

# Sistema de Control de Inventario empleando la Tecnología RFID para el Centro de Información del ITTG

Presentan

Jiménez León Daniela Karina;08270802

Ríos Hernández Heydi Madaí;08270838

Asesor

M.C. Walter Torres Robledo

Revisores

Dr. Héctor Guerra Crespo

Ing. Jorge Octavio Sánchez Guzmán

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

16 de enero de 2013

# Índice general

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Introducción</b>   | <b>7</b>  |
| 1.1. Antecedentes . . . . .  | 7         |
| 1.2. Planteamiento del Problema . . . . .  | 9         |
| 1.3. Justificación . . . . .   | 9         |
| 1.4. Hipótesis . . . . .   | 10        |
| 1.5. Objetivos . . . . .   | 10        |
| 1.5.1. Objetivo General . . . . .  | 10        |
| 1.5.2. Objetivos Específicos . . . . .   | 10        |
| 1.6. Impactos . . . . .  | 10        |
| 1.6.1. Impacto Social . . . . .  | 10        |
| 1.6.2. Impacto Tecnológico . . . . .   | 11        |
| 1.6.3. Impacto Económico . . . . .   | 11        |
| 1.7. Alcances . . . . .  | 11        |
| 1.8. Limitaciones . . . . .  | 11        |
| 1.9. Caracterización del Área en que Participó . . . . .   | 12        |
| <b>2. Fundamento Teórico</b>   | <b>14</b> |
| 2.1. Estado del Arte . . . . .   | 14        |
| 2.1.1. Information Technology: New Generations (ITNG) . . . . .  | 14        |
| 2.1.2. Advanced Communication Technology (ICACT) . . . . .   | 14        |
| 2.1.3. The Green Potential of RFID Projects . . . . .  | 14        |
| 2.1.4. Challenges in Implementing RFID Tag in a Conventional Library . . . . .   | 15        |
| 2.1.5. RFID Based Intelligent Books Shelving System . . . . .  | 15        |
| 2.1.6. Sistema de Control de Acceso con RFID . . . . .   | 15        |
| 2.1.7. Estudio de Factibilidad para Implementar Tecnología RFID en la Biblioteca de Miraflores   | 16        |
| 2.1.8. Sistema de Control de Soporte para Inventarios Mediante RFID . . . . .  | 16        |
| 2.1.9. Sistema de Control de Inventarios y Facturación de Productos utilizando Etiquetas de<br>Radiofrecuencia para Tecnilibro . . . . . | 17        |
| 2.2. Marco Teórico Conceptual . . . . .  | 17        |
| 2.2.1. Sistema RFID . . . . .  | 17        |
| 2.2.2. Avances Tecnológicos de la Tecnología RFID . . . . .  | 18        |
| 2.2.3. Elementos de un Sistema RFID . . . . .  | 19        |
| 2.2.3.1. Transponder . . . . .   | 19        |
| 2.2.3.2. Arquitectura de un Tag . . . . .  | 19        |
| 2.2.3.3. Lectores . . . . .  | 22        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.2.4. Estándares de RFID . . . . .                                    | 22        |
| 2.2.5. Campos de Aplicación . . . . .                                  | 24        |
| 2.2.6. La Tecnología RFID y las Bibliotecas . . . . .                  | 24        |
| <b>3. Marco Metodológico</b>   | <b>26</b> |
| 3.1. Investigación . . . . .   | 26        |
| 3.2. Proyecto . . . . .  | 26        |
| <b>4. Desarrollo</b>   | <b>28</b> |
| 4.1. Metodología . . . . .   | 28        |
| 4.1.1. Estudio y selección de los Equipos de Radiofrecuencia . . . . . | 28        |
| 4.1.2. Características de la Antena Seleccionada . . . . .             | 29        |
| 4.1.2.1. Aplicaciones . . . . .  | 29        |
| 4.1.2.2. Características . . . . .                                     | 29        |
| 4.1.2.3. Especificaciones técnicas . . . . .                           | 31        |
| 4.2. Diagramas . . . . .   | 31        |
| 4.2.1. Diagrama de Caso de Uso . . . . .                               | 31        |
| 4.2.2. Diagrama Cero . . . . .   | 31        |
| 4.2.3. Diagrama de Contexto . . . . .                                  | 31        |
| 4.2.4. Modelo de Proceso: Ciclo de vida incremental . . . . .          | 34        |
| 4.3. Arquitectura . . . . .  | 35        |
| 4.4. Conectividad RFID-Pc's . . . . .                                  | 35        |
| <b>5. Resultados</b>   | <b>37</b> |
| 5.1. Prototipo del Sistema . . . . .                                   | 37        |
| <b>6. Conclusiones</b>   | <b>44</b> |
| 6.1. Conclusiones . . . . .  | 44        |
| 6.2. Recomendaciones . . . . .   | 44        |
| <b>7. Referencias</b>  | <b>45</b> |
| <b>8. Anexos</b>   | <b>47</b> |
| 8.1. Entrevista . . . . .  | 47        |
| 8.2. PRUEBAS DEL SISTEMA . . . . .                                     | 47        |

# Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| 1.1. Sistema SIABUC . . . . .   | 7  |
| 1.2. Ventana principal de SIABUC . . . . .  | 8  |
| 1.3. Módulo de consultas de SIABUC . . . . .  | 9  |
| 1.4. Organigrama del Centro de Información . . . . .  | 12 |
| 1.5. Localización del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez . . . . .                         | 13 |
| 2.1. Diagrama de un sistema RFID . . . . .  | 17 |
| 2.2. Comparación de los diferentes sistemas RFID con sus principales ventajas y desventajas . . . | 18 |
| 2.3. Esquema de un transponder RFID . . . . .   | 19 |
| 2.4. Descripción de un tag RFID . . . . .   | 20 |
| 2.5. Ejemplo de cobertura de un tag RFID . . . . .  | 20 |
| 2.6. Tag activo . . . . .   | 21 |
| 2.7. Tag pasivo . . . . .   | 21 |
| 2.8. Rango de frecuencia de RFID . . . . .  | 23 |
| 2.9. Identificación de volúmenes . . . . .  | 25 |
| 4.1. Diagrama a bloques del sistema . . . . .   | 28 |
| 4.2. Antena UHF Gen 2RFID . . . . .   | 30 |
| 4.3. Especificaciones técnicas de la antena . . . . .   | 30 |
| 4.4. Antena RFID . . . . .  | 30 |
| 4.5. Caso de uso del sistema de control de inventario . . . . .                                   | 31 |
| 4.6. Diagrama cero . . . . .  | 33 |
| 4.7. Diagrama de contexto . . . . .   | 33 |
| 4.8. Modelo del ciclo de vida incremental . . . . .   | 34 |
| 4.9. Arquitectura del sistema . . . . .   | 35 |
| 4.10. Conexión de la antena . . . . .   | 36 |
| 4.11. Conexión de la antena con la pc . . . . .   | 36 |
| 5.1. Inicio de sesión . . . . .   | 37 |
| 5.2. Selección de puerto de comunicación . . . . .  | 38 |
| 5.3. Ventana principal del sistema . . . . .  | 38 |
| 5.4. Antena no conectada . . . . .  | 38 |
| 5.5. Antena conectada . . . . .   | 39 |
| 5.6. Libros detectados . . . . .  | 39 |
| 5.7. Generar reporte . . . . .  | 39 |
| 5.8. Reporte del sistema de inventario . . . . .  | 40 |

|  |    |
|--|----|
| 5.9. Ventana de búsqueda . . . . .               | 40 |
| 5.10. Libro encontrado . . . . .                 | 41 |
| 5.11. Libro con portada . . . . .                | 41 |
| 5.12. Ventana de la sección nuevo . . . . .      | 42 |
| 5.13. Libro sin etiqueta . . . . .               | 42 |
| 5.14. Agregar nueva etiqueta . . . . .           | 42 |
| 5.15. Ventana para agregar una portada . . . . . | 42 |
| 5.16. Agregar una imagen . . . . .               | 43 |
| 5.17. Libro con portada seleccionada . . . . .   | 43 |
| 8.1. Tarjeta MPS430 . . . . .                    | 48 |
| 8.2. Pruebas con la Hyper Terminal . . . . .     | 48 |
| 8.3. Trama recibida desde el sistema . . . . .   | 48 |

# Índice de cuadros

|   |    |
|---|----|
| 4.1. Radios de cobertura y frecuencia . . . . .             | 29 |
| 4.2. Costos de equipos lectores . . . . .                   | 29 |
| 4.3. Clasificación de equipos según su frecuencia . . . . . | 29 |
| 4.4. Diagrama de caso de uso configurar puerto . . . . .    | 31 |
| 4.5. Diagrama de caso de uso realizar inventario . . . . .  | 32 |
| 4.6. Diagrama de caso de uso generar reporte . . . . .      | 32 |
| 4.7. Diagrama de caso de uso buscar libro . . . . .         | 32 |
| 4.8. Diagrama de caso de uso agregar libro . . . . .        | 32 |
| 4.9. Diagrama de caso de uso insertar portada . . . . .     | 32 |
| 4.10. Diagrama de caso de uso agregar etiqueta . . . . .    | 33 |

# Resumen

Este reporte se basa en el desarrollo de un sistema de control de inventario empleando la tecnología RFID para el Centro de Información del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.

Este proyecto, al implementar el modelo de inventario de volúmenes, genera una plataforma de control para la biblioteca, pero que a su vez puede ser extensible a otras aplicaciones bibliotecarias que requieran comunicación usando módulos RFID.

La solución desarrollada logra cumplir todas éstas exigencias, las que son posibles de ser extendidas para mejorar la completitud de los servicios. Todo el sentido de generar una mejor administración de los recursos de biblioteca, tanto en el control de espacio de colección general así como en controlar la cantidad de volúmenes presentes.

Además, este desarrollo puede ser usado para crear nuevas aplicaciones, que desarrollen soluciones para el manejo, gestión y control dentro de la biblioteca misma o como base para desarrollos de similares características en otras áreas.

# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. Antecedentes

Basadas en las investigaciones anteriores, la mayoría de las bibliotecas manejaban el control de inventario de volúmenes manualmente, esto ocasionaba una pérdida de tiempo ya que era más tardado a su vez podía ser no confiable debido al conteo realizado de forma manual.

Con el avance tecnológico, las bibliotecas de distintos países se encontraron con la necesidad de automatizar la toma de información relacionada con los procesos de control de inventario. De igual forma el Centro de Información ha venido manejando a lo largo de los años este proceso en cuanto al manejo de inventario ya que se realizaban en hojas de papel verificando de esta forma la entrada y salida de volúmenes.

Al llevarse de esta manera la administración de inventario del Centro de Información se cometían errores que eran desapercibidos en cuanto al control de la existencia de libros. Los errores que se presentaban de manera continua eran relacionados con las pérdidas, además de que se realizaba un mal registro de los libros ya existentes, lo cual determinaba que al hacer de nuevo el inventario, este no fuera exacto. Esto provocaba que cada cierto tiempo se elaboraran control de inventario.

En muchos lugares se optó por utilizar el código de barras como una herramienta para identificar los volúmenes existentes, una de sus principales aplicaciones se encuentran en el sector médico, en la industria del automóvil, contenedores de barcos, industria pesada en general, en procesos industriales, logísticos o librerías.

Actualmente la biblioteca cuenta con un sistema llamado Siabuc, el cual cuenta con los diferentes apartados como se muestra a continuación.

