



FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA DE TELECOMUNICACIONES

**Diseño de un sistema de control y monitoreo de alumnos de un
preescolar por medio de RFID**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

Realizado por:

Br. Rodríguez Nava, Jorge Daniel

Tutor:

Ing. Pirrone, José

Fecha:

Marzo de 2013

Dedicatoria

Dedico este Trabajo a Dios, por permitirme realizarlo en su totalidad y no perderme en el camino, mantenerme firme durante la carrera y con mis metas claras.

A mis padres, Jorge A. Rodríguez y María L. Nava, por estar conmigo de principio a fin en esta carrera, brindando su apoyo en las formas posibles y haciéndome saber lo orgullosos que estaban de mi trabajo en la Universidad.

A mis tres grandes compañeros y amigos, Julio Solarte, Gian Piero Perrino y Moises Jiménez, por creer en mí y ayudarme incondicionalmente cada vez que lo necesite a lo largo de estos años.

Ante todo, dedico este Trabajo a mi Abuela María, por servir de inspiración a lo largo de mi vida y mostrarme el cariño tan grande que me tenía, por todos los bellos recuerdos, por presentar conmigo todos los parciales y trabajos que parecían no tener solución, y, por cuidarme eternamente.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un
Preescolar por medio de RFID

Agradecimientos

UCAB

Ing. José Pirrone

Ing. Luis Molner

Ing. Lourdes Ortiz

Ing. Javier Mendoza

Preescolar TRICOLOR

Dir. María Dolores Pora

Dir. María Teresa Rodríguez

Compañeros

Ing. Antonio Rodríguez

Ing. Julio Solarte

Ing. Jorge García

Julieta Bello

Christian Expósito

Familia

Padre, Jorge A. Rodríguez

Madre, María Luisa Nava

Y a todos los que estuvieron involucrados en este proyecto de alguna manera.

Gracias.

Resumen

Jorge D. Rodríguez N.
Jorgedaniel170@gmail.com

La situación actual del país es bien conocida por todos los que lo habitan, ha ido en constante crecimiento a lo largo de los últimos años. El tópico al que se intenta hacer referencia, es la inseguridad, que ha llegado a formar parte de la vida diaria del ciudadano venezolano, y, que poco a poco, ha ido penetrando más en todos los ámbitos.

Debido a lo amplio de este problema, y las distintas herramientas requeridas para abarcar un plan de seguridad que satisfaga todas las aéreas y necesidades, se centro toda la atención en el planteamiento de una solución para la seguridad infantil en el ámbito preescolar.

Por medio de la tecnología de Auto-Identificación *RFID*, se propone un diseño, el cual plantea mantener en constante monitoreo el salón, o área, en la cual se encuentren los infantes durante su permanencia en el preescolar. Lo propuesto se logrará con arreglos de antenas y lectores en el plantel, y proveyendo a los niños de algún objeto que mantengan siempre con ellos, el cual contendrá una etiqueta *RFID* pasiva.

Como muestra del funcionamiento del sistema para los padres, se diseñara una aplicación web, la cual les permita ingresar al sistema de manera remota y verificar que efectivamente sus hijos se encuentran en él.

Palabras clave: *RFID*, Etiquetas, Preescolar, Lector, Aplicación web.

Indice General

| | |
|--|-------------------|
| <i>Dedicatoria</i> _____ | <i>i</i> |
| <i>Agradecimientos</i> _____ | <i>iii</i> |
| <i>Resumen</i> _____ | <i>v</i> |
| <i>Indice General</i> _____ | <i>vii</i> |
| <i>Indice de Figuras</i> _____ | <i>x</i> |
| <i>Indice de Tablas</i> _____ | <i>xi</i> |
| <i>Introducción</i> _____ | <i>1</i> |
| <i>Capítulo I. Fundamentos del Proyecto</i> _____ | <i>3</i> |
| <i>I.1.- Planteamiento del Problema</i> _____ | <i>3</i> |
| <i>I.2.- Objetivo General</i> _____ | <i>4</i> |
| <i>I.3.- Objetivos Específicos</i> _____ | <i>4</i> |
| <i>I.4.- Limitaciones y Alcances</i> _____ | <i>5</i> |
| <i>I.5.-Justificación</i> _____ | <i>6</i> |
| <i>Capítulo II. Marco Teórico</i> _____ | <i>7</i> |
| <i>II.1.- Introducción a RFID</i> _____ | <i>7</i> |
| <i>II.2.- Identificación Automática</i> _____ | <i>8</i> |
| <i>II.2.1.-Código de Barras</i> _____ | <i>9</i> |
| <i>II.2.2.-Banda Magnética</i> _____ | <i>11</i> |
| <i>II.2.3.-Botones de memoria de contacto</i> _____ | <i>11</i> |
| <i>II.2.4.-RFID</i> _____ | <i>12</i> |
| <i>II.3.- Categorías de aplicaciones RFID</i> _____ | <i>13</i> |
| <i>II.3.1.- Control de Acceso</i> _____ | <i>13</i> |
| <i>II.3.2.-Etiqueta y Envía</i> _____ | <i>14</i> |
| <i>II.3.3.- Rastreo de cajas</i> _____ | <i>15</i> |
| <i>II.3.4.- Seguimiento y Rastreo</i> _____ | <i>16</i> |
| <i>II.3.5.- Estante Inteligente</i> _____ | <i>16</i> |
| <i>II.4.- Arquitectura de un Sistema RFID.</i> _____ | <i>17</i> |
| <i>II.4.1.- Etiquetas o Tags.</i> _____ | <i>19</i> |
| <i>II.4.1.1.- Tags Pasivos</i> _____ | <i>21</i> |
| <i>II.4.1.1.1.- Backscatter (Retrodispersion)</i> _____ | <i>23</i> |

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

| | |
|--|-----------|
| II.4.1.2.- Tags Activos _____ | 25 |
| II.4.1.3.- Tags Semi-Pasivos _____ | 26 |
| II.4.1.4.- Clasificación por frecuencia _____ | 27 |
| II.4.2.- Lector. _____ | 29 |
| II.4.2.1.-Componentes Físicos. _____ | 30 |
| II.4.2.2.-Componentes Lógicos. _____ | 31 |
| II.4.2.- RFID Middleware. _____ | 32 |
| II.5.- Protocolos de etiqueta _____ | 34 |
| Capítulo III. Metodología _____ | 35 |
| III.1.-Esquema Metodológico _____ | 35 |
| III.1.1.-Fase I: Investigación y Documentación _____ | 35 |
| III.1.2.-Fase II: Estudio General del Preescolar _____ | 36 |
| III.1.3.-Fase III: Diseño _____ | 36 |
| III.1.4.-Fase IV: Simulación _____ | 37 |
| III.1.5.-Fase V: Conclusiones _____ | 37 |
| III.1.6.-Fase VI: Cierre del Tomo _____ | 38 |
| Capítulo IV. Desarrollo y Resultados _____ | 39 |
| IV.1.-Investigación y Documentación _____ | 39 |
| IV.2.-Estudio General del Preescolar _____ | 40 |
| IV.2.1.-Rutina y Distribución _____ | 41 |
| IV.2.2.-Necesidades _____ | 43 |
| IV.2.1.-Planos _____ | 46 |
| IV.3.-Diseño _____ | 48 |
| IV.3.1.-Selección de Equipos _____ | 48 |
| IV.3.1.1.-Selección del Lector RFID _____ | 48 |
| IV.3.1.2.-Selección de la Antena _____ | 56 |
| IV.3.1.3.-Selección de la Etiqueta _____ | 58 |
| IV.3.2.-Aplicación WEB _____ | 60 |
| IV.3.2.1.-Roles _____ | 61 |
| IV.3.2.2.-Cascada con Retroalimentación _____ | 63 |
| IV.3.2.2.1.-ETAPA I: Afiliación a un Servidor Web _____ | 64 |
| IV.3.2.2.2.-ETAPA II: Rescate de los datos obtenidos por el lector. _____ | 66 |
| IV.3.2.2.2.1.-Caso particular con el Lector ALIEN ALR-9900 _____ | 67 |
| IV.3.2.2.3.-ETAPAIII: Enviar los datos al servidor web.. _____ | 71 |
| IV.3.2.2.3.1.-Caso particular utilizando Sistema Operativo WINDOWS 7 _____ | 72 |
| IV.3.2.2.3.1.-PARTE I _____ | 72 |
| IV.3.2.2.3.2.-PARTE II: _____ | 77 |
| IV.3.2.2.4.-ETAPA IV: Generar la Interfaz Web _____ | 77 |
| IV.3.2.2.5.-ETAPA V: Manipulación de los datos en el servidor web _____ | 79 |
| IV.3.2.-Distribución _____ | 80 |

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

| | |
|--|------------|
| IV.4.-Simulación | 83 |
| IV.4.1.-Software | 84 |
| IV.4.2-Video | 88 |
| IV.5.1.-Estimación de Costos | 88 |
| Capitulo V. Conclusiones y Recomendaciones | 91 |
| V.1.-Conclusiones | 91 |
| V.2.-Recomendaciones. | 92 |
| Bibliografía | 94 |
| Apéndices | 96 |
| Apéndice A. Código modificado de <i>Java</i> | 96 |
| Apéndice B. Vistas de la Aplicación <i>Web</i> | 98 |
| Apéndice C. Manual para generar la Tarea en Windows 7 | 100 |
| Anexos | 103 |
| Anexo A. Especificaciones de la Antena <i>LAIRD S9028PLC</i> | 103 |
| Anexo B. Especificaciones del Lector <i>IMPINJ R420</i> | 104 |
| Anexo C. Especificaciones <i>Embeddable RFID Wire Tag</i> | 106 |
| Anexo D. Especificaciones <i>IMPINJ SpeedWay Antenna Hub</i> | 107 |

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Indice de Figuras

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1 : Comparación RFID vs Código de Barra</i> | 9 |
| <i>Figura 2: Sistema RFID Transmitiendo Data</i> | 22 |
| <i>Figura 3: Backscatter en Tags Pasivos</i> | 24 |
| <i>Figura 4: Tag Pasivo, mitades de su antena y chip</i> | 25 |
| <i>Figura 5: Tag Pasivo</i> | 25 |
| <i>Figura 6: Diagrama Metodológico</i> | 38 |
| <i>Figura 7: Cámara del Preescolar</i> | 44 |
| <i>Figura 8: Visual de Cámara en Pasillo</i> | 44 |
| <i>Figura 9: Cercado Eléctrico del Plantel</i> | 45 |
| <i>Figura 10: Plano Planta Baja</i> | 47 |
| <i>Figura 11: Planta Baja 3D</i> | 47 |
| <i>Figura 12: Escenario Alien</i> | 51 |
| <i>Figura 13: IMPINJ Speedway Antenna Hub</i> | 53 |
| <i>Figura 14: Numeración de los Puertos de Antena</i> | 53 |
| <i>Figura 15: Funcionamiento del Tag según el Material a Integrarse</i> | 59 |
| <i>Figura 16: Etiqueta seleccionada</i> | 60 |
| <i>Figura 17: Diagrama de Roles</i> | 62 |
| <i>Figura 18: cPANEL</i> | 65 |
| <i>Figura 19: Información de Cuenta en el Servidor</i> | 66 |
| <i>Figura 20: Resultado del comando "Get tag list"</i> | 67 |
| <i>Figura 21: Vista del "Tag grid"</i> | 68 |
| <i>Figura 22: Ejemplo de la lista de tags por medio del comando "Save Grid"</i> | 68 |
| <i>Figura 23: Script</i> | 72 |
| <i>Figura 24: Disposición de Archivos</i> | 74 |
| <i>Figura 25: Respuesta exitosa del <cmd.exe> al ejecutar el Batch</i> | 75 |
| <i>Figura 26: Carga exitosa del archivo de texto al servidor</i> | 75 |
| <i>Figura 27: Lista de etiquetas en el archivo de texto local</i> | 76 |
| <i>Figura 28: Lista de etiquetas en el servidor</i> | 76 |
| <i>Figura 29: Visual de la Interfaz Web diseñada</i> | 78 |
| <i>Figura 30: Tabla de alumnos del Servidor</i> | 79 |
| <i>Figura 31: Areas con exigencia de monitoreo</i> | 81 |
| <i>Figura 32: Topología de la Red</i> | 82 |
| <i>Figura 33: Distribución de Antenas y Hubs</i> | 83 |
| <i>Figura 34: Levantamiento de paredes con RPS</i> | 85 |
| <i>Figura 35: Disposición de antenas con RPS</i> | 85 |
| <i>Figura 36: Ubicación de receptores en RPS</i> | 86 |
| <i>Figura 37: Propagación de Ondas en 3D</i> | 87 |
| <i>Figura 38: Propagación de Ondas en 2D</i> | 87 |

Indice de Tablas

| | |
|--|--------------------------------------|
| <i>Tabla 1: Lectura de datos según frecuencia</i> | 28 |
| <i>Tabla 2: Promedio de número de Observaciones</i> | 33 |
| <i>Tabla 3: Resumen de Secciones y Alumnos</i> | 42 |
| <i>Tabla 4: Comparación Lectores</i> | 50 |
| <i>Tabla 5: Comparación y Aumento de precios según numero de puertos</i> | 55 |
| <i>Tabla 6: Comparación Antenas</i> | 57 |
| <i>Tabla 7: Estimación de Costos</i> | ¡Error! Marcador no definido. |

Introducción

El diario “El Nuevo Herald” publicó el 21 de Noviembre de 2010 el siguiente artículo: “Venezuela es el centro de secuestro en Latinoamérica, según expertos”, haciendo referencia al secuestro de un joven llamado David Viana que se llevó a cabo en Caracas, obligándolo a abordar un automóvil por medio de armas de fuego. Por otro lado, el diario “El Carabobeño” expresó en su artículo “Venezuela entre los 10 países con mayor número de secuestros”, que se estima que desde febrero de 1999 hasta diciembre del año 2011 este tipo de actividad ha crecido en un 500 por ciento. (López, 2012) (Ramírez, 2010)

Al igual que podemos ser víctimas del secuestro en las calles, también podemos serlo dentro de nuestros hogares, sitios de trabajo o planteles educativos. Una de las formas de secuestro mas adoptadas hoy en día, es acercarse a las guarderías o colegios preescolares para alentar a los niños a que abandonen el recinto y llevárselos ni tener que hacer uso de violencia, y, de esta manera, pasar desapercibidos. Debido a que estos niños no suelen exceder los 4 años de edad, son fáciles de manipular y hacen que este tipo de secuestro sea efectivo, pues para el momento que se dan cuenta que el niño no se encuentra en el preescolar, los secuestradores están suficientemente lejos como para no poder ser rastreados.

Se suele prevenir esto, poniendo guardias de seguridad en las entradas de los planteles, los cuales, usualmente, no poseen armas de fuego, ni están entrenados para enfrentar una situación real de peligro, por lo que si son amenazados suelen ceder ante los secuestradores sin ofrecer demasiada resistencia.

Por otro lado, como se mencionó anteriormente, debido a que los niños inscritos en los preescolares son de muy corta edad y carecen de conciencia para

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

saber que está bien, mal o que es peligroso, es necesario saber en qué parte del preescolar se encuentran ubicados durante toda su permanencia en él, debido a que si entraran en un área en la que hubiese objetos filosos, pesados o incluso venenosos, estos pudieran hacer uso incorrecto de ellos y lastimarse sin darse cuenta.

En esta investigación se propone el diseño de un sistema de control y monitoreo de alumnos de un preescolar, para tratar la problemática relacionada con la seguridad y el control de los niños, utilizando tecnología de punta, por lo que se considerará el uso de la tecnología de identificación por radiofrecuencia RFID.

Para realizar esta investigación, se contará con el apoyo del preescolar “TRICOLOR” situado en la Urbanización Cumbres de Curumo, de la ciudad de Caracas, el cual expresó estar muy interesado en este tipo de desarrollo y puso a disposición sus instalaciones y servicios para los estudios necesarios.

Capítulo I. Fundamentos del Proyecto

I.1.- Planteamiento del Problema

En Venezuela, cada día, se siente y se vive la inseguridad en todas las calles de las distintas ciudades, lo cual aumenta la preocupación en todas las personas que habitan en el país, pues pareciera que cada día se enseñan y se practican menos valores tanto en los hogares como en las instituciones educativas, surgiendo de ellos niños y jóvenes con problemas de adaptación social y delincuencia.

La formación principal en el crecimiento de un niño se da a cabo en sus primeros años de vida, es por este motivo que se les lleva a un centro de Educación Preescolar de tal manera que les enseñen a dar sus primeros pasos de forma correcta, ir al baño, hablar, leer y muchísimas otras habilidades que necesitan adquirir. Sin embargo, justamente debido a que en dicha etapa de vida el ser humano no es conciente plenamente de sus actos, es importante mantener sus pasos vigilados para evitar que se hagan daño, incluso para evitar que personas ajenas a ellos intenten perjudicarlos.

El Preescolar TRICOLOR, ubicado en la Urbanización Cumbres de Curumo de la ciudad de Caracas tiene inscritos en su plantel aproximadamente 100 niños, posee una infraestructura capaz de manejar esta cantidad de niños, sin embargo, se encuentra en permanente innovación para mejorar la atención y cuidados que prestan a los alumnos que le son confiados.

Agregando a la difícil tarea de mantener un control de los estudiantes de cualquier plantel de Educación Preescolar, hay que agregar el factor de la gran inseguridad que se vive actualmente en el país, situación que ha generado un nivel de miedo y paranoia en muchos de los representantes y padres a nivel nacional.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Respondiendo un poco a la problemática de la inseguridad observada en las calles de Venezuela, y más aún, en las ciudades de Caracas y Miranda, se plantea un proyecto que ayude a aliviar un poco esta preocupación generada en los representantes, diseñando por medio de la tecnología de Auto-Identificación RFID, un Sistema de Control y Monitoreo de los alumnos del Preescolar, al cual se podrá acceder a través de una aplicación web que permita a los padres saber en qué parte del preescolar están ubicados sus hijos. De la misma manera, se solventará el problema de que los niños entren en áreas que no deberían durante su permanencia en el Preescolar, permitiendo al personal del preescolar ubicar a cualquiera de ellos en el momento que lo desee.

Se espera que el interés del Preescolar TRICOLOR en el proyecto en cuestión, sirva de ejemplo a los demás Preescolares para así poder dar un poco de calma a los representantes, e impulsar de esta manera el crecimiento de la tecnología RFID en una nueva área del país.

I.2.- Objetivo General

Realizar el diseño de un sistema de localización para los alumnos de un preescolar, en este caso, el preescolar “TRICOLOR, a fin de garantizar la supervisión permanente de los niños.

I.3.- Objetivos Específicos

- Determinar los requerimientos específicos de seguridad para un centro de educación preescolar.
- Diseñar un sistema de localización *RFID* para la institución.

- Realizar la simulación del sistema diseñado para el preescolar, a fin de determinar la factibilidad de su implementación.

- Realizar un estimado de costo de la implementación del sistema diseñado.

I.4.- Limitaciones y Alcances

ALCANCES:

Este Trabajo Especial de Grado abarcará el estudio del cómo solucionar los problemas de seguridad y supervisión de alumnos dentro de un preescolar a través del diseño de un sistema de control y monitoreo en tiempo real.

El trabajo presentará una propuesta de implementación de un sistema automatizado de seguridad de alumnos para mantener su monitoreo en tiempo real. Este sistema será vía radiofrecuencia.

LIMITACIONES:

En el siguiente Trabajo Especial de Grado se plantea el diseño de un sistema de localización para alumnos de un preescolar, y aunque se estudiará como sería una posible implementación, esta no se efectuará físicamente. Solo se desarrollará un modelo y una simulación.

No se abarcará la localización ni el control de los niños una vez se encuentren fuera de las instalaciones del preescolar.

I.5.-Justificación

Este trabajo surge a partir de la necesidad de idear un sistema que permita vigilar permanentemente (entiéndase “permanentemente” en este caso como el tiempo de trabajo diario del plantel) a cada niño en el preescolar, y así satisfacer las exigencias de los padres en cuanto a seguridad, control y monitoreo de sus hijos, con el uso de tecnología de punta, como lo es RFID.

Al igual que todo avance tecnológico en el mundo, siempre se necesita un modelo piloto. Este Trabajo Especial de Grado tiene como objetivo tácito servir de ejemplo para otras instituciones alrededor del país que tengan problemas de control con sus alumnos.

Capítulo II. Marco Teórico

II.1.- Introducción a RFID

Cada cierto tiempo, hace aparición una nueva tecnología en el mercado, la cual promete cambiar el mundo como es conocido para ese momento y revolucionar nuestro alrededor.

Las siglas *RFID* son utilizadas para referirse al termino “Identificación por Radiofrecuencia” (*Radio Frequency Identification*), el cual describe cualquier sistema de identificación donde un dispositivo electrónico que utiliza radiofrecuencia para comunicarse, es adjuntado a un elemento. A pesar de lo complejo de su diseño, hay dos componentes esenciales sobre los cuales debe hacerse referencia inmediata al hablarse de este tema, los cuales son: las etiquetas o *tags*, que son los dispositivos de identificación adjuntados al elemento que se quiere rastrear; y los lectores o *readers*, que son los dispositivos capaces de reconocer la presencia de las etiquetas y leer la información que estas contienen. Luego, esa información leída deberá ser transmitida a un tercer componente que se encargara de gestionarla, el cual es denominado *RFID Middleware*.

Debido al crecimiento que ha tenido esta tecnología en los últimos años, ya algunas empresas de varios países exigen a sus proveedores que implementen soluciones *RFID* al entregar sus productos. Mucho del interés surgió a raíz de las peticiones del Departamento de Defensa (*DoD, Department of Defense*), el centro de Administración de Alimentos y Drogas (*FDA, Food and Drug Administration*) y a algunos sectores privados de mega corporaciones en Estados Unidos. Por ejemplo, la cadena de suministros *Wal-Mart*, exigió a finales del año 2005 que sus proveedores implementaran en sus productos las etiquetas o *tags RFID*, como condición para poder recibirlos y venderlos. (Sweeney II, 2005)

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

La mayoría de las empresas han enfocado sus investigaciones y empleado sus recursos en estudios enfocados en descubrir la mejor manera de adjuntar las etiquetas a los productos, estudiar los patrones de lecturas efectuados al mover la mercancía a través de puertos y puntos estratégicos, etc. Sin embargo, el verdadero beneficio y complejidad obtenida por un sistema *RFID* no proviene de leer las etiquetas, sino de llevar la información recogida por dichas lecturas al lugar correcto y de una forma manejable.

El uso de tecnología *RFID* ofrece beneficios para casi cualquier usuario que requiera hacer un seguimiento o rastreo de bienes físicos. Ejemplos muy notables de esto son los siguientes: los minoristas controlan el robo; compañías mantienen un control de acceso para su personal, los puertos rastrean sus contenedores durante toda su estadía en él; gabinetes inteligentes de medicinas pudieran advertir a un usuario si toma dos productos que pudieran interactuar de manera negativa; un carrito de supermercado pudiera pasar por un portal y decir el total al pagar; etc. (Bhatt & Glover, Enero, 2006)

II.2.- Identificación Automática

Los sistemas *RFID* pertenecen a una rama de la tecnología denominada *Auto-ID* (*Auto-Identification*), término que define la habilidad de una máquina para leer una identidad, la cual, se aplica generalmente cuando es necesario identificar una persona o un objeto. Durante las últimas décadas, el código de barras ha sido el tipo de tecnología *Auto-ID* más utilizado en el planeta, sin embargo, se espera que *RFID* logre estar a su mismo nivel, sin llegar a reemplazarlo.

Como acaba de ser mencionado, el código de barras es quizás la tecnología *Auto-ID* más conocida, pero el hecho de que tenga que existir una línea de visión directa entre el laser y el código de barras, hace que esta implementación tenga ciertas

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

limitaciones, ya que la parte del objeto que contiene el código de barras debe estar viendo directamente hacia el lector sin que nada se encuentre entre ellos. Otro tipo de tecnología de *Auto-ID* son las cintas magnéticas en las Tarjetas de Crédito, las cuales también deben estar alineadas con el lector o ser insertadas en ciertos dispositivos para poder ser leídas; problemas similares se presentan con el reconocimiento por huellas dactilares o facial. Las etiquetas RFID proporcionan un mecanismo que permite identificar un objeto a distancia, con mucha menos dificultad para posicionar la etiqueta frente al lector, pues este puede ver o leer una etiqueta sin necesidad de que esta este viéndolo directamente a él.

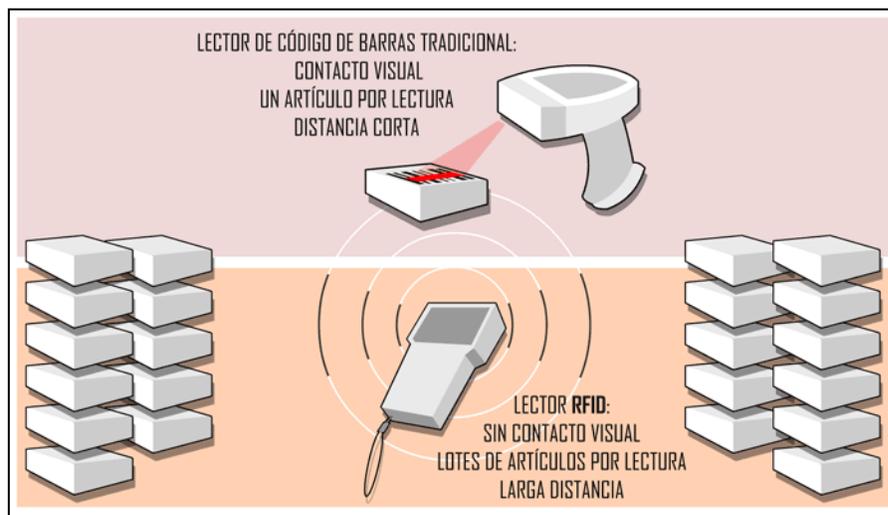


Figura 1 : Comparación RFID vs Código de Barra
Fuente: 102 NovaDoc

II.2.1.-Código de Barras

“Dibujo formado por barras y espacios paralelos, que codifica información mediante las anchuras relativas de estos elementos. Los códigos de barras representan datos de una forma legible por las maquinas, y son uno de los medios más eficientes para la captación automática de datos. Esta información

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

puede ser leída por dispositivos ópticos, los cuales envían la información leída hacia una computadora como si la información se hubiera teclado”. (Cardona, 2001)

Algunas de sus ventajas son las siguientes:

- Se imprime a bajos costos.
- Posee porcentajes muy bajos de error.
- Permite capturar rápidamente los datos
- Los equipos son fáciles de instalar.

Aunque pareciera ser una tecnología inalcanzable, la aparición de RFID trajo como consecuencia el hecho de poder notar las desventajas que ofrece el código de barras, algunas de estas son:

- Lectura de un objeto a la vez.
- Susceptible a daños en la impresión.
- Línea de visión directa entre el lector y el código.
- La información impresa en la etiqueta es permanente.
- Posee mecanismos de seguridad poco robustos.
- Permiten pocos datos en su estructura.
- No posee un protocolo universal. Existen muchos tipos de esquemas de códigos de barras. El más popular de todos es el *UPC (Universal Product Code)*.
- La etiqueta debe ser tratada con cuidado para no sufrir daños que afecten la integridad de los datos.
- El rango de lectura es de una distancia muy corta. (Varela & Mendoza, 2008)
- Se vuelven ilegibles si ocurre cualquier daño vertical a los símbolos, cuando una barra negra es eliminada o alterada, normalmente es imposible recuperar los datos. El código de barras contiene capacidad de detección y corrección de

errores, con protocolo “93i”. Los símbolos también se vuelven ilegibles a consecuencia de suciedad o algún otro contaminante, cuando es altamente abrasivo. Sumado a esto, los lectores son también susceptibles a la suciedad o algún otro objeto que obstruya al lente. (Bhatt & Glover, Enero, 2006)

II.2.2.-Banda Magnética

Una banda magnética (llamada a veces *Megstripe* como abreviación de *Magnetic Stripe*) es toda banda oscura presente en tarjetas de crédito, abonos de transporte público o carnets personales, compuesta por partículas ferro magnéticas incrustadas en una matriz de resina y que almacenan cierta cantidad de información mediante una codificación determinada que polariza dichas partículas. La banda magnética es grabada o leída mediante contacto físico pasándola a través de una cabeza lectora/escritora gracias al fenómeno de la inducción magnética.

Este invento desarrollado por IBM en 1960, posee las siguientes desventajas:

- Debe ser insertada en el lector para poder transmitir datos.
- La banda se desintegra con el tiempo, causando que esta deba ser reemplazada si no se trata con delicadeza.
- Todos sus datos pueden ser borrados si se pone la tarjeta cerca de un imán de neodimio.

II.2.3.-Botones de memoria de contacto

Los botones de contacto (*Ibutton*), a pesar de no ser la tecnología con más aplicaciones en el mercado, llevan muchos años siendo un estándar para controles de acceso en residencias, oficinas y estacionamientos. Debido a su resistencia a maltratos, poseen gran durabilidad. Posee las siguientes características:

- Son re-escribibles.
- Sus datos pueden ser encriptados.
- Pueden ser de hasta 8 MB.
- Debido a lo fuerte de su cubierta metálica, tienen un tiempo de vida bastante largo. Sin embargo, los fabricantes recomiendan que se reemplacen cada 2 años para un uso más eficaz.

Algunas de sus desventajas conocidas son:

- No funcionan a distancia, deben tener contacto directo con el lector.
- Solo puede leerse un botón a la vez por lector.
- No hay un estándar universal para estos botones, todos los protocolos son propietarios. (Varela & Mendoza, 2008)

II.2.4.-RFID

Las tecnologías mencionadas anteriormente necesitaban tener algún tipo de contacto con el lector, las bandas magnéticas debían ser insertadas en él, los botones de contacto debían presionarse correctamente y el código de barras necesitaba una línea de visión directa con el mismo. A diferencia de todos estos, la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia no necesita nada de lo mencionado. Debido a que la información viaja de la etiqueta al lector por medio de ondas de radio, los problemas de fronteras anteriores pueden ser eliminados. Existen diversos tipos de etiquetas y varios protocolos para definir el comportamiento de las mismas. Algunas de sus ventajas con respecto a las demás tecnologías de *Auto-ID* son:

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

- Alineación innecesaria: Debido a que la Identificación por Radiofrecuencia no necesita tener una línea de visión directa con el lector, se ahorra tiempo en no tener que posicionar los objetos de una manera específica para su lectura.
- Velocidad rápida en inventario: Gracias a ciertos protocolos que pudieran regir el comportamiento de algunas etiquetas, múltiples objetos pueden ser leídos simultáneamente, haciendo que se reduzca potencialmente el tiempo de inventariar.
- Variedad de Formas: la forma de las etiquetas de *RFID* varía sustancialmente, por lo que pueden adaptarse a cualquier tipo de medio ambiente.
- Rastreo de Objetos: debido a los 96 bits que proveen las etiquetas, hacen posible identificar únicamente millones de ítems.
- Re-escribibles: Algunos tipos de etiqueta pueden escribirse una y otra vez.
- Distancia de lectura: Dependiendo del tipo de etiqueta utilizada, de la frecuencia escogida y de las características del lector, pudiera variar desde unos pocos milímetros hasta 100 metros. (Sweeney II, 2005)

II.3.- Categorías de aplicaciones *RFID*

A pesar de ser una tecnología que se presta para muchas aplicaciones distintas, se ha logrado resumirlas en 5 categorías bien específicas, es necesario conocerlas, para, en base a dichos criterios, saber en que categoría entra la aplicación que se desea implementar en este trabajo:

II.3.1.- Control de Acceso

Este tipo de aplicación es utilizada especialmente para otorgar acceso a cierto tipo de usuario u objeto a un determinado lugar. Es una de las aplicaciones más sencillas que puede darse al sistema *RFID*, y tiene las siguientes limitaciones:

- Son muy fáciles de falsificar; a pesar de que los fabricantes intentan mantener en secreto sus métodos de programación y construcción, no se puede obtener un resultado muy eficaz sin elevar los costos de producción hasta un punto inaceptable, por lo que debe mantenerse un proceso de encriptación sencillo.
- Es probable, en el caso de control acceso en un estacionamiento, que luego de que un usuario autorizado pase la barrera, otro carro estuviese muy cerca de él y lograra ingresar también. Esta gran limitación de la aplicación suele prevenirse por medio de cámaras de video o un vigilante permanente.

II.3.2.-Etiqueta y Envía

Se refiere al tipo de aplicación *RFID* en la cual se asocia una etiqueta a un objeto, se adjunta dicha etiqueta al objeto en cuestión y luego se monitorea su funcionamiento.

En este tipo de aplicación, es normal que se utilicen etiquetas pre-codificadas para ahorrar los costos, por lo tanto, y debido a que el porcentaje de etiquetas defectuosas aun es ligeramente elevado, será necesario descartar algunas hasta conseguir la que funcione correctamente, y de esa manera se pierden los números de secuencia en el inventario. Es imprescindible adquirir un dispositivo que realice estas implementaciones sin generar un costo total de pertenencia alto. Se generan problemas al momento de escoger en que parte del objeto adjuntar la etiqueta, debido a que según su forma o material, pudieran causarse interferencias y nunca ser detectados por el lector.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

En algunos casos, en vez de comprar etiquetas pre-codificadas y un dispositivo que solo se encargue de adjuntarlas al objeto, se vuelve más rentable adquirir un dispositivo que contenga aplicaciones para codificarlas y posteriormente adjuntarlas; lo cual resolvería el problema planteado anteriormente, ya que al detectarse un mal funcionamiento en una etiqueta, se pudiera codificar otra con el código perdido y así no perder la secuencia.

II.3.3.- Rastreo de cajas

Este tipo de aplicación puede hacerse de dos maneras distintas:

- Tomar una caja y rellenarla con una cantidad de objetos iguales, de tal manera que se etiquete dicha caja por fuera llevando información sobre “*tipo de objeto que lleva*” y la cantidad asociada.
- Tomar una caja y rellenarla con varios objetos distintos, de tal manera que se etiquete dicha caja por fuera llevando información sobre “*tipo de objetos que lleva*” y la cantidad asociada de cada uno de ellos.

Uno de los inconvenientes que se presenta en este tipo de aplicación, es que nunca puede predecirse cuando se romperá una caja o cuando se abrirá involuntariamente, lo que trae como consecuencia que se registren mas objetos de los que realmente habría dentro de ella y se descontrola el inventario.

Es importante saber que contienen las cajas dentro de ellas, y el material del que las mismas están hechas, ya que pudieran reaccionar de manera inadecuada y desviar la atención de las ondas transmitidas por/hacia la etiqueta. Para evitar esto, se suele poner un poco de goma espuma en el sitio donde se adjuntara la etiqueta, para de esta manera aislar el comportamiento mencionado previamente.

II.3.4.- Seguimiento y Rastreo

Luego de un tiempo, se comenzó a utilizar RFID para rastrear y mantener control de animales y seres vivos. Los dueños de granjas quisieron mantener un monitoreo permanente sobre su ganado, aplicando en sus orejas etiquetas expuestas en capsulas de vidrio.

II.3.5.- Estante Inteligente

Un estante inteligente no es más que una serie de estantes que mantienen un monitoreo constante de los objetos que contienen en él. Si algún objeto fuera removido o añadido, el estante automáticamente actualizaría su inventario. Incluso, añadiendo a la información de la etiqueta, la fecha de vencimiento, el numero de lote, o cualquier otro atributo, el estante inteligente pudiera inmediatamente avisar si algún objeto que ya haya expirado se encuentra aun almacenado en el. En la industria farmaceuta, se aplica de la siguiente manera: si se remueven de un estante inteligente dos medicamentos que interactúan negativamente, se genera una alarma.

Debido a la interferencia o la absorción de la señal de radiofrecuencia, un lector pudiera fallar al momento de leer una etiqueta. Algunos fabricantes venden estantes inteligentes pre-configurados para evitar esta falla, lo cual hacen, fijando un umbral de lecturas falladas en una etiqueta por unidad de tiempo antes de marcarla como ausente. Algo similar ocurre en estos estantes pre-configurados para poder añadir algo al estante, debido a que si no, al pasar un carrito de compras cerca de él, pudiera registrar todos los artículos contenidos en dicho carrito como si formaran parte del estante. Sin embargo, otra forma de combatir esto es con un *RFID Middleware* o un Manejador de Eventos. (Bhatt & Glover, Enero, 2006)

II.4.- Arquitectura de un Sistema RFID.

Himanshu Bhatt y Bill Glover, autores de “RFID Essentials”, uno de los libros más usados a nivel mundial por personas que desean informarse y/o documentarse sobre la tecnología RFID, definen arquitectura, referida a nuestro tema en particular, como: “*La descomposición de un sistema particular en componentes individuales para demostrar como dichos componentes trabajan juntos para lograr los requerimientos exigidos por el sistema completo*”. Tomando en cuenta esto, se puede deducir que no existe una arquitectura RFID de carácter universal que encaje con todos los requerimientos de cualquier técnico, ingeniero o trabajador en área para satisfacer las necesidades de cualquier trabajo.

Por lo tanto, se puede afirmar que dependiendo de la implementación que se le quiera dar al sistema RFID, su arquitectura será distinta. Sin embargo, un sistema RFID debería poder satisfacer o cumplir con alguna de las siguientes características y capacidades:

- La capacidad de codificar etiquetas o Tags RFID.
- La capacidad de adjuntar etiquetas codificadas a algún artículo.
- La capacidad de rastrear el movimiento de los artículos etiquetados.
- La capacidad de integrar información RFID en aplicaciones de empresas.
- La capacidad de producir información que pueda ser compartida entre empresas.
- La capacidad para desarrollar la auto-organización de dispositivos inteligentes.

El sistema RFID que se desarrollará, incluirá los siguientes componentes, los cuales se estudiarán a profundidad a lo largo del trabajo:

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

- Etiqueta RFID.
 - Pasivas
 - Activas
 - Semi-Pasivas
- Lector RFID.
- RFID Middleware.

Básicamente, las etiquetas pueden ser programadas para llevar cualquier información dentro de ellas, ya sea el tipo de artículo al que este adherida, un historial de los puntos por los que ha pasado, la localización del mismo y mucho mas, todo depende del tipo de uso que se le quiera dar. El lector se encarga de recibir la información de la etiqueta mediante un proceso de “llamado” y “escucha” recibiendo ayuda de una antena. Esta información enviada será posteriormente enviada a un sistema intermedio llamado RFID Middleware.

Ambos dispositivos previamente mencionados tienen antenas, estas antenas son las que realizan mediante radiofrecuencia el proceso de intercambio de información entre ellos, por medio de un acoplamiento.

Cuando se planea la arquitectura de un sistema *RFID*, el proceso clave incluye seleccionar un esquema de numeración de objetos, codificación de etiquetas, adjuntar las etiquetas a los objetos que se desea rastrear, leer los objetos mientras se mueven a través de un ambiente físico, enviar dicha información a una interfaz lógica comprendida por un usuario final, y, gestionar los datos de la mejor manera para el desarrollo de la empresa en cuestión.

II.4.1.- Etiquetas o Tags.

Una etiqueta o *Tag RFID*, cumple con varios propósitos, pero el principal de todos ellos es adjuntar físicamente a un objeto, datos relevantes sobre el mismo objeto. Debido a que las etiquetas llevan dicha información dentro de ellas, deben tener la capacidad para transmitírsela a algún dispositivo interesado en recibirla, por lo que todas tienen algún mecanismo interno para almacenar estos datos, y algún otro mecanismo para poder comunicarlos. Estas etiquetas pueden estar contenidas dentro de pequeños botones plásticos, capsulas de vidrio, etiquetas de papel, e incluso cajas metálicas; también pudieran estar adjuntadas a un paquete, integrados a un animal o ser humano escondido en la cabecera de una llave o perforadas en alguna prenda.

Están compuestas por dos partes básicas:

- El *Chip* o Circuito Integrado: almacena una serie de números únicos para ese chip. También contiene la lógica y algoritmos sobre cómo reaccionar si se encuentra en frente de un lector.
- La antena: Permite al chip recibir poder y comunicarse, logrando de esta manera el intercambio de información entre el lector y la etiqueta. (Sweeney II, 2005)

Las etiquetas *RFID* se comunican con el mundo enviando y recibiendo Señales Electromagnéticas. Debido a que existen varios tipos de *tags*, debe conocerse el mecanismo que utiliza cada una para comunicarse. Los *tags* activos utilizan baterías para dar poder a sus comunicaciones, las pasivas reflejan la señal enviada por el lector y las semi-pasivas, tienen un mecanismo interno de poder, el cual les permite desempeñar acciones de etiquetas activas, y al mismo tiempo, utilizar la energía generada por el lector para comunicarse.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

En el entorno de las etiquetas, se llamará “Reglas” a todo aquello que defina la manera en la que una etiqueta “habla” con un lector. Estas reglas están basadas en una interfaz de aire. A su vez, dicha interfaz de aire describe que frecuencias el lector y la etiqueta utilizan para comunicarse, como un protocolo de comunicación. Estos protocolos definen los comandos que la etiqueta entenderá y como la misma responderá al lector. También describen como diferenciar una etiqueta de muchas en un montón, y como inventariarlas todas.

Algunos de los factores que deben tomarse en cuenta al momento de escoger una etiqueta son los siguientes:

- Rango de lectura requerido: Debido a la batería interna que poseen, los *tags* activos pueden lograr un mayor rango de lectura que los *tags* pasivos. Dependiendo de la aplicación que quiera darse, quizás sea necesario un mayor o menor rango de lectura. Por ejemplo, una venta al por menor, pudiera satisfacer sus necesidades con etiquetas pasivas, pero algún granjero que quisiera monitorear a su ganado, quizás requeriría de etiquetas activas para seguirlos alrededor del terreno.
- Material y empaque: Los materiales poseen distintas características de radiofrecuencia. Por ejemplo, los líquidos pudieran impedir el flujo de las ondas de radio, y los metales también pudieran causar retos de interferencia para los lectores.
- Forma: Las etiquetas vienen en distintos tamaños y formas. Esta dependerá del empaque que lleve el producto al que se adjuntara la etiqueta.
- Estándar: Es importante tener confianza en que el lector que se utilice, será capaz de entender la etiqueta *RF* que seleccione. *EPCGlobal* y la Organización Internacional de Normalización (*ISO, International Standards Organization*) proveen estándares para la comunicación entre lectores y etiquetas.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

- Costo: Juega un gran papel, debido a que mientras más grande sea la aplicación que se requiera, mas etiquetas será necesario comprar con el paso del tiempo.

Las dos características principales que debe proporcionar una etiqueta son: tener la capacidad de ser adherida a algún objeto, y comunicarse a través de radiofrecuencia. Sin embargo, dependiendo del protocolo que la etiqueta escogida tenga programado, pudiera llegar a tener las siguientes cualidades:

- Matar/Desactivar: algunas etiquetas pueden recibir la orden de ser desactivadas de manera permanente por parte del lector, como consecuencia pierden su funcionalidad.
- Anti-colisión: Permite a un grupo grande de etiquetas, comunicarse con el lector sin interrumpirse una a la otra.
- Seguridad y Encriptación: Si tienen la capacidad de encriptarse, podrían solo responder a un lector que conozca la misma contraseña que ellas.
- Escribir una vez: Puede programarse la información que llevara una sola vez, de manera permanente.
- Escribir varias veces: Puede programarse la información que llevara una y otra vez. (Bhatt & Glover, Enero, 2006)

II.4.1.1.- Tags Pasivos

Se le llama *tag* o etiqueta pasiva a toda etiqueta que no posee una batería interna, debido a que la energía para producirse el intercambio de información es suministrada por el lector. Esto significa que dichas etiquetas solo se comunican cuando se encuentran en el rango de lectura o en presencia de un lector (es decir, que se encuentra presente dentro de un campo electromagnético). Cuando una etiqueta pasiva se encuentra dentro de un campo electromagnético, logra acumular la energía

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

suficiente para activarse y enviar su información. Esto se logra mediante un fenómeno físico que reflexión llamado *Backscatter* o fenómeno de Retrodispersión.

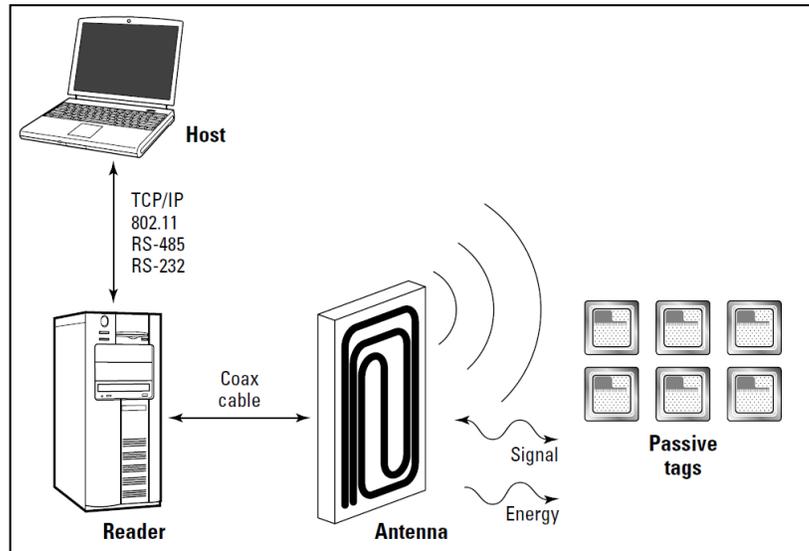


Figura 2: Sistema RFID Transmitiendo Data
Fuente: "RFID for Dummies"

“Los *tags* pasivos suelen tener distancias de uso práctico comprendidos desde los 10 cm (*ISO 14443*), hasta algunos metros (*EPC* o *ISO 18000-6*) según la frecuencia de funcionamiento, el diseño y el tamaño de la antena.” (Varela & Mendoza, 2008)

Gracias a su diseño, suelen tener una vida útil de 20 años o más, pero esto causa como consecuencia que a veces, incluso después de ser vendido el objeto al que están adheridas, sigan en funcionamiento. Sin embargo, es el tipo de etiqueta más utilizado en el mundo y el que se adapta a más aplicaciones.

II.4.1.1.1.- Backscatter (Retrodispersion)

“El mecanismo de acoplamiento de una etiqueta determina la manera en que un circuito de la etiqueta y un circuito del lector se influyen mutuamente para enviar o recibir información o poder” (Sweeney II, 2005)

El tipo de acoplamiento escogido puede afectar muchas variables en el sistema, pero las más importantes a resaltar son:

- El rango entre la etiqueta y el lector.
- La frecuencia en la que debería trabajar la etiqueta.

Se han definido varios tipos de acoplamiento durante el desarrollo de la tecnología *RFID*, algunos de estos son los siguientes:

- Acoplamiento por Retrodispersión.
- Acoplamiento Inductivo.
- Acoplamiento magnético.
- Acoplamiento capacitivo

Como se mencionó previamente, según el tipo de acoplamiento escogido, afectara directamente el rango y la frecuencia, por ejemplo: los acoplamientos magnético y capacitivo, son acoplamientos cercanos; el inductivo es del tipo remoto y el de Retrodispersión puede ser remoto o de largo alcance. Con respecto a la frecuencia, el acoplamiento inductivo trabaja mejor en Frecuencias Bajas (*LF*) ó Frecuencias Altas (*HF*); el acoplamiento por Retrodispersión en frecuencias altas; el magnético a 110 MHz y el capacitivo a 10 MHz.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

El tipo de acoplamiento al que se le dará enfoque en este trabajo será el de Retrodispersión, debido a que es el utilizado mayormente por las etiquetas.

Los principios de la teoría electromagnética asociados a la reciprocidad, especifican que cualquier estructura que tiene la capacidad de recibir una onda, también tiene la capacidad de transmitirla, es decir, que una vez que la antena da energía a la etiqueta cuando se encuentra dentro de su rango de operación, esta debería tener la capacidad de contestar a dicha antena.

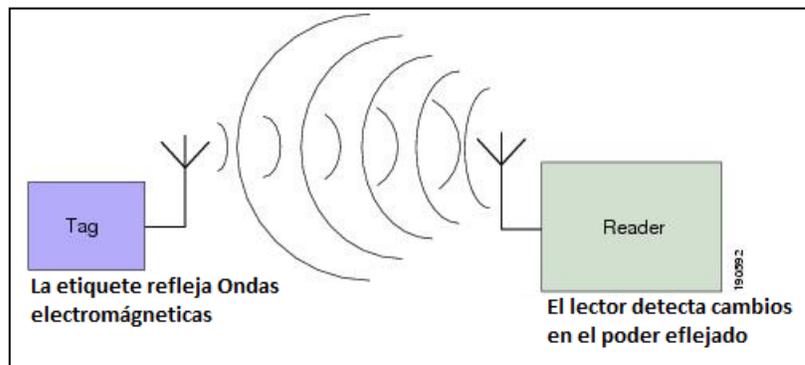


Figura 3: Backscatter en Tags Pasivos
Fuente: “Cisco RFID Tag Considerations”

El término *Backscatter* (Retrodispersión), nos define que la etiqueta será capaz de reflejar hacia el lector una onda, sobre la misma frecuencia emitida por el, pero cambiando varias cualidades de dicha reflexión para poder enviar información de vuelta a él. Adicional a esta operación, la antena de la etiqueta toma parte del poder recibido para suministrar poder al pequeño *chip* dentro de ella. Este chip se encarga de controlar una resistencia en medio de las dos mitades de antena:

- Si ambas mitades de la antena se conectan directamente con poca resistencia, se reflejará la señal del lector con alta amplitud.
- Si por el contrario, la resistencia separa las dos mitades de la antena, reflejara la señal del lector con baja amplitud.

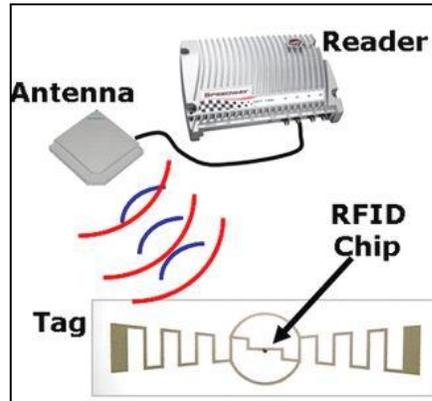


Figura 4: Tag Pasivo, mitades de su antena y chip
Fuente: LogSystem

Debido a que tanto la antena del lector, como la etiqueta utilizan la misma frecuencia para comunicarse, deben tomar turnos para así no saturar el canal. Este tipo de comunicación es la conocida como *Half Duplex*.

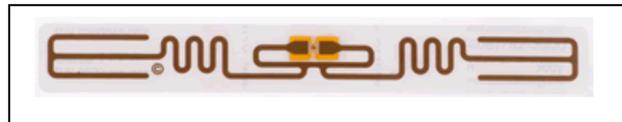


Figura 5: Tag Pasivo
Fuente: Dipole RFID

II.4.1.2.- Tags Activos

Disponen de una pila o un sistema de alimentación interna, lo que les permite estar siempre en funcionamiento, por lo que no necesitan de una señal de mucha intensidad por parte del lector para poder transmitirle sus datos.

Su memoria puede ser de hasta 128 *KBytes*, gracias a lo cual tienen capacidad de monitorización del entorno, por lo que son frecuentemente usadas junto con sensores en productos de los cuales se quiere saber su historia: temperaturas por las que atraviesa, monitorización del tiempo, etc. Son consecuentemente más caras que

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

las anteriores y el tamaño medio es el de una moneda, aunque hay varias clases, según las aplicaciones. Tanto unas como otras tienen distintas funcionalidades, y son usadas en las aplicaciones dependiendo del objetivo a conseguir. Las pasivas son más apropiadas en herramientas en las que el movimiento de los productos es constante y controlado, no siendo necesario ni almacenar datos ni monitorizar el entorno. Por su parte, el uso de las activas es una mejor opción en procesos dinámicos, o donde el movimiento de los productos etiquetados es variable y se requiere búsqueda de datos, monitorización del entorno o gran capacidad de almacenamiento de datos. En algún caso puede ser preciso utilizar ambos tipos de tecnología para lograr un nivel de producción y control óptimo. (Gomez-Gomez, Ena-Rodríguez, & Priore, 2007)

Este tipo de configuración le permite a la etiqueta transmitir su señal a rangos muchos más grandes, ya sea transmitiendo constantemente su mensaje, o esperando que el lector comience la conversación.

II.4.1.3.- Tags Semi-Pasivos

Los tags semi-pasivos son también llamados tags asistidos por batería. Utilizan una batería para alimentar el microchip del circuito, pero se comunican mediante la energía del lector. Este diseño mejora el tiempo de respuesta del tag, y aumenta el rango de lectura. Debido a su fuente de energía, los tags semi-pasivos son capaces de utilizar una mayor capacidad de memoria y de incluir capacidades de procesamiento adicionales. (Bhatt & Glover, Enero, 2006)

II.4.1.4.- Clasificación por frecuencia

Debido a que *RFID* trabaja emitiendo ondas radioeléctricas, son clasificadas como dispositivos de radio. Se define como frecuencia de operación, a la frecuencia electromagnética que utiliza la etiqueta para comunicarse u obtener poder.

Las operaciones realizadas por las etiquetas en el espectro radioeléctrico, así como las aplicaciones que se le den, no pueden interferir en ningún momento con ningún servicio público, de emergencias o de televisión, debido a esto, se tiene un rango limitado de operación.

Sin embargo, no puede decidirse utilizar una frecuencia aleatoriamente, debido a que cada una de estas tiene distintas propiedades. Las frecuencias bajas son más eficaces al momento de viajar a través del agua, mientras las altas son mejores para cargar información y para ser leídas a distancia.

En la siguiente Tabla 2, se mostrará algunas de las aplicaciones típicas para cada rango de frecuencia utilizado usualmente en entorno *RFID*, haciendo énfasis en las etiquetas pasivas:

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

| Frecuencia | Rango Máximo Usual para Tags Pasivos | Aplicación Típica |
|------------|--------------------------------------|---|
| LF | 50 Centímetros | Identificación de mascotas y lecturas cercanas de objetos con alto contenido de agua. |
| HF | 3 Metros | Control de Acceso en edificios |
| UHF | 9 Metros | Cajas |
| Microondas | Mayor a 10 metros | Identificación de vehículos de toda índole |

Tabla 1: Lectura de datos según frecuencia
Fuente: “*RFID for Dummies*”

Dependiendo de la parte del mundo donde se esté ubicado, hay distintos rangos de frecuencias para UHF: En Europa, Suramérica y Asia, los tags *RFID* de frecuencias ultra altas, operan desde 865 MHz hasta 867 MHz. En Norteamérica operan desde 902 MHz hasta 928 MHz, y en la India desde 865 MHz hasta 867 MHz. Un estándar global posible es el *EPCglobal Gen2*, estas etiquetas operan desde 860 MHz hasta 960 MHz y a un rango de poder que les permite acoplarse a las regulaciones de muchas localidades.

Hay dos factores clave a tomar en cuenta al seleccionar la frecuencia en la que operaran las etiquetas *RFID*:

- Alcance de Lectura: a mayor frecuencia, menor será la longitud de onda para la transmisión RF; y a menor longitud de onda, mejor funcionaran antenas pequeñas para transmitir y recibir a mayores distancias. Lo mismo ocurre para las frecuencias bajas, mientras más bajas son, mayor será la longitud de onda y menor distancia de transmisión tendrán.
- Funcionamiento en distintos materiales: dependiendo del material sobre el que se aplicaran las etiquetas, puede causarse perdida, distorsión o reflexión de la señal,

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

causando de esta manera que nunca se comuniquen con el lector, o en dado caso, que se comuniquen de manera ineficiente.

II.4.2.- Lector.

Los lectores *RFID* son utilizados para reconocer la presencia de etiquetas cercanas a él. El lector transmite energía a través de sus antenas, entonces, la antena perteneciente a una etiqueta cercana recoge dicha energía, y la convierte en energía eléctrica a través de la inducción. Dicha energía es capaz de alimentar el *chip* adjuntado a la antena de la etiqueta, el cual posee la identidad que se desea conocer. (Bhatt & Glover, Enero, 2006)

Una manera de ver los lectores, sería decir que, son las interfaces hacia la red. Estos vienen de distintas formas y tamaños, y a pesar de que no todos son capaces de leer todas las etiquetas en el mercado (ya que dependen de ciertos parámetros para poder leer ciertas etiquetas), se pueden definir como un sistema compuesto por los siguientes sub-sistemas:

- *API*: Interfaz de Programación de Aplicaciones (*Application Programming Interface*), permite a los programas registrar y capturar eventos de lectura de etiquetas *RFID*.
- Comunicaciones: manejan las funciones de red.
- Manejador de eventos: define que observaciones del lector son consideradas lo suficientemente importantes como para ser filtradas y llevadas a una interfaz más cómoda, de manera que el usuario final las vea.
- Sub-sistema de antena: Consiste en arreglos de antenas que permiten que los lectores interroguen a las etiquetas.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Los lectores están colocados entre las etiquetas y el filtro de eventos. Es trabajo del lector saber cómo leer las etiquetas, como crear eventos de nivel bajo de las lecturas, y como enviar esos eventos al filtro.

II.4.2.1-Componentes Físicos.

Un lector *RFID* tiene los siguientes componentes físicos:

- Arreglo de Antenas
- Controlador
- Interfaz de red.

Tanto los lectores como las etiquetas poseen antenas, ya que ambos son dispositivos de radio. Las antenas de los lectores varían en tamaño, y están ajustadas para enviar y recibir señales RF. Las antenas son la manera en que los lectores se comunican con el mundo exterior. Dichas antenas son las que envían señales por la interfaz del aire para activar las etiquetas, escuchan lo que ellas tienen que decir (por medio del fenómeno de Retrodispersión), leen sus datos, y, en ciertos casos, escriben datos sobre ellas. Estas antenas actúan como conductores entre la etiqueta y el transceptor, y pueden funcionar continuamente o según la demanda.

El número de antenas que puede tener un lector es limitado, principalmente por la pérdida de señal en el cable que conecta al transmisor y al receptor del lector hacia las antenas. Es común, que estén conectadas de una a cuatro antenas en un solo lector. El lector les dirá a las antenas como generar el campo RF apropiado, el cual podrá cubrir un áreas muy pequeñas o muy grandes, dependiendo de la potencia de la salida y de la frecuencia utilizada. Una vez que las antenas del lector han recibido la información de las etiquetas, esta es decodificada y enviada al computador del usuario donde se gestionaran los datos.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Para poder implementar los protocolos de comunicación, un lector necesita un micro-controlador o un micro-computador. Este es el dispositivo encargado de controlar al lector con respecto a los protocolos utilizados por las etiquetas, así como determinar cuando la información leída es considerada un evento para enviar a la red.

Luego de que la información es transmitida desde la etiqueta hacia el lector, a través de la interfaz del aire, esta necesita ser enviada a la red desde el lector, a través de algún tipo de interfaz de red. Comúnmente es utilizada una interfaz serial punto a punto de par trenzado, o una interfaz direccionable, sin embargo, de ser necesario, se pudiera adquirir un lector que soportara *Ethernet* inalámbrico o *Bluetooth*. Algunos ejemplos son: La interfaz serial asíncrona receptora / transmisora (*Universal Asynchronous Receiver / Transmitters – UARTs*) para comunicaciones RS 232 o RS 485 y el *Jack* RJ45 para cables Ethernet 10BaseT o 100Base T. (Bhatt & Glover, Enero, 2006)

II.4.2.2-Componentes Lógicos.

Un lector *RFID* tiene los siguientes componentes lógicos:

- *API*
- Comunicaciones
- Manejador de eventos
- Sub-sistema de antenas

La *API* se encarga de permitir a otras aplicaciones solicitar inventarios, monitorear el estado del lector y controlar ciertas configuraciones. Lo más relevante de la *API* es que debe crear los mensajes que se enviaran al *RFID Middleware*, sobre el cual se profundizara posteriormente.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

La componente referida a las comunicaciones, se encarga de manejar los protocolos de transporte dirigidos a la interacción entre el lector y el *middleware*.

Cada vez que el lector realiza una “observación” (momento en que el lector nota la presencia de una etiqueta), debe definir qué hacer con ella. De estas observaciones, la que difiera de las demás en algún aspecto relevante será llamada “evento”. El manejador de eventos se encarga de definir que observaciones tienen alguna información relevante como para ser llevada a través de la red. Si esto no se hiciera, la red se vería saturada por miles, e incluso millones de lecturas por minutos (dependiendo del tamaño del sistema implementado) y no sería capaz ningún operador de siquiera analizar los datos en cuestión, y mucho menos gestionarlos.

II.4.2.- RFID Middleware.

Un sistema *RFID* instalado en cualquier empresa o compañía, que se encuentre generando el seguimiento de objetos, generara miles, e incluso millones de lecturas diarias, lo cual genera una gran cantidad de datos. Una de las ventajas de utilizar *RFID Middleware* es que se estandariza la manera en que se trabaja con el flujo de información que las etiquetas producen. Dicha información se vuelve inmanejable para cualquier operador si no existe la posibilidad de filtrarla, para lo que se utiliza el previamente mencionado, manejador de eventos.

Los motivos principales para el uso de un *RFID Middleware* son, la necesidad de proveer conectividad con los lectores a través de un adaptador, procesar ráfagas de datos provenientes de las observaciones a través del manejador de eventos, y, proveer una interfaz de nivel de aplicación para administrar lectores y capturar eventos filtrados.

La interfaz de nivel de aplicación mencionada previamente, es la capa más alta en la pila del *middleware*. Su objetivo primario es proveer un mecanismo estándar que permita a las aplicaciones registrarse para obtener eventos filtrados de un conjunto de lectores.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Para tener una pequeña idea sobre la cantidad de datos generados, por dar un ejemplo, en una tienda que implemente estantes inteligentes, se plantea el siguiente panorama: una tienda mantiene 25 objetos en cada piso de un estante, y cada estante tiene 4 pisos, lo que significa que almacena 100 objetos por estante. Cada sucursal de esta tienda tiene 20 zonas aisladas, cada una con 20 estantes. Lo cual significa que cada tienda tiene un aproximado de 400 estantes y por lo tanto, 40000 objetos.

En la siguiente Tabla 3 muestra la cantidad de observaciones generadas para el panorama mencionado anteriormente:

| Locación | Tiempo | Numero de Observaciones |
|-------------------|--------|-------------------------|
| Estante | Minuto | 1000 |
| Tienda | Minuto | 400000 |
| Tienda | Día | 24000000 |
| Todas las tiendas | Día | 240000000 |

Tabla 2: Promedio de número de Observaciones
Fuente: "*RFID Essentials*"

Como puede notarse, la cantidad de datos que envía el lector es inmensa. Si se entregaran directamente a la base de datos de la empresa, sería imposible poder administrar todo, lo cual lleva a la necesidad de filtrar, consolidar y transformar las ráfagas de observaciones del lector. Es por esto que, el sistema *RFID* necesita un *middleware* funcionando en los bordes de los centros de datos de la compañía. De esta manera, solo las observaciones importantes para la corporación serán enviadas a las aplicaciones finales. El resto de los datos será filtrado por el *middleware*.

II.5.- Protocolos de etiqueta

Se define protocolo como: *“un conjunto de reglas formales que describen como transmitir datos, especialmente a través de una red. Los protocolos de nivel bajo definen los estándares eléctricos y físicos a ser observados, en orden de bits y bytes, y la transmisión y detención de errores y corrección de una trama de bytes. Los protocolos de nivel alto tratan sobre los formatos de los datos, incluyendo la sintaxis de los mensajes, el dialogo entre terminal y computadora, arreglo de caracteres, secuencia de mensajes, etc.”* (Raymond, 1993)

Los protocolos a estudiarse en esta sección son de alto nivel, por lo que definen la sintaxis de los mensajes, y la estructura de dialogo entre el lector y la etiqueta. Se definen los siguientes términos:

- **Singularización**: termino que describe el procedimiento para reducir un grupo de cosas, en una trama de cosas en la cual puede ser manejada una a la vez. También implica que el lector aprenda la identidad individual de cada etiqueta, permitiendo así la realización de inventarios.
- **Anti-colisión**: termino que describe un conjunto de procedimientos que previene que las etiquetas se interrumpan unas a otras o hablen cuando no es su turno.
- **Identidad**: es un nombre, número, o dirección que individualiza un objeto.

Los protocolos de alto nivel, conocen los tipos de identificación que pueden ser almacenados en una etiqueta, y también conocen como los datos son almacenados en ellas. El estándar EPC clase 0 y clase I (generación 1) tienen la siguiente disposición de datos:

- Código de Redundancia Cíclica.
- EPC.
- Contraseña.

Capítulo III. Metodología

La metodología, hacer referencia al conjunto de procedimientos racionales que son utilizados para alcanzar ciertos objetivos estipulados durante una investigación científica, es el método escogido para lograr un objetivo determinado. A lo largo de este capítulo se presentaran los procedimientos y esquemas utilizados para poder llevar a cabo la realización de este Trabajo Especial de Grado. El desarrollo del mismo fue dividido en distintas fases, las cuales, definen paso a paso todo el proceso de investigación desde el planteamiento del problema hasta su solución propuesta. La división de fases realizada puede observarse a continuación.

III.1.-Esquema Metodológico

Culminada la investigación teórica del trabajo, se plantea el siguiente esquema metodológico escogido para la realización del tomo:

III.1.1.-Fase I: Investigación y Documentación

Debido a que fue la primera fase del trabajo, estuvo completamente enfocada en la recopilación de material bibliográfico, así como consultas a trabajos realizados previamente pertinentes al que se encuentra en progreso. Se estudiaron a profundidad distintas fuentes bibliográficas que enriquecieron los conocimientos teóricos de la tecnología *RFID*, las cuales se consiguieron a través de Internet y libros que se encontraban en la biblioteca de la Universidad Católica Andrés Bello. De la misma manera, se buscaron Tesis realizadas previamente por estudiantes de la Universidad, intentando encontrar en ellas la solución a alguno de los problemas planteados o algún tipo de guía que ayudase a la formación de este Trabajo. Esto fue realizado para conocer de una manera más precisa la tecnología que se escogió para la solución al problema planteado, ya que es indispensable poseer bases teóricas fuertes para el desarrollo de cualquier investigación.

III.1.2.-Fase II: Estudio General del Preescolar

En la presente fase, se realizaron todos los estudios referentes al Preescolar TRICOLOR, a fin de lograr entender en su totalidad su estructura y las necesidades que se debían satisfacer por medio del sistema diseñado. Para lograr este objetivo, se realizó una visita extensa al Preescolar en la cual se cubrieron los siguientes puntos:

- Observación de las fortalezas y debilidades.
- Análisis de los elementos de seguridad existentes en la infraestructura.
- Estructura del Preescolar.
- Cantidad de Alumnos
- Rutina del funcionamiento diario del Preescolar.
- Necesidades y Requerimientos.
- Levantamiento de planos del plantel educativo.

Muchas de estas actividades se lograron por medio de charlas con la directiva del plantel, y por medio de la observación del espacio físico.

III.1.3.-Fase III: Diseño

Una vez definidas las bases teóricas, y realizado el estudio general del Preescolar, se procedió a realizar el diseño del sistema de seguridad planteado en el proyecto.

La tecnología que se decidió utilizar para el desarrollo de este proyecto, fue RFID, sin embargo, como puede apreciarse en el Capítulo II, existen varios componentes que forman la arquitectura de cualquier sistema basado en dicha solución. El primer paso que se realizó en esta fase del proyecto, fue la selección de equipos ideales para el sistema de seguridad de Preescolar, esto se llevó a cabo tomando en cuenta distintos proveedores y marcas de todos los componentes de un

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

sistema RFID, justificando por medio de comparaciones y necesidades los equipos finalmente seleccionados.

Luego de esto, se procedió a la realización de la aplicación web a través de la cual los representantes de los alumnos pudieran monitorear a sus hijos desde cualquier sitio remoto con acceso a Internet. Para esto, se definieron las distintas etapas necesarias en el desarrollo de dicha aplicación, siguiendo el esquema de cascada con retroalimentación. Finalmente se mostró el producto final funcionando en la web.

Por último, se mostró en el plano levantado en la Fase II, la ubicación y distribución final de los equipos seleccionados en el Preescolar, a fin de dejar evidencia visible del diseño final.

III.1.4.-Fase IV: Simulación

Se escogió un *Software* que ayudaba a simular una situación en la que hubiera condiciones muy similares a las planteadas en el Preescolar, a fin de saber si era viable o no el sistema planteado. Se realizó la grabación de un video, el cual está anexo a este tomo, en el cual se demuestra el funcionamiento de la aplicación web y cualquier herramienta similar.

III.1.5.-Fase V: Conclusiones

A lo largo de la fase V, se definió el desenlace del Trabajo Especial de Grado, dejando evidencia de todos los conocimientos adquiridos y del aprendizaje obtenido a lo largo del desarrollo del tomo, a fin de proveer a futuros estudiantes, proyectistas y tesisistas, recomendaciones para el desarrollo de trabajos similares a este. Se incluyó en este capítulo, una estimación de costos del sistema planteado, bajo el cual el

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Preescolar Tricolor y futuras instituciones podrán realizar una evaluación de acuerdo a su presupuesto y definir si les conviene o no el diseño final propuesto.

III.1.6.-Fase VI: Cierre del Tomo

A lo largo del trabajo, se fue realizando la redacción de este tomo, tarea que finalizó una vez culminados todos los objetivos planteados en este Trabajo Especial de Grado, pasando por todas sus revisiones y arreglos hasta obtener la nota final.

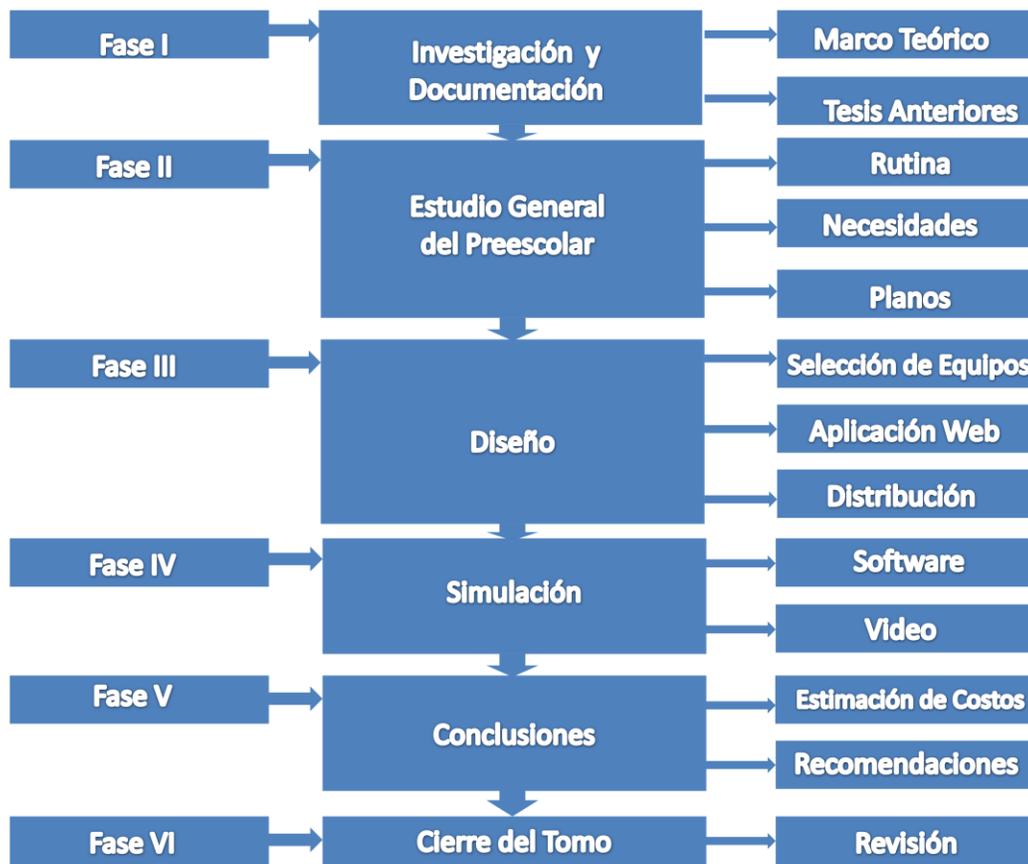


Figura 6: Diagrama Metodológico
Fuente propia

Capítulo IV. Desarrollo y Resultados

En el siguiente capítulo se explicará paso a paso el procedimiento utilizado para lograr cada objetivo de este Trabajo Especial de Grado.

IV.1.-Investigación y Documentación

Siguiendo el marco metodológico planteado en el capítulo anterior, la primera fase del mismo estipulaba que se realizara como base de la investigación un Marco Teórico y una búsqueda de soluciones en Trabajos de Grado previos, los cuales utilizaran la misma tecnología planteada en este, es decir, *RFID*. El Marco Teórico se encuentra contemplado en el Capítulo II de este tomo.

Algunas de las tesis estudiadas para formar las bases de este Trabajo Especial de Grado, fueron las siguientes:

- “Diseño de un sistema de Identificación por Radiofrecuencia (*RFID*) para el control inalámbrico de equipajes en terminales aéreos”, realizada por los Ingenieros Javier Mendoza y María Carolina Varela en el año 2008. En dicho trabajo se plantea la solución para mejorar el sistema de identificación de maletas en los terminales, sustituyendo los procedimientos que se utilizaban en aquel momento ya que se habían quedado fuera de nivel para los requerimientos necesitados para la administración de equipajes en terminales modernos. Se planteó una solución con uso de Tecnología *RFID* utilizando el Kit *ALIEN*, el cual se encontraba a disposición de los estudiantes en la Universidad Católica Andrés Bello. Este trabajo fue el primer contacto con la tecnología *RFID* y sirvió como impulso para decidir trabajar con ella. Permitió extraer de él ciertos conocimientos con respecto al equipo *ALIEN* y su implementación.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

- “Diseño de un sistema de control de operación de un automóvil alquilado a través de *RFID*”, realizado por los Ingenieros Carlos Butrón y Carolina Rodríguez en el año 2010. Este trabajo, contemplaba el diseño y elaboración de un sistema de monitorización que obtuviera, analizara y enviara los datos del computador de un auto de manera inalámbrica a una etiqueta *RFID* y que esta se encargara de radiar su información cuando el lector se lo ordenara. Este trabajo permitió observar y aprender cómo seleccionar el equipo necesario para realizar una implementación *RFID*, tomando en cuenta las leyes que rigen las actividades referentes al campo de las telecomunicaciones en el país.
- “Diseño, desarrollo e implementación de un sistema Web para el control de asistencia de profesores, preparadores y ayudantes de cátedra de la UCAB vía *RFID*”, realizada por los Ingenieros Elías Hiba y Gabriel González en el año 2009. Este trabajo, permitió observar la modalidad seguida para la creación de una aplicación web, así como algunos pasos a seguir para conseguirlo exitosamente.

IV.2.-Estudio General del Preescolar

Siguiendo con el esquema metodológico planteado en el capítulo III, en esta segunda fase de la realización del Trabajo Especial de Grado, se contemplaron las necesidades que tenía el preescolar para requerir el diseño de este sistema de control y monitoreo por medio de *RFID*. También se contempla la realización del plano del Preescolar “TRICOLOR” por medio de un Software, el estudio profundo de la rutina de los alumnos y la distribución de los mismos en el plantel.

IV.2.1.-Rutina y Distribución

El preescolar TRICOLOR se encuentra ubicado en el Estado Miranda, Urbanización Cumbres de Curumo, Avenida Salto Caroní, Quinta Laura. Su ubicación les permite a los padres de los alumnos cumplir rápidamente con la tarea de dejar a sus hijos en el plantel a tempranas horas de la mañana, pues se encuentra en la vía para retirarse a cualquiera de las dos zonas fronterizas con dicha urbanización. La quinta en la que este Preescolar tiene sus instalaciones, está conformada por dos plantas:

- En la Planta Alta es donde se centran las actividades administrativas del Preescolar. Momentáneamente no hay actividades para los alumnos en esta parte del plantel, por lo que es poco común, a menos que sea en presencia de sus padres, que alguno de ellos estuviera por dicha zona.
- En la Planta Baja es donde la mayor parte de la actividad escolar se lleva a cabo. En ella tenemos casi todos los salones donde se encuentran los alumnos del preescolar, así como también las aulas recreativas, tales como la sala de proyección de películas y la cocina.

El Preescolar TRICOLOR, obedeciendo la rutina reglamentaria impuesta por el Ministerio de Educación de la República Bolivariana de Venezuela, tiene un horario establecido y comprendido entre las 7:00 am y las 12:00 pm. Los padres tienen la opción de recoger a sus hijos en un horario comprendido entre las 12:00 pm y las 12.30 pm sin ser multados, pasada esta hora se produce una amonestación. Sin embargo, en el caso de que algunos padres quisieran dejar a sus hijos para las actividades de la tarde, la hora de salida se extiende hasta las 4.30 pm.

El plantel cumple las actividades de Maternal y de Preescolar, aceptando de esa manera en sus instalaciones a niños desde muy temprana edad. Poseen 6 secciones en las cuales distribuyen a la totalidad de sus alumnos, 4 de ellas dedicadas al maternal,

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

y dos de ellas dedicadas al preescolar. La distribución de los alumnos en dichas secciones se observa más detalladamente a continuación:

Maternales:

- **Maternal 1:** alberga a infantes con edades comprendidas entre los 3 meses de nacidos y 1 año. Tiene por los momentos 4 niños a su cuidado.
- **Maternal 2:** alberga a infantes con edades comprendidas entre 1 año y 2 años. Tiene por los momentos 16 niños a su cuidado.
- **Maternal 3A:** alberga a infantes con edades comprendidas entre 2 años y 3 años. Tiene por los momentos 16 niños a su cuidado.
- **Maternal 3B:** alberga a infantes con edades comprendidas entre 2 años y 3 años. Tiene por los momentos 16 niños a su cuidado.

Preescolares:

- **Preescolar 1:** alberga a infantes con edades comprendidas entre 3 años y 4 años. Tiene por los momentos 30 niños a su cuidado.
- **Preescolar 2:** alberga en él a infantes con edades comprendidas entre 4 años y 6 años. Tiene por los momentos 17 niños a su cuidado.

| Educación | Sección | Edades | Alumnos | Total |
|------------|--------------|---------|---------|-------|
| Maternal | Maternal 1 | 3m - 1a | 4 | 52 |
| | Maternal 2 | 1a - 2a | 16 | |
| | Maternal 3A | 2a - 3a | 16 | |
| | Maternal 3B | 2a - 3a | 16 | |
| Preescolar | Preescolar 1 | 3a - 4a | 30 | 47 |
| | Preescolar 2 | 4a - 6a | 17 | |
| Todas | Todas | Todas | 99 | 99 |

Tabla 3: Resumen de Secciones y Alumnos
Fuente propia

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Tomando en cuenta que las secciones que funcionan como maternas albergan un total de 52 niños, y que las secciones que funcionan como preescolares albergan un total de 47 niños, se aprecia un total de 99 alumnos en las instalaciones, como se muestra en la Tabla 3. Dicha cifra, que se obtuvo gracias a la información otorgada por la directiva del plantel, es indispensable para esta investigación, ya que provee los datos necesarios para saber cuántas etiquetas promedio se necesitan para comenzar este proyecto.

En el Preescolar TRICOLOR, la toma de decisiones viene dada por la Directora María Dolores Pora, y la Directora María Teresa Rodríguez. Ambas forman la Directiva del Plantel

IV.2.2.-Necesidades

Antes de conversar con la directiva del plantel con respecto a las necesidades que tuvieran referentes a la seguridad, se les interrogó con respecto al sistema de seguridad existente, y debido a sus respuestas, se pudo extraer la siguiente información:

- El Preescolar TRICOLOR cuenta con un servidor de cámaras el cual monitorea la institución y sus puntos de acceso. A lo largo del plantel se encuentran distribuidas 18 cámaras, 6 de ellas dedicadas a los salones de clase. La información recolectada por estas cámaras es almacenada en un dispositivo de memoria el cual tiene la capacidad de mantener dentro de sí, de manera dinámica, hasta 15 días de grabación, sobrescribiendo automáticamente los datos una vez expirado el tiempo de permanencia. La directiva posee en su oficina un monitor, el cual le permite observar todo lo que sucede en la línea de visión de la cámara, permitiéndole hacer acercamientos y seleccionar la sección de su escogencia.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

- Los salones tienen sensores de movimiento que le indican a las cámaras cuando encenderse, según la actividad que perciba en ellos. Si después de un tiempo determinado, no detectan movimiento alguno en un salón, la cámara entra en estado de espera.
- Alrededor de la institución, hay un cercado eléctrico el cual se encarga de ahuyentar a las personas indeseadas si desean irrumpir trepando las paredes.



Figura 7: Cámara del Preescolar
Fuente Propia



Figura 8: Visual de Cámara en Pasillo
Fuente Propia

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID



Figura 9: Cercado Eléctrico del Plantel
Fuente Propia

Desde que se planteó la posibilidad de un sistema de control y monitoreo al Preescolar TRICOLOR, se mostraron muy receptivos a la idea de su implementación, lo cual generó que se realizaran diversas reuniones con la directiva del plantel en la cual se llegó a un acuerdo con respecto a las necesidades que debía abarcar este proyecto, las cuales se ven expresadas en los siguientes puntos:

- El Preescolar requería un sistema de seguridad por el cual pudieran saber la ubicación de cada alumno durante toda su permanencia en el plantel, el cual debía funcionar independiente de las cámaras.
- La directiva del plantel, especificó necesitar un sistema mediante el cual pudieran conocer instantáneamente la ubicación de cualquiera de sus alumnos, sin necesidad de realizar una búsqueda cámara por cámara.
- Los padres del plantel, demostraron su aprobación con respecto al proyecto, resaltando la preocupación que sienten cuando sus hijos no están en manos de familiares, por lo que expresaron satisfacción al momento de plantearles que podrían monitorearlos desde sus casas a través de una aplicación web.

Tomando en cuenta lo expresado por la directiva y los padres del Preescolar TRICOLOR, se llegó a la conclusión de que el sistema de control y monitoreo por

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

medio de tecnología *RFID*, en conjunto con el diseño de una aplicación web, cumpliría con todas las expectativas y requerimientos de los mismos.

Para culminar con esta parte del estudio, se le pidió al Preescolar TRICOLOR algunas fotos de su base de datos para poder demostrar un poco en este tomo como se distribuye dentro de sus instalaciones.

IV.2.1.-Planos

Después de recolectar toda la información necesaria de las charlas con la directiva del Preescolar, se les solicitó a los mismos un permiso para el uso de los planos de la institución. Como una condición para permitir el acceso a dichos planos, se exigió que no se mostrara en ellos el nombre específico de cada salón, solo su espacio físico. Además de esto, debido a que en la planta alta solo se realizan actividades administrativas, y no hay acceso a los niños sin sus representantes, solo se requirió del plano de la planta baja para este diseño.

Por medio del programa de diseño asistido por computadoras para dibujos en dos y tres dimensiones, “*AutoCAD*”, y tomando como referencia los planos originales prestados por la institución, se generó una copia del plano de la planta baja, en el cual se puede apreciar la distribución del espacio físico de los salones.

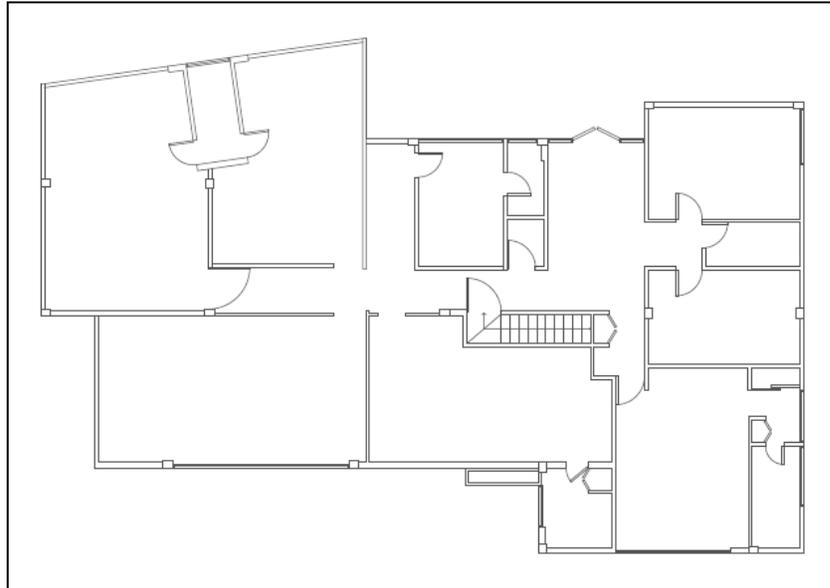


Figura 10: Plano Planta Baja
Fuente Propia

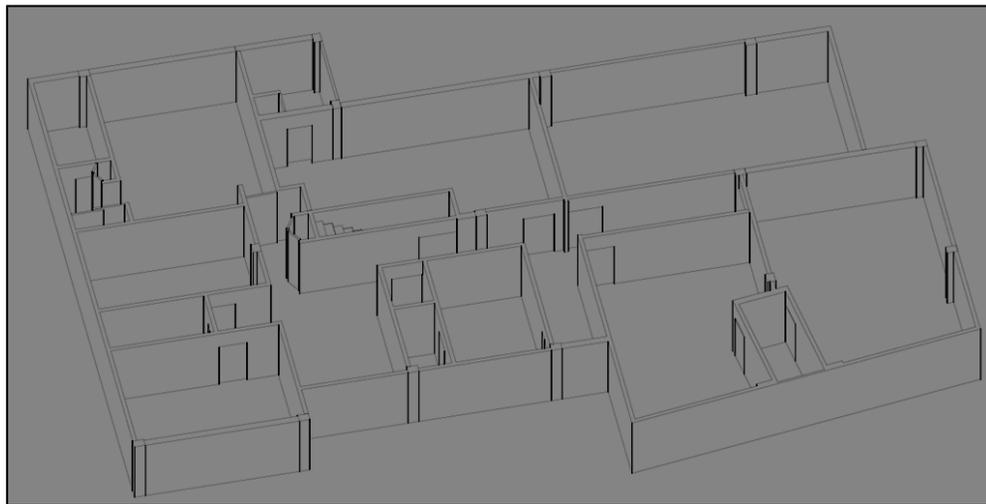


Figura 11: Planta Baja 3D
Fuente Propia

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Siguiendo el plano mostrado en las Figura 10 y 11, se realizará el diseño planteado.

IV.3.-Diseño

En esta tercera fase del proyecto, se realizó la investigación más extensa del Trabajo Especial de Grado, debido a que en dicha fase, se encontraba la difícil tarea de seleccionar entre una gran variedad de equipos, aquellos que solucionaran de la manera más viable, económica y eficaz todos los requerimientos mostrados por la directiva y los representantes del Preescolar en cuestión.

Tomando en cuenta todo lo estudiado previamente respecto a la infraestructura, las necesidades y/o requerimientos del plantel educativo, se procedió a seleccionar lo más conveniente de la gran gama de proveedores encargados de distribuir los siguientes componentes de la arquitectura del sistema RFID: Lectores, Etiquetas, Antenas, Cables y repetidores basados en dicha tecnología.

IV.3.1.-Selección de Equipos

En la siguiente sección, se describirá paso a paso, el procedimiento seguido para la escogencia de los componentes de la arquitectura RFID necesaria para poder cumplir con los objetivos de este Trabajo Especial de Grado.

IV.3.1.1.-Selección del Lector RFID

En la arquitectura para la mayoría de los sistemas basados en tecnología RFID, el lector suele ser el componente más costoso a tomar en cuenta, esto debido a todas

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

las funciones que posee, y a las grandes capacidades de procesamiento que debe tener.

Se realizó un estudio muy amplio sobre los lectores pasivos que se encontraran en el mercado, tomando como parámetros principales para su escogencia los siguientes:

- Costo del Lector
- Puertos para Antenas (Puertos RF)
- Potencia
- Frecuencia de operación

Se tomó como referencia principal para dicho estudio la información provista por la página web WWW.ATLASRFID.COM, la cual propone lo siguiente:

“Atlas RFID Solutions, Inc. Fue fundada para cerrar la brecha entre las empresas que están desarrollando RFID y las empresas que más se beneficiarían de la aplicación de RFID. En vez de enfocarse en los componentes individuales para emplear un sistema RFID efectivo, Atlas se enfoca en el sistema completo de una vez. Desarrollamos, integramos, y mantenemos personalizados nuestros sistemas basados en RFID para clientes en todo el mundo. Numerosas empresas desarrollan diversos componentes de un sistema RFID. Nos asociamos con los mejores para usar sus tecnologías de plataforma para construir soluciones a medida para nuestros clientes” (www.atlasrfid.com)

Además de lo mencionado, “AtlasRFID” cuenta con la sección WWW.ATLASRFIDSTORE.COM, en la cual le permite al usuario indagar en un menú, el cual, contiene la información de cualquier componente del sistema, indicando los precios, características y beneficios de cada fabricante, sin pedir al usuario un registro o una petición de presupuesto. Gracias a la facilidad de dicha

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

página, se pudo recolectar la siguiente información de algunos lectores importantes en el mercado:

| Modelo | Costo | Puertos RF | Potencia RF | Frecuencia de Operación | # |
|--------------------------------------|------------------------|------------|---------------|-------------------------|---|
| ALIEN ALR -9900+ | \$ 1679.17 Bs.10577 | 4 | 5 a 35 dBm | 902,75 - 927,25 MHz | 1 |
| IMPINJ Speedway Revolution R420 | \$ 1585.00 Bs.9985 | 4 | 10 a 32.5 dBm | 902 - 928 MHz | 2 |
| IMPINJ Speedway Revolution R220 | \$ 1095.00 Bs.6898 | 2 | 10 a 32.5 dBm | 902 - 928 MHz | 3 |
| ThingMagic M6 | \$ 1395.00 Bs.8788 | 4 | 5 a 31.5 dBm | 902 - 928 MHz | 4 |
| ThingMagic M6 - con AC Power y Wi-Fi | \$ 1540.00 Bs.9702 | 4 | 5 a 31.5 dBm | 902 - 928 MHz | 5 |
| ThingMagic UHF USB | \$ 445,00 Bs.2803 | 1 | (-) 2.6 dBi | 860 - 960 MHz | 6 |
| Sirit Infinity 510 | \$1873,75 Bs.11799 | 4 | 30 dBm | 860 - 960 MHz | 7 |
| Sirit Infinity 610 | \$ 1543.75 Bs.9720 | 4 | 30 dBm | 902 - 928 MHz | 8 |
| Sirit Infinity 610 | \$ 1806.25 Bs.11377 | 8 | 30 dBm | 860 - 960 MHz | 9 |

Tabla 4: Comparación Lectores
Fuente propia

Tasa de Cambio: US\$ 1 = Bs.6.3

Lector Número 1: es el que se encuentra disponible actualmente en los laboratorios de la Universidad Católica Andrés Bello, el cual puede ser utilizado para este diseño sin ningún costo adicional, sin embargo, posee cierta incapacidad al momento de implementarse. Para una arquitectura basada en RFID como la que se propone, son necesarias muchas antenas pues cada una realizaría las lecturas de aula que se necesite monitorear. Como puede apreciarse en las características de la tabla 4, este

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

lector posee solo cuatro puertos de Radio Frecuencia, por lo que solo 4 antenas pudieran ser conectadas a él, por lo tanto, en principio, solo pudieran monitorearse 4 salones. A pesar de que se puede aumentar la capacidad de antenas por medio de repetidores o multiplexores, este lector no reconoce las antenas por separado, si no que las detecta según el puerto RF al que estén conectadas.

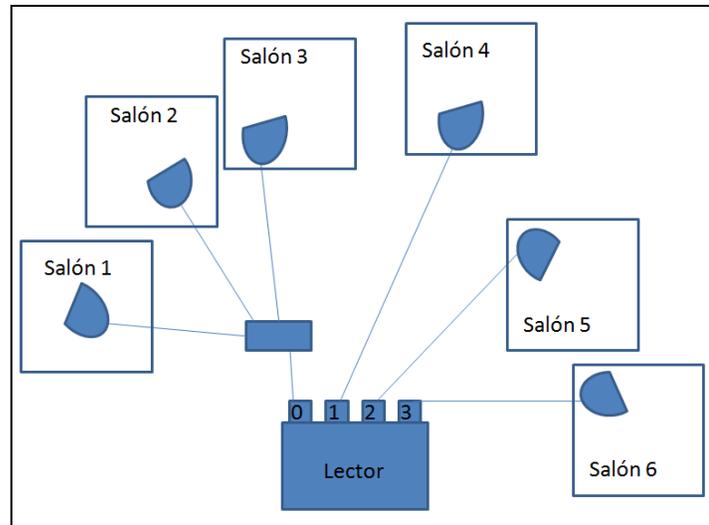


Figura 12: Escenario Alien
Fuente Propia

Debido a lo mencionado previamente, si se deseara montar un escenario como el mostrado en la Figura 11, al momento de realizar la lectura de las etiquetas, el lector ALIEN tomaría como referencia de las lecturas provenientes del salón 1, salón 2 y salón 3 al puerto 0, mas no especificaría realmente en que salón están ubicadas, lo cual representa una gran deficiencia para los requerimientos de nuestro sistema, por lo que dicho lector fue descartado como opción para este diseño.

- **Lector Número 2:** Posee características que le permiten reducir la interferencia de radiofrecuencia y el consumo y costo de energía. Tiene 4 puertos de radiofrecuencia al igual que el ALIEN, pero este fabricante, IMPINJ Speedway Revolution, nos ofrece la posibilidad de aumentar la

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

cantidad de antenas del sistema desde 5 hasta 32 al adquirir por separado un Repetidor a un costo muy bajo. El funcionamiento de dicho Repetidor será explicado posteriormente.

- **Lector Número 3:** A pesar de ser del mismo fabricante anterior, este lector no solo posee dos puertos menos, también carece de compatibilidad con el Repetidor que ayuda a tener más antenas en el sistema.
- **Lector Número 4:** Genera comodidad al momento de la implementación debido a sus dimensiones (3.4 cm x 19.0 cm x 17.8 cm), las cuales generan un volumen reducido con respecto a los demás, y que le permiten integrarse fácilmente a cualquier ambiente, ya sean portales de bajo perfil, estaciones de lectura y gran variedad de estructuras.
- **Lector Número 5:** Se diferencia del lector anterior por tener la capacidad de manejar WIFI, esta característica suma mucho al lector, debido a que ahorra problemas en levantamiento de cableado y daría comodidad a la instalación.
- **Lector Número 6:** El lector número 6 posee un precio muy bajo, debido a que trae incorporada una sola antena y no es posible conectarle más. Esto hizo que dicho lector fuera desechado de inmediato como opción.
- **Lector Número 7:** El SIRIT INFINITY 510 posee grandes capacidades de procesamiento y aplicaciones pre-programadas para instalarse rápidamente en ambientes de cadenas de suplementos y compañías a fin.
- **Lector Número 8:** Reduce el poder de consumo entre un 25% y 50%.
- **Lector Número 9:** Se diferencia del lector número 8 por tener capacidad para 8 antenas, pero a un costo más elevado.

Una vez terminada la comparación entre los lectores disponibles, no se podía hacer una selección definitiva sin antes documentarse un poco mas con respecto al repetidor que nos ofrecía como componente extra el lector numero 2, por lo que aquí se muestra lo obtenido:

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

IMPINJ Speedway Antenna Hub, provee una oportunidad a bajo costo de crear una larga zona de lectura RFID con muchas antenas conectadas a un mismo lector. Gracias a su fácil implementación, no es necesario un gran conocimiento ni aprendizaje sobre el API o hacer excesivos cambios de programación.



Figura 13: IMPINJ Speedway Antenna Hub
Fuente: "Atlas RFID"

Cada uno de estos Repetidores, se conecta al puerto RF del lector y permite a su vez conectar 8 antenas a él, por lo que cada puerto original multiplica por 8 su capacidad. Los puertos nativos del lector están asociados al puerto 1, puerto 9, puerto 17 y puerto 25, de tal manera que al conectar los repetidores se puedan asignar los números intermedios a todos los puertos restantes. Para poder gestionar el control de las antenas, es necesario adquirir el Adaptador GPIO IPJ-A6051-000. Cada Hub que se quiera comprar para el sistema, tendrá un costo de US\$ 265.

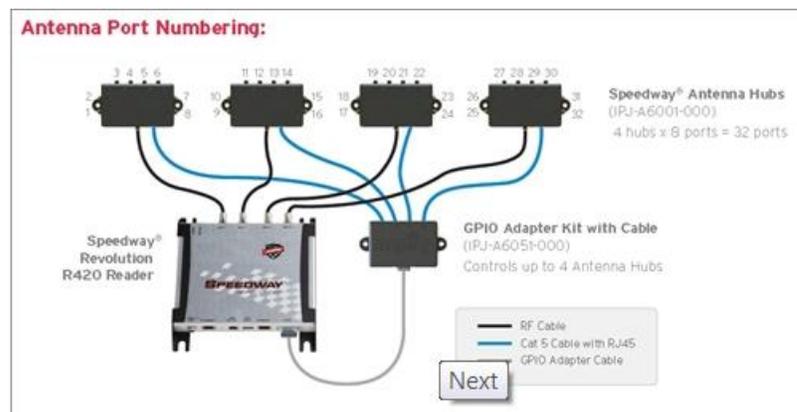


Figura 14: Numeración de los Puertos de Antena
Fuente: "Atlas RFID"

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

El lector seleccionado para el diseño fue el IMPINJ Speedway Revolution R420, los motivos que llevaron a dicha selección serán explicados a continuación.

Todos los lectores estudiados, presentes en la tabla de comparación, trabajan en la gama del espectro radioeléctrico de Frecuencias Ultra Altas (UHF), lo cual cumple con las leyes estipuladas por el ente regulador venezolano de telecomunicaciones CONATEL, por lo que la frecuencia no funcionó como diferenciador al momento de la Selección. Todos poseen interfaz de conexión vía Ethernet y puerto RS-232. Entre todos los lectores, el que poseía mayor cantidad de puertos RF para antenas, era el Sirit Infinity 610, que permitía conectar 8 de ellas a su cuerpo. Sin embargo, el diseño planteado requiere de más de 8 antenas para poder funcionar correctamente, y esto obligaría a comprar varios lectores y por ende, elevar los precios del diseño a un punto inaceptable. El lector seleccionado, por el contrario, proporciona la capacidad de aumentar con cada Hub adquirido (máximo 4, uno por puerto RF en el lector) el número de puertos disponibles entre 5 y 32. Posee también la capacidad de trabajar con antenas lineales y circulares, lo cual permite un escenario más amplio al momento de seleccionar con cual se va a trabajar.

A pesar de que al adquirir cada hub, nuestro presupuesto se eleva en un poco más de US\$265, siempre será más económico que adquirir un lector nuevo cuyo precio varíe entre US\$1300 y US\$1800 por solo 4 puertos más. Agrandar la cantidad de puertos del lector seleccionado a 32 costaría aproximadamente US\$ 1440 (debido al costo extra del Adaptador GPIO IPJ-A6051-000 de \$380), lo cual es casi lo mismo que se pagaría por obtener solo 4 puertos al comprar un lector más. En la Tabla 5 se aprecia cómo se eleva el presupuesto a medida que se adquieren Hubs (en el caso de adquirir el IMPINJ Speedway Revolution R420) y como se eleva en el caso de obtener cualquier otro:

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

| Lector | Puertos de Fabrica | Precio | Aumentar Puertos a: | Precio | Aumentar Puertos a: | Precio | Aumentar Puertos a: | Precio | Aumentar Puertos a: | Precio |
|---------------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| Impinj Speedway Revolution R420 | 4 | US\$ 1585 Bs.9985 | 5-11 (Agregar 1er Hub y GPIO) | US\$ 2230 Bs.14049 | 12-18 (Agregar 2do Hub) | US\$ 2495 Bs.15718 | 19-25 (Agregar 3er Hub) | US\$ 2760 Bs.17388 | 26-32 (Agregar 4to Hub) | US\$ 3025 Bs.19057 |
| Sirit Infinity 610 | 8 | US\$ 1806 Bs.11379 | 8 (No se agrega nada aún) | US\$ 1806 Bs.11377 | 16 (Agregar 2do Lector) | US\$ 3612 Bs.22758 | 24 (Agregar 3er Lector) | US\$ 5418 Bs.34133 | 32 (Agregar 4to Lector) | US\$ 7225 Bs.45517 |
| ThingMagic M6 | 4 | US\$ 1395 Bs.8788 | 8 (Agregar 2do Lector) | US\$ 2790 Bs.17577 | 12 (Agregar 3er Lector) | US\$ 4185 Bs.26365 | 16 (Agregar 4to Lector) | US\$ 5580 Bs.35154 | 20 (Agregar 5to Lector) | US\$ 6975 Bs.43942 |

Tabla 5: Comparación y Aumento de precios según número de puertos
Fuente Propia

Tasa de Cambio: US\$ 1 = Bs.6.3

Como puede apreciarse en la Tabla 5, en caso de necesitarse un máximo de 8 antenas para el diseño, y tener la certeza de que el proyecto no escalará, la mejor opción sería seleccionar el Lector Sirit Infinity 610. Sin embargo, no era el caso en cuestión. A medida que se van necesitando mas antenas para el diseño, se aprecia el gran ahorro que genera trabajar con la estructura en función de Hubs que propone el lector Impinj Speedway Revolution R420, el cual tiene como valor final menos de la mitad de cualquiera de los otros 2 al llegar a poseer 32 puertos.

Se realizó la comparación con el Sirit Infinity 610 por ser el único que tenía 8 puertos base. Por otro lado, se tomó como referencia también el ThingMagic M6 por ser el más económico de todos los disponibles de 4 puertos. Los Lectores de un puerto y dos puertos se descartaron para esta comparación.

IV.3.1.2.-Selección de la Antena

El lector RFID no puede efectuar ninguna de sus acciones u objetivos si no tiene a su disposición las antenas que detecten las etiquetas que se encuentran en sus respectivos campos de visión, esto significa, que es vital para el lector tener antenas conectadas a él para poder realizar sus funciones.

Debido a que el lector escogido previamente fue el IMPINJ Speedway Revolution R420, es necesario tomar en cuenta al momento de realizar el estudio para la selección de la antena, aquellos parámetros que sean compatibles con él. Algunos de estos son:

- El lector es capaz de trabajar con antenas de polarización lineal o circular. Sin embargo, se descartó de inmediato la opción de utilizar polarización lineal, debido a que utilizando polarización circular, es menor la probabilidad de que haya un error de lectura debido a la posición de la etiqueta.
- El conector de la Antena debe ser RP-TNC, lo cual nos da una impedancia estandarizada en 50 Ohm.
- Debe estar en la frecuencia de operación correspondiente, el rango de UHF permitido.

Luego de realizar este filtrado, las opciones restantes no fueron demasiadas, por lo que esta selección se logró completar mucho más rápido que la anterior.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

| Antena | Ganancia | Polarización | Costo | # |
|----------------------------------|----------|------------------------------|----------------------|---|
| Laird S9028PCR Indoor | 9 dBi | Circular Derecha o Izquierda | \$ 125,00 Bs.787 | 1 |
| Laird 9025PL Outdoor | 5.5 dBi | Circular Derecha o Izquierda | \$ 125,00 Bs787 | 2 |
| MTI MT-262006/TRH/A/K Outdoor | 9 dBi | Circular Derecha o Izquierda | \$ 165.00 Bs.1039 | 3 |
| MTI MT-262013/TRH/A/K Outdoor | 7.5 dBi | Circular Derecha o Izquierda | \$ 225.00 Bs.1417 | 4 |

Tabla 6: Comparación Antenas
Fuente Propia

Tasa de Cambio: US\$ 1 = Bs.6.3

Muchas de las antenas no mostradas en la tabla 6, fueron descartadas por no poseer el conector correcto, otras por ser fabricadas para ambientes robustos, lo cual, aumentaba considerablemente el precio y otras por no trabajar con la polarización deseada. Todas las antenas estudiadas operan en el rango de frecuencia estipulado. La selección final se realizó de la siguiente manera:

1. Se descartaron la antena número 2 y número 4 por tener un nivel inferior de ganancia con respecto a las demás.
2. La diferencia de costos entre la antena número 1 y la número 3 es de US\$40.00, cantidad suficientemente elevada como para no considerarse despreciable, más cuando dicho escalar se multiplicara por la cantidad de antenas necesarias en el sistema. La diferencia final termina siendo muy significativa.
3. La antena número 1 está fabricada para ser usada principalmente a puertas cerradas, lo cual cumple con el diseño.

Finalmente, la antena número 1 fue seleccionada para el diseño.

Posee un patrón de radiación directiva, con un ángulo de radiación de 3dB a 70°. La antena esta resguardada en un recinto de radomo para trabajos pesados, lo que le permite ser montada directamente en una pared o un mástil. Adicional a esto, posee un *IP Rating* 54, lo que le atribuye protección contra polvo y contra *sprays* provenientes de cualquier dirección.

IV.3.1.3.-Selección de la Etiqueta

Para poder escoger una etiqueta que funcionara correctamente con respecto al diseño planteado para este sistema de seguridad RFID, se fijaron tres parámetros principales al comienzo del filtrado de opciones:

1. Las etiquetas debían trabajar en la misma frecuencia de operación que el lector, por lo que cualquiera que trabajara fuera de la frecuencia UHF establecida, quedó descartada.
2. Debido a que dichas etiquetas serían utilizadas por niños, estarían propensas a mojarse por cualquier imprevisto, por lo que se prefería contar con una etiqueta lavable, o al menos resistente al agua.
3. Deben poder ser guardadas en un brazalete de material resistente sin perder su capacidad de transmisión, ya que los niños pudieran golpear dicho brazalete sin culpa contra alguna superficie.

Debido al parámetro número 2, la búsqueda se redujo a dos modelos de etiqueta:

- #1 *FUJITSU WT –A522 UHF RFID Laundry Tag*
- #2 *Embeddable RFID Wire Tag*

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

FUJITSU, la primera opción, es una etiqueta pasiva con más de 2.5 metros de alcance de lectura, con la capacidad de ser lavada y secada. Es pequeña, suave, flexible, ideal para adherirlas en prendas de vestir. Tiene un tiempo de vida máximo de 200 lavadas o 3 años. Tiene un valor de US\$ 1.6 por unidad.

La segunda opción, también es una etiqueta pasiva con un alcance de lectura de 10 metros, la cual puede ser incrustada en plástico, caucho, concreto y otros materiales. Gracias a su flexibilidad puede ser utilizada en una amplia gama de formas. Debido a su diseño único, puede proveer lecturas a 360°, para reducir de esta manera la sensibilidad en la orientación. Tiene como característica indispensable ser resistente al agua, mas no a ser lavada. Tiene un valor de \$ 3.08 por unidad.

Lo siguiente es una Figura 14, es una gráfica que compara el rango de lectura óptimo (en pies) sobre superficies de distintos materiales para la *Embeddable RFID Wire Tag*:

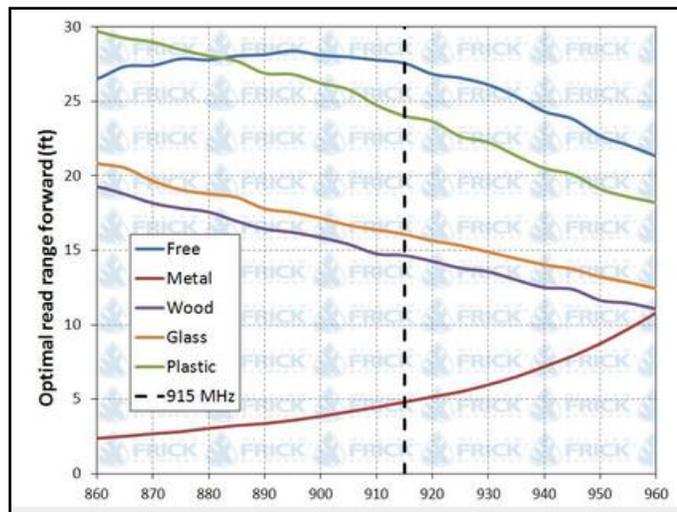


Figura 15: Funcionamiento del Tag según el Material a Integrarse
Fuente: William Frick & Company

A pesar de que el costo de la etiqueta #2 es casi el doble de la primera, el hecho de que tenga lectura a 360° elimina, al momento de la implementación el peso de

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

cuidar en exceso la orientación de la etiqueta. También es importante tomar en cuenta que el tag será incrustado en un brazalete de plástico, y según puede apreciarse en la grafica comparativa, su alcance no varía mucho en dicho material. La opción #1 tiene como característica principal poder ser lavada y secada, sin embargo, ya que no está planificado adherir la etiqueta a un prenda de vestir, si no llevarla en un brazalete, basta con que sea resistente al agua. Basado en estos criterios, la selección final para la etiqueta fue la opción #2.



Figura 16: Etiqueta seleccionada
Fuente: : William Frick & Company

IV.3.2.-Aplicación WEB

Para poder cumplir con los requerimientos de la directiva del preescolar, y poder dar una respuesta a la preocupación de los padres, se llegó al acuerdo de generar una aplicación web. Los requerimientos necesarios para abarcar todos los aspectos importantes discutidos con la directiva y los padres fueron los siguientes:

- Debido a que se suministrará información sobre la ubicación de los alumnos a través de la aplicación web, debe existir un proceso de autenticación para acceder a ella.
- Deben existir dos tipos de usuario: Administrador, conformado por la directiva del plantel, y Padre (Conformados por los representantes de los alumnos).

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

- Cada tipo de usuario debe tener acceso a distintos niveles de información.
- El sistema deberá reconocer que tipo de usuario está intentando acceder a la página.
- Cada usuario registrado como Padre, debe tener acceso únicamente a la información sobre la ubicación de sus hijos.
- El administrador debe poder agregar, eliminar o editar a los usuarios registrados como Padres, así como a los alumnos asociados a cada uno de ellos. Esto debe poder hacerse por medio de la interfaz web.
- Se debe poder acceder a la aplicación desde cualquier ubicación con acceso a internet.
- El Administrador debe poder observar la información referente a la ubicación de todos los alumnos que estén en el preescolar simultáneamente.
- Por motivos de seguridad, una vez cerrada la ventana de la aplicación, esta no deberá recordar al usuario que había iniciado sesión, es decir, que cada vez que quiera acceder a la página deberá hacer “*Login*”.

IV.3.2.1.-Roles

Una vez estudiados los requerimientos exigidos, se recopilaron las características y permisos que debía poseer cada tipo de usuario al acceder a la aplicación, los cuales pueden ser visualizados en el siguiente Diagrama:

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

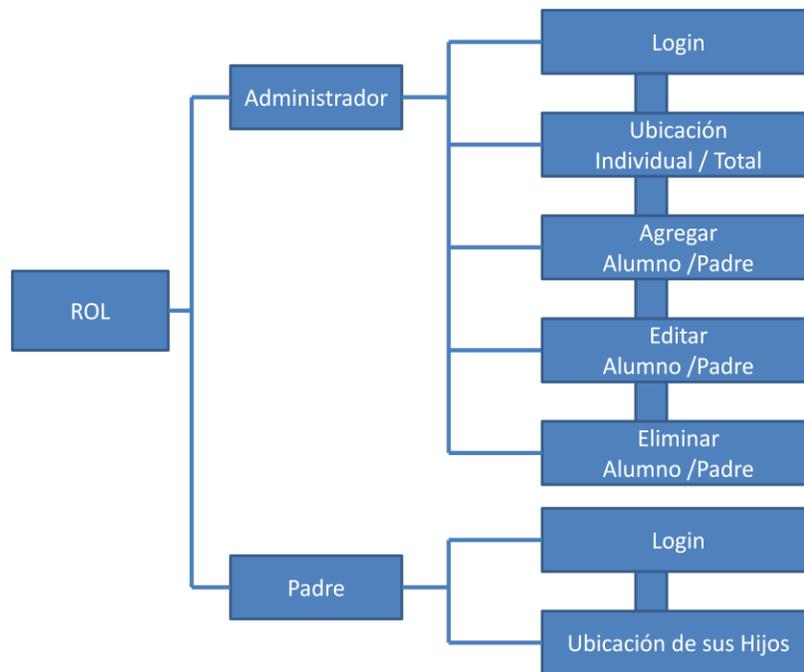


Figura 17: Diagrama de Roles
Fuente Propia

Como puede apreciarse, finalmente quedaron definidos solo los siguientes dos tipos de usuario: Administrador y Padre. Cada uno de ellos tiene permisos para realizar distintas acciones. El administrador, tiene la potestad de Agregar, Eliminar o Editar la información de los Padres en el sistema, así como asociar a su cuenta a cada uno de sus representados. También podrá monitorear en el momento que lo desee la ubicación de algún alumno en específico según se lo exijan sus necesidades, o por el contrario, solicitar al sistema una lista que contenga la ubicación de todos los alumnos en el preescolar. Por su lado, el usuario registrado como Padre, solo recibirá información referente a la ubicación dentro del preescolar de sus hijos en particular, jamás podrá obtener información sobre los demás alumnos.

IV.3.2.2.-Cascada con Retroalimentación

Tomando en cuenta que toda aplicación web está referida al acceso de usuarios a un servidor web por medio de un navegador, y, que la información almacenada en dicho servidor debe provenir de los eventos extraídos por el lector en el preescolar, tuvo que dividirse el trabajo en diferentes etapas para conseguir un resultado exitoso.

Como herramienta de metodología para el diseño de esta aplicación web, se utilizó el modelo de “Cascada con Retroalimentación”, en el cual cada una de las actividades genera como salidas productos y modelos que son utilizados como entradas para el proceso subsiguiente. El diseño de esta aplicación se tuvo que dividir en distintas etapas, las cuales debían funcionar de manera independiente a la perfección, para posteriormente conectar cada una con otra y formar así finalmente el sistema completo.

Las etapas en las que se debió estructurar el diseño de esta aplicación web, fue el siguiente:

ETAPA I: Afiliación a un servidor web.

ETAPA II: Rescate de los datos obtenidos por el lector.

ETAPA III: Enviar los datos al servidor web.

ETAPA IV: Generar la interfaz web.

ETAPA V: Manipulación de los datos en el servidor web.

Las etapas nombradas previamente, serán descritas en su totalidad con respecto al desarrollo de cada una de ellas en la siguiente sección de este tomo.

IV.3.2.2.1.-ETAPA I: Afiliación a un Servidor Web

Debido a que en este punto del proyecto, se estaba desarrollando una aplicación web, el primer paso sería conseguir un espacio en la nube donde almacenar la información. Usualmente, se reserva un nombre o dominio a través del cual los clientes accedan a la aplicación, y se paga anual o mensualmente por cierta cantidad de espacio en disco de un servidor ubicado en algún sitio del mundo. Sin embargo, debido a que este trabajo está basado en un diseño, y tiene limitaciones de costo, se decidió buscar un Servidor Web que ofreciera su servicio de manera gratuita y con espacio limitado de memoria.

Luego de realizar comparaciones entre diversos Servidores Web, se decidió utilizar el servidor “000Webhost.com”, ya que este ofrecía suficiente cantidad de espacio en disco para satisfacer a la aplicación que se deseaba hacer, y no poseía costo alguno. Además de esto, tiene soporte en línea para realizar las acciones necesarias con el programa manejador de bases de datos “MySQL”, Protocolo de Transferencia de Archivos (FTP) y el lenguaje de programación “PHP”, con el que se definirá que acciones realizar con la información almacenada en la base de datos.

Este Servidor ofrece a sus clientes una característica denominada “cPanel”, el cual es un panel de control que da acceso de manera casi intuitiva a sus clientes para manejar rápidamente sus necesidades. Incluye ayuda interactiva y videos tutoriales para nuevos desarrolladores. La cantidad de espacio en disco ofrecida por “000Webhost” en su versión gratuita es de 1500 MB, lo cual es suficiente para la aplicación que se necesitaba desarrollar.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

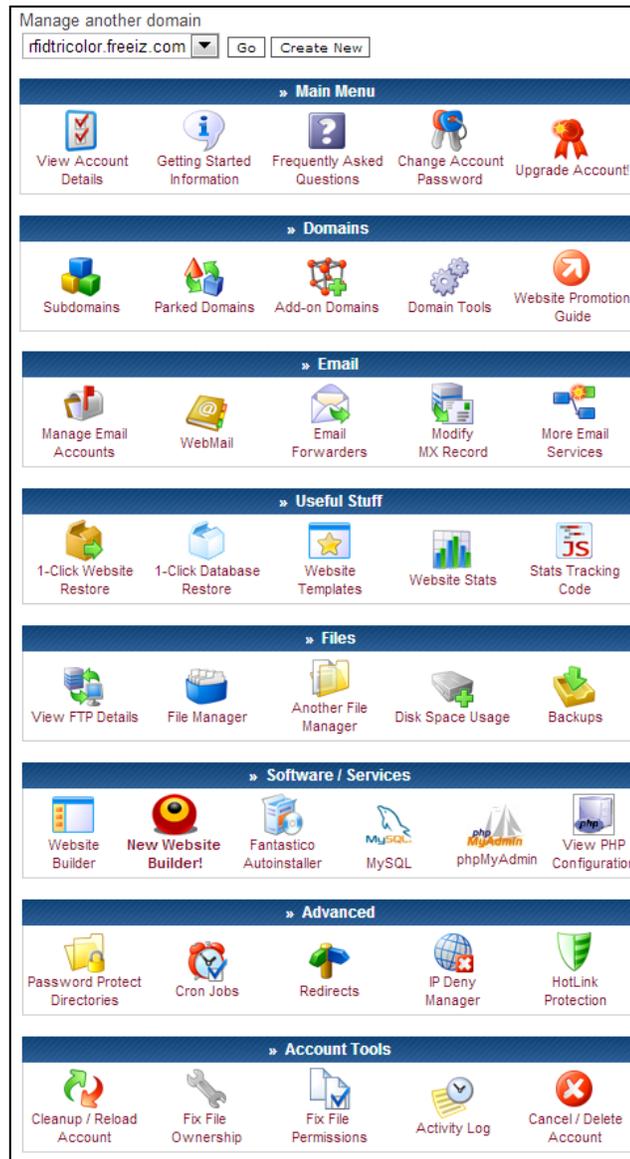
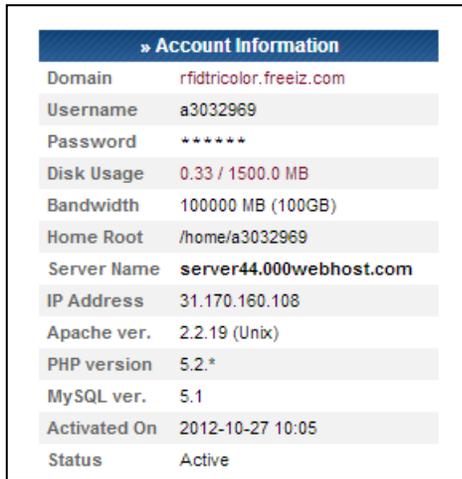


Figura 18: cPANEL
Fuente: 000WebHost

Para realizar la afiliación al servidor web, solo debes crear un usuario asociado un correo electrónico y aceptar los términos especificados. Una vez hecho esto, se pide al usuario que decida el dominio deseado, el cual tendrá antes de sufijo “.com” otro sufijo propio “.freeiz”. Para el caso particular de este trabajo especial de grado, se escogió como dominio “RFIDTRICOLOR”, dando como resultado final para acceder a la página:

WWW.RFIDTRICOLOR.FREEIZ.COM



The image shows a screenshot of a web interface titled "» Account Information". It displays various server and account details in a list format. The items are: Domain (rfidtricolor.freeiz.com), Username (a3032969), Password (*****), Disk Usage (0.33 / 1500.0 MB), Bandwidth (100000 MB (100GB)), Home Root (/home/a3032969), Server Name (server44.000webhost.com), IP Address (31.170.160.108), Apache ver. (2.2.19 (Unix)), PHP version (5.2.*), MySQL ver. (5.1), Activated On (2012-10-27 10:05), and Status (Active).

| » Account Information | |
|-----------------------|-------------------------|
| Domain | rfidtricolor.freeiz.com |
| Username | a3032969 |
| Password | ***** |
| Disk Usage | 0.33 / 1500.0 MB |
| Bandwidth | 100000 MB (100GB) |
| Home Root | /home/a3032969 |
| Server Name | server44.000webhost.com |
| IP Address | 31.170.160.108 |
| Apache ver. | 2.2.19 (Unix) |
| PHP version | 5.2.* |
| MySQL ver. | 5.1 |
| Activated On | 2012-10-27 10:05 |
| Status | Active |

Figura 19: Información de Cuenta en el Servidor
Fuente: 000Webhost

Una vez realizado esto, ya la página se encuentra en Internet, pero deberá trabajarse un poco sobre ella con las herramientas necesarias para que sea visible a los usuarios visitantes.

IV.3.2.2.2.-ETAPA II: Rescate de los datos obtenidos por el lector.

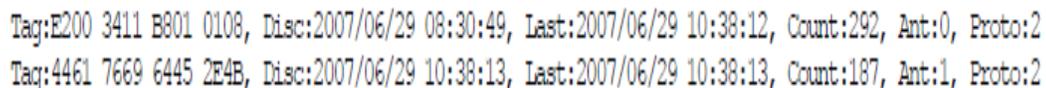
Los datos que dicho servidor web manejaría, debían provenir de las lecturas que realizaría el lector en el preescolar TRICOLOR. La manera en la que cada lector *RFID* maneja sus datos o administra sus eventos, es diferente a los demás. Se necesitaría tener acceso al lector y a su CD de instalación de software para observar el manejador de eventos además de toda la documentación y manuales. Ya que una de las limitantes de este trabajo, es adquirir el equipo seleccionado, se trabajará con el Lector ALIEN ALR-9900, el cual se encuentra disponible en las instalaciones de la Universidad Católica Andrés Bello.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Debido a que esta sección del Trabajo está dedicada y enfocada en rescatar los datos obtenidos por el lector, no se resaltará de ninguna manera el funcionamiento del lector en sí, su proceso de instalación o como estará ubicado en el preescolar, solo se destacará la manera en la que una vez el lector detecte a las etiquetas en algún aula, dicha información sea enviada a un cliente específico.

IV.3.2.2.2.1.-Caso particular con el Lector ALIEN ALR-9900

Una vez realizado el “*Login*” para acceder a la Interfaz gráfica provista por los desarrolladores del equipo *ALIEN*, tendremos frente a nosotros la Interfaz de Líneas de Comando, a través de la cual podremos manipular mediante ciertos comandos el funcionamiento del lector. Uno de los comandos más importantes a relucir, es “Get Tag List”, abreviado como “T”, el cual una vez introducido en la línea de comandos, hace que el lector realice una búsqueda de tags, y de cómo resultado una lista que contiene las etiquetas descubiertas y varios parámetros de ellas, como puede observarse en la siguiente imagen.



```
Tag:E200 3411 B801 0108, Disc:2007/06/29 08:30:49, Last:2007/06/29 10:38:12, Count:292, Ant:0, Proto:2
Tag:4461 7669 6445 2E4B, Disc:2007/06/29 10:38:13, Last:2007/06/29 10:38:13, Count:187, Ant:1, Proto:2
```

Figura 20: Resultado del comando "Get tag list"
Fuente: *Alien Technology*

Sin embargo, este comando solo muestra la lista de etiquetas en la interfaz de línea de comandos, más no la guarda en ninguna ubicación, lo cual es ineficiente para la aplicación que se desea desarrollar, ya que se necesita exportar los datos del lector a algún cliente para luego ser enviados al servidor web.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Otro de los modos en los que el lector puede operar, es en modo “*Tag Grid*”, donde muestra simultáneamente y de forma gráfica, las etiquetas descubiertas por el lector.

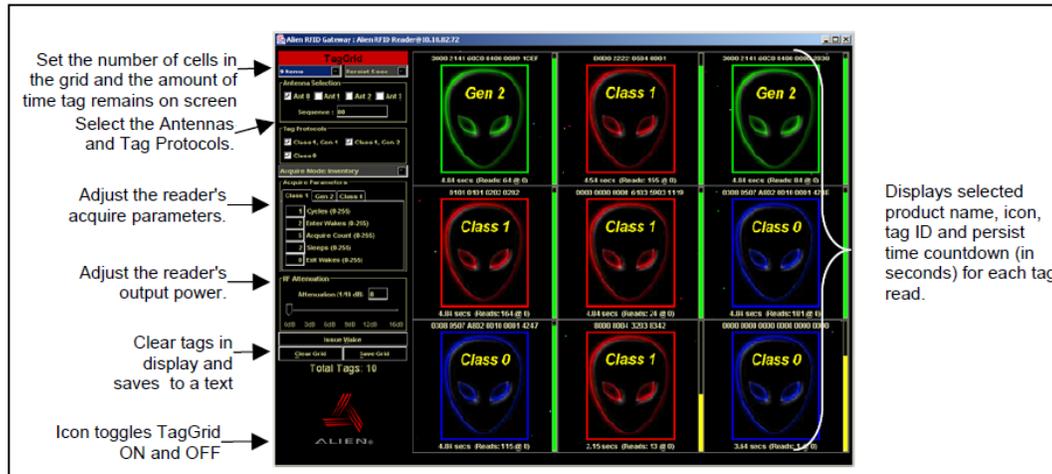


Figura 21: Vista del “Tag grid”
Fuente: Alien Technology

En este modo, existe un botón denominado “*Save Grid*”, el cual una vez introducido, exporta la lista de etiquetas en un archivo de texto a una ubicación deseada. Dicho archivo, contiene parámetros, separados por comas, referentes a la identificación de la etiqueta, la hora de descubrimiento, el puerto RF que lo capturó y el conteo de lecturas, como puede apreciarse en la siguiente imagen.

```

Tag ID,Discover Time,Antenna,Count
8000 8004 2389 2371,Thu Dec 04 10:14:49 PST 2003,0,5785
9999 9999 9999 1112,Thu Dec 04 10:14:49 PST 2003,0,7263
BABE BABE BABE BABE,Thu Dec 04 10:30:53 PST 2003,0,20
BABE BABE BABE BABE,Thu Dec 04 10:14:49 PST 2003,0,7621
8000 8004 9999 0004,Thu Dec 04 10:14:49 PST 2003,0,7120
8000 8004 9999 0002,Thu Dec 04 10:14:49 PST 2003,0,6523
8000 8004 0000 003B,Thu Dec 04 10:14:49 PST 2003,0,6986
    
```

Figura 22: Ejemplo de la lista de tags por medio del comando “Save Grid”
Fuente: Alien Technology

Sin embargo, esto tampoco es eficiente, ya que el lector no posee ninguna característica que le permita guardar dicha lista de manera automática o periódica en la ubicación deseada, si no que tendría que estar una persona sentada frente al computador pulsando el botón “*Save Grid*” cada cierto tiempo, lo cual no es viable bajo ninguna circunstancia, por lo que se continuó la búsqueda de soluciones.

Luego de indagar un poco en la Guía de la Interfaz, que se puede encontrar en la documentación del CD de instalación, se consiguieron dos tipos de configuración que el lector podía soportar: Modo Autónomo (*Autonomous Mode*) y Modo de Notificación (*Notify Mode*). El Modo Autónomo es aquel que permite el monitoreo y manejo constante de los datos detectados en las etiquetas, una vez se configure el lector en este modo, la intervención humana se vuelve casi innecesaria. Por otro lado, el Modo de Notificación, es aquel que le dice al Modo Autónomo bajo qué circunstancias notificar a un “Oyente TCP” sobre la lista de etiquetas (*Tag List*).

El “*TCP Listener Window*”, es otra herramienta o característica que posee la interfaz gráfica del lector *ALIEN*, y es a lo que se hizo referencia previamente denominándolo como “oyente TCP”. Es una ventana emergente que se encarga de escuchar todas las conexiones a través de la red y de capturar cualquier dato que el lector envíe. Sin embargo, esta ventana emergente solo puede visualizar los datos que captura, mas no puede manipularlos de ninguna manera, simplemente los muestra en pantalla a medida que son detectados.

La manera de hacer que este “oyente TCP” funcione, es conectando el lector por medio del cable Ethernet a la tarjeta de red LAN de una PC y configurándolos en la misma red. La dirección que se le asigne a la PC debe ser estática, ya que el lector debe conocerla en todo momento. A continuación se muestra un ejemplo para un mejor entendimiento sobre la configuración del *TCP Listener*:

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

```
1>set ip address = 192.168.1.100
2>set automode = on
3>set NotifyAddress = 192.168.1.104:3600
4>set notifyMode = on
5>set NotifyTime = 5
6>notifyNow
```

Las líneas de comando previamente mostradas, se explican detalladamente a continuación:

1-Asumiendo que nuestra red es la 192.168.1.0 / 24, y que la dirección 192.168.1.100 está libre, se le asigna dicha dirección de red al lector.

2-Se configura el lector en modo autónomo.

3-La dirección 192.168.1.104 es en este caso la dirección ip estática que se le asignó a la PC que está conectado vía Ethernet el lector, por lo que debe configurarse como dirección de red de envío. El puerto 3600 es el que utiliza por defecto el lector para realizar esta comunicación.

4-Se configura el lector en modo de notificación.

5-Se configura el intervalo de tiempo en segundos que esperara el lector periódicamente para enviar la lista de etiquetas al oyente TCP.

6-Se realiza una notificación forzosa para obligar al programa a inicializarse.

Para este punto, ya se tiene el lector configurado de tal manera que no haga falta una persona pulsando continuamente el botón *Save Grid* para solicitar la lista de etiquetas, ya se tiene configurado un oyente TCP que se encargue de recibir dichas notificaciones, pero aun estas notificaciones automáticas no se almacenan en ningún sitio de la PC.

Ningún comando del *ALIEN* es capaz de realizar dicha acción periódicamente, sin embargo, dentro de la documentación del lector, incluida en el CD de instalación,

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

se encuentran disponibles los *API* del software en los lenguajes de programación “Java” y “Visual Basic 6 SDK”, de tal manera que algún desarrollador que quiera incorporar alguna función nueva al lector, pueda escoger el lenguaje más conocido para él y generar una aplicación en paralelo que realice lo que desee. De esta manera, debido a que se necesitaba lograr que el lector almacenara periódicamente la lista de etiquetas en un archivo en la PC, se decidió realizar una aplicación en Java que corriera en paralelo al lector y solucionara este problema.

Se tomó el ejemplo contenido en la documentación del lector “MessageListenerTest”, el cual provee un código fuente bajo el cual el lector manda las notificaciones por medio del cable serial a un TCP Listener. Se realizó la modificación del código para que en vez de enviarlas por medio del cable serial, las enviara a la dirección LAN de la PC dedicada. Luego, se modificaron los parámetros que contenía la lista de etiquetas, dejando solo disponibles la identificación de la misma y el puerto de lectura, ya que eran los únicos datos importantes para la aplicación. El código modificado y el original, se encuentran en los anexos de este tomo, así como un CD con un video demostrando el funcionamiento de los mismos.

IV.3.2.2.3.-ETAPAIII: Enviar los datos al servidor web..

Para este punto, ya se logró que el lector envíe automáticamente y de forma periódica la lista de etiquetas en un archivo de texto a una PC. También se realizó la afiliación a un servidor web y se obtuvo un dominio. El siguiente paso es lograr enviar ese archivo de texto de manera periódica y automática al servidor desde la PC. Esta sección describirá como se logró resolver dicho problema.

IV.3.2.2.3.1.-Caso particular utilizando Sistema Operativo WINDOWS 7

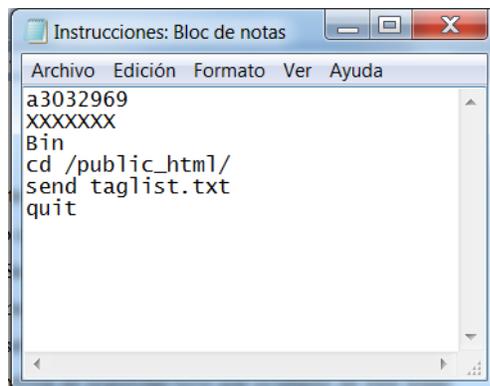
Se decidió desarrollar esta solución al problema basado en las herