

BITÁCORA DE ACCESO DIGITAL ASISTIDA POR TECNOLOGÍA RFID

DIGITAL ACCESS LOG ASSISTED BY RFID TECHNOLOGY

Rodrigo Villegas Téllez

TecNM / Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, México
rovillegas@itesi.edu.mx

Elizabeth Gabriela Vargas Espinoza

TecNM / Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, México
gavargasl@itesi.edu.mx

María Guadalupe Amézquita Delgado

TecNM / Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, México
maamezquita@itesi.edu.mx

Christian Martin Aguilera Orozco

TecNM / Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, México
IS15111474@es.itesi.edu.mx

Recepción: 31/octubre/2019

Aceptación: 17/diciembre/2019

Resumen

El presente trabajo permite obtener una bitácora de acceso en la que el personal que ingresa a determinada área de trabajo registra su ingreso a través de Identificadores de Radiofrecuencia (RFID - *Radio Frequency Identification*). Estos identificadores son dispositivos llamados TAG (antenas de radiofrecuencia) utilizados en forma de credencial o llaveros. El resultado final permite mostrar la bitácora de acceso en una aplicación móvil que mantiene una comunicación con el sistema instalado en la puerta del área de trabajo de la que se quiere mantener información. El sistema instalado en el marco de la puerta se desarrolló utilizando una contrachapa administrada por un microcontrolador compuesto por un lector de radiofrecuencia que detecta mediante proximidad la presencia de un TAG. De la misma manera fue necesario un dispositivo Bluetooth para permitir el envío de la bitácora almacenada en el microcontrolador a la aplicación móvil del usuario con permisos de administrador. El resultado final permitió visualizar a través de una

aplicación móvil la fecha y hora de acceso de todos y cada uno de los usuarios que ingresaron a determinada área de trabajo.

Palabra(s) Clave: Sistema de acceso, Aplicación móvil, Bitácora de acceso, Microcontrolador, RFID

Abstract

This project develops an access log that generates the personal now they are logging the access to certain area using Radio Frequency Identification. This device called TAG are credentials or key chains. The result displays the access log in a mobile application through the communication via with the system installed in the door frame's access door. The system installed in the door frame was developed using a plywood controlled using a microcontroller composed by a RFID reader which detects TAGS. In the same way it was necessary a Bluetooth device that allows the communication via to send the access log to the mobile app using an administrator logging. The result of this project displays the user's logs (date and hour) through the mobile app of all users that accessed to certain area.

Keywords: Access log, Access system, Microcontroller, Mobile app, RFID.

1. Introducción

Una bitácora de acceso permite identificar qué usuarios ingresaron a determinada área, conociendo puntualmente la fecha y hora en la que entraron. Un reporte de este tipo es muy útil en las organizaciones para mantener un control del personal que tiene acceso a determinada área, así mismo permite rastrear y delimitar el personal ante una eventualidad en el área controlada.

El sistema que es montado en el marco de la puerta les permite a los usuarios portar un TAG tipo llavero o credencial que sustituye a la llave tradicional para abrir dicha puerta. Un TAG es suficiente para dar acceso a n puertas dentro de la organización, lo que resulta práctico para el personal que únicamente porta un TAG tipo credencial o llavero.

El sistema desarrollado para controlar la contrachapa que se monta en el marco de la puerta emplea un microcontrolador de tipo Arduino Uno que almacena en su

memoria EEPROM cada TAG. El algoritmo implementado para registrar cada TAG en memoria requiere de un TAG denominado maestro, el cual permite dar de alta o baja los TAGS del personal. Este mismo TAG maestro habilita el Bluetooth del sistema para permitir la comunicación con la aplicación móvil y migrar la bitácora al teléfono del administrador.

El estado del arte que se presenta en esta sección es una compilación de resultados obtenidos de algunas investigaciones para establecer una relación con el presente trabajo.

