

EQUIPAMIENTO PARA EL CONTROL REMOTO Y CENTRALIZADO DESDE UN TELÉFONO MÓVIL ANDROID DE LOS DIFERENTES ELECTRODOMÉSTICOS EXISTENTES EN LOS HOGARES

Daniel Alejandro Lazo Tamayo¹, Pablo Montejo Valdés²

Centro de Investigaciones de Microelectrónica, Facultad de Telecomunicaciones y Electrónica, Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echevarría” CUJAE, Calle 114 #11901 e/119 y 129, La Habana, Cuba
¹e-mail: dalejandrolt@cime.cujae.edu.cu, ²e-mail: decano.tele@tesla.cujae.edu.cu

RESUMEN

En el presente artículo se describe el diseño de un equipamiento electrónico para la centralización del control de los electrodomésticos del hogar de forma remota y simple. Se confeccionan tres tipos de módulos que abarcan en su conjunto el control de todos los electrodomésticos. Cada módulo se conecta de forma independiente con una aplicación para el sistema operativo Android mediante bluetooth. Uno de los módulos emplea el canal infrarrojo para comunicarse con los equipos de la casa que empleen mandos a distancia. Los otros dos módulos son utilizados para controlar los dispositivos equivalentes a cargas inductivas como ventiladores, lavadoras o bombas hidráulicas, así como para las cargas resistivas como lámparas. Además se emplean sensores para complementar la automatización de los electrodomésticos. El diseño propuesto constituye una herramienta para la centralización de las principales funciones del hogar. Su flexibilidad le permite ser utilizado en cualquier vivienda y su precio relativamente económico favorece su implementación.

PALABRAS CLAVES: control, remoto, Android, electrodomésticos, bluetooth.

EQUIPMENT FOR THE REMOTE AND CENTRALIZED CONTROL FROM MOBILE ANDROID PHONE TO THE DIFFERENT APPLIANCE EXISTENT IN THE HOUSEHOLD

ABSTRACT

In this article, an electronic design is described to centralize the control of home appliances, remotely and simply. Three types of modules are made that cover the control of all the appliances as a whole. Each module connects independently with an application for the Android operating system via bluetooth. One of the modules employs infrared face communicating with the equipment in the house that employs remote controls. The other two modules are used to control devices that represent inductive loads such as fans, washing machines and hydraulic pumps, and resistive loads such as loops. Besides, sensors are used and to complete the automation of household appliances. The proposed design is a tool for the centralization of the main functions of the home. Its flexibility allows it to be used in any home and its economic price favors its implementation.

KEY WORDS: control, remote, android, appliance, bluetooth.

1. INTRODUCCIÓN

La era de despliegue tecnológico en la que está inmersa la sociedad abarca todas las aristas de la vida; tareas como la limpieza, elaborar alimentos, comprar, vender, trabajar y comunicarse depende en una medida relativamente grande de la tecnología con la que se dispone. La misma se ha desarrollado con el objetivo de mejorar la calidad de vida del ser humano y facilitar las tareas que a los antepasados les costó mucho más esfuerzo. Este progreso tecnológico llegó hasta los hogares imponiendo una gestión eficiente y robusta para lograr control, confort, comunicaciones y, de manera principal, seguridad.

EQUIPAMIENTO PARA EL CONTROL REMOTO Y CENTRALIZADO DESDE UN TELÉFONO MÓVIL ANDROID DE LOS DIFERENTES ELECTRODOMÉSTICOS EXISTENTES EN LOS HOGARES

Así nace el término domótica, que al decir de la Asociación Española de Domótica e Inmótica, “... es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda, que permite una gestión eficiente del uso de la energía, que aporta seguridad y confort, además de comunicación entre el usuario y el sistema”. [1]

La domótica tuvo su inicio a comienzos de la década de los 70, cuando se hicieron las primeras pruebas en pisos piloto [2]. Pero no es hasta el comienzo de la era de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC), que se ofrece una visión más realista a la hora de comprender la instalación domótica en la casa.

El Internet de las cosas (IoT) es otro concepto tecnológico que influye de manera creciente en la domótica. Este conecta millones de dispositivos a la red mundial, permitiendo la interacción constante entre estos y las personas en un proceso de continuo de monitoreo mediante el acceso a Internet desde cualquier lugar [3]. A medida que pasa el tiempo, se conectan más dispositivos a Internet. Según los estudios realizados en 2008, el número de los dispositivos conectados a Internet superaron el número de habitantes del planeta y para el año 2020 se espera que se conectarán 50,000 millones de dispositivos [4].

La sociedad cubana, al igual que el resto del mundo, se encuentra inmersa en el desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y el Internet de las cosas, implicando importantes transformaciones, en las cuales los hogares no quedan ajenos. De tal forma la domótica se eleva como una disciplina que gana cada vez más terreno convirtiéndose en una necesidad para el desarrollo de la sociedad al trasladar a los hogares el uso de las novedosas TIC.

Como ejemplos del empleo de sistemas domóticos en Cuba, en el sector del turismo se han construido, específicamente en La Habana, hoteles “inteligentes” como el Saratoga, el Manzana de Gómez y el Packard, reduciendo considerable su consumo energético. Por otra parte, el complejo de Investigaciones Tecnológicas Integradas (CITI) es una institución que cuenta con sistemas para la gestión de seguridad y ahorro de energía, brindando el confort adecuado a sus trabajadores.

