

## Sistema automático para acceso a espacios académicos mediante el uso de teléfono inteligente

**Eduardo Antonio Murillo Bracamontes**

Universidad Autónoma de Baja California

[emurillo@uabc.edu.mx](mailto:emurillo@uabc.edu.mx)

**Norma Alicia Barboza Tello**

Universidad Autónoma de Baja California

[norma.barboza@uabc.edu.mx](mailto:norma.barboza@uabc.edu.mx)

**Raúl Vázquez Prieto**

Universidad Autónoma de Baja California

**Antonio Gómez Roa**

Universidad Autónoma de Baja California

**José Luis Rodríguez Verduzco**

Universidad Autónoma de Baja California

## Resumen

El presente trabajo muestra ejemplo de la gran contribución que puede ofrecer el desempeño de un Cuerpo Académico al desarrollo de tecnología en favor de las actividades diarias que realizan los docentes en una Unidad Académica. Se expone el impacto de un sistema desarrollado para dar acceso automático a los laboratorios de Ingeniería Electrónica, utilizando una aplicación en teléfono celular personal de cada profesor. El personal docente tiene acceso desde 15 minutos antes de la hora de laboratorio hasta 30 minutos posterior al término de la misma, de esta manera se optimiza el tiempo de registro para solicitar una llave, además de lograr un mejor control de uso de los laboratorios y evita retrasos entre clases.

El sistema consiste en un microcontrolador que contiene almacenado en memoria los usuarios del laboratorio, así como el horario de uso de cada docente. El maestro cuenta con una aplicación en su teléfono celular con un par de botones para abrir o cerrar el laboratorio mediante comunicación Bluetooth.

Estas medidas ayudan en gran medida a facilitar el seguimiento de los indicadores que establecen los organismos acreditadores de las carreras de Ingeniería, los cuales revisan periódicamente la pertinencia, suficiencia y calidad del servicio que una Unidad Académica brinda a los estudiantes.

**Palabras clave:** Cerradura inteligente, comunicación bluetooth, administración de laboratorios, domótica.

---

## Introducción

El uso de redes en el hogar (datos, control y multimedia), así como dispositivos para automatización en el hogar se ha incrementado en los últimos años, gracias al empuje del Internet y las comunicaciones móviles. Éstas no solo proveen mejores formas de transferir información dentro del hogar, sino que además mejoran la calidad de nuestras vidas automatizando algunos de los aparatos electrodomésticos. Por otro lado, toda esta lógica inteligente necesita de investigación para desarrollar sistemas y dispositivos no invasivos y de tiempo completo que nos brinden un gran confort y seguridad a los usuarios del hogar (Morais, Montagnoli, & Lobo, 2006).

En este trabajo se presenta un sistema que mejora la seguridad en el acceso de laboratorios de ingeniería de uso compartido, en una Institución de Educación Superior (IES), mediante el acceso supervisado por un sistema principal basado en microcontrolador con comunicación Bluetooth. El sistema está complementado por una aplicación para celular inteligente (Smart phone), mediante la cual se solicita el acceso al laboratorio mediante Bluetooth. El sistema principal identifica al usuario que está solicitando el acceso, valida la información (usuario, horario) y únicamente tiene autorización abre la puerta del laboratorio.

### **DOMÓTICA.**

El concepto de automatización ha existido por muchos años. Al principio, por ejemplo, se tenía un par de cables conectados a una alarma que cerraba un circuito eléctrico para encender una lámpara. Posteriormente, compañías desarrollaron sistemas automatizados para sus propios controles de alarma, sensores, actuadores y cámaras de video para crear los primeros edificios automatizados. El término “hogar inteligente” fue precedido. Debido a las evidentes ventajas de estos sistemas así como su influencia sobre las casas convencionales fue entonces que en 1988, se empezó a utilizar el término domótica.

Domótica es la aplicación de tecnologías de computadoras y robots a los electrodomésticos. Una moderna definición de domótica puede ser la interacción de tecnologías y servicios aplicados en diferentes edificios con el propósito de incrementar la seguridad, confort, comunicaciones y ahorro de energía (Delgado, Picking, & Grout, 2006).

