

Aplicación de un dispositivo lógico programable para el ahorro de energía

Msc. Maireé Rivero Ferrer, Profesor Asistente
Dr. Enrique Ernesto Valdés Zaldivar, Profesor Asistente
Dr. Víctor Escartín Fernández, Profesor Auxiliar
Centro de Investigaciones en Microelectrónica
Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría
Codigo Postal 10800, Apartado Postal 8016, Habana 8

mairee.rivero@cime.cujae.edu.cu, enrique.valdes@cime.cujae.edu.cu, victor.escartin@cime.cujae.edu.cu

ABSTRACT

This work presents the application of a programmable logical device (PAL16v8) in the design of an intelligent detector of presence, that can be used in rooms in order to save electric power. The detector uses as a key element a synchronous sequential circuit, which has been designed with the PAL16v8. The signals of the contact and movement sensors are fed to the programmable logical device inputs using optocouplers (4N25). A pal16v8 output interrupts or enables the electric power supply to the room as a function of the presence or not of people. The work shows the detector block diagram, specifying the function of each block and the operation algorithm. The detector laboratory tests are also presented.

This design constitutes an economic and reconfigurable solution for the energy control in rooms and it can be used to replace circuits with similar function based on card insertion. Contrary to these last circuits, the operation of the detector does not depend on the room occupant. This electronic circuit has been installed in 250 rooms of the Hotel Sol Club “Las Sirenas”, in Varadero, Cuba, since the beginning of 2001 and good results have been obtained in its use.

RESUMEN

En este trabajo se presenta la aplicación de un dispositivo lógico programable del tipo PAL16v8 en el diseño de un detector inteligente de presencia que se puede instalar en habitaciones con el objetivo de ahorrar energía eléctrica. El detector utiliza como elemento fundamental un circuito secuencial sincrónico, el cual ha sido diseñado con el PAL16v8. Utilizando optoacopladores (4N25) se hacen llegar al dispositivo lógico programable las señales de un sensor de contacto y de un sensor de movimiento. Mediante una salida digital se interrumpe o habilita el suministro de energía eléctrica a la habitación en función de la presencia o no de personas en la misma. En el trabajo se muestra el diagrama en bloques del detector, especificando la función de cada bloque y el algoritmo de funcionamiento. Además se presentan las pruebas realizadas al detector en el laboratorio.

Este diseño constituye una solución económica y reconfigurable para el control de energía en habitaciones y puede ser utilizada para sustituir circuitos con función similar basados en la inserción de una tarjeta. A diferencia de estos últimos circuitos, el funcionamiento del detector no depende del ocupante de la habitación. Este circuito electrónico ha sido instalado en las 250 habitaciones del Hotel Sol Club “Las Sirenas”, en Varadero, Cuba, desde principios del año 2001 y se han obtenido buenos resultados en la utilización del mismo.

Aplicación de un dispositivo lógico programable para el ahorro de energía

Msc. Maireé Rivero Ferrer, Profesor Asistente
Dr. Enrique Ernesto Valdés Zaldivar, Profesor Asistente
Dr. Víctor Escartín Fernández, Profesor Auxiliar
Centro de Investigaciones en Microelectrónica
Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría
Codigo Postal 10800, Apartado Postal 8016, Habana 8

mairee.rivero@cime.cujae.edu.cu, enrique.valdes@cime.cujae.edu.cu, victor.escartin@cime.cujae.edu.cu

RESUMEN

En este trabajo se presenta la aplicación de un dispositivo lógico programable del tipo PAL16v8 en el diseño de un detector inteligente de presencia que se puede instalar en habitaciones con el objetivo de ahorrar energía eléctrica. El detector utiliza como elemento fundamental un circuito secuencial sincrónico, el cual ha sido diseñado con el PAL16v8. Utilizando optoacopladores (4N25) se hacen llegar al dispositivo lógico programable las señales de un sensor de contacto y de un sensor de movimiento. Mediante una salida digital se interrumpe o habilita el suministro de energía eléctrica a la habitación en función de la presencia o no de personas en la misma. En el trabajo se muestra el diagrama en bloques del detector, especificando la función de cada bloque y el algoritmo de funcionamiento. Además se presentan las pruebas realizadas al detector en el laboratorio.