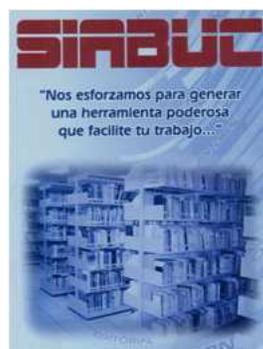


Figura 1.1: Sistema SIABUC

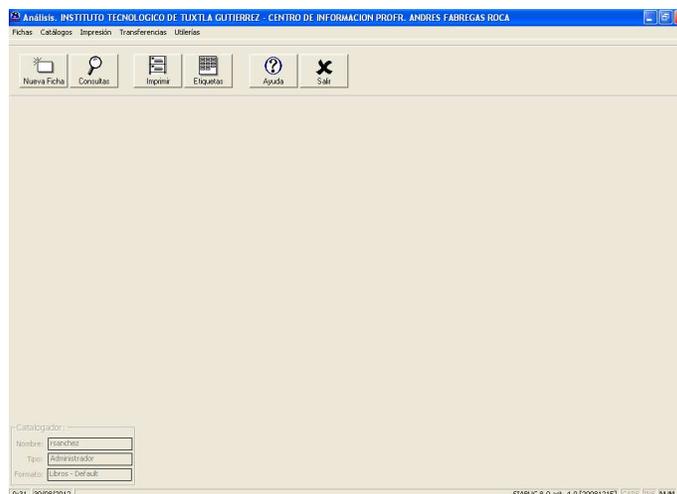


Figura 1.2: Ventana principal de SIABUC

- **Recolección de datos**  
 La biblioteca del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez realiza sus funciones por medio de un software llamado SIABUC, el cual proviene de la univesidad de Colima, desde hace aproximadamente 15 años o poco más. Cuenta con 10 módulos de administración los cuales solo utilizan 3 porque los demás no son necesarios o no aprendieron a utilizarlos.
- **Adquisiciones**  
 El registro de los libros no tiene vigencia, el encargado realiza las altas de los libros manualmente por medio de Excel, debido a que el módulo de adquisiciones contiene fallas. Los números con los cuales se identifican los libros no tienen nada especial ya que son números consecutivos, desde que se registro el libro uno hasta el actual, cabe señalar que los libros son registrados en Excel, y en el módulo de préstamos y consultas, ya que como no puede darse de alta en adquisiciones deben agregarlos a las consultas para que puedan ser dados a préstamo.
- **Análisis**  
 Con el número de adquisiciones registrados en Excel se agregan los libros también en el módulo de análisis de SIABUC, libro por libro, una vez realizado este proceso se generan fichas bibliográficas de cada uno de ellos.
- **Indizar Libros**  
 Indizar los libros quiere decir dar de alta los libros en préstamos y consultas que aparezcan en existencia, de no ser así aunque los libros estén registrados en el módulo de análisis, no aparecen en la base de datos para ser prestados o saber si están en existencia.
- **Préstamos**  
 Para realizar este proceso, los usuarios en este caso alumnos y personal docente deben estar ya dados de alta en la base de datos, por medio de un número de control de biblioteca. Se abre el módulo de préstamos y se introduce el número de usuario, la función que desea realizar en este caso un préstamo, se agrega el número de adquisición del libro o el nombre y existen 3 días hábiles para su devolución. Cuando se devuelve simplemente se usa el botón de devolución y queda saldada la deuda.
- **Consultas**  
 Las consultas incluyen cuántos libros hay en existencia. El usuario puede introducir nombre del libro, autor, editorial, edición, etc. Si el libro existe debe estar en consultas puesto que fue indexado. Pero no le

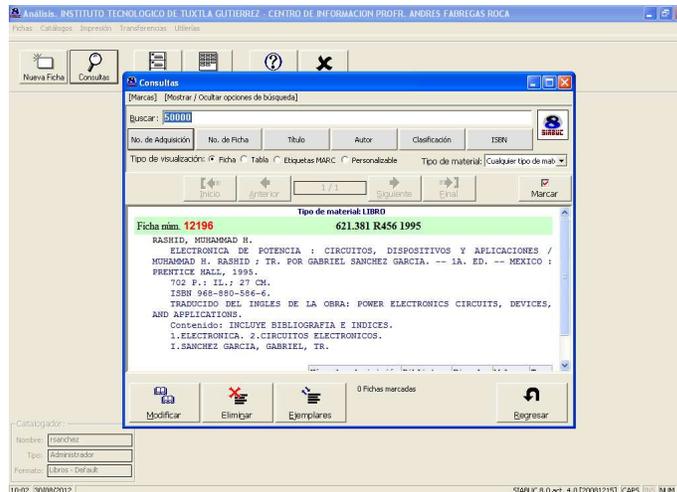


Figura 1.3: Módulo de consultas de SIABUC

dice al usuario si está en la biblioteca o prestado. La biblioteca tenía un sistema de Check Point el cual solo sirvió algunos años y cuando ya no funcionó no lo arreglaron, actualmente no existe ninguna forma de verificar que algún usuario está sacando libro sin haberlo registrado.

## 1.2. Planteamiento del Problema

Actualmente existen diversos problemas al momento de controlar la salida y entrada de libros en un sistema de inventarios, los problemas que se cometen son los siguientes:

- Demora en el proceso de registro de entrada y salida de los volúmenes  
En el ingreso de los datos a capturar experimenta una demora ya que en muchas ocasiones los libros cuentan con mucha información como: autor, título, editorial, edición, área o ciencia a la que pertenece entre otras.
- Inventarios inexactos  
Debido a que los inventarios son manejados a través de hojas de papel, el encargado del Centro de Información, así como demás personal llegan a cometer errores al registrar la entrada y salida de libros.
- Pérdidas por robos  
Debido a que no se cuenta con un sistema de control de inventario y que éste se realiza cada 5 años no se pueden detectar los robos de los volúmenes o pérdidas a tiempo.

## 1.3. Justificación

Es importante iniciar mencionando que la tecnología de etiquetas de identificación de radio frecuencia (RFID) es innovadora y hasta el momento es la mejor tecnología que ha llegado a surgir ya que ha cubierto muchas expectativas para diversas áreas.

El uso de las etiquetas de identificación abarca aplicaciones en distintos campos facilitando las transacciones de datos. Entre las aplicaciones más utilizadas están: acceso a instalaciones, identificación de personal, control de inventarios entre otras.

La razón del proyecto a desarrollar es contar con un sistema de inventario aplicando la tecnología RFID que permita al Centro de Información tener una mejor administración en el inventario, el cual permita tener un

control automatizado. El sistema ayudará a disminuir el tiempo para realizar inventario evitando tiempos muertos o paralización del servicio, así también se evitará pérdidas que normalmente suceden en ocasiones que pasan sin lograr ser percibidas.

## **1.4. Hipótesis**

Mediante un sistema para el control de inventario implementando la tecnología RFID se realizará un inventario automatizado, el cual facilite la búsqueda de volúmenes permitiendo el manejo eficiente de la administración de la base de datos, y así poder tener un mejor servicio en el Centro de Información del ITTG. Esta tecnología está compuesta por elementos tales como etiquetas y antenas, las cuales se comunican por ondas de radiofrecuencia y a su vez enviarán señales al sistema de inventario para actualizar constantemente la base de datos.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Diseñar un sistema de inventarios para el centro de información del ITTG, basado en tecnología RFID actualizando la base de datos de forma automática, para monitorear de manera oportuna los datos estadísticos de los volúmenes.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Analizar y comprender el funcionamiento del actual sistema de control bibliotecario, logrando entender cómo se manejan los distintos factores para la adquisición de volúmenes.
- Implementar la tecnología RFID en los sistemas bibliotecarios, logrando una interacción de control de lectura de datos, mediante ésta técnica.
- Estudiar los tipos de tecnologías RFID, tanto en sus distintos tipos de operación (tags activos, tags pasivos), sus frecuencias de operación (125 - 135 khz, 13.56 Mhz, 900 Mhz, 2.4 Ghz), y sus principales protocolos de operación.
- Estudiar las metodologías de uso de RFID, dónde es interesante o necesario usar la tecnología, cuáles son sus ventajas en general como herramienta por sobre otras alternativas ya implantadas.
- Coordinar la información que se recolecte con los dispositivos RFID, para obtener información útil del flujo de volúmenes de préstamo y devolución, así como para analizar la circulación de volúmenes de consulta en sala.

## **1.6. Impactos**

### **1.6.1. Impacto Social**

RFID representa una importante tecnología que reemplazará rápidamente al código de barras y producirá una auténtica revolución en el campo de la logística.

En consecuencia, esta moderna implementación causará un gran impacto en la mayoría de las industrias y proporcionará nuevas oportunidades de negocios ideales para explotar. En el año 2002, el mercado global del sistema de identificación por radiofrecuencia alcanzó los 965 millones de dólares y se espera que crezca un 22,6% anualmente.

Actualmente ya existen diversas empresas que están gozando de los beneficios que presenta la tecnología RFID como Wal-Mart, la cadena Metro Group y Procter & Gamble. Estas firmas pudieron implementar con éxito esta solución e incrementar sus ganancias.

Las ventajas que representan son varias:

- Reducción de tiempos de entrega y recepción de los productos.
- Aumentar la disponibilidad de la materia prima.
- Optimizar la capacidad de las instalaciones.
- Eliminar los tiempos de inspección.
- Prevenir las pérdidas.

Los dueños de los supermercados podrán saber cuántos productos hay en la góndola, la velocidad con qué se venden, cada cuánto hay que reponer y cuáles son los artículos más vendidos. A su vez, las compañías contarán con la posibilidad de estudiar cuáles son los puntos de venta más atractivos para los consumidores y cómo optimizar sus relaciones con los distribuidores. Todo esto redundará en una mayor calidad de los productos y de los servicios ofrecidos al consumidor.

### **1.6.2. Impacto Tecnológico**

El sistema con RFID implica un alto impacto tecnológico, ya que actualmente no se cuentan bibliotecas que usen esta tecnología.

Adicionalmente esta tecnología se puede implementar a partir de lo existente, reduciendo en grandes cantidades los costos del mismo.

### **1.6.3. Impacto Económico**

La implementación de la tecnología RFID representa una ventaja en cuanto a efectividad y costos respecto a otras tecnologías, los tags RFID pasivos se caracterizan por sus bajos precios. Además no es necesario el uso de una PC, en aquellos casos donde no se cuente con estos, RFID permite múltiples formas de comunicación por ejemplo a través de rs232 y con un pic, se mostrarían los resultados que se deseen en una lcd.

## **1.7. Alcances**

- Anexando nuevos módulos al sistema, éste podrá ser más completo y así brindar un mejor servicio a la comunidad estudiantil.
- Automatización de inventario en el centro de información.
- Se controlarán los robos o pérdidas de los libros.

## **1.8. Limitaciones**

- Una de las principales limitaciones es que la base de datos depende del sistema SIABUC que maneja el centro de información y por eso mismo no se podrá unir con el sistema de inventario.
- Otra de las limitaciones es el rango de lectura de la antena, debido a que trabaja con etiquetas de alta frecuencia (125Khz), esto hace que la distancia de lectura entre la etiqueta y el lector sea reducida.

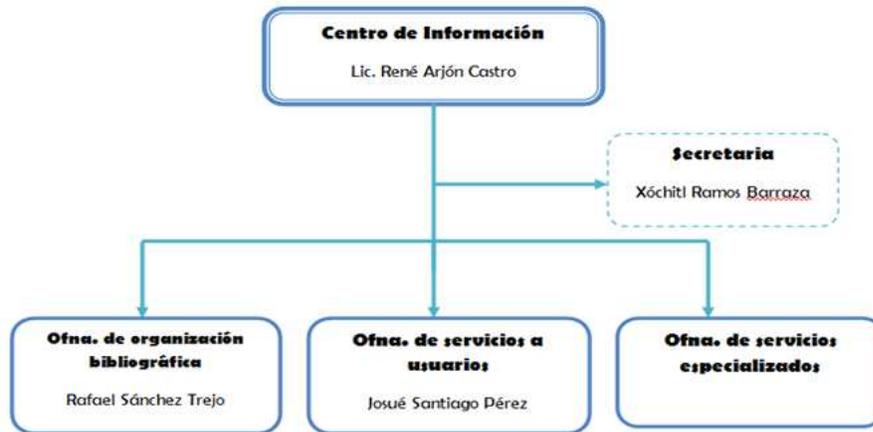


Figura 1.4: Organigrama del Centro de Información

## 1.9. Caracterización del Área en que Participó

Organigrama del centro de información Andrés Fábregas Roca

Lugar de desarrollo del sistema

- Dependencia: El proyecto es desarrollado en el centro de información Profr. Andrés Fábregas Roca del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.
- Dirección: Carretera Panamericana Km. 1080.
- Código Postal: 29050.
- Ubicación del Centro

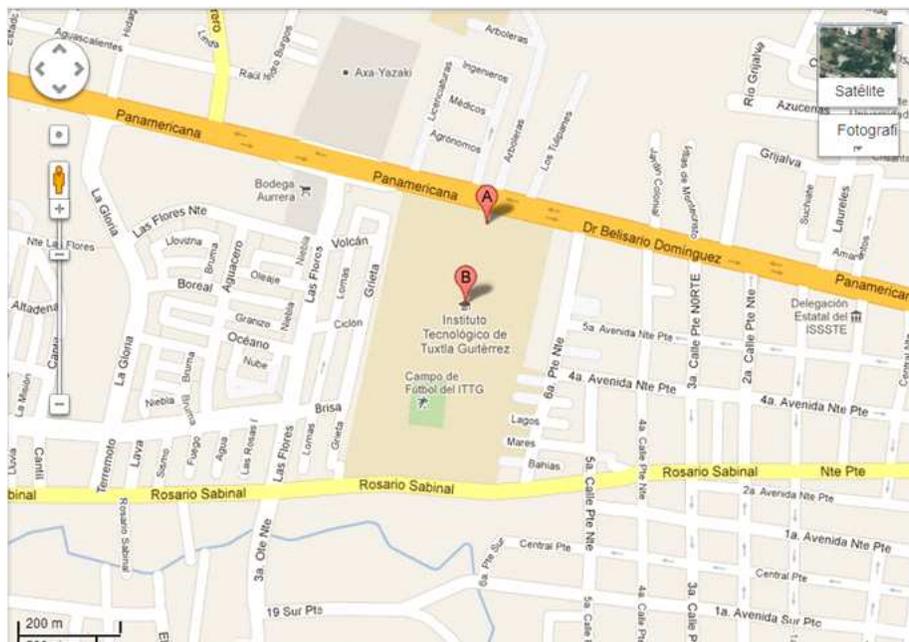


Figura 1.5: Localización del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

## Capítulo 2

# Fundamento Teórico

### 2.1. Estado del Arte

#### 2.1.1. Information Technology: New Generations (ITNG)

RFID (identificación por radio frecuencia) la tecnología es ampliamente utilizada para la gestión de la cadena de suministro y control de inventario. Además, la RFID ha sido reconocida como una herramienta para lograr un medio ambiente en todas partes. La arquitectura típica de las aplicaciones RFID consta de etiquetas RFID, que están incorporadas o fijado en un objeto, un lector de RFID, y SE (servicios de información) del servidor. El lector RFID lee el código de la etiqueta RFID y lo interpreta mediante la comunicación con el IS servidor a través de una red de comunicaciones adecuada. Esta es la típica arquitectura definida por EPCglobal. El lector RFID puede ser fijo o móvil. Un lector móvil RFID ofrece más aplicaciones que el fijo. En este artículo se describen los componentes básicos para la realización de una aplicación de RFID móviles, tales como un lector RFID móvil, arquitectura de la plataforma y la arquitectura de red correspondiente.

