



Conference: Congreso Interdisciplinario de Energías Renovables -
Mantenimiento Industrial - Mecatrónica e Informática

Booklets



RENIECYT

Registro Nacional de Instituciones
y Empresas Científicas y Tecnológicas

2015-20795

CONACYT

LATINDEX - Research Gate - DULCINEA - CLASE - Sudoc - HISPANA - SHERPA UNIVERSIA - E-Revistas - Google Scholar
DOI - REBID - Mendeley - DIALNET - ROAD - ORCID

Title: Modelo de Comunicación para Automatización del Sistema de Acondicionamiento de Aire y Refrigeración de Edificios de Escuelas Públicas y Privadas

Authors: Daniel Fernando ESPEJEL BLANCO, José Manuel CHÁVEZ, José Antonio HOYO MONTAÑO, Fredy Alberto HERNÁNDEZ AGUIRRE

Editorial label ECORFAN: 607-8324
BCIERMIMI Control Number: 2017-02
BCIERMIMI Classification (2017): 270917-0201

Pages: 25

RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

244 – 2 Itzopan Street

La Florida, Ecatepec Municipality

Mexico State, 55120 Zipcode

Phone: +52 1 55 6159 2296

Skype: ecorfan-mexico.s.c.

E-mail: contacto@ecorfan.org

Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Bolivia	Honduras	China	Nicaragua
Cameroon	Guatemala	France	Republic of the Congo
El Salvador	Colombia	Ecuador	Dominica
Peru	Spain	Cuba	Haití
Argentina	Paraguay	Costa Rica	Venezuela
Czech Republic			

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

- PRESENTADO POR:
- **Dr. José Antonio Hoyo Montaña**
- **M.C. Fredy Alberto Hernández Aguirre**
- **M.C. José Manuel Chávez**
- **C. Víctor Alfonso Tánori Ruíz**
- **M.C. Daniel Espejel Blanco**

Introducción.

- Ley General de Cambio Climático (2012)
 - Reducción 20 % Gases de Efecto Invernadero para el 2020.
 - Se puede alcanzar reemplazando la tecnología para generación de energía eléctrica.
 - Hacer un uso más eficiente de la energía.
- Un edificio académico o de oficinas hace un uso muy ineficiente de la electricidad:
 - las lámparas se encienden en áreas u horas cuando no son realmente necesarias, tienen baja eficiencia, y los equipos de Acondicionamiento de Aire son encendidos en horarios no requeridos o sin ocupación.

Introducción.

- Para que la LGCC realmente sea de utilidad, las Instituciones de Educación Superior, tal como el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Hermosillo (TecNM/ITH):
 - Deben ser vistas como agentes de cambio en relación al problema de cambio climático al desarrollar esquemas y tecnologías inteligentes para el uso de la energía eléctrica que puedan ser reproducidos y adaptados en nuestras comunidades con inversiones de bajo costo.

Introducción.

- Para poder generar ahorros en el uso de la energía eléctrica en un edificio de aulas o de oficinas, el sistema propuesto emplea el siguiente enfoque:
 - Incrementar los ahorros de energía al implementar un sistema de interruptores electrónicos para el control del sistema de acondicionamiento de aire.
- El objetivo es presentar un modelo de automatización para edificios de instituciones educativas con la finalidad de promover el desarrollo tecnológico, el ahorro de energía eléctrica y cuidado del medio ambiente.