Este diseño constituye una solución económica y reconfigurable para el control de energía en habitaciones y puede ser utilizada para sustituir circuitos con función similar basados en la inserción de una tarjeta. A diferencia de estos últimos circuitos, el funcionamiento del detector no depende del ocupante de la habitación. Este circuito electrónico ha sido instalado en las 250 habitaciones del hotel Sol Club "Las Sirenas", en Varadero, Cuba, desde principios del año 2001 y se han obtenido buenos resultados en la utilización del mismo.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de dispositivos lógicos programables ha permitido que la lógica programable se haya convertido en una de las alternativas más importantes para el diseño digital [1]. Varios son los argumentos que validan la afirmación anterior, entre estos podemos citar los siguientes:

- Facilidad de diseño permitiendo obtener circuitos a la medida utilizando dispositivos estándar de fácil adquisición en el mercado.

- Gran flexibilidad del diseño, ya que se pueden modificar las funciones del dispositivo solamente modificando el programa y reprogramándolo, generalmente sin afectar el circuito impreso.
- Disminución de costos al disminuir el tiempo necesario para realizar un diseño.
- Reducción de inventarios de componentes ya que con un mismo dispositivo se pueden diseñar una gran variedad de funciones digitales cambiando solamente el programa.
- Mayor fiabilidad ya que se utiliza menor cantidad de circuitos integrados y se simplifica el diseño y el tamaño del circuito impreso.
- Posibilidad de proteger el diseño de modo tal que no sea posible descifrar la función programada en el dispositivo lógico.

Estos dispositivos pueden ir desde los más complejos como los CPLD y los FPGA hasta los más sencillos como los PAL. Además, actualmente el VHDL constituye uno de los lenguajes más utilizados en la programación de los dispositivos lógicos programables.

2. ANTECEDENTES DEL TRABAJO

El ahorro de energía eléctrica es un objetivo esencial en el proceso de diversificación de nuestra economía, sobre todo en los hoteles vinculados al desarrollo y expansión del sector turístico. Las habitaciones en algunos de los hoteles de nuestro país tienen instalado un dispositivo electrónico denominado centinela el cual garantiza el ahorro de energía eléctrica en la habitación sobre todo cuando los huéspedes no se encuentran dentro de la misma. Sin embargo, el adecuado funcionamiento de estos centinelas, en muchas ocasiones depende de una correcta manipulación por parte de los huéspedes. En este trabajo se presenta un detector inteligente de presencia basado en un circuito secuencial sincrónico. El funcionamiento de

este detector no depende ni del huésped ni del personal encargado de la explotación del hotel, por lo cual no puede ser violado. Para la construcción de este detector se aprovechan las ventajas de la utilización de los PAL.

3. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

El detector inteligente de presencia es un circuito secuencial síncrono [2] que permite el ahorro de energía eléctrica en las habitaciones de un hotel. El mismo se auxilia de un sensor de proximidad y de un sensor de presencia. El sensor de proximidad se ubica en la puerta de

la habitación y permite conocer si la puerta esta abierta o cerrada. El sensor de presencia permite detectar movimiento dentro de la habitación y se coloca en un lugar estratégico para lograr este objetivo. Estos dos sensores envían señales a las dos entradas del circuito secuencial. Además el circuito presenta una salida que maneja un relay de modo tal de poder garantizar el control del suministro de energía eléctrica a todos los recursos de la habitación. La figura 1 muestra todos los módulos que forman parte del detector inteligente de presencia, así como la interconexión de los mismos.

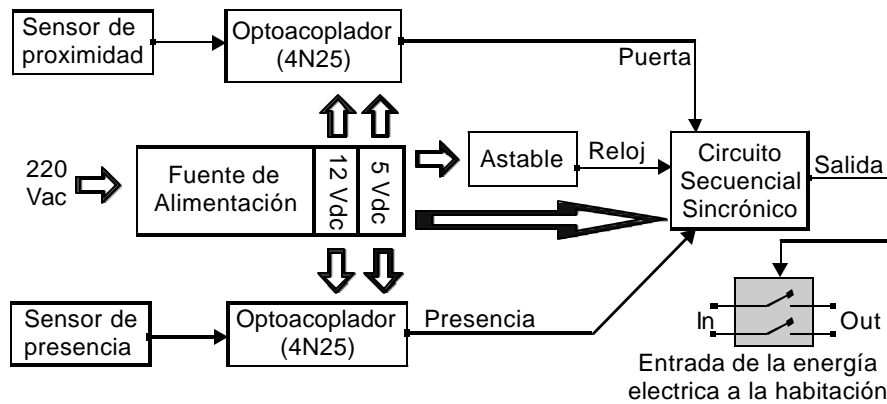


Figura 1. Diagrama en bloques del detector inteligente de presencia.

Además de los sensores y el circuito secuencial síncrono, el detector consta de una fuente de alimentación, dos optoacopladores y un astable. La fuente de alimentación genera 12 volts de directa y 5 volts de directa a partir de los 220 volts de alterna. Estos niveles de dc presentan sus referencias (tierra) aisladas. Los optoacopladores garantizan el aislamiento eléctrico entre los sensores y los demás elementos del detector. El astable genera una onda cuadrada periódica que le sirve de referencia al circuito secuencial para muestrear sus entradas.

3.1 Circuito Secuencial Síncrono

El circuito secuencial síncrono constituye el elemento principal del detector inteligente de presencia. Se ha sintetizado utilizando un dispositivo lógico programable (PAL16v8) [3] y lenguajes de descripción de hardware (VHDL) [4]. En dependencia de la información captada por los sensores y de la historia anterior de estas señales, el circuito secuencial se puede encontrar en cuatro estados diferentes. Estos estados los hemos nombrado de la siguiente forma:

1. Habitación ocupada y puerta cerrada.
2. Puerta abierta.
3. No presencia y puerta cerrada.
4. Habitación sin huéspedes.

En los estados 1,2 y 3 se permite el suministro de energía eléctrica a la habitación y en el estado 4 se interrumpe el suministro de energía a la misma. La duración del estado 3 se puede modificar según los requerimientos de la instalación hotelera.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El detector inteligente de presencia fue montado y probado en el laboratorio utilizando las entradas-salidas digitales de una tarjeta de adquisición de datos (tad). Con las salidas digitales se simulaban posibles comportamientos de las señales que deben entregar los sensores de proximidad y presencia. Con las entradas digitales se registro en función del tiempo el comportamiento de la salida del circuito, de las señales de excitación y de las variables de estado del circuito secuencial. En la figura 2 se muestra los resultados

del test realizado al detector. En este caso el circuito se configuro para que el estado 3 demorara aproximadamente 36 segundos.

Formas de Onda vs tiempo (seg.)

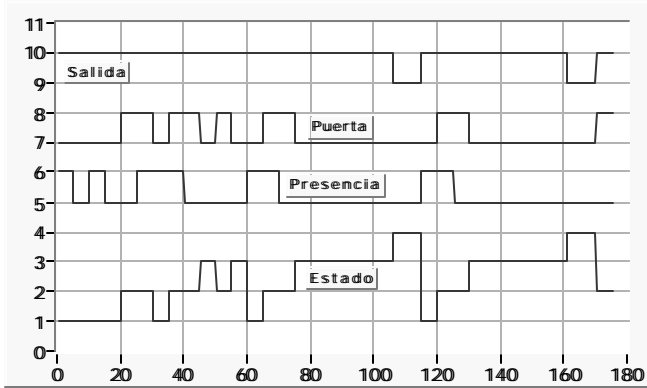


Figura 2 Comportamiento del circuito secuencial en función del tiempo.

Al simular el funcionamiento de los sensores con las salidas digitales de la tadt, seguimos el criterio de que para la entrada correspondiente al sensor de presencia, un uno lógico indicaba presencia y un cero lógico indicaba no presencia. Para el caso del sensor de puerta, un uno lógico indicaba puerta abierta y un cero lógico indicaba puerta cerrada. La forma de onda inferior indica numéricamente el estado del circuito secuencial, según la clasificación planteada anteriormente. Se puede apreciar como el estado 3 (no presencia y puerta cerrada) dura aproximadamente medio minuto, después del cual el circuito pasa al estado 4 (habitación sin huéspedes) donde la salida cae a “cero” y se retira el suministro de energía eléctrica a la habitación

Formas de Onda vs tiempo (seg.)

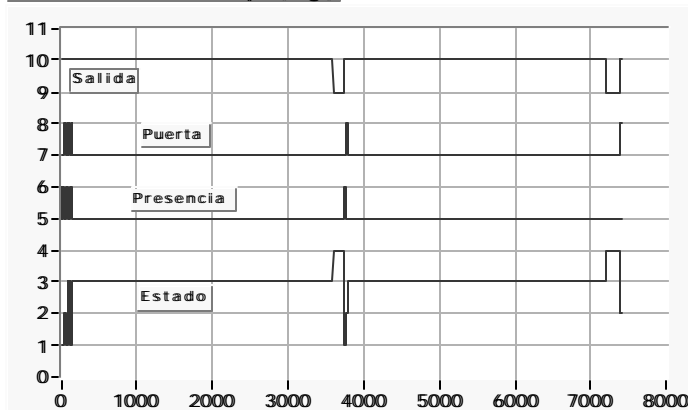


Figura 3 Comportamiento del circuito secuencial reconfigurado.

La figura 3 muestra los resultados del test realizado a un detector configurado para que el estado 3 demorara aproximadamente 3600 segundos (1 hora).

Una vez comprobado el correcto funcionamiento del detector inteligente de presencia, el mismo fue instalado en las 250 habitaciones del Hotel Sol Club “Las Sirenas” donde se han obtenido muy buenos resultados. A petición de loa compañeros del hotel, el detector fue configurado para que el estado 3 demore aproximadamente 15 minutos.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha mostrado el diseño y aplicación de un PAL16V8 en la implementación de un detector inteligente presencia. En las pruebas realizadas al nivel de laboratorio se obtuvieron buenos resultados. Además el detector ha sido instalado en las 250 habitaciones del hotel Sol Club “Las Sirenas” obteniéndose buenos resultados.

Al comparar el detector presentado con otros circuitos similares podemos plantear que este diseño se caracteriza por:

1. Presenta un algoritmo de funcionamiento que se puede modificar según las necesidades de la instalación hotelera.
2. El funcionamiento del detector es independiente del huésped de la habitación y del personal encargado de la explotación del hotel, por lo cual no puede ser alterado.
3. El detector no presenta elementos mecánicos que alteren la fiabilidad del sistema.

Teniendo en cuenta estas características del detector inteligente de presencia se pudiera pensar en la posibilidad de extender el uso de estos circuitos electrónicos a otras instalaciones del país con el objetivo de incrementar el ahorro de energía eléctrica.

6. REFERENCIAS

1. Hernández, Alberto: "Introducción al diseño digital de circuitos lógicos combinacionales", Monografía, CUBA, 2002.
2. Wakerly, John F.: "Digital Design Principles & Practices ", Tercera edición, Editorial Prentice Hall, USA, 2000.
3. Advanced Micro Devices: "PAL Devices Data Book and Design Guide", 1996.
4. Skahill, Kevin: “VHDL for programmable logic”, Adison Wesley, 1996.