Aunque hay varios tipos de lectores móviles RFID en el mercado, se propone un móvil diseñado especialmente que la tecnología RFID tiene varios aspectos positivos como la seguridad, la arquitectura de red, escenario de la operación, y mecanismo de solución de código. Por otra parte, se analizan las características de las tecnologías propuestas.[1]

#### 2.1.2. Advanced Communication Technology (ICTACT)

Esta investigación es acerca de la interfaz entre un dispositivo lector de RFID y una serie para el control de la etiqueta RFID operaciones de acceso a memoria. El tradicional lector de RFID interfaces suelen ser poco flexibles para hacer frente a las diversas formas de integración para el lector RFID dispositivos heterogéneos. También las industrias están demandando una interfaz de dispositivo RFID sea más fácil de manejar y mejorar la velocidad de procesamiento para el acceso a las operaciones de etiquetas RFID. Así, esta investigación analiza los métodos existentes para el control de etiquetas RFID de acceso a memoria, y luego propone un peso RFID luz interfaz de dispositivo, llamado SRP (simple lector de Protocolo). SRP especifica los formatos de mensaje, apoya las operaciones de acceso, y permite la configuración del lector de RFID sobre etiquetas RFID de acceso a memoria. SRP se espera que ayude al control integrado para el lector RFID dispositivos heterogéneos y hacer más eficiente sistema de desarrollo de RFID.[2]

#### 2.1.3. The Green Potential of RFID Projects

RFID ha sido una tecnología popular en las áreas de gestión de la cadena de suministro, el seguimiento de activos, y la fabricación. En general, las investigaciones relacionadas con RFID 's posibles contribuciones

corresponden, aplicaciones, relacionadas con la política y la seguridad o las cuestiones tecnológicas. Sin embargo, hay poca discusión en la literatura existente sobre el manejo ambientalmente responsable de la RFID. Tradicionalmente, la información y la comunicación (TIC) han sido considerados como teniendo un impacto negativo sobre el medio ambiente, y RFID, como parte de las TIC, se ha ganado una reputación similar. RFID es una de las principales tecnologías de la computación ubicua, que consume suficiente energía para impactar negativamente el medio ambiente. Por otra parte, un poco de experiencia ha sugerido que es necesario tomar medidas de precaución para evitar los resultados negativos probablemente de la disposición final de las etiquetas RFID.

Actualmente, las etiquetas RFID no son biodegradables ni reciclables. No obstante, la RFID podría de hecho ser parte de Green IT, no sólo mediante la adición de valor económico a las organizaciones, sino también por la mejora de las prácticas ambientalmente responsables relacionados con TI, por ejemplo, por un seguimiento preciso de un artículo perecedero y evitar su deterioro, la RFID puede ahorrar energía en operaciones que van desde el cultivo y la recolección de los envases y de refrigeración. Para explorar RFID 's potencial en tecnologías verdes, se revisaron 13 estudios de casos, la evaluación de RFID' s contribución a los objetivos de verde. [3]

#### **2.1.4. Challenges in Implementing RFID Tag in a Conventional Library**

El funcionamiento de una biblioteca consiste en mantener gran número de pista de los recursos tales como libros y revistas. La identificación por radiofrecuencia (RFID) se ha promovido en los últimos años como una alternativa tecnológica en la mejora de la gestión de activos en una biblioteca. Las etiquetas RFID se aplicaron para reemplazar el código de barras y banda magnética funciones como la identificación y detección anti-hurto. Este artículo está escrito sobre la base de una implementación real de la marcación del sistema RFID en una biblioteca de la universidad local de Malasia. Se centra en tres principales retos en la aplicación que se refiere al sistema, la integración en paralelo con la operación actual, el sistema y procedimiento. Se cambios En conclusión, la aplicación de etiquetas RFID en una biblioteca se enfrenta a muchos retos, pero la biblioteca puede aprovechar las ventajas de la tecnología en la mejora de su funcionamiento.[4]

#### **2.1.5. RFID Based Intelligent Books Shelving System**

La búsqueda es una tarea difícil, a menudo llevadas a cabo por el personal de la biblioteca. Muy a menudo, los bibliotecarios están ocupados con la búsqueda de libros fuera de lugar que se dejan en lugares equivocados por los usuarios de la biblioteca. Es muy difícil y poco práctico para colocar de nuevo todos los libros a sus lugares asignados diariamente. Para superar esto, identificación por radiofrecuencia (RFID) Inteligente basado en los estantes se ha propuesto para proporcionar un mecanismo eficaz de control de la gestión de libros a través de la comunicación inalámbrica entre el lector de RFID y los libros. Es absolutamente esencial para el sistema propuesto de tener un movimiento suave para el lector RFID durante la operación de estanterías, de lo contrario los datos obtenidos no tendrá ningún valor debido a la inconsistencia en la lectura de las etiquetas.

En consecuencia, en este trabajo, el rendimiento del movimiento lector de RFID y de gestión de datos etiquetas como la recuperación de información, coincidente con la base de datos, la clasificación de la orden y que muestra el estado de los libros de lugares se discuten. Un prototipo consiste en la monitorización de PC con el regulador incorporado, dos motores de corriente continua con los conductores, lector de RFID y el marco de palo de aluminio en la parrilla se han desarrollado. El desempeño del sistema propuesto se ha investigado y encontrado satisfactorio. Y tiene muchas aplicaciones potenciales, especialmente en su capacidad para aliviar las labores intensivas y los esfuerzos en la estantería cbooks.[5]

#### **2.1.6. Sistema de Control de Acceso con RFID**

La tecnología de RFID es un sistema de auto identificación inalámbrico, el cual consiste de etiquetas que almacenan información y lectores que pueden leer a estas etiquetas a distancia. La tecnología RFID está siendo

adoptada cada vez por más industrias debido a que su costo es cada vez menor y sus capacidades son mayores. Esto permite generar grandes beneficios como incrementos en la productividad y administración principalmente en los sectores de cadenas de suministro, transporte, seguridad y control de inventarios. En esta tesis, se hace un estudio de la tecnología de RFID, se exploran sus capacidades, se plantean sus ventajas sobre otras tecnologías de auto identificación y los elementos que intervienen en un proyecto de este tipo. En esta tesis se propone un caso de estudio orientado hacia el control de acceso con tecnología RFID, el cual consiste de un bus de RS-485 que tiene conectados lectores de RFID y tarjetas que permiten controlar dispositivos actuadores. Una PC se encuentra conectada a este bus y tiene aplicaciones de software para realizar la configuración del sistema, coordinar la interacción con los elementos en la red, hacer la administración de usuarios y generar reportes.[6]

### **2.1.7. Estudio de Factibilidad para Implementar Tecnología RFID en la Biblioteca de Miraflores**

El presente trabajo de titulación, dio respuesta básicamente a dos objetivos. En primer lugar, investigar detalladamente los aspectos técnicos y las partes constitutivas del sistema RFID con aplicación en bibliotecas. Y en segundo lugar, realizar los estudios necesarios para determinar la factibilidad de una futura implementación de esta tecnología en la biblioteca del Campus Miraflores, de la UACH.

El desarrollo de la tesis, describe y compara técnicamente la tecnología RFID con su antecesora, el código de barras. Se analizó el funcionamiento técnico de la tecnología RFID en la frecuencia de 13.56 MHz, logrando identificar su modo de acoplamiento (lector/etiqueta), codificación, modulación y principalmente el sistema anti-colisión usado por estas etiquetas pasivas. La información presentada proviene de una amplia gama de fuentes, donde destacan principalmente las entrevistas realizadas en las diferentes bibliotecas chilenas en que se ha implementado el sistema de identificación RFID. Además se revisaron publicaciones especializadas en tecnología RFID, manuales y material técnico del equipamiento necesario para construir un sistema de gestión con tecnología RFID.

Luego del amplio estudio realizado se logró plantear una estructura y una propuesta de implementación RFID para la biblioteca Miraflores, así, de esta manera, se entrega una solución al problema de las constantes pérdidas de libros desde estantería abierta. A su vez, se detallan los pasos necesarios a seguir para una implementación, se identifican las ventajas y desventajas del sistema, además se describen los costos asociados y el tiempo de recuperación de la inversión de esta propuesta.[7]

### **2.1.8. Sistema de Control de Soporte para Inventarios Mediante RFID**

Esta memoria se basa en el desarrollo de un sistema de control de circulación de volúmenes dentro de la biblioteca de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Este desarrollo se enmarca en la generación de nuevas herramientas para expandir la funcionalidad de los equipos adquiridos por la Facultad para mejorar la gestión bibliotecaria, proyecto que se ha estado implementando en la Facultad desde hace casi 2 años. Este proyecto, al implementar el modelo de manejo del sistema de circulación de volúmenes, genera una plataforma de control para el portal de circulación de volúmenes de biblioteca, pero que a su vez puede ser extensible a otras aplicaciones bibliotecarias que requieran comunicación usando módulos RFID.

La complejidad de ésta memoria estaba en poder integrar todas las piezas del control, incluyendo el controlar la nueva tecnología e integrarla con los sistemas actuales en funcionamiento en biblioteca, sin interrumpir los servicios ni reemplazar sistemas para poner en marcha ésta plataforma.

La solución desarrollada logra cumplir todas éstas exigencias, las que son posibles de ser extendidas para mejorar la completitud de los servicios. Todo en el sentido de generar una mejor administración de los recursos de biblioteca, tanto en el control de espacio de colección general así como en controlar la cantidad de volúmenes presentes. Además, este desarrollo puede ser usado para crear nuevas aplicaciones, que desarrollen soluciones para el manejo, gestión y control dentro de la biblioteca misma o como base para desarrollos de similares características en otras áreas.[8]

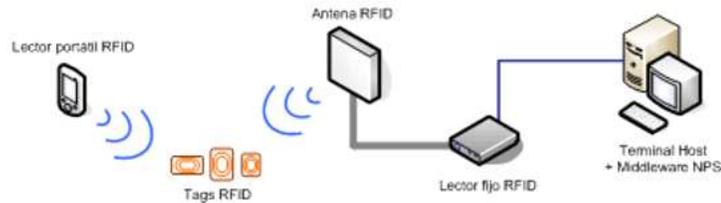


Figura 2.1: Diagrama de un sistema RFID

### 2.1.9. Sistema de Control de Inventarios y Facturación de Productos utilizando Etiquetas de Radiofrecuencia para Tecnilibro

Previo a la incursión de las computadoras en el Ecuador; los negocios como librerías, supermercados, tiendas de ropa, almacenes de electrodomésticos y otros; manejaban su control de inventarios y facturación de forma manual. Con el avance tecnológico, los niveles directivos de ese tipo de organizaciones vieron la necesidad de automatizar la toma información relacionada con los procesos de control de inventarios y facturación. De esta misma forma, Tecnilibro ha venido manejando en años anteriores, todos sus procesos en cuanto a la administración y control de inventarios en hojas de kardex verificando de esta forma la entrada/salida de libros.

La facturación por compras y ventas de libros se realizaba manualmente y se archivaban las facturas, las cuales eran utilizadas al final del período contable para la elaboración de los balances. Al llevarse de esta forma la administración de inventarios y facturación en Tecnilibro se cometían algunos errores en el control de la existencia de libros y en la facturación. Los errores que se presentaban de manera continua eran los relacionados con pérdidas, además de un mal registro de los libros existentes, lo cual determinaba que el control en bodegas no fuese exacto. Esto provocaba que cada cierto tiempo se realicen controles de inventarios y cierres temporales de la librería, provocando pérdidas en ventas.[9]

## 2.2. Marco Teórico Conceptual

### 2.2.1. Sistema RFID

En la actualidad las etiquetas con código de barras son ampliamente usadas para el control de inventarios, venta y distribución de productos e industria de manufacturas. Pero por otro lado este sistema de identificación de productos está comenzando a tener serios inconvenientes como es el hecho de que no pueden ser reutilizables y no contienen información valiosa del producto. A ello se suma el alto costo en tiempo que significa el inventariar cada artículo a través de una unidad de lectura.

