

# Estrategias Activas y Pasivas para el Ahorro Eléctrico en Viviendas

Julio César Avila y Dr. José de Jesús Rodríguez<sup>1</sup>

Mecatrónica y Tecnologías de Información-ITESM,  
64849 Nuevo León, México  
Teléfono: (52)-81-8358 2000 Ext. 5486  
julio.avila@exatec.itesm.mx y <sup>1</sup>jjrodriguez@itesm.mx

**Resumen**—Gran parte de la electricidad se desperdicia por uso ineficiente y se han propuesto métodos que permiten efficientar su uso en las viviendas reduciendo el consumo eléctrico y el costo económico y ecológico. Algunos requieren la participación activa del usuario, otros son estrategias pasivas, y otros implican el uso de controles automáticos. En promedio el 44% de la electricidad en el hogar es consumida por aires acondicionados y el 33% por iluminación. Este documento muestra el impacto económico que resulta al utilizar equipos ahorradores en iluminación y aire acondicionado en una vivienda y da un ejemplo de reducción de consumo eléctrico en las áreas de iluminación y acondicionamiento de ambiente con un ahorro del 69.2% en iluminación; además, muestra una estrategia de automatización inteligente con uso de sensores de presencia con la cual se espera un ahorro integrado mayor al 30% en esas áreas.

**Palabras clave:** Ahorro de energía, Automatización de edificios.

## 1 Introducción

El desperdicio de energía generada con recursos no renovables es un problema grave que puede acabar con estos recursos. Existen dos alternativas: utilizar recursos renovables como el viento o el flujo de agua para generar electricidad; o modificar el comportamiento de la gente para reducir el desperdicio de energía en los hogares.

Según la CONAFOVI[1] en el 2004 el 19.3% de la energía fue consumida por el sector residencial; y de acuerdo con la CONAE[2] el 44% de la electricidad en una vivienda es consumida por acondicionamiento y el 33% por iluminación. Haciendo uso eficiente de la electricidad en los aspectos de acondicionamiento e iluminación puede lograrse una reducción considerable en su consumo eléctrico.

Para usar eficientemente la electricidad en aspectos de acondicionamiento e iluminación, varias organizaciones presentan propuestas, que van desde cambiar focos incandescentes por lámparas fluorescentes hasta el uso de complicados sistemas que otorgan a las viviendas cierto grado de automatización.

*M. A. Moreno, C. A. Cruz, J. Álvarez, H. Sira (Eds.)  
Special Issue: Advances in Automatic Control and Engineering  
Research in Computing Science 36, 2008, pp. 231-240*

Hay que hacer notar que estas recomendaciones evitan salir del confort estadístico; no tiene caso reducir el consumo eléctrico a costa del confort. La mayoría de las personas encuentran confortable un ambiente con una temperatura entre 20 y 24°C en verano y entre 23 y 27°C en invierno, humedad relativa entre 40 y 60%, y una velocidad del viento entre 13.7 y 30.5 (m/minuto)[3].

Si se utiliza equipo ahorrador se logra una disminución en el consumo eléctrico. En este artículo se muestra un breve estudio del consumo de una vivienda al usar equipo convencional y al usar equipo ahorrador en aire acondicionado e iluminación. Además, muestra una estrategia de automatización inteligente con uso de sensores de presencia con la cual se espera un ahorro integrado mayor al 30% en estas áreas.

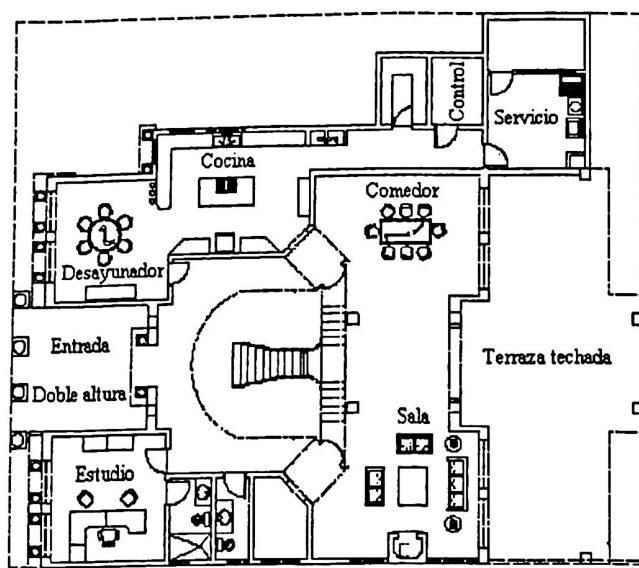


Figura 1. Plano de la planta baja de la residencia en estudio.