Lógicamente el desarrollo de sistemas que garanticen confort y comodidad se hacen necesarios en los hogares donde las personas invierten gran parte de su tiempo. Tal demanda ha conllevado a la creación de electrodomésticos que realicen funciones básicas como la limpieza o la elaboración de alimentos. Esta industria no ha quedado solamente ahí, sino que se han desarrollado equipamientos para el entretenimiento, la recreación y el descanso de las personas. Son muchas las marcas que comercializan hoy en día cada uno de los electrodomésticos, brindando al consumidor la posibilidad de elección [5]. Pero, cada una de estas compañías fabrican dichos dispositivos sin tener en cuenta un estándar para el funcionamiento, desfavoreciendo a la capacidad de vinculación entre ellos y haciéndosele complicado al usuario la centralización todas las funciones que pueden realizar estos útiles equipos.

De aquí que se requiera controlar centralizadamente, de forma remota, simple y eficiente, el funcionamiento de cada uno de ellos. Para lo cual se propone diseñar y fabricar un equipamiento que garantice, a través del teléfono móvil con una interfaz personalizada para Android, el control centralizado y remoto sobre los electrodomésticos del hogar.

2. CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS ELECTRÓNICOS EMPLEADOS EN LA GESTIÓN DOMÓTICA

Los electrodomésticos surgen por la necesidad del ser humano de facilitar las tareas del hogar. Estos equipos realizan labores domésticas de rutina como cocinar o conservar alimentos, también se diseñan para ser utilizados en el ocio y recreo de las personas en sus casas empleando energía eléctrica para su funcionamiento.

Estos dispositivos se pueden dividir en dos grandes líneas de acuerdo a sus aplicaciones. Según esto, se tienen la Línea Marrón y la Línea Blanca. La primera de ellas referente a los electrodomésticos de audio o video, díganse televisores, reproductores de DVD, celulares y computadoras entre otros. La segunda está referida a los equipos vinculados a la cocina y la limpieza del hogar, pudiendo mencionarse algunos como lavadoras, microondas y aires acondicionados [6].

Referirse a los equipos electrónicos que se emplean en los sistemas domóticos impone el estudio de las funciones que los caracterizan y que derivan el objetivo de su fabricación, destacándose en ese orden: el confort, la seguridad, las comunicaciones y el ahorro energético. Si bien es cierto que de manera general una característica deriva a las restantes, cada dispositivo puede ser elaborado particularmente para suplir una o varias de estas necesidades, imprimiendo un sello distintivo a cada equipo.

Aludir a las comunicaciones supone no solo el conocimiento del estado de las funciones, sino el control de éstas y su automatización en tiempo real. Los dispositivos para la comunicación deben poseer entonces un canal seguro para que la información en un sentido y en otro sea fiable [7]. De esta forma se puede tener un adecuado control tanto interno como externo, ya sea por control remoto a través de internet, una PC, mandos inalámbricos o un Smartphone.

El ahorro energético es una función que por su necesidad se hace útil implementar en cualquier equipo electrodoméstico; esta no es algo palpable, sino que es una ideología a la que se puede llegar de muchas maneras. Para lograr dicho propósito de forma eficiente es necesario estudiar las tarifas que brinda el proveedor del servicio, así como los costes y los horarios de mayor consumo. En muchas ocasiones el consumo no está dado por los requerimientos de potencia del equipo, sino por la dificultad a la hora de hacer una buena gestión energética [1].

Otra de las principales funciones para la que se han creado equipos electrónicos es conseguir un servicio de seguridad eficaz, encargado de proteger los bienes del hogar, así como el bienestar y la vida de las personas.

Por último, el confort se puede definir como la principal característica de los sistemas domóticos pues la automatización de equipos electrodomésticos se realiza principalmente con el objetivo de elevar la calidad de vida ciudadana.

3. TECNOLOGÍAS EMPLEADAS EN LOS EQUIPOS ELECTRÓNICOS AUTOMÁTICOS

En la automatización de los equipos electrónicos se emplean gran variedad de tecnologías para incrementar las funcionalidades y prestaciones que ostentan. Entre los principales protocolos de comunicación se pueden destacar:

- Asociación de Datos Infrarrojos (IrDA)
- Bluetooth
- Zigbee
- Wi-Fi
- X10
- LonWorks

Estos protocolos de comunicación tienen diferentes capacidades y configuraciones de marco de datos, proporcionando diferentes soluciones domóticas asequibles y confiables [8].

Características de la tecnología bluetooth

Bluetooth define un modelo completo, tanto de hardware como de software, para la comunicación inalámbrica de baja potencia, con la utilización de señales de radio. Este sistema opera en la banda de frecuencia ISM, cerca de los 2.45 GHz, como se muestra en la Fig. 1, haciendo posible la transmisión de voz y datos. Una de las principales ventajas de la tecnología bluetooth es que cumple con la norma plug&Play que permite a los periféricos en una red, descubrirse entre ellos de manera transparente y establecer servicios de compartición de datos. También ofrece al usuario seguridad y confiabilidad de la información empleando para ello un número de autenticación aleatorio de 128 bits y una dirección MAC de 48 bits asociados al dispositivo.

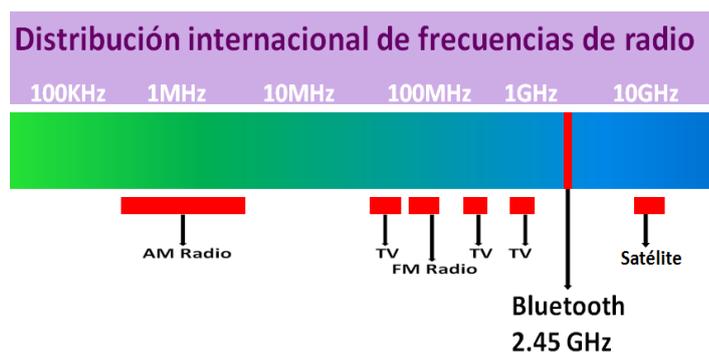


Figura. 1: Banda de frecuencia empleada para Bluetooth.

