

Sistema de Monitoreo y Control de Dispositivos en Hogares Usando Plataformas Arduino

Dueñas, D, Hernández, V, Iriarte, J, Cervantes, A, Vejar, H, López, J.*

Universidad Tecnológica de Tijuana.
Carretera Libre Tijuana-Tecate Km. 10
C.P. 22253 Tijuana, Baja California.

*david.duenas@uttijuana.edu.mx, viusanyi@hotmail.com, ces_jc@hotmail.com,
cervantes.arturo@hotmail.com, humberto.vejar@uttijuana.edu.mx,
jenrique.lopez@uttijuana.edu.mx

Paper received on 22/09/12, Accepted on 16/10/12.

Abstract. Se presentan los resultados obtenidos del desarrollo de un prototipo electrónico que monitorea y controla la temperatura de un entorno de hogar, los datos son procesados y transmitidos por medio de una plataforma Arduino, la cual tiene incorporado un módulo EthernetShield que permite transmitir los datos y ser almacenados en una base de datos SQL 2008. Los valores de la temperatura pueden ser visualizados en tiempo real a través de una interfaz gráfica desarrollada en Visual Basic.NET y fijar el valor de la temperatura deseada mediante un control ON/OFF, además permite activar y desactivar equipos de casa tales como luces, ventiladores, refrigeradores, etc. Todo esto a través de un solo acceso a Internet. El prototipo cuenta con dos Arduinos modelo UNO, el primero de estos se encarga de monitorear las condiciones de temperatura y controlar la temperatura en base a un setpoint que puede ser fijado desde Internet. El segundo Arduino se encarga de mantener un control de los demás equipos que se quieren activar remotamente. La interfaz desarrollada permite al usuario ingresar a una dirección de internet pública y visualizar que dispositivos se encuentran activados o desactivados.

Keywords: Arduino, Sensor, Red, Dirección IP, Aplicación.

1 Introducción

En la actualidad, existen tecnologías diversas que permiten el monitoreo y actuación en aplicaciones relacionadas a la domótica [12], control de procesos, redes inalámbricas de sensores [1], agricultura de precisión entre otras. El avance y la disponibilidad de la tecnología han hecho posible la adquisición y experimentación en áreas educativas e industriales, hoy en día es común contar con tarjetas de adquisición de datos, radios transreceptores, controladores entre otros. En el presente trabajo se usa la plataforma Arduino, la cual está basada en diseños de hardware y software

libre, se tienen una gran variedad de modelos que pueden adaptarse a prácticamente la mayoría de las aplicaciones. Para este caso, se usa el modelo Arduino Uno junto con un modulo EthernetShield [6], el cual le brinda conectividad con redes de área local o amplias, dicho dispositivo se muestra en la Figura 1.



Fig. 1. Arduino con módulo EthernetShield

Arduino está diseñado para ser usado por personas que cuentan con poca o nada de experiencia en aplicaciones relacionadas a los micro controladores [5], sin embargo también los utilizan personas con experiencia que deseen usar equipos que evitan el uso de licencias particulares que en muchas ocasiones los hacen difícil de adquirir, es por éstas razones que las plataformas Arduino son muy convenientes en actividades educativas y de investigación.

La aplicación de este proyecto es la de contar con una interfaz, desde donde sea posible monitorear variables de interés presentes en una casa [11], así como contar con la posibilidad de activar aparatos de corriente alterna tales como luces, aires acondicionados, televisores, etc. En este caso se usó un sensor de temperatura LM35, pero se planea incluir una diversidad de sensores tales como de consumo eléctrico, consumo de agua, presencia de gas, etc. El desarrollo de este tipo de trabajos forma parte de los contenidos estudiados en la carrera de tecnologías de la información y comunicación de la Universidad Tecnológica de Tijuana, de los alumnos de noveno cuatrimestre. Los resultados obtenidos se lograron durante el cuatrimestre Mayo-Agosto del 2012.

2 Desarrollo

En esta sección se explican los procedimientos que se siguieron para el desarrollo del proyecto.

