

Aplicaciones domóticas con Android y Arduino

Rigoberto A. Morales.⁽¹⁾

Juan J. Guevara.⁽²⁾

Resumen. En este artículo se hace una descripción de la plataforma Arduino y su practicidad como herramienta de aprendizaje de sistemas microcontrolados orientados al control de un sistema de domótica, así como la integración de Android en este tipo de aplicaciones. Como ejemplo, se describe el proceso de implementación de un control de potencia con la técnica de control de fase, tomando como referencia una señal de cruce por cero permanentemente monitoreada por el controlador Arduino.

Palabras clave. Android, Arduino, dispositivos móviles, domótica, semiconductores, sistemas operacionales (computadoras).

I. INTRODUCCIÓN

Las “casas inteligentes” o “casas del futuro”, que antaño podíamos ver en el cine y la televisión, son hoy en día una realidad. La domótica es el conjunto de sistemas que se utilizan para automatizar una vivienda. La automatización aporta seguridad, comunicación, gestión de energía eléctrica y, en general, comodidad y bienestar a los habitantes de las viviendas.

Arduino es una plataforma basada en microcontroladores ATMEGA; éstos constan de una gran cantidad de entradas y salidas digitales y convertidores AD, que en su conjunto facilitan el desarrollo de proyectos electrónicos microcontrolados y que pueden fácilmente brindar conectividad con computadores o dispositivos móviles, utilizando conexiones USB, Wifi, Bluetooth, y otros. Arduino es diferente a otras plataformas debido a que es multiplataforma (funciona en Windows, Linux, MAC); se programa a través de puertos USB y es sobre todo Open Hardware y Open Software; toda la documentación (diagramas esquemáticos, PCB's, código fuente, etc.) está disponible libremente en www.Arduino.cc. Debido a las características mencionadas, Arduino es ideal en ambientes de aprendizaje, ya que facilita la comprensión de los sistemas microcontrolados, su programación y el rol que éstos desempeñan en sistemas de control electrónico.

Android es conocido por ser un sistema operativo ampliamente utilizado en dispositivos móviles, como smartphones, tablets e incluso computadoras portátiles.

Sus características lo convierten en una solución ideal para formar parte de un sistema de domótica, ya que es libre, basado en Linux y su plataforma de desarrollo es Java.

II. PRINCIPIOS DE DOMÓTICA

El término domótica proviene de la unión de la palabra latina “domo” y el sufijo “tica”. La palabra domo etimológicamente proviene del latín domus, que significa casa, y el sufijo “tica”, que proviene de la palabra automática. Algunos autores sostienen que “tic” se refiere a tecnologías de la información, mientras que “a” hace referencia a la automatización.

Larousse (1988) definía la domótica como “vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de energía, comunicaciones”.

También existe la inmótica. Ésta se refiere a la gestión técnica de edificios e industria: hoteles, museos, escenarios deportivos, hospitales, etc. A diferencia de la domótica, más orientada a casas unifamiliares, la inmótica abarca edificios más grandes con fines específicos y orientados no sólo a la calidad de vida.

Los componentes esenciales de un sistema de domótica son tres: **sensores, actuadores y el controlador**, aunque es conveniente aclarar que existen otros que forman parte del sistema, como los interfaces, acondicionadores de señal, etc.

(1)Ingeniero Electricista. Docente Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. ITCA-FEPADE Santa Tecla. email: rigoberto.morales@itca.edu.sv

(2)Técnico de Ingeniería Electrónica. Docente Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. ITCA-FEPADE Santa Tecla. email: juan.guevara@itca.edu.sv

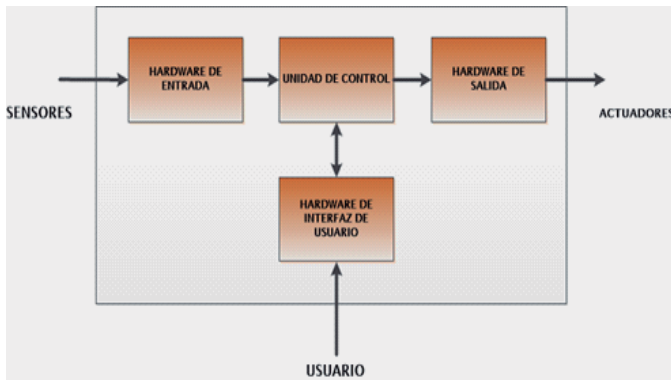


Fig. 1. Estructura básica de un sistema de domótica.

