



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

UNIVERSIDAD DE SONORA

División de Ingeniería
Posgrado en Ingeniería Industrial
Maestría en Ingeniería en Sistemas y Tecnología

Hermosillo, Sonora a 22 de noviembre de 2019
CPII/19/114

DR. JESUS HORACIO PACHECO RAMIREZ

Presente

Por medio de la presente tengo a bien comunicarle que la Comisión Académica del Posgrado en Ingeniería Industrial, con fecha 14 de noviembre de 2019, lo ha nombrado DIRECTOR de la tesis de CARLOS ANTONIO PADILLA CERVANTES cuyo trabajo es "*GESTIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO ENERGÉTICO EN UNA EMPRESA MEDIANTE ANÁLISIS DE DATOS BASADO EN INTERNET DE LAS COSAS*".

Sin otro particular me despido, quedando a su disposición para cualquier aclaración.

ATENTAMENTE
"EL SABER DE MIS HIJOS HARÁ MI GRANDEZA"

DR. ALONSO PÉREZ SOLTERO
COORDINADOR



"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"

**MAESTRÍA EN
INGENIERÍA
EN SISTEMAS
Y TECNOLOGÍA**

c.c.p. Archivo

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA



POSGRADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS Y TECNOLOGÍA

GESTIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO ENERGÉTICO EN
UNA EMPRESA MEDIANTE ANÁLISIS DE DATOS BASADO EN
INTERNET DE LAS COSAS.

ANTEPROYECTO DE TESIS

PRESENTADO POR

Carlos Antonio Padilla Cervantes

Hermsillo, Sonora, México a 30 de septiembre de 2019

Índice

I.	TÍTULO	2
II.	ANTECEDENTES	2
	a. Antecedentes Teóricos	2
	b. Entorno del Problema	3
III.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
IV.	OBJETIVOS	5
	a. Objetivo General	5
	b. Objetivos Específicos	5
V.	PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	5
VI.	JUSTIFICACIÓN	5
VII.	REFERENCIAS	9

I. TÍTULO

Gestión y optimización del recurso energético en una empresa mediante análisis de datos basado en Internet de las Cosas.

II. ANTECEDENTES

A continuación, se presentan los antecedentes teóricos que ayudaran a entender conceptos básicos de la problemática y entorno del problema.

a. Antecedentes Teóricos

En los últimos años la demanda de energía eléctrica en México ha ido en constante aumento en todos los sectores. Según los datos recabados por la Secretaría de Energía, el 60.57% del consumo total de energía eléctrica del país es consumida por el sector industrial (Sistema de Información Energética, 2017). La mayoría de las industrias actualmente no cuentan con un sistema que gestione los recursos energéticos, por lo que se consideran ineficientes en términos de energía. La eficiencia energética de las industrias se puede elevar si comenzamos a integrar sistemas autónomos que se encarguen de gestionar el uso de los recursos energéticos (Labeodan, Zeiler, Boxem y Zhao, 2015).

El término Industria 4.0 nació en Alemania en el año 2011 y estuvo impulsada por algunos líderes de la industria en esos tiempos, mayormente de origen alemán (Javied, Bakakeu, Gessinger y Franke, 2018). Algunas de las tecnologías que forman parte de esta revolución son: la realidad virtual, inteligencia artificial, internet de las cosas (IoT), análisis de datos, robótica industrial, etc. (Cheng , Liu , Qiang y Liu, 2017).

El IoT se ha hecho muy popular en los últimos años gracias a la tendencia de crecimiento tecnológico que hay mundialmente. La cantidad de dispositivos que se conectan de algún modo a internet han ido aumentando exponencialmente y está provocando que cada vez más gente dependa de estos dispositivos inteligentes. En la última década, se ha visto al IoT como una de las tecnologías que tendrán un impacto enorme en los próximos años tanto residencial como comercialmente, al permitir al usuario tener una mayor calidad de vida facilitándole tareas sencillas y repetitivas, así como el mejor manejo de los recursos para optimizar estos mismos (Al-Fuqaha et al. , 2015).

