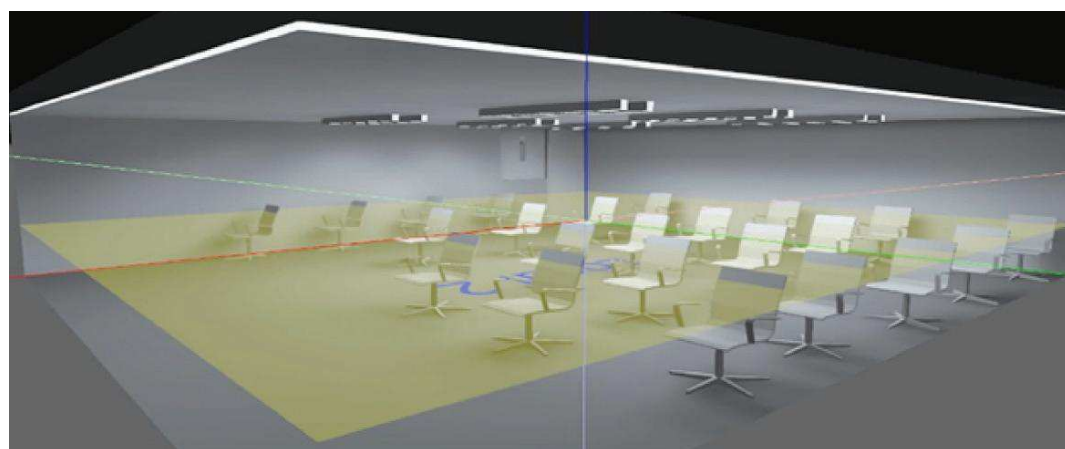


# Aplicación móvil Android para un sistema de domótica en un aula de clases de la Universidad Francisco de Paula Santander

NAPOLEÓN ROCA PÉREZ<sup>1</sup>  
DARWIN ORLANDO CARDOZO SARMIENTO<sup>2</sup>  
SERGIO IVÁN QUINTERO AYALA<sup>3</sup>  
JHON JAIRO RAMÍREZ MATEUS<sup>4</sup>



## Resumen

En este trabajo el objetivo fue diseñar e implementar una aplicación móvil en Android que permita controlar por medio de comunicación bluetooth la temperatura, video beam, encendido de luces y la puerta de un aula de clases. El procesador de información es una tarjeta Arduino Mega, que por medio de un módulo bluetooth HC-05 recibe datos de una aplicación en un dispositivo móvil con sistema operativo Android. La tarjeta Arduino utiliza las variables que envía el usuario desde la aplicación para controlar cada uno de los procesos antes mencionados. Este proyecto permite un acercamiento al desarrollo de aplicaciones en Android para mejorar el uso de las aulas de clases en sus procesos académicos, modernización y reducir el consumo de energía eléctrica.

**Palabras clave:** Bluetooth, Arduino, Android, aula de clases, Domótica.

## Abstract

This work the objective was design and implement one mobile app Android than can allows communication contro-

(1) [napoleonrp@ufps.edu.co](mailto:napoleonrp@ufps.edu.co), Cúcuta, Colombia.

(2) [darwinorlandocs@ufps.edu.co](mailto:darwinorlandocs@ufps.edu.co), Cúcuta, Colombia.

(3) [sergioivanqa@ufps.edu.co](mailto:sergioivanqa@ufps.edu.co), Cúcuta, Colombia.

(4) [jhonjairorm@ufps.edu.co](mailto:jhonjairorm@ufps.edu.co), Cúcuta, Colombia.

Autor de contacto: [napoleonrp@ufps.edu.co](mailto:napoleonrp@ufps.edu.co), calle 3 2-39 la victoria Cúcuta, 3178174903.

Fecha de recepción: 01/04/2016 - Fecha de aceptación: 09/12/2016.

lled by temperature bluetooth, video beam, lights on and the door of a classroom. The information processor is an Arduino Mega card, which through a bluetooth HC -05 module receives data from an application on a mobile device with Android operating system. The Arduino board uses the variables that sends the user from the application to control each of the aforementioned processes. This project allows an approach to the development of Android applications to improve the use of classrooms in their academic, modernization and reducing energy consumption processes.

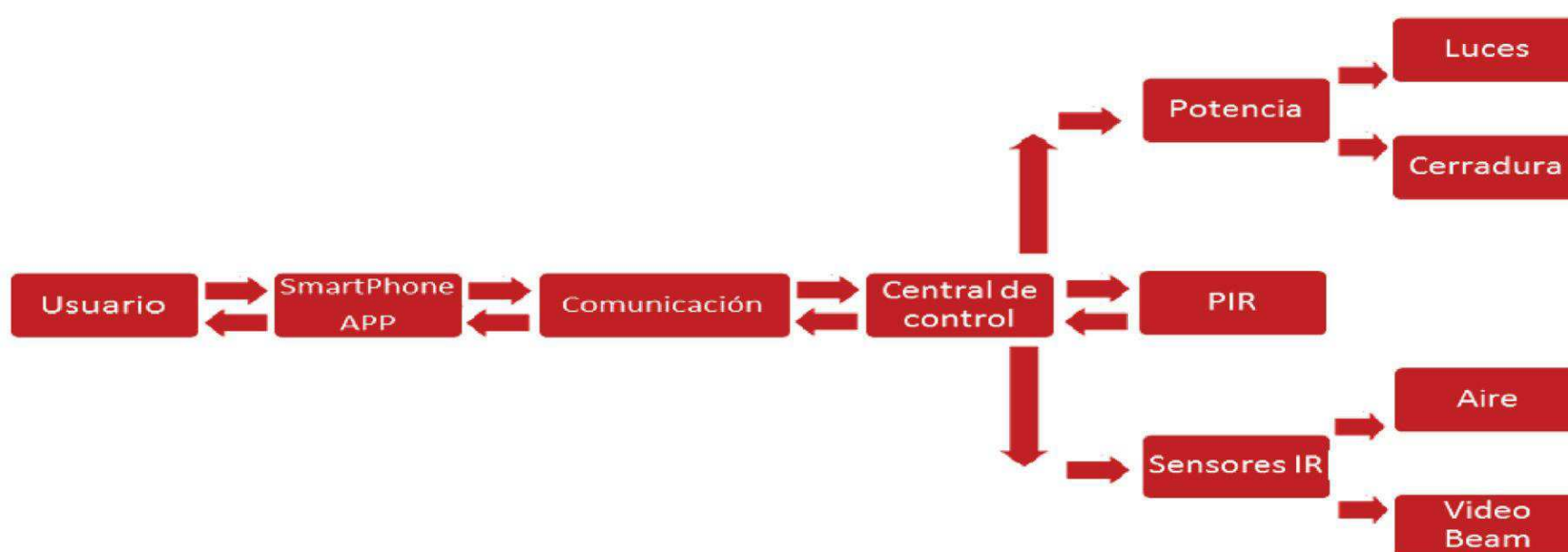
**Keywords:** Bluetooth, Arduino, Android, classroom, Domotic.

## Introducción

El aumento exponencial de soluciones completas que permiten las áreas de gestión de la energía administra inteligentemente la iluminación, la climatización, el ahorro, accesibilidad, seguridad, bienestar, comodidad. La domótica es la unión de sistemas tecnológicos de diversas áreas del conocimiento como son las telecomunicaciones, la electricidad y la informática integradas por medio de redes de comunicación y una infraestructura de red eléctrica avanzada tanto para áreas interiores o exteriores (Boscán & Villalobos, 2009). El

avance de componentes determinados de sensores desarrollados en respuesta a las necesidades de los sistemas de domótica (Huidobro, 2007), que permiten aplicaciones de interacción para el usuario con diversos usos en la industria y en hogar (Control Colombia, 2014) que requiera de accionamientos de control por medio de aplicaciones móviles esto genera modos inteligentes de operación (Cerezo, Baldassarri & Cuartero, 2007), interfaces multimodales de control mando a distancia (Cancela González, 2009), entre muchas aplicaciones a las que se puede integrar (Camargo, García & Gaona, 2012). El presente trabajo busca emplear y aprovechar la capacidad de los dispositivos móviles Android, para desarrollar aplicaciones de fácil manejo al usuario que permita tener el control y rendimiento de cada una de las acciones cotidianas presentadas en cualquiera de sus espacios. Abrir puertas, encendido de luces, controlar equipos de mando infrarrojo con señales previamente decodificadas y almacenadas en el Arduino según la función del control del aparato eléctrico (véase Figura 15), de aire acondicionado, video beam, y televisores (Saritama, 2015). Todo esto al alcance de la mano por medio de esta aplicación instalada en su dispositivo Smartphone con *Android* y sin uso de datos 3G o 4G que requiera costos adicionales, esta aplicación opera por medio del protocolo de comunicación bluetooth, desde el dispositivo móvil hacia el hardware central, de forma rápida y de bajo consumo en el celular Android (véase Figura 1).

**Figura 1.** Esquema general de control



Fuente: elaboración propia.