Redes de Bluetooth

Una red informática cuyos nodos se conectan mediante bluetooth se denomina picorred o piconet, mostrada en la figura 2 a). Estas redes pueden contar con una cantidad de dispositivos de dos a siete, donde uno de ellos tiene que ser el "maestro" y los demás "esclavos". El terminal "maestro" es el encargado de crear un puente o socket para establecer la conexión y mantenerla. Este alcanza a comunicarse hasta con seis "esclavos" simultáneamente. No obstante, puede emplear la técnica parking que supone el poder suspender los enlaces con un "esclavo", sin desconectarse y establecer comunicación con otro. De esta forma aumenta la capacidad de conexión hasta 256, o sea, puede estar conectado a 256 "esclavos", 250 en parking y 6 con comunicación simultánea. Utiliza la técnica Dúplex por División en Tiempo (TDD) para la conexión, donde los paquetes ocupan un slot para la transmisión y otro para la recepción, pudiendo utilizarse alternativamente sosteniendo una comunicación dúplex. Durante la transmisión de un paquete la frecuencia

EQUIPAMIENTO PARA EL CONTROL REMOTO Y CENTRALIZADO DESDE UN TELÉFONO MÓVIL ANDROID DE LOS DIFERENTES ELECTRODOMÉSTICOS EXISTENTES EN LOS HOGARES

es fija, por tanto, para evitar fallos, el maestro inicia enviando en los espacios de tiempo pares y los esclavos en los espacios de tiempo impares. Un dispositivo puede ser "maestro" de una piconet y a la vez "esclavo" de otra. A este conjunto de piconet se le conoce como red expandida o scatternet, mostrada en la figura 2 b). [9]

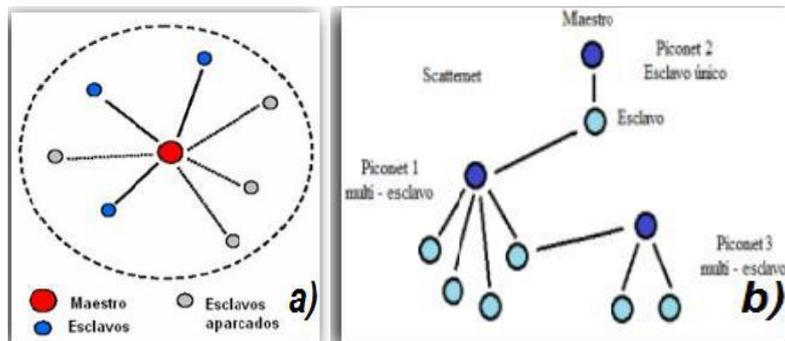


Figura. 2: Tipos de redes de Bluetooth. a) Piconet. b) Scatternet.

4. DISEÑO DEL HARDWARE DEL EQUIPAMIENTO

En el diseño electrónico de equipos automatizados se emplean gran diversidad de sensores. Estos se encargan de detectar las variaciones en el ambiente a su alrededor y emitir señales eléctricas en consecuencia. Los estímulos eléctricos son procesados por el microcontrolador, quien a través de los actuadores electrónicos varía el estado de algún periférico u otro terminal conectado al equipo. Además, se pueden emplear módulos electrónicos previamente ensamblados para complementar el funcionamiento óptimo del dispositivo.

Sensores

La calidad de los dispositivos inteligentes depende en gran medida de la buena selección de los sensores que emplean, su buen funcionamiento y correcta utilización. Para ello se debe tener un conocimiento previo de sus principios de funcionamiento dado un basamento teórico y la comprensión de la electrónica que los componen. Seguidamente se nombran los sensores empleados en la confección del equipo electrónico propuesto como objeto de estudio. Estos son:

- Sensor pasivo infrarrojo de movimiento PIR (HC-SR501)
- Sensor ultrasónico de distancia (HC-SR04)
- Sensor de iluminación (Fotorresistencia GL55)
- Sensor de sonido (KY-038)

Actuadores

Los actuadores electrónicos son los dispositivos que transforman la energía eléctrica en la activación de un proceso automatizado. De esta forma reciben la orden de un controlador y en consecuencia generan una condición de activación en el dispositivo terminal que se desea controlar. En el caso del equipo electrónico que se diseña en este proyecto, los triacs son los que componen esta categoría pues actúan directamente en los electrodomésticos en función de la orden del microprocesador.

Dispositivos de comunicación

Para lograr la centralización del control de los equipos electrodomésticos se requiere de dispositivos encargados de establecer la comunicación entre los módulos del equipamiento y con los electrodomésticos que sean necesarios. Con tal fin se emplearon sensores de infrarrojo pasivos y activos para la comunicación mediante la tecnología IrDA entre el módulo de infrarrojo y los electrodomésticos que presenten dicha tecnología. Se emplearon además módulos de bluetooth para el enlace entre los módulos diseñados y la interfaz de usuario.

Diseño del dispositivo

El dispositivo electrónico diseñado (Fig. 3), cuenta con un módulo infrarrojo encargado de controlar los equipos mediante emisiones infrarrojas, y módulos conmutadores resistivos e inductivos que rigen el comportamiento de los equipos terminales de 110V o 220V de corriente alterna. El módulo de infrarrojo está compuesto por una placa Arduino Nano encargada de controlar su funcionamiento, gestionada por la interfaz de usuario a través de una conexión bluetooth.