2.1 Etapa de sensado

El sensor usado en esta aplicación es el LM35, el cual es un sensor de circuito integrado que produce una salida de voltaje aproximadamente lineal al cambio de la temperatura. Es un sensor sencillo de usar, debido a que no es necesaria una calibración externa cuando el dispositivo se encuentra entre -55 a 150°C , con variaciones de $\pm 3/4^{\circ}\text{C}$ [7]. La Figura 2 muestra los pines de conexión del sensor.

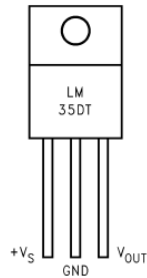


Fig. 2. Sensor de temperatura LM35.

La salida del sensor está conectada al Arduino en el pin A_0 , como se mencionó anteriormente, el valor del voltaje producido por el sensor, depende directamente de la temperatura y viene definida en la ec. 1. Como se ve en la ecuación, a una temperatura de 25°C , el sensor produce un voltaje de aproximadamente 250mV . La característica de linealidad se exhibe para temperaturas entre 2°C - 150°C .

$$V_{\text{sensor}} = 10T \quad (1)$$

donde:

V_{sensor} = Voltaje producido por el sensor [mV]

T =temperatura [$^{\circ}\text{C}$]

Los Arduinos tienen convertidores analógicos/digital que cuentan con una precisión de 10 bits, por lo que para aplicaciones en las que las variables a estudiar no varían de manera abrupta, son adecuados.

En esta aplicación se muestrea el valor de temperatura, cada 5 segundos, los datos se envían del Arduino a una base de datos montada en un Servidor SQL 2008.

2.2 Etapa de Interacción Web

El micro controlador va unido a un módulo que le permite conectarse a una red LAN o a Internet por medio del puerto Ethernet, de esta manera éste puede ser manipulado por medio de Internet, utilizando una interfaz gráfica montada en Visual Basic.NET, además en el módulo se puede insertar una tarjeta micro SD en la cual se aloja la página web desde la cual se controla y vigila la temperatura en el termóstato y se tiene la opción de activar o desactivar salidas digitales para controlar aparatos domésticos, por lo que el micro controlador hace también la función de servidor Web. La Figura 3 ilustra el esquema de interacción entre los dispositivos cliente y el módulo Arduino.

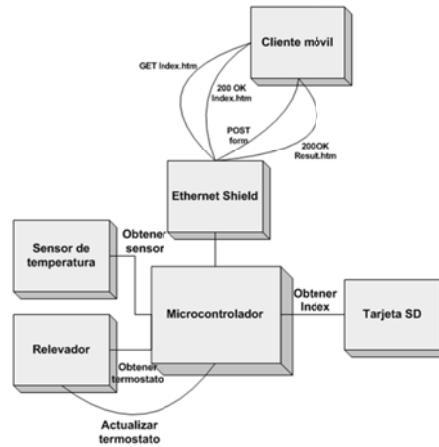


Fig. 3. Proceso de interacción en el proyecto.

2.3 Etapa de configuración de Arduinos

Para este proyecto se utilizó la versión 0022 de Arduino Alpha, plataforma donde se codificó la funcionalidad del sensor de temperatura, la tarjeta SD donde se aloja el servidor web, los parámetros de red para el Arduino Ethernet Shield y las salidas de los pines digitales del Arduino Uno. Es muy importante detectar el puerto COM por donde se ha establecido la comunicación. La tabla 1 muestra un resumen de los pines configurados en los Arduinos.

Table 1. Configuraciones de los pines en Arduino.

Salida Digital	Función
2	Encender Luz Sala
3	Encender Luz Comedor
4	Encender Luz Cocina
5	Encender Luz Recamara
6	Apagar todas las luces
7	Encender todas las luces

El Arduino tiene la dirección IP 192.168.1.177/24, la cuál es asignada dependiendo de la red a la que esté conectado el equipo, también se tiene que especificar la dirección MAC cuando se ejecuta el Sketch, la cual para éste caso es DEAD.BEEF.FEED.

2.4 Etapa de desarrollo de la aplicación Web

La idea principal de este proyecto es ofrecer al usuario un panel de control, donde pueda ver el estatus de la temperatura actual de un cuarto, así como establecer la temperatura deseada desde Internet, además que se permita controlar el encendido y/o apagado de las lámparas de la sala, comedor, recámara, y cocina; al mismo tiempo

conocer la tendencia del clima, a través de un gráfico en tiempo real, simplemente ingresando a la dirección IP de la página Web.

