

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA EL EMPRENDIMIENTO DE UNA EMPRESA SUSTENTADA EN UN SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO RFID

JAVIER ALEXANDER JIMÉNEZ VALBUENA



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELECTRICA,
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA, 2014

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN
PROTOTIPO PARA EL EMPRENDIMIENTO
DE UNA EMPRESA SUSTENTADA EN UN
SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO RFID**

JAVIER ALEXANDER JIMÉNEZ VALBUENA

Trabajo de grado para optar por el título de:
Ingeniero Electrónico

Director

Msc. JORGE HERNANDO RAMÓN SUAREZ
Ingeniero Electricista

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELECTRICA,
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA, 2014

A mis padres y hermana

En primer lugar agradezco a Dios por estar presente en cada paso que doy, concediéndome la sabiduría y la fortaleza necesaria para afrontar las situaciones de cada día.

Agradezco a mis padres y mi hermana, su apoyo, su comprensión y su amor incondicional. Porque a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mis capacidades. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

Agradezco a todas y cada una de las personas que han contribuido directa o indirectamente en la culminación de este proyecto. En especial para la Ingeniera Diana Carrillo por su ayuda oportuna e incondicional.

Al grupo ERA, gracias por haberme acogido en su familia, por haberme permitido complementar mi formación, pero sobre todo, Gracias por todas las enseñanzas que me concedieron.

Al director de este proyecto, el profesor Jorge Ramón, por sus enseñanzas, por su apoyo incondicional al estar presente en la solución de cada unas de las dificultades presentadas.

Al profesor Alfredo Acevedo, agradezco todos sus consejos, la ayuda y la confianza depositada en cada uno de los proyectos emprendidos a través de esta etapa de formación.

Javier Alexander Jiménez Valbuena

Índice general

| | |
|--|-----------|
| Introducción | 13 |
| 1 Generalidades | 14 |
| 1.1 Objetivos | 14 |
| 1.1.1 Objetivo General | 14 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos | 14 |
| 1.2 Alcance | 14 |
| 1.3 Descripción del problema | 15 |
| 1.4 Justificación | 15 |
| 2 Estado del Arte | 16 |
| 2.1 Antecedentes | 16 |
| 2.2 ¿Qué es un Sistema RFID? | 17 |
| 2.2.1 Principio de funcionamiento | 17 |
| 2.2.2 Descripción del sistema | 17 |
| 2.2.2.1 Etiqueta | 17 |
| 2.2.2.2 Lector | 18 |
| 2.2.2.3 Controlador | 18 |
| 2.2.3 Frecuencias de operación | 19 |
| 2.2.4 Protocolo Wiegand | 20 |
| 2.3 Aplicaciones | 20 |
| 2.4 Tendencias | 21 |
| 2.5 Trabajos Relacionados | 22 |
| 2.6 Protocolo Zigbee | 22 |
| 3 Modelo de negocio | 24 |
| 3.1 Segmento del mercado | 24 |
| 3.2 Propuestas de valor | 25 |
| 3.3 Canales | 25 |
| 3.4 Relaciones con los clientes | 25 |
| 3.5 Fuentes de Ingresos | 26 |
| 3.6 Recursos Clave | 26 |
| 3.7 Actividades Clave | 26 |
| 3.8 Asociaciones clave | 27 |
| 3.9 Estructura de costos | 27 |
| 4 Diseño del sistema | 29 |
| 4.1 Hardware | 29 |
| 4.1.1 Lector y Tarjeta de proximidad | 30 |
| 4.1.2 Tarjeta de adquisición | 30 |

| | | |
|----------|---------------------------------------|-----------|
| 4.1.2.1 | Microcontrolador | 31 |
| 4.1.2.2 | Compuerta AND | 32 |
| 4.1.2.3 | Actuador | 32 |
| 4.1.2.4 | Módulos Xbee | 32 |
| 4.2 | BeagleBone Black BBB | 34 |
| 4.3 | Software | 35 |
| 4.3.1 | python | 35 |
| 4.3.1.1 | ¿Por qué python? | 36 |
| 4.3.1.2 | IDE y herramientas básicas | 36 |
| 4.3.2 | Página web y base de datos | 37 |
| 5 | Implementación del sistema | 39 |
| 5.1 | Hardware | 39 |
| 5.1.1 | Actuador | 40 |
| 5.1.2 | Módulos Xbee | 40 |
| 5.2 | BeagleBone Black | 41 |
| 5.2.1 | Configuración | 41 |
| 5.2.2 | Implementación del servidor | 43 |
| 5.2.3 | Comunicación inalámbrica | 44 |
| 5.3 | Software | 47 |
| 5.3.1 | Base de datos | 47 |
| 5.3.2 | Página web | 48 |
| | Observaciones | 50 |
| | Conclusiones | 51 |
| | Bibliografía | 52 |
| | Anexos | 54 |

Índice de figuras

| | | |
|--------------|--|----|
| Figura 2.1: | Representación de un sistema RFID | 17 |
| Figura 2.2: | Tag RFID | 18 |
| Figura 2.3: | Lector RFID | 18 |
| Figura 2.4: | Componentes de un sistema RFID | 19 |
| Figura 2.5: | Protocolo Wiegand | 21 |
| Figura 2.6: | Comparación de frecuencias de trabajo en RFID | 21 |
| Figura 2.7: | Aplicaciones protocolo Zigbee | 23 |
| Figura 3.1: | Modelo de negocio canvas | 24 |
| Figura 3.2: | Metodología canvas. [18] | 27 |
| Figura 3.3: | planteamiento de modelo basado en metodología canvas | 28 |
| Figura 4.1: | Esquema general del sistema | 29 |
| Figura 4.2: | Lector HID Proxpoint plus 6005. | 30 |
| Figura 4.3: | Tarjeta de Proximidad 125kHz | 30 |
| Figura 4.4: | Tarjeta de adquisición y actuador | 31 |
| Figura 4.5: | Microcontrolador MC9S08QE8 | 31 |
| Figura 4.6: | Compuerta AND para generar el reloj | 32 |
| Figura 4.7: | Circuito de adecuación para el actuador | 32 |
| Figura 4.8: | Módulo de comunicación Xbee. | 33 |
| Figura 4.9: | Plataforma de desarrollo BeagleBone Black | 34 |
| Figura 4.10: | Diagrama de bloques BeagleBone Black. | 35 |
| Figura 4.11: | Cape Xbee BeagleBone Black | 36 |
| Figura 4.12: | Diseño de un formulario de la pagina web | 37 |
| Figura 4.13: | Diseño de la base de datos | 38 |
| Figura 5.1: | señal generada a partir del protocolo <i>wiegand</i> | 39 |
| Figura 5.2: | Tarjeta de adquisición y manejo de actuador | 39 |
| Figura 5.3: | Cantonera eléctrica, actuador del sistema | 40 |
| Figura 5.4: | Configuración del módulo xbee | 41 |
| Figura 5.5: | Resultado de configuración del módulo xbee | 41 |
| Figura 5.6: | Ubicación del interruptor de boot. [1] | 42 |
| Figura 5.7: | pagina de inicio Beaglebone black | 42 |
| Figura 5.8: | configuración ip estática Beaglebone black | 43 |
| Figura 5.9: | configuración de red Beaglebone black | 43 |
| Figura 5.10: | Implementación servidor Beaglebone black | 44 |
| Figura 5.11: | Pinout Beaglebone black [1] | 45 |
| Figura 5.12: | Cape xbee Beaglebone black | 45 |
| Figura 5.13: | Visualización de los datos en Beaglebone | 46 |
| Figura 5.14: | Diagrama de bloques código en Beaglebone | 46 |
| Figura 5.15: | Interfaz navicat para bases de datos | 48 |

| | |
|--|----|
| Figura 5.16: Verificacion base de datos en servidor | 48 |
| Figura 5.17: Formulario de registro de eventos del sistema | 49 |
| Figura 5.18: Formulario de contacto | 49 |
| Figura 5.19: Capa superior e inferior del circuito de adquisición y actuador . . . | 56 |
| Figura 5.20: Esquemático del circuito de adquisición y actuador | 57 |
| Figura 5.21: Circuito cape XBEE Beaglebone | 58 |

Resumen

Título

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO PARA EL EMPRENDIMIENTO DE UNA EMPRESA SUSTENTADA EN UN SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO RFID¹

Autor

JAVIER ALEXANDER JIMÉNEZ VALBUENA.²

Palabras Clave

RFID, Xbee, Mesh, Beaglebone Black, Database, Server.

Contenido

Mediante este trabajo se pretende llevar a cabo el desarrollo de un prototipo para la creación de una empresa sustentada en el diseño e implementación de una herramienta de hardware y de una herramienta de software para el control y supervisión del ingreso y/o salida de personal en un determinado recinto, mediante el uso de tecnología RFID. Esta iniciativa nace con la intención de generar desarrollo y empleo en la región, en respuesta a los cambios a los que nos enfrentamos hoy en día, como el TLC. Pero principalmente se pretende dar una solución robusta y confiable en el área de seguridad. Como valor agregado el sistema está dotado de un sistema de alimentación independiente de la red eléctrica, y quizá lo más llamativo, el sistema es inalámbrico, lo cual brinda ventajas desde el punto de vista de la portabilidad del mismo.

Fundamentalmente se plantean dos(2) etapas en la metodología de desarrollo del producto: la primera consiste en diseñar e implementar una herramienta de hardware, la cual será la que interactúe con el usuario. Se busca un equilibrio entre economía y robustez a la hora de elaborar el sistema, pues la mayoría de los componentes de tipo electrónico óptimos para utilizar, deben ser importados, lo cual incrementa considerablemente el precio, aunque con el paso del tiempo esto tiende a cambiar con el fin de mejorar. La segunda etapa consiste en la elaboración de una herramienta de software, la cual será la que interactúe con el administrador del sistema principalmente, aunque puede darse que un usuario requiera hacer uso de esta herramienta.

¹Trabajo de grado para optar al título de ingeniero electrónico

²Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Director: M.Sc. Jorge Hernando Ramón.

Abstract

Title

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A PROTOTYPE FOR AN ENTREPRENEURSHIP BUSINESS BASED ON A RFID ACCESS CONTROL SYSTEM. ³

Author

JAVIER ALEXANDER JIMÉNEZ VALBUENA ⁴

Keywords

RFID, Xbee, Mesh, Beaglebone Black, Database, Server.

Description

The present project it is intended to carry out the development of a prototype for the creation of a company supported by the design and implementation of a hardware tool and software tool for the control and supervision of the into and / or exit of workes in a given space through the use of RFID technology. This initiative is intended to bring development and employment in the region, in response to the changes we face today, such as free trade agreement (FTA). But primarily intended to deliver robust and reliable solution in the area of security. As an added value the system is provided with a separate system from the mains supply, and perhaps most striking, the system is wireless, which provides advantages in terms of portability it.

Fundamentally, two (2) parts arising in the product development methodology: the first, is to design and implement a hardware tool, which will interact with the user. It seeks a balance between economy and robustness when developing the system, as most of the components for optimal use electronic type, must be imported, which considerably increases the price, but over time it tends to change in order to improve. The second stage involves the development of a software tool, which will interact with the system administrator primarily, but can be a user requires to use this tool.

³Graduate thesis for the degree in Electronic Engineering

⁴Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones. Advisor: M.Sc. Jorge Hernando Ramón.

Introducción

Una de las grandes necesidades del ser humano desde tiempos pasados ha sido la necesidad de sentirse protegido, para este fin ha creado desde pequeños artefactos hasta imponentes edificaciones para protegerse de los ataques de las culturas aledañas, como lo fue la gran muralla China. Actualmente el hombre ha encontrado en la tecnología una herramienta capaz de ayudarlo a satisfacer sus necesidades de manera segura y a bajo precio ya sea para su persona y sus bienes, como lo son las alarmas para automóviles, las puertas eléctricas de cocheras, mallas electrificadas contra ladrones en casas, edificios, empresas, y en la actualidad encontramos los sistemas de control de acceso, etc.

La tecnología RFID⁵, ha tenido mucho auge en los últimos años debido a la relativa reducción de precios en el mercado, al incremento en sus capacidades y a las ventajas que presenta frente a otras tecnologías de auto-identificación [14]. Es una tecnología de identificación automática similar a la tecnología del Código de Barras, pero utiliza ondas de radio para capturar los datos electrónicos contenidos en una etiqueta. Una de las características particulares de esta tecnología es que no requiere que la etiqueta sea vista para leer la información contenida en ella.

La identificación por radiofrecuencia se ha convertido en la solución preferida por los usuarios para dar solución a la mayoría de sus problemas. Existen múltiples aplicaciones en las cuales esta tecnología es utilizada, dando excelentes resultados y ratificándose como el futuro de la identificación. Debido a esto, en el presente trabajo se pretende hacer uso de esta, y además combinarla con comunicación inalámbrica obteniendo una solución atractiva robusta y económica, ya que la adecuación y conexión de la herramienta conjunta se hace más sencilla brindando las mismas soluciones con más facilidad, evitando conexiones innecesarias y en algunos casos, no aptas para las aplicaciones y lugares.

El emprendimiento es una de las características que determina el crecimiento, la transformación y el desarrollo de nuevos sectores económicos de una región o un país, siendo el ser humano el pilar fundamental. En este trabajo se pretende desarrollar un producto de bajo costo, robusto, escalable, confiable y con interfaces amigables.

⁵Radio Frequency Identification (Identificación por Radio Frecuencia)

Capítulo 1

Generalidades

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

- Diseñar e implementar un prototipo para el emprendimiento de una empresa sustentada en un sistema de control de acceso RFID.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Diseñar e implementar una herramienta de hardware que permita adquirir los datos del lector RFID bajo protocolo wiegand y los transfiera a un computador de manera inalámbrica.
- Diseñar e implementar una aplicación de software que proporcione información detallada acerca de acerca del ingreso y/o salida de personas de un recinto de acuerdo a las lecturas tomadas por el lector RFID.

