargas inductivas, como motores trifásicos, suele presentarse un factor de potencia bajo. Esta condición afecta negativamente tanto la eficiencia operativa como los costos asociados al servicio eléctrico. El fenómeno es causado principalmente por el consumo excesivo de energía reactiva, lo que conlleva penalizaciones por parte de las empresas distribuidoras, tal como ocurre en el caso de la Empresa Eléctrica Quito (EEQ).

Estudios a nivel nacional han identificado que las microempresas del sector textil frecuentemente presentan deficiencias en la planificación eléctrica y el dimensionamiento de sus sistemas de alimentación. Dichas deficiencias conducen a un rendimiento energético ineficiente. Esta problemática se agrava ante la ausencia de sistemas de compensación de energía reactiva, como bancos de capacitores, los cuales son necesarios para estabilizar y optimizar el flujo de potencia activa en la red interna.

Investigaciones previas realizadas por instituciones técnicas y universidades ecuatorianas han establecido que la instalación de bancos de capacitores en paralelo con los sistemas de distribución mejora significativamente el factor de potencia, reduce la corriente en las líneas, previene caídas de tensión excesivas y libera capacidad del transformador. Estos beneficios generan ahorros económicos sustanciales para las empresas. (Instituto Nacional de Eficiencia Energética, 2018)

De acuerdo con estándares internacionales como el IEEE 141: Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants (IEEE, 1993) y el NFPA 70: National Electrical Code® (NFPA, 2022), mantener un factor de potencia cercano a 1 es un requisito fundamental, no solo una buena práctica para garantizar sistemas eléctricos eficientes, seguros y escalables.

En este contexto, la microempresa textil LOLA DÁVILA, enfrenta actualmente consecuencias operativas derivadas de un sistema eléctrico subdimensionado, ausencia de

compensación del factor de potencia y diseño inadecuado para la integración de nuevas cargas.

En sistemas eléctricos industriales, particularmente en microempresas que operan maquinaria inductiva como motores trifásicos, suele identificarse un factor de potencia bajo. Esta condición reduce la eficiencia operativa del sistema y genera impactos económicos adversos debido al consumo elevado de energía reactiva. Consecuentemente, las distribuidoras de energía, incluida la Empresa Eléctrica Quito (EEQ), aplican penalizaciones cuando el factor de potencia es inferior al mínimo establecido de 0.95 (ARCONEL, 2023).

Estudios previos han demostrado que la instalación de bancos de capacitores en paralelo con los sistemas de distribución mejora el factor de potencia, reduce la corriente en las líneas, estabiliza el voltaje, incrementa la capacidad del transformador y disminuye las pérdidas por efecto Joule. Estos beneficios generan reducciones en los costos mensuales de energía eléctrica y mejoras en la eficiencia operativa.

Adicionalmente, las normas internacionales, como la "IEEE Std 141-1993" (Red Book) y el NFPA 70: National Electrical Code (2020), establecen que mantener un factor de potencia cercano a la unidad (idealmente superior a 0.95). El cumplimiento de estas normas constituye un requisito operativo fundamental en instalaciones industriales modernas, ya que garantiza: Confiabilidad y seguridad del sistema al prevenir sobrecargas térmicas en conductores. Escalabilidad técnica al permitir la integración de nuevas cargas sin comprometer la estabilidad eléctrica y Eficiencia energética mediante la reducción de pérdidas por efecto Joule (IEEE, 1993; NFPA, 2023, Art. 310.16).

2. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

2.1 Recursos humanos

Participantes institucionales:

Entidad beneficiaria: Microempresa textil LOLA DÁVILA (Representante legal: Elizabeth Dávila).

Ejecutores técnicos: Víctor Pillalaza y Jostin Choez, estudiantes de tecnología eléctrica del Instituto Superior Universitario Central Técnico.

Tutor de Tesis: Ingeniero Edison Ayala

2.2 Recursos técnicos y materiales

Financiamiento: Según cláusula 3.2 del acuerdo de colaboración, Lola Dávila asume el 85% de los costos de materiales, correspondientes a componentes eléctricos certificados (tableros, capacitores, conductores).

Tabla 1. Materiales requeridos

Ítem	Componente
1	Capacitores.
2	Interruptor termomagnético.
3	Fusibles y portafusibles.
4	Cables y terminales.
5	Caja metálica de protección y organización para tablero.
6	Herramientas de instalación y equipo de medición.
7	Electricista especializado en instalación de sistemas de corrección de factor de potencia.
Total	\$1000 mínimo - \$1500 máximo

Fuente: Propia.

2.3 Viabilidad

2.3.1 Condiciones técnicas

Diagnóstico eléctrico previo: Se cuenta con una evaluación técnica del sistema eléctrico actual, lo que permite identificar los puntos críticos relacionados con el bajo factor de potencia, el dimensionamiento inadecuado de conductores y la ausencia de compensación reactiva.

Infraestructura accesible: La microempresa posee acceso físico a los tableros eléctricos, motores e instalaciones, lo cual facilita la intervención sin requerir modificaciones estructurales mayores.

Disponibilidad de tecnologías: Existen en el mercado equipos necesarios como bancos de capacitores, contactores, medidores de energía y protecciones, compatibles con el sistema eléctrico instalado.

Conocimiento técnico: Se cuenta con personal capacitado o asesoría externa para el diseño, selección e instalación de dispositivos de corrección del factor de potencia, garantizando una implementación segura y eficiente.