Por otra parte, debido a los constantes incrementos a los precios de las energías y a la tendencia de las personas y las empresas por buscar soluciones más comprometidas con el medio ambiente y el ahorro de recursos, los dispositivos basados en IoT han ido ganando terreno también en el área industrial y comercial. Un estudio realizado en junio del 2013 por la Economist Intelligence Unit reveló que el 38% de la comunidad global de negocios

piensa que el IoT tendrá un impacto enorme en la mayoría de los mercados e industrias globales. En el mismo estudio, el 96% de los entrevistados prevén que su empresa tenga implementado en algún aspecto de su empresa las tecnologías de IoT en los siguientes tres años y el 63% piensa que las compañías que tarden mucho en adoptar este tipo de tecnologías, caerán debajo de la competencia (Shrouf, Ordieres y Miragliotta, 2014).

Shrouf, et al. (2014) proponen la implementación de sistemas basados en IoT en empresas grandes como lo son algunas fábricas para el manejo y optimización del consumo de energía eléctrica en ellas. Los autores indican que las mayores limitaciones al momento de evaluar y optimizar el consumo de energía en las empresas manufactureras, son que no hay una verdadera comprensión de todos los aspectos como lo son el “cómo”, “quién”, “cuándo” y “dónde” de los comportamientos de estos consumos.

Con el fin de poder incrementar la eficiencia energética se debe de tener una red sólida de sensores y dispositivos medidores de corriente en los puntos importantes donde se considere necesario, la información recopilada por esta red de sensores puede ser almacenada y analizada en un servidor para su posterior interpretación en la toma de decisiones (Shrouf et al., 2014).

Un estudio realizado por Pellegrino et al, en 2015 para dos oficinas similares en el Politécnico di Torino, propone un sistema de iluminación y control de temperatura que se adapte a la presencia de personas. Los resultados que se mostraron fueron muy prometedores, ya que en una de las oficinas fueron capaces de ahorrar hasta el 60% del consumo de energía eléctrica comparado con el control manual.

Ku y Park (2017) muestran algunas opciones para la implementación de un sistema para la recolección de datos de consumo de energía para su análisis por medio de Big data. Los autores proponen la implementación de un sistema híbrido que no requiera que cada dispositivo se conecte directamente al servidor. Este sistema hace uso de dispositivos maestros con la facultad de comunicarse directo con el servidor para la transmisión de información. Los dispositivos esclavos serían los sensores adicionales encargados de recabar información específica de algunas máquinas o áreas y comunicarlos con el dispositivo maestro más cercano y este último lo envíe al servidor para la gestión de esta información. Gracias a la implementación de dispositivos maestro y esclavo, se puede obtener el mismo resultado con un menor presupuesto y con dicho ahorro en la inversión se pudiera contar con una mayor cantidad de áreas monitoreadas para un mejor resultado.

b. Entorno del Problema

La empresa donde se realizará el proyecto en el hotel boutique Marsella 45 ubicado en el centro histórico de la ciudad de Hermosillo, Sonora. El hotel tiene un total de 20

habitaciones distribuidas en tres diferentes secciones, un salón de eventos y restaurante con capacidad para 120 personas.

La iluminación arquitectónica del hotel es uno de los puntos con deficiencias actualmente. Al ser más de 15 interruptores de luz diferente distribuidos en distintos puntos de la propiedad, el personal pierde el control de cuales están encendidas o los diferentes horarios en los que se tienen que apagar, ya que estas tareas se distribuyen entre las áreas de seguridad, áreas públicas, mantenimiento y recepción, lo cual resulta en inconvenientes como: 1) olvidar las luces encendidas durante el día, 2) consumo de tiempo al encenderlas, y 3) olvidar encender las luces cuando es requerido.

En las habitaciones comúnmente se encuentran los aires acondicionados y luces encendidas que son dejadas accidentalmente por el personal de limpieza, cada habitación puede pasar hasta 48 horas sin que pasen a realizar un chequeo o se realice de nuevo la limpieza. Todo esto provoca que aumente considerablemente el consumo de energía, incluso en períodos en los que no hay mucho flujo de huéspedes en el hotel.