1.2. Alcance

Con este trabajo se pretende desarrollar un prototipo para la creación de una empresa sustentada en el diseño e implementación de una herramienta de hardware y software basada en tecnología RFID de forma inalámbrica, que permita el control de acceso a un recinto. El diseño de esta herramienta está orientado a la seguridad y control de usuarios vinculados a un lugar determinado, registrando la entrada y salida en el sitio de instalación, con el fin de restringir el acceso a personal no autorizado. Esta iniciativa nace con la intención de generar desarrollo y empleo en la región, en respuesta a los cambios a los que nos enfrentamos hoy en día, como el TLC¹. Pero principalmente se pretende dar una solución robusta y confiable en el área de seguridad. Para esto el sistema estará compuesto por una tarjeta de lectura y control, la cual posee comunicación bidireccional con un computador que se encarga de registrar los eventos.

¹Tratado de Libre Comercio. Se usa en referencia al acuerdo con Estados Unidos

1.3. Descripción del problema

Desde algún tiempo se viene tratando de resolver totalmente esta pregunta: ¿Cómo ejercer control sobre el ingreso de empleados y visitantes de una empresa, un conjunto residencial, un conjunto de edificaciones? Tener un control sobre todas las actividades que realizan empleados, empleadores y visitantes que integran una edificación, es una tarea que por su complejidad, podría dividirse en diferentes áreas. En la actualidad para una edificación se puede lograr tener control simultáneo de dos(2), cuatro(4), u ocho(8) puntos de acceso, desde un punto centralizado. Por esta razón en las ruedas de negocios en aspectos de seguridad es considerada una necesidad.

El control de acceso propuesto en este trabajo surge a partir de la idea de realizar un sistema competitivo respecto al precio, que su tiempo de vida sea al menos a mediano plazo escalable, confiable, seguro, y con interfaces amigables. La tecnología utilizada fue RFID, debido a la seguridad que presenta actualmente, la adaptabilidad que posee para este proyecto, además de ser una innovación tecnológica que poco a poco va tomando fuerza en el sector doméstico, comercial e industrial.

Se requiere entonces de un sistema fácil de configurar y capaz de adaptarse a distintas situaciones, que brinde la posibilidad de aumentar el número de dispositivos que controla, además que permita mantener una comunicación inalámbrica bidireccional con múltiples dispositivos lectores y actuadores.

1.4. Justificación

La tecnología de RFID promete revolucionar la vida de las personas. Día a día salen al mercado dispositivos con mayores capacidades y menores precios. Los estándares se van robusteciendo, lo que da como resultado que, en un futuro muy próximo, estos dispositivos estén por todas partes. Por ello debemos estar preparados para poder explotar la información que generan estos dispositivos.

En este proyecto se propone una aplicación específica del uso de la tecnología RFID, desarrollar un sistema de control de acceso que sirva de sustento para la creación de una empresa, en la cual pueda ofrecerse la solución a medida del cliente, es decir, que pueda ser implementada en hogares, conjuntos residenciales, edificaciones (Industriales y comerciales), y demás lugares donde puedan requerir el sistema. Se exploraron varios los elementos involucrados en este tipo de soluciones, por lo cual se quiere desarrollar componentes de software que brinden robustez, soporte y el aspecto más importante es que sea multiplataforma, de esta forma no se discrimina el uso de un determinado sistema operativo, lo cual puede generar un mayor impacto positivo en un cliente potencial.

Capítulo 2

Estado del Arte

2.1. Antecedentes

El origen de la tecnología RFID se remonta a la segunda guerra mundial, nace por necesidad de reconocer aviones amigos y enemigos a ciertos kilómetros de distancia por parte del ejército Estadounidense. A este sistema se le conoció como Identificación amigo-o-enemigo (IFF, Identification Friend-or-Foe), y el proceso consiste en enviar una señal de RF hacia todos los aviones que se encuentran dentro del alcance del transmisor, los cuales reflejan una señal; para poder diferenciarlos, los aviones amigos balancean sus aviones, con lo que se obtiene la señal de radio reflejada diferente al resto.

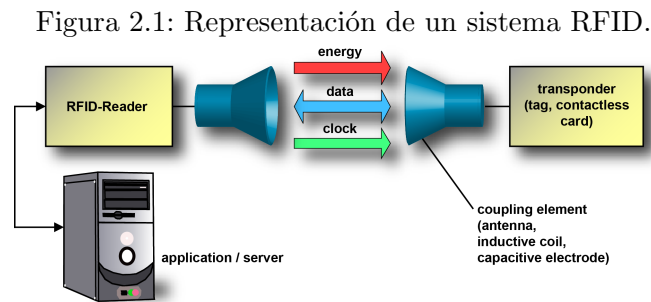
Para el año de 1969 Mario Cardullo registra en Estados Unidos la primera patente con tecnología RFID utilizada para identificar a locomotoras. En la siguiente década se aplica la tecnología RFID de modo restringido y controlado, una de esas aplicaciones es para la seguridad de las plantas nucleares. En la década de los 80's se da en Europa la primera aplicación de la tecnología RFID, utilizándola para la identificación del ganado; además se desarrollan muchas aplicaciones comerciales en el sector de la industria automotriz. Para la década de los 90's se tiende a la miniaturización del sistema RFID, IBM2 integra la tecnología en un solo chip electrónico, con lo que se obtiene una mayor difusión de ésta. Para la década actual, la reducción de los costos de las etiquetas RFID, permite que se aplique al inventariado de objetos de una manera automática, al monitoreo de personas animales u objetos y la automatización de la industria. [16]

A lo largo de los años han surgido distintas tecnologías de auto identificación [15] Entre sus múltiples aplicaciones, podemos mencionar la administración del acceso del personal. La seguridad en el acceso a instalaciones privadas, gestionada en la actualidad por sus respectivas entidades administrativas, genera problemas en el adecuado control de registro de los usuarios que acceden a sus instalaciones.

En algunos lugares se utiliza infraestructura costosa y/o de manejo delicado; material informático de alto valor, tanto en equipos como en información; que en caso de pérdida o daño ocasiona un grave problema para la institución. Debido a esto, surge la necesidad de desarrollar alternativas que permitan resolver el problema de control de acceso, haciendo uso de la tecnología actual, para así explotar al máximo sus capacidades.

2.2. ¿Qué es un Sistema RFID?

El principio fundamental de un sistema RFID consiste en un transponder y un lector de RFID. El lector interroga al transponder utilizando cierta frecuencia y el transponder contesta a distancia con la información que contiene, que puede ser un número identificador de producto. El lector recoge esta información y la envía a una unidad de cómputo para su procesamiento. El funcionamiento general de un sistema RFID se aprecia en la figura 2.1.



Tomado de <http://rfid-handbook.de/about-rfid.html>

2.2.1. Principio de funcionamiento

Básicamente, el lector maneja un espacio determinado para detectar cualquier etiqueta que se encuentre dentro del rango. Tanto el lector como el Tag, deben estar sintonizados a la misma frecuencia para que exista la comunicación entre ellos, permitiendo la detección y la transmisión. El lector envía una señal modulada a la frecuencia de funcionamiento, si el Tag es pasivo, la potencia de la señal debe ser mayor debido a que tendrá que alimentarlo; en caso contrario, simplemente la señal enviada corresponde a la necesaria para realizar la sincronización.

La transmisión entre el lector y la etiqueta se realiza por medio de radiofrecuencia; a medida que los datos son recibidos por la lectora, ésta gestiona por medio de protocolo Wiegand¹, la comunicación con el panel para realizar el tratamiento de los datos y ejecutar las acciones adecuadas.

2.2.2. Descripción del sistema

Un sistema RFID se compone básicamente de:

2.2.2.1. Etiqueta

Conocida también con el nombre de Tag o transponder; se adhiere al objeto que se desea identificar. Dependiendo la aplicación dada, esta etiqueta, puede contener información característica y propia del objeto como también comportarse simplemente como una llave de acceso. Está integrada por un microchip que permite almacenar información y una antena utilizada para la comunicación remota, ver figura 2.2.

¹Protocolo de comunicación característico de la tecnología RFID, no confundir con el efecto wiegand

Figura 2.2: Tag RFID.



Tomado de

<http://www.bioaccez.com/articles/16/2/Productos-RFID/Pagina2.html>

2.2.2.2. Lector

Su función principal es brindar la energía necesaria para activar etiquetas de tipo pasivo y recibir la información de aquellos Tags que están dentro del rango³. Está compuesto por un transmisor, un receptor y una unidad de control. El lector, mediante la antena envía información digital codificada en ondas de radiofrecuencia para obtener la contenida en el Tag ver figura 2.3.

Figura 2.3: Lector RFID.



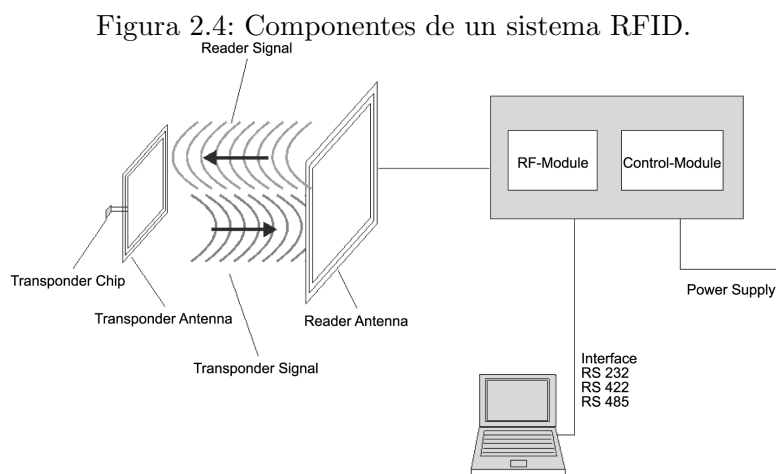
Tomado de

<http://www.bioaccez.com/articles/16/1/Productos-RFID/Pagina1.html>

2.2.2.3. Controlador

Su función es adquirir los datos del lector, procesarlos y ejecutar acciones de acuerdo a la validez de la etiqueta, en el cual corre una base de datos y un software que permite controlar el sistema.

Una representación gráfica de los componentes del sistema se aprecia en la figura 2.4.



Tomado de <http://www.emeraldinsight.com>

2.2.3. Frecuencias de operación

- **LF:** Trabaja en rangos de frecuencia inferiores a 125kHz. Su velocidad de comunicación es baja y su rango de lectura es de aproximadamente 0.5m.
- **HF:** La frecuencia de trabajo para este sistema 13,56MHz. Por su velocidad de comunicación se aplica a sistemas estáticos y de baja velocidad, su rango máximo de lectura es aproximadamente 1m.
- **UHF:** Comprende las frecuencias de funcionamiento: 868MHz y 928MHz. Su velocidad de comunicación es de 1200 Tags por segundo y rango máximo de lectura de 9m. [9]

La comunicación en baja y alta frecuencia se realiza mediante campo magnético (acoplamiento inductivo). Las frecuencias utilizadas son comunes en todo el mundo, lo cual permite utilizar los mismos lectores y etiquetas en Europa, USA y Asia.

La comunicación en UHF se realiza por campo eléctrico (*backscattering*) lo cual permite mayor alcance. Sin embargo cada región permite diferentes frecuencias y potencias para la comunicación, lo cual hace necesario configurar correctamente los lectores en el país donde se vayan a utilizar. Asimismo es difícil garantizar el funcionamiento correcto de las etiquetas en todo el ancho de banda.

¿Cómo puedo conocer cuál frecuencia es la correcta para mi aplicación?

Diferentes frecuencias tienen diferentes características que las hacen más útiles para distintas aplicaciones. Por ejemplo, las etiquetas de baja frecuencia utilizan menos energía y penetran de mejor manera las sustancias no metálicas. Son ideales para escanear objetos con un alto contenido de agua, como ser fruta, pero su distancia de lectura se limita a menos de tres pies (1 metro). Las etiquetas de frecuencia alta funcionan de mejor manera con objetos metálicos y pueden funcionar con objetos con alto contenido de agua. Tienen

un área máxima de lectura de aproximadamente tres pies (1 metro). Las frecuencias UHF ofrecen de manera característica mejores distancias de lectura y pueden transmitir la información más rápidamente que las frecuencias bajas y altas. Pero utilizan más energía y tienen menos probabilidades de atravesar diferentes materiales. Debido a que tienden a ser más "dirigidas" requieren una ruta despejada entre la etiqueta y el lector. Las etiquetas de UHF pueden ser mejores para escanear cajas de mercancías conforme pasan por una puerta de recepción en un almacén. Lo mejor es trabajar con un consultor, integrador o vendedor que tenga conocimientos para que ayude a elegir la frecuencia correcta para ser utilizada.

2.2.4. Protocolo Wiegand

El protocolo Wiegand es ampliamente utilizado por la mayor parte de los fabricantes de lectores porque permite la transmisión de información a través de un par de cobre acompañado por la alimentación para el dispositivo de lectura sin afectar por ello a los datos. Como todo protocolo de comunicaciones, Wiegand consta de dos partes fundamentales: una parte describe el modo en que físicamente se transmite la información digital y la otra parte, la forma de interpretar numéricamente dicha información.

La transmisión de datos cuenta con dos líneas. Una línea para enviar los unos lógicos o DATA1 y la línea para enviar los ceros lógicos o DATA0. Los niveles que usan son: bajo a nivel de GND y alto a nivel de VCC. En estado de reposo, es decir, en ausencia de transmisión, las líneas correspondientes a los 0 y 1 lógicos DATA0 y DATA1 están en nivel 1 o VCC mientras que GND sigue siendo el nivel bajo. Para transmitir un bit de valor 1, lo que se hace es enviar un pulso de bajo nivel normalmente de 50us de duración por la línea DATA1; mientras DATA0 permanece en alto. De manera contraria, si se desea enviar un bit 0, el pulso de nivel bajo de normalmente 50us de duración, se envía por la línea DATA0 permaneciendo en alto DATA1. Para evitar traslape y dar tiempo para que el sistema capte los datos, la separación entre pulsos es de 2ms. Como se ilustra en la figura 2.7. [34]

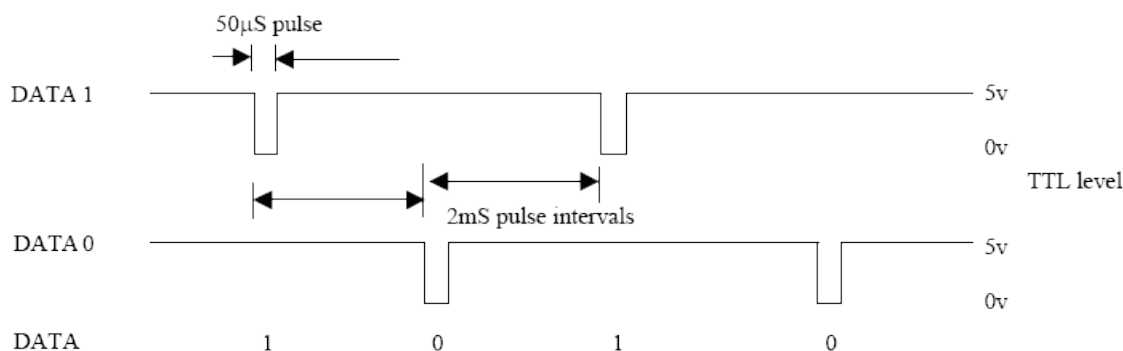
El código Wiegand 26 está compuesto por 26 bits y la interpretación del mismo es la siguiente:

- El primer Bit, B0, es la Paridad Par de los primeros 12 bits transmitidos (B1:12).
- Los 8 siguientes, B1:B8 son un Byte, un Entero de 8 bits, al que llaman Facility Code.
- Los 16 siguientes: B9:B24 son dos Bytes, un Entero de 16 Bits, al que llaman User Code.
- El último bit, B25, es la Paridad Impar de los últimos 12 bits transmitidos (B13:24).