## 2 Instalación Estándar

Esta sección explica las características básicas de una casa a la que se aplican las estrategias de reducción de consumo eléctrico aquí presentadas. La casa tiene dos plantas y una superficie construida de 465m<sup>2</sup>. Se orienta de norte a sur y se utilizaron materiales comunes y aislantes térmicos en la construcción.

La figura 1 muestra la planta baja de la casa. El techo está a 2.8m de altura. La planta baja puede ser dividida en 4 áreas: escaleras, sala y comedor forman la primera área con 138m<sup>2</sup>; el estudio y su baño forman la segunda área con 30m<sup>2</sup>; mientras que

desayunador, cocina y cuarto de servicio forman la tercer área de  $80\text{m}^2$  y la cuarta es el cuarto de control que tiene  $5.6\text{m}^2$ .

El estudio tiene un área de  $22\text{m}^2$  y la actividad allí es altamente sedentaria. Requiere 300 luxes de iluminación general y 100 luxes más, en el escritorio, como iluminación local. La iluminación general se hace con 4 lámparas fluorescentes compactas de 14W empotradas en el techo y la carga térmica es de 14,820 (BTU/h) por lo que se requieren 1.2 Toneladas de Refrigeración (TTR's). El baño se ilumina con un foco incandescente de 40W y con dos focos de 25W a los lados del espejo.

El área del comedor es de  $32\text{m}^2$ . La iluminación recomendada es de 150 luxes; esto se logra con 4 focos incandescentes de 40W y, en la pared, un par de lámparas fluorescentes de 14W para complementar la iluminación.

La sala es de  $6.5\text{m} \times 4.8\text{m}$ , requiere 500 luxes, lo que se logra usando seis lámparas fluorescentes de 14W suspendidas a  $0.5\text{m}$  del techo.

El área de las escaleras es de  $80\text{m}^2$ . Se ilumina con 150 luxes que se obtienen de 9 focos incandescentes de 40W. La sala, el comedor y las escaleras suman un área de  $143\text{m}^2$ , la carga térmica de estas tres zonas es de 46,965BTU/h ó 3.9 TTR's.

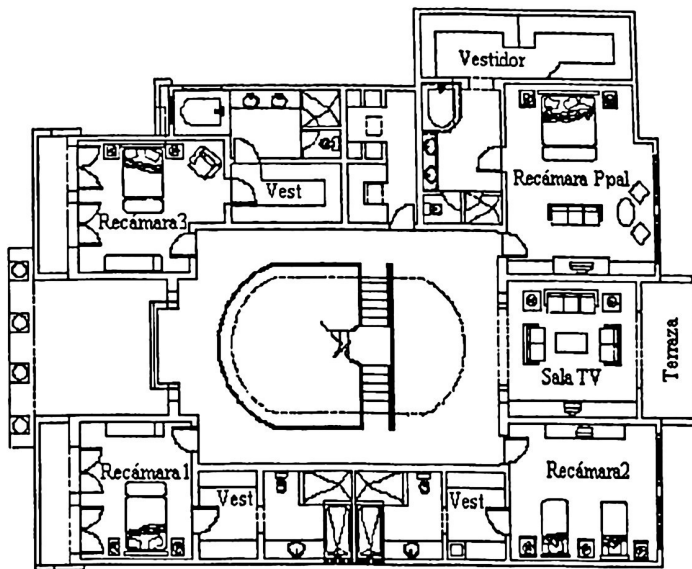


Figura 2. Plano de la planta alta de la residencia en estudio.

El segundo piso, mostrado en la figura 2, tiene  $314.61\text{m}^2$ , el techo está a  $2.70\text{m}$  y se puede dividir en seis áreas, cada una incluye una recámara con baño y vestidor; la quinta área es la sala de Tv y la sexta es el área de las escaleras. La recámara principal tiene un área total de  $70.93\text{m}^2$ ; la recámara 1 tiene  $33.97\text{m}^2$ ; la recámara 2 tiene  $42\text{m}^2$ ; la recámara 3 tiene  $43\text{m}^2$  y la sala de Tv  $22\text{m}^2$ . Para reducir la necesidad de acondicionamiento de gran capacidad, no se climatizan baños ni vestidores.