Cerradura Electrónica Inalámbrica Asistida por una Aplicación Android

Se realizó un sistema electrónico con codificación de colores, capaz de ser adaptado en una cerradura convencional y manipulado inalámbricamente por medio de una aplicación móvil en el sistema operativo Android desarrollado por Ricardo David Silva. En el sistema se utilizó la tecnología Bluetooth para realizar la conexión con los dispositivos móviles, la implementación se realizó por medio de un módulo HM-10, que cumplió con las características requeridas, conectado a un microcontrolador ATMEGA328P-PU de la empresa ATMEL. [Silva, 2018].

El software que se realizó se dividió en la programación del microcontrolador y la programación de la aplicación en el sistema operativo Android. Los requerimientos por cubrir en la programación del microcontrolador fueron atender las necesidades básicas de una cerradura convencional como es abrir y cerrar; una vez realizadas estas funciones básicas se programaron funciones de limitación de número de intentos, identificación de usuarios, registro de usuarios, cambio de contraseña de registro, cambio de nombre de usuario, por mencionar algunos. La intención de desarrollar una aplicación móvil en Android es brindar las funciones requeridas por el microcontrolador de la cerradura, siendo importante la comunicación e integración coherente entre ambos componentes.

Su funcionamiento principal de este sistema implica de primera instancia analizar el tipo de chapa y la forma en cómo podría adaptarse, por lo que fue necesario realizar una búsqueda de chapas sencillas y económicas que cuenten con un sistema simple de apertura y cierre. Con la elección del servomotor S05NF STD y las

configuraciones realizadas se podría garantizar el correcto funcionamiento de la chapa.

Los resultados que se obtuvieron fueron que la aplicación presentaba algunos fallos de conexión debido a la plataforma de MIT app inventor donde se desarrolló la aplicación. La cerradura cumple los requerimientos necesarios donde el interruptor magnético cumplió correctamente la función. El desempeño eléctrico presentó problemas en su consumo de energía, fue necesario una optimización para extender la autonomía del sistema.

Sistema de seguridad para el ingreso al laboratorio de software de la “ES.FO.T.”

Juan Carlos Guanochanga realizó un sistema que fuera capaz de permitir el acceso a un laboratorio por medio de una clave plasmada en un teclado y mostrado en una pantalla LCD. El sistema es activado por la clave que el usuario introduce; si la contraseña es incorrecta, se activará una secuencia de alarma que está implementada por medio de una sirena. También se implementó un circuito de energía de respaldo, en caso de una interrupción eléctrica. El sistema se controló por medio del microcontrolador ATMEL AT89C51 [Guanochanga, 2006].

El microcontrolador AT89C51 permitió recibir información de sensores para interpretarla, procesarla y ejecutar las instrucciones de código que se programaron con anterioridad. La funcionalidad del sistema está basada en una clave que se inserta en un teclado 4X4, una memoria EEPROM que permite guardar con anticipación las contraseñas introducidas y modificarlas. Con lo anteriormente mencionado, se utilizó una cerradura eléctrica que proporcionara las características apropiadas y se adaptaron sensores magnéticos y de movimiento, los cuales permiten tomar señales de apertura y proximidad.

Para su correcto funcionamiento se integró el circuito en una placa que permitirá la unión de todo el componente ya mencionado con anterioridad, donde se dejó un espacio para los suministros de energía que fueran accesibles para su conexión.

Los resultados que se obtuvieron fueron satisfactorios. La cerradura cumplió con el funcionamiento correcto. Los elementos integrados a la tarjeta no presentaron fallos

a la hora de la ejecución del proyecto. La utilización de una alarma por medio de una sirena dio un resultado satisfactorio y los suministros de energía mantuvieron una constante energización de los dispositivos, aunque se dan recomendaciones para lograr un sistema completo. Para ello, se podrían remplazar los sensores con otros que ofrezcan un mayor grado de seguridad. También se recomendó hacer cambios a la cerradura, ya que el sistema puede ser vulnerado, y la utilización de servomotores podría mejorar la capacidad de cerradura del sistema.