El consumo de la empresa aumentó un 40% en los últimos meses a partir de la apertura oficial que se tuvo en mayo de 2019. Las habitaciones han tenido un promedio de ocupación del 20% aproximadamente en los primeros meses de operación, lo cual no corresponde con el aumento en el costo de la energía eléctrica, a pesar de que anteriormente se contaba con habitaciones en cortesía, por lo que se sugiere que hay un gasto de energía que no se deriva del uso de las habitaciones.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

a. Descripción del Problema

La empresa tiene un alto consumo de energía debido a la gran cantidad de iluminación y equipo para el control de temperatura que se utilizan de forma innecesaria, esto provoca que se aumente en gran medida el gasto fijo de la empresa, a su vez, hay descontrol en la parte de iluminación arquitectónica del establecimiento.

b. Formulación del Problema

El consumo energético de la empresa se incrementa debido al error humano que se presenta al manipular los interruptores.

c. Alcance del Problema

La investigación se desarrollará únicamente para el consumo eléctrico de iluminación, el control de temperatura de las habitaciones y la iluminación arquitectónica del establecimiento. La investigación no pretende realizar mediciones para el análisis del

consumo de otros dispositivos electrónicos como lo son las computadoras, impresoras, entre otros. El prototipo del sistema será desarrollado con componentes electrónicos básicos con el fin de demostrar su funcionalidad.

IV. OBJETIVOS

a. Objetivo General

Desarrollar un sistema basado en Internet de las Cosas y análisis de datos, que permita gestionar el recurso energético en tiempo real de la empresa con el fin de optimizarlo.

b. Objetivos Específicos

- Monitorear en tiempo real el consumo de energía de la empresa mediante un sistema de medición de consumo eléctrico.
- Desarrollar una red de sensores y actuadores comunicados por medio de señales inalámbricas hacia un servidor.
- Implementar un algoritmo para toma de decisiones sobre intensidad de iluminación y punto de temperatura óptima para el ahorro de energía.
- Realizar un análisis costo-beneficio del sistema mediante la comparación de consumo eléctrico (actual contra el histórico),

V. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cómo está distribuido el consumo eléctrico de la empresa actualmente?
2. ¿Cuál es la mayor fuente de consumo eléctrico en la empresa?
3. ¿De qué manera se pudieran optimizar las fuentes de mayor consumo eléctrico en la empresa sin impactar la operación (calidad del servicio)?
4. ¿Cómo se pudieran integrar diferentes tecnologías en un sistema basado en IoT para el manejo autónomo del recurso energético de la empresa?

VI. JUSTIFICACIÓN

El proyecto se desarrollará con el fin de tener un panorama más amplio y preciso del consumo de energía eléctrica que se tiene actualmente en la empresa, optimizando los consumos del sistema de iluminación y de aire acondicionado mediante la implementación de un sistema de auto-gestión de recursos. Estará basado en técnicas de reconocimiento de patrones en los sistemas de controles de temperatura y luminosidad de cada una de las áreas, para con esto mantener el confort de los huéspedes y así mismo incrementar las utilidades de la empresa al disminuir el consumo de energía eléctrica.

Por último, se contará con un registro de la energía consumida por cada una de las áreas para determinar en un futuro si es viable económicamente realizar inversiones en algún tipo de energía renovable para mayor ahorro en el consumo energético.

VII. HIPÓTESIS

El desarrollo de un sistema de gestión de consumo energético permitirá conocer los consumos energéticos y administrarlos de una manera óptima.

VIII. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

a. Revisión Bibliográfica.