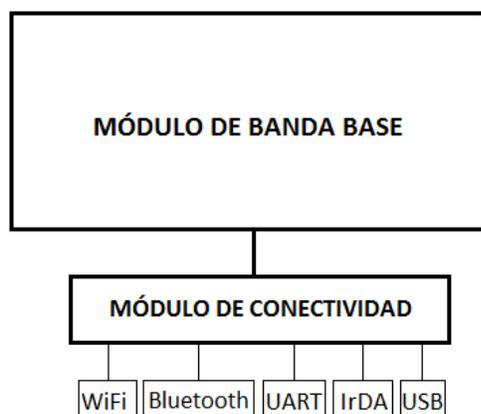
### **Teléfonos inteligentes.**

El número de dispositivos electrónicos portátiles que se venden crece rápidamente. La industria del teléfono celular es actualmente la más grande del mundo dentro de la electrónica de consumo (CE por sus siglas en Inglés). El teléfono celular ha reemplazado a las computadoras personales como la pieza tecnológica más universal en nuestras vidas (Shearer, 2007).

### **Módulo de conectividad de teléfonos inteligentes.**

La mayoría de los teléfonos inteligentes y tabletas que se pueden encontrar en el mercado, cuentan con diversos medios de comunicación tanto alámbrica como inalámbrica, los cuales están concentrados en un módulo de conectividad. La principal función de este módulo consiste en transferir datos a otro dispositivo y entre las tecnologías que podemos encontrar figuran: UART, USB, IrDA, Bluetooth y WiFi.

Este módulo de conectividad está controlado por el módulo de banda base, el cual es el corazón del teléfono inteligente, ya que es el encargado de controlar todos los procesos información digital del dispositivo (Das, 2010). La Figura 1 muestra el esquema de interconexión entre el módulo de conectividad y el módulo de banda base.



**Figura 1.** Esquema de comunicación entre los módulos de conectividad

### **Conexión alámbrica.**

La conexión a través de cables involucra que las unidades de control y el sistema compartan cableado en común. Típicamente, esto se logra después de que una sesión de captura ha sido completada. Los tipos de comunicación más utilizados a través de una conexión alámbrica son: serial (RS232), USB y Ethernet (Rowlands & James, 2011).

La comunicación serial es el tipo más común de conexión, especialmente cuando el flujo de datos no es muy pesado, como es el caso de sistemas de control.

### **Conexión inalámbrica.**

La conexión inalámbrica tiene la ventaja de que no se utilizan cables para el envío de datos entre dos dispositivos. Las formas más comunes para realizar comunicación inalámbrica son: WiFi y Bluetooth.

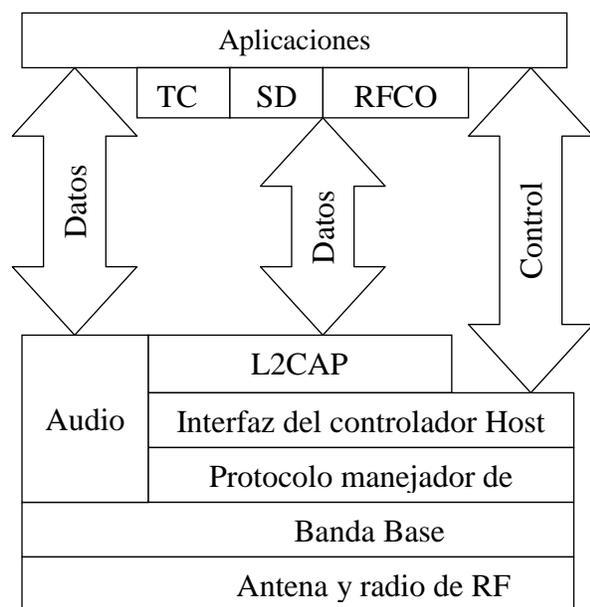
El protocolo estándar de WiFi se refiere al protocolo de comunicación usado para transmitir y recibir datos entre el cliente y el servidor. Este protocolo es utilizado cuando se requiere de una gran velocidad de datos, generalmente para la transmisión de datos multimedia (audio y video).

El protocolo Bluetooth es un protocolo de comunicación inalámbrica ampliamente utilizado por dispositivos móviles. Está diseñado para comunicación en corto alcance, consumo bajo de potencia y una velocidad de transferencia máxima de 2 a 3 Mbits/Segundo. Por seguridad y

conectividad, los dispositivos Bluetooth necesitan ser emparejados, una vez logrado esto, se pueden conectar siempre que estén dentro del rango de alcance sin la intervención de un usuario nuevamente (Rowlands & James, 2011).