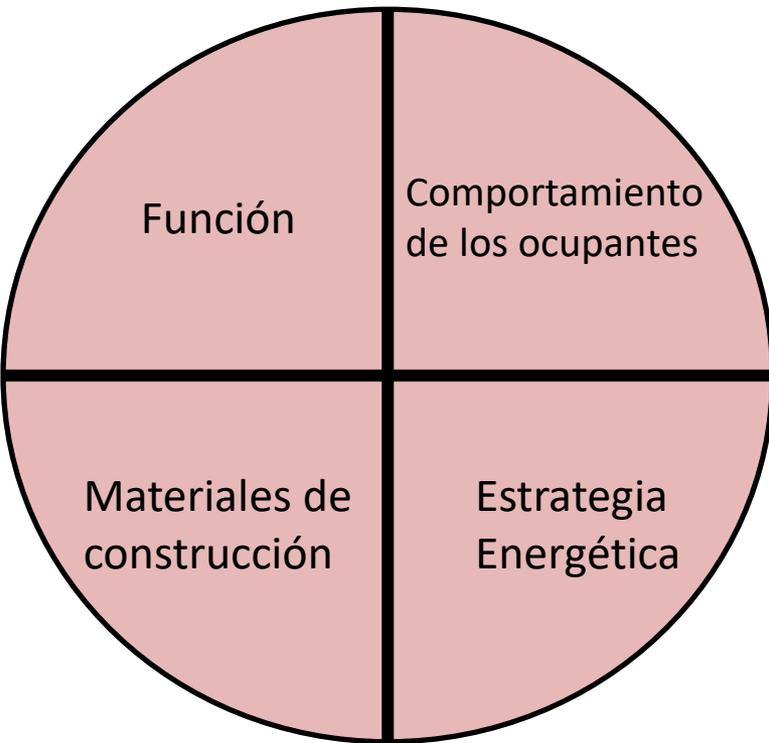
Desarrollo.

Factores que inciden en el consumo de Energía Eléctrica.



Estos factores deben de ser tomados en cuenta al momento de diseñar un edificio.

Para edificios ya existentes, para implementar un **BEMS** (Sistemas de Gestión Energética de Edificios) se requiere trabajar en buscar la forma de que las cargas existentes cumplan con su función, pero con un consumo energético óptimo.



Desarrollo.

En lo relativo a la **eficiencia energética**, primero debemos de analizar cuáles son las cargas que más consumo tienen en el edificio para así poder buscar su reducción.

En EUA, en los diversos edificios comerciales que existen.



17% edificios de oficinas

39% iluminación

14% HVAC

15% equipo de oficina

Desarrollo.

Rubro:
Iluminación.

Rubro que se encuentra incrustado en la **estrategia energética de operación.**

En la actualidad el empleo de energía eléctrica para fines de iluminación artificial de oficinas, comercios, industrias, etc., se sitúa entre el **11 y 20%** del total de consumo.

Es importante su optimización para reducir su impacto económico y ambiental.

Aparición de la lámpara incandescente siglo XIX.

Una forma de eficientar el consumo de energía eléctrica por iluminación en edificios:

Reemplazo de las luminarias incandescentes, fluorescentes y HID.

Por lámparas con tecnología LED.

Ahorro de hasta el 22% del consumo anual en este rubro.

LED con eficiencias luminosas de 150 lm/W

El uso de **iluminación artificial** es indispensable en nuestros días, dado de que de ella depende el correcto desarrollo de las actividades productivas diarias.

Iluminación



En **Malasia**, en 2006, del total de energía eléctrica utilizada en edificios comerciales y públicos.



En **Estados Unidos**, del total del consumo de energía eléctrica.



En **Reino Unido**, del total del consumo de energía eléctrica.



En **México**, del total del consumo de energía eléctrica.

Desarrollo.

Existen estudios que estiman en un **20% a 30%** la reducción en el consumo de energía en edificios en los que se han implementado **BACS** para el control de iluminación y HVAC.

Una estrategia adecuada para ambientes como el edificio de aulas **A5** parece ser el método de control preventivo que trata de mantener la demanda total de potencia por debajo de un límite preestablecido.

Los sistemas HVAC, y todos los dispositivos asociados a ellos generalmente son cruciales en la afectación del consumo de energía eléctrica.

Generalmente, los edificios comerciales están sobre enfriados y ello conlleva a un gasto de energía no deseado, por lo que es necesario incluir en los BEMS estrategias de ajuste de temperaturas por zonas, y ajustes sistémicos en la distribución y enfriamiento del aire.

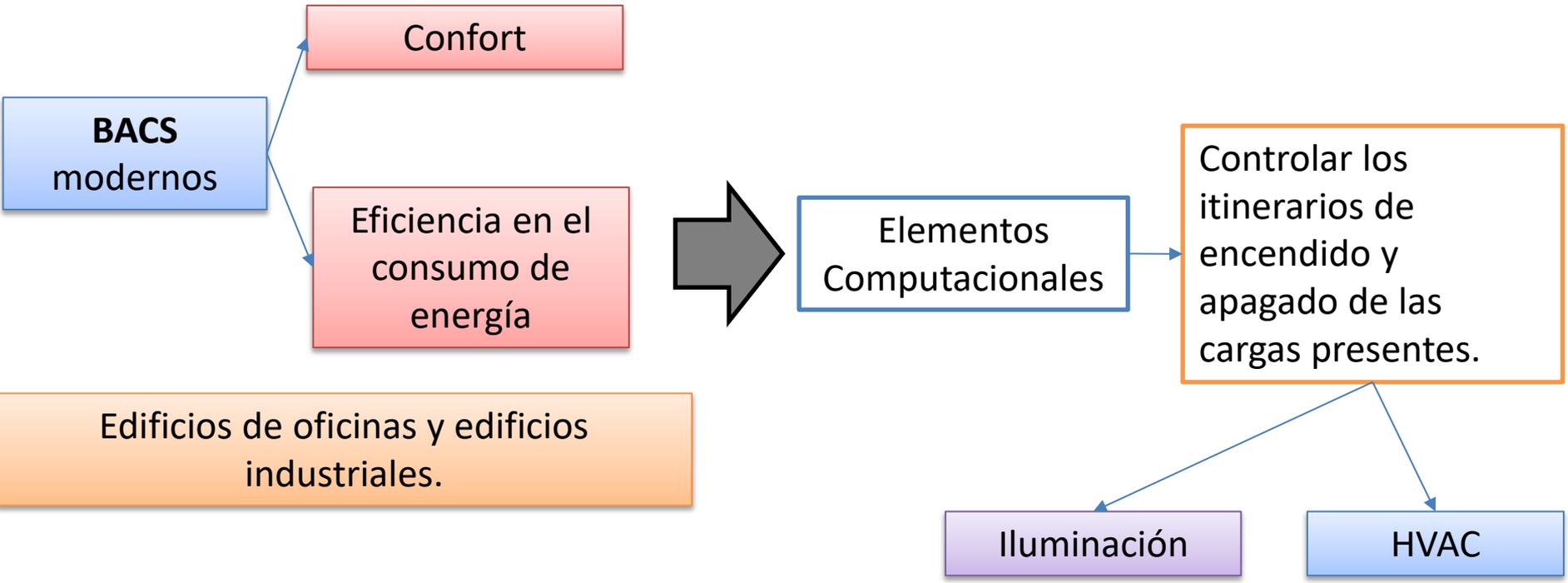
Desarrollo.

Algunas de las **estrategias de administración** que se pueden implementar en los **BACS** son las siguientes:

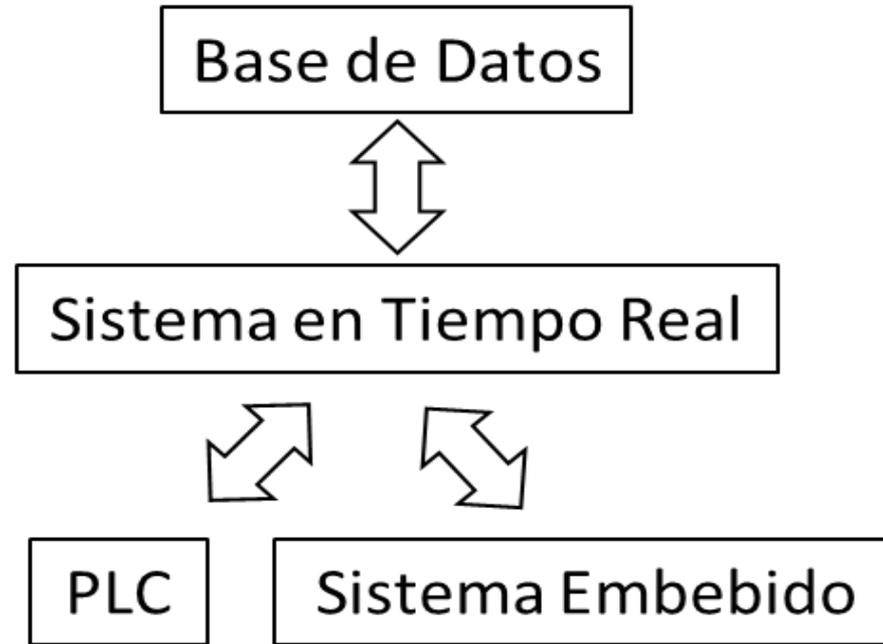


Dividir por zonas el sistema de iluminación de acuerdo a su uso y requerimientos de luz.	Programar el encendido/apagado del interruptor general por medio de un actuador remoto.
Integrar el uso de luz natural con artificial en las áreas a iluminar.	Controlar el encendido/apagado de las luces en respuesta a la ocupación real en las diferentes zonas a controlar la iluminación .
Controlar el encendido/apagado y temperatura de operación de equipos HVAC .	Definir posibles escenarios donde sea posible el control manual del sistema por medio de interruptores manuales.

Desarrollo.



Desarrollo.



Modelo de Automatización Utilizado.

Desarrollo.

- Elementos del Modelo de Automatización.
 - Base de Datos.

Es el archivo (SQL) en el que se tiene almacenado en que día y hora debe estar encendido el equipo de aire acondicionado en cada una de las aulas que integran el edificio A5.

	Hora	Domingo	Lunes
	07:00:00 - 08:00:00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	08:00:00 - 09:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	09:00:00 - 10:00:00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	10:00:00 - 11:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	11:00:00 - 12:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	12:00:00 - 13:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	13:00:00 - 14:00:00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	14:00:00 - 15:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
▶	15:00:00 - 16:00:00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	16:00:00 - 17:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	17:00:00 - 18:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	18:00:00 - 19:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	19:00:00 - 20:00:00	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	20:00:00 - 21:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Horario del aula A55.

Desarrollo.

- Elementos del Modelo de Automatización

A52

Hora	Domingo	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado
07:00:00 - 08:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08:00:00 - 09:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
09:00:00 - 10:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10:00:00 - 11:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11:00:00 - 12:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12:00:00 - 13:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13:00:00 - 14:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14:00:00 - 15:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15:00:00 - 16:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16:00:00 - 17:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17:00:00 - 18:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18:00:00 - 19:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19:00:00 - 20:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20:00:00 - 21:00:00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[Salir](#) [Editar](#)

Desarrollo.

- Elementos del Modelo de Automatización.
 - **Sistema en Tiempo Real:** es el elemento encargado de procesar la información de la base de datos y comunicarla con el PLC o el sistema embebido para encender y/o apagar las cargas.
 - **PLC o Sistema Embebido:** dispositivo encargado de encender y/o apagar los aires acondicionados de un aula específica, recibe señales de control a través del sistema en tiempo real.

Desarrollo.

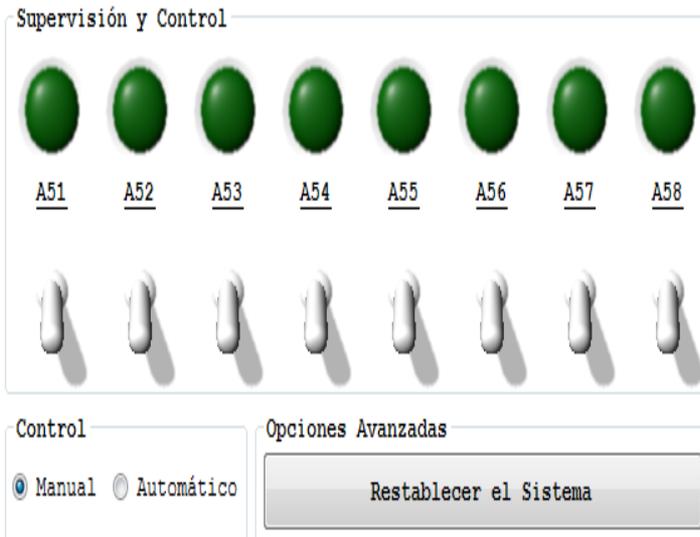
- De esta forma, integrando una base de datos, un sistema en tiempo real y un PLC se realizó el modelo de automatización para el edificio A5, con la finalidad de que sirva de base para implementar proyectos para instituciones educativas.