## Metodología experimental

El proyecto realizado permite que la aplicación para celular Android Ingel v3.3, controle de forma inalámbrica las luces, aire acondicionado, video beam y puerta del aula LG-112 de la Universidad

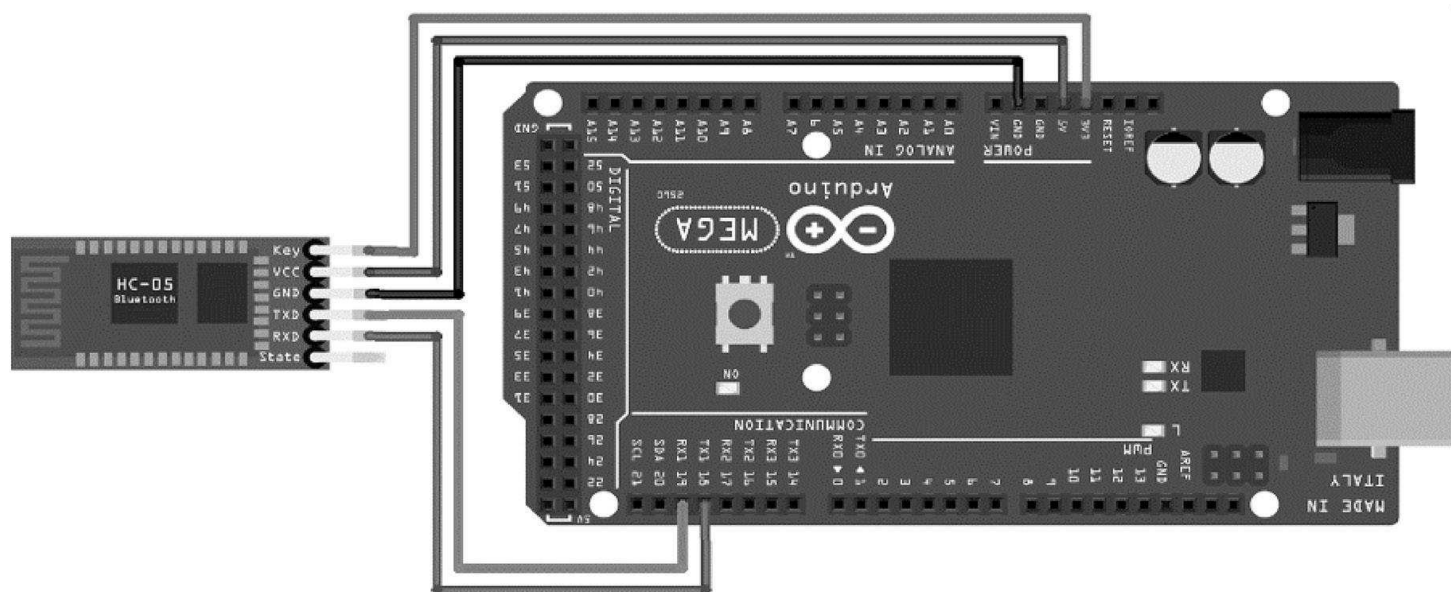
Francisco de Paula Santander. Esta aplicación se comunica mediante bluetooth con el módulo hc-05, configurado con una tarjeta Arduino Mega como central de control, que determina las acciones a realizar según la orden enviada por el usuario.

**a) Central de control y comunicación inalámbrica**

La central de control por medio de la placa Arduino, es un *hardware* abierto que permite facilidad de conexión de sistemas (Rajara Pellegrini, 2013), tiene un microcontrolador, periféricos internos como el reloj, un puerto de comunicaciones USART (transmisor receptor síncrono asíncrono universal), memoria y conector de pines. Tiene una amplia gama de placas que varían de procesador, reloj, memoria, periféricos y tamaño que se pueden escoger según la necesidad. (véase Tabla 1). Para la programación dispone de un entorno de desarrollo que permite escribir, compilar y transferir los programas al hardware, el lenguaje está basado en Processing/Wiring, que a su vez se basa en lenguaje C. La placa Arduino Mega tiene un procesador ATmega2560, con un reloj de 16 MHz, memoria flash de 256 KB, RAM de 8KB y ROM de 4 KB, 54 pines

digitales de entrada/salida y 16 pines analógicos (Ribas, 2015). Arduino Mega y el módulo hc-05 bluetooth es el encargado de recibir la información y procesarla de acuerdo a la petición que el usuario desea desde la aplicación Móvil Android. El módulo HC-05 es un dispositivo por comunicación bluetooth conectado a la tarjeta Arduino Mega (véase Figura 1), este dispositivo viene con un conector tipo header con 6 pines el voltaje de alimentación DC se encuentra en el rango de 3.6 a 5 voltios versión Bluetooth 2.0 tres veces más rápido que Bluetooth 1.3 y trabaja a una velocidad de transmisión de hasta 3 Mbps. Utiliza CSR Bluecore 04 (conectividad inalámbrica con soluciones que soportan Bluetooth), con tecnología CMOS (semiconductor complementario de óxido metálico) y AFH (Adaptative Frequency Hopping). su alcance de comunicación para el control desde la aplicación móvil y el módulo HC-05 Bluetooth es de 15 metros.

**Figura 2.** Esquema de conexión Arduino Mega y HC-05



Fuente: [http://blascarr.com/wp-content/uploads/2015/05/hc-05-serialUNO\\_bb.png](http://blascarr.com/wp-content/uploads/2015/05/hc-05-serialUNO_bb.png).

**Tabla 1.** Tarjetas Arduino

Nombre	Procesador	Reloj (MHz)	Memoria (KB) Flash/Ram/Rom	Pines IO/A	Periféricos	Tamaño (mm)
Mega	ATMega 2560	16	256/8/4	54/16	-	101,6*53.3
Uno	ATMega328	16	32/2/1	14/16	-	68.6*53.3
Leonardo	ATMega32	16	32/2.5/1	20/16		68.6*53.3
Esplora	ATMega32	16	32/2.5/1	-	Sensors, TF color, USART	165.1*61
Duenmilonave	ATMega328	16	32/2/1	14/6	-	68.6*53.3
Minipro	ATMega328	8/16	32/2/1	14/8	-	17.8*33
Micro	ATMega32	16	32/2.5/1	20/12	-	17.8*48*3
Nano	ATMega328	16	32/2/1	14/8	-	18.5*43.2

**Tabla 1.** Tarjetas Arduino (continuación)

Nombre	Procesador	Reloj (MHz)	Memoria (KB) Flash/Ram/Rom	Pines IO/A	Perifericos	Tamaño (mm)
Fio	ATMega328	8	32/2/1	14/8	-	66*27.9
LilyPad	varios	8	32/2/1	14/6	-	50
Ethernet	ATMega328	16	32/2/1	14/6	Ethernet	68.6*53.3
Bluetooth	ATMega168		32/2/1	14/6	Bluetooth	81.3*53.3
Robot	ATMega32 + ATMega32	16	32/2.5/1	6/4	I2C, SPI, TFT Sensores	Φ90
Yun	ATMega32 + Mipis(Linux)	16	32/2.5/1	14	Wifi-sd, usb	68.6*53.3
Due	Arm Cortex	84	512/96/0	54/12	DMA-CAN	101,6*53.3

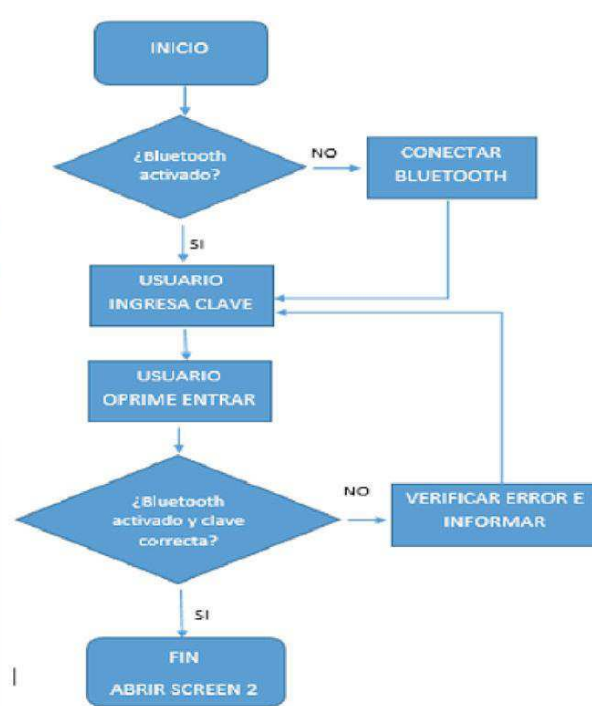
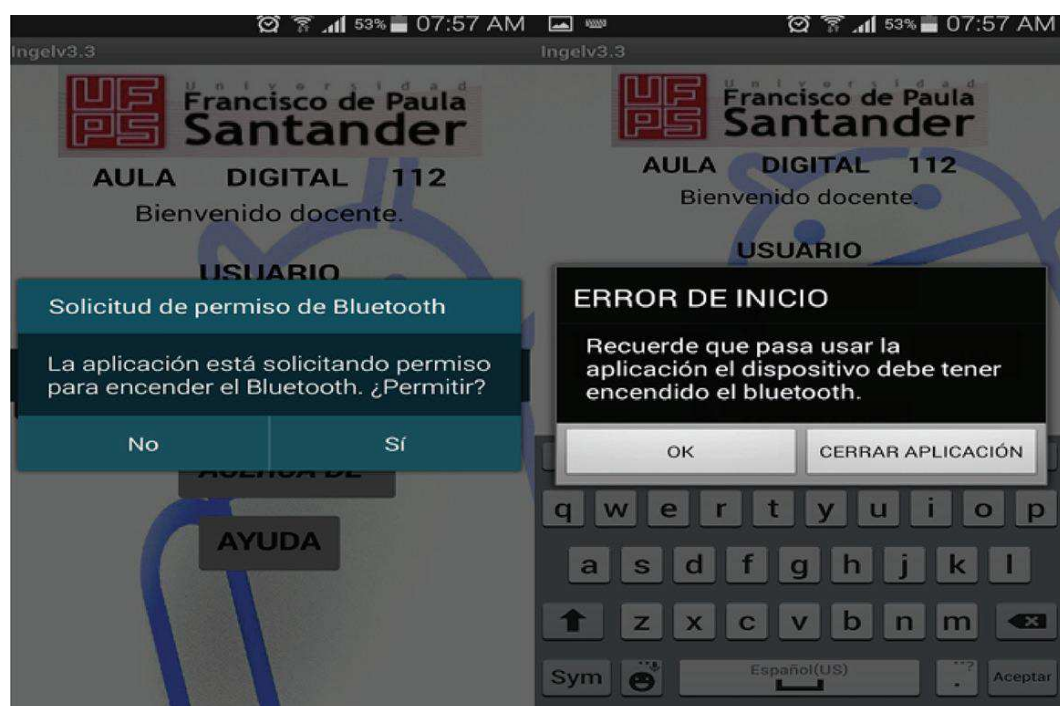
Fuente: Sistema Integrados con Arduino José Rafael Rajara Vizcaíno, José Pelegri Sebastia pag: 29 [4].