La función de un **sensor** es la conversión de magnitudes de una determinada naturaleza a otra, generalmente eléctrica. Estas magnitudes suelen ser físicas, químicas, biológicas, etc. El sensor es el dispositivo que monitorea el entorno, con objetivo de generar una acción. Puede ser autónomo, de manera que realiza una acción de encendido/apagado por sí mismo. Puede estar conectado a una red para enviar una señal a un dispositivo remoto que actúe en consecuencia. En un sistema de domótica, la señal del sensor se envía a un dispositivo de control, el cual es el encargado de decidir qué hacer con la señal recibida.

El **actuador** es el dispositivo encargado de ejecutar una acción. Los sensores que son capaces de ejecutar una acción, son actuadores. Los actuadores convierten una magnitud eléctrica en otra de otro tipo (mecánica, térmica, etc.) y pueden manejar niveles de salida continuos o discretos.

Por otra parte, el controlador gestiona todo el sistema recibiendo las señales que proporcionan los sensores y emitiendo señales que llegarán a los actuadores; posibilita la conexión con las interfaces de usuario, tales como: pantallas táctiles, teclados, mandos a distancia y otros.

Algunas de las tecnologías y estándares de los sistemas de domótica son:

- X-10: EE.UU finales de los 70.
- EHS (European Home System): 1992 Unión Europea.
- EIB (European Installation Bus)
- BatiBUS

III. PLATAFORMA ARDUINO

Arduino es definida como una plataforma de electrónica

abierta para la creación de prototipos, basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquier interesado en crear entornos u objetos interactivos. El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino, basado en Wiring, y el entorno de desarrollo Arduino, basado en Processing.

Arduino está basado en la familia de microcontroladores ATMEGA de ATMEL (ATMEGA128, ATMEGA328, ATMEGA2560, otros.)

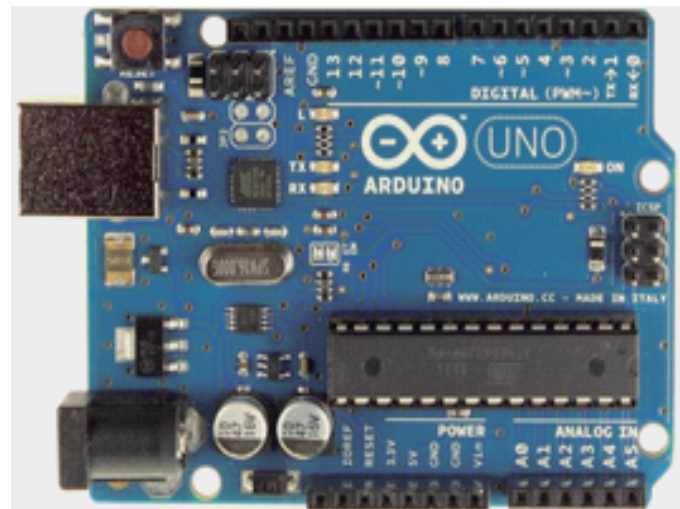


Fig. 2. Placa Arduino UNO con microcontrolador ATMEGA328.

En términos generales, puede decirse que Arduino es un pequeño sistema embebido, ya que cuenta con todos los elementos de este tipo de sistemas; su lenguaje de programación es una derivación de "C", con funciones predefinidas para facilitar la programación, aunque es posible incorporar código C del compilador AVR (ATMEGA320 es un microcontrolador AVR). Esto es especialmente útil cuando se requiere un mayor control de los módulos internos del microcontrolador.

La estructura de Arduino fue concebida para proveer entradas y salidas digitales, entradas analógicas e interrupciones externas. Se programa por vía USB, aunque también dispone de un conector ICSP para utilizar un programador externo. Al ser una plataforma de hardware abierto, tanto el diagrama esquemático como el firmware es de acceso público, de manera que puede ser tomado y modificado de acuerdo a necesidades específicas de diseño; es así como pueden encontrarse otras plataformas con la misma filosofía de Arduino, como Funduino, Pingüino, etc.