Resultados.

- Utilizando el modelo de automatización anterior, en el ITH para el edificio A5 fue posible realizar una automatización inteligente, en la cual intervinieron los siguientes elementos:
 - Base de datos (DB, por sus siglas en ingles), la cual se utilizara para almacenar los horarios de las aulas A51, A52, A53,..., A58.
 - Aplicación desarrollada en la plataforma .NET, se utilizo para redirigir el tráfico de información desde la base de datos al PLC.
 - PLC, empleado para conmutar contactos de un centro de carga eléctrico y así poder encender y apagar los aires acondicionados de las aulas A51, A52, A53, ..., A58 en base a un horario previamente establecido en una base de dato.

Resultados.

En la Figura se muestra parte de la interfaz gráfica de usuario (*GUI, por sus siglas en inglés*) implementada para la automatización del edificio A5 del ITH.



En ella se muestra la pantalla de supervisión y control de los aires acondicionados de las ocho aulas que integran el edificio A5. Se puede observar una serie de indicadores y otra de interruptores, los cuales sirven para encender y apagar los equipos y monitorear su estado.

Resultados.

Desconectado del servidor OPC

SEP SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE HERMOSILLO

Inicio

Usuario
Administrador

Contraseña

[Salir](#) [Aceptar](#)

Hora: 18:19:00
Fecha: 22/09/2017
Hermosillo, Sonora, México

Supervisión y Control

<u>A51</u>	<u>A52</u>	<u>A53</u>	<u>A54</u>	<u>A55</u>	<u>A56</u>	<u>A57</u>	<u>A58</u>