**b) Interfaz de usuario-aplicación**

El usuario tiene el control sobre sistema desde la aplicación móvil Android creada en App inventor 2, este software permite la comunicación y programación de los diferentes dispositivos que se necesita manipular desde aplicación, recibe y envía datos a la tarjeta Arduino y realiza los procesos a la cual ha sido programada. App Inventor, el cual, aunque fue desarrollado por Google, en agosto de 2011 fue publicado como *software* libre bajo la licencia Apache 2.0 y su desarrollo se traspasó al Instituto Tecnológico de Massachusetts [MIT], quién lo ha puesto a disposición libre. Permite que cualquier persona, incluyendo las no familiarizadas con la programación y

el SDK de Android, pueda crear aplicaciones de *software*. Android; utiliza una interfaz gráfica, muy similar al Scratch, un lenguaje de programación para la creación de juegos y el StarLogo diseñado para modelar sistemas descentralizados, que permite a los usuarios “arrastrar y soltar” objetos visuales para crear una aplicación que puede ejecutarse en el sistema Android. Se trata de una utilidad web que permite realizar aplicaciones para Android sin escribir código Java, todo de forma visual e intuitiva. La aplicación Ingel v3.3 está basada en un sistema de navegación de 3 Screen o pantallas (véase Figura 3), en la cual mediante *swtich* o pulsadores ejecutan cada una de las acciones de control del sistema.

**Figura 3.** Screen 1

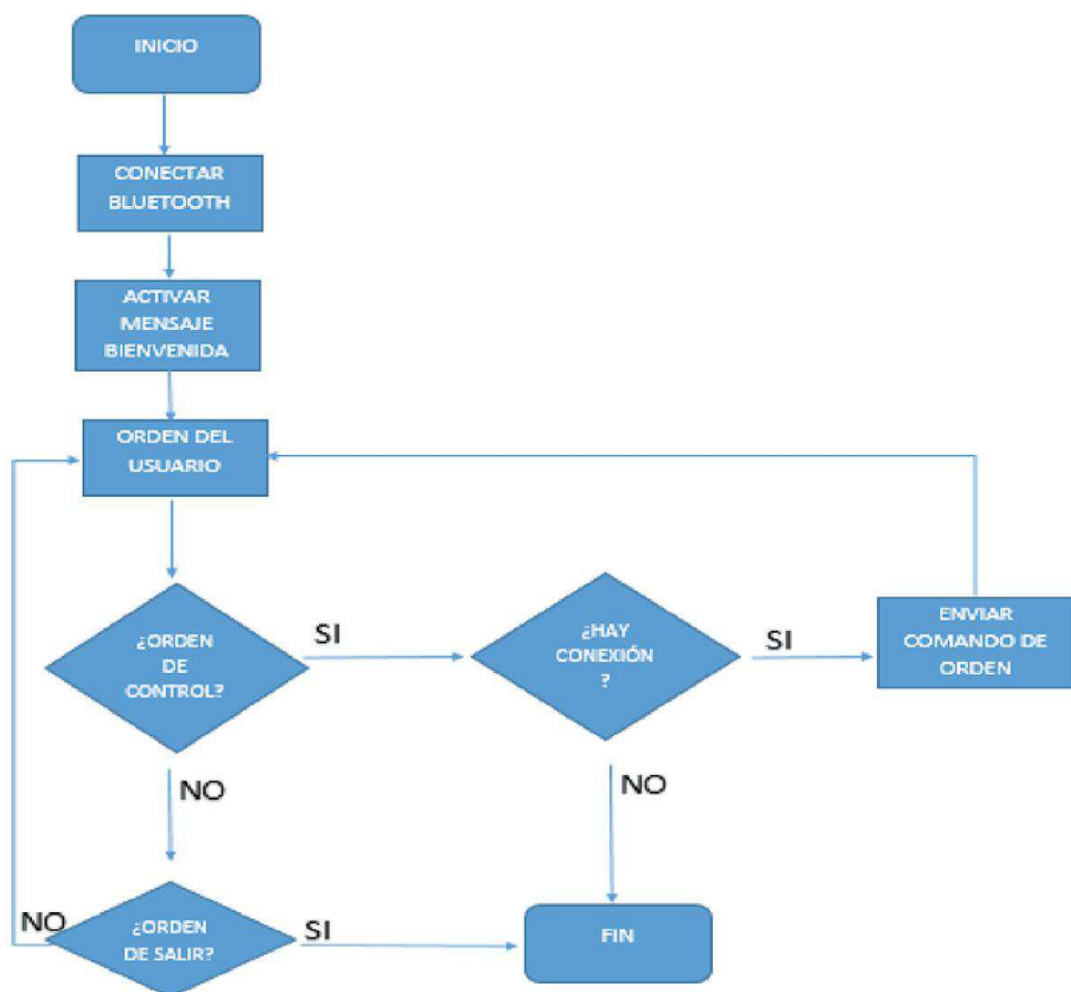


Fuente: elaboración propia.

En el dispositivo móvil y para la seguridad un usuario con contraseña y por medio de comandos TTL (Transistor-Transistor Logic) lógica transistor a transistor, la cual modifica los parámetros como nombre y contraseña del módulo hc-05 bluetooth, para la seguridad del módulo bluetooth hc-05, el cual puede ser letras y números y una serie de mensajes en caso de

cometer error como inicio de sesión error de conexión y fuera de rango de conexión. Este App envía señales mediante el espectro 2.45 GHZ de operación del bluetooth así puede controlar los accionamientos de una distancia máxima de 15 metros sin obstáculos, suficiente para la funcionalidad del sistema de domótica (véase Figura 4).

Figura 4. Screen 2



Fuente: elaboración propia.

### c) App inventor 2

La plataforma de programación android App inventor 2 se compone de dos partes fundamentales: la herramienta de diseño y los bloques de programación. (véase Figura 5). Mediante una cuenta en Gmail la herramienta de diseño de App inventor ofrece una interfaz de manejo, en el cual con Screen o pantallas la primera interfaz al usuario y hacer los controles necesarios para manipular el sistema. La paleta contiene todos los elementos que podemos insertar en nuestra aplicación. Hay elementos gráficos como cuadros de texto, botones, lienzo de dibujo (Canvas) y elementos que no se ven en la pantalla del móvil, como base de datos (TinyDB), acelerómetro, cámara de vídeo, etc. Viewer: El visor de la pantalla, simula la apariencia visual que tendrá la aplicación en el móvil (Technology, 2016). Para añadir un elemento a la pantalla hay que

arrastrarlo desde la paleta y soltarlo en el visor. Los elementos que no tengan visibilidad hay que arrastrarlos también al *viewer* y automáticamente se desplazarán debajo de él bajo el epígrafe (*Non-visible components o componentes no visibles*). *Components* muestra la lista de los componentes que se han colocado en el proyecto. Cualquier componente que haya sido arrastrado y soltado desde la paleta al visor aparecerá ahí. Si se quiere borrar alguno es en la lista de componentes donde está el botón que permite borrarlo. Media muestra las distintas imágenes y sonidos que estarán disponibles para el proyecto. Cualquier archivo de imagen o audio que se quiera usar en la aplicación hay que insertarlo usando este apartado para que esté disponible. *Properties*: cada vez que en el Viewer se seleccione un componente, en *Properties* aparecerán todos los detalles que se puedan cambiar de ese componente. Por

ejemplo, al hacer clic sobre un componente TextBox se podrá cambiar en Properties su color, texto, fuente, etc. Para aquellos que hayan usado antes entornos de desarrollo del tipo de Visual Studio en Windows o Gambas en Linux (Rederjo, 2013). El editor de bloques es para desarrollar el código de la programación para la aplicación, se basa en componentes gráficos sin líneas de código de programación. Al lado izquierdo el editor dispone de tres pestañas: *Built-In*, donde se pueden implementar todas las características sobre la lógica del programa, añadir variables, trabajar con cadenas de texto, crear listas y gestionarlas, realizar operaciones lógicas y matemáticas, insertar estructuras de control y utilizar colores; *My Blocks*, donde aparecen todos los componentes que el usuario/

desarrollador ha añadido a la interfaz gráfica –si se entra en alguno de ellos es posible ver todos los eventos que pueden asignársele a ese componente, así como los atributos que se pueden modificar–; y *Advanced*, donde se muestran todos los tipos de controles, pero de manera genérica, es decir, no se va a tener varios botones, sino un componente “algún botón”, que permitirá trabajar con todos los eventos, métodos y atributos de los botones (Wolber, s.f.). El editor de bloques también cuenta, en la parte superior de la interfaz, con una herramienta muy útil, el emulador, una aplicación que se conecta con el entorno App Inventor y desde donde se puede probar la aplicación sin necesidad de instalarla en un dispositivo Android físico real (Robayo, Neira & Vásquez, 2015).