Los shields son placas accesorias que mejoran las prestaciones de Arduino, las hay para aplicaciones de potencias con relés y triacs; además, para comunicaciones Ethernet por cable, WIFI y Bluetooth, etc.

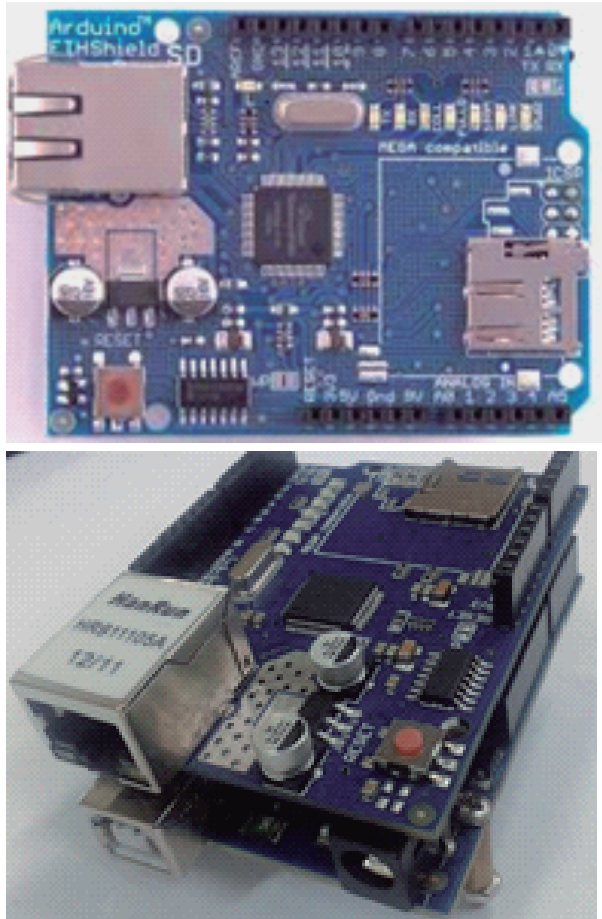


Fig. 3. Arriba se observa una placa Ethernet Shield y abajo se observa ensamblada con una placa Arduino UNO.

IV. CONTROL DE FASE

Existen varios métodos para el control de la potencia entregada a una carga eléctrica, tal como un motor, una resistencia de calefacción, iluminación o una bobina DC. Estas técnicas incluyen desde un simple reóstato (ineficiente), un transistor en región activa o técnicas más eficientes, como el control de fase y la técnica de modulación de ancho de pulso (PWM).

La técnica de control de fase permite variar la potencia a una carga utilizando un tiristor (SCR o TRIAC) que es disparado en su compuerta en un tiempo determinado durante la duración del semiciclo de AC (8.33 ms), a fin de

que este tiristor conduzca una alta corriente durante el resto del semiciclo. El voltaje entregado a la carga es una porción o parte de los semiciclos de la onda de AC y que presenta un voltaje promedio y un voltaje RMS o efectivo, dependiendo del tiempo de disparo. Esta variación del voltaje RMS hace que la carga disipe mayor o menor potencia, según se dispare el dispositivo de conmutación dentro del semiciclo. Esta técnica es eficiente porque permite el control de la potencia alta de la carga (100 Watts) con una disipación baja del dispositivo de conmutación (1 Watt).

En el proyecto demostrativo "Circuito de Control de Fase" se ha utilizado un optotriac para disparar un TRIAC de mayor potencia para que controle la iluminación de un bombillo incandescente de 120V y 100 Watts. El disparo al optotriac se realiza desde un microcontrolador con un pulso de 5 V de muy corta duración (0.51 ms). Existen dos clases de optotriac: optotriac con detección de cruce por cero, que solamente enciende o apaga la carga, y los optotriacs sin circuito de cruce por cero que permiten disparar el triac en cualquier instante del semiciclo. Este último optotriac es el utilizado en este proyecto.

A fin de sincronizar el retardo del disparo con el inicio de un ciclo de AC, se utiliza un optotransistor cuyo led es alimentado por un circuito rectificador de onda completa, que satura al fototransistor durante la mayor parte del semiciclo. Cuando la onda de voltaje AC pasa por cero, el fototransistor pasa a corte (no conducción) y el colector de éste sube a un voltaje formando un pulso de 5 voltios, que es enviado a la carga, atrasando el disparo del triac, unos cuantos milisegundos después del pulso de sincronización (pulso de cruce por cero).