En respuesta a estas necesidades han surgido nuevas tecnologías como lo son las tarjetas inteligentes las cuales en parte resolvieron el problema de tener mayor información de un producto, pero no se solucionó el problema del alto tiempo empleado en realizar inventarios utilizando una unidad de lectura la cual debía estar en contacto con los productos. Todos estos antecedentes dieron nacimiento a una nueva tecnología, la Identificación con Radiofrecuencia (RFID).

RFID nació como respuesta a la necesidad de las empresas de realizar un seguimiento de sus procesos de inventarios que van desde la adquisición de materias primas hasta la venta al consumidor final.

La tecnología RFID usa señales de radio de baja potencia para intercambiar datos de manera inalámbrica entre chips y lectores/codificadores. No se requiere ninguna línea de visión entre el tag y el dispositivo de lectura/escritura, lo cual elimina muchos de los requisitos de mano de obra y orientación de artículos

| Comparación de los diversos sistemas de identificación System parameters | Barcode       | OCR               | Voice Recog.          | Biometry               | Smart card          | RFID systems         |
|--|---------------|-------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| Typical data quantity (bytes)  | 1 - 100       | 1-100             | ---                   | ---                    | 16 - 64 k           | 16 - 64 k            |
| Data density   | low           | Low               | Hight                 | Hight                  | Very hight          | Veryhight            |
| Machine readability  | Good          | Good              | Expensive             | Expensive              | Good                | Good                 |
| Readability by people  | Limited       | Simple            | Simple                | Difficult              | Impossible          | Impossible           |
| Influence of dirt/damp   | Very hight    | Very hight        | ---                   | ---                    | Possible (contacts) | No influence         |
| Influence of (opt.) covering   | Total failure | Total failure     | ---                   | Possible               | ---                 | No influence         |
| Influence of direction and position                                      | Low           | Low               | ---                   | ---                    | Unidirectional      | No influence         |
| Degradation / Wear   | Limited       | Limited           | ---                   | ---                    | Contacts            | No influence         |
| Purchase cost / reading electronics                                      | Very low      | Medium            | Very hight            | Very hight             | Low                 | Medium               |
| Operating costs (e.g. printer)   | Low           | Low               | None                  | None                   | Médium (Contacts)   | None                 |
| Unauthorised Copying / modification                                      | Slight        | Slight            | Possible (audio tape) | Impossible             | Impossible          | Impossible           |
| Reading speed (including Handing of data camer)                          | Low<br>4s     | Low<br>3s         | Very low<br>> 5 s     | Very low<br>> 5 - 10 s | Low<br>4 s          | Veryfast<br>0,5 s    |
| Maximum distance between Data camer and reader                           | 0 - 50 cm     | < 1 cm<br>Scanner | 0 - 50 cm             | Direct contact         | Direct contact      | 0 - 5 m<br>microwave |

Figura 2.2: Comparación de los diferentes sistemas RFID con sus principales ventajas y desventajas

asociados con otras formas de recolección de datos automática. Los lectores RFID pueden reconocer y procesar simultáneamente cientos de tags dentro de sus campos de lectura. Los requisitos de aplicación determinan los requisitos de frecuencia, memoria y rendimiento para los tags a ser utilizados. Otras consideraciones incluyen la globalidad del uso de los tags y las normas de interoperabilidad (si las hay) con las que debe cumplir el tag.

## 2.2.2. Avances Tecnológicos de la Tecnología RFID

- Década 1940-1950  
Se diseña el radar para uso militar tomando gran relevancia en la segunda guerra mundial. RFID aparece en 1948.
- Década 1950-1960  
Primeros experimentos con RFID en laboratorios.
- Década 1960-1970  
Desarrollo de la tecnología RFID, primeros ensayos en algunos campos de la tecnología.
- Década 1970-1980  
Explosión de la tecnología. Se realizan más tests. Primeras aplicaciones.

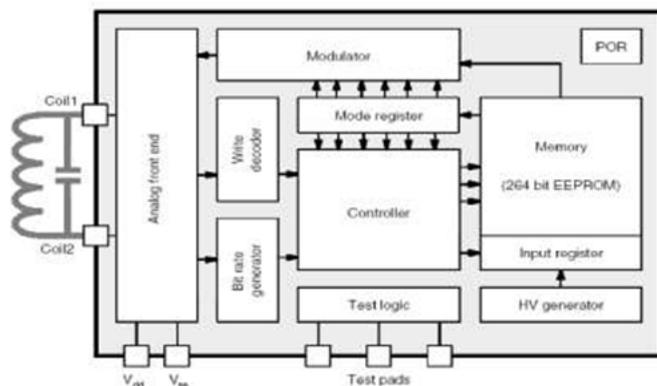


Figura 2.3: Esquema de un transponder RFID

- Década 1980-1990  
Aparecen más aplicaciones para tecnología.
- Década 1990-2000  
RFID toma relevancia en el mundo cotidiano. Aparecen los estándares.[10]

## 2.2.3. Elementos de un Sistema RFID

### 2.2.3.1. Transponder

La palabra transponder deriva del inglés de las palabras TRANSmitter/resPONDER, lo cual explica su funcionamiento. Los componentes básicos de un transponder son:

- Una memoria no volátil donde se almacenan datos.
- Una memoria ROM donde se almacenan instrucciones básicas para el funcionamiento, como son temporizadores, controladores de flujo de datos, etc.
- También puede incorporar memoria RAM para almacenar datos durante la comunicación con el lector.
- La antena por la cual detecta el campo creado por el interrogador, y del que extrae energía para su comunicación con él.
- Restos de componentes electrónicos que procesan la señal de la antena y para el proceso de datos, como buffers, filtros, etc.

### 2.2.3.2. Arquitectura de un Tag

Un tag puede ser diseccionado en 3 áreas principales, la antena, el chip, y la protección que posee.

La antena, sirve para dos propósitos básicos, primero, para recibir la radiación que logra que el circuito entero se energice, logrando con esto que el chip sea activado y pueda realizar la función de procesamiento. Por otra parte, la misma antena es la que, luego de activarse el tag, transmite la información hacia los lectores.

El chip es la zona donde se puede almacenar la información, manejar los datos almacenados y realizar encriptación de los datos, si es necesario. En tag's más avanzados es posible procesar los datos de control de cada uno de los sensores incluidos en el tag.

La cobertura, es el revestimiento que se puede imprimir a un tag. Puede ser una película impresa en una tarjeta identificadora, o revestimientos más útiles dentro del proceso productivo, como por ejemplo:

- Revestimientos de protección contra agua.

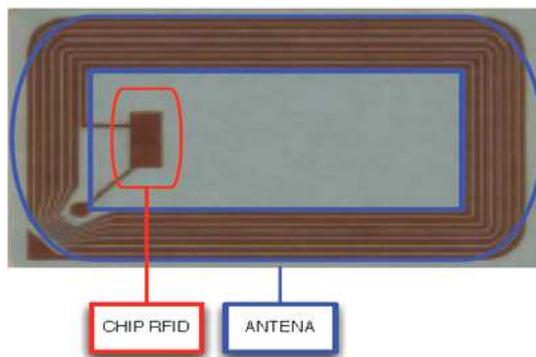


Figura 2.4: Descripción de un tag RFID



Figura 2.5: Ejemplo de cobertura de un tag RFID

- Plásticos para poder adosar tags en equipamiento metálico.
- Coberturas plásticas para llevar el tag como un llavero identificador de pacientes en un hospital.

### 2.2.3.2.1. Tags Activos versus Tags Pasivos

- Tags activos  
 Corresponden a los tags que contienen una fuente de energía propia. Esto puede ser tanto por tener una batería incorporada, o bien estar conectado a alguna fuente de energía. La principal ventaja de este mecanismo es su alcance, puesto que al tener energía propia, puede transmitir la información a una distancia superior que la tecnología de tags pasivos, usando además una frecuencia mayor que las tecnologías pasivas (funcionando a 2.4 Ghz). Esto redundaría en una mayor distancia de lectura de datos pudiendo colocar las antenas lectoras en distancias mayores a las registradas por frecuencias bajas. Otra eventual ventaja que este tipo de tags poseen, es que pueden actuar capturando datos o interactuando con el medio en momentos en que no se tiene una antena cerca, por lo que puede servir para registrar una mayor cantidad de datos. La principal desventaja que poseen, es que los tags son muchas veces más caros que los tags pasivos, además de tener que cambiar su fuente de energía cada cierta cantidad de tiempo.

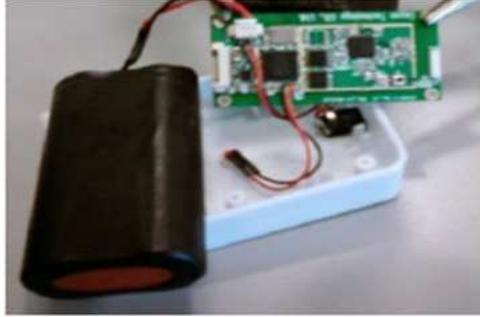


Figura 2.6: Tag activo



Figura 2.7: Tag pasivo

- Tags pasivos  
Hasta ahora, los tags pasivos han sido los principales impulsores de esta tecnología. Esto, principalmente por el bajo costo que hoy por hoy tiene un tag pasivo. Esta tecnología, que abarca desde las frecuencias de 125 KHz hasta los 900 Mhz, se basan en que sólo funcionan cuando reciben potencia desde un emisor de radiación. Esto hace que la antena capture la suficiente energía para excitar al chip, haciendo que el sistema por una parte almacene la información en el chip del tag, y logre transmitir sus códigos almacenados a la antena que está excitando a ese tag. Su principal característica visible viene dada por el tipo de antena. Éstos deben su forma principalmente al área que deben abarcar para funcionar en su frecuencia característica y a una distancia máxima en particular.

Dentro de las características no visibles está la diferencia en la capacidad de almacenamiento que cada frecuencia puede manejar, dada la cantidad de energía a ser enviada en cada ciclo.[11]

**2.2.3.2.2. Frecuencia y Velocidad de Transmisión** Las etiquetas también las podemos clasificar según el rango de frecuencias en el que opera, es decir, en que frecuencias se comunicará con el lector:

- LF (Low Frequency) en el rango de 120 KHz-134 KHz.
- HF (High Frequency) en el rango de 13.56 MHz.
- UHF (Ultra High Frequency) en el rango de 868-956 MHz.
- Microondas (Microwave) en el rango de 2,45 GHz, conocida como banda ISM (Industrial Scientific and Medical).

Una mayor frecuencia suele significar una mayor velocidad en la transmisión de datos, aunque también encarece el precio del sistema. Elegir el rango de frecuencia es uno de los parámetros de diseño más importante a la hora de crear un sistema RFID, y se deberá adecuar a la aplicación diseñada. Opciones de programación dependiendo del tipo de memoria de la que disponga el transponder, puede permitir sólo la lectura (programable una sola vez) y de múltiples lecturas, o de lectura/escritura. Los tags que sólo permiten lecturas suelen venir programados en su fabricación, generalmente con número de identificación. Ambos tipos pueden ser programados por el usuario.

**2.2.3.2.3. Costos** El costo de los transponder ha ido disminuyendo conforme avanza la tecnología. Está claro que cuanto mayor capacidad de memoria y más complicación tenga su circuitería, mayor será su costo. Hay que tener en cuenta también que el encapsulado del transponder puede encarecer el precio de éste, ya que pueden trabajar en zonas como minas, metalúrgicas, donde reciben unas condiciones extremas de humedad y de temperatura. Por lo tanto, deben ser unos encapsulados muy resistentes, lo que suele conllevar un alto precio. Los tags activos suelen ser más caros que los pasivos, así como los transponders que operan a una frecuencia más elevada son también, más caros.

### 2.2.3.3. Lectores

El otro elemento principal de un sistema RFID es el lector o interrogador. Los lectores (readers) son los encargados de enviar una señal de RF para detectar las posibles etiquetas en un determinado rango de acción. En su fabricación se suelen separar en dos tipos:

- Sistemas con bobina simple, la misma bobina sirve para transmitir la energía y los datos. Son más simples y más baratos, pero tienen menos alcance.
- Sistemas interrogadores con dos bobinas, una para transmitir energía y otra para transmitir datos. Son más caros, pero consiguen mayores prestaciones.

Los lectores son más complejos dependiendo del transponder, si son sofisticados, los componentes del interrogador tienen que ser capaces de acondicionar la señal, detectar y corregir errores. Además pueden trabajar a más de una frecuencia. Una vez que se ha recibido toda la información por parte del lector, se pueden emplear algoritmos para no confundir la transmisión actual con una nueva, indicándole al tag que deje de transmitir. Se suele usar para validar diversos tags en un espacio corto de tiempo. Otro algoritmo usado por el lector, es ir llamando a los transponders por su número de identificación, indicándole de esta forma el tiempo en el que deben transmitir. Son mecanismos para impedir la colisión de información.

**2.2.3.3.1. Rangos de Frecuencia** El hecho de que los sistemas de RFID generen y radien ondas electromagnéticas implica que éstos sean clasificados como sistemas de radio. El funcionamiento de otros sistemas de radio no debe verse interrumpido o perjudicado, bajo ninguna circunstancia, por las ondas emitidas por un sistema de identificación por radiofrecuencia. Es particularmente importante asegurarse de que los sistemas RFID no interfieren con la televisión y la radio, los servicios de radio móviles (policía, seguridad, industria), las comunicaciones marinas y aeronáuticas y los teléfonos móviles. La necesidad de acomodar otros servicios de radio disminuye significativamente la variedad de frecuencias disponibles en las que podemos trabajar a la hora de implementar un sistema de RFID.