2.3.2 Condiciones legales y normativas

Regulación nacional vigente: El proyecto en el enmarca dentro del cumplimiento del Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Ecuador (RETIE - Ecuador) (3ª ed., p. 57), y de la normativa de la Empresa Eléctrica Quito (E.E.Q.) (Normativa para la medición y facturación del servicio eléctrico en media y baja tensión 2023 p. 22), que establece límites mínimos de factor de potencia para evitar penalizaciones por energía reactiva.

Normas técnicas internacionales: Se respetan estándares internacionales como la Norma NEC (National Electrical Code) (2020 ed., p. 310.16), para el cálculo de conductores y protecciones, así como normas IEC para la selección de componentes eléctricos.

Autorización empresarial: La microempresa ha autorizado la ejecución del proyecto dentro de sus instalaciones, permitiendo la intervención técnica sin restricciones legales internas.

Licencias y permisos: La ejecución del proyecto no requiere licencias de construcción, pero puede requerir informes técnicos para la aprobación de la E.E.Q. (Normativa para la prestación del servicio eléctrico y requisitos para instalaciones internas 2023 p. 16), si se desea legalizar el nuevo sistema eléctrico o solicitar revisión de facturación tras la corrección del factor de potencia.

2.3.3 Condiciones económicas

Viabilidad financiera: El proyecto tiene un costo de implementación accesible para la microempresa, considerando que los bancos de capacitores y demás equipos representan una inversión moderada en comparación con los ahorros proyectados.

Retorno de inversión (ROI): La eliminación de penalizaciones por energía reactiva generará una reducción significativa en la factura eléctrica mensual, permitiendo recuperar la inversión en un plazo estimado de 8 a 12 meses.

Costos operativos mínimos: Una vez instalado, el sistema de corrección requiere bajo mantenimiento, lo que minimiza los costos adicionales a futuro.

Apoyo institucional posible: Existen líneas de crédito o incentivos públicos y privados para eficiencia energética, a los que la empresa podría aplicar si desea ampliar el proyecto

2.5 Bibliografía

- AENOR. (2019). UNE-EN 50160: Características de la tensión suministrada por las redes públicas de distribución. Asociación Española de Normalización.
- Empresa Eléctrica Quito. (2023). Normativa de tarifas y penalizaciones por energía reactiva.
- Gómez Expósito, A., Martínez Ramos, J. L., & Riquelme Santos, J. M. (2008). Fundamentos de teoría de circuitos. McGraw-Hill.
- Hernando Álvarez, M. M. (2025). Currículum abreviado (CVA). Universidad de Oviedo. https://www.uned.es/universidad/dam/inicio/institucional/areas-direccion/vicerrectorados/pdi/documentos/plantilla-de-pdi/concursos-a-plazas-de-pdi/convocatorias-2025/Convocatoria-203/CVs/CVs_Plaza-203.05.pdf
- IEC. (2018). IEC 61000-3-2: Electromagnetic compatibility (EMC) – Limits – Limits for harmonic current emissions. International Electrotechnical Commission.
- IEEE. (1993). IEEE Std 141-1993: Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants (Red Book). Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- IEEE. (2010). IEEE Std 1459-2010: Definitions for the Measurement of Electric Power Quantities under Sinusoidal, Nonsinusoidal, Balanced, or Unbalanced Conditions. Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Martínez, G., & Martínez, J. (2018). Optimización del factor de potencia en instalaciones industriales del sector textil. *Revista Técnica de Energía y Automatización*, 8(2), 34–45.

NFPA. (2020). NFPA 70®: National Electrical Code (NEC). National Fire Protection Association.

Paredes, J., & Torres, L. (2020). Optimización del factor de potencia en instalaciones industriales del sector textil. *Revista Técnica de Energía y Automatización*, 8(2), 34–45.

Pérez, M., & Ramírez, A. (2015). Análisis de la eficiencia energética en sistemas eléctricos industriales. *Revista de Ingeniería Eléctrica*, 12(1), 45–53.

Sánchez, D., & Viteri, M. (2019). Estudio técnico de bancos de capacitores en sistemas trifásicos. Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ingeniería Eléctrica.

CARRERA: ELECTRICIDAD

FECHA DE PRESENTACIÓN:		
26 08 2025		
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO:		
CHOEZ CHOEZ	JOSTIN ALEJANDRO	
APELLIDOS	NOMBRES	
TITULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA: ANÁLISIS, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA DE LA MICROEMPRESA TEXTIL LOLA DÁVILA		
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	CUMPLE	NO CUMPLE
• OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ANÁLISIS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• DELIMITACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• PROBLEMÁTICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• FORMULACIÓN PREGUNTAS/AFIRMACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:		
GENERALES:		
REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA		
SI	NO	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
ESPECÍFICOS:		
GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO		
SI	NO	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

CRONOGRAMA :

OBSERVACIONES : -----

FUENTES DE INFORMACIÓN: -----

--

RECURSOS:**CUMPLE****NO CUMPLE**

HUMANOS

ECONÓMICOS

MATERIALES

PERFIL DE PROPUESTA TECNOLÓGICA

Aceptado

Negado

el diseño de propuesta tecnológica por las siguientes razones:

a) -----

-----b) -----

c) -----

ESTUDIO REALIZADO POR EL ASESOR:

NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR: Ing. Edison Ayala



26 08 2025

FECHA DE ENTREGA DE INFORME