V. CONTROL DE FASE CON ARDUINO

Para implementar un control de fase con Arduino, se debe tener en cuenta que la señal de cruce por cero se produce cada 8.33 ms. Esta señal debe ser tomada por el microcontrolador para producir un pulso de disparo con retraso para activar al optotriac. Es precisamente el nivel de retraso de la señal de activación el que determina la cantidad de potencia que se entrega a la carga, de manera que el tiempo de retraso es inversamente proporcional a la potencia entregada.

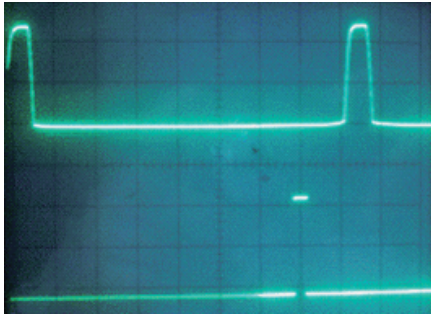


Fig. 4. En la parte superior se observa la señal de cruce por cero que se produce cada 8.33 ms, mientras que en la parte inferior se muestra la señal generada por el microcontrolador.

Por ser Arduino un sistema microcontrolado, se debe utilizar la técnica de monitoreo de pulso de cruce por cero que utilice la menor cantidad de tiempo de proceso. Para este caso, el método más recomendado es por interrupción externa. Por tal efecto, se configura la interrupción para que se active en el flanco de subida de la señal. Al producirse la interrupción, el microcontrolador ejecuta las rutinas de interrupción correspondientes, en donde se determina el nivel de retraso establecido y se genera una señal de activación con una duración de al menos 10 micro segundos.

Otro factor importante lo constituye el intervalo de tiempo, durante el cual se genera cíclicamente el pulso de activación del optotriac. Es común que erróneamente se utilicen funciones de retardo (delay) para establecer tiempos de activación y desactivación de señales digitales. Esto funciona si el sistema microcontrolado está atendiendo una sola tarea, pero en la práctica, esto no es así, ya que el microcontrolador debe estar realizando varias tareas a la vez. Para este caso, la técnica ideal consiste en la implementación de temporizadores (timers).

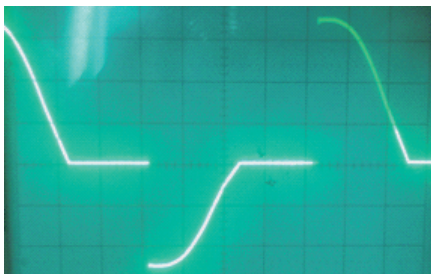


Fig. 5. Aspecto de la señal tomada directamente desde la carga; puede apreciarse el momento en el cual el TRIAC se activa.

La implementación de temporizadores permite al microcontrolador liberarse parcialmente de la tarea de llevar el conteo del tiempo; esto se deja a los módulos de temporización e interrupciones internas. Como resultado, el microcontrolador puede dedicarse a otras tareas importantes, como es el caso de la comunicación Ethernet para la recepción de las órdenes que corresponden al nivel de intensidad de iluminación deseado.

VI. EL ROL DE ANDROID

A través de Android pueden ejecutarse aplicaciones de control de domótica; estas aplicaciones cumplen la función de interfaces de usuario para el envío de señales de comando al dispositivo controlador Arduino, utilizando una red de datos Ethernet, Ethernet Shield.

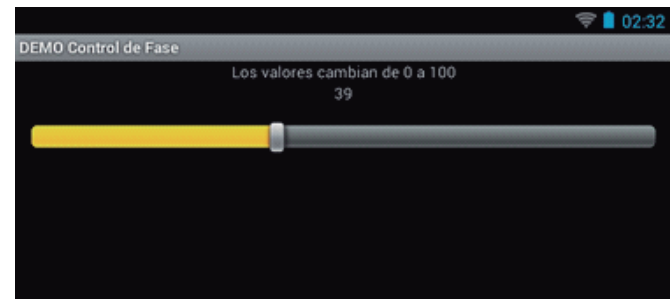


Fig. 6. Aplicación de control remoto del nivel de iluminación.