Sistema de control para una cerradura electrónica mediante módulo GSM combinado con microcontrolador pic18f2520 y tarjetas SMARTCARD

Se presenta un sistema de control de cerradura por medio inalámbrico desarrollado por José Asensio. Este proyecto utilizó una red de telefonía móvil para permitir al usuario, ubicado en cualquier lugar, conocer el estado de la cerradura y la cantidad de aperturas que ha realizado. El producto se presentó como útil, sencillo y asequible para el usuario; utilizando una interacción física con el sistema, y permitiendo acceder con una Smartcard que es reconocida por el sistema, mostrando los mensajes en una pantalla LCD [Asensio, 2013].

El proyecto presentó su funcionalidad con:

- Un microcontrolador 18F, el cual controla el estado del elemento de seguridad (en este caso, una caja fuerte), ejerce el control sobre él, almacena los datos del usuario (o usuarios), y maneja tanto el módulo GSM como las tarjetas Smartcard.
- Un módulo GSM con tarjeta: encargado de la comunicación con el usuario por telefonía móvil. Este elemento se controló bilateralmente, tanto por el microcontrolador como por el dispositivo móvil del usuario, haciendo de puente entre los dos.
- Un lector de tarjetas Smartcard: se trata del encargado de identificar a los usuarios, y permitir su acceso al elemento de seguridad. Hace de intermediario físico entre el microcontrolador 18F, que actúa y otorga los permisos al dispositivo, y el usuario, que se identifica mediante una tarjeta Smartcard con una memoria EEPROM que contiene información del usuario.

- Indicadores e interruptores: formado por una pantalla LCD y un teclado alfanumérico, son los encargados de permitir la interacción física entre el usuario y el dispositivo.

La programación del sistema se llevó a cabo programando temporizadores de apertura. La funcionalidad de los dispositivos acoplados con el microcontrolador fue realizada en Code Composer Studio V.4.104.

Los resultados que se obtuvieron permitieron saber que se encontraron fallos en el funcionamiento del teclado alfanumérico, información de contraseñas que no se guardaban y los menús que se debían reconfigurar.

Al realizar los ajustes necesarios, se llegó a la satisfacción con el producto debido a que cumplía los requerimientos planteados, obteniendo la comunicación correcta entre usuario y sistema. Además, se logró tener un dispositivo intuitivo y fácil de utilizar. Gracias a las interfaces que se presentan en la aplicación móvil, se consiguió crear un dispositivo con elementos interactivos y tener un dispositivo para múltiples usos.

2. Métodos

En este proyecto se utiliza una investigación mixta porque por una parte utiliza la investigación documental y aplicada. Fue necesario analizar tres investigaciones de trabajos previos para establecer el estado del arte, principalmente libros y documentos de tipo tesis.

Las fases que a continuación se describen son parte del presente trabajo en las que se detallan todas y cada una de las actividades realizadas:

- **Fase 1: Análisis**

- ✓ Actividad 1: Se investigaron los costos de los componentes que se ocuparon para el prototipo. Se obtuvo información de los componentes en páginas web y en tiendas de electrónica.
- ✓ Actividad 2: Se investigaron los requerimientos de programación para cada uno de los componentes, así como las librerías y su código de funcionamiento de cada módulo utilizado.

- **Fase 2: Diseño**

- ✓ Actividad 1: Se desarrollaron los algoritmos que permiten la administración de la memoria EEPROM del microcontrolador para almacenar cada TAG. Así mismo fueron necesarios algoritmos para administrar el registro y la eliminación de los TAGS y la migración de la bitácora de acceso a la aplicación móvil.
- ✓ Actividad 2: Elaboración del diseño del circuito electrónico en un simulador virtual. Esta actividad sentó las bases para construir el circuito en la plataforma para probar su funcionamiento.
- ✓ Actividad 3: Se diseñó la interfaz de la aplicación móvil para mostrar la bitácora de acceso digital.

- **Fase 3: Desarrollo**

- ✓ Actividad 1: Se adquirieron los materiales y herramientas para el armado del prototipo.
- ✓ Actividad 2: Se implementó el circuito en una placa tipo protoboard para probar su funcionamiento físicamente.
- ✓ Actividad 3: Se codificaron los algoritmos en el microcontrolador para administrar cada uno de los componentes integrados al sistema.
- ✓ Actividad 4: Se desarrolló la aplicación móvil que recibe vía Bluetooth la bitácora de acceso que genera el sistema.