La recámara Ppal. es de 38m<sup>2</sup>; se ilumina con 300 luxes, que se obtienen con seis lámparas incandescentes de 60W empotradas en el techo; la carga térmica es de 23,223BTU/h ó 1.9TTR's. El vestidor se ilumina con dos lámparas halogenadas de 35W; mientras que el baño requiere dos halogenadas de 35W y tres incandescentes de 25W

La recámara 1 tiene 18.5m<sup>2</sup> y requiere 300 luxes que se obtienen con cuatro focos incandescentes de 60W empotrados en el techo; la carga térmica es de 17,138 BTU/h ó 1.4 TTR's. El baño se ilumina con una lámpara halogenada de 35W y dos incandescentes de 25W; mientras que el vestidor con una halogenada de 35W.

La recámara 2 es de 26m<sup>2</sup> y requiere 300 luxes, y también se utilizan cuatro focos incandescentes de 60W empotrados al techo; pero la carga térmica en este caso es de 17,420 BTU/h ó 1.5 TTR's. El vestidor se ilumina con una lámpara halogenada de 35W, y el baño usa una halogenada de 35W y dos incandescentes de 25W.

La recámara 3 tiene un área de 26m<sup>2</sup> y se requiere de 300 luxes, se utilizan cinco focos de 60W empotradas al techo, la carga térmica de esta recámara es de 19,603BTU/h ó 1.6 TTR's. Se requieren también dos lámparas halogenadas en el vestidor y seis en el baño (tres de 25W y otras tres de 40W).

| Zona         | Área       | Incandescente |    |    | Fluorescente |    | Halogenada | BTU/h | TTR's |
|--------------|------------|---------------|----|----|--------------|----|------------|-------|-------|
|              |            | 25            | 40 | 60 | 14           | 35 |            |       |       |
| Primer piso  | Estudio    | 21.97         |    |    | 4            |    |            | 14820 | 1.2   |
|              | Baño       | 5.05          | 2  | 1  |              |    |            |       |       |
|              | Sala       | 30.94         |    |    | 6            |    |            | 46421 | 3.9   |
|              | Comedor    | 31.28         |    | 4  | 2            |    |            |       |       |
|              | Común      | 27.92         |    | 4  |              |    |            |       |       |
|              | Escalera   | 52.34         |    | 5  |              |    |            |       |       |
| Segundo piso | Rec. Ppal  | 37.89         |    | 6  |              |    |            | 23223 | 1.9   |
|              | Vest. Ppal | 13.64         |    |    |              | 2  |            |       |       |
|              | Baño Ppal  | 14.40         | 3  |    |              | 2  |            |       |       |
|              | Rec1       | 18.15         |    | 4  |              |    |            | 17138 | 1.4   |
|              | Rec1 vest  | 6.25          |    |    |              | 1  |            |       |       |
|              | Rec1 bño   | 9.57          | 2  |    |              | 1  |            |       |       |
|              | Rec2       | 26.02         |    | 4  |              |    |            | 17420 | 1.5   |
|              | Rec2 vest  | 6.40          |    |    |              | 1  |            |       |       |
|              | Rec2 bño   | 9.57          | 2  |    |              | 1  |            |       |       |
|              | Rec3       | 28.72         |    | 5  |              |    |            | 19603 | 1.6   |
|              | Rec3 vest  | 8.66          |    |    |              | 2  |            |       |       |
|              | Rec3 bño   | 9.79          | 3  | 3  |              |    |            |       |       |
|              | 1v         | 22.76         |    |    | 4            |    |            | 22910 | 1.9   |

Figura 3. Potencia requerida para iluminar y climatizar todas las áreas de la residencia.

En total se requiere de una potencia eléctrica para iluminación de 2,834W; para el primer piso 918W y 1,916W para el segundo. Además, se requieren 13.4 TTR's para mantener confortable el espacio interior. La figura 3 desglosa estos datos.

### 3 Mejora en Acondicionamiento

El clima artificial es el mayor consumidor eléctrico en la vivienda, por lo que la primera estrategia es la colocación de equipo acondicionador de aire eficiente.