**TECNOLOGÍA BLUETOOTH**

Bluetooth es una especificación en la industria de las telecomunicaciones utilizado en redes de área personal (PAN por sus siglas en Inglés), cuyo radio es de corto alcance y opera en la frecuencia de 2.4 GHz (Banda ISM) y es capaz de transmitir voz y datos. En sus inicios, Bluetooth surgió para unificar la industria de las telecomunicaciones con la industria de la computación. Hoy en día provee una manera de conectar e intercambiar información entre diversos dispositivos tales como teléfonos móviles, auriculares, laptops, PC’s, impresoras, entre otros. En la Figura 2 se muestra el protocolo de pila de Bluetooth.



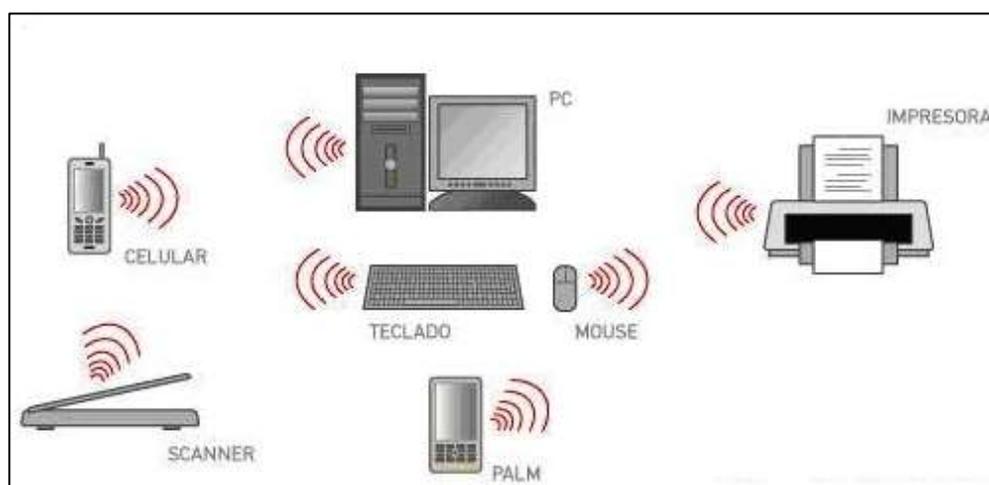
**Figura 2.** Protocolo de pila de Bluetooth.

Bluetooth utiliza una variedad de protocolos, diseñados para un bajo consumo de potencia, con un rango corto y dividido en clases de acuerdo a la potencia: 100m, 10m y 1M como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Potencia y rango de la tecnología Bluetooth.

Clase	Máxima potencia permitida		Rango aproximado
	mW	dBm	
Clase 1	100	20	100 metros
Clase 2	2.5	4	10 metros
Clase 3	1	0	1 metro

Gracias a la comunicación Bluetooth, podemos comunicar diferentes dispositivos electrónicos de forma inalámbrica con todas las comodidades y ventajas que esto implica. Hoy en día, son cada vez más el número de dispositivos que cuentan con este protocolo. En la Figura 3 se hace una representación visual de los diferentes equipos electrónicos que se pueden comunicar entre sí para la transferencia de información y datos.



**Figura 3.** Dispositivos que pueden contar con comunicación Bluetooth.

La especificación del protocolo Bluetooth incluye dos partes: El protocolo de especificación y el marco de aplicación. El protocolo de especificación define el protocolo Bluetooth en cada capa y el marco de aplicación indica como usar ese protocolo para realizar aplicaciones.

El protocolo de pila puede ser dividido en tres partes, desde la parte más alta a la más baja y estas son: protocolo de transferencia, acuerdo de mediación y protocolo de aplicación. El protocolo de transferencia se encarga de confirmar la posición mutua de dispositivos Bluetooth, estableciendo el enlace físico y lógico, así como de manejarlos. El acuerdo de mediación provee soporte para el protocolo de la aplicación de alto nivel o programas que trabajan con el enlace lógico de Bluetooth, además provee una capa de aplicación con todos los tipos de interfaces.

### **Consumo de potencia.**

El consumo de potencia es un factor que limita la funcionalidad ofrecida por los dispositivos portátiles que operan a baterías. Este problema de consumo de potencia es causado por diversos factores. Los usuarios demandan más funcionalidad, más procesamiento, batería con tiempo de vida más largo, más pequeño y a costos más reducidos.