2.3. Aplicaciones

Debido a la alta utilización de sistemas RFID, hoy en día pensar en adquirir un sistema de estas características no es imposible como se habría pensado una década atrás. Debido a la demanda y al fácil acople entre diferentes áreas, su uso es cada vez mayor, proponiendo un sistema económicamente asequible y llevando la tecnología a convertirse en casi un requisito para la industria del siglo XXI.

Figura 2.5: Protocolo Wiegand.



Tomado de http://picmania.garcia-cuervo.net/conceptos_wiegand.php

Aplicaciones como inventarios [12] en tiempo real y una visibilidad total durante toda la cadena de distribución de los productos. Permitirá que la industria sea más eficiente y ahorrará costos ya que se podrían eliminar los centros de distribución y recibir los productos directamente de los proveedores. Innovaciones en las aplicaciones para beneficio de los consumidores como control de acceso, pagos electrónicos, cuidado de pacientes, cliente frecuente, marcas deportivas y muchas más. Los proveedores de Software [8] de manejo de almacenes y cadenas de suministro, ofrecerán nuevos niveles de funcionalidad en sus aplicaciones, tomando ventaja de los datos RFID.

2.4. Tendencias

La tendencia de esta tecnología para el futuro es liderar en la industria y todos los campos de acción donde se necesite identificar, localizar y cuantificar algún producto o servicio. Esta tecnología como ya se había mencionado va ser el reemplazo del código de barras, encontrándose así en cualquier producto que lo requiera. La utilización de RFID en la frecuencia de 13.56MHz es la tendencia actual y futura, brindando ésta ventajas adicionales en comparación a la trabajada a frecuencia menor de 125KHz, siendo esta última la más utilizada, ver figura 2.6. La implementación a 13.56MHz por su mayor capacidad permite tener una comunicación encriptada y la orientación a nuevas aplicaciones en el uso de: imagen, huella dactilar, etc.

Figura 2.6: Comparación de frecuencias de trabajo en RFID.

| | Radio de alcance | Compatibilidad con líquidos y metales | Instalación | Velocidad | Precio etiqueta |
|-------------------------------|------------------|---------------------------------------|-------------|-----------|-----------------|
| Baja frecuencia (125-134 kHz) | 0 - 10 cm | Fácil | Fácil | Baja | Caro |
| Alta frecuencia (13.56 MHz) | 0 - 1 m | Difícil | Fácil | Alta | Medio |
| UHF (860-960 MHz) | 10 cm - 1 m | Muy difícil | Difícil | Muy alta | Bajo |

Tomado de <http://www.ferroxtag.com/Downloads/BasicsRFID-ES.pdf>

2.5. Trabajos Relacionados

Existen diversos trabajos relacionados con RFID. Algunos de ellos se enfocan en cuestiones de comunicaciones, en los que se realizan pruebas o estudios de las antenas de las etiquetas así como el estudio de las colisiones de las señales [19]. Otros trabajos se enfocan en métodos para optimizar la lectura de estos componentes a través de metales y de líquidos, con los cuales, actualmente, tienen muchas dificultades[20].

Un tema de gran importancia cuando se habla de RFID es el tema de la privacidad, ya que mientras más dispositivos con RFID se utilicen, se está más expuesto a poder ser leído por otra persona la cual podría obtener información de preferencias de productos, redes sociales e inclusive localización. Por este motivo existen muchas investigaciones que intentan resolver esta problemática[4].

Uno de los sectores más beneficiados por la tecnología RFID, o uno de los que más impactos tendrán es la cadena de suministro de bienes de consumo. Existen muchos estudios que analizan los puntos en donde se deberían implementar soluciones RFID en este tipo de industria y el impacto que estas tendrían en inventarios, almacenes, puntos de venta y usuario final [11].

Toda la información generada por los dispositivos de RFID, debe ser controlada, filtrada y administrada de algún modo. Actualmente existe una capa de software dedicada a estas funciones llamada Middleware de RFID. Existen múltiples investigaciones relacionadas con este tema, en donde se plantean diversas arquitecturas y funcionalidades para esta capa [6]. Como esta debería conectarse con el hardware y como debería entregar la información recolectada a las capas superiores, que pueden ser otras aplicaciones, otras redes e inclusive dispositivos móviles [17].

2.6. Protocolo Zigbee

Las tecnologías inalámbricas han adoptado, con el paso del tiempo, una manera más sencilla y cómoda de utilizar toda clase de dispositivos con el fin de mejorar el uso y las comunicaciones en general. Ésta tesis aborda la tecnología inalámbrica ZigBee, basada en el estándar IEEE 802.15.4 (The Institute Of Electrical And Electronics Engineers Inc.) que por su poca introducción al mercado no es muy conocida a pesar de que no es muy reciente [10].

ZigBee comunica una serie de dispositivos haciendo que trabajen más eficientemente entre sí. Es un transmisor y un receptor que usa baja potencia para trabajar y tiene como objetivo las aplicaciones que requieren comunicaciones seguras con baja tasa de envío de datos y maximización de la vida útil de sus baterías. Es ideal para conexiones con diversos tipos de topología, lo que a su vez lo hace más seguro, barato y que no haya ninguna dificultad a la hora de su construcción porque es muy sencilla [7].

ZigBee se ha desarrollado para satisfacer la creciente demanda de capacidad de red inalámbrica entre varios dispositivos de baja potencia. En la industria ZigBee, se está utilizando para la próxima generación de fabricación automatizada, con pequeños transmisores en cada dispositivo, lo que permite la comunicación entre dispositivos a una computadora central.

Para llevar a cabo este sistema, un grupo de trabajo llamado Alianza ZigBee (ZigBee Alliance) formado por varias industrias, sin fines de lucro, la mayoría de ellas fabricantes de semiconductores, están desarrollando el estándar. La alianza de empresas está trabajando codo con codo con IEEE para asegurar una integración, completa y operativa. Esta alianza en las cuales destacan empresas como Invensys, Mitsubishi, Philips y Motorola trabajan para crear un sistema estándar de comunicaciones, vía radio bidireccional, para usarlo dentro de dispositivos de automatización de hogares (domótica), de edificios (inmótica), control industrial, periféricos de PC y sensores médicos. Los miembros de esta alianza justifican el desarrollo de este estándar para cubrir el vacío que se produce por debajo del Bluetooth [10].

Figura 2.7: Aplicaciones protocolo Zigbee



El estándar está hecho a la medida para aplicaciones de monitoreo y control por lo que encaja perfectamente en el mercado de la automatización de edificios, cuidado de salud personal, control industrial e iluminación, control comercial y actualmente se ha añadido la medición automatizada y las telecomunicaciones.

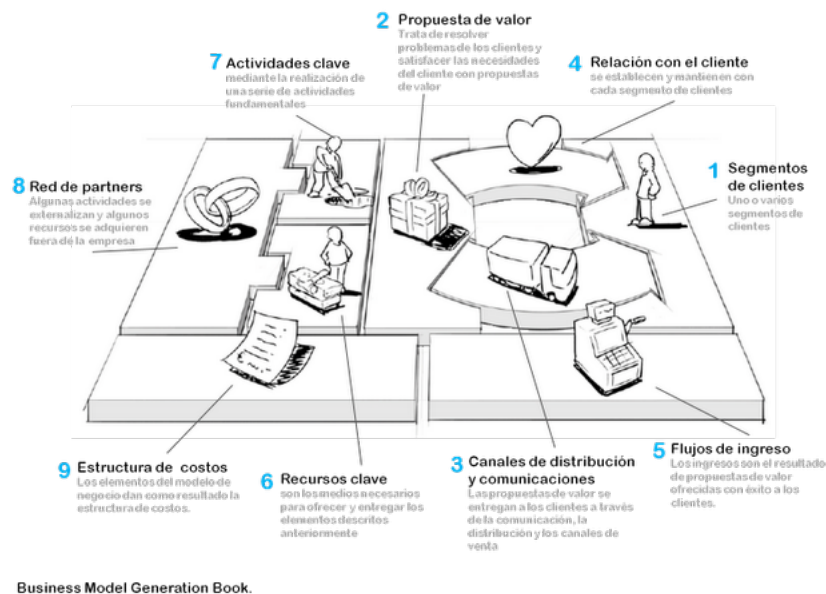
Además, debido a su baja transmisión de datos y su naturaleza de manejo, tiene una alta gama de desarrollo en dispositivos como controles remotos para electrónica de consumo y dispositivos de interfaz humana, tales como teclados, ratones y joysticks (palancas de mando) que se adaptan bien. En todos los casos, los objetivos de campo solo requieren de baja velocidad de transmisión de datos con demanda en larga vida de baterías, creación de redes sofisticadas o ambas.

Capítulo 3

Modelo de negocio

Un modelo de negocio describe las bases sobre las que una empresa se crea, proporciona y capta valor. A continuación se hace referencia a un modelo donde se hace la consideración que la mejor manera de describir un modelo de negocio es dividirlo en nueve módulos básicos que reflejen la lógica que sigue una empresa para conseguir ingresos. Estos nueve módulos cubren las cuatro áreas principales de un negocio: clientes, oferta, infraestructura y viabilidad económica. El modelo de negocio es una especie de anteproyecto de una estrategia que se aplicará en las estructuras, procesos y sistemas de una empresa.

Figura 3.1: Modelo de negocio canvas



3.1. Segmento del mercado

Un modelo de negocio puede definir uno o varios segmentos de mercado, ya sean grandes o pequeños. Las empresas deben seleccionar, con una decisión fundamentada, los segmentos a los que se van a dirigir y, al mismo tiempo, los que no tendrán en cuenta.[18]

Una vez que se ha tomado esta decisión, ya se puede diseñar un modelo de negocio basado en un conocimiento exhaustivo de las necesidades específicas del cliente objetivo.

Los grupos de clientes pertenecen a segmentos diferentes si:

- sus necesidades requieren y justifican una oferta diferente
- son necesarios diferentes canales de distribución para llegar a ellos.
- requieren un tipo de relación diferente.
- su índice de rentabilidad es muy diferente.
- están dispuestos a pagar por diferentes aspectos de la oferta.

3.2. Propuestas de valor

La propuesta de valor es el factor que hace que un cliente se decante por una u otra empresa; su finalidad es solucionar un problema o satisfacer una necesidad del cliente. Las propuestas de valor son un conjunto de productos o servicios que satisfacen los requisitos de un segmento de mercado determinado. En este sentido, la propuesta de valor constituye una serie de ventajas que una empresa ofrece a los clientes.

Algunas propuestas de valor pueden ser innovadoras y presentar una oferta nueva o rompedora, mientras que otras pueden ser parecidas a ofertas ya existentes e incluir alguna característica o atributo adicional.[18]

3.3. Canales

Los canales de comunicación, distribución y venta establecen el contacto entre la empresa y los clientes. Son puntos de contacto con el cliente que desempeñan un papel primordial en su experiencia. Los canales tienen, entre otras, las funciones siguientes:

- Dar a conocer a los clientes los productos y servicios de una empresa.
- Ayudar a los clientes a evaluar la propuesta de valor de una empresa.
- Permitir que los clientes compren productos y servicios específicos.
- Proporcionar a los clientes una propuesta de valor.
- Ofrecer a los clientes un servicio de atención posventa.

3.4. Relaciones con los clientes

Las empresas deben definir el tipo de relación que desean establecer con cada segmento de mercado. La relación puede ser personal o automatizada. Las relaciones con los clientes pueden estar basadas en los fundamentos siguientes:

- Captación de clientes.
- Fidelización de clientes.
- Estimulación de las ventas (venta sugestiva).

En sus inicios, las relaciones con clientes de los operadores de redes móviles se basaban en agresivas estrategias de captación, como los teléfonos móviles gratuitos. Cuando el mercado se saturó, los operadores cambiaron de estrategia: se centraron en la fidelización de clientes y el aumento del promedio de beneficios por cliente.

El tipo de relación que exige el modelo de negocio de una empresa repercute en gran medida en la experiencia global del cliente.[18]

3.5. Fuentes de Ingresos

Si los clientes constituyen el centro de un modelo de negocio, las fuentes de ingresos son sus arterias. Las empresas deben preguntarse lo siguiente: ¿por qué valor está dispuesto a pagar cada segmento de mercado? Si responde correctamente a esta pregunta, la empresa podrá crear una o varias fuentes de ingresos en cada segmento de mercado. Cada fuente de ingresos puede tener un mecanismo de fijación de precios diferente: lista de precios fijos, negociaciones, subastas, según mercado, según volumen o gestión de la rentabilidad.

[18]

Fuentes de ingresos Un modelo de negocio puede implicar dos tipos diferentes de fuentes de ingresos:

1. Ingresos por transacciones derivados de pagos puntuales de clientes.
2. Ingresos recurrentes derivados de pagos periódicos realizados a cambio del suministro de una propuesta de valor o del servicio posventa de atención al cliente.