Los equipos de aire acondicionado se compran de acuerdo a su capacidad de enfriamiento, la cual se mide en toneladas de refrigeración. *Una tonelada de refrigeración es igual a 12,000 BTU/h.* Es importante saber la capacidad de enfriamiento necesaria en el cuarto para no exceder ni quedar bajos en capacidad.

Además, la eficiencia de los equipos es un dato importante ya que mide la cantidad de BTU/h que un aparato entrega por cada W que consume; este número se llama EER<sup>1</sup> o SEER<sup>2</sup> y actualmente está entre los 8.5 y 10.8; entre más grande el SEER, más eficiente el equipo. Por ejemplo, un equipo de 10 SEER retira del ambiente 10,000 BTU/h por cada KW que consume.

Analizando las unidades en energías:

$$1 \text{ BTU} = 1055.056 \text{ J} = 1055.56 \text{ Nm} = 1055.56 \text{ kgm}^2/\text{s}^2. \quad (1)$$

Mientras que en potencias:

$$1 \text{ BTU/h} = 0.293 \text{ J/s} = 0.293 \text{ W}. \quad (2)$$

Una comparación entre tres tipos de minisplit comerciales, de dos toneladas pero de distinto SEER comprueba la cantidad de energía que se ahorra al utilizar el más eficiente. La tabla 1 muestra las características de estos equipos.

**Tabla 1.** Características de tres minisplits.

| Marca                             | Carrier      | LG           | EcoFreeze    |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Modelo                            | 53FQXP243C   | S242HG       | SK-F-241     |
| Capacidad (Toneladas)             | 2            | 2            | 2            |
| (V-F-Hz)                          | 220-1-60     | 220-1-60     | 220-1-60     |
| Corriente (A)                     | 11.82        | 11           | 8.6          |
| Flujo de aire (m <sup>3</sup> /h) |              | 2520         | 850          |
| Consumo energía (W)               | 2500         | 2550         | 1900         |
| Eficiencia (SEER)                 | 10.1         | 10.2         | 12.6         |
| Precio                            | \$ 10,059.78 | \$ 11,304.50 | \$ 10,637.50 |

Al comparar estos equipos sólo por su eficiencia energética se puede obtener el ahorro al usar el equipo de mayor SEER. Si los tres equipos se mantienen encendidos durante 8 horas diarias por 30 días, al final de las 240 horas habrán retirado del ambiente 5,760,000BTU's; pero el primero (modelo 53FQXP243C) habrá consumido 570.297kW, el segundo (modelo S242HG) habrá consumido 472.131kWh y el tercero (modelo SK-F-241) 457.143kW, lo cual en promedio es un consumo de 2.376kWh para el primero, de 1.967kWh para el segundo y de 1.905kWh para el tercero; si el costo del kWh es de \$0.657<sup>3</sup>, por el primero se pagará \$374.69, por el segundo \$310.19 y por el tercero \$300.34; se produce un ahorro del 17.2% entre el primero y el segundo, y del 20% entre el primero y el tercero sólo por la eficiencia del equipo.

<sup>1</sup>Energy Efficiency Ratio o Razón de eficiencia energética estacional.

<sup>2</sup>Seasonal Energy Efficiency Ratio o Razón de eficiencia energética.

<sup>3</sup> Tarifa doméstica 1A permitida para octubre del 2008 en temporada fuera de verano.  
www.cfe.gob.mx

Al considerar los precios de adquisición de estos equipos se tiene un tiempo de retorno de inversión de 7 meses y 23 días al comprar el más eficiente.

La mayoría de los acondicionadores pequeños tienen un compresor convencional que trabaja siempre a velocidad máxima; en ese caso el control de temperatura se realiza de la siguiente manera: cuando la temperatura deseada es menor que la temperatura actual, se enciende el compresor a su capacidad máxima; y cuando se alcanza la temperatura deseada, se apaga el compresor; cuando el compresor está apagado, la temperatura del aire aumenta paulatinamente hasta que sale de la banda de tolerancia y el compresor vuelve a encender. Estos ciclos de re-encendido se realizan automáticamente sin que el usuario lo note y producen picos de consumo que elevan el costo de la electricidad y reducen la vida del compresor. Al agregar un variador de velocidad al compresor, equipo de aire acondicionado puede variar su capacidad de enfriamiento de acuerdo a los requerimientos de temperatura. Esto permite al compresor variar su velocidad de trabajo permaneciendo encendido más tiempo, alcanzando la temperatura deseada más rápidamente, controlando mejor la temperatura y evitando picos de consumo. Los ciclos de re-encendido no se presentan en los equipos que cuentan con variadores de velocidad.