**Figura 5.** App inventor diseño y programación



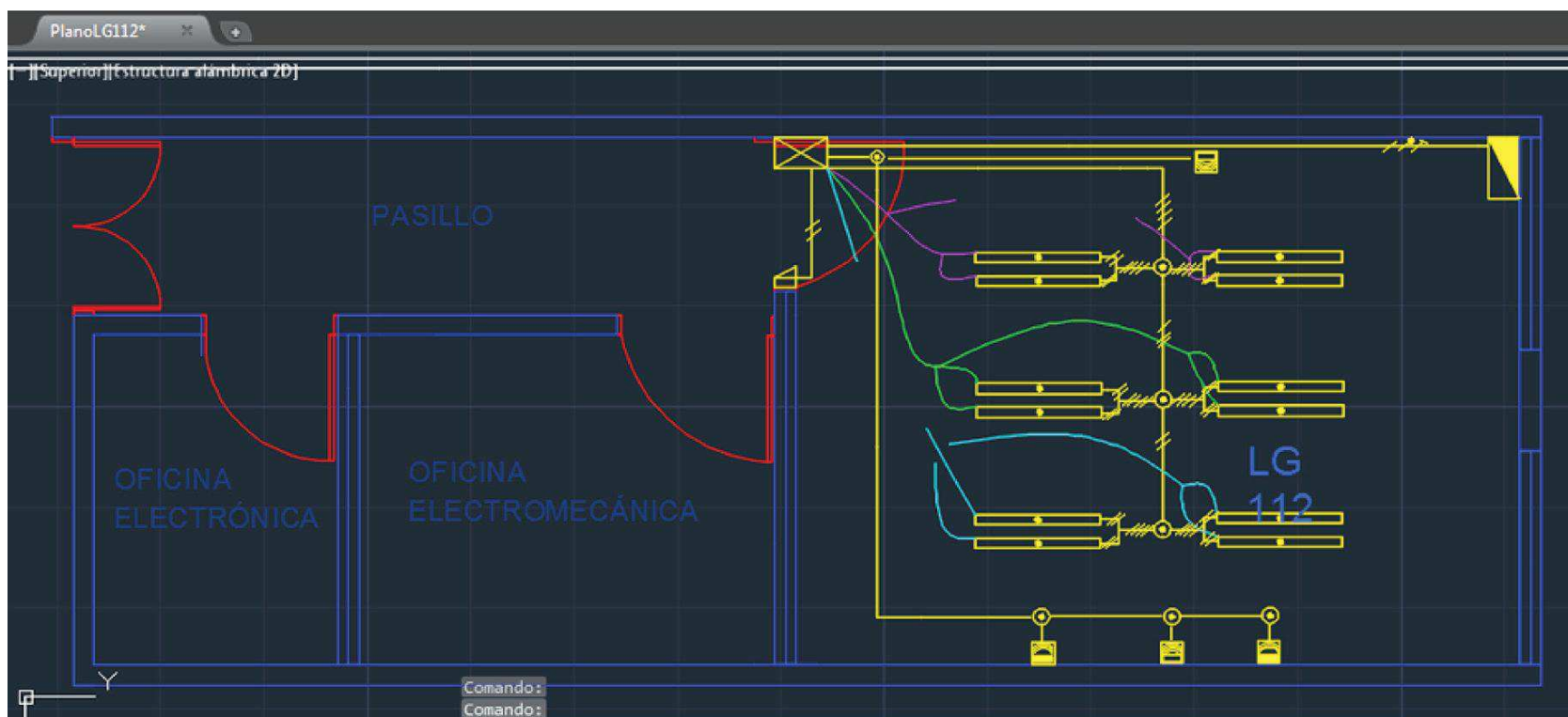
Fuente: elaboración propia.

#### d) Planos de instalación

AutoCAD 2015 es un programa de dibujo asistido por computador desarrollado por Autodesk, utilizado para dibujo en 2D y modelado en 3D, con una interfaz de fácil manejo y gran número de menús para facilitar modelos arquitectónicos y esquemas eléctricos. Usando este programa se estableció el diseño de la red de cableado en 2D sobre un plano del salón. (véase Figura 6). Entorno de trabajo AUTOCAD 2015. DIALux, es el programa del Instituto Alemán de Luminotecnia Aplicada (Deutsches Institut für angewandte Lichttechnik) DIAL. El *software* permite el análisis cuantitativo rápido y sin problemas de un proyecto. El formato de datos ULD para luminarias comprende la geometría

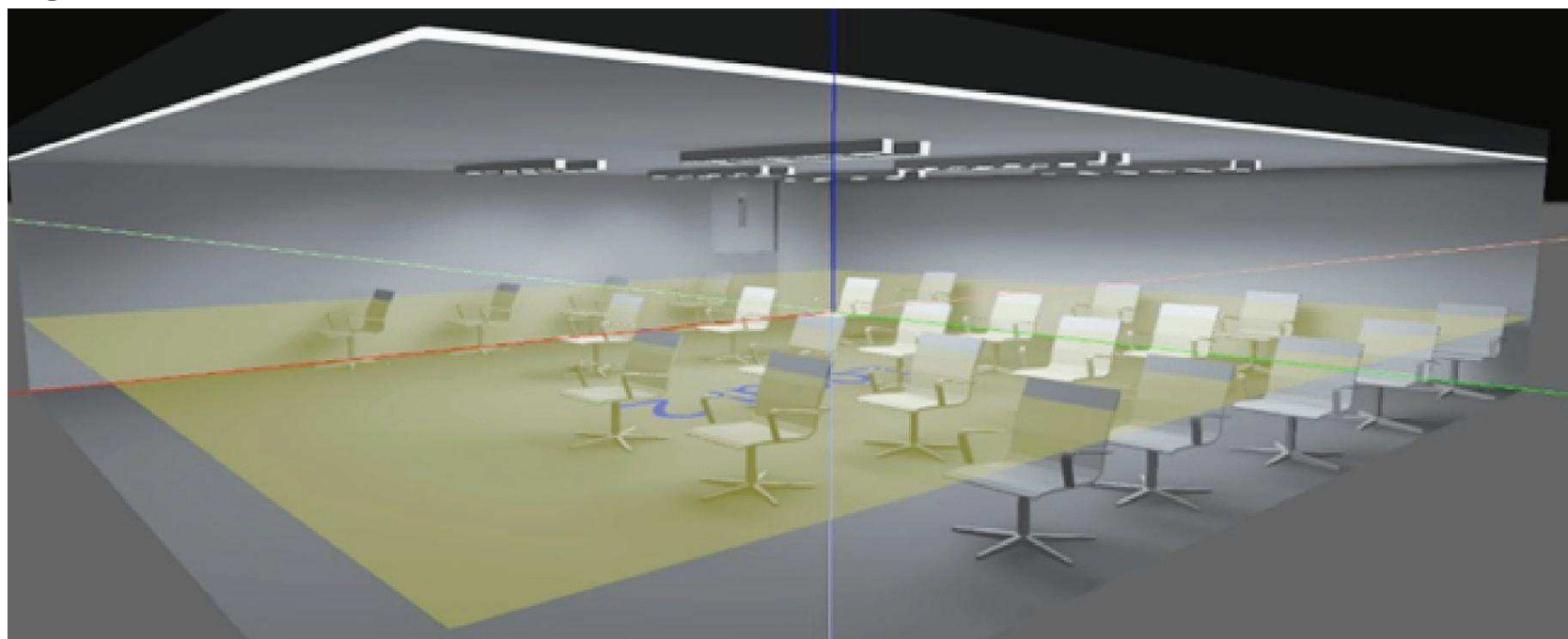
3D de la luminaria, la distribución de intensidad luminosa y la descripción del artículo (véase Figura 7). Es útil para cálculos de iluminación interior, exterior y vial, trabaja con catálogos reales de fábricas europeas (DIAL, 2016). En este programa se calcularon las especificaciones de fluorescentes necesarias para obtener 500 luxes en una altura de trabajo de 0.5m para el salón. SketchUP es un programa de modelado en 3D para entornos de arquitectura e ingeniería, realizando diseños complejos de forma sencilla, desarrollado por @Last Software. Debido a la estructura del diseño se realizó un plano tridimensional en este software del salón LG112 de la Universidad Francisco de Paula Santander (véase Figura 8).

**Figura 6.** Entorno de trabajo AUTOCAD 2015



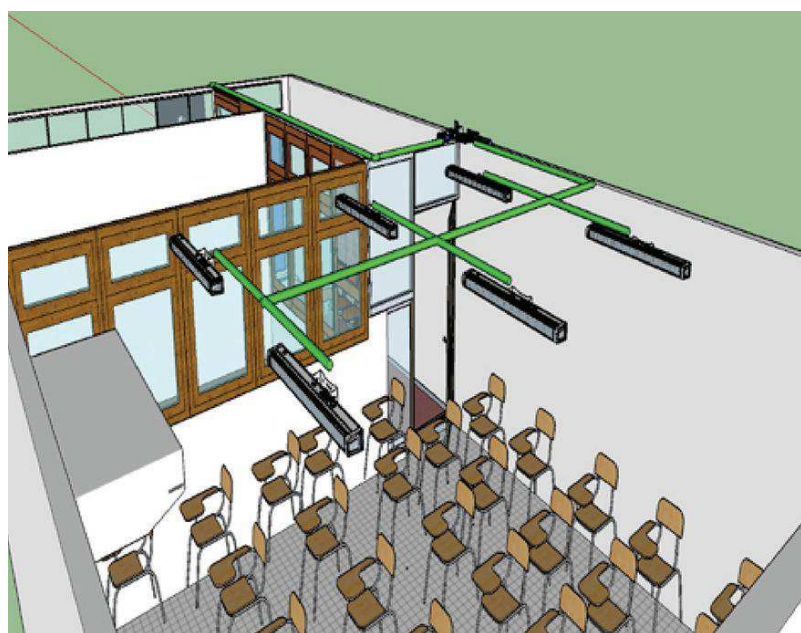
Fuente: elaboración propia.

**Figura 7.** Plano 3D DIALux



Fuente: elaboración propia.

**Figura 8.** Plano 3D sketch UP



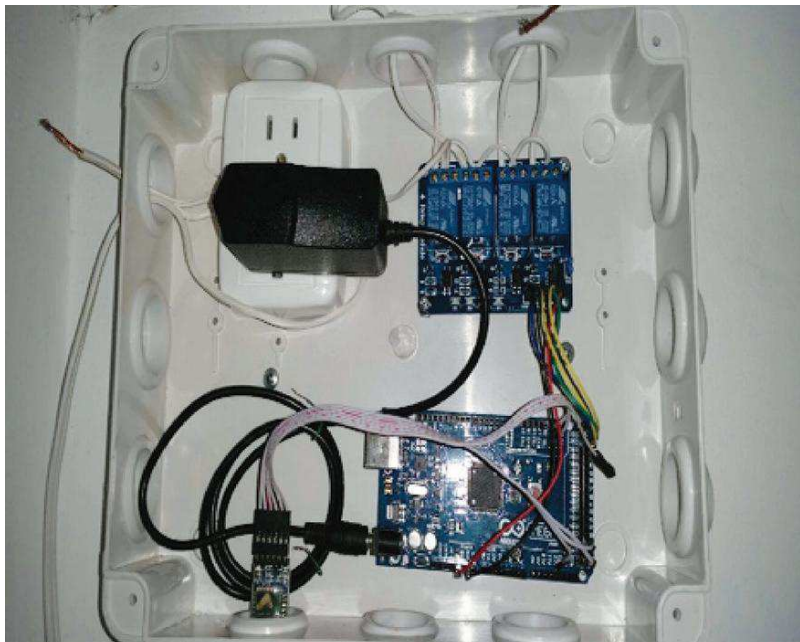
Fuente: elaboración propia.

### Resultados y discusión

Se diseñó un código de programación basado en Processing/Wiring, quien a su vez se basa en C. Se utilizaron variables, bucles y funciones en una secuencia sistematizada de órdenes para lograr el objetivo de unificar el dispositivo móvil, el módulo Bluetooth, los sensores y el módulo de relé para controlar funciones del salón como encendido de luces, seguridad de la puerta, aire acondicionado y video beam (véase Figura 9). Arduino MEGA no cuenta con una etapa de potencia que utilice los pines directamente con el proceso a escala (véase Figura 10). Para ello se adquirió un módulo de cuatro relevos con acople óptico que se adapta fácilmente al Arduino y la protege de cualquier avería eléctrica

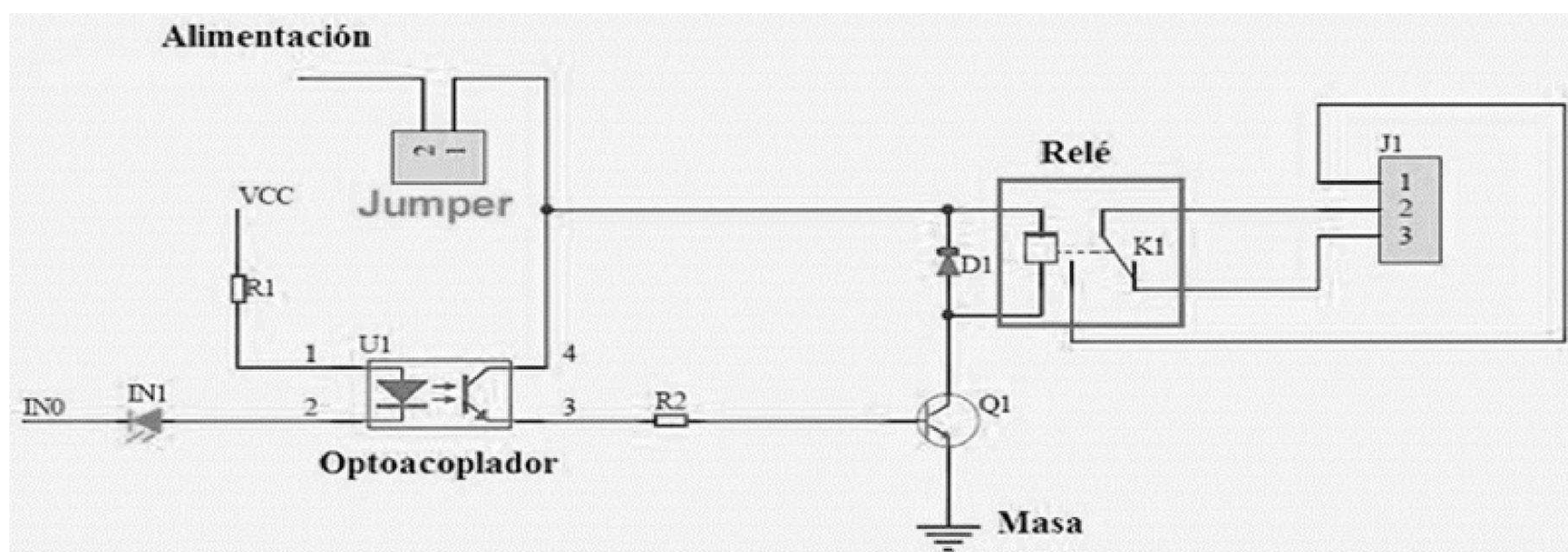
por sobrecargas. Las entradas del módulo son activas bajas, facilitando su uso porque no hay

**Figura 9.** Panel de control



Fuente: elaboración propia.

**Figura 11.** Configuración Interna Relé

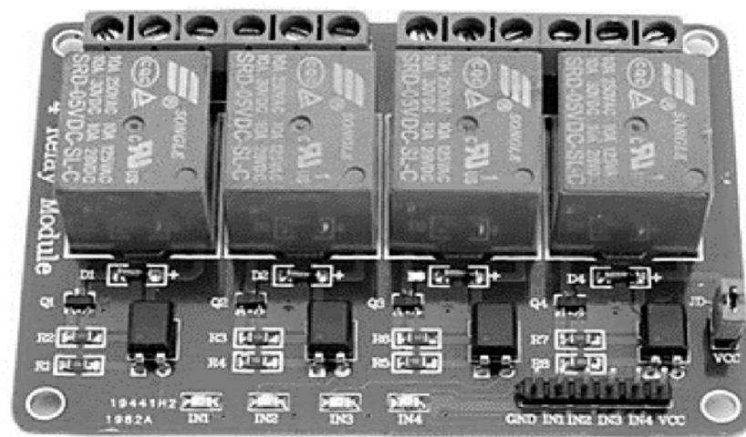


Fuente: <http://mikroe.es/wp-content/uploads/2014/01/basico.jpg>.

La operación del módulo para el canal IN1, IN2, IN3 y IN4 activan los relés J1, J2, J3 y J4, respectivamente, que funcionan como interruptores controlados por un circuito eléctrico en el que, por medio de la bobina y del electroimán, acciona el contacto que abre o cierra los circuitos eléctricos independientes, en nuestro caso las luces del salón y la cerradura eléctrica. VCC están conectadas a 5 voltios, debido a que las bobinas de los relés trabajan a esta tensión (véase Figura 12). Esquema de conexión. Para lograr el control de las luces en el apagado de manera automática es necesario usar instrumentos PIR, que son sensores infrarrojos que detectan las variaciones de la energía en forma de radiación llamada calor producida por el cuerpo humano. El HC-SR501 es un sensor pasivo que detecta las variaciones en un rango de 3 a 7m en un ángulo hasta de

consumo extra de corriente (véase Figura 11). Módulo Relé.

**Figura 10.** Módulo Relé



Fuente: <https://sites.google.com/a/mail.utec.edu.sv/luminariaconarduinoandroid/componentes>.

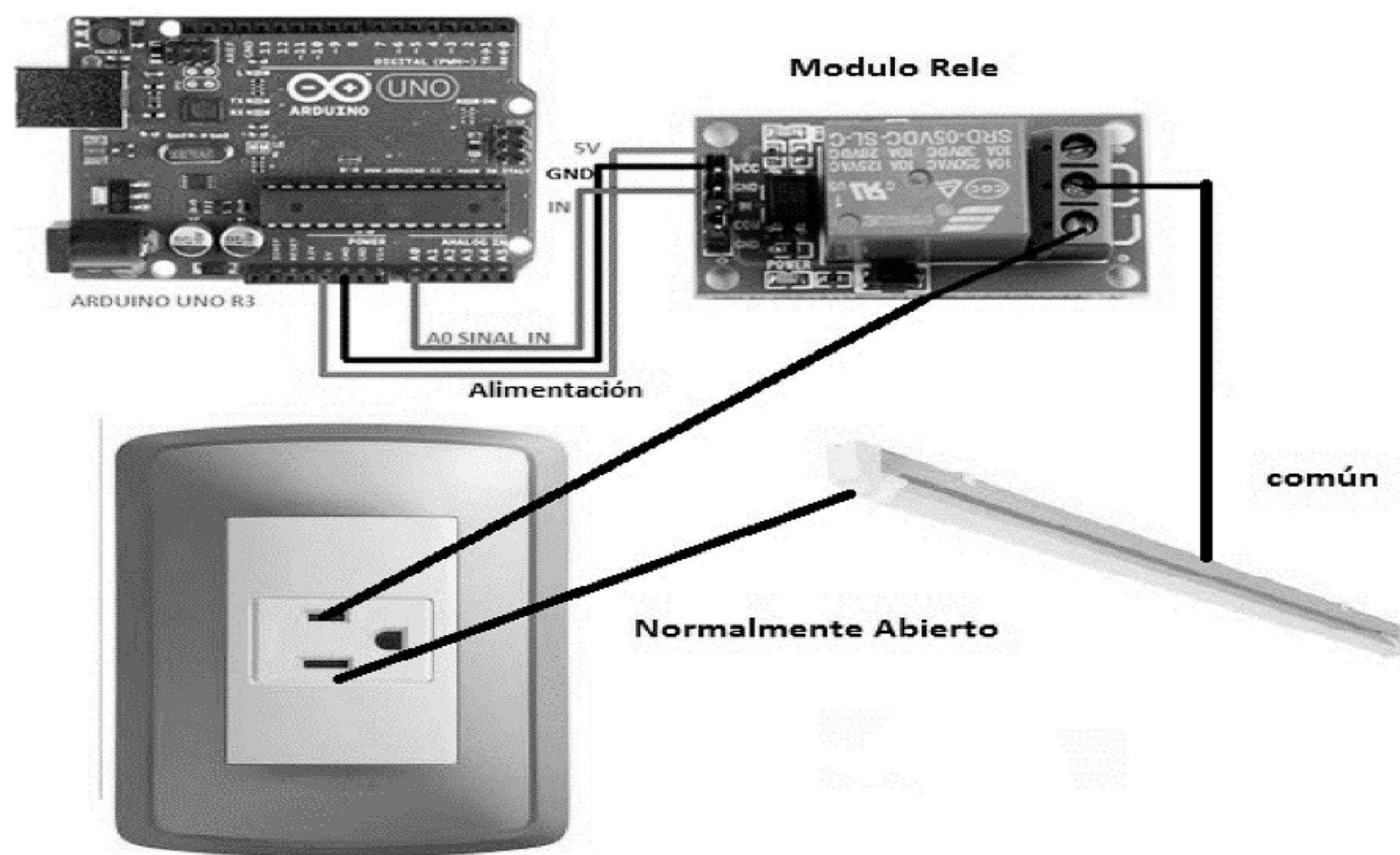
100 grados, con una alimentación de 4.5 a 20V y rango de temperatura desde -15 hasta 70 grados centígrados (Electronilab, 2016), este sensor permite apagar las luces y el aire acondicionado de manera automática en caso de descuido y funciona al no detectar presencia de personas en 15 minutos tiempo al cual fue asignado y se puede variar dependiendo de las necesidades que se requieran (véase Figura 13). HC-SR501. Diodo emisor de infrarrojo usado para el control de aire acondicionado y video beam es de color azul transparente, de 5 mm de diámetro, longitud de onda de 940 nm, 1,3 V típicos en polarización directa, 5 V máximos, 20 mW y ángulo de 12° para transmisión a mayor distancia. (adafruit, 2016). El control se implementó por medio de una aplicación en celular que soporte android 2.0 o superior en el aula LG 112 de Universidad Francisco de Paula



Santander para los docentes ofreciendo servicios de ingreso rápido al aula de clase, encender las luces en dos modos de operación como lo son modo exposición y encendido total, el control de aire acondicionado y adicionalmente el control de video beam. La aplicación fue instalada en varios equipos Smartphone con sistema operativo android (Montero, 2013), para determinar que funcionen adecuadamente la conexión por medio del dispositivo móvil y el módulo HC-05 Bluetooth (véase Tabla 2) el tiempo de instalación es de menos de un minuto el usuario debe guardar la aplicación con extensión Apk en la memoria del teléfono con un espacio libre de 10 Megabytes, además se debe tener en cuenta al momento de instalar la aplicación que este habilitado en la configuración y seguridad la función de fuentes desconocidas (véase Figura 16) y después dar inicio en el icono de instalación de la aplicación y su ins-

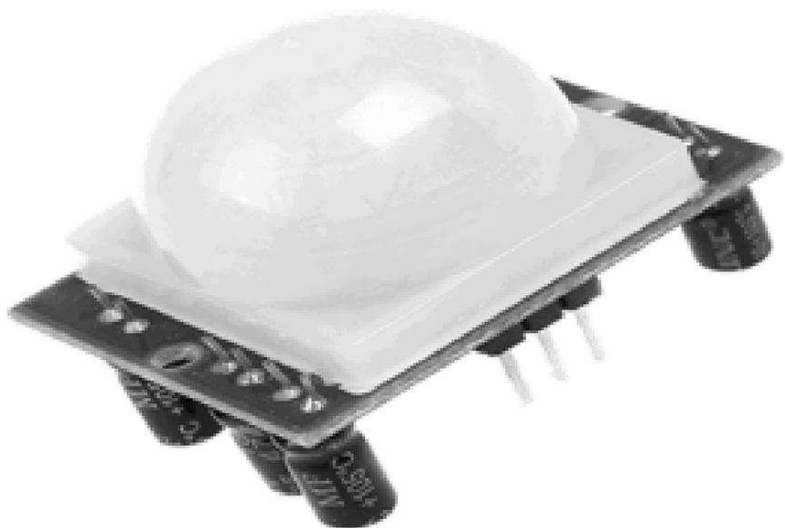
talación dura alrededor de los 20 segundos. El tiempo de ingreso al aula de clase con la llave es de 2:15 segundos hasta los 5:03 segundos, mientras que con la aplicación es desde los 25 segundos hasta los 59 segundos reduce el tiempo de ingreso de manera considerable. La distancia máxima de conexión entre la aplicación celular instalada en el dispositivo el hc-05 bluetooth para el control es de 10 metros con los obstáculos dentro del aula y paredes de la planta física y sin la presencia de obstáculos la distancia máxima es de 15 metros estas medidas fueron tomadas mediante el método de ensayo y error. No se presentó interferencia en la comunicación con los diferentes dispositivos durante las pruebas, debido a que en el aula no hay presencia de fuentes de interferencia como hornos microondas, pantallas lcd y otros dispositivos Bluetooth.

**Figura 12.** Esquema de conexión



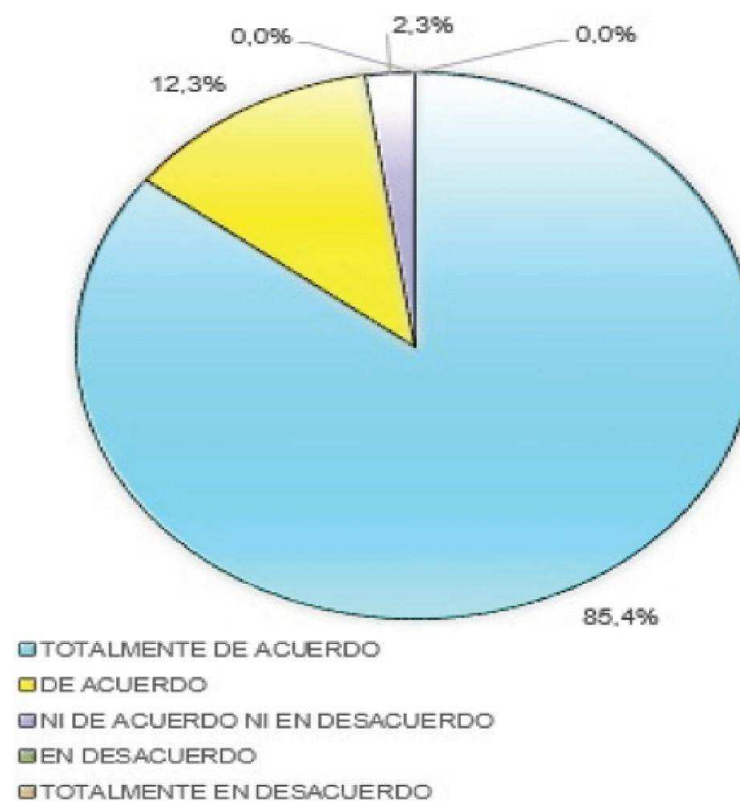
Fuente: elaboración propia.

**Figura 13.** HC-SR501 y Diodo emisor infrarrojo



Fuente: <http://www.tandyonline.co.uk/pir-motion-sensor-module.html>.

**Figura 14.** Diagrama de resultados



Fuente: elaboración propia.

**Tabla 2.** Equipos donde se instaló la aplicación

Huawei P8	Android OS, v5.0 Lollipop
Samsung A5	Android OS, v4.4.4 KitKat
Moto G tercera G	Android OS, v5.1.1 Lollipop
Huawei Ascend G7	Android OS, v4.4 KitKat
Moto X	Android OS, v4.2.2 Jelly Bean
Moto G tercera G	Android OS, v5.1.1 Lollipop
Samsung galaxy SIII mini	Android 4.1.2 Jelly Bean
Samsung galaxy SIII	Android 4.1.2 Jelly Bean
LG D805	Android OS, v4.2.2 Jelly Bean
LG G3	Android OS, v4.4.2 KitKat
Sony Z1	Android OS, v4.2.2 Jelly Bean
Samsung Galaxy S5	Android OS, v4.4.2 KitKat

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 3.** Tiempo de ingreso

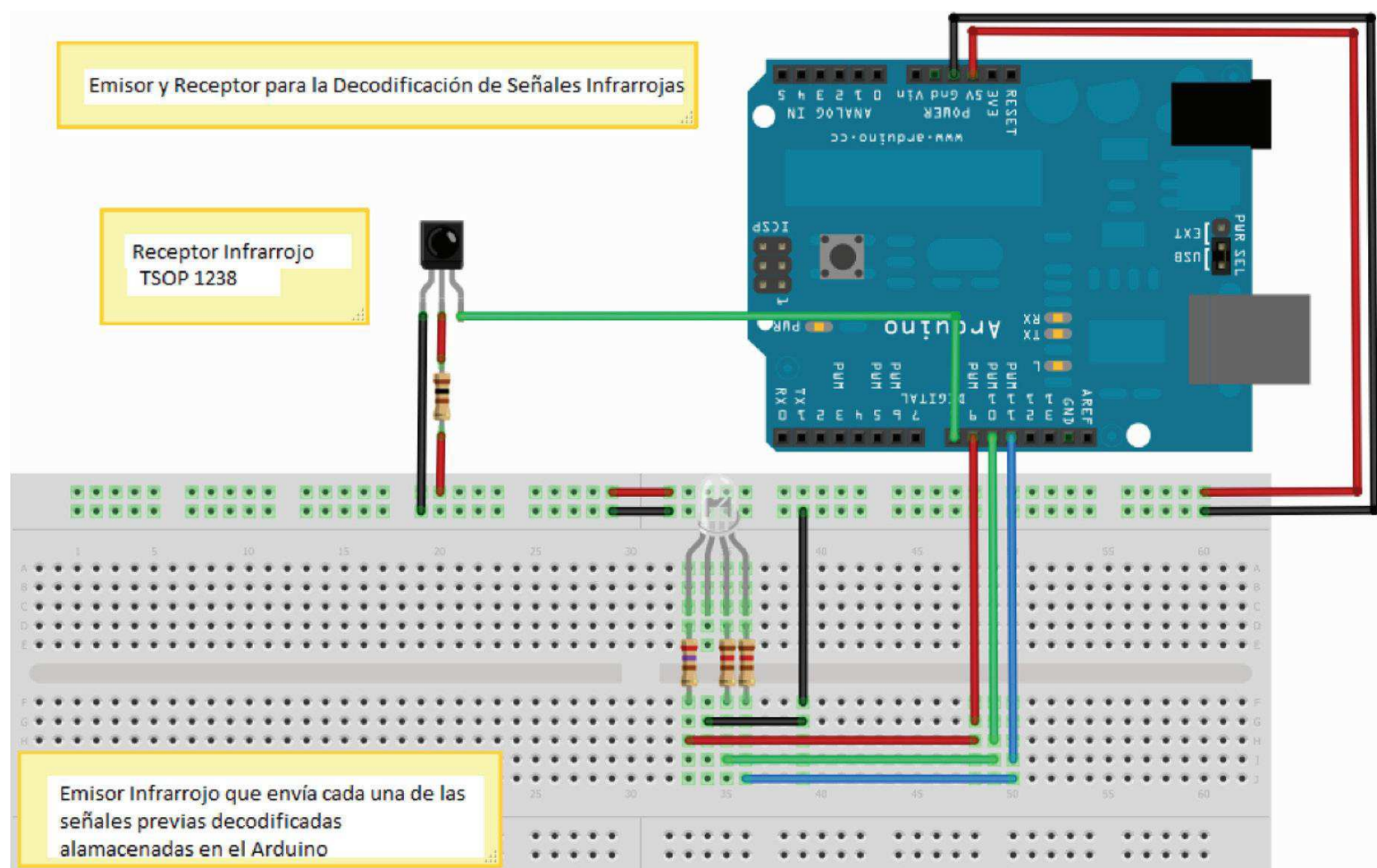
Docente	Tiempo llave	Tiempo Aplicación
Medina Delgado Byron	No aplica	32 segundos
Paez Peña Andrés Eduardo	No aplica	No aplica
Guzmán Romo Ingrid Clariethe	2 minutos 19 seg	44 segundos
Quintero Ayala Sergio Iván	3 minutos 2 seg	No aplica
Guevara Íbarra Dinael	2 minutos 15 seg	36 segundos

**Tabla 3.** Tiempo de ingreso (continuación)

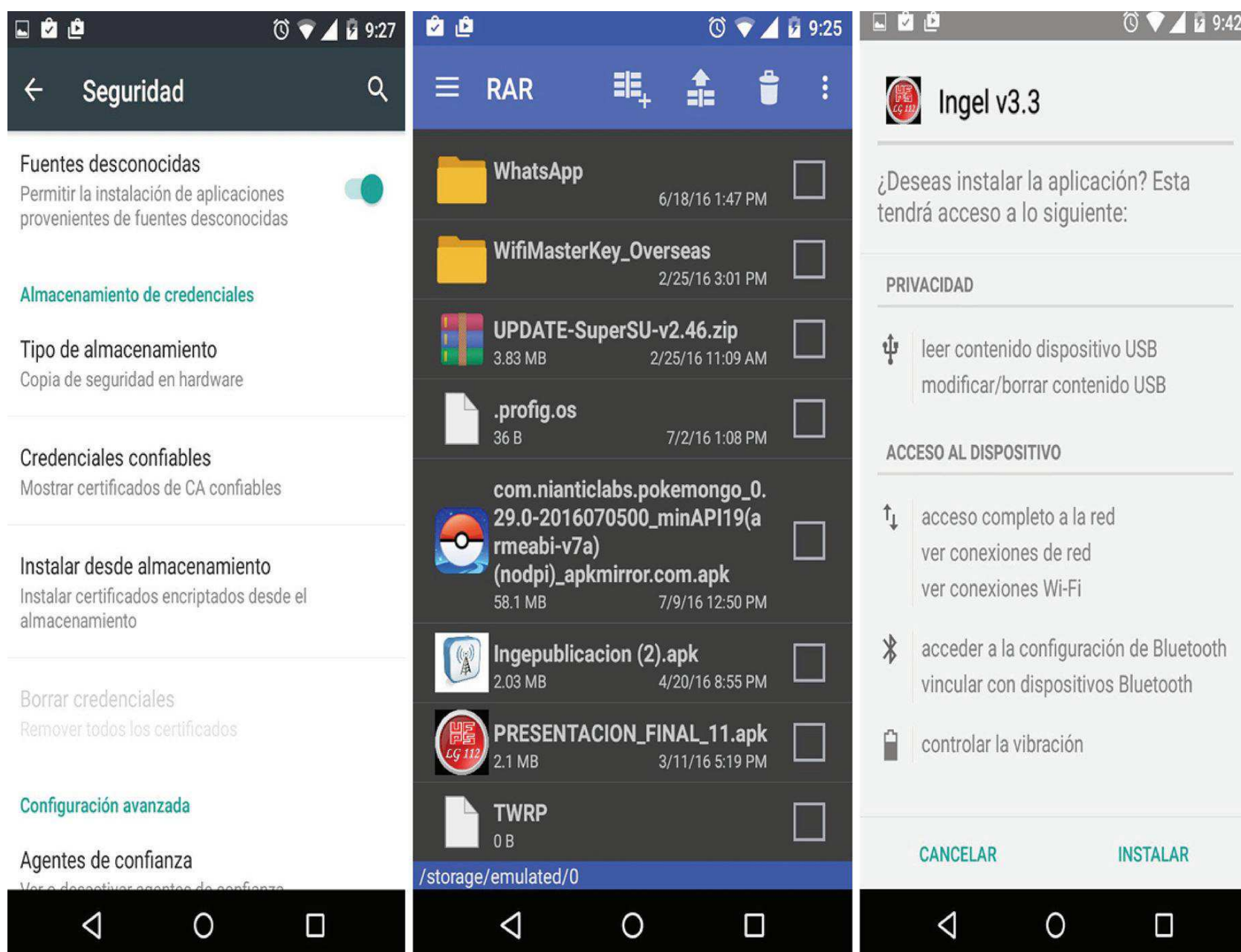
Docente	Tiempo llave	Tiempo Aplicación
López Bustamante Oriana Alexandra	2 minutos 32 seg	58 segundos
García Bermúdez Marco Aurelio	2 minuto 43seg	35 segundos
Sierra Rojas Aristóbulo	2 minutos 2seg	59 segundos
Puerto López Karla Cecilia	2 minuto 33seg	25 segundos
Ramírez Mateus John Jairo	5 minutos 3seg	26 segundos
Tarazona Anteliz Julián Orlando	2 minutos 49seg	28 segundos
Ferreira Jaimes Julián	No aplica	No aplica
Sepúlveda Mora Sergio Basilio	No aplica	No aplica
Total	25 minutos 30 seg	5 minutos 7 seg

Fuente: elaboración propia.

**Figura 15.** Diagrama de conexión emisor y receptor



Fuente: <https://electronicavm.net/2011/09/20/recepcion-ir-con-arduino-protocolo-nec/>

**Figura 16.** Instalación Smartphone Android

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la evaluación del proyecto y su potencial del éxito por el análisis de las 6M's (Rojas, 2008.) Movement (Movimiento), Moment (Momento), Me (Yo), Multi-user (Multiusuario), Money (Dinero) y Machines (Máquinas). La evaluación del servicio se muestra en la (véase Tabla 4), en donde a cada atributo se le asignó un valor entre 0 y 5 (Murcia, 2009.), tomado de la valoración que los 13 docentes adscritos para orientar clases en el salón, dependiendo qué tan bien el servicio cumplió con cada uno y la evaluación de la usabilidad, que está definido como la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso. Permite conocer la calidad del software midiendo el aumento de productividad, eficiencia y satisfacción (véase Tabla 5). Mediante el modelo de la encuesta de Rensis Likert (Malave,

2007), para la aplicación móvil implementada, se puede observar que la aplicación móvil celular instalada en los equipos cuya muestra es de 13 profesores, obtuvo una alta calificación en cada uno de los atributos evaluados lo que indica que tiene probabilidad de éxito, como aplicación móvil completa no solo uso del salón LG-112 si no para las aulas en procesos de modernización, según la interpretación del análisis en la encuesta. En el caso del Ingeniero Byron Medina, el tiempo con llave no aplica por ser el jefe de laboratorios, el cual tiene la llave del salón LG-112; el Ingeniero Julián Ferreira y el Ingeniero Eduardo Páez aparecen en la lista proporcionada por el jefe de laboratorio, pero no hacen uso del salón LG-112; el Ingeniero Sergio Sepúlveda no aplica porque hizo uso del salón en un cambio de clase y la puerta se encontraba abierta.

