

# DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE ILUMINACION PARA EL LABORATORIO DE INSTRUMENTACION Y CONTROL POR EL PORTICO USB

Lasluisa Cofre David Rómulo, Ing.

Escuela Politécnica Nacional

## RESUMEN

El proyecto es una aplicación de la domótica al control de la iluminación del Laboratorio de Instrumentación de la Escuela Politécnica Nacional, usando detectores de movimiento y comunicación mediante el puerto USB con un sistema central constituido por el microcontrolador PIC16C745, el cual será el encargado de la adquisición de las señales acondicionadas de los sensores, el tratamiento de las mismas, la utilización de datos y el manejo de los diferentes actuadores.

Se desarrolló una HMI en Visual Basic 6.0 para realizar el control de las lámparas a cinco ambientes diferentes, por separado o en conjunto. Adicionalmente en la computadora se puede realizar el análisis de los datos que envía el microcontrolador, para luego capturar fechas, tiempos de encendido, tiempos de apagado, cálculo de potencias consumidas en cada uno de los circuitos, etc.

## DOMÓTICA

La domótica consiste en aplicar la tecnología de la automatización y el control al hogar. Los sistemas domóticos actuales integran automatización, informática y nuevas tecnologías de la información.

Toda la ingeniería domótica debe ir encaminada al mejoramiento del confort, seguridad, al bienestar y comodidad de las personas.

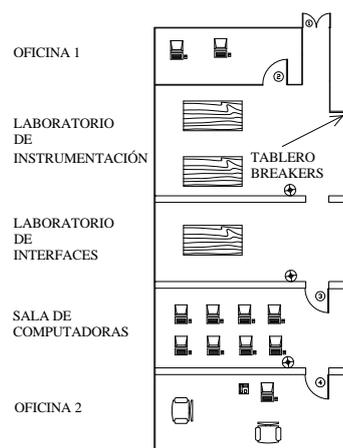
Entre las aplicaciones de la domótica se puede citar a las siguientes:

- Iluminación Domótica.- Con el uso de interruptores se puede escoger escenas de luz para cada habitación, la fuente deseada, la intensidad y su duración. Y a base de instrumentos se puede llegar a la automatización de la intensidad de luz que se requiere en la habitación.

- Ahorro Domótico.- Los aparatos como lavadora, secadora etc, que poseen un mayor consumo de energía se pueden programar para que se enciendan cuando el precio de la electricidad esté en su punto más bajo.
- Seguridad Técnica Domótica.- Dependiendo de las condiciones atmosféricas, se controlan toldos, cierres ventanas, persianas y puertas.
- Confort y Ahorro Domótico.- La temperatura en cada estancia se puede ajustar individualmente, además el consumo de energía puede ser controlado con el encendido de cada uno de los aparatos eléctricos solo en caso que sean necesarios, llegando a obtener así el mínimo consumo de energía.

## DISEÑO DEL HARDWARE

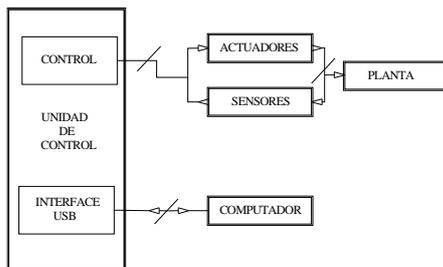
La planta es el Laboratorio de Instrumentación con un área aproximada de 300 m<sup>2</sup>., consta de 5 áreas, cada una de las cuales posee circuitos individuales de iluminación controlados con su respectivo interruptor manual, como se puede apreciar en la Figura 1



El Laboratorio de Instrumentación posee 20 tubos fluorescentes de 40 W; el de Interfaces de Comunicación Industrial, 20 tubos fluorescentes de 40 W. y la Sala de

Computadoras 12 tubos fluorescentes de 40W cada uno.