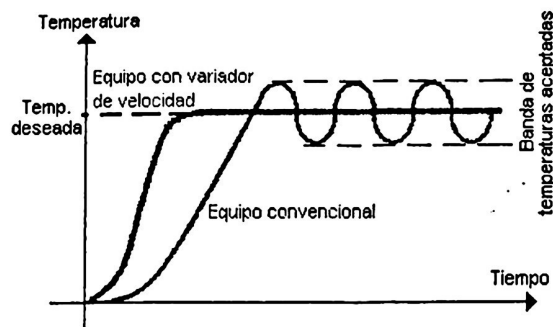


Figura 4. Comparación entre las temperaturas alcanzadas por un equipo con inversor y uno convencional.

La figura 4 muestra un comparativo entre el comportamiento de un equipo de aire acondicionado con variador de velocidad y uno convencional.

#### 4 Mejoras en Iluminación

El siguiente sistema es el de iluminación; entonces, la siguiente estrategia es cambiar los focos incandescentes por fluorescentes compactos.

En algunas áreas se prefieren los focos incandescentes por la velocidad de encendido, por el IRC o por la capacidad de atenuación que presentan; sin embargo, ya existen en el mercado lámparas fluorescentes compactas que cuentan con esas características y bajo consumo eléctrico. El hecho de remplazar las lámparas por unas

más eficientes reduce el consumo eléctrico por iluminación de 2,834W a 872W, un 69.2%; y la carga térmica de 161,535 BTU/h a 157,404 BTU/h, un 2.55% según los cálculos de las figuras 3 y 5. La figura 5 desglosa los cambios que trae la estrategia.

| Zona         | Área       | Incandescente |    |    | Fluorescente |    |    | Halogenada | BTU/h | TIR's |
|--------------|------------|---------------|----|----|--------------|----|----|------------|-------|-------|
|              |            | 9             | 14 | 15 | 9            | 14 | 15 |            |       |       |
| Primer piso  | Estudio    | 21.97         |    |    | 4            |    |    | 35         | 14820 | 1.2   |
|              | Baño       | 5.05          |    |    | 3            |    |    |            |       |       |
|              | Sala       | 30.94         |    |    | 6            |    |    |            | 45197 | 3.8   |
|              | Comedor    | 31.28         |    |    | 2            | 4  |    |            |       |       |
|              | Común      | 27.92         |    |    | 4            |    |    |            |       |       |
|              | Escalera   | 52.34         |    |    | 6            |    |    |            |       |       |
|              | Rec. Ppal  | 37.89         |    |    |              |    | 6  |            | 22305 | 1.9   |
| Segundo piso | Vest. Ppal | 18.64         |    |    |              |    |    | 2          |       |       |
|              | Baño Ppal  | 14.40         |    |    | 3            |    |    | 2          |       |       |
|              | Rec1       | 18.15         |    |    |              |    | 4  |            | 16526 | 1.4   |
|              | Rec1 vest  | 6.25          |    |    |              |    |    | 1          |       |       |
|              | Rec1 bño   | 9.57          |    |    | 2            |    |    | 1          |       |       |
|              | Rec2       | 26.02         |    |    |              |    | 4  |            | 16808 | 1.4   |
|              | Rec2 vest  | 6.40          |    |    |              |    |    | 1          |       |       |
|              | Rec2 bño   | 9.57          |    |    | 2            |    |    | 1          |       |       |
|              | Rec3       | 26.72         |    |    |              |    | 5  |            | 18838 | 1.6   |
|              | Rec3 vest  | 8.66          |    |    |              |    |    | 2          |       |       |
|              | Rec3 bño   | 9.79          |    |    | 3            | 3  |    |            |       |       |
|              | Tv         | 22.76         |    |    |              |    | 4  |            | 22910 | 1.9   |

**Figura 5.** Desglose de las lámparas que se sustituyen y la reducción en carga térmica debida a este cambio.

## 5 Sensor Presencia

Otra estrategia activa para reducir el consumo tiene que ver con apagar las luces y los equipos de acondicionamiento al salir. Solamente cuando haya personas en el área deben estar encendidas las luces y la temperatura agradable; si no hay personas en un lugar, no es necesario forzar la temperatura a un nivel confortable.