3.6. Recursos Clave

Todos los modelos de negocio requieren recursos clave que permiten a las empresas crear y ofrecer una propuesta de valor, llegar a los mercados, establecer relaciones con segmentos de mercado y percibir ingresos. Cada modelo de negocio requiere recursos clave diferentes. Un fabricante de microchips necesita instalaciones de producción con un capital elevado, mientras que un diseñador de microchips depende más de los recursos humanos. Los recursos clave pueden ser físicos, económicos, intelectuales o humanos. Además, la empresa puede tenerlos en propiedad, alquilarlos u obtenerlos de sus socios clave.[18]

3.7. Actividades Clave

Todos los modelos de negocio requieren una serie de actividades clave. Estas actividades son las acciones más importantes que debe emprender una empresa para tener éxito, y al igual que los recursos clave, son necesarias para crear y ofrecer una propuesta de valor, llegar a los mercados, establecer relaciones con clientes y percibir ingresos. Además, las actividades también varían en función del modelo de negocio.[18]

La actividad clave del fabricante de software *Canonical* es el desarrollo de software, mientras que la del fabricante de ordenadores *hp* es la gestión de la cadena de suministro.

3.8. Asociaciones clave

Las empresas se asocian por múltiples motivos y estas asociaciones son cada vez más importantes para muchos modelos de negocio. Las empresas crean alianzas para optimizar sus modelos de negocio, reducir riesgos o adquirir recursos. Podemos hablar de cuatro tipos de asociaciones:

- Alianzas estratégicas entre empresas no competidoras.
- Coopetición: asociaciones estratégicas entre empresas competidoras.
- *Joint ventures* : (empresas conjuntas) para crear nuevos negocios.
- Relaciones cliente-proveedor para garantizar la fiabilidad de los suministros.

3.9. Estructura de costos

En este módulo se describen los principales costes en los que se incurre al trabajar con un modelo de negocio determinado. Tanto la creación y la entrega de valor como el mantenimiento de las relaciones con los clientes o la generación de ingresos tienen un coste. Estos costes son relativamente fáciles de calcular una vez que se han definido los recursos clave, las actividades clave y las asociaciones clave. No obstante, algunos modelos de negocio implican más costes que otros. Las compañías aéreas de bajo coste, por ejemplo, han desarrollado modelos de negocio completamente centrados en estructuras de costes reducidos.[18]

Figura 3.2: Metodología canvas. [18]

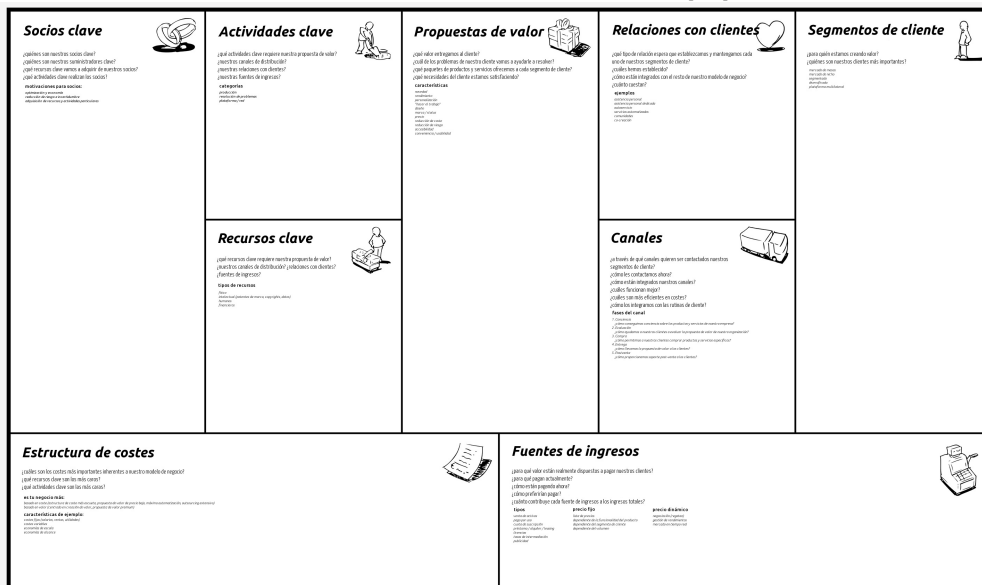
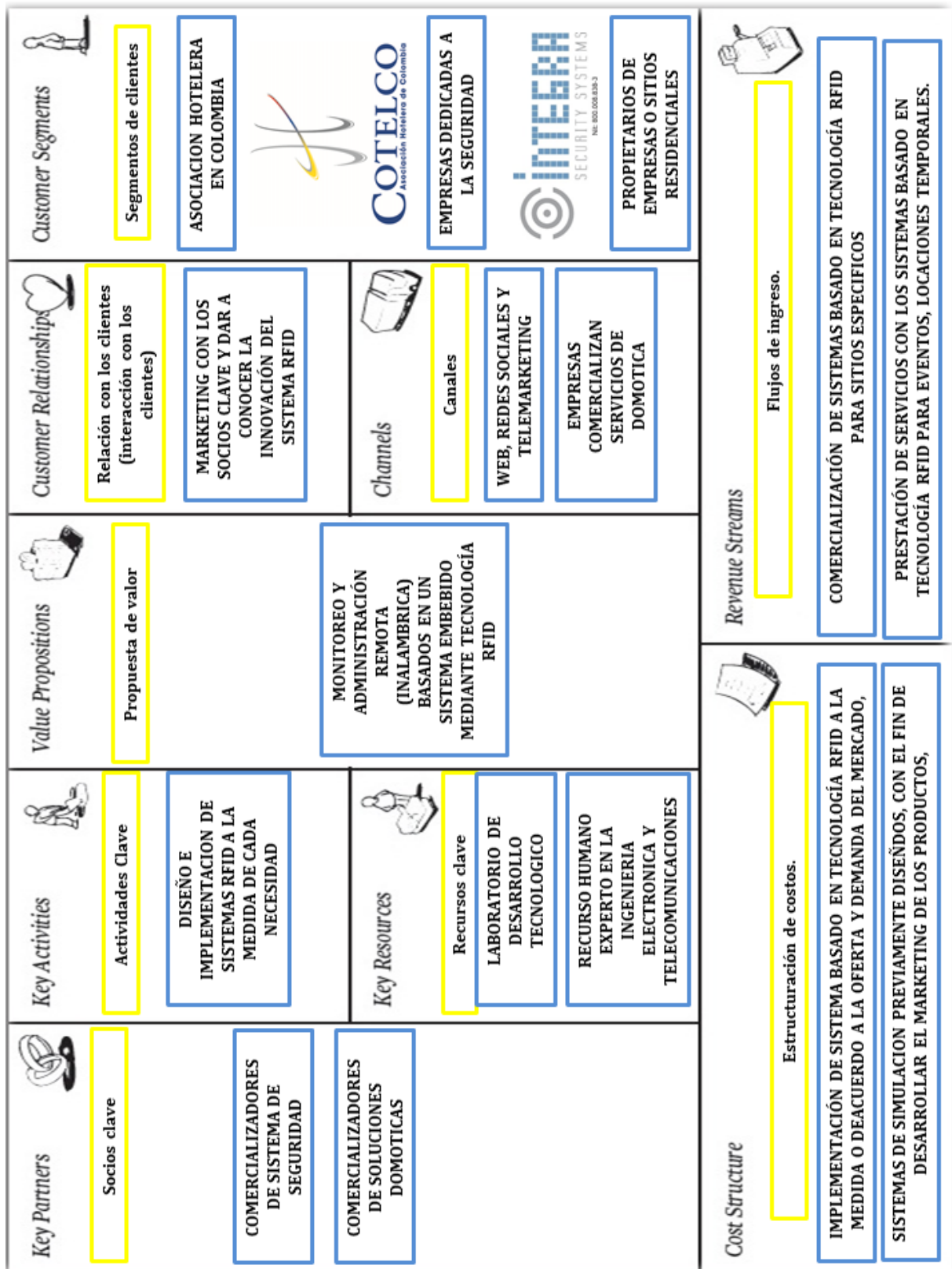


Figura 3.3: planteamiento de modelo basado en metodología canvas



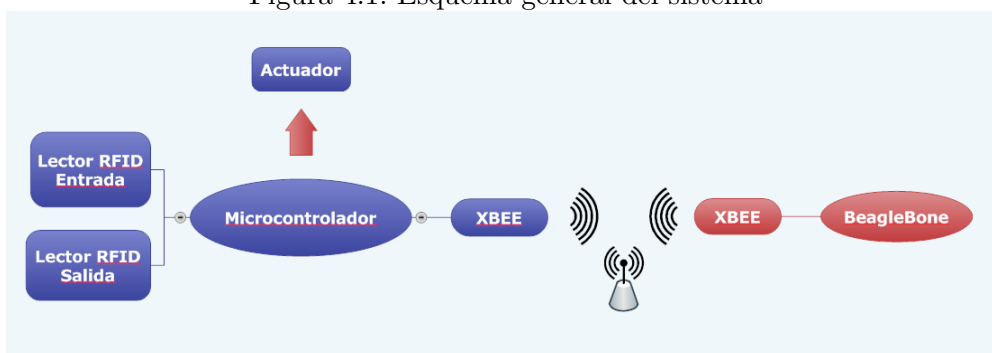
Fuente: Autor.

Capítulo 4

Diseño del sistema

El sistema posee componentes fundamentales que pueden ser considerados equivalentes, en primera instancia tenemos el componente de hardware, dentro del cual se realiza la adquisición de los datos provenientes de los *tags* ¹ a continuación estos datos son procesados con el objetivo de verificar si el *tag* pertenece al grupo de usuarios que pueden acceder a través del sistema, y finalmente este componente interactúa de forma permanente con la interfaz gráfica de usuario (GUI). Esta interfaz es el segundo componente del sistema, su función es registrar la actividad de los lectores RFID ² para así controlar el ingreso y salida de personal en un recinto determinado.

Figura 4.1: Esquema general del sistema



Fuente: Autor.

4.1. Hardware

Como diseño base se parte de la implementación del sistema en el salón 150 del edificio de laboratorios pesados, esto tiene implicaciones en la selección de componentes para implementar, dado que este laboratorio posee los lectores RFID del fabricante *HID Global* con frecuencia de operación de 125 kHz. Por tanto se hará uso de estos lectores dado que el fabricante está posicionado como uno de los líderes en el sector a nivel mundial.

¹Trasponder de Identificación por Radio Frecuencia

²Identificación por radio frecuencia

4.1.1. Lector y Tarjeta de proximidad

Como se mencionó antes se hará uso del lector de proximidad *proxpointplus* 6005 que operará a una frecuencia de 125kHz, con una tensión de 12VC

Figura 4.2: Lector HID Proxpoint plus 6005.



Tomado de: http://www.hidglobal.com/sites/hidglobal.com/files/proxpointplus_blk_6005_6008.png

Dentro de las características principales de este se tiene:

- Rango de alimentación entre 5-16 VCC. Se recomiendan fuentes de alimentación lineales.
- Requerimiento de corriente de 20mA media / 75mA máximo a 12VCC.
- Rango de lectura de hasta 7.6cm mediante las tarjetas ProxCard II.

La tarjeta de control de acceso de proximidad ProxCard II HID es la elección de la industria para una solución económica al control de acceso de proximidad, con compatibilidad universal con todos los lectores de proximidad HID. La ProxCard II tiene una presentación duradera y un rango de lectura constante.

Figura 4.3: Tarjeta de Proximidad 125kHz



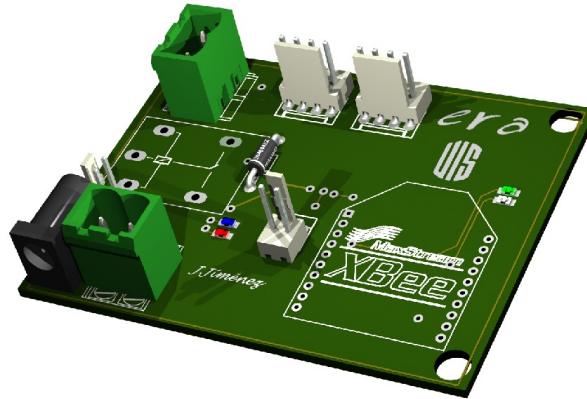
Tomado de <http://www.ipsolutions.com.pe/index-tarjetas-de-proximidad.jpg>

4.1.2. Tarjeta de adquisición

Se diseñó una tarjeta que permite adquirir los datos obtenidos del lector, recordando que se trata del protocolo *wiegand 26*, se tiene un lector para entrada y un lector para salida, mediante un microcontrolador de 8 bits de referencia MC9S08QE8 del fabricante *Freescale Semiconductor* se adquieren los datos del *tag*, se procesan y luego se envía información mediante el módulo de comunicación *XBEE* el cual se comunica con el servidor

del sistema, se obtiene respuesta de éste y de acuerdo a esa respuesta se activa o no el actuador, el cual consta de un cantonera que opera a 12VCC.

Figura 4.4: Tarjeta de adquisición y actuador



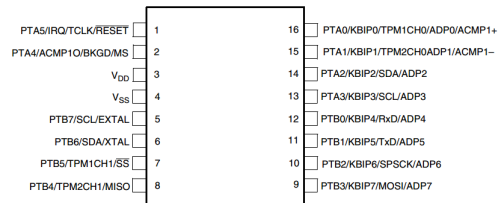
Fuente: Autor.

se describe a continuación los componentes principales de la tarjeta de adquisición.

4.1.2.1. Microcontrolador

Se seleccionó este dispositivo de referencia MC9S08QE8 del fabricante *Freescale Semiconductor* el cual posee un núcleo de 8 bits de la familia HCS08 con velocidad de CPU de hasta 20MHz. es un dispositivo de bajo costo (USD\$2), y permite manejar otros módulos como ADC (8 y 10 bits) módulos de comunicación SPI, IIC, modulo TPM y RTC. [3]

Figura 4.5: Microcontrolador MC9S08QE8



Tomado de <http://circuits.datasheetdir.com/264/MC9S08SE8-pinout.jpg>

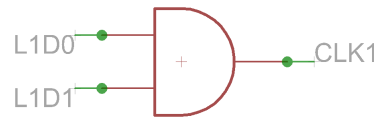
Para trabajar este microcontrolador se hace uso del IDE *Freescale Codewarrior* en su versión 10.3 el cual está basado en eclipse, y para poder programar el microcontrolador se hace uso de una programadora *USBDM* la cual ha sido implementada gracias a los diseños y software otorgados por la comunidad de desarrolladores.

Se hace uso de los módulos KBI para obtener los datos del lector, se usa el módulo SCI para establecer comunicación con el *XBEE* y mediante pines de propósito general se realizan las demás operaciones.

4.1.2.2. Compuerta AND

Los datos del lector se envían por medio de dos conductores, los cuales envían los datos que contienen 1 y los datos que contienen 0 respectivamente. Para poder obtener el código se generó un reloj en sincronía con los datos del lector, este reloj resulta de la operación AND entre Data0 y Data1, por tanto será un reloj de 26 ciclos para este caso.

Figura 4.6: Compuerta AND para generar el reloj



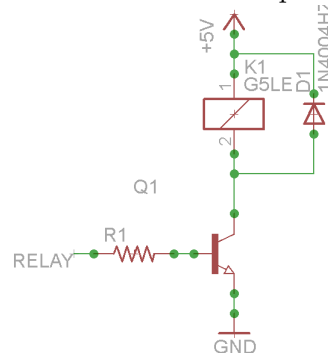
Fuente: Autor.

como entradas al microcontrolador se tiene el reloj que se ha generado y además una de las dos entradas, ya sea data1 o data0.

4.1.2.3. Actuador

como actuador del sistema se mencionó que se tiene una cantonera de 12VDC, ésta es gobernada por la tarjeta que se ha diseñado mediante un *relay* como se muestra en la siguiente figura. El circuito consta de un transistor npn que activa o desactiva el relay, a éste está asociado un diodo de protección para los efectos transitorios al tratarse de una bobina, y la base del transistor es controlada a través de micro.

Figura 4.7: Circuito de adecuación para el actuador



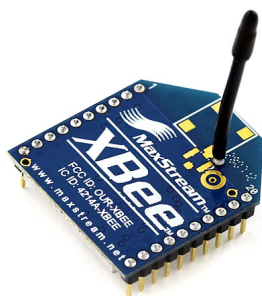
Fuente: Autor.

4.1.2.4. Módulos Xbee

la tarjeta tiene comunicación inalámbrica utilizando el protocolo Zig-bee con el servidor, mediante módulos xbee a 2.4Ghz, esta banda de frecuencia ha sido definida por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia como banda libre.

Las comunicaciones Zigbee se realizan en la banda libre de 2.4GHz. A diferencia de bluetooth, este protocolo no utiliza FHSS (Frequency hopping), sino que realiza las comunicaciones a través de una única frecuencia, es decir, de un canal. Normalmente puede escogerse un canal de entre 16 posibles. El alcance depende de la potencia de transmisión del dispositivo así como también del tipo de antenas utilizadas (cerámicas, dipolos, etc) El alcance normal con antena dipolo en línea vista es de aproximadamente (tomando como

Figura 4.8: Módulo de comunicación Xbee.



Tomado de <http://www.olimex.cl/images/MCI-WIR-00639.jpg>

ejemplo el caso de MaxStream, en la versión de 1mW de potencia) de 100m y en interiores de unos 30m. La velocidad de transmisión de datos de una red Zigbee es de hasta 256kbps. Una red Zigbee la pueden formar, teóricamente, hasta 65535 equipos, es decir, el protocolo está preparado para poder controlar en la misma red esta cantidad enorme de dispositivos.

Entre las necesidades que satisface el módulo se encuentran:

- Bajo costo.
- Ultra-bajo consumo de potencia.
- Uso de bandas de radio libres y sin necesidad de licencias.
- Instalación barata y simple.
- Redes flexibles y extensibles.

El uso del protocolo Zigbee va desde reemplazar un cable por una comunicación serial inalámbrica, hasta el desarrollo de configuraciones punto a punto, multipunto, peer-to-peer (todos los nodos conectados entre sí) o redes complejas de sensores.

Una red Zigbee la forman básicamente 3 tipos de elementos. Un único dispositivo Coordinador, dispositivos Routers y dispositivos finales (end points).

1. **El Coordinador:** Es el nodo de la red que tiene la única función de formar una red. Es el responsable de establecer el canal de comunicaciones y del PAN ID (identificador de red) para toda la red. Una vez establecidos estos parámetros, el Coordinador puede formar una red, permitiendo unirse a él a dispositivos Routers y End Points. Una vez formada la red, el Coordinador hace las funciones de Router, esto es, participar en el enrutamiento de paquetes y ser origen y/o destinatario de información. [13]
2. **Los Routers:** Es un nodo que crea y mantiene información sobre la red para determinar la mejor ruta para transmitir un paquete de información. Lógicamente un router debe unirse a una red Zigbee antes de poder actuar como Router retransmitiendo paquetes de otros routers o de End points. [13]

3. **End Device:** Los dispositivos finales no tienen capacidad de enrutar paquetes. Deben interactuar siempre a través de su nodo padre, ya sea este un Coordinador o un Router, es decir, no puede enviar información directamente a otro end device. Normalmente estos equipos van alimentados a baterías. El consumo es menor al no tener que realizar funciones de enrutamiento. [13]

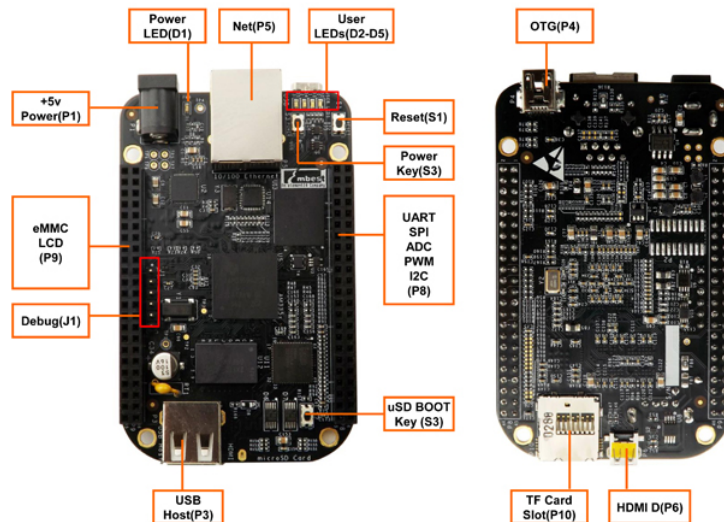
Cada módulo Zigbee, al igual que ocurre con las direcciones MAC de los dispositivos ethernet, tiene una dirección única. En el caso de los módulos Zigbee cada uno de ellos tiene una dirección única de 64bits que viene grabada de fábrica. Por otro lado, la red Zigbee, utiliza para sus algoritmos de ruteo direcciones de 16 bits. Cada vez que un dispositivo se asocia a una red Zigbee, el Coordinador al cual se asocia le asigna una dirección única en toda la red de 16bits. Por eso el número máximo teórico de elementos que puede haber en una red Zigbee es de $2^{16} = 65535$, que es el número máximo de direcciones de red que se pueden asignar. [13]

4.2. BeagleBone Black BBB

Como servidor de sistema se hará uso de la BeagleBone Black (BBB), la cual es una plataforma de desarrollo fabricada por *Texas Instruments* la cual ofrece buenas prestaciones a bajo costo³. puede ser considerada como un mini-ordenador debido su capacidad de procesamiento y memoria, pero tiene pines de expansion que permiten desarrollar aplicaciones a la medida de la necesidad. [1]

Esta plataforma posee de fabrica una distribución de linux llamada *Amstrong* aunque también permite instalar otras distribuciones como *Ubuntu* o como *Deban*. y mediante el uso de lenguajes como python es posible realizar la interacción entre el hardware asociado a la plataforma y el procesador de ésta.

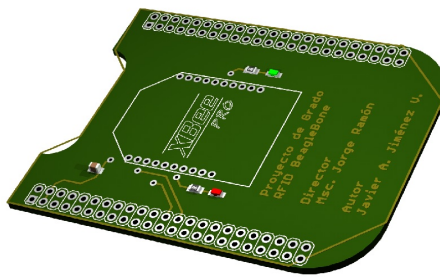
Figura 4.9: Plataforma de desarrollo BeagleBone Black



Tomado de http://www.element14.com/community/servlet/JiveServlet/showImage/102-54121-19-194222/BBBlack_blk2.jpg

³USD \$45, comparado con otros sistemas equivalentes

Figura 4.11: Cape Xbee BeagleBone Black



Fuente: Autor.

Un lenguaje interpretado o de script es aquel que se ejecuta utilizando un programa intermedio llamado intérprete, en lugar de compilar el código a lenguaje máquina que pueda comprender y ejecutar directamente una computadora (lenguajes compilados).

La ventaja de los lenguajes compilados es que su ejecución es más rápida. Sin embargo los lenguajes interpretados son más flexibles y más portables. Python tiene, no obstante, muchas de las características de los lenguajes compilados, por lo que se podría decir que es semi interpretado. En Python, como en Java y muchos otros lenguajes, el código fuente se traduce a un pseudo código máquina intermedio llamado bytecode la primera vez que se ejecuta, generando archivos .pyc o .pyo (bytecode optimizado), que son los que se ejecutarán en sucesivas ocasiones.

El intérprete de Python está disponible en multitud de plataformas (UNIX, Solaris, Linux, DOS, Windows, OS/2, Mac OS, etc.) por lo que si no utilizamos librerías específicas de cada plataforma nuestro programa podrá correr en todos estos sistemas sin grandes cambios. [5]

4.3.1.1. ¿Por qué python?

Python es un lenguaje que todo el mundo debería conocer. Su sintaxis simple, clara y sencilla; el tipado dinámico, el gestor de memoria, la gran cantidad de librerías disponibles y la potencia del lenguaje, entre otros, hacen que desarrollar una aplicación en Python sea sencillo, muy rápido y, lo que es más importante, divertido.

La sintaxis de Python es tan sencilla y cercana al lenguaje natural que los programas elaborados en Python parecen pseudocódigo. Por este motivo se trata además de uno de los mejores lenguajes para comenzar a programar. Python no es adecuado sin embargo para la programación de bajo nivel o para aplicaciones en las que el rendimiento sea crítico.

4.3.1.2. IDE y herramientas básicas

Existen dos formas de ejecutar código Python. Podemos escribir líneas de código en el intérprete y obtener una respuesta del intérprete para cada línea (sesión interactiva) o

bien podemos escribir el código de un programa en un archivo de texto y ejecutarlo.

En el campo de IDEs y editores de código gratuitos PyDEV ⁴se alza como cabeza de serie. PyDEV es un plugin para Eclipse que permite utilizar este IDE multiplataforma para programar en Python. Cuenta con autocompletado de código (con información sobre cada elemento), resaltado de sintaxis, un depurador gráfico, resaltado de errores, explorador de clases, formateo del código, refactorización, etc. Sin duda es la opción más completa, sobre todo si instalamos las extensiones comerciales, aunque necesita de una cantidad importante de memoria y no es del todo estable. [5]

4.3.2. Página web y base de datos

Como interfaz gráfica de usuario se tiene una pagina web, la cual debe hacer interacción con el servidor dentro del cual estará alojada la pagina y la base de datos. el diseño inicialmente consta de tres formularios, donde una de ellos permite ver los usuarios, otro formulario para ver los registros, y es formulario de contacto que se muestra a continuación.

Una Página Web es un documento electrónico que forma parte de la WWW (World Wide Web) generalmente construido en el lenguaje HTML (Hyper Text Markup Language o Lenguaje de Marcado de Hipertexto) ó en XHTML (eXtensible Hyper Text Markup Language o Lenguaje de Marcado de Hipertexto Extensible). Este documento puede contener enlaces (característica del hypertext) que nos direcciona a otra Página Web cuando se efectúa el click sobre él. Para visualizar una Página Web es necesario el uso de un Browser o navegador. [33]

Figura 4.12: Diseño de un formulario de la pagina web

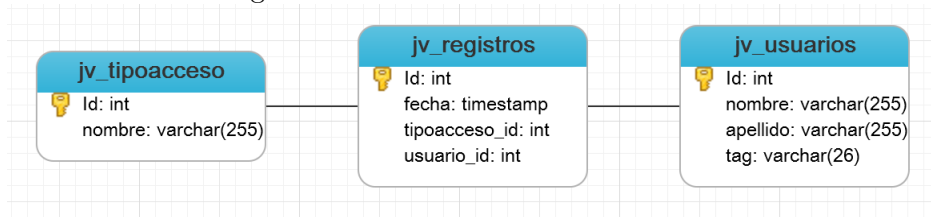


Fuente: Autor.

MySQL es un sistema gestor de bases de datos (SGBD, DBMS por sus siglas en inglés) muy conocido y ampliamente usado por su simplicidad y notable rendimiento. Aunque carece de algunas características avanzadas disponibles en otros SGBD del mercado, es una opción atractiva tanto para aplicaciones comerciales, como de entretenimiento precisamente por su facilidad de uso y tiempo reducido de puesta en marcha. Esto y su libre distribución en Internet bajo licencia GPL le otorgan como beneficios adicionales contar con un alto grado de estabilidad y un rápido desarrollo. [2]

⁴ (<http://pydev.sourceforge.net/>)

Figura 4.13: Diseño de la base de datos



Fuente: Autor.

MySQL está disponible para múltiples plataformas, la seleccionada para los ejemplos de este libro es GNU/Linux. Sin embargo, las diferencias con cualquier otra plataforma son prácticamente nulas, ya que la herramienta utilizada en este caso es el cliente `mysql-client`, que permite interactuar con un servidor MySQL (local o remoto) en modo texto. De este modo es posible realizar todos los ejercicios sobre un servidor instalado localmente o, a través de Internet, sobre un servidor remoto. [2]

La base de datos será elaborada en `mysql`, donde mediante `python` se realizarán las consultas y/o modificaciones respectivas, ya que estas se dan de acuerdo a dato recolectado y de manera simultánea a lo indicado en la página web.

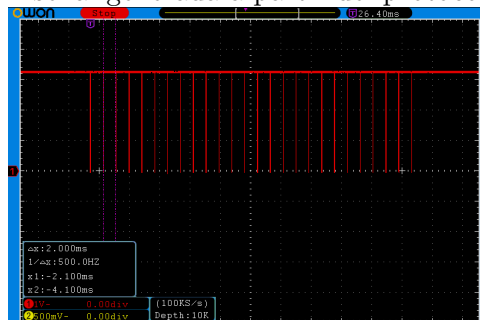
Capítulo 5

Implementación del sistema

5.1. Hardware

Se implementó la tarjeta de adquisición de datos y manejo del actuador. como se mencionó en la etapa de diseño se generó un reloj de 26 ciclos, mediante una operación AND, cada evento de reloj indica que se ha capturado un dato y para saber que dato se ha capturado se consulta uno de los pines ya sea data0 o data1.

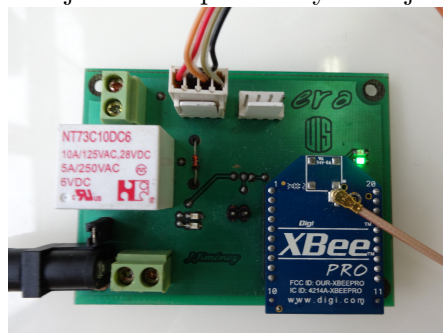
Figura 5.1: señal generada a partir del protocolo *wiegand*



Fuente: Autor.

esta imagen permite ver los 26 datos, el ancho de pulso de cada dato es de $50\mu\text{s}$ y se puede apreciar que entre cada dato hay un intervalo de 2ms, como establece el protocolo *wiegand 26*.

Figura 5.2: Tarjeta de adquisición y manejo de actuador



Fuente: Autor.

5.1.1. Actuador

Una cantonera eléctrica es un dispositivo de control de acceso utilizado para las puertas. Normalmente realiza la apertura de la puerta, liberando el pestillo en forma eléctrica.

Figura 5.3: Cantonera eléctrica, actuador del sistema



Es ideal para instalaciones simples. Se instala en el marco de la puerta, por lo general empotrado. Para activarla solo es necesario un pulso de 12VDC, su consumo está alrededor de los 800mA.

5.1.2. Módulos Xbee

Los módulos implementados pertenecen a la familia Xbee pro 2.4GHz con antena de tipo U.FL RF, la cual es muy versátil en el momento de tener el sistema dentro de una caja, dado que permite adaptar fácilmente la antena al dispositivo. Los módulos poseen las siguientes características:

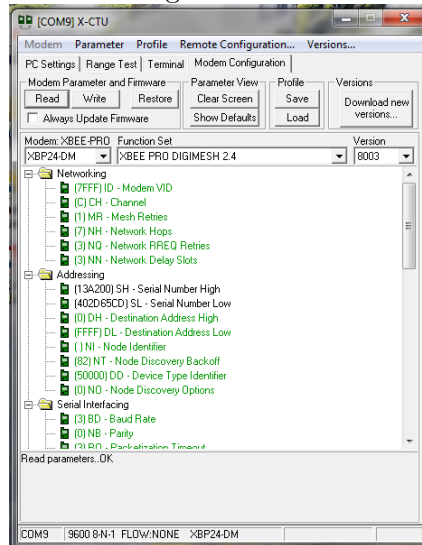
- máxima velocidad de 250 kbps.
- hasta 90m de alcance en áreas urbanas y/o espacios cerrados.
- hasta 1.6km de alcance en línea de vista.
- potencia de 60mW (+18dB).
- Interfaz de datos 3.3V CMOS serial UART.
- Tensión de alimentación entre 2.8VDC - 3.4VDC.
- Corriente en modo de transmisión de 250mA.
- Corriente en modo de recepción de 50mA.

Se estableció un modo de comunicación punto a punto, donde se tiene un punto en la tarjeta de adquisición y otro punto en el servidor del sistema. Para configurar los xbee se pudo haber realizado:

1. Mediante un microcontrolador a través de comandos AT
2. Mediante el software X-CTU a través de módulos Xbee USB explorer.

para el caso de este proyecto, se hizo uso de la segunda opción, dado que es un sistema poco complejo de configurar.

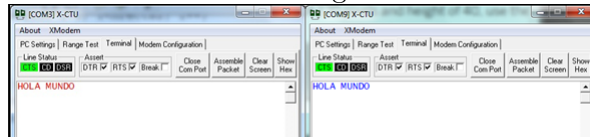
Figura 5.4: Configuración del módulo xbee



Fuente: Autor.

una vez finalizada la configuración de los módulos, se hace una prueba del funcionamiento del enlace mediante software como hyperterminal, y apreciando el eco del dato enviado por el otro dispositivo se concluye que la configuración ha sido exitosa.

Figura 5.5: Resultado de configuración del módulo xbee



Fuente: Autor.

5.2. BeagleBone Black

5.2.1. Configuración

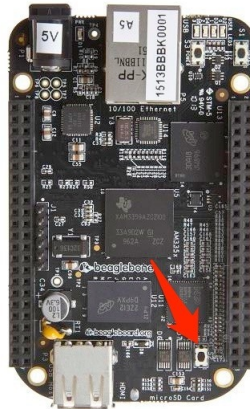
Para este sistema que viene por defecto de fábrica con una distribución de linux denominada Amstron, de decidió cambiar el sistema operativo a otra distribución de linux llamada Debian en su versión wheezy, dado que sobre esta distribución se tiene mayor soporte de parte de los desarrolladores debido a la robustez y antigüedad de la misma.

La beaglebone black a diferencia de su antecesora posee una memoria eMMC desde la cual inicia el sistema operativo que posea, como se desea tener otro sistema operativo se siguen los pasos mostrados a continuación:

1. Se descarga el instalador desde <http://beagleboard.org/latest-images/> verificando que sea eMMC-flasher.
2. Una vez descargado se procede a descomprimir el archivo, por ejemplo usando 7zip o a través de consola si se trabaja de un terminal de linux.

3. el resultado del proceso anterior es una imagen .ISO la cual se monta en una memoria microSD, por ejemplo a través de win32 Disk manager.
4. Asegurando tener sin fuente de alimentación conectada a la BeagleBone, se inserta la memoria microSD en el slot correspondiente, se acciona el interruptor de user button y sosteniendo el interruptor se energiza la plataforma.

Figura 5.6: Ubicación del interruptor de boot. [1]

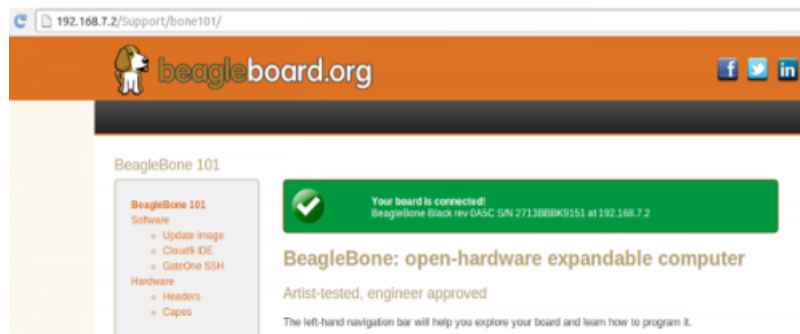


5. los cuatro LEDs ubicados al lado del conector ethernet se encienden por un momento y a partir de allí, se puede soltar el pulsador de boot, se inicia el proceso que toma alrededor de 30-40 minutos.

como no se ha realizado configuración sobre la plataforma, inicialmente se debe conectar a través de USB, allí la plataforma se energiza mediante el voltaje del puerto e inicia el sistema operativo, unos segundos después podemos establecer conexión y es posible acceder a los archivos de la beaglebone.

al introducir en la barra de dirección del navegador en el pc conectado a la beaglebone la dirección <http://192.168.7.2> se aprecia la siguiente pagina web:

Figura 5.7: pagina de inicio Beaglebone black



Fuente: Autor.

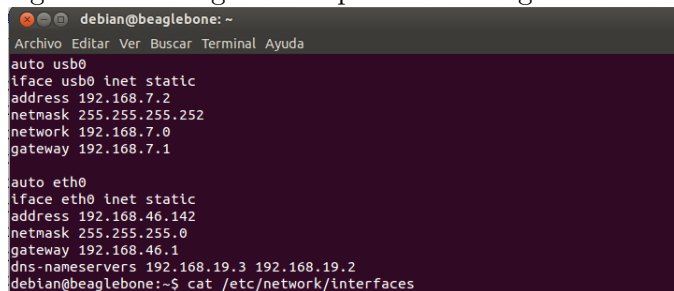
ahora trabajando bajo un computador con sistema operativo Ubuntu 12.04 se realiza comunicación por medio de SSH con la beaglebone de la siguiente manera:

```
usuario@ubuntu:~$ ssh debian@192.168.7.2 -l debian
```

se introduce la contraseña y finalmente se ha conectado el sistema. lo primero que debe hacerse es configurar el ethernet, para lo cual se asigna una ip estatica através del puerto eth0 que es la interfaz física de red de la plataforma, en modo superusuario se realiza:

```
debian@beaglebone:~# vi /etc/network/interfaces
```

Figura 5.8: configuración ip estática Beaglebone black



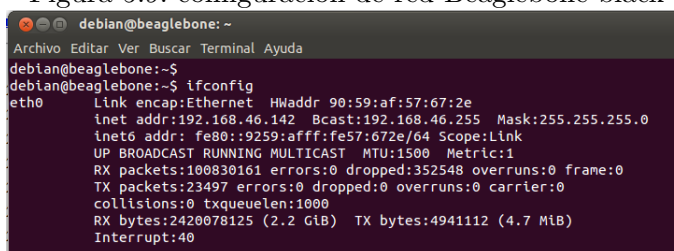
```
debian@beaglebone:~  
Archivo Editar Ver Buscar Terminal Ayuda  
auto usb0  
iface usb0 inet static  
address 192.168.7.2  
netmask 255.255.255.252  
network 192.168.7.0  
gateway 192.168.7.1  
  
auto eth0  
iface eth0 inet static  
address 192.168.46.142  
netmask 255.255.255.0  
gateway 192.168.46.1  
dns-nameservers 192.168.19.3 192.168.19.2  
debian@beaglebone:~$ cat /etc/network/interfaces
```

Fuente: Autor.

- La dirección ip asignada es 192.168.46.142
- La máscara de red es: 255.255.255.0
- La puerta de enlace configurada es: 192.168.46.1
- Los DNS primarios y secundarios configurados respectivamente son: 192.168.19.2 / 192.168.19.3

obteniendo como resultado:

Figura 5.9: configuración de red Beaglebone black



```
debian@beaglebone:~$ ifconfig  
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 90:59:af:57:67:2e  
          inet addr:192.168.46.142  Bcast:192.168.46.255  Mask:255.255.255.0  
          inet6 addr: fe80::9259:aff:fe57:672e/64  Scope:Link  
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1  
          RX packets:100830161 errors:0 dropped:352548 overruns:0 frame:0  
          TX packets:23497 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0  
          collisions:0 txqueuelen:1000  
          RX bytes:2420078125 (2.2 GiB)  TX bytes:4941112 (4.7 MiB)  
          Interrupt:40
```

Fuente: Autor.

5.2.2. Implementación del servidor

Realizado el proceso de configuración de ip, se puede conectar a través del puerto ethernet y acceder a la plataforma con:

```
usuario@ubuntu:~$ ssh debian@192.168.46.142 -l debian
```

como la plataforma tiene acceso a internet se actualizan los paquetes que tenga instalados en su última versión:

```
:~$ sudo apt-get update
:~$ sudo apt-get upgrade
```

La plataforma funcionará como el servidor del sistema, pero además tendrá que recibir los datos de la tarjeta de adquisición a través de un módulo Xbee, para el servidor se hace necesario tener instalados apache, mysql y php.

No es necesario instalar apache pues ya viene por defecto, recordando que la plataforma al ingresar a la dirección <http://192.168.7.2> permite ver la página inicial de la plataforma. se instala mysql

```
:~# apt-get install mysql-server mysql-client
```

durante el proceso de instalación se solicita la contraseña para el usuario root. luego se instala php

```
:~# apt-get install php5 libapache2-mod-php5 php5-mysql
```

finalizado el proceso de instalación, se insertan los archivos en el directorio /var/www y mediante un navegador ingresando la dirección ip de la beaglebone se tiene:

Figura 5.10: Implementación servidor Beaglebone black



Fuente: Autor.

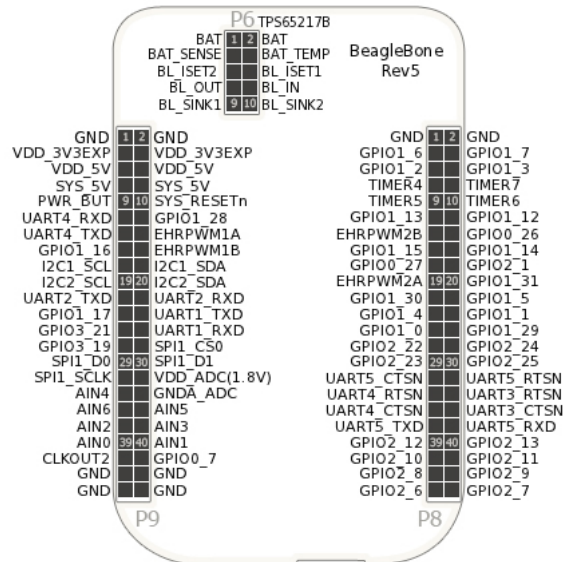
5.2.3. Comunicación inalámbrica

Lo siguiente es referente a la recepción de datos, como se trabaja una conexión xbee punto a punto, se hace necesario elaborar un Cape¹ para adaptar el módulo xbee, el cual requiere el uso de un UART de los 5 que posee la Beaglebone.

¹Nombre dado a una placa de circuito impreso, que aprovecha los pines de expansión de la Beaglebone para una aplicación específica

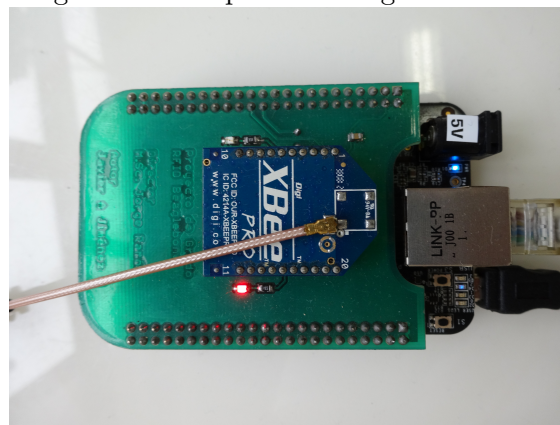
se debe configurar la beaglebone para poder usar el módulo UART en este caso se usa el UART1, se presenta a continuación la distribución de pines de la plataforma, de acuerdo al manual del fabricante.