- **Fase 4: Pruebas**

- ✓ Actividad 1: Se probaron cada uno de los algoritmos desarrollados para validar su correcto funcionamiento dentro del sistema (validación software).
- ✓ Actividad 2: Se probó el sistema por algunos días para verificar el correcto funcionamiento mecánico del sistema descartando posibles fallas (validación hardware).

En el desarrollo de software se utilizó un ciclo de vida en cascada, ya que los requerimientos del software se han planteado de una manera clara y completa con anterioridad permitiendo que se desarrollara el software de manera rápida.

Requisitos del sistema

El precio del sistema es barato debido a que el software está desarrollado con la tecnología de Arduino haciendo los módulos baratos y fáciles de implementar. La disponibilidad del sistema será capaz de mantener el funcionamiento del sistema durante 10 horas consecutivas, el sistema solo será usado cuando la energía sea suministrada por medio de encargado del laboratorio.

En los requisitos no funcionales que desarrollará el sistema, se encuentran:

- El sistema será montado en la propia chapa existente en ya en laboratorio de cómputo.
- Contará con un protector del sistema que cubra la tecnología RFID y el circuito en su totalidad.

Requisitos del software

Se desarrollaron los siguientes requisitos del sistema en la programación.

- El sistema será capaz de contar con una tarjeta maestra que tenga las capacidades de dar de alta y baja nuevos usuarios en el sistema.
- El sistema contará con un led de notificaciones que tendrá la capacidad de encender cuatro colores rojo, verde, azul y amarillo. Este led notificará cada vez que un TAG sea dado de alta con el color verde, notificará cuando un TAG sea dado de baja con el color rojo, notificará con el color azul cuando el TAG maestro sea leído por el módulo RFID y notificará con un led amarillo cuando los espacios de la memoria disponibles sean menores a 10.
- El sistema contará con una contrachapa para que su instalación sea sencilla y fácil de realizar.
- El sistema será capaz de almacenar 50 TAG's para su utilización.
- Los TAG's guardados en el sistema podrán darse de baja cuando el encargado lo requiera.
- Los TAG's no guardados en el sistema podrán darse de alta cuando el encargado lo requiera.
- Se notificará con un led de color amarillo cuando el número de espacios sea menor a 10.

- Se tendrá un botón que permitan el reinicio del sistema eliminando todos los TAG's.
- Se integrará un botón, al ser presionado se enviará la información de la bitácora.
- Se tendrá un zumbador que permita notificar por medio de un sonido que los TAG's fueron dados de alta y baja, indicando que el TAG maestro fue dado de alta.

Este sistema contempla para la visualización de la bitácora una aplicación de Android que sea capaz de conectarse con el sistema por medio de la tecnología Bluetooth.

- La aplicación tendrá una interfaz que permita la conexión con un cliente Bluetooth.
- Tendrá una caja de texto donde se mostrará a información del sistema de la bitácora.
- Tendrá una interfaz donde se guardarán la información de las personas que tienen asignado un TAG para el acceso del laboratorio.

Diseño de programas

Para la realización del sistema se llevará a cabo en la tecnología Arduino, con la utilización de módulos de tarjetas SD, lector de RFID, RTC (reloj en tiempo real de bajo coste, alta precisión y oscilador interno) y Bluetooth.