La tercera estrategia es utilizar sensores de presencia en las diferentes áreas para controlar la iluminación y el clima. Algunos fabricantes de equipo de aire acondicionado ya están incluyendo sensores de presencia infrarrojos para elevar el Setpoint (SP) de temperatura cuando no hay personas.

Es necesario analizar cuál es el sensor más adecuado para el lugar que se desea monitorear. Todos los cuerpos emiten cierta cantidad de radiación infrarroja, los sensores infrarrojos pasivos (PIR) detectan esa radiación y la usan para saber si hay personas, sin importar si la persona se mueve o no, una de las mayores desventajas de estos sensores es que solamente detectan en "línea de vista". Existe otro método de detección de personas el cual consiste en enviar ondas ultrasónicas y utilizar el efecto Doppler para detectar movimiento; la desventaja de este método es que si la persona no se mueve por un rato, el sensor deja de detectarla. Existen también en el mercado sensores que reúnen las ventajas de ambas tecnologías en el mismo encapsulado y pueden detectar tanto calor como movimiento; sin embargo, suelen ser más caros.

Los sensores PIR pueden colocarse en las recámaras, comedor, sala, estudio, o en cualquier lugar que no tenga barreras; mientras que los ultrasónicos se utilizan en esos lugares con barreras o donde exista mayor movimiento de personas.

## **6 Estrategia Propuesta**

En esta sección se explica un sistema de reglas para variar la temperatura interna de un lugar y modificar su iluminación para lograr un ahorro mayor al 30%, estas reglas implican el uso de una automatización inteligente al usar sensores de temperatura y presencia.

### **6.1 Estrategia Propuesta por Horario**

Con las estrategias antes mencionadas (cambiar focos incandescentes por fluorescentes compactos, utilizar equipos acondicionadores de aire de mayor eficiencia, y la aplicación de sensores de presencia y temperatura) se obtiene un ahorro en el consumo eléctrico. Sin embargo, este ahorro puede incrementarse al agregar un dispositivo de control, ya sea PLC's o computadoras, que indique al resto de los dispositivos cuándo actuar. Estos controladores pueden ser programados con una estrategia como la presentada en [4], donde se comprueba, por simulación, un ahorro integrado del 30% en iluminación y acondicionamiento de ambiente.

Esta propuesta consiste en considerar la temperatura exterior de un local para modificar el SP de temperatura interna hasta 8°C debajo de la temperatura exterior de acuerdo al horario de trabajo. Es decir, si la temperatura exterior es de 30°C y no debe haber usuarios en el local, el SP puede configurarse en 22°C; pero si la temperatura exterior es menor a 30°C y no hay usuarios, se puede apagar el equipo de acondicionamiento. En cuanto a la iluminación, se propone apagar las luces cuando no deba haber personas en el local. La figura 6 muestra el diagrama de flujo de esta estrategia, primero se toman los datos de temperatura exterior y horario, luego se pregunta si debe haber personas en el interior del local; si no debe haber personas, se calcula un Setpoint virtual (SPV) 8°C menor a la temperatura exterior y, si este SPV resulta menor que 22°C (considerando 22°C la temperatura de confort), se puede apagar el acondicionador de aire; en caso contrario, el nuevo SP de temperatura interna se vuelve igual al SPV. En caso de que si deba haber usuarios, se utiliza una tabla para modificar el SP de temperatura de acuerdo a la temperatura exterior.

### **6.2 Estrategia Propuesta con Sensores**

Basarse solamente en el horario para controlar la temperatura de un lugar puede no traer un ahorro suficiente porque puede que los usuarios hayan salido, pero regresen.

Por eso se propone un cambio a la estrategia agregando el uso de sensores para detectar la presencia de personas y poder controlar no solo la temperatura interna,

sino también la iluminación. El cambio se realiza en el bloque de "Hay usuarios" del diagrama en la figura 6. En la sección anterior se recurre a un horario para saber si debe o no haber personas en el interior de un lugar, en esta propuesta se recurre a sensores de presencia o movimiento para salir de ese bloque.

El ahorro esperado con este cambio es mayor al 30% obtenido con la estrategia presentada en [3].

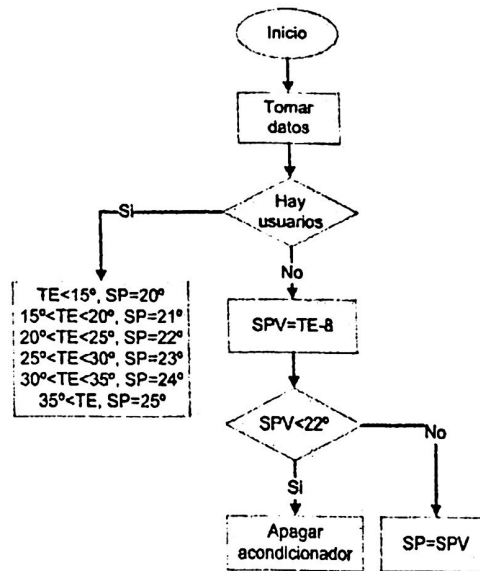


Figura 6. Diagrama de flujo de la propuesta 6.1.

## 7 Sistemas Domóticos

La última frontera para reducir el consumo eléctrico es que todos los sistemas de la vivienda se encuentren integrados y controlados por un solo ente que tenga por objetivo el ahorro eléctrico manteniendo el confort y la seguridad de los habitantes. Estos sistemas son domóticos porque automatizan muchas de las actividades que se realizan en la casa; hay sistemas abiertos y hay sistemas cerrados, generalmente los dispositivos de un sistema cerrado no puede comunicarse con dispositivos de otro.

Estos sistemas desarrollados permiten variar la temperatura, la intensidad luminosa, el volumen de la música ambiental, controlan el encendido y apagado de la bomba de agua, y muchas funciones más. Algunos son alámbricos, otros son inalámbricos; algunos permiten la creación de escenarios; otros tienen la capacidad de ser controlados desde Internet; pero suelen ser muy costosos al inicio.

## Conclusiones

Existen varias estrategias (automatizadas, activas y pasivas) para reducir el consumo eléctrico en las viviendas.

Se deben utilizar equipos de aire acondicionado de alta eficiencia pues permiten una recuperación de la inversión más rápida y mayor ahorro. En el ejemplo se recuperó la inversión en menos de 8 meses con un ahorro de 20%, equivalente a \$74 mensuales.

La iluminación es uno de los sistemas que más consumen energía en una vivienda. Es por esto que se hace necesario analizar y reducir el consumo en esta área; una de las maneras más sencillas de hacerlo es cambiar las luminarias. Se analizó el consumo de una residencia determinada y se logró una reducción del 69.2% en iluminación.

Se pueden usar sensores de presencia que permitan la modificación en la temperatura interna y la iluminación, esto implica el uso de una automatización inteligente donde se utiliza un conjunto de reglas para automatizar las modificaciones en los SP de temperatura interna e iluminación. Esta estrategia utiliza también la temperatura exterior del local. La figura 6 muestra una estrategia de este tipo y se espera lograr un ahorro integrado mayor al 30% en acondicionamiento e iluminación.

Existen sistemas domóticos que automatizan algunas de las actividades de la casa y pueden resultar aceptables; sin embargo, requieren una inversión inicial alta.

Es visible que, al aplicar estrategias (activas, pasivas y automatizadas) de ahorro de energía, se logra una reducción considerable en el consumo, y las consecuencias económicas y ecológicas de este ahorro sirven como motivación.

Como trabajo futuro queda realizar pruebas de consumo eléctrico en viviendas aplicando la estrategia de la figura 6.

## Agradecimientos

Agradezco al Arq. Juan Pablo Hernández y al Ing. Fernando Rodríguez Ortiz por la ayuda prestada para el cálculo de cargas térmicas.

## Referencias

1. CONAFOVI. Guía para el Uso Eficiente de la Energía en la Vivienda. Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda. México D.F. (2006).
2. CONAE, <http://www.conae.gob.mx>
3. Rodríguez, C. F. Control Inteligente de Edificios. ITESM, Campus Monterrey. (1998).
4. Ávila, J.C. Metodología para Reducir el Consumo Eléctrico en Edificios Mediante el Control de los Procesos de Iluminación y Acondicionamiento de Ambiente. ITESM, Campus Monterrey. (2008).
5. Skyfreeze, <http://www.skyfreeze.ecofreezeinternational.com>
6. Todoenclimas, <http://www.todoenclimas.com/tc>