Figura 5.11: Pinout Beaglebone black [1]



los pines a emplear pertenece al conector denominado P9, se tiene el pin 24 como transmisor y el pin 26 como receptor, se hace uso de los dos pues se necesita comunicación bidireccional en el sistema.

Figura 5.12: Cape xbee Beaglebone black



Fuente: Autor.

la anterior imagen corresponde al cape implementado para establecer la comunicación inalámbrica, la cual posee un indicador luminoso conectado al pin 6 del xbee, su función es indicar la potencia de la señal de comunicación, en otras palabras, si dentro del rango de alcance hay transmisión de datos, el indicador luminoso estará activado, esta opción es muy útil, dado que me permite establecer si la transmisión de datos se ha llevado cabalmente.

en la terminal de conexión de la beaglebone dentro del directorio /lib/firmware se ejecuta el siguiente comando:

```

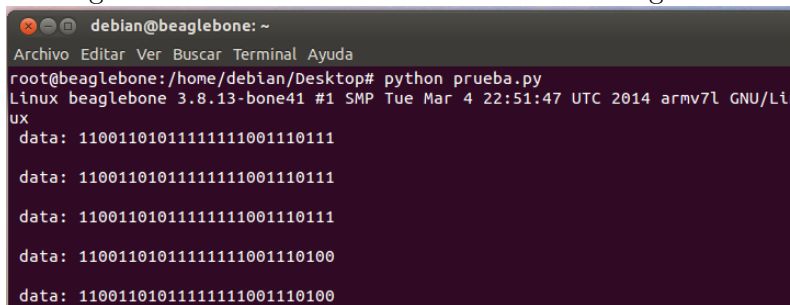
:~# echo ttyO1_armhf.com > /sys/devices/bone_capemgr.*/slots

```

de esta forma en el archivo /dev/ttyO1 se puede apreciar los datos recibidos.

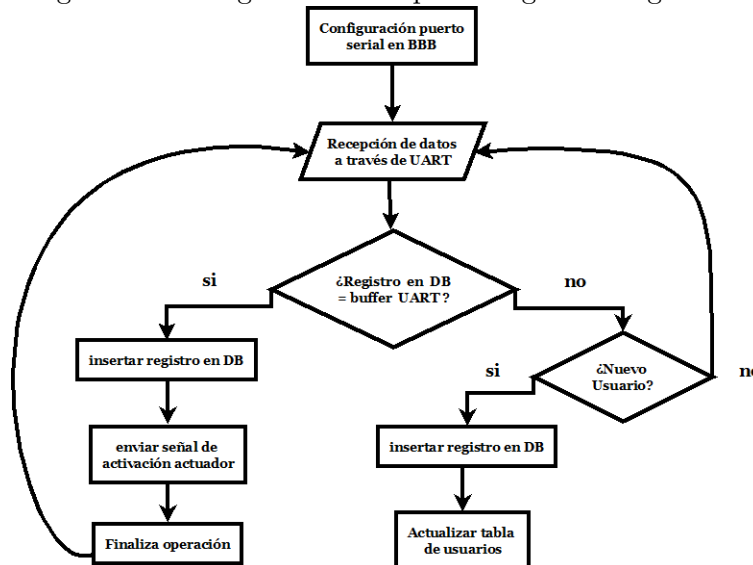
Se verifica que se tenga instalado el paquete python-serial, una vez instalado, mediante python a través de su módulo serial, se establece comunicación con la tarjeta de adquisición, se procesan los datos recibidos y de acuerdo al resultado se envía un mensaje que permite activar o no la cantonera.

Figura 5.13: Visualización de los datos en Beaglebone



Fuente: Autor.

Figura 5.14: Diagrama de bloques código en Beaglebone



Fuente: Autor.

las imágenes anteriores muestran el resultado del algoritmo y el diagrama de bloques que en síntesis configura el puerto serie para iniciar la comunicación, luego a medida que recibe los datos (número de identificación de cada tag asociado a un usuario) realiza la consulta y comparación con la base de datos, para determinar si el usuario pertenece o no al sistema, a partir de allí se puede indicar si es un nuevo usuario o de lo contrario regresa al proceso de recepción. En caso que al realizar la consulta, el dato recibido concuerde con

la base de datos, se envía un mensaje para que la tarjeta del actuador active la cantonera, luego de eso regresa al proceso de recepción.

5.3. Software

5.3.1. Base de datos

inicialmente se trabajó mediante archivos de texto de plano, luego mediante el uso python se elaboro e interactuó con las tablas contenidas en la base de datos.

```
1  #!/usr/bin/python
2
3  import MySQLdb
4
5  # Open database connection
6  db = MySQLdb.connect("localhost",user=" ",password=" ","testdb" )
7
8  # prepare a cursor object using cursor() method
9  cursor = db.cursor()
10
11 # Drop table if it already exist using execute() method.
12 cursor.execute("DROP TABLE IF EXISTS jv_usuarios")
13
14 # Create table as per requirement
15 sql = """CREATE TABLE jv_usuarios (
16         ID MEDIUMINT NOT NULL AUTO_INCREMENT,
17         NAME CHAR(20) NOT NULL,
18         DATE DATETIME,
19         PRIMARY KEY (id)
20     )"""
21
22 cursor.execute(sql)
23
24 # disconnect from server
25 db.close()
```

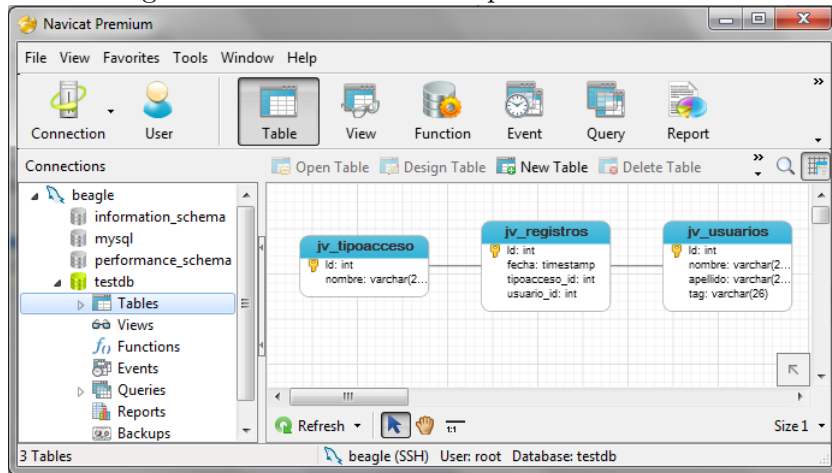
para mayor facilidad en la edición y manejo de tablas se empleó el software navicat² que brinda dos posibilidades para trabajar mediante versión estudiantil y versión profesional.

El software es un programa de mantenimiento y consulta de bases de datos, es compatible con sistemas libres como MySQL u otros como Oracle, que tiene como bandera su simplicidad de uso respecto a un programa de mantenimiento pesados y complejos. De forma que si queremos consultar de forma rápida una tabla o de crear alguna gestión sobre la misma lo podemos hacer sin perder mucho tiempo. Lógicamente las personas que no nos dedicamos a esto profesional agradeceremos esta simpleza a la hora de gestionar sistemas de BD.

²<http://www.navicat.com/>

se puede trabajar perfectamente con la opción gratuita puesto que las opciones son prácticamente las mismas. Además en la última versión del software se han unificado todas las versiones y podremos acceder desde un único programa a varios tipos de SGBD.

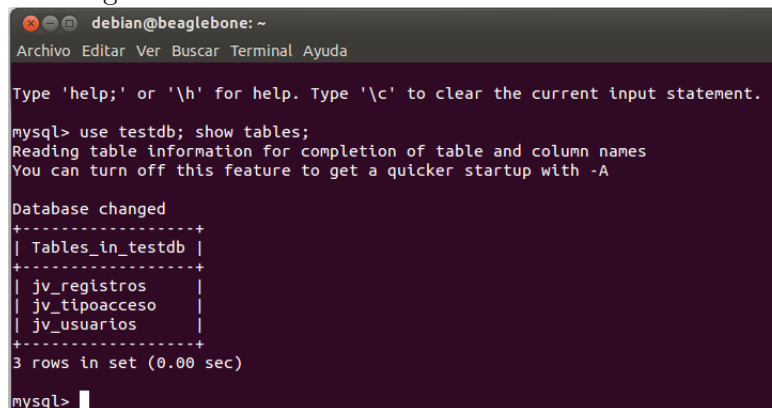
Figura 5.15: Interfaz navicat para bases de datos



Fuente: Autor.

Se implementó este software por la versatilidad que presenta y sumado a que permite establecer conexiones remotas mediante SSH, es decir puede trabajarse en un pc con un sistema operativo diferente y aun así poder manipular las bases de datos que se encuentran en la beaglebone black.

Figura 5.16: Verificación base de datos en servidor



Fuente: Autor.

5.3.2. Página web

la pagina web consta de dos datagrids, uno para los usuarios del sistema y otro para el registro de eventos, un datagrid es una interfaz de usuario bastante típica, que sirve para visualizar información en una tabla. La información suele ser un conjunto de registros, y se suelen mostrar cada uno de ellos en una fila. Además, los data grid suelen tener integradas funcionalidades para la ordenación de los datos y opciones para su edición o borrado.

se implementó de esa manera, debido a que se trabaja de la mano con la base de datos, cada acción del sistema genera un registro en la base de datos que debe ser mostrado por contener información vital para conocer quien hace uso del sistema y de que manera se hace.

Figura 5.17: Formulario de registro de eventos del sistema

Usuario

| Id | fecha | Tipo de Acceso | Usuario |
|----|------------|----------------|----------------|
| 1 | 2014-04-23 | Entradas | Javier jimenez |
| 2 | 2014-04-23 | Salidas | Javier jimenez |
| 3 | 2014-04-23 | Entradas | Javier jimenez |
| 4 | | Salidas | Javier jimenez |
| 5 | 2014-04-23 | Entradas | Javier jimenez |
| 6 | 2014-04-23 | Entradas | Javier jimenez |

Page 1 of 1 30 View 1 - 6 of 6

Fuente: Autor.

La imagen anterior es el resultado del sistema, se tiene una tabulación de eventos ocurridos con el usuario, indicando la fecha en la ocurrió y el tipo de evento, así por ejemplo si el usuario utiliza el lector de entrada, se generará un evento denominado entradas, de igual forma si hace uso del lector de salida.

el otro tipo de interfaz implementada, es formulario, para contacto con el administrador del sistema, donde se deja un mensaje con previa identificación y el administrador recibe un correo electrónico para atender la inquietud presentada.

Figura 5.18: Formulario de contacto

RFID BeagleBone

Eventos Usuarios Contacto Registro Ayuda

Contáctanos

Nombre :

E-mail :

Mensaje :

Fuente: Autor.

Observaciones

- La plataforma BeagleBone Black brinda muchas más prestaciones que las plataformas antecesoras, pero a diferencia de su predecesora la beaglebone no posee interfaz serial a través de su puerto USB, al no contar con el transceptor FTDI232, se considera una mejora la característica de la memoria eMMC la cual evita depender de una memoria microSD para iniciar el sistema operativo. Aunque en contraprestación se hace necesario si lo requiere la aplicación, puede usarse el microSD para emplearlo como parte de almacenamiento del sistema operativo, previa configuración en la beaglebone black.
- Cuando la Beaglebone no tiene fuente de alimentación, pierde las configuraciones que se han hecho, por ejemplo, la configuración del puerto serial, entre otros, cuando ésta se vuelve a energizar. Debido a esto se hace necesario, elaborar un script que permita ejecutar todas las configuraciones necesarias al inicio del sistema operativo.
- La tarjeta de adquisición y manejo del actuador se alimenta a 12VDC, al implementarse el sistema se hace necesario tener una fuente de respaldo, para el momento en que no se tenga alimentación se posible acceder o salir del recinto en el cual se tiene el sistema, de igual forma sucede con la Beaglebone, ya que el sistema tiene comunicación bidireccional, de tal forma que aunque la tarjeta esté energizada pero la beagle no lo esté, no será posible activar la cantonera.

Conclusiones

- La tarjeta de adquisición y control del actuador permite recolectar cualquier número de tag referente a una tarjeta de proximidad, siempre y cuando pertenezca al fabricante HID global, dado que el lector proxpoint plus 6005 solo permite lectura de ese tipo de tag, al tener una encriptación propia para la transmisión del código de identificación. La tarjeta recolecta los tags, permite una comunicación bidireccional acertada a través de los módulos Xbee, y tiene la capacidad de activar la cantonera sin presentar fallos.
- La plataforma BeagleBone Black permitió implementar un servidor mediante la distribución Debian Wheezy GNU/Linux, y establecer interacción con el hardware de adquisición de datos, esto se da gracias al uso del lenguaje python para emplear los recursos de la Beaglebone en conjunto con hardware externo. Gracias a esta plataforma se evita el uso de un computador dado que la plataforma brinda características adecuadas para la aplicación reduciendo costos y consumo de energía.
- El proceso de nuevas empresas viene desarrollando una metodología que implica tres procesos: Ideación, consolidación y aceleración. Se concluye que el lienzo CANVAS bajo la filosofía de Modelo de Negocio permite hacer los cambios necesarios en sus elementos que permitan encontrar con un prototipo ágil la validez de la idea de negocio, esta etapa inicial o primera se llama ideación.
- El uso de la distribución Debian Wheezy GNU/Linux sobre el sistema que viene por defecto en la plataforma facilitó el uso de los programas necesarios para la aplicación, pues este sistema es una de las distribuciones GNU/Linux más maduras y estables.
- La aplicación web permite visualizar los datos, registro de actividad en el sistema, así como la lista de usuarios, adicionalmente debido a que estos formularios se encuentran en datagrid es posible hacer algunas modificaciones sobre los datos. El uso de herramientas como navicat y fileZilla facilita el trabajo sobre la plataforma dado que permite acceder y realizar modificaciones de manera más rápida y sencilla.

Bibliografía

- [1] Coley, Gerad, Texas instrument *BleagleBone Black System Reference Manual* Abril, 2013.
- [2] DuBois, P. *MySQL Second Edition: The definitive guide to using, programming, and administering MySQL 4 databases Indianapolis: Developer's Library.* (2003).
- [3] Freescale Semiconductor, *MC9S08QE8 Reference Manual HCS08 Microcontrollers*, Abril 2011
- [4] Garfinkel, S.L., Juels, A., Pappu, R., *RFID privacy: an overview of problems and roposed solutions* ,& Security and Privacy Magazine, IEEE Volume 3(3):34-43, Mayo-Junio, 2005.
- [5] González Duque, Raúl, *Python para todos*.
- [6] Joseph E. Hoang and Craig W. Thompson, *Architecturing RFID Middleware*, IEEE Internet Computing, 2006 pp. 88-92
- [7] Lee HJ, et. al, *Ubiquitous healthcare service using Zigbee and mobile phone forelderly patients*,INTERNATIONAL JOURNAL OF MEDICALINFORMATICS Volume: 78(3), 193 (2009).
- [8] Ken Traub, *ALE: A New Standard for Data Access*, RFID JOURNAL Apr. 18, 2005
- [9] Manzanarez Zárata, Fabian. *Monitoreo de personal mediante Tecnología GPS y control de horario*. Cartago 2006. Trabajo de Grado, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Ingeniería Electrónica.
- [10] Méndez Delgado, Gerardo *Zigbee y sus aplicaciones en el monitoreo y control de procesos a distancia*, Julio, 2009.
- [11] Michael, K.; McCathie, L.; *The pros and cons of RFID in supply chain management*, Mobile Business, 2005. ICMB 2005. International Conference on 11-13 July 2005 pp:623 - 629
- [12] Myerson M. Judith, *RFID in the Supply Chain, A guide to Selection and Implementation*, Auerbach Publications 2007.
- [13] Oyarce, Andrés, Ingeniería MCI LTDA, *Guía del usuario, xbee serie 1*, julio 2010.
- [14] R. Weinstein, *RFID: a technical overview and its application to the enterprise*, & IT Professional, Volumen 7(3): 27-33, Junio 2005.

- [15] Sharyn Leaver with Tamara Mendelsohn, Christine Spivey Overby, and Esther H. Yuen, *Evaluating RFID Middleware Picking The Right Solution For Integrating RFID Data Into Business Applications*, Forrester Research, Inc. August 13, 2004
- [16] S. Meza, C. Hillera, *Diseño e implemetación de una herramienta para el registro y control de acceso utilizando Tecnología RFID y bluetooth*. Bucaramanga 2010, Trabajo de grado Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones.
- [17] Sandip Lahiri, *RFID Sourcebook*, Prentice Hall PTR, August 31, 2005
- [18] Steven blank and Bobo dorf *The Startup Owner's Manual:The Step-By-Step Guide for Building a Great Company*,
- [19] Tom Miller, *RFID Insider*, January 05, 2006 - RFID Connections
- [20] Manish Bhuptani and Shahram Moradpour, *RFID Field Guide: Deploying Radio Frequency Identification Systems*, Prentice Hall Professional Technical Reference February 2005
- [21] Tomado de <http://rfid-handbook.de/about-rfid.html>
- [22] Tomado de <http://www.emeraldinsight.com>
- [23] Tomado de http://picmania.garcia-cuervo.net/conceptos_wiegand.php
- [24] Tomado de <http://www.bioaccez.com/articles/16/2/Productos-RFID/Pagina2.html>
- [25] Tomado de <http://www.bioaccez.com/articles/16/1/Productos-RFID/Pagina1.html>
- [26] Tomado de <http://www.ferroxtag.com/Downloads/BasicsRFID-ES.pdf>
- [27] Tomado de: http://www.hidglobal.com/sites/hidglobal.com/files/proxpointplus_blk_6005_6008.png
- [28] Tomado de <http://www.ipsolutions.com.pe/index-tarjetas-de-proximidad.jpg>
- [29] Tomado de <http://circuits.datasheetdir.com/264/MC9S08SE8-pinout.jpg>
- [30] Tomado de <http://www.olimex.cl/images/MCI-WIR-00639.jpg>
- [31] Tomado de http://www.element14.com/community/servlet/JiveServlet/showImage/102-54121-19-194222/BBBlack_blk2.jpg
- [32] Tomado de <http://files.linuxgizmos.com/beaglebone-black-blockdiag.jpg>
- [33] Tomado de http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/GuiaEmprendedor/tema7/F49_7.9_WEB.pdf
- [34] Trigos Martinez, Miguel Angel. *Estado del arte del estandard Bluetooth en aplicaciones de la automatización industrial*. Bucaramanga 2003. Trabajo de Grado. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Eléctrica Electrónica y Telecomunicaciones.

Anexos

Algoritmos

A continuación se muestra el algoritmo del formulario de usuarios, a modo ilustrativo, es decir formularios como el de registro tienen la misma estructura.

```
1 <?php
2 // $polid=$_SESSION['idpol'];
3 require_once 'jq-config.php';
4 // include the jqGrid Class
5 require_once ABSPATH."php/jqGrid.php";
6 // include the driver class
7 require_once ABSPATH."php/jqGridPdo.php";
8 // Connection to the server
9 $conn = new PDO(DB_DSN,DB_USER,DB_PASSWORD);
10 // Tell the db that we use utf-8
11 $conn->query("SET NAMES 'utf8'");
12
13 // Create the jqGrid instance
14 $grid = new jqGridRender($conn);
15 // Write the SQL Query
16 $grid->SelectCommand = 'SELECT Id,nombre,apellido,tag FROM
17     jv_usuarios';
18 // set the output format to json
19 $grid->table = 'jv_usuarios';
20 $grid->setPrimaryKeyId('Id');
21 $grid->dataType = 'json';
22 // Let the grid create the model
23 $grid->setColModel();
24 // Set the url from where we obtain the data
25 $grid->setUrl('usuarios.php');
26
27 $grid->setGridOptions(array("rowNum"=>30,"rowList"=>array(10,20,30)
28     , "sortname"=>"Id","height"=>550,"width"=>1200));
29 $grid->setColProperty("Id",array("width"=>100,"editable"=>false));
30 $grid->setColProperty("nombre",array("label"=>"Nombre Usuario",
31     "width"=>250,"editable"=>true));
32 $grid->setColProperty("apellido",array("label"=>"Apellido Usuario",
33     "width"=>250,"editable"=>true));
```

```

30 $grid->setColProperty("tag", array("hidden"=>true, "editable"=>true, "
    editrules"=>array("edithidden"=>true, "required"=>true)));
31
32
33 // Enable toolbar searching
34 $grid->setNavOptions('search', array("multipleSearch"=>false));
35
36 // Enable toolbar searching
37 $grid->navigator = true;
38 $grid->setNavOptions('navigator', array("excel"=>true, "add"=>true, "
    edit"=>true, "del"=>true, "view"=>true, "search"=>true));
39 $grid->setNavOptions('edit', array("closeAfterEdit"=>true, "
    editCaption"=>"Update Customer", "bSubmit"=>"Update", "
    viewPagerButtons"=>false));
40 $grid->setNavOptions('add', array("closeAfterAdd"=>true, "
    reloadAfterSubmit"=>false));
41
42 $grid->setNavOptions('edit', array("height"=>200, "dataheight"=>"
    auto", "width"=>600));
43 $grid->setNavOptions('add', array("height"=>200, "dataheight"=>"auto
    ", "width"=>600));
44 $grid->setNavOptions('del', array("height"=>200, "dataheight"=>"auto
    ", "width"=>600));
45
46 $fecha=gmtime("Y-m-d hh:mm:ss");
47 $grid->exportfile = 'Report'.$fecha.'.xls';
48
49 $grid->renderGrid('#grid', '#pager', true, null, null, true, true);
50 $conn = null;

```

Esquemáticos y Boards implementados

A continuación se muestra los circuitos implementados, estos fueron desarrollados mediante la herramienta para diseño de circuitos impresos denominada EAGLE(Easily Applicable Graphical Layout Editor) cadsoft.

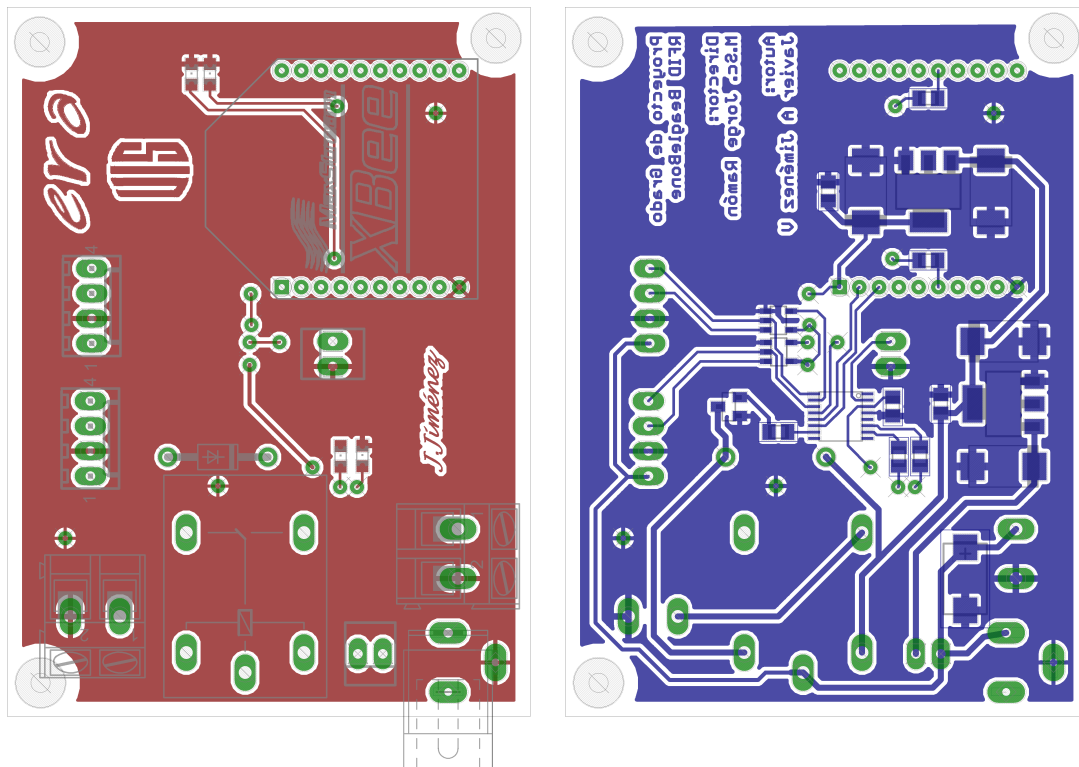


Figura 5.19: Capa superior e inferior del circuito de adquisición y actuador
Fuente: Autor.

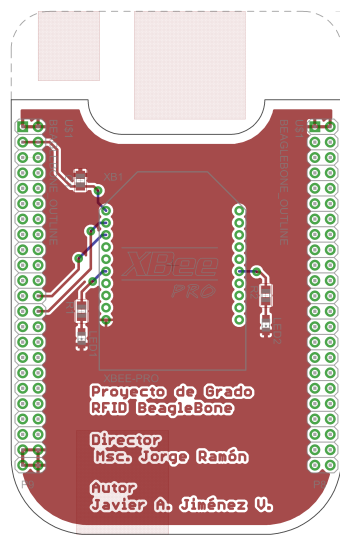
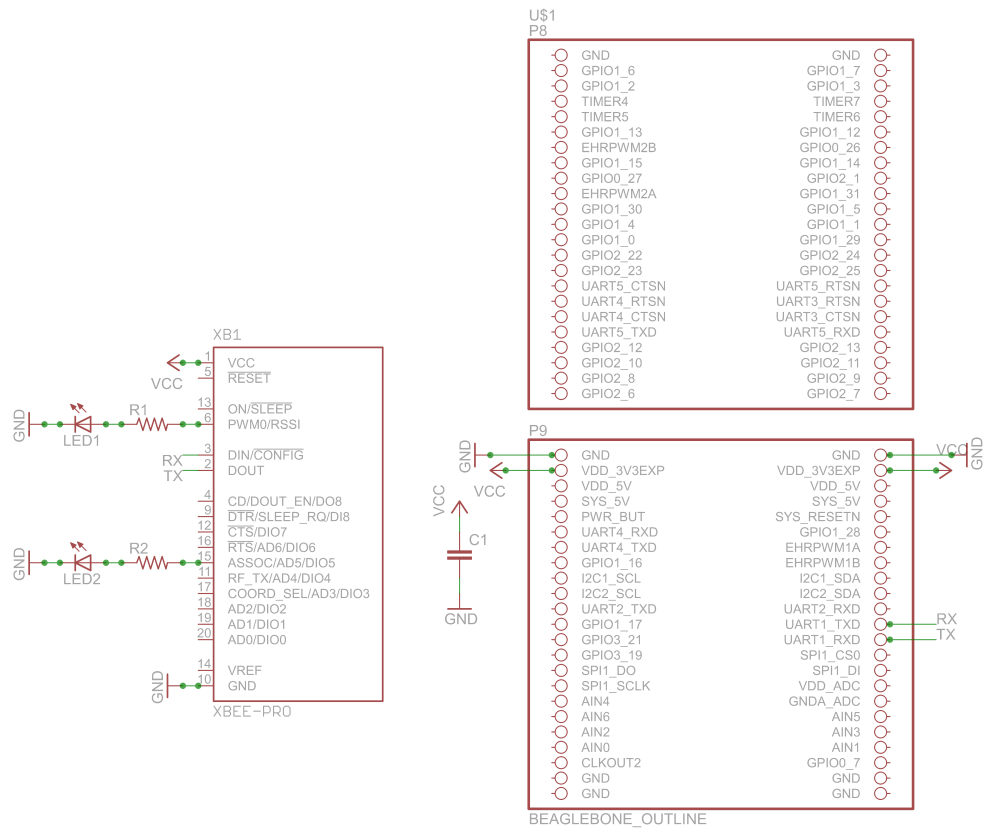


Figura 5.21: Circuito capexBEE Beaglebone
Fuente: Autor.