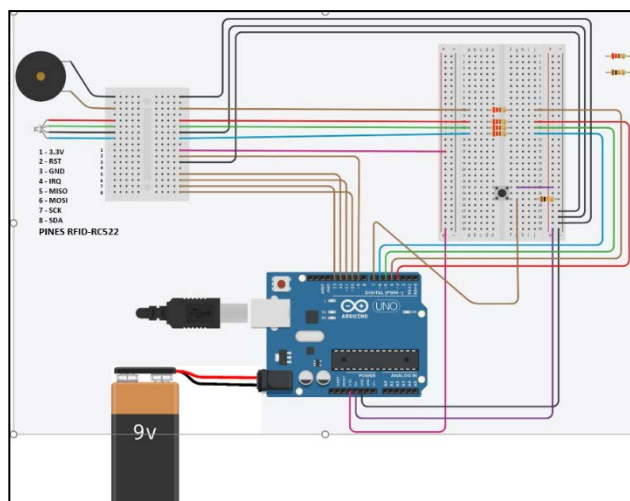
Desarrollar el sistema en el lenguaje de programación de Android podrá aplicar todos los módulos y crear un sistema que en conjunto sea funcional. Las librerías de programación serán las siguientes Software Serial, SPI, MFRC522, EEPROM, SD, Wire, RTCLib.

La aplicación móvil diseñada en la plataforma online de MTI inventor estableció la conexión con el módulo Bluetooth de Arduino, añadiendo en la aplicación un escaneo de dispositivos Bluetooth. Se añadieron botones de conexión y desconexión con el dispositivo seleccionado. En el momento que se tiene la conexión se envía la información leída del módulo de Micro SD Card de Arduino a

la aplicación, la información se muestra en una caja de texto, esta información es lo que contiene la bitácora generada en Arduino. En la siguiente interfaz desarrollada se agrega una caja de texto en la cual se inserta los usuarios que se dieron anteriormente de alta en el sistema.

3. Resultados

El resultado final de este trabajo permitió conocer de manera muy puntual datos, relacionados al acceso registrado a modo de prueba por los TAG's RFID. El diseño y desarrollo del sistema (contrachapa montada en el marco de una puerta) permitió hacer pruebas resaltando la importancia de no modificar en ningún momento la estructura de una puerta y su chapa. El diseño del controlador necesario para identificar a los usuarios que ingresan se muestra en la figura 1.



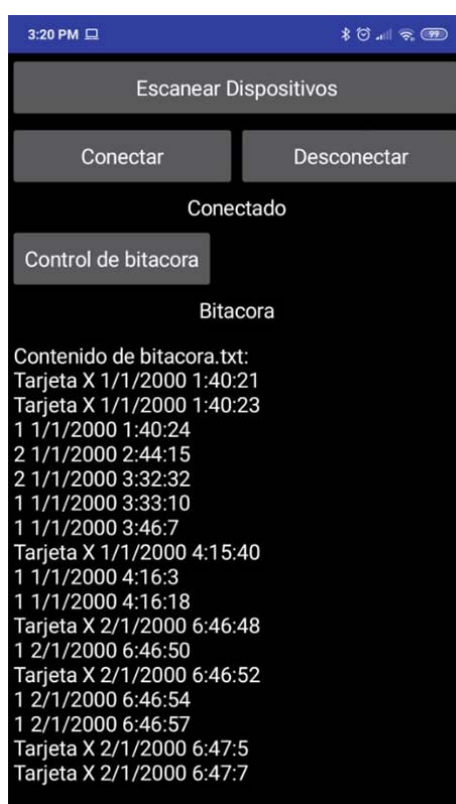
Fuente: [Aguilera, 2019].

Figura 1 Diseño de controlador de acceso.

Para recuperar la información del microcontrolador almacenada en la memoria interna EEPROM se emplearon los algoritmos propuestos de registro y recuperación de la información, los cuales permitieron una correcta gestión de la memoria a pesar de tener una muy reducida capacidad de almacenamiento (1.0 kb). La aplicación móvil mantuvo una correcta comunicación con el sistema vía Bluetooth y mostró satisfactoriamente la bitácora de acceso en la que se mostraron todos y cada uno

de los registros realizados. La aplicación finalmente devolvió datos interesantes como el nombre de las personas registraron un acceso en el sistema, así como la fecha y hora.

En la figura 2 podemos ver la información enviada a la aplicación móvil, en la interfaz observamos el número de TAG que fue leído, en caso de no estar almacenado en la memoria EEPROM, de igual manera de guarda la información, pero se muestra como "Tarjeta X". Posterior al número de tarjeta ingresado se observa la fecha y hora de ingreso.



