

# Sistemas control electrónico de luz y temperatura en aulas de clases, para reducir el consumo de energía eléctrica.

Luis Enrique Alvarado Valenzuela  
[alvarado\\_valenzuela\\_luis@hotmail.com](mailto:alvarado_valenzuela_luis@hotmail.com)  
José Jeremías Ricárdez Castillo  
Juan Carlos Yris Pastor

## 1 Resumen

El incremento de los costos de energía eléctrica en las instituciones públicas y privadas, exige nuevas alternativas de control, que permitan su ahorro. En el presente trabajo de investigación son desarrolladas herramientas y criterios para el análisis Costo-Beneficio (ACB) del ahorro de energía aplicados a sistemas *bioconfort*. Con esta finalidad se estableció un estudio del comportamiento de variables (temperatura y niveles de iluminación), para un sistema de control electrónico, diseñado previamente. El ahorro obtenido con la implementación de este sistema de control fue de 41.5 % de la energía consumida en los aparatos eléctricos, basado en un nivel de consumo normalizado.

## 2 Objetivos

### 2.1 Objetivo general

Diseñar, construir y aplicar un equipo electrónico de bajo costo, que controle los equipos de iluminación y ventilación en los edificios, permitiendo un uso eficiente de la energía y que reduzca los costos de facturación.

## 3 Procedimiento

A continuación es descrito detalladamente el procedimiento.

1.- Se realizó un estudio del impacto en costo de la demanda eléctrica y productividad del usuario. El proceso que se aplicó para el diagnóstico del consumo energético está constituido por dos grupos de datos: el primero correspondiente a equipo de iluminación y ventilación y el segundo, formado por los patrones de uso de los salones los cuales se refieren al horario de trabajo, estableciéndose dos variables en este punto, la primera se basó en considerar el uso de los equipos solo durante las sesiones (Tabla I y II), y la segunda en situaciones normales esto es, el uso constante de equipo aún en

periodos que no involucran horario de trabajo (Tabla III y IV). Mediante la relación de ambos grupos se determinó el consumo energético, donde los indicadores representan el número de equipos, su potencia (Watts) y el tiempo de uso (hr). Para ello los patrones de uso y formas de consumo energético serán indicadores primeros del gasto que implica climatizar artificialmente las aulas.

Las características eléctricas del aula piloto son las siguientes:

El sistema de iluminación tiene 4 luminarias, cada una de estas contiene 2 lámparas de 74 Watts marca General Electric, modelo F96T12.DEEX, que emite luz color blanco frío. En el sistema de ventilación se tienen 3 ventiladores de 70 Watts cada uno.

Se determinó el consumo de energía eléctrica por semana, por mes, y por semestre, tomando en cuenta el horario de trabajo en el periodo febrero-agosto de año 2003 (Tabla I) y horario corrido (Tabla III).

**Tabla I. Horario de trabajo semanal (h).**

<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>
8:00 – 14:00	8:00 – 12:30	8:00 – 09:30	8:00 – 12:30	8:00 – 12:30

**Tabla II. Carga máxima y demanda máxima (kWh).**

<b>Sistema</b>	<b>Carga (Watts)</b>	<b>Consumo Semanal (kWh)</b>	<b>Consumo Mensual (kWh)</b>	<b>Consumo Semestral (kWh)</b>
iluminación	592	12.432	49.728	298.368
Ventilación	210	4.410	17.640	105.840
<b>Total</b>	<b>802</b>	<b>16.842</b>	<b>67.368</b>	<b>404.208</b>

Se realizó la estimación de costos y beneficios de un aula, basado en el diseño tradicional de la climatización e iluminación (denominados sistemas pasivos). Esta estimación se comparó con el Análisis Costo-Beneficio (ACB) de un aula aplicando el sistema de control diseñado (sistemas activos).

**Tabla III** Horario corrido (uso normal).

<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>
8:00 -14:00	8:00 -14:00	8:00 -14:00	8:00 -14:00	8:00 -14:00

**Tabla IV** Carga máxima y Demanda máxima.

<b>Sistema</b>	<b>Carga (Watts)</b>	<b>Consumo Semanal (KWH)</b>	<b>Consumo Mensual (KWH)</b>	<b>Consumo Semestral (KWH)</b>
Iluminación	592	17.760	71.040	426.240
Ventilación	210	6.300	25.200	264.600
<b>Total</b>	<b>802</b>	<b>24.060</b>	<b>96.240</b>	<b>690.840</b>

2.- Se realizaron estudios basadas en los factores construcción de los edificios con sistemas pasivos ( color de la pared, cristales, orientación del aula, vegetación, etc.) el supuesto que se maneja es que, las aulas de los edificios de la DAIA (UJAT) “no son ambientalmente eficientes por sus condiciones o características de diseño basados en los requerimientos mínimos establecidos por la **NOM-008-ENER-2001** Eficiencia energética en edificaciones, Envoltorio de edificios no residenciales ” afectando:

- confort ambiental interno
- la productividad y eficiencia
- la salud y la economía

Se considerara un aula piloto perteneciente al edificio N cuya característica es la siguiente:

- Orientación Norte – Sur
- Alberga aulas, talleres de diseño y salas audio visuales
- La estructura y el techo principalmente en concreto armado. Acabados aparente en ladrillo cerámico color crema y pintura en color blanco y verde.