La aplicación desde donde se visualiza el panel de monitoreo/activación fue desarrollada en Visual Basic.NET 2008, se configuraron los puertos COM22 para la comunicación con el Arduino EthernetShield, encargado de la lectura de la temperatura y el COM29 para la comunicación con el Arduino Uno encargado de la manipulación de los pines digitales para el control del apagado/encendido de las luces. La Figura 4 ilustra las opciones de configuración para los puertos.

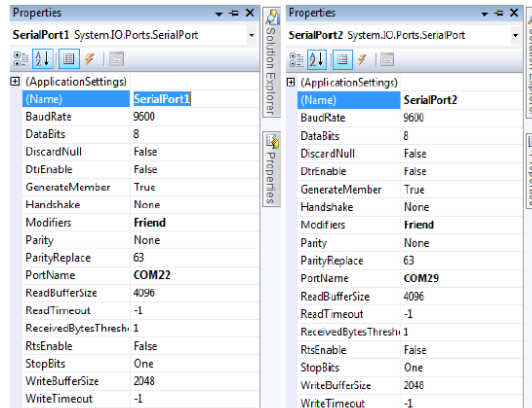


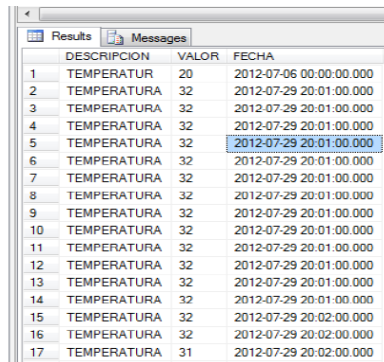
Fig. 4. Configuración de puertos COM.

La Figura 5 muestra la página principal del sitio desarrollado, desde donde se puede consultar el estado de temperatura en el momento, fijar el valor de temperatura deseado, además se cuenta con una interfaz desde donde se puede seleccionar la luz que se desee activar. La interfaz es muy sencilla de usar, pero para fines prácticos cumple con los objetivos planeados.



Fig. 5. Página principal del proyecto.

La base de datos contiene los campos de interés, entre los que se tienen: El valor de temperatura y la hora en que se recibieron dichos datos. Estos mismos son enviados a una gráfica que muestra las variaciones de temperatura a través del tiempo, además con los datos se pueden generar informes de variables de interés durante el día.



	DESCRIPCION	VALOR	FECHA
1	TEMPERATUR	20	2012-07-06 00:00:00.000
2	TEMPERATURA	32	2012-07-29 20:01:00.000
3	TEMPERATURA	32	2012-07-29 20:01:00.000
4	TEMPERATURA	32	2012-07-29 20:01:00.000
5	TEMPERATURA	32	2012-07-29 20:01:00.000
6	TEMPERATURA	32	2012-07-29 20:01:00.000
7	TEMPERATURA	32	2012-07-29 20:01:00.000
8	TEMPERATURA	32	2012-07-29 20:01:00.000
9	TEMPERATURA	32	2012-07-29 20:01:00.000
10	TEMPERATURA	32	2012-07-29 20:01:00.000
11	TEMPERATURA	32	2012-07-29 20:01:00.000
12	TEMPERATURA	32	2012-07-29 20:01:00.000
13	TEMPERATURA	32	2012-07-29 20:01:00.000
14	TEMPERATURA	32	2012-07-29 20:01:00.000
15	TEMPERATURA	32	2012-07-29 20:02:00.000
16	TEMPERATURA	32	2012-07-29 20:02:00.000
17	TEMPERATURA	31	2012-07-29 20:02:00.000

Fig. 6. Datos almacenados.

La base de datos fue desarrollada totalmente en SQL Server 2008 de forma simple, ya que solo interesaba saber el valor de temperatura y la hora en que fue tomada la muestra, esto se puede apreciar en la Figura 6, aunque se tiene planeado incluir en un trabajo futuro una variedad de sensores que permitan ampliar el panorama de aplicación de este proyecto.