Control

Manual Automatico

Opciones Avanzadas

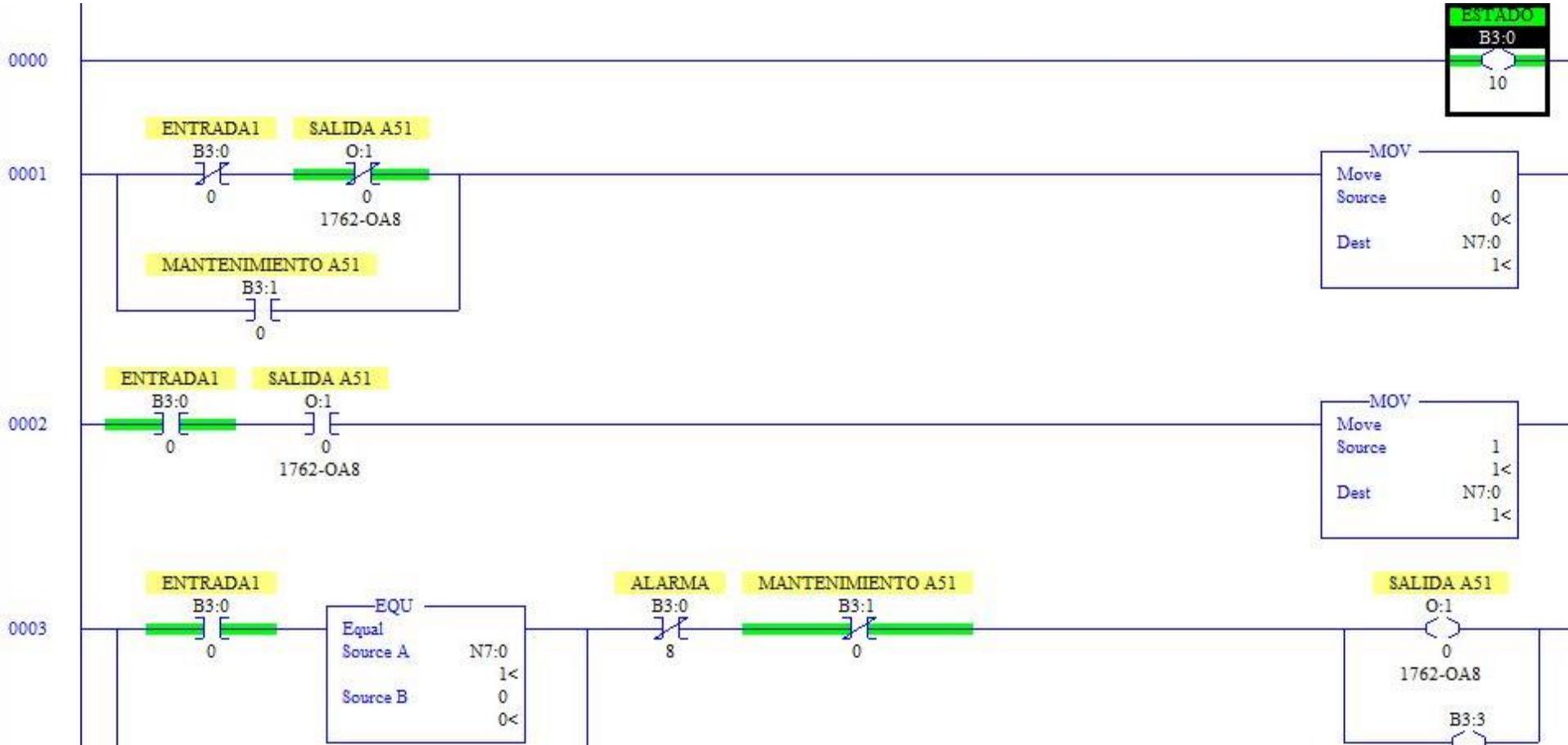
Paro de emergencia

Resultados.

En la Figura se muestra parte de la programación realizada para el PLC Micrologix 1100, el cual fue utilizado para la automatización del encendido y apagado de los aires acondicionados del edificio A5 del ITH.

Para la programación se utilizó el software RSLogix 500, así mismo cabe mencionar que se utilizó un PLC Micrologix 1100 Serie B de Allen Bradley.

Resultados.



Resultados.

- Una vez puesto en marcha el modelo de automatización propuesto, implementado en el edificio A5 del ITH, se espera obtener ahorros en el consumo de energía eléctrica, los cuales pueden oscilar entre el 10% y el 20% dependiendo de la programación de uso de las aulas.

Agradecimientos.

- Agradecimiento especial al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Hermosillo, por proporcionar los fondos para que este proyecto se llevara a cabo.

Conclusiones.

- Se presentó un modelo propuesto para automatizar edificios de instituciones educativas con el objetivo de promover el desarrollo tecnológico, ahorrar energía y contribuir al cuidado del medio ambiente.

Conclusiones.

- Con el objetivo de conseguir la máxima eficiencia y seguridad utilizando el modelo presentado se recomienda lo siguiente:
 - Utilizar técnicas de programación avanzada, en caso de procesar grandes cantidades de información, con la finalidad de tener la mayor eficiencia posible por parte del automatismo.
 - En caso de utilizar un PLC se recomienda instalar el sistema en tiempo real en una computadora personal (*PC, por sus siglas en inglés*) o Laptop con un procesador de última generación, con la finalidad de obtener la máxima eficiencia a la hora de intercambiar datos desde la Base de Datos al PLC.
 - En caso de utilizar un sistema embebido se recomienda utilizar tecnología de punta como por ejemplo es el SDK de MatrikonOPC el cual permite tener acceso unificado a través de la red a la variables que en este se declaran, con el objetivo de sacar la mayor eficiencia a la hora de intercambiar información desde la base de datos al sistema embebido.
 - Encender cargas eléctricas en cascada con un retardo mínimo de 1.30 segundos con la finalidad de no desbalancear la carga de los transformadores y así mismo evitar demanda máxima de energía lo que provocaría un mayor pago en el costo de la energía.