Basado en un análisis arquitectónico se puede determinar lo siguiente:

El edificio cuenta con un deficiente diseño

- Inadecuada orientación
- Iluminación natural insuficiente
- Ventilación natural casi nula

Edificios Próximos

- Alta cantidad de radiación solar directa recibida

Vegetación inmediata

Planchas de concreto.

3.- se establecieron con elementos activos autónomos de control de los aparatos, estrategias que minimicen los factores contrarios al confort (ventiladores, aparatos de aire acondicionado, lámparas de mayor eficiencia). Basado en la premisa que los sistemas de ventilación, aire acondicionado e iluminación deben ser activados únicamente bajo una circunstancia específica y esta es cuando se reconoce que existe presencia humana. Sin embargo podría darse el caso que aun detectándose presencia humana los sistemas de iluminación y ventilación pudieran no ser requeridos. De lo anterior se dedujo que el sistema de control tendrá la estructura representada en el cuadro siguiente.

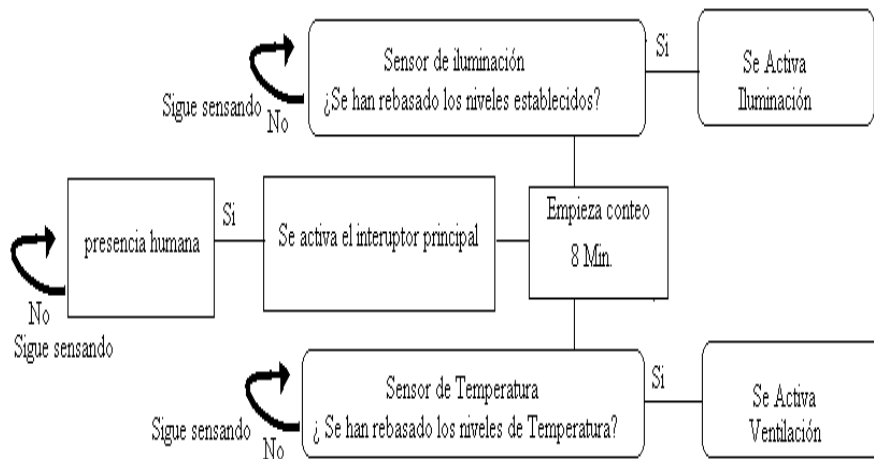


Fig. V. Cuadro que ejemplifica el funcionamiento del sistema electrónico automático

**(IMÁGENES SUPRIMIDAS PARA ALIGERAR EL ARCHIVO)**

4.-- Monitorear a través de interfases y equipo de computo las variables para mantener los niveles de bioconfort recomendados para esta actividades.

Fig. VI. Diseño del Circuito

Fig. VII. Salón de Pruebas

#### **4. Conclusiones**

En nuestro estado, en donde tenemos temperaturas altas de hasta 42<sup>0</sup>C combinadas con altos rangos de humedad, entre el 70-80%, resulta lógico pensar que estas condiciones influyen en el consumo de energía eléctrica, a partir del uso de ventiladores y aire acondicionado. Pero del análisis resultó que los mayores consumos se presentan en los sistemas de iluminación, pues éstos permanecen encendidos durante todo el tiempo (8:00 a 14:00 hrs.).

Con respecto a esta estimación se observó lo siguiente: la demanda energética en tiempo de uso bajo condiciones de encendido controlado revela una disminución de 286.632 Kwh., que representa un 41.5 % de carga liberada con respecto a la demanda generada en condiciones de uso normales.

#### **5.- Referencias bibliograficas.**

García Chávez, J.R. y Ramírez Rivero, A.G. 1993. Oportunidades de ahorro de energía en edificaciones, a partir del aprovechamiento de la luz natural y la integración de los sistemas de iluminación y sus componentes. Memorias de la XVII Semana Nacional en Energía Solar, México, 302 p.

Dorene Maniccia, Allan Tweed, Andrew Bierman, Hill Von Neida. Los efectos del cambio de programación del apagado de sensores de presencia en los ahorros de energia.FIDE. Año 12 Num. 45

Llanas, simon, 1994. Solar Energy and Housing Desing, Architectural Association; Vol. 1; Londres.

Robert F. Coughlin/Frederick F. Driscoll. 1987. Circuitos Integrados Lineales y Amplificadores Operacionales. 2da. Edición. Ed. Prentice Hall.

Boylestad Nashelsky. 1997. Fundamentos de Electrónica. 4ta. Edición. Ed. Prentice Hall. pp: (397,402-403).

Floyd, T. 1996. Electronic Devices, Third Edition. Prentice Hall. Cap. The Transistor as a Switch.. pp: (205-209).

H. Rashid, M. circuitos microelectrónicos, análisis y diseño, international Thomson Editores, pp. ( 2 - 26 ).