3 Resultados

En base a la implementación del proyecto, se tiene una página Web, desde donde es posible consultar la temperatura actual de un sitio de interés, como un cuarto de una casa, el site de servidores de una empresa, o cualquier lugar desde donde se desee monitorear la temperatura. También es posible fijar una temperatura deseada desde la aplicación y llegar al valor deseado a través de un control ON/OFF de un aire acondicionado u otro aparato usado para disminuir la temperatura. Además es posible activar o desactivar salidas digitales del Arduino desde Web. La etapa de potencia para permitir a los equipos de corriente alterna se implementó mediante actuadores tipo PowerSwitchTail [9], los cuales aíslan la electrónica de baja potencia del Arduino para permitir conmutar aparatos a corrientes de 10A/120AC.

Cabe señalar que las pruebas realizadas se hicieron en un servidor local para la página Web por motivos de no contar con una dirección IP pública y el tiempo del desarrollo del proyecto de sólo 4 meses.

Entre los resultados más notables se tiene la interfaz gráfica desde donde se puede fijar una temperatura deseada, monitorear temperatura actual, y activar/desactivar salidas digitales.

4 Conclusiones

La implementación del proyecto deja un gran aprendizaje de cómo la integración dispositivos y herramientas tecnológicas puede ayudar a propuestas que se apliquen en necesidades de la región. El prototipo fue probado de manera local durante la expo

proyectos de la Universidad Tecnológica de Tijuana en Agosto del presente año. Las expectativas son incluir una variedad de sensores y nuevas tecnologías que permitan escalar a necesidades variantes de clientes que deseen contar con un mecanismo para activar/desactivar aparatos a distancia. Entre los sensores que se planean incluir son de consumo eléctrico y de agua, por ser éstos comunes en la mayoría de las viviendas, se está enfocando esfuerzos para brindar un servicio que pueda ser adquirido por personas de clase media interesadas en contar con este tipo de posibilidades. Todavía queda mucho trabajo por realizar, pero con una visión fija se pueden lograr los objetivos.

Entre los problemas que se presentaron se tiene el hecho de que los microcontroladores Arduino de la serie UNO no posean la capacidad de efectuar tareas múltiples al mismo tiempo, lo que llevó al uso de dos dispositivos. Se exploraran nuevas plataformas para realizar el sensado y control de salidas al mismo tiempo. Aunque existen dispositivos comerciales que permiten realizar las tareas que se implementaron en este proyecto [10], la aportación principal es que se están usando tecnologías de hardware libre que pueden ser adaptadas a una gran variedad de aplicaciones, el costo estimado de este proyecto fue de alrededor de 180 dólares, que al compararlo con sistemas que proporcionan solo algunas funciones es económico. Ya que con estas mismas plataformas se pueden activar hasta 14 entradas/salidas digitales, lo que lo hace escalable en diversos entornos.

5 Referencias

1. K. Sohraby, D. Minoli, T. Znati. *Wireless Sensor Networks: Technology, Protocols and Applications*. Ed. Wiley. USA, 2007.
2. T. Igoe, *Making Things Talk*, Ed. O'Reilly, USA, 2010.
3. R. Faludi. *Building Wireless Sensor Networks*. Ed. O'Reilly. California, 2010.
4. M. Margolis. *Arduino Cookbook*. Ed. O'Reilly. USA, 2011.
5. <http://www.arduino.cc>
6. <http://arduino.cc/en/Main/Hardware>
7. <https://www.national.com/ds/LM/LM35.pdf>
8. R. Coughlin and F. Driscoll. *Circuitos integrados lineales y amplificadores*. Ed. Prentice-Hall. México, 1995.
9. <http://www.powerswitchtail.com/Pages/default.aspx>
10. <http://www.smarthome.com/2441TH/INSTEON-Thermostat/p.aspx>
11. J. Paz, J. Dávila, R. Pérez, *Casa Inteligente y segura*, Ed. Dirección General de Difusión Cultural y Divulgación Científica, México, 2011.
12. R. Piyare, M. Tazil, *Bluetooth Based Home Automation System Using Cell Phone*, IEEE 15th International Symposium on Consumer Electronics, 978-1-61284-842-6, 2011.