El hardware consiste de un tablero electrónico, el cual se puede ver en una forma esquemática en de la Figura 2; este módulo está constituido por una unidad de control (PIC16C745), sensores de movimiento infrarrojos (LX21C) y contactores que comandan a cada uno de los circuitos de iluminación.



**Figura 2. Arquitectura del Módulo Electrónico**

- **Sensores.-** del tipo infrarrojo (LX21C). Serán los encargados de detectar el movimiento de las personas en el espacio de detección, este sensor proporciona una señal de 110 V AC la cual pasa a través de un circuito acondicionador de la señal, ésta es acondicionada a un voltaje a 5 V DC para luego ingresar al microcontrolador PIC16C745.
- **Actuador.-** este circuito es el encargado de comandar a todos los contactores de fuerza, los cuales van ha controlar el encendido o el apagado de cada uno de los circuitos de iluminación.
- **Interfase con la computadora.-** este circuito es el encargado de efectuar la comunicación entre la computadora y el microcontrolador, para lo cual se utiliza el puerto USB

Para el funcionamiento del sistema hace uso de una unidad de control, que es la encargada de recibir las señales enviadas por los sensores, además de excitar a los actuadores, y es la responsable de manejar la comunicación con el computador vía USB. Esta unidad de control está conformada por un microcontrolador PIC16C745.

Para la implementación del proyecto se hace uso de los siguientes recursos del microcontrolador:

- Procesador
- Memoria no volátil para guardar el programa
- Memoria de lectura y escritura para guardar los datos
- Líneas de entrada y salida

A continuación se realiza una descripción de lo que esta conectado a cada uno de los pines del microcontrolador.

RB4.- A este pin llega la señal del sensor infrarrojo 1; el cual esta ubicado en el Laboratorio de Instrumentación.

RB5.- A este pin llega la señal del sensor infrarrojo 2; el cual esta ubicado en el Laboratorio de Interfaces de la Comunicación Industrial.

RB6.- A este pin le llega la señal del sensor infrarrojo 3; el cual esta ubicado en la Sala de Computadoras.

RA0.- Este es el pin de salida que activa al relé auxiliar 1, el mismo que comanda a la bobina del contactor que controla al circuito de iluminación del Laboratorio de Instrumentación.

RA1.- Este es el pin encargado de activar al relé auxiliar 2, el mismo que activa a la bobina del contactor que controla al circuito de iluminación del Laboratorio de Interfaces de Comunicación Industrial.

RA2.- Este es el pin que activa al relé auxiliar 3, el mismo que activa a la bobina del contactor que controla al circuito de iluminación de la Sala de Computadoras.

RA3, RA5, RC0, RC1 son los encargados de alimentar a los sensores del laboratorio, sensor 1 (Laboratorio de Instrumentación), sensor 2 (Laboratorio de Interfaces de la Comunicación Industrial), sensor 3 (Sala de Computadoras); además de comandar al contactor de mando automático, respectivamente.

Para la activación de cada uno de los circuitos de iluminación, se utiliza contactores que poseen bobinas de excitación a 110 V AC, mientras que sus contactos pueden soportar una corriente máxima de 22 A a 220 V AC. Para la activación de estos contactores, se hace uso de los relés auxiliares cuyo voltaje de excitación es de 5 V y sus contactos pueden gobernar una corriente máxima de 1 A a 120 V AC. El mando de cada uno de los relés se lo realiza a través de los pines de salidas RA0, RA1, RA2 del microcontrolador. Para proteger al microcontrolador y evitar el reseteo se realiza el aislamiento de las tierras mediante optotransistores (ECG3081).



### ESPECIFICACIONES ELECTRICAS

Fuente de alimentación: 110V/AC-277V/AC

Frecuencia de operación: 50-60 Hz.

Luz ambiente: < 10 Lux

Tiempo de retardo: mín.: 8 sec.  $\pm$  3 sec.

máx.: 7 min.  $\pm$  2min.