Fuente: [Aguilera, 2019].

Figura 2 Bitácora de Acceso en Aplicación Móvil.

4. Discusión

Dados los resultados obtenidos, es importante señalar que se detectaron áreas de oportunidad para mejorar el sistema. Agregar funciones a la aplicación móvil tales como habilitar o restringir el acceso del personal, dada una configuración de parámetros relacionados con los usuarios o fecha-hora; representaría un avance

interesante y brindaría un mayor control a los administradores o responsables de cada área en la que nuestro sistema fuese instalado.

Durante el desarrollo detectamos que no es suficiente una plataforma para dispositivos móviles, siendo el sistema operativo Android la plataforma empleada. Como trabajo futuro analizaremos la posibilidad de tener la aplicación móvil disponible para dispositivos móviles con sistema operativo iOS, y con el apoyo a pruebas que ofrece Apple usando Test Flight.

La bitácora de acceso obtenida por el sistema es muy útil para mantener información del personal que ingresa a determinada área. Con este tipo de información, el personal que tiene bajo su resguardo recursos materiales almacenados en el área en donde se instale este sistema, obtiene un respaldo de seguimiento que puede utilizar al momento de sufrir un robo o daño de los recursos que tiene asignados. Adicionalmente la bitácora en sí misma es un reporte de control que algunos organismos auditores pueden exigir como una medida de calidad en la operación de la institución que cuente con el sistema propuesto.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Amo, F., Martínez, L., & Segovia, J. (2005). *Introducción a la ingeniería de software: Modelos de desarrollo de programas*. Zaragoza: Delta publicaciones universitarias.
- [2] Asensio, J. (2013). *Sistema de control para una cerradura electrónica mediante módulo GSM combinado con microcontrolador pic18f2520 y tarjetas SMARTCARD*. Cartagena: <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3599/pfc5325.pdf;jsessionid=895B656D07ACE9355D4FE0DBAF8193F9?sequence=1>.
- [3] Boylestad, R., & Nashelsky, L. (2003). *Electrónica: Teoría de los circuitos y dispositivos electrónicos 2003*. Distrito Federal: Person Educación.
- [1] HETPRO. (2017, 12 de noviembre). *Microcontrolador ¿qué es? y ¿para qué sirve?*: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/microcontrolador/>.
- [2] Irene, F., Arturo, B., Maria, A., & Rosana, G. (2015, 7 de mayo). *Dispositivos móviles*: http://isa.uniovi.es/docencia/SIGC/pdf/telefonía_movil.pdf.

- [3] Guanochanga, J. C. (2006). Sistema de seguridad para el ingreso al laboratorio de software de la “ES.FO.T.” Quito: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1933>.
- [4] IONOS. (2019, 1 de abril). ¿Qué es Bluetooth? Toda la información sobre el estándar inalámbrico: <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/que-es-bluetooth/>
- [5] Pérez, M., & Abraham, D. (2007). La informática. Presente y futuro en la sociedad. Madrid: Dykinson, S.L.
- [6] Roger, P. (2010). Ingeniería del Software. Estado de México: Mc Graw-Hill Interamericana Editores.
- [7] Silva, R. D. (2018). Cerradura Electrónica Inalámbrica Asistida por una Aplicación Android. Ciudad de México: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/15732/Cerradura%20Electr%C3%B3nica%20Inal%C3%A1mbrica%20Asistida%20por%20una%20Aplicaci%C3%B3n%20Android.pdf?sequence=1>.
- [8] Tanenbaum, A. (2003). Sistemas operativos modernos. Estado de México: Person Educación.
- [9] Velare, C., & Domínguez, L. (2002). Redes Inalámbricas: <https://curso.ihmc.us/rid=1HBGWJFCG-20WFRGT-JD/redesInalambricas1.pdf>.
- [10] Yoanes, L. (2003). Fundamentos de programación. Madrid: McGRAW-HILL/Interamericana de España.