Por este motivo, normalmente sólo es posible usar rangos de frecuencia que han sido reservados específicamente para aplicaciones industriales, científicas o médicas. Estas son las frecuencias clasificadas mundialmente como rangos ISM (Industrial Scientific Medical) o SRD y pueden también ser usadas para aplicaciones de identificación por radiofrecuencia.

## 2.2.4. Estándares de RFID

Para la utilización de radiofrecuencia se han creado varios estándares, los cuales han sido agrupados para un mejor uso de la tecnología. Los organismos de estandarización los han agrupado de la siguiente manera:

1. Tarjetas de identificación - circuitos integrados inalámbricos  
ISO 10536, ISO 14443, ISO 15693, ISO 10373.
2. Administración de Ítems  
ISO 10374, ISO 15960, ISO 15961, ISO 15962, ISO 15963, ISO/IEC TR 18000, ISO 18001.
3. Identificación de Animales  
ISO 11784, ISO 11785, ISO 14223.

| Rango de frecuencia      | Observaciones  | Intensidad de campo / Potencia de TX.             |
|--------------------------|--|---|
| < 135 kHz                | Baja potencia.<br>Acoplamiento inductivo.  | 72 dBuA/m   |
| 6.765 ... 6.795 MHz      | Media frecuencia (ISM),<br>acoplamiento inductivo.   | 42 dBuA/m   |
| 7.400 ... 8.800 MHz      | Media frecuencia, usado<br>sólo para<br>EAS (Electronic Article<br>Surveillance)   | 9 dBuA/m  |
| 13.553 ... 13.567<br>MHz | Media frecuencia (13.56<br>MHz, ISM), acoplamiento<br>inductivo, ISO 14443,<br>MIFARE, LEGIC..., smart<br>labels (ISO 15693, Tag-It,<br>I-Code,...) y control de<br>artículos (ISO 18000-3). | 42 dBuA/m   |
| 26.957 ... 27.283<br>MHz | Media frecuencia (ISM),<br>acoplamiento inductivo,<br>sólo aplicaciones<br>especiales.   | 42 dBuA/m   |
| 433 MHz                  | UHF (ISM), acoplamiento<br>por backscatter,<br>raramente usado para<br>RFID.   | 10 ... 100 mW                                     |
| 868 ... 870 MHz          | UHF (SRD), acoplamiento<br>por backscatter, nueva<br>frecuencia, sistemas bajo<br>desarrollo.  | 500 mW,<br>sólo Europa                            |
| 902 ... 928 MHz          | UHF (SRD), acoplamiento<br>por backscatter, varios<br>sistemas.  | 4 W - espectro<br>ensanchado, sólo<br>USA/Canadá. |

Figura 2.8: Rango de frecuencia de RFID

### 2.2.5. Campos de Aplicación

RFID es una tecnología que proporciona una rápida, flexible y confiable manera electrónica de detectar, identificar, rastrear y administrar información incorporada a una etiqueta. La principal limitación para que se la utilice son los costos, los cuales son más elevados que en el código de barras, a ello se suma la falta de un estándar único que maneje a este tipo de tecnología. Pero en los últimos años se han venido haciendo esfuerzos para estandarizarla y también se han reducido costos al tener a disposición etiquetas reescribibles. Actualmente un organismo como Allied Business Intelligence afirma que el 1 % de las etiquetas RFID son usadas en el control de productos en tiendas de los Estados Unidos, y afirman que para el 2007 dicha cifra aumentará al 46 %. Las aplicaciones en las cuales se puede aplicar RFID son:

- Control de Acceso  
En cuanto a seguridad de acceso en el personal de una empresa. En estas aplicaciones se puede utilizar etiquetas con LF(Low Frequency), HF (High Frequency) y HF-I (High Frequency – ISO).
- Automotores y Vehículos  
Aplicaciones para el control de velocidad de vehículos, control de tráfico y otros. Utilizan etiquetas LF(Low Frequency).
- Control de documentación  
Especialmente utilizado para que la documentación de una empresa no pueda salir sin el respectivo permiso. Ayuda a evitar fugas de información de las empresas. También se puede utilizar en librerías y bibliotecas. Trabaja con etiquetas HF (High Frequency) y HF-I (High Frequency - ISO).
- Identificación de vehículos de transporte  
Se lo utiliza en aplicaciones para el control de rutas y tiempos entre puntos de control. Trabajan con etiquetas LF (Low Frequency).
- Identificación de animales  
Se lo utiliza para el control de animales, especialmente en haciendas y fincas de ganado vacuno y caballar. Utilizan etiquetas LF (Low Frequency).
- Administración de Stock  
Utilizado para manejar el stock con el que cuentan bodegas, tiendas y de esta manera evitar robos, pérdidas y otros problemas que puedan existir. Se utiliza etiquetas LF (Low Frequency), HF (High Frequency) y HF-I (High Frequency – ISO).
- Acceso a eventos públicos  
Empleado en acceso a eventos públicos como parques de diversiones, reservas ecológicas, museos, teatros, cines. Emplean etiquetas HF (High Frequency) y HF-I(High Frequency ISO). [11]

### 2.2.6. La Tecnología RFID y las Bibliotecas

La primera biblioteca que empleó RFID fue the Farmington Community Library en Michigan, en 1999 (Smart, 2004). Desde este primer hito, han sido muchas más las que han realizado pruebas e implantaciones (Singh, et al, 2006). Además de mejorar las operaciones de préstamo y devolución, favorecer el archivo correcto de los libros y aliviar la carga de trabajo de los bibliotecarios, los sistemas RFID prometen proporcionar un mejor control frente al robo, así como de los libros no devueltos.

Sin embargo, conviene destacar que en el actual estado de desarrollo, su introducción en las bibliotecas se enfrenta a varios problemas todavía no resueltos. Entre los más significativos destaca la falta de privacidad, la ausencia de estándares y el coste, tanto de los dispositivos como del desarrollo de sistemas RFID. A continuación, se describen los principales componentes necesarios para su implantación y funcionamiento en una biblioteca.

#### 1. Inventarios

Para hacer inventario es suficiente con pasar el lector portátil por las estanterías.



Figura 2.9: Identificación de volúmenes

2. Control geoespacial de la biblioteca  
Que permite conocer la ubicación de cada colección dentro del edificio.
3. Control de registros deslocalizados  
Permite localizar registros no colocados en sus estanterías.
4. Inventarios instantáneos  
Mediante la colocación de antenas en las baldas de las estanterías se puede conocer en el momento qué volúmenes faltan. [12]

# Capítulo 3

## Marco Metodológico

### 3.1. Investigación

En esta sección se presentan los puntos de mayor importancia que nos sirven para desarrollar este trabajo.

- **Análisis del problema**  
En esta parte se realiza toda la recopilación de datos. Para llevar a cabo esta parte se realiza una profunda investigación en artículos que han sido publicados en relación con sistemas de control de inventario, así como también se hace una investigación en la biblioteca para entender la magnitud de la necesidad y así poder proponer una solución factible a dicho problema.

- **Propuesta de la solución**  
Después de analizar toda la información recopilada en la investigación realizada, se hace la propuesta a la solución de acuerdo a la necesidad que se haya encontrado, normalmente eso va acompañado de una hipótesis que al concluir el trabajo se acepta o se rechaza.

- **Determinación de alcances y limitaciones**  
Es de suma importancia establecer de manera precisa hasta donde abarcará el sistema a desarrollar, es decir, determinar cuál será el alcance de la solución propuesta y hasta donde será limitada, esto es con la finalidad de poder establecer parámetros y así poder cumplir con cada uno de los objetivos planteados a la solución propuesta.

- 

#### Construcción del prototipo

En esta parte se irá construyendo el prototipo de la manera más adecuada, para así poder alcanzar una solución de forma más efectiva.

- **Elaboración de pruebas**  
Las pruebas se hacen sobre el prototipo, en esta parte se identificará los errores, las fallas que tenga dicho prototipo, para así poderlo mejorar y hacerlo eficiente.

- 

#### Presentación de resultados

Después de hacerle mejoras al prototipo, se presentan los resultados obtenidos exitosamente.

### 3.2. Proyecto

El proyecto sobre el cuál incorpora este trabajo es el siguiente:

De acuerdo a las investigaciones realizadas anteriormente , se necesita agilizar el inventariado de los volúmenes del centro de información, este proceso lleva mucho tiempo, normalmente el inventario se realiza 2 veces en el año.

Al llevarse de esta manera la administración de inventario del Centro de Información se cometían errores que eran desapercibidos en cuanto al control de la existencia de libros. Los errores que se presentaban de manera continua eran relacionados con las pérdidas, además de que se realizaba un mal registro de los libros ya existentes, lo cual determinaba que al hacer de nuevo el inventario, este no fuera exacto.

# Capítulo 4

## Desarrollo

### 4.1. Metodología

El desarrollo de este proyecto está desarrollado de acuerdo al diagrama a bloque que se había presentado con anterioridad.

El centro de información del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez se beneficiará con un sistema para el control de inventario del material bibliográfico con el que cuenta implementando la tecnología RFID.

El presente sistema tiene como propósito automatizar los procesos de inventario y aportar mediante el uso de una tecnología de punta, como lo es la utilización de etiquetas de radio frecuencia, en la generación de nuevos métodos que permitan mejorar y asegurar el flujo de información.

#### 4.1.1. Estudio y selección de los Equipos de Radiofrecuencia

RFID es un método de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas o tags.

Las etiquetas RFID contienen antenas para permitirles recibir y responder a peticiones por radiofrecuencia desde un emisor-receptor RFID.

Dentro de la tecnología RFID existe una diversidad de equipos los cuales son utilizados de acuerdo al tipo de aplicación. Uno de los parámetros para escoger un equipo es el radio de cobertura de la señal, para ello las normas internacionales han dividido a los equipos según su frecuencia que producen.

Otro de los factores importantes para la selección de los equipos a utilizarse en el sistema son los costos de cada uno de ellos, así como también los de las etiquetas.

En la siguiente tabla se visualiza una referencia de costos de equipos de radio frecuencia.

La elección de los equipos de radio frecuencia se han basado en estos criterios: el alcance, costo y funcionalidad. En cuanto al costo de los equipos representa el factor más representativo, porque hay que seleccionar el más rentable en cuanto al costo-beneficio.[13]

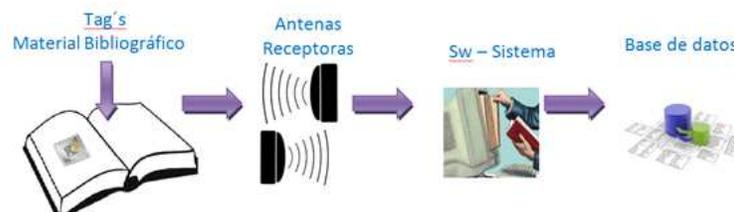


Figura 4.1: Diagrama a bloques del sistema

| Frecuencia                   | Características                   | Distancia        |
|------------------------------|-----------------------------------|------------------|
| Baja (100-500 KHz)           | Lectura corta y mediana distancia | 12-40 cm         |
| Alta(10-15 MHz, 850-950 MHz) | Lectura corta y mediana distancia | 40-90 cm         |
| Ultra Alta (2.4-5.8 GHz)     | Lectura de larga distancia        | supera los 90 cm |

Cuadro 4.1: Radios de cobertura y frecuencia

| Bit                                | Rango de lectura (cm) | Frecuencia          | Costos   |
|------------------------------------|-----------------------|---------------------|----------|
| S4100 MFR evaluation kit           | 12                    | 13.56 MHz/134.2 KHz | \$595.00 |
| Low frequency RFID evaluation kit  | 40                    | 134.2 KHz           | 595.00   |
| Low frequency micro evaluation kit | 15                    | 134.2 KHz           | \$245.00 |

Cuadro 4.2: Costos de equipos lectores

#### 4.1.2. Características de la Antena Seleccionada

Esta UHF Gen 2 RFID de lectura/escritura, es un dispositivo que tiene diversas características incluyendo el módulo RF, gestión de la señal digital , puerto E/S, una función de antena, la interfaz para RS232 y RS485. Cumple con la norma ISO 18000-6B, EPC Class 1, EPC Class Gen 2 y EPC.