**Tabla 4.** Evaluación de 6M

<b>Atributo</b>	<b>Definición</b>	<b>Valor</b>	<b>Justificación</b>
Movilidad	Un servicio móvil debe ser “móvil” por naturaleza, la ubicación debe ser una parte integral del servicio.	5	El usuario puede desplazarse a todas las direcciones independientes de la movilidad del mismo, el usuario solo puede acceder desde una distancia limitada al área de cobertura en la del salón Ig 112 de la UFPS.
Momento	Un servicio que cuenta con este atributo debe estar disponible para el usuario en cualquier instante de tiempo.	4.8	El usuario puede realizar en cualquier momento el uso de las características programadas en la aplicación y decidir qué hacer ordenado por el usuario.
Yo	Se refiere al nivel de personalización del servicio.	4.7	El servicio es personalizado el usuario puede operar el sistema de domótica y elegir entre los diferentes servicios que ofrece.
Multiusuario	Busca extenderse dentro de la comunidad, que el servicio sea interactivo y que pueda utilizarse por múltiples usuarios de manera simultánea.	1	La aplicación no permite varios usuarios a la vez, el usuario conectado tiene el control total del sistema para no interrumpir su uso a otro usuario.
Dinero	Como cualquier acción comercial, un servicio móvil tiene un fin lucrativo, ya sea para el operador, para el proveedor del servicio o para el usuario.	4.9	La aplicación no genera costos adicionales al usuario ya que no utiliza datos de la red 3G para comunicarse con el panel de control y de manera automática, las luces se apagarán en 15 minutos si no hay movimiento dentro del aula, permitiendo ahorro de energía esto se hizo en caso de que el usuario olvide apagar las luces.
Máquina	La tecnología siempre es el factor que posibilita o limita; el atributo máquina busca añadir potencia a los dispositivos de última generación que cada vez tienen mayores prestaciones a nivel de hardware y software.	4.7	Para el uso de la aplicación solo es soportada por celulares de gama media y alta que posean Android 2.0 en adelante y el usuario puede hacer uso del total de la pantalla según la resolución que soporte el equipo.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.** Evaluación de usabilidad

<b>Atributo</b>	<b>Definición</b>	<b>Valor</b>	<b>Justificación</b>
Facilidad de aprendizaje	Cuán fácil es aprender la funcionalidad básica del sistema, como para ser capaz de realizar correctamente la tarea que desea realizar el usuario.	4.7	La aplicación es sencilla y clara de manejar, tiene una serie de indicaciones que se elabora con el formato de la universidad con letra lo suficientemente amplia para ver y una serie de indicaciones por si se aleja del panel principal de su funcionamiento.

**Tabla 5.** Evaluación de usabilidad (continuación)

Atributo	Definición	Valor	Justificación
Eficiencia	Lo que se busca es la máxima velocidad de realización de tareas del usuario.	5	Teniendo en cuenta la comunicación de los celulares y el módulo de comunicación HC-05, entre los equipos que se evaluaron en la muestra y las diferentes versiones de Android de los profesores que usan el salón LG 112.
Recuerdo en el tiempo	Este atributo refleja el recuerdo acerca de cómo funciona el sistema que mantiene el usuario, cuando vuelve a utilizarlo tras un periodo de no utilización.	4.5	La aplicación cuenta con una serie de mensajes en caso, si se aleja el usuario, valores establecidos concuerdan y cumple con cada uno de las funciones.
Tasa de errores	Se refiere al número de errores cometidos por el usuario mientras realiza una determinada tarea.	4.7	La aplicación cuenta con un código estructurado que evita que el usuario pueda cometer errores que provoquen el uso indebido y mal funcionamiento del proceso o de la misma aplicación, cada actividad, cada botón y de ejecución que están debidamente sincronizados y controlados por código mostrando para cada error posible la aplicación enviara mensaje que se pueda presentar la falla correspondiente.
Satisfacción	Este es el atributo más subjetivo. Muestra la impresión subjetiva que el usuario obtiene del sistema.	4.9	Este valor es personal de calificar y dependerá si es recomendable usar para otro tipo de proyectos en la U.F.P.S

Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

El proyecto de domótica ofrece una extensa gama de escenarios para el control y mejorar el uso indebido que presentan algunas aulas de clase, este proyecto se convierte en alternativa tecnológica de los procesos de modernización y seguridad. Desarrollar este tipo de proyectos es económico en comparación a los que pueden ofrecer en el mercado, App inventor y Arduino son para uso libre para cualquier persona.

La aplicación móvil implementada para el sistema de domótica se logra acceder de manera rápida y evita desordenes y accidentes. También logra ayudar personas discapacitadas dando una solución completa desde el equipo móvil con tecnología Bluetooth de red personal y sistema operativo Android, el sistema no tiene un costo

adicional al usar la aplicación ya que no trabaja con datos, evita un consumo elevado de energía en el Smartphone ya que para tecnologías de internet de las cosas se necesita más potencia de transmisión y además no es necesario un contrato de servicios.

La aplicación se desarrolló en App inventor 2 un entorno para dispositivos Android, se aprovechó la generosidad de ser una plataforma libre para la programación ajustándose al diseño e implementación que permite el ajuste a las diferentes funciones previamente asignadas en la aplicación y con compatibilidad amigable entre la plataforma Arduino Mega y el módulo hc-05 bluetooth.

La efectividad de comunicación entre el dispositivo móvil Android y el sistema central no

depende de objetos entre el emisor y el receptor, el usuario puede desplazarse a todas las direcciones independientes dentro del aula y desde afuera a una distancia limitada de 10 metros.

Los hornos de microondas utilizan radiaciones en el espectro de 2,45 GHz. Es por ello que las redes y teléfonos inalámbricos que utilizan el espectro de 2,4 GHz. pueden verse afectados por la proximidad de este tipo de hornos, que pueden producir interferencias en las comunicaciones, así como las fuentes que ocasionan que los modelos matemáticos de los circuitos no puedan ser calculadas para lo que se le diseñó, en el salón donde se implementó el proyecto no presenta fallas ya que está alejado de este tipo de problemas adicionalmente se aisló para un mayor rendimiento con cajas termoplásticas aislantes. ●

## Referencias

- [1] Cerezo, E., Baldassarri, S. & Cuartero, E. (2007). Agentes virtuales 3D para el control de entornos inteligentes domóticos. *Proceedings VIII*, 363 - 372.
- [2] Cancela González, J. (2009). *Desarrollo de una interfaz multimodal para un robot domótico móvil Control por voz y mando a distancia*. Recuperado de [lorien.die.upm.es](http://lorien.die.upm.es).
- [3] Camargo, J., García, L. & Gaona, E. (2012). Reconocimiento de voz humana aplicado a la domótica. *Ingenium*, 13, 26, 97 - 106.
- [4] Rajara Vizcaíno, J. R. & Pelegri Sebastián, J. (2013). *Sistema Integrado con Arduino*.
- [5] Recuperado de <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/en/software/programacion/1090-uso-de-appinventor-en-la-asignatura-de-tecnologias-de-la-comunicacion-y-la-informacion>.
- [6] Robayo, F., Neira, J. & Vásquez, M. (2015). *Aplicación móvil Android para monitoreo y registro del estado nutricional humano implementada en plataforma de hardware libre*.
- [7] Recuperado de <http://www.dial.de/DIAL/>.
- [8] Recuperado de <http://electronilab.co/wp-content/uploads/2013/12/HC-SR501.pdf>.
- [9] Recuperado de [https://www.adafruit.com/datasheets/IR333\\_A\\_datasheet.pdf](https://www.adafruit.com/datasheets/IR333_A_datasheet.pdf).
- [10] Malave, N. (2007). Escala tipo Likert. Recuperado de <http://uptparia.edu.ve/documentos/F%C3%ADsico%20de%20Escala%20Likert.pdf>.
- [11] Rojas, M. (2008). *Evaluación de proyectos para ingenieros*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- [12] Murcia, J. (2009). *Proyectos formulación y criterios de evaluación*. Bogotá: Alfaomega Grupo Editor.
- [13] Ramírez, Y. & Guamán, J. P. (2015). *Sistema de visión artificial para el control de temperatura ambiente integrado con la plataforma arduino*.
- [14] Boscán, N. & Villalobos, R. (2009). *Protocolos de control de dispositivos domóticos: análisis de patentes*.
- [15] Huidobro, J. (2007). *La Domótica como solución del futuro*. Recuperado de <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/la-domotica-como-solucion-de-futuro-fenercom.pdf>.
- [16] Control 4 Colombia. (2014). *Qué es Domótica*. Recuperado de <http://www.control4col.com/que-es-domotic>.
- [17] Ribas, J. (2015). *Desarrollo de aplicaciones para Android*. Madrid: Ediciones Anaya Multimedia.
- [18] Montero, R. (2013). *Android Desarrollo de aplicaciones*. Madrid: RA-MA Editorial.
- [19] Recuperado de <http://appinventor.mit.edu/explore/library.html>.
- [20] Recuperado de <http://www.appinventor.org/content/CourseInABox/procedures/resuable>.