Se hará una investigación de varias fuentes bibliográficas para determinar las metodologías que actualmente se utilizan en las edificaciones automatizadas, así como las tecnologías utilizadas.

b. Análisis de datos

Se realizará un perfil de consumo eléctrico con los valores obtenidos anteriormente por el sistema de adquisición de datos instalado en el hotel, obteniendo con esto los consumos divididos por tipo y área.

c. Identificación de herramientas

Se realizará una búsqueda y análisis de tecnologías y herramientas que pudieran utilizarse en el proyecto, así como los sensores más adecuados para recabar la información en apoyo a la toma de decisiones.

d. Diseño y desarrollo del sistema

Se diseñará y desarrollará el sistema tomando en cuenta las herramientas identificadas y la información del consumo energético de la empresa.

e. Implementación

Se instalarán los dispositivos encargados de la medición de energía, así como los actuadores necesarios para cumplir con las necesidades de la empresa.

f. Evaluación

Se comparará el consumo energético de la empresa con el sistema funcionando contra el consumo que se tenía anteriormente para detectar posibles áreas de oportunidad. Así mismo, se realizará un presupuesto del sistema con componentes industriales para una implementación más robusta.

g. Documentación de Tesis

Se documentará toda la información obtenida en el proyecto de investigación, los diagramas que se lleven a requerir para el desarrollo del proyecto, así como cualquier resultado obtenido.

IX. ORGANIGRAMA

	Nombre de la Tarea	2019								2020				
		May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
1	Revisión Bibliográfica													
2	Análisis de Datos													
3	Identificación de Herramientas													
4	Diseño y Desarrollo de Sistema													
5	Implementación													
6	Evaluación													
7	Documentación de Tesis													

X. RECURSOS REQUERIDOS

a. Recursos Humanos:

Se necesitará ayuda por parte del personal de la empresa para determinar patrones de empleados.

b. Recursos Económicos:

Recursos económicos necesarios para asistencia a ponencias y congresos.

c. Recursos Materiales:

Equipo de cómputo portátil, sensores, equipo de laboratorio, equipo de medición eléctrica, material de oficina, impresora, memoria USB.

XI. ACCIONES DE DIFUSIÓN PREVISTAS

a. Publicación de artículo en revista

b. Presentación en Congreso Nacional y/o Internacional

XII. REFERENCIAS

Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M. y Ayyash, M. (2015) "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications", *IEEE Communications Surveys and Tutorials*. IEEE, 17(4), pp. 2347–2376. doi: 10.1109/COMST.2015.2444095.

Cheng, G., Liu, L., Qiang, X. y Liu, Y. (2017) "Industry 4.0 development and application of intelligent manufacturing", *Proceedings - 2016 International Conference on Information System and Artificial Intelligence, ISAI 2016*. IEEE, pp. 407–410. doi: 10.1109/ISAI.2016.0092.

Javied, T., Bakakeu, J., Gessinger, D. y Franke, J. (2018) "Strategic energy management in industry 4.0 environment", *12th Annual IEEE International Systems Conference, SysCon 2018 - Proceedings*, pp. 1–4. doi: 10.1109/SYSCON.2018.8369610.

Ku, T. y Park, W. (2017) "Energy Information Collecting Agent for IoT Big Data System", *Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning*, 1(1), pp. 1134–1136.

Labeodan, T., Zeiler, W., Boxem, G. y Zhao, Y. (2015) "Occupancy measurement in commercial office buildings for demand-driven control applications - A survey and detection system evaluation", *Energy and Buildings*. Elsevier B.V., 93, pp. 303–314. doi: 10.1016/j.enbuild.2015.02.028.

Pellegrino, A., Lo Verso, V.R.M., Blaso, L., Acquaviva, A., Patti, E. y Osello, A. (2015) "Lighting control and monitoring for energy efficiency: A case study focused on the interoperability of building management systems", *2015 IEEE 15th International Conference on Environment and Electrical Engineering, EEEIC 2015 - Conference Proceedings*, 52(3), pp. 2627–2637. doi: 10.1109/EEEIC.2015.7165258.

Shrouf, F., Ordieres, J. y Miragliotta, G. (2014) "Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things paradigm", *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 2015–Janua(1), pp. 697–701. doi: 10.1109/IEEM.2014.7058728.

Sistema de Información Energética (2017) *gwirbxseff_E323_03122018_14_14*. Ciudad de México. Disponible en: <http://sie.energia.gob.mx/bdiController.do?action=cuadro&subAction=applyFormat>.