##### 4.1.2.1. Aplicaciones

- Almacenamiento
- Estacionamientos
- Distribución
- Fabricación o elaboración

##### 4.1.2.2. Características

- Equipado con una memoria no volátil, el chip puede salvar la identificación de la etiqueta en caso de que la comunicación entre el host y dispositivo se rompa.
- Compara automáticamente cada etiqueta con la base de datos para la siguiente acción.
- Ideal para la aplicación donde ningún host esté conectado.[14]

| Frecuencia                    | Características                      | Distancia | Aplicaciones  |
|-------------------------------|--------------------------------------|-----------|---|
| Baja (100-500 KHz)            | Lectura de corta y mediana distancia | 12        | Control de acceso y control de inventarios                    |
| Alta (10-15 MHz, 850-950 MHz) | Lectura de corta y mediana distancia | 40        | Control de acceso y tarjetas inteligentes                     |
| Ultra Alta (2.4-5-8 GHz)      | Lectura de larga distancia           | 15        | Monitoreo de tráfico e identificación vehicular y de animales |

Cuadro 4.3: Clasificación de equipos según su frecuencia



Figura 4.2: Antena UHF Gen 2RFID

| Especificaciones técnicas          |   |
|------------------------------------|---|
| Frecuencia                         | 860 Mhz a 960 Mhz                                       |
| Certificados técnicos              | RoHS, CE, FCC, EPC Gen 2 de certificación, ISO 18000-6B |
| Método de funcionamiento           | FHSS o frecuencia fija (seleccionable por software)     |
| Antena de compatibilidad           | Construido en antena 7dBi                               |
| Max. potencia de RF                | 30dBm   |
| Rango de potencia de RF            | 20 a 30dBm (seleccionable por software)                 |
| Tag modo de identificación         | Temporizador, disparo externo y disparador de software  |
| Tag velocidad de la identificación | <8ms  |
| Distancia de la escritura          | Hasta 2m  |
| Detección múltiple                 | Si  |
| Interfaz de comunicaciones         | RS232, Wiegand, RS485                                   |
| Interfaz digital E/S               | 1 entrada, 2 salidas                                    |
| Indicador de estado                | Zumbador  |
| Requisitos de alimentación         | 5v DC   |
| Consumo de energía                 | <8w   |
| Temperatura de funcionamiento      | -10 °C a 55 °C  |
| Temperatura de almacenamiento      | -20 °C a 85 °C  |
| Dimensiones                        | 240mm x 240mm x 70mm                                    |

Figura 4.3: Especificaciones técnicas de la antena



Figura 4.4: Antena RFID

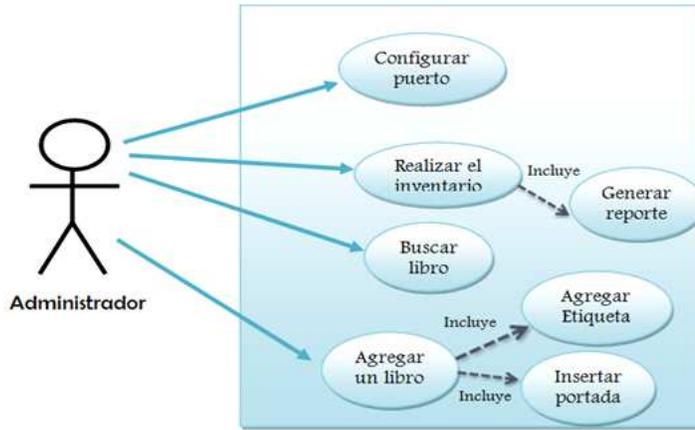


Figura 4.5: Caso de uso del sistema de control de inventario

|                        |   |
|------------------------|---|
| Nombre del caso de uso | Configurar puerto   |
| Actor                  | Administrador   |
| Propósito              | Configurar el puerto de comunicación de la antena   |
| Condición inicial      | Haber iniciado sesión   |
| Flujo principal        | El administrador selecciona el puerto que le haya reconocido la pc y elija la opción abrir puerto |
| Condición de salida    | El sistema emite un mensaje: antena conectada   |
| Incluye                | No aplica   |

Cuadro 4.4: Diagrama de caso de uso configurar puerto

#### 4.1.2.3. Especificaciones técnicas

## 4.2. Diagramas

### 4.2.1. Diagrama de Caso de Uso

Un diagrama de caso de uso es utilizado para ilustrar a una unidad de funcionalidad proporcionada para el sistema. Su propósito principal es ayudar al equipo de desarrolladores a visualizar los requerimientos de funcionalidad de un sistema. Esta visualización incluye la relación entre “el actor”, es decir, las personas que interactúan con el sistema y los procesos esenciales, así como también las relaciones entre los diferentes casos de uso. Este tipo de diagramas generalmente muestra un grupo de casos de uso o todos los casos de uso para el sistema con su funcionalidad relacionada. Un diagrama de caso de uso utiliza dos elementos: un óvalo el cual ilustra una función del sistema y un personaje que representa al usuario que utiliza una función específica del sistema. Tanto la funcionalidad como el actor (usuario) son enlazados a través de una línea para representar que se hallan relacionados. Como norma la persona debe ser dibujada a la derecha o izquierda del diagrama mientras que la funcionalidad (casos de uso) va al centro.[18]

### 4.2.2. Diagrama Cero

### 4.2.3. Diagrama de Contexto

El diagrama de contexto es un caso especial del diagrama de flujo de datos, en donde una sola burbuja representa todo el sistema. El diagrama de contexto muestra a través de flujos de datos, las interacciones existentes entre los agentes externos y el sistema, sin describir en ningún momento la estructura del sistema de información. En este tipo de diagrama, el sistema de información debe representarse como un único proceso

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Nombre del caso de uso</b> | Realizar inventario   |
| <b>Actor</b>                  | Administrador   |
| <b>Propósito</b>              | Registrar los libros en existencia  |
| <b>Condición inicial</b>      | El administrador da click en el botón iniciar   |
| <b>Flujo principal</b>        | El administrador oprime en el botón iniciar, para que la antena empiece a identificar los libros que haya |
| <b>Condición de salida</b>    | La antena dejará de emitir el sonido de existencia de tags en este caso de los libros que las contienen   |
| <b>Incluye</b>                | Si aplica   |

Cuadro 4.5: Diagrama de caso de uso realizar inventario

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Nombre del caso de uso</b> | Generar reporte   |
| <b>Actor</b>                  | Administrador   |
| <b>Propósito</b>              | Generar el reporte del inventario realizado   |
| <b>Condición inicial</b>      | El administrador da click en el botón reporte   |
| <b>Flujo principal</b>        | El administrador oprime en el botón reporte, para que de esta manera se genere el reporte de los libros que existan en el centro de información |
| <b>Condición de salida</b>    | Guardar el reporte  |
| <b>Incluye</b>                | No aplica   |

Cuadro 4.6: Diagrama de caso de uso generar reporte

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Nombre del caso de uso</b> | Buscar libro   |
| <b>Actor</b>                  | Administrador  |
| <b>Propósito</b>              | Localizar un libro   |
| <b>Condición inicial</b>      | El administrador activa la casilla buscar  |
| <b>Flujo principal</b>        | El administrador ingresa los datos y selecciona si lo desea buscar por titulo, autor, clasificación, etc., y da click en el botón buscar |
| <b>Condición de salida</b>    | El sistema arrojará el libro buscado   |
| <b>Incluye</b>                | No aplica  |

Cuadro 4.7: Diagrama de caso de uso buscar libro

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Nombre del caso de uso</b> | Agregar libro   |
| <b>Actor</b>                  | Administrador   |
| <b>Propósito</b>              | Agregar un nuevo libro  |
| <b>Condición inicial</b>      | El administrador activa la casilla nuevo  |
| <b>Flujo principal</b>        | El administrador da click en la opción capturar y empezará a registrar los datos que el sistema le pida, para que de esta manera quede almacenado en la base de datos |
| <b>Condición de salida</b>    | El administrador de click en guardar  |
| <b>Incluye</b>                | Si aplica   |

Cuadro 4.8: Diagrama de caso de uso agregar libro

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| <b>Nombre del caso de uso</b> | Insertar portada  |
| <b>Actor</b>                  | Administrador   |
| <b>Propósito</b>              | Insertar una imagen a la portada de los libros que no tengan una imagen como portada                    |
| <b>Condición inicial</b>      | Que el libro no contenga una carátula   |
| <b>Flujo principal</b>        | El administrador da click a la opción agregar y busca una imagen para agregarle como portada a un libro |
| <b>Condición de salida</b>    | El sistema haya cargado la imagen seleccionada  |
| <b>Incluye</b>                | No aplica   |

Cuadro 4.9: Diagrama de caso de uso insertar portada

|                        |   |
|------------------------|---|
| Nombre del caso de uso | Agregar etiqueta  |
| Actor                  | Administrador   |
| Propósito              | Agregar una etiqueta al libro para que éste pueda ser identificado                                    |
| Condición inicial      | El administrador activa la casilla capturar   |
| Flujo principal        | El administrador pasa el libro por la antena y de ésta manera, obtiene una etiqueta de identificación |
| Condición de salida    | Cuando el administrador de click en el botón guardar  |
| Incluye                | No aplica   |

Cuadro 4.10: Diagrama de caso de uso agregar etiqueta

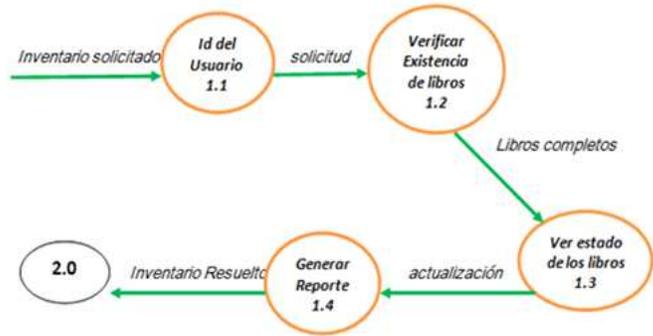


Figura 4.6: Diagrama cero

de muy alto nivel con entradas y salidas hacia los agentes externos que lo limitan, de forma equivalente a una caja negra.

Teniendo en cuenta que este diagrama debe ser comprensible, no es posible representar todos los flujos de datos del sistema en él, sino más bien debe representarse en él una visión general del sistema desde la perspectiva de los propietarios de sistemas siguiendo dos lineamientos básicos

- El diagrama de contexto consiste de terminadores, flujos de datos y flujos de control, almacenes de datos y un solo proceso, que consiste en una sola burbuja. El nombre dentro del proceso suele ser el nombre del sistema completo o un acrónimo convenido. Los terminadores se representan por medio de rectángulos y se comunican con el sistema utilizando flujos de datos o de control, los cuales representados por flechas, o a través de almacenes externos. Hay que recalcar que los terminadores no se comunican entre sí, al menos no en el diagrama de contexto, ya que denotarían interacciones externas al sistema.[19]



Figura 4.7: Diagrama de contexto

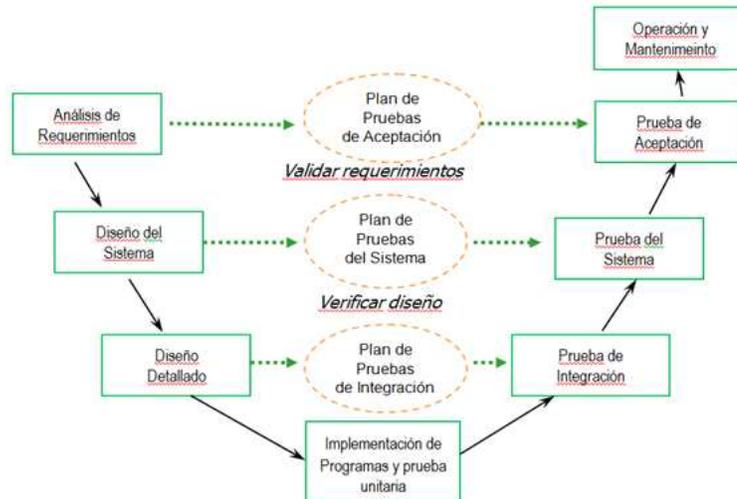


Figura 4.8: Modelo del ciclo de vida incremental

#### 4.2.4. Modelo de Proceso: Ciclo de vida incremental

Cada uno de los modelos estudiados tiene ciertas características que lo adaptan al proyecto, pero este modelo ha sido elegido por las etapas que se llevan a cabo en todo el desarrollo del sistema, podría ser comparado con el modelo en cascada pero este es aún mejor por las características y ventajas que nos brinda.

##### Características

- Combina elementos del modelo de cascada con la filosofía interactiva de construcción de prototipos.
- Cada secuencia lineal produce un producto operacional con cada incremento de la misma forma que progresa el tiempo en el calendario.
- El primer incremento es a menudo el núcleo.
- Como un resultado de evaluación y/o utilización se desarrolla un plan para el incremento siguiente, este proceso se repite hasta llegar al producto completo.
- Este modelo es particularmente útil cuando la dotación de personal no es suficiente para una implementación completa.
- Los primeros incrementos se pueden implementar con menos recursos.
- Si es muy riesgoso desarrollar el sistema completo de una sola vez, entonces debería considerar este modelo.