El progreso en la tecnología de la batería ha crecido lentamente; la funcionalidad mejora solo un pequeño porcentaje cada año. Otra limitante es que al tener dispositivos móviles cada vez más pequeños, implica que el espacio de la batería también disminuye, lo cual origina que el consumo de potencia sea menor.

El consumo de potencia se define como la tasa de consumo de energía. Con una cantidad de energía fija de una batería, el consumo de potencia determina directamente el tiempo de vida de un dispositivo portátil. El reto es hacer tanto como sea posible con la menor cantidad de energía posible. La eficiencia entonces, es la clave para solucionar el problema de la crisis. El consumo de potencia no es dominado por un simple componente, hardware o software. La principal conclusión es que no existe un único componente o actividad que domine el consumo

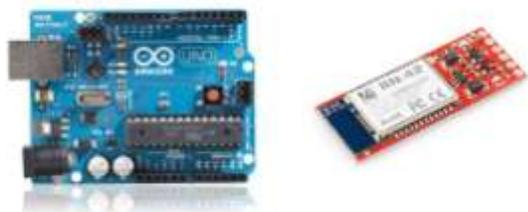
de potencia; por lo tanto el consumo de potencia de todos los componentes necesitan ser reducido para bajar la cantidad de potencia consumida.

## DESARROLLO

### Hardware.

Para la realización del sistema, se utilizó un microcontrolador Atmega 328 junto con la plataforma Arduino uno, la cual es libre y de código abierto. Esta plataforma Arduino no cuenta con Bluetooth integrado, por lo que se utilizó el módulo de Bluetooth externo BlueSMiRF. Este módulo tiene la ventaja que se puede comunicar con cualquier microcontrolador o procesador a través de las líneas de comunicación serial Rx y Tx a una velocidad máxima de 115,200 bps (bits por segundo).

La Figura 4 muestra los componentes utilizados para realizar la comunicación Bluetooth con el teléfono inteligente.



**Figura 4.** Microcontrolador y módulo de Bluetooth.

Con el hardware mostrado en la Figura 4, además de recibir los comandos del teléfono inteligente, tiene el control de un cerrojo electrónico, como el que se muestra en la Figura 5.



**Figura 5.** Cerrojo electrónico para acceso controlado.

### **Software.**

Para realizar la aplicación para el teléfono inteligente y lograr la comunicación con el hardware previamente expuesto, se utilizaron los siguientes programas JDK de java, Eclipse y el ADT (Android Development Tool) de Android, cuyos íconos se muestran en la Figura 6.



Figura 6. Software utilizado para el desarrollo de la aplicación.

En la etapa de creación de la aplicación, se tomó como esqueleto una aplicación de comunicación Bluetooth, que lleva el nombre de Bluetooth chat en el API de Android 2.2, como se muestra en la Figura 7.