Este conjunto incluye también un led transmisor de infrarrojo para enviar los códigos a los equipos terminales que dispongan de esta tecnología y que se encuentren en el rango de distancia y ángulo de alcance del transmisor empleado. Además, este módulo debe contar con un receptor de infrarrojo para obtener los códigos de las teclas de los controles remotos que se deseen agregar a la base de datos personalizada de la interfaz de usuario y de esta manera poder registrar nuevos mandos a distancia en dependencia de las necesidades particulares de cada consumidor.

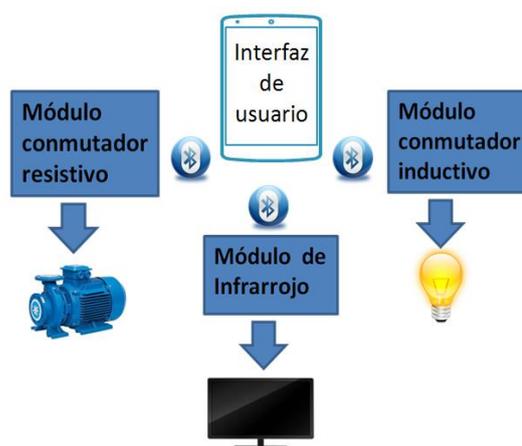


Figura. 3: Diagrama de bloques que componen el dispositivo electrónico.

Los módulos conmutadores están compuestos también por una placa de Arduino Nano con el fin de reducir el tamaño del encapsulado pues van acoplados dentro del electrodoméstico que se desea automatizar. Para complementar su funcionamiento, integran sensores en dependencia del terminal a controlar. Por ejemplo, en el módulo conmutador para cargas resistivas empleado en el control de lámparas se manejan los sensores de movimiento, iluminación y sonido. Por otro lado, en el módulo conmutador para cargas inductivas para el manejo de un motor de bombear agua se dedica el sensor ultrasónico de distancia. Para lograr variar la condición del dispositivo controlado se emplea un circuito compuesto por un Triac como actuador electrónico y un optoacoplador para aislar ópticamente el microcontrolador de los altos niveles de voltaje y corriente que requieren comúnmente los electrodomésticos.

5. ELABORACIÓN DEL SOFTWARE DE CONTROL Y LA APLICACIÓN DE ANDROID PARA LA GESTIÓN DEL EQUIPAMIENTO

El software desarrollado para el control de cada módulo, se programó empleando el IDE Arduino dado su flexibilidad y a la gran cantidad de bibliotecas de las que está provisto. Por otra parte, la aplicación para Android desarrollada como interfaz de usuario se elaboró en el IDE AndroidStudio. Este es el recomendado para la confección de aplicaciones por Google, quien es el propietario del sistema operativo Android. Las especificaciones de las funciones realizadas por estos softwares se abordan a continuación.

Software de control del módulo infrarrojo

El módulo infrarrojo debe ser capaz de establecer una conexión bluetooth con la aplicación de Android. Una vez conectados el módulo debe esperar recibir un carácter ASCII de la aplicación para indicar la acción a ejecutar por el microcontrolador.

En el proceso de transmisión-recepción de una señal por infrarrojo, existen muchas fuentes de interferencias, pues casi todos los cuerpos emiten radiación infrarroja. Para evitar esto, el mensaje o código debe ser modulado con una portadora. La idea básica sería mandar un tren de ondas estable que es la portadora y mezclarlo con la señal que se quiere enviar. Generalmente la transmisión de los pulsos se efectúa a 38 KHz pero existen otras como 30 KHz, 36 KHz o 56 KHz que son menos empleadas por los productores de controles remotos [10].

Existen múltiples protocolos para la modulación de señales infrarrojas como el NEC que es el más común y que hoy en día emplean casi todos los fabricantes. Este protocolo trabaja a 38KHz y lo particular es que envía doble, tanto la dirección como el comando, de forma normal y negada, como se muestra en la Fig. 4, consiguiendo que posteriormente

EQUIPAMIENTO PARA EL CONTROL REMOTO Y CENTRALIZADO DESDE UN TELÉFONO MÓVIL ANDROID DE LOS DIFERENTES ELECTRODOMÉSTICOS EXISTENTES EN LOS HOGARES

se puedan validar los datos. La dirección está asociada a un dispositivo, por ejemplo, un televisor o un equipo de sonido, mientras el comando está asociado a la acción o función del botón [11].

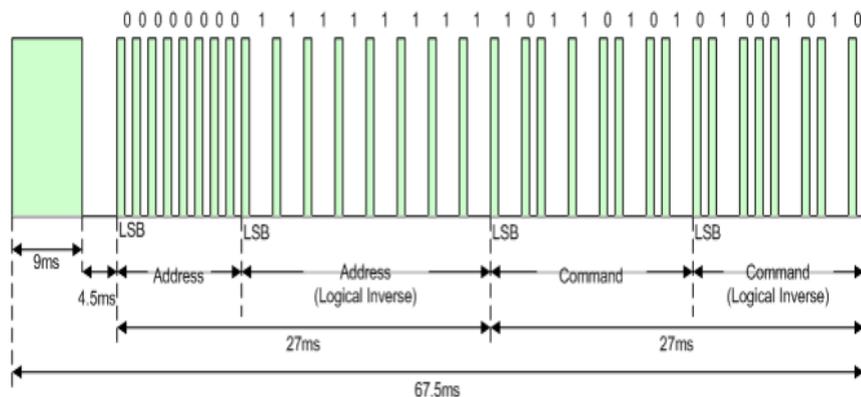


Figura 4: Tren de pulsos de una modulación NEC.