Referencias.

- Automación Micromecánica s.a.i.c. 2017. "Controlador Lógico Programable (PLC)." 84. Retrieved (<http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual061ControladorLgicoProgramablePLC.pdf>).
- Chwieduk, Dorota A. 2017. "Towards Modern Options of Energy Conservation in Buildings." *Renewable Energy* 101:1194–1202. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2016.09.061>).
- Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. 2012. *México, Quinta Comunicación Nacional Ante La Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático*. edited by S. C. Grupo Comunicare. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Fugate, David, Peter Fuhr, and Teja Kuruganti. 2011. "Instrumentation Systems for Commercial Building Energy Efficiency." Pp. 21–24 in *2011 Future of Instrumentation International Workshop (FIIW) Proceedings*. Oak Ridge, TN, USA: IEEE. Retrieved (<http://ieeexplore.ieee.org/document/6476826/>).
- Hernandez Espinoza, Diego Armando, Marcelo Fabian Piña Neria, and Marco Antonio Vazquez Serna. 2008. "Automatización Para La Administración de Energía, Control de Acceso, Vigilancia, Incendio, Intrusión Y Clima Del Complejo de Oficinas." Instituto Politecnico Nacional. Retrieved (<http://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/6127/1/AUTOMATADMIN.pdf>).
- Honorable Congreso de la Unión. 2012. *Ley General de Cambio Climático*. Mexico: Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
- Hoyo-Montano, J. A., G. Valencia-Palomo, R. A. Galaz-Bustamante, and D. F. Espejel-Blanco. 2016. "Software Development of a Building Automation and Control System for Educational Institutions." *XIII Congreso Internacional Sobre Innovación Y Desarrollo Tecnológico CIINDET 2016* 1–6.
- Ma, Li et al. 2016. "Multi-Party Energy Management for Smart Building Cluster with PV Systems Using Automatic Demand Response." *Energy and Buildings* 121:11–21.
- Nguyen, Nhat-hai, Quoc-tuan Tran, Jean-michel Leger, and Tan-Phu Vuong. 2010. "A Real-Time Control Using Wireless Sensor Network for Intelligent Energy Management System in Buildings." *EESMS 2010 - 2010 IEEE Workshop on Environmental, Energy, and Structural Monitoring Systems, Proceedings* 87–92. Retrieved (https://www.engineeringvillage.com/share/document.url?mid=cpx_535b5812e91c33320M68552061377553&database=cpx).
- Sehar, Fakeha, Manisa Pipattanasomporn, and Saifur Rahman. 2017. "Integrated Automation for Optimal Demand Management in Commercial Buildings Considering Occupant Comfort." *Sustainable Cities and Society* 28:16–29. Retrieved (<http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2016.08.016>).
- SemanticWebBuilder. 2017. "Sistemas Embebidos: Innovando Hacia Los Sistemas Inteligentes." *Lineas de Desarrollo*. Retrieved May 12, 2017 (http://www.semanticwebbuilder.org.mx/es_mx/swb/Sistemas_Embebidos_Innovando_hacia_los_Sistemas_Inteligentes_).
- Silberschatz, Abraham, Henry F. Korth, and S. Sudarshan. 2002. *Fundamentos de Bases de Datos*. 4th ed. Madrid: McGraw Hill/Interamericana de España, S.A.U.
- Sistemas Informáticos de Tiempo Real. 2014. "Conceptos Básicos En Los Sistemas de Tiempo Real." 10. Retrieved May 12, 2017 (http://www.uv.es/gomis/Apuntes_SITR/Conceptos).
- Sookoor, Tamim, Brian Holben, and Kamin Whitehouse. 2012. "Feasibility of Retrofitting Centralized HVAC Systems for Room-Level Zoning." Pp. 1–10 in *2012 International Green Computing Conference (IGCC)*. San Jose, CA, USA: IEEE.





ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCIERMIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)