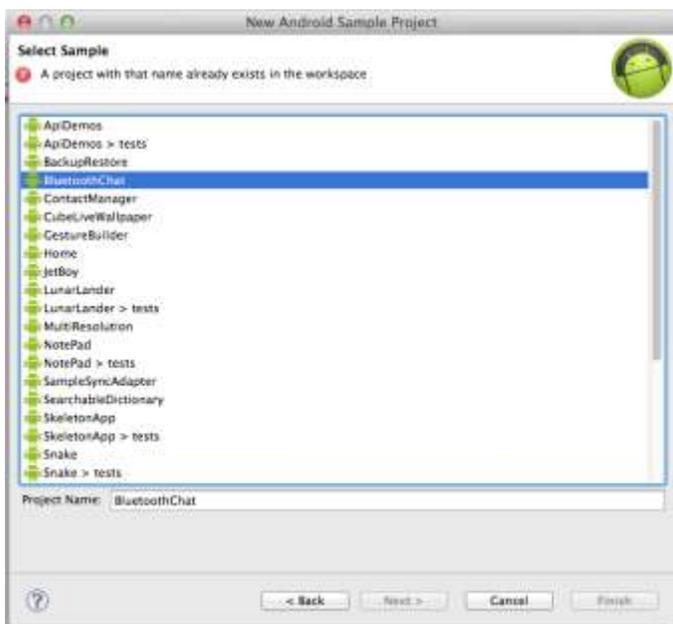
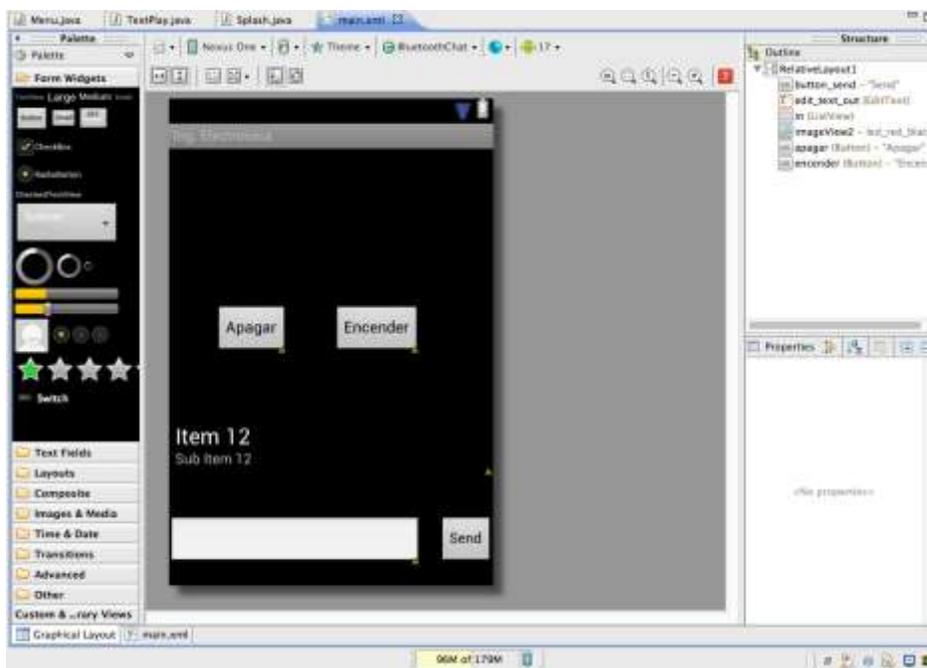


Figura 7. Proyecto desarrollado en el ADT.

Se realizó una aplicación sencilla para abrir y cerrar la puerta del laboratorio de Ingeniería Electrónica y con ello tener acceso de forma controlada. Esta aplicación se muestra en la Figura 8.



**Figura 8.** Aplicación desarrollada en el teléfono inteligente.

## Conclusión

Se presenta el desarrollo de un sistema para el control automático y de manera inalámbrica a través de Bluetooth para el acceso a los laboratorios de uso compartido. Cada aplicación de celular del usuario tiene un código de identificación único, que permite al sistema saber quien lo está accedando. Por otra parte, el sistema cuenta con los códigos de los usuarios permitidos almacenados en memoria, así como los horarios permitidos para cada usuario.

Este tipo de sistemas es muy útil para agilizar el proceso de registro de uso de los laboratorios que piden los organismos acreditadores, como lo es CACEI (Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería) que establecen tener documentado todos

los procesos de enseñanza aprendizaje para asegurar el buen nivel de calidad en los procesos de formación de éstos. CACEI establece que las instituciones de educación superior requieren establecer procesos de evaluación con fines de acreditación que revisen su función social (pertinencia), suficiencia y calidad del servicio que brindan (CACEI, 2013).

## Bibliografía

Das, S. K. (2010). *Mobile Handset Design* (pp. 33–34). Wiley.

Delgado, A., Picking, R., & Grout, V. (2006). Remote-controlled home automation systems with different network technologies. *Centre for Applied Internet Research (CAIR)*. Retrieved from <http://epubs.glyndwr.ac.uk/cair/71/>

Morais, C., Montagnoli, C., & Lobo, M. (2006). Domotics over ieee 802.15. 4-a spread spectrum home automation application. *Ninth International Symposium on Spread Spectrum Techniques and Applications*, 396–400. Retrieved from [http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs\\_all.jsp?arnumber=4100591](http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=4100591)

Rowlands, D., & James, D. (2011). Real time data streaming from smart phones. *Procedia Engineering*, 13, 464–469. doi:10.1016/j.proeng.2011.05.115

Shearer, F. (2007). *Power Management in Mobile Devices* (p. 1). Newnes.