La aplicación se conecta vía IP al controlador y envía los valores correspondientes al nivel de iluminación requeridos; estos valores son capturados por medio de un control deslizante, cuyos valores se encuentran comprendidos en el rango de 0 a 100, siendo 100 el valor máximo de iluminación, lo que equivale al menor tiempo de retardo del disparo del triac.

La aplicación cuenta con un pequeño algoritmo que determina si el cambio en la intensidad es positivo o negativo y que se activa únicamente cuando el valor de cambio es mayor que 5; esto se hace para evitar saturar el tráfico de datos en la red.

VII. EL CONTROL DE ILUMINACIÓN

La combinación de la versatilidad de programación de tareas especiales con microcontrolador y la amplia disponibilidad de dispositivos de conmutación de potencia, permitió el diseño del circuito de control de iluminación

ajustado desde el móvil Android.

En la figura 7 se muestra el circuito generador de disparo que envía el pulso de cruce por cero y el circuito que recibe el pulso desde el microcontrolador para disparar el triac de control de potencia de forma sincronizada.

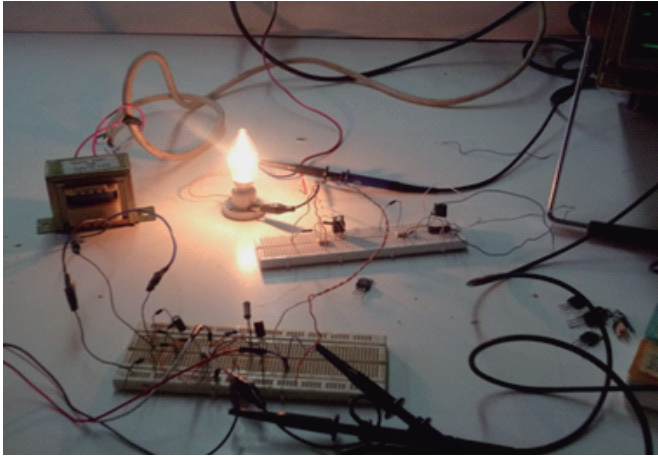


Fig. 7 Circuito de control de pulsos y potencia

La figura 8 muestra la placa de circuito impreso de los circuitos de control de pulsos y el optotriac para el disparo del triac, diseñado y construido en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de ITCA-FEPADE. Se observa a la izquierda el dispositivo de conmutación de potencia con un disipador de aluminio y los circuitos integrados de acoplamiento óptico.



Fig.8 Placa de circuito impreso del circuito de potencia

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las diversas necesidades de control en domótica, obligan al desarrollo de tecnologías modernas tales como programación de microcontroladores, redes inalámbricas y

aplicaciones específicas para los móviles inteligentes o Smartphone, así como electrónica de control de potencia.

En el desarrollo de este proyecto se aplicaron todos estos elementos para realizar el control de iluminación ajustado desde un móvil Android, el cual a través de una red inalámbrica envía información al microcontrolador y este recibe desde un circuito de control un pulso de referencia.

El microcontrolador a su vez envía un pulso, con un pequeño retardo de milésimas de segundo, que activa un dispositivo de conmutación de potencia para la regulación de la iluminación o calefacción según el tipo de carga.

Con estas consideraciones es recomendable incorporar estos elementos en los programas de estudio, así como incrementar y renovar los recursos bibliográficos y la adquisición de equipo y materiales para las prácticas de laboratorio de los estudiantes de las carreras de electrónica.

Con todos estos recursos se potenciaría que los estudiantes adquieran competencias para diseñar proyectos modernos, eficientes y de bajo costo.

IX. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ARDUINO : attachinterrupt. Home Page. 20 octubre 2012. Disponible en: <http://arduino.cc/en/Reference/attachInterrupt>.

MALONEY, Timothy J. Electrónica industrial moderna. 5^a ed. México, D. F. : Pearson Educación, 2006. 972 p. ISBN: 9702606691

ROMERO Morales, Cristóbal, VÁSQUEZ Serrano, Francisco; DE CASTRO Lozano, Carlos. Domótica e inmótica : viviendas y edificios inteligentes. México, D. F. : Alfaomega, 2007. 397 p. ISBN : 9789701512487