Existen más protocolos como SONY, PANASONIC, LG o JVC, que emplean distintos trenes de pulsos y cantidad de bits en sus tramas. El módulo infrarrojo elaborado es capaz de modular y demodular los códigos de los controles remotos de los equipos electrodomésticos del hogar. Se puede programar la detección de los trenes de pulsos dependiendo del protocolo y conociendo sus tiempos de transmisión, pero este proceso ya está implementado en diferentes bibliotecas digitales para el IDE de programación Arduino que fueron utilizadas a conveniencia aprovechando la ventaja de ser de código abierto.

Este módulo debe ser capaz de comunicarse con la mayor cantidad de electrodomésticos posibles, y para ello existen una gran variedad de códigos de infrarrojo que debe transmitir. Cada uno de estos códigos, en dependencia del formato, puede ocupar de 8 a 32 bits si pertenece a un protocolo conocido por la biblioteca. Si es desconocido, almacenar los valores de un código, puede ocupar hasta más de 100 bytes. En consecuencia, se almacenaron los códigos en la aplicación de Android, pues de esta manera, la cantidad de bits depende entonces del espacio disponible en la memoria interna o la tarjeta SD de cada teléfono móvil.

Software de control del módulo conmutador resistivo

El conmutador resistivo se empleó para su comprobación en la gestión de luces. Integra cinco modos de control: manual, automático a través del sensor de presencia PIR, por sonido empleando el sensor de sonido, por la luminosidad con el uso de la fotorresistencia y programado con el empleo de un Reloj en Tiempo Real RTC.

En el modo de trabajo automático, las luces pasan a ser controladas por el sensor PIR, que al detectar presencia genera una salida a nivel alto que es leída por el microcontrolador a través de uno de sus pines digitales y en consecuencia enciende la luz o la apaga. En el modo de luminosidad el control lo tiene la fotorresistencia que, dada la conexión realizada, genera un voltaje de 0 a 5V dependiendo de la luz que detecte y es pasado al microcontrolador por una de sus entradas analógicas. El modo de sonido funciona de forma similar, pero varía el voltaje en dependencia del sonido detectado. En el modo manual el usuario es quien controla las luces y en el modo programado, en dependencia de la fecha y hora configurada en el RTC, se varía el estado de los terminales.

Software de control del módulo conmutador inductivo

El conmutador inductivo se empleó para su comprobación en el control de un motor para bombear agua. Este módulo de puede configurar en cuatro modos de trabajo distintos: el modo manual, el modo automático donde el control lo tiene el sensor ultrasónico de distancia, y dos modos programados que dependen del tiempo que se le ajuste para el funcionamiento.

En la configuración manual, el usuario es quien únicamente tiene el control del equipo. En la configuración automática, depende de la lectura de distancia del sensor ultrasónico para encenderse si pasa debajo del nivel mínimo o apagarse si pasa encima del nivel máximo establecido. En la configuración programada simple, se ordena el encendido durante el tiempo dispuesto y en la configuración programada compleja, se determina una fecha y hora específica a través del RTC para el encendido del motor.

Aplicación de Android empleada como interfaz con el usuario

En el desarrollo de aplicaciones de Android existen dos componentes fundamentales, el visual y el de ejecución de la aplicación. Ambos están estrechamente vinculados pues el primero se refiere al diseño gráfico de la interfaz de usuario,

mientras el segundo es el que dicta las instrucciones a ejecutar por la aplicación al momento de interactuar con el usuario a través de la interfaz diseñada.

La aplicación desarrollada está compuesta por diferentes pantallas de interfaz gráficas que varían en dependencia del funcionamiento de la misma. Cada pantalla es configurada en un fichero XML de la carpeta layout y programada en un fichero JAVA de la carpeta java de AndroidStudio.

Inicialmente se muestran las pantallas de bienvenida (Fig. 5). Estas, solo son vistas la primera vez que se ejecuta la aplicación. Para implementar este proceso, se empleó un recurso de software llamado SharedPreferences que permite crear un fichero con un atributo que no se borra al cerrar la aplicación. De esta forma, se programó que al abrir la aplicación por primera vez se creara un atributo, indicándolo, el cual posteriormente es encuestado para saber si se muestra o no la bienvenida. Para el diseño de estas pantallas se utilizó un recurso visual llamado ViewPager que posibilita cambiar de interfaz al deslizar el dedo a un lado u otro de la pantalla táctil del teléfono.

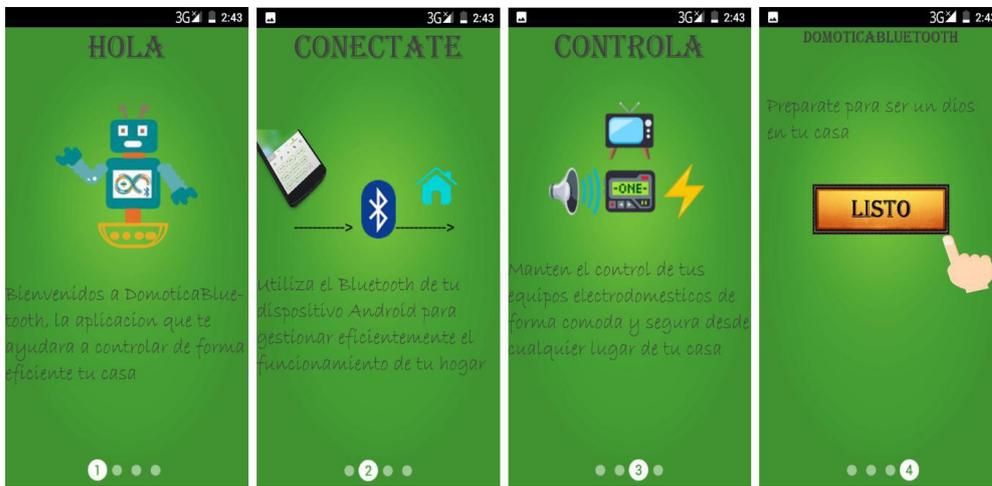


Figura 5: Vista previa de pantallas de bienvenida.

La pantalla principal de la aplicación (Fig. 6) es la próxima en la secuencia de ejecución y la más importante pues en ella se solicitan y realizan las conexiones con los otros dispositivos. El proceso de conexión comienza con la opresión de alguno de los botones con los íconos del terminal a controlar. En caso de no lograr ver el dispositivo debido a la distancia u otro factor, se le notifica al usuario a través de un Toast. Este es un recurso visual que permite mostrar mensajes en pantallas de corta duración, generalmente en la parte inferior.



Figura 6: Vista previa de la pantalla principal.

Al establecer la conexión, se muestra en la pantalla un Dialog para escribir la contraseña del módulo con el que se está vinculado y transmitirlo (Fig. 7). Un Dialog es un recurso visual que consiste en un mensaje de notificación o interactivo que se muestra en la pantalla, sin salir de ella.

EQUIPAMIENTO PARA EL CONTROL REMOTO Y CENTRALIZADO DESDE UN TELÉFONO MÓVIL ANDROID DE LOS DIFERENTES ELECTRODOMÉSTICOS EXISTENTES EN LOS HOGARES



Figura 7: Vista previa del Dialog de contraseña.

Si la contraseña es incorrecta se notifica a través de un Toast, de lo contrario se accede a la interfaz correspondiente, dando como resultado, en la versión de la aplicación desarrollada hasta el momento, una posibilidad de tres nuevas interfaz. Una para los equipos de control remoto, otra para las luces, y por ultimo para el motor de agua.

La pantalla de equipos por control remoto (Fig. 8), brinda la opción de controlar dispositivos de televisión, audio, cajas decodificadoras de televisión digital, DVDs y de ventilación. Cada uno de estos equipos puede tener una gran multitud de marcas y por tanto de controles remotos, cada uno de ellos con distintos códigos y protocolos de transmisión infrarroja. Para ello, la aplicación desarrollada integra los códigos de los mandos de televisores de las marcas Panda, Atec-Panda, Atec-Haier, Samsung, LG, HKC y Daewood, seleccionados por ser los que se encuentran con mayor frecuencia en los hogares. Además, cuenta con cajas decodificadoras de las marcas Konka, Soyea, Gelec, Haier y Runch y un ventilador de la marca Midea, seleccionadas por la misma razón que los televisores.

Para el caso del usuario que tenga un equipo de una marca distinta a las mencionadas, se implementó un botón de agregar control, que abre una pantalla diseñada para este fin (Fig. 8). Los códigos de infrarrojo recibidos son almacenados empleando SharedPreferences, de forma tal que no se pierden mientras no se desinstale la aplicación. La pantalla de los mandos (Fig. 9) es donde se transmiten los códigos que ya están integrados en la aplicación y los nuevos configurados como se explicó anteriormente. Cada mando puede tener un diseño distinto, dependiendo del equipo al que pertenezca y de la marca, pues a pesar de ser del mismo equipo, no tienen por qué tener los mismos botones. Para el acceso al mando de cada equipo se programó el recurso visual TabHost que permite acceder a diferentes diseños de la misma pantalla.



Figura 8: Vistas previas de la pantalla de equipos de control remoto y la de agregar un nuevo mando respectivamente.



Figura 9: Vista previa de la pantalla de mandos.

Otra de las pantallas de control de terminales es la de las luces (Fig. 10). Al entrar en ella, se actualiza en dependencia del estado del terminal. Con la opresión del interruptor o la variación del modo de configuración se transmiten las cadenas de caracteres destinadas a cada acción.



Figura 10: Vista previa de la pantalla de control de luces.

Por último, está la pantalla de control del motor de agua (Fig. 11). De igual manera se programó la actualización además de un botón que también ejecuta este procedimiento. El modo de trabajo en el que opere el módulo, así como la variación en el estado, se indican mediante la transmisión de una cadena de caracteres hacia el microcontrolador. Se empleó un Dialog para programar el tiempo de encendido del motor, el cual es transmitido para que sea el módulo conmutador el que cuente la duración del proceso y vaya actualizando el conteo regresivo en la aplicación.



Figura 11: Vista previa de la pantalla de control del motor de agua y el Dialog de programación de tiempo.

6. COMPROBACIONES PARA EL FUNCIONAMIENTO ADECUADO DEL EQUIPAMIENTO

Posterior a la confección del módulo infrarrojo se realizaron las pruebas para la comprobación de su correcto funcionamiento. En el análisis realizado se verificaron los sensores infrarrojo midiendo la distancia máxima hasta las que son capaces de transmitir y recibir correctamente los datos.

Para comprobar la transmisión se efectuaron emisiones de pruebas de los códigos almacenados en la aplicación llegando a la conclusión de que la correcta recepción del código por parte del electrodoméstico depende, en gran medida, del receptor que utilice. Es decir que todos los equipos controlados no tienen por qué funcionar correctamente a la misma distancia ni en el mismo ángulo de transmisión.

Por otra parte, la detección es más confiable, en cualquier caso, al estar más cerca del receptor, recomendándose la instalación del equipo a una distancia menor de 5 m de los electrodomésticos que se desean controlar y orientarlos lo más directamente posible para evitar que el ángulo de incidencia afecte la recepción correcta del código.

Para realizar las pruebas de recepción se tomó como muestra un mando de televisor Panda para hacer varias emisiones a diferentes distancias y chequear la correcta recepción.

En consecuencia, se aconseja a la hora de almacenar los códigos de nuevos controles que no se encontraban en la aplicación, apuntar el mando lo más directamente posible al equipo y a una distancia menor de 5 m para lograr un desempeño óptimo del módulo infrarrojo como lo indica la Fig. 12.

EQUIPAMIENTO PARA EL CONTROL REMOTO Y CENTRALIZADO DESDE UN TELÉFONO MÓVIL ANDROID DE LOS DIFERENTES ELECTRODOMÉSTICOS EXISTENTES EN LOS HOGARES

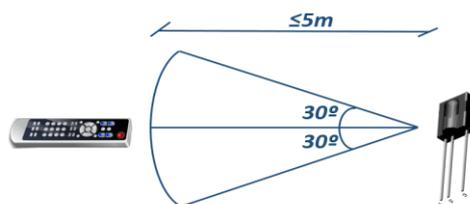


Figura 12: Esquema de distancia y ángulo de incidencia de los sensores.

En los módulos conmutadores se realizaron pruebas de funcionamiento a cada sensor empleado en los ejemplos de control fabricados. Para el caso del control de luces se analizaron el sensor de presencia, la fotorresistencia y el sensor de sonido, mientras que para la bomba hidráulica se analizó un sensor de distancia.

En el circuito de control se comprobó que el tiristor de carga se disparase con la activación del optoacoplador, ilustrándose en la Fig. 13.

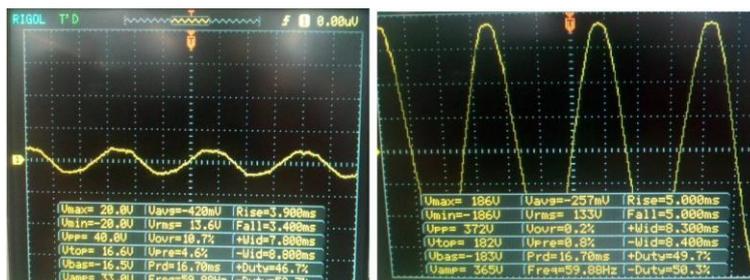


Figura 13: Tensión en la carga antes y después del disparo del tiristor.

Una vez comprobado el disparo es necesario controlar la fase para poder aumentar o disminuir la potencia suministrada a la carga. En la Fig. 14 se muestra una señal de media fase.

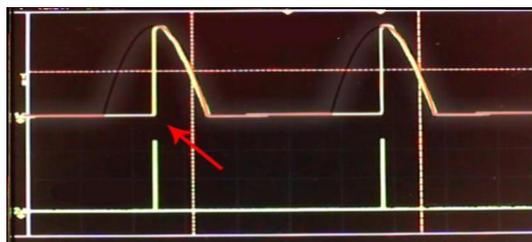


Figura 14: Señal de media fase

Para poder realizar lo planteado se requiere conocer el momento en que la señal sinusoidal cruce por 0 V para, controlando el disparo del Triac, poder determinar el tiempo que se quiere conducir corriente a la carga. En la Fig. 15 se muestra la salida del circuito de detección de cruce por cero relacionada con la señal de 120 VAC. Basado en todo lo planteado se realizó la comprobación del control de fase para ver como quedaba el ángulo de disparo.

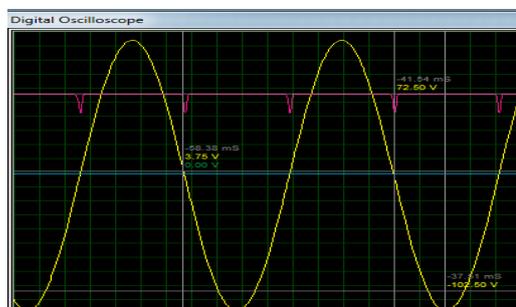


Figura 15: Señal de detección de cruce por cero

Análisis de costos

El aspecto económico es de vital importancia en la realización de todo proyecto, pues proporciona una dimensión de cuán factible puede resultar su implementación. El costo económico de los componentes del sistema implementado en el proyecto se refleja la Tabla 1.

Tabla 1: Relación de costo de los componentes empleados.

| Componentes | Precio Unitario (USD) | Cantidad | Precio Total |
|---|-----------------------|----------|--------------|
| Placa de desarrollo Arduino Nano v3 | 1.13[12] | 3 | 3.39 |
| Sensor de presencia PIR HC-SR501 | 0.54[12] | 1 | 0.54 |
| Sensor Ultrasónico HC-SR04 | 0.56[12] | 1 | 0.56 |
| Sensor de sonido KY-038 | 0.45[12] | 1 | 0.45 |
| RTC ZS-042 | 4[12] | 3 | 12 |
| Modulo bluetooth HC-06 | 2.92[12] | 3 | 8.76 |
| Fotorresistencia GL55 | 0.23[12] | 1 | 0.23 |
| Led infrarrojo IR333 | 0.44[12] | 1 | 0.44 |
| Receptor modulador de infrarrojo VS1838 | 0.34[12] | 1 | 0.34 |
| Triac BTA41 | 5.8[8] | 2 | 11.6 |
| Optoacoplador 4n25 | 0.47[8] | 4 | 1.88 |
| Rectificador Bridge | 0.56[8] | 4 | 2.24 |
| Transformador de 110VAC o 220VAC a 5VAC | 3.24[8] | 2 | 6.48 |
| Otros componentes | 10% total | | 9.78 |
| TOTAL | | | 58.69 |

En la elaboración del presupuesto no se tuvo en cuenta su costo económico para el montaje, resultando una inversión total de 58.69 (USD). Es válido aclarar que los componentes disminuyen el valor de su costo al aumentar la cantidad que se compren favoreciendo la producción masiva del equipamiento.

7. CONCLUSIONES

El diseño del equipamiento de control remoto concluyó de forma exitosa lográndose el montaje de los tres módulos que se propusieron y arrojando los siguientes resultados:

- Se elaboró un módulo de infrarrojo para el control de los electrodomésticos que dispongan de esta tecnología. Cuenta con la novedosa capacidad de aprender nuevos códigos de los mandos a distancia posibilitando la estandarización del control.
- Se fabricaron dos módulos conmutadores, uno para cargas resistivas y otro para cargas inductivas, ejemplificados a través del control de las luces y de una bomba hidráulica. Cada módulo puede ser

EQUIPAMIENTO PARA EL CONTROL REMOTO Y CENTRALIZADO DESDE UN TELÉFONO MÓVIL ANDROID DE LOS DIFERENTES ELECTRODOMÉSTICOS EXISTENTES EN LOS HOGARES

configurado por el usuario en diferentes modos de trabajos brindando un alto grado de control sobre el electrodoméstico conectado.

- Se confeccionó una aplicación para el sistema operativo Android que mediante bluetooth, sirve de interfaz remota para que el usuario de manera sencilla y desde su teléfono móvil pueda controlar el funcionamiento de los electrodomésticos conectados a los módulos.

De forma general se fabricó un equipamiento que desde un teléfono móvil Android permite, a través de la conexión bluetooth, centralizar el control de forma remota sobre cualquier electrodoméstico, sin distinguir marcas y adaptándose al funcionamiento del mismo.

REFERENCIAS

- [1] «Sobre domótica», jun.14, 2017. <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica> (accedido abr. 20, 2019).
- [2] O. Sanclemente Carretero, «Casa Domótica con Arduino», Grado Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2016.
- [3] J. Celis et al., «Voice processing with Internet of Things for a home automation system», en 2018 IEEE XXV International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON), ago. 2018, pp. 1, doi: 10.1109/INTERCON.2018.8526420.
- [4] «Introducción al internet de las cosas. Construyendo un proyecto de IoT», 2013. https://www.carriots.com/newFrontend/imgcarriots/press_room/Construyendo_un_proyecto_de_IOT.
- [5] H. M. T. S., G. E. M. P., y C. J. P. A., «Implementation of a Low Cost Smart Home Based on Standard 802. 11 b/g/n WiFi», en 2019 7th International Engineering, Sciences and Technology Conference (IESTEC), oct. 2019, pp. 521, doi: 10.1109/IESTEC46403.2019.00099.
- [6] «Electrodomésticos», 2019, <http://www.wikipedia.com/electrodomesticos> (accedido abr. 23, 2019).
- [7] M. Rodríguez Diego, «Gestión domótica de una casa unifamiliar basada en Arduino», Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías Industriales, Valladolid, 2017.
- [8] P. Flores, M. Moscoso-Martinez, L. I. Minchala, A. Vazquez-Rodas, y D. Astudillo-Salinas, «A simple reliable wireless bus design for home automation systems», en 2018 IEEE XXV International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON), ago. 2018, pp. 1, doi: 10.1109/INTERCON.2018.8526397.
- [9] L. L. Peterson y B. S. Davie, *Computer Networks*, 5th edition. Burlington, Calif: Morgan Kaufmann Publisher, 2012
- [10] «Los mandos de infrarrojos. Controlando Arduino con un mando a distancia IR», 2015, <http://www.prometec.net/los-mandos-de-infrarrojos/controlando-arduino-con-un-mando-a-distancia-ir> (accedido abr. 20, 2019).
- [11] «Tutorial Arduino y control remote infrarrojo», jun. 8, 2016. http://www.naylampmechatronics.com/tutorial_arduino_y_control_remoto_infrarrojo (accedido abr. 23, 2019).
- [12] «AliExpress», 2019. <http://www.AliExpress.com> (accedido may. 4, 2019).

SOBRE LOS AUTORES

Ing. Daniel Alejandro Lazo Tamayo. Profesor instructor en adiestramiento del Centro de Investigaciones en Microelectrónica de la Facultad de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica de la Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echevarría” CUJAE. Imparte docencia en asignaturas relacionadas con la Electrónica Analógica. Su línea de investigación está vinculada al diseño electrónico con microcontroladores y sensores con interfaz digital aplicados a la automatización de sistemas. Trabaja en proyectos de desarrollo de tecnologías para el control de bombas de agua e iluminación inteligente con las empresas cubanas SEISA y CEDAI.

DrC. Pablo Montejo Valdés. Profesor titular del CIME del Centro de Investigaciones en Microelectrónica) de la Facultad de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica de la Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echevarría” CUJAE. Imparte docencia de pregrado y postgrado en asignaturas relacionadas con la electrónica analógica y la electrónica digital. Su línea de investigación está dirigida a los sistemas de datos e inteligencia artificial, la programación de microcontroladores y los sistemas de redes neuronales. Actualmente se desempeña como decano de la Facultad de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica de la CUJAE.