

INNOVACIÓN EN SISTEMAS DE SOFTWARE PARA AUTOMATIZACIÓN, EFICIENCIA ENERGÉTICA E INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL CENTRO DE CÓMPUTOS DE LA UTN LA PLATA

Martínez, Nicolás Agustín¹² Maccarone, José¹ Lasagna, Valeria¹ Istvan, Romina¹ Ramírez, José²

¹ CODAPLI — Centro de Investigación de Codiseño Aplicado, Área Energía Eléctrica ² LINES — Laboratorio de Ingeniería en Sistemas de Información
Universidad Tecnológica Nacional — Facultad Regional La Plata · Av. 60 s/n° esq. 124, La Plata, Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Se presenta una línea de Investigación y Desarrollo orientada al diseño e implementación de una plataforma software-hardware para la modernización del Centro de Cómputo de la Facultad Regional La Plata de la Universidad Tecnológica Nacional.

La propuesta integra monitoreo térmico distribuido mediante microcontroladores y sensores ambientales, supervisión de continuidad eléctrica y calidad de potencia, y mecanismos progresivos de automatización para climatización y respaldo energético.

El proyecto contempla una arquitectura modular de adquisición de datos, telemetría, analítica, alarmas y control, con énfasis en trazabilidad, confiabilidad operativa y seguridad.

Data Centers Eficiencia Energética IoT Industrial Ciudades Inteligentes Control Energético

CONTEXTO

La presente línea de I+D se integra al proyecto institucional de modernización tecnológica del Centro de Cómputo de la UTN — Facultad Regional La Plata.

Coordinado conjuntamente por CODAPLI (Área Energía Eléctrica) y LINES (Laboratorio de Ingeniería en Sistemas de Información), articulando docentes-investigadores y estudiantes de Ingeniería en Energía Eléctrica e Ingeniería en Sistemas de Información.

Acreditado por la UTN-FRLP y financiado mediante recursos institucionales.

INTRODUCCIÓN

Los centros de cómputo constituyen infraestructuras críticas cuyo funcionamiento continuo resulta esencial para instituciones académicas y de investigación.

La eficiencia energética en data centers se ha convertido en un eje central de investigación. El monitoreo en tiempo real y el sensado distribuido han demostrado ser herramientas efectivas para la evaluación dinámica.

Tecnologías como LoRaWAN e IoT han sido aplicadas con éxito para monitoreo ambiental en data centers, permitiendo mapas térmicos detallados y detección de anomalías.

Los centros universitarios de escala media presentan restricciones presupuestarias y limitada automatización, planteando la necesidad de enfoques modulares e interdisciplinarios.

RESULTADOS ESPERADOS

Fase 1 — Puesta en operación de infraestructura de sensado térmico distribuido y monitoreo eléctrico. Línea base ambiental y energética del Centro de Cómputo.

Fase 2 — Validación de control asistido y automatización parcial de climatización y respaldo eléctrico, con evaluación comparativa antes/después.

Fase 3 — Modelado de escenarios de expansión y análisis de pre-factibilidad de generación fotovoltaica.

FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Directores e investigadores responsables a cargo de la conducción científica y técnica del proyecto. Docentes-investigadores en automatización, monitoreo eléctrico y analítica de datos. Estudiantes avanzados de grado en diseño, implementación y validación.

Constituye el marco académico de un Trabajo Final de Grado en desarrollo y base para futuras instancias de formación en investigación aplicada.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Setyo et al. — Energy Efficiency Measurement Method and Thermal Environment in Data Centers. Energies, 2025.
- [2] Polonelli et al. — A LoRaWAN WSN for Data Center Temperature Monitoring. arXiv, 2019.
- [3] Lajevardi et al. — Real-time monitoring and evaluation of energy efficiency. J. Manufacturing Systems, 2015.
- [4] Shao et al. — Energy efficiency evaluation metrics for data centers. Energy & Buildings, 2022.
- [5] Long et al. — Energy efficiency evaluation technologies in cloud data centers. Energy & Buildings, 2022.

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Sistema integral de observabilidad, automatización y optimización energética para el Centro de Cómputo.

1 Observabilidad Térmica y Modelado Ambiental

Sensado distribuido con nodos ESP32 en racks (frontal, posterior, distintas alturas). Mapa térmico dinámico, gradientes verticales, correlaciones carga-temperatura. Modo observacional inicial para establecer líneas base.

2 Automatización Térmica Inteligente

Control activo de climatización mediante señales infrarrojas a equipos existentes sin modificar infraestructura. Reglas con histéresis, validación cruzada entre sensores, modos manual/asistido/automático.

3 Continuidad y Calidad del Suministro Eléctrico

Monitoreo de tensión en tablero general: cortes, microcortes, variaciones. Arranque automatizado escalonado del grupo electrógeno. Medición de potencia activa/reactiva, factor de potencia, THD y perfiles de carga.

4 Capacidad y Eficiencia Energética

Relevamiento integral del sistema eléctrico. Relación capacidad instalada/utilizada, desbalances entre fases, corrección de factor de potencia, modelos de consumo y curvas de demanda.

5 Modelado Prospectivo y Pre-factibilidad Fotovoltaica

Escenarios de generación fotovoltaica futura. Estimación de potencias, demanda coincidente y autoconsumo. Evidencia técnica cuantitativa para decisiones estratégicas.

6 Plataforma de Integración y Auditoría

Plataforma centralizada con auditoría completa, trazabilidad, exportación académica, reportes automáticos e indicadores antes/después. Estructuras normalizadas y metodologías replicables.

ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Sensado ESP32 + DHT22 · Analizadores de red · Monitor de tensión

Comunicación Wi-Fi · MQTT · HTTP REST API · Buffer local

Procesamiento Motor de reglas · Analítica en tiempo real · Alarmas

Almacenamiento Base de datos histórica · Auditoría · Exportación

Visualización Dashboard tiempo real · Reportes · Mapas térmicos