Tipo de carga: 800W (110 V/AC-130V/AC)

Rango de detección: 180°

Distancia de detección: 9m máx. (<24°)

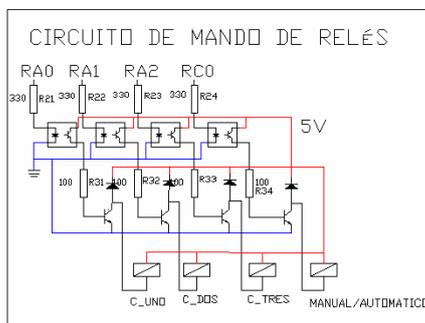
Temperatura de trabajo: -20°-40° C

Humedad de trabajo: < 93% RH.

Altura de instalación: 1m – 1.6 m

Consumo de potencia: 0.45 W (estático)  
0.1W)

Velocidad de detección del movimiento: 0.6 – 1.5 m/s.



El sensor LX21C es un interruptor de ahorro de energía luminosa, constituido por un detector de alta sensibilidad integrado en un circuito el cual contiene un controlador de silicio. El rango de detección está hecho para captar movimientos de arriba hacia abajo, y de izquierda a derecha. El trabajo del sensor es captar los rayos infrarrojos que provienen del movimiento del ser humano, como una fuente de señal de control, es decir que, cuando el sensor detecta el movimiento de una persona, activa la carga controlada por un tiempo específico.

El campo de detección está dado de arriba hacia abajo, de izquierda a derecha en el campo de servicio. Posee una relación entre la sensibilidad y la orientación del movimiento, por lo que se debe tener cuidado con la posición en donde va a ser instalado. Además el sensor puede identificar el día y la noche y trabaja solo cuando la luz ambiente es menor a 10 lux. Posee tres modos de operación: automático, encendido, apagado.

El sensor da una salida de voltaje de 120 V AC que es acondicionada mediante un transformador que reduce el voltaje a 12 V AC, a su vez esta señal es acondicionada a 5 V DC a través de un regulador de voltaje LM7805. Esta señal pasa a través de un optotransistor (PC817) que aísla las tierras e ingresa la señal al microcontrolador, a través de los pines RB4, RB5, RB6.

### DISEÑO DEL SOFTWARE

El software requerido se utiliza para programar el microcontrolador P16C745 y para diseñar la HMI en el computador utilizando Visual Basic 6.0 el cual mediante la obtención de estos datos, y el desarrollo de un algoritmo para capturar fechas y tiempos de encendido y apagado de cada uno de los circuitos de iluminación, permite realizar los cálculos de tiempos de encendido, potencia consumida, porcentajes de ahorro de energía y gráficos de estos valores.

El programa en el microcontrolador P16C745 cumple con las siguientes funciones: establecer un enlace con el computador por medio del puerto USB; una vez que la comunicación entre los dos

dispositivos ha tenido éxito se debe sincronizar el computador para recibir cualquier dato desde o hacia el microcontrolador. Adicionalmente el microcontrolador debe realizar el control de cada uno de los circuitos de iluminación, ya sea mediante las señales del sensor o desde el computador.

El software desarrollado para el computador consta de una interfaz de usuario que incluye ocho ventanas o formularios tipo Windows que son:

1. Ventana de Presentación.
2. Ventana de Control de Iluminación.
3. Ventana de Historial de los Tiempos de Encendido.
4. Ventana de Historial de los Circuitos.
5. Ventana de Registro de Energía.
6. Ventana de Graficar de Tiempos de Encendido.
7. Ventana de Graficar Energía.
8. Ventana de Porcentaje de Ahorro de Energía.

La función del programa es la de establecer una conexión con el dispositivo PIC16C745 vía puerto USB, adicionalmente establece un enlace con Microsoft Excel, en la que se genera la base de datos donde se almacenan, fechas y tiempos de encendido y apagado de cada uno de los circuitos.

### Formulario Historial de los Tiempos de Encendido

Este formulario es el encargado de realizar el análisis de los tiempos de encendido de cada uno de los circuitos de iluminación, dentro de un intervalo de fechas que el usuario puede manipular. Una vez que se realizó el cálculo de los tiempos de encendido se puede graficar los mismos. En la Figura siguiente se puede observar el formulario "Historial de los Circuitos"



### Formulario Historial de los Circuitos

En este formulario se realiza un barrido de la base de datos para obtener información sobre la fecha y tiempo en los cuales han sido activados cada uno de los circuitos de iluminación. En este formulario se presenta un conjunto de controles con los cuales se puede clasificar y visualizar los datos para cada circuito individualmente.



### Formulario Registros de Energía

Esta parte del programa es la encargada de enlazar Microsoft Excel con Visual Basic 6.0 para enlazar los datos de energía desde la hoja de cálculo a los diferentes datagrid para ser analizados y realizar la sumatoria de todas las energías consumidas que se han registrado en la base de datos hasta ese instante, para ser contabilizadas en su totalidad.



### Formulario Porcentaje de Ahorro de Energía

En este formulario se realiza el cálculo del porcentaje de ahorro de energía comparado con un día de funcionamiento continuo de las lámparas de cada uno de los circuitos de iluminación, se estima 8 horas diarias en un día laborable.

Para realizar el cálculo del porcentaje de ahorro de energía, se calcula los tiempos de encendido en el día a analizar realizando un barrido sobre la base de datos de tiempos de encendido.



## CONCLUSIONES

Se demostró que el pÓrtico USB sirve para envío y recepción de datos y mediante este se puede realizar el control de una planta, para este caso el Laboratorio de Instrumentación.

La elección del sensor es muy importante ya que para cumplir con el objetivo era necesario encontrar un sensor que detecte el movimiento de personas en el Laboratorio de Instrumentación y además lo haga solo si era necesario iluminar el mismo. Adicionalmente se necesitaba que estos tengan una temporización interna ya que no se puede estar encendiendo y apagando a las lámparas constantemente.

El sensor infrarrojo LX21C cumple con todos los requerimientos, adicionalmente posee un campo de detección de aproximadamente 9 metros barriendo un ángulo de 180°

En la elección del contactor se debe tener muy en cuenta que tipo de carga se va a accionar; en este caso el tipo de carga son lámparas por lo que los contactores deberían ser categoría AC1; pero, debido a la presencia de reactancias y de que no existe corrección de factor de potencia, el tipo de contactor que se escogió para comandar a este tipo de carga es de categoría AC3.

Las lámparas fluorescentes están siendo activadas durante 3 minutos aproximadamente. Este tiempo puede ser cambiado según las exigencias del usuario, a voluntad.

El análisis del ahorro de la energía permitió llegar a la conclusión de que este sistema es muy eficiente pues en las horas en la cual no hay presencia de personas dentro del laboratorio los circuitos de iluminación se apagan, de acuerdo a la señal de los sensores, minimizando así los costos a pagar por consumo de energía eléctrica.

## BIBLIOGRAFIA

- ATMEL, "Hojas de especificaciones para programación de los microcontroladores
- MICROCHIP, "Hojas de datos del microcontrolador
- CEVALLOS JAVIER, "Curso de programación Visual Basic 6.0
- [http://www.laszlo.com.ar/iluminacion\\_residencial3.htm](http://www.laszlo.com.ar/iluminacion_residencial3.htm)
- <http://edison.upc.edu/curs/llum/lamparas/ldesc1.html>
- <http://www.arquimaster.com.ar/iluminacion/dilum13.htm>
- <http://www.azc.uam.mx/cyad/procesos/website/grupos/tde/NewFiles/eduardov.III.html>
- <http://www.elc.es/formacion/>
- AXELSON, Jan. USB Complete, Segunda Edición, Lakeview Research. USA.2002
- <http://www.monografias.com/>