##### Ventajas

- Construir un sistema pequeño es siempre menos riesgoso que construir un sistema grande.
- Al ir desarrollando parte de las funcionalidades, es más fácil determinar si los requerimientos planeados para los niveles subsiguientes son correctos.
- Si un error importante es realizado, sólo la última iteración necesita ser descartada y utilizar el incremento previo.[20]

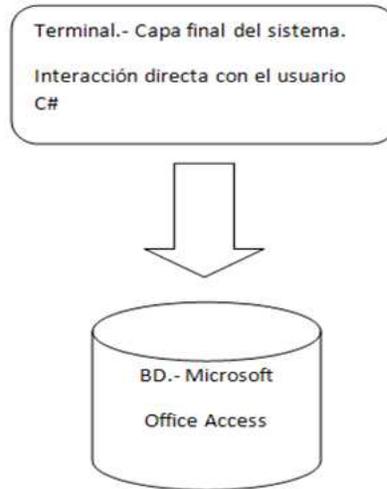


Figura 4.9: Arquitectura del sistema

### 4.3. Arquitectura

El sistema cuenta con una arquitectura de mediana escala, desarrollado bajo plataforma Windows, su arquitectura consta de 2 capas las cuales son: Gestor de base de datos y terminales.

Como front end del sistema tenemos el lenguaje Visual Studio 2010 en código C# y como back end se utilizó el gestor de base de datos microsoft access 2007.

### 4.4. Conectividad RFID-Pc's

La comunicación entre los equipos de radio frecuencia y las terminales de usuario se realiza a través del puerto RS-232, por este puerto la terminal recepta la señal emitida por las tarjetas encontrados en cada uno de los libros, la señal receptada por el lector es enviada a la terminal, la cual es decodificada por el sistema entendiendo así el código almacenado e identificándolo en la base de datos.

- Conexión de la antena
  
- Conexión de la antena RFID con la pc



Figura 4.10: Conexión de la antena

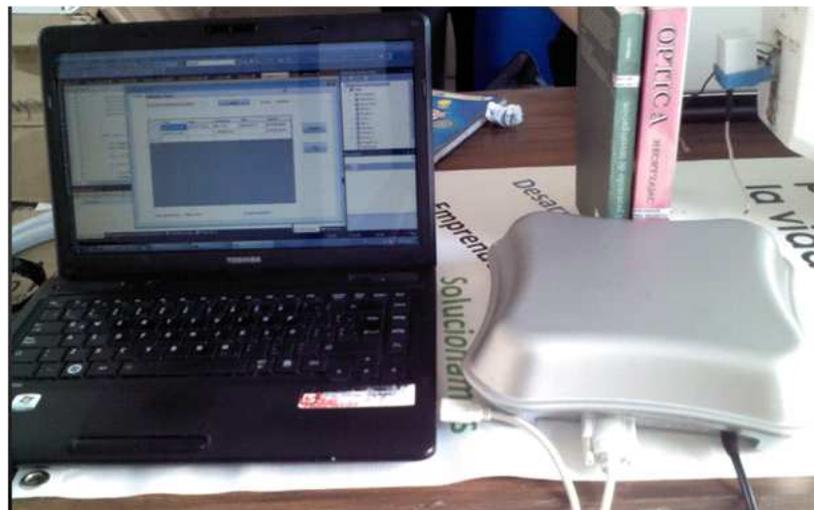


Figura 4.11: Conexión de la antena con la pc

# Capítulo 5

## Resultados

### 5.1. Prototipo del Sistema

El sistema fue desarrollado en el lenguaje C# usando el entorno de programación Visual Studio 2010, se eligió porque es un lenguaje que tiene capacidades e interactúa de muy buena manera con los puertos además soporta programación orientada a objetos.

- La pantalla inicial del sistema en la figura 5.1.
- Después de haber iniciado sesión, se selecciona el puerto que reconoció la pc, que es el puerto de la antena, como se muestra en la figura 5.2.
- Inmediatamente después de seleccionar el puerto, tendremos la ventana principal del sistema en la figura 5.3.
- Teniendo la ventana principal, damos clic en el botón iniciar y empezaremos a pasar los libros, si la antena no está conectada una pantalla como la que se muestra en la figura 5.4 y si está conectada entonces empezará a identificar los los libros como en la figura 5.5.
- A continuación en la figura 5.6 los libros que han sido detectados

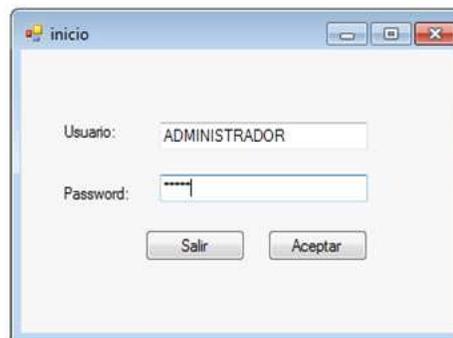


Figura 5.1: Inicio de sesión



Figura 5.2: Selección de puerto de comunicación



Figura 5.3: Ventana principal del sistema

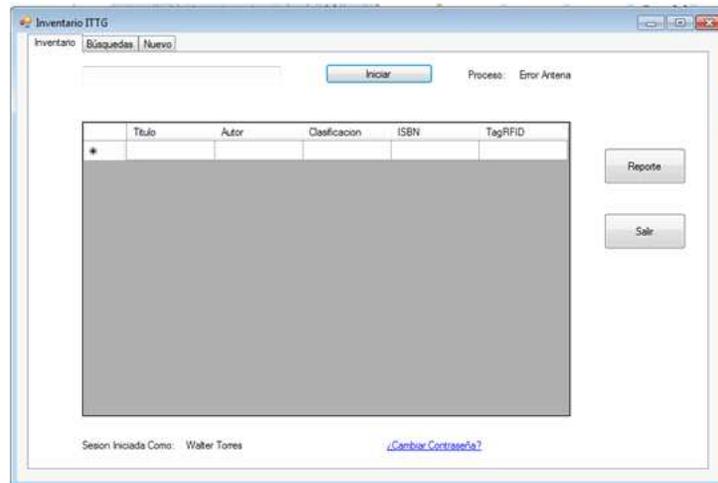


Figura 5.4: Antena no conectada

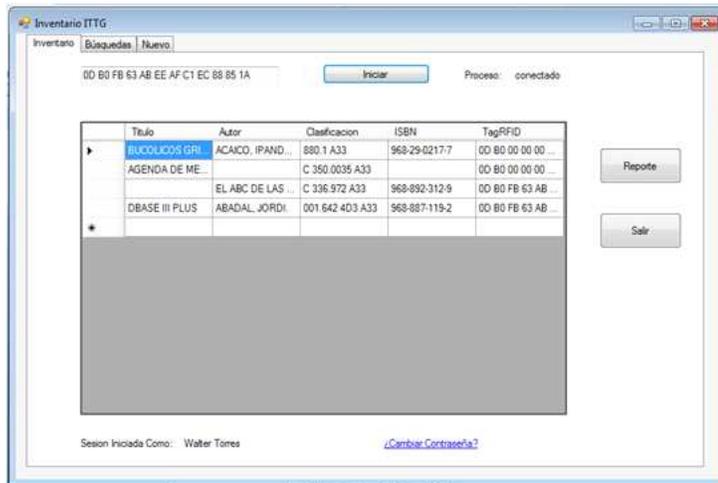


Figura 5.5: Antena conectada



Figura 5.6: Libros detectados



Figura 5.7: Generar reporte

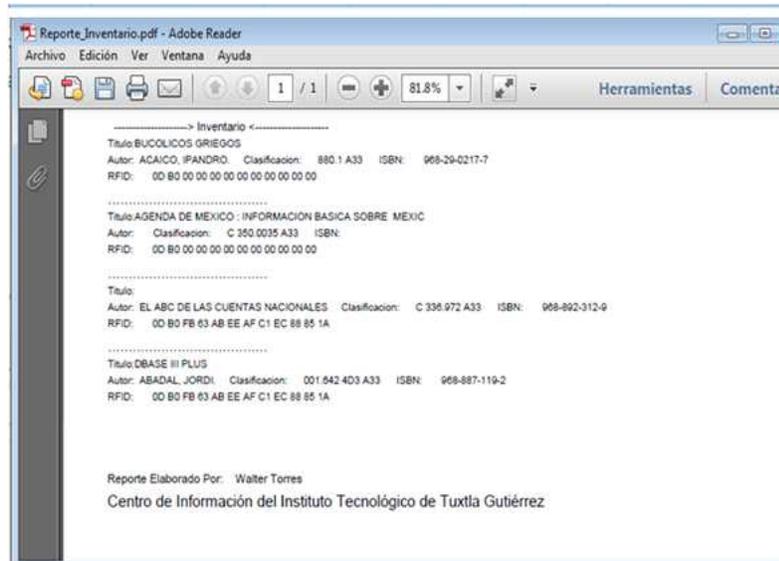


Figura 5.8: Reporte del sistema de inventario



Figura 5.9: Ventana de búsqueda

- A continuación se observa la ventana, en la cuál genera un reporte del inventario realizado, al darle click al botón Reporte, como se muestra en la figura 5.7.
- Y de ésta manera queda el reporte, concluyendo la opción inventario, como en la figura 5.8.
- Se prosigue con la opción Búsqueda, al pasar a búsqueda muestra una ventana como la siguiente, en la que se introduce el dato a buscar y haciendolo más exacto se puede buscar de acuerdo al tipo
- Después muestra una pantalla como en la figura 5.10 , en este caso se observa carátula no disponible, debido a que no hay una imagen para la portada de este libro
- En la siguiente ventana se observa la portada con una imagen como está en la figura 5.11.
- En la siguiente sección que es la de Nuevo, se activará cuando se requiera agregar un nuevo libro, como se observa en la figura 5.12.
- Si el libro no tiene una etiqueta RFID, se le puede agregar una nueva etiqueta como en la figura 5.13 y 5.14.

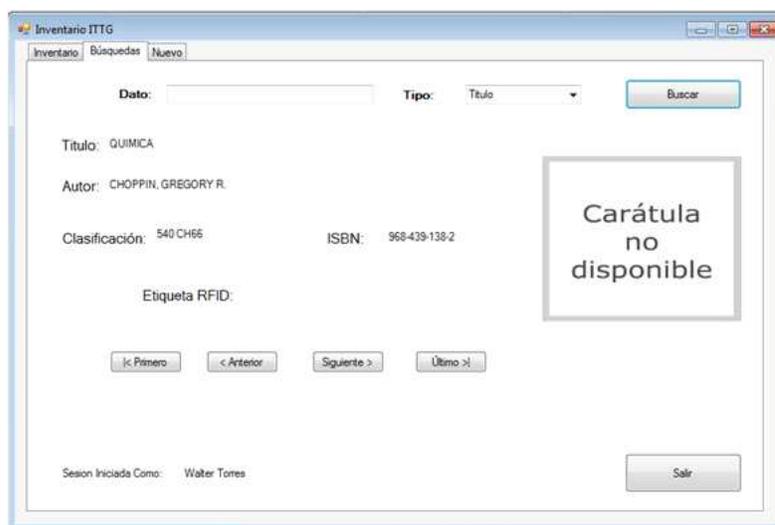


Figura 5.10: Libro encontrado

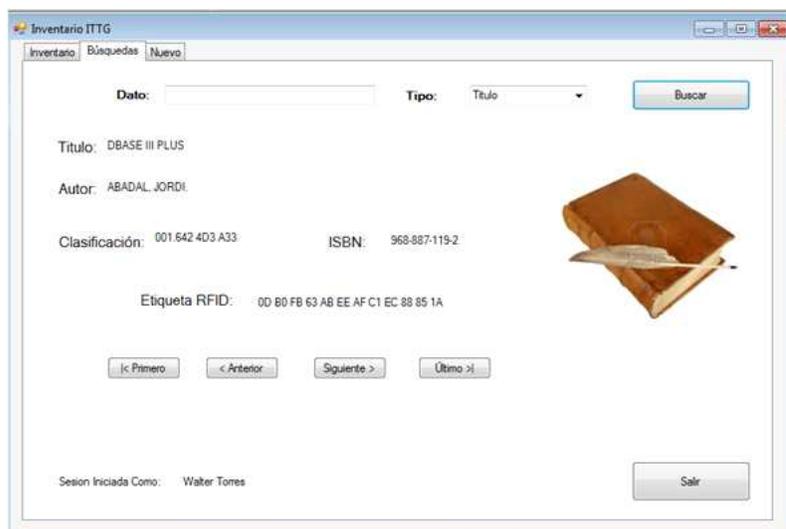


Figura 5.11: Libro con portada

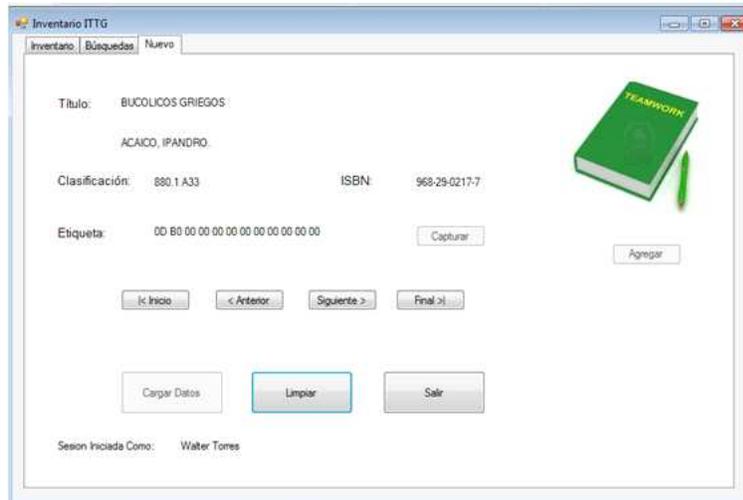


Figura 5.12: Ventana de la sección nuevo

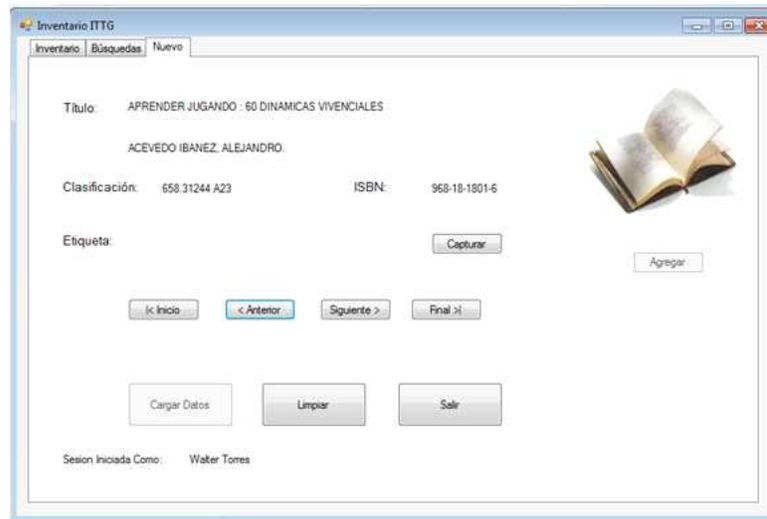


Figura 5.13: Libro sin etiqueta



Figura 5.14: Agregar nueva etiqueta



Figura 5.15: Ventana para agregar una portada

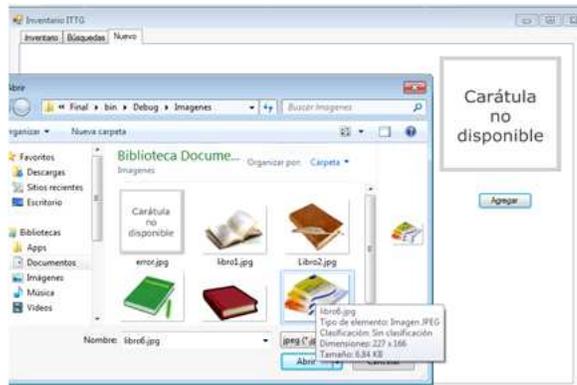


Figura 5.16: Agregar una imagen



Figura 5.17: Libro con portada seleccionada

- Ahora para agregarle una imagen al libro que no tiene portada, le damos click en el botón agregar, que se visualiza en la figura 5.15 y 5.16.
- Por último se observa una pantalla como en la figura 5.17, la cual muestra la imagen seleccionada para la portada de dicho libro

# Capítulo 6

## Conclusiones

### 6.1. Conclusiones

Dentro de los procesos relevantes involucrados está el inventariado de los volúmenes del centro de información, hemos observado mejoras tales como: los tiempos de inventario son más cortos, se ofrece datos seguros y sobre todo la información es confiable.

A pesar de que la tecnología RFID aún no es una realidad tangible a corto plazo en nuestro país, el sistema presenta una escalabilidad muy importante, ya que podemos interactuar entre herramientas, que si bien no tienen las mismas bases tecnológicas, presentan semejantes características en el funcionamiento o flujo de procesos involucrados.

Los avances y cambios tecnológicos se involucran cada día con más fuerza en los procesos cotidianos de las organizaciones de alta, mediana y pequeña empresa, es así que las tendencias de desarrollo de herramientas tecnológicas deberán tener una visión y apertura a cambios o evoluciones de ellas.

Al desarrollar un sistema utilizando programación orientada a objetos se consigue un sistema de alta calidad, estructura eficiente, ordenada, facilidad de mantenimiento y menor cantidad de líneas de código.

### 6.2. Recomendaciones

El sistema requiere en un futuro integrarlo con otros módulos, los cuáles manejen préstamos y devolución, para que de ésta manera se pueda tener un sistema completo y así el centro de información pueda brindar un mejor servicio.

El uso de equipos multi-frecuencia permite el desarrollo de una variedad de aplicaciones de acuerdo a las necesidades del usuario final y las condiciones de radio cobertura de la señal emitida por los equipos.

## Capítulo 7

# Referencias

- [1] ESTEBANEZ, Merton, *Medición del Impacto Social de la Ciencia y la Tecnología*.
- [2] KOFI, Anna, *Information Technology New Generation*. Seventh International Conference, 12-14 April 2010.
- [3] WOOLGAR, Steve, *Advanced Communication Technology (ICACT)*. Twelfth International Conference, 7-10 February 2010.
- [4] VSSURY, Gehve, *The Green Potentials of RFID Project: A Case-Based Analysis*. Conference in Hong Kong University, January-February 2011.
- [5] ZIMAN, John, *Challenges in Implementing RFID Tag in a Conventional Library*. Conference Univ Kebangsaan Malaysia Bangi, October-December 2006.
- [6] MAHDJOUVI, Darious, *RFID-Based Intelligent Books Shelving System*. Article presented in Islamic Univ. Malaysia, Kuala Lumpur 6 Sept. 2007.
- [7] ALAVARADO SÁNCHEZ, Jorge Alberto (2008). *Sistema de Control de Acceso con RFID* (Tesis para obtener el Grado de Maestro en Ciencias en la especialidad de Ingeniería Eléctrica en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional).
- [8] ALAVARADO SÁNCHEZ, Jorge Alberto (2008). *Sistema de Control de Acceso con RFID* (Tesis para obtener el Grado de Maestro en Ciencias en la especialidad de Ingeniería Eléctrica en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional).
- [9] ESPÍN, Rubén, MEDINA, Fernando (2008). *Sistema de Control de Inventarios y Facturación de Productos utilizando Etiquetas de Radiofrecuencia para Tecnilibro* (Tesis para optar al título de Ingeniero en Sistemas Computacionales en la Escuela Politécnica del Ejército Facultad de Ingeniería en Sistemas e Informática ).
- [10] [http://www.mas-rfid-solutions.com/docs/RFID\\_introduccion.pdf](http://www.mas-rfid-solutions.com/docs/RFID_introduccion.pdf).
- [11] Consultado en marzo : [clusterfie.epn.edu.ec/ibernal/html/.../Proyecto%203%20Grupo%204.ppt](http://clusterfie.epn.edu.ec/ibernal/html/.../Proyecto%203%20Grupo%204.ppt).
- [12] ACEVEDO, Víctor, GARCÍA, Alejandro, SANDINO, Sebastián (2004). *Sistema de Registro y Control de Salida de Elementos Mediante Dispositivos RFID* (Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería).
- [13] Tecnología RFID y bibliotecas, consultado en mayo : [www.102novadoc.es/masinfo/RFID-Bibliotecas.pdf](http://www.102novadoc.es/masinfo/RFID-Bibliotecas.pdf).

[14] Consultado en octubre: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lep/urbina\\_r\\_rd/capitulo2.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/urbina_r_rd/capitulo2.pdf).

[15] Consultado en agosto: <http://www.gaorfid.com/RFID-PDF/216002.pdf>.

[16] Introducción a la Tecnología RFID, consultado en diciembre : [http://www.mas-rfid-solutions.com/docs/RFID\\_introduccion.pdf](http://www.mas-rfid-solutions.com/docs/RFID_introduccion.pdf)

[17] MARTÍNEZ ROBLES, Yerina (*Control de Inventario con Análisis de la Demanda, para la empresa Sport B*)

[18] Lenguajes UML, consultado en Enero 2005: <http://www.osmosislatina.com/lenguajes/uml/casos.htm>

[19] *Ingeniería de software: un enfoque práctico* Edición Quinta. Capítulo 12 “Modelado de Análisis”. El numeral 12.4.1 titulado “Diagramas de flujo de datos” y el 12.6.2 “Creación de un modelo de flujo de datos”

[20] Modelo de procesos de software consultado en noviembre: [http://www.paginaspersonales.unam.mx/files/1065/Modelos\\_de\\_procesos\\_del\\_software.pdf](http://www.paginaspersonales.unam.mx/files/1065/Modelos_de_procesos_del_software.pdf)

# Capítulo 8

## Anexos

### 8.1. Entrevista

La entrevista fue el medio por el cual tuve el primer acercamiento a las problemáticas del Centro de Información del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, gracias a esta acción pude entender cómo funcionan los procesos internos, saber cómo registraban los datos, su estructura y los procesos que se realizaban con ellos, la siguiente entrevista tuvo lugar el día Junio 16 de 2011, con el Sr. Rafael, quién es la encargado de realizar el inventario.

1. ¿Tienen un sistema de Control de Inventario?  
No, debido a que el sistema con el que se cuenta (SIABUC), no contiene el apartado de inventario.
2. ¿Con qué frecuencia se realiza el Inventario y qué implica?  
No se tiene un periodo de frecuencia, ya que es muy pesado hacer el inventario, puesto que hay muy poco personal y hacer el inventario implica que se suspenda el servicio bibliotecario de 2 a 3 días, es por eso que no se realiza con frecuencia el inventario.
3. ¿En dónde hacen el inventario, es decir, en dónde van contabilizando los libros?  
El inventario se realiza de forma manual, y de ahí se pasa a Excel uno por uno.
4. ¿Cuentan con algún sistema de seguridad para saber si alguien está sacando un libro sin haberlo registrado?  
No, antes contábamos con un sistema Check Point (sistema que si pasaba alguien con un libro y no estaba registrado emitía un sonido), pero debido a que se descompuso y la escuela no tenía dinero para repararlo la biblioteca se quedó sin seguridad.
5. ¿Estaría dispuesto a capacitarse, para operar bien el sistema de control de inventario con tecnología RFID?  
Sí, por supuesto ya que así es la única manera de que los encargados de administrar los libros no hagan mal uso del sistema y terminar descomponiéndolo.

### 8.2. PRUEBAS DEL SISTEMA

- Envío de tramas a través de la hyperterminal con un MPS430 aplicación UART
- En esta pantalla se observará la trama que se recibió a través del sistema

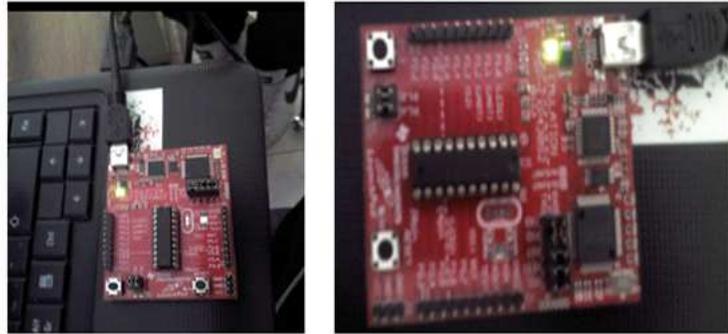


Figura 8.1: Tarjeta MPS430

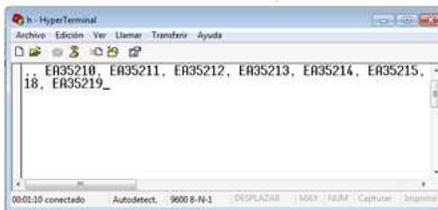


Figura 8.2: Pruebas con la Hyper Terminal

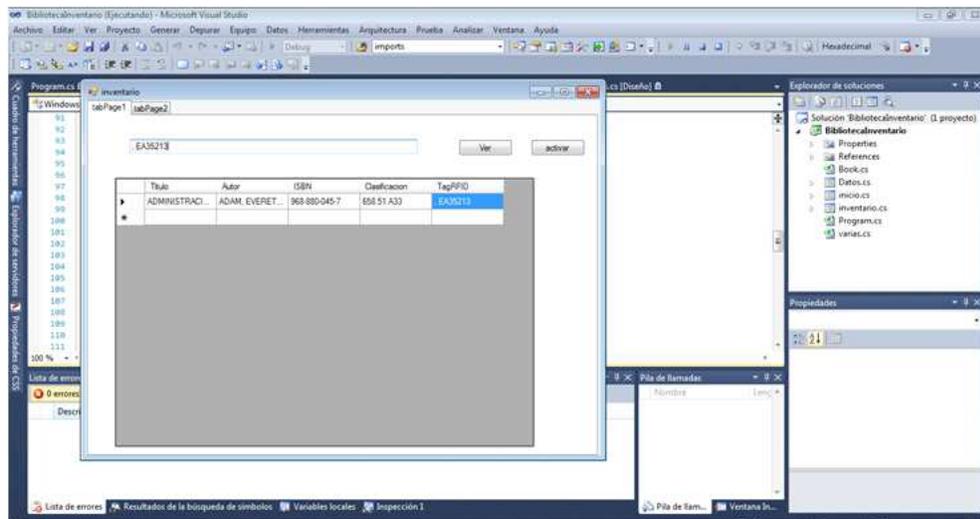


Figura 8.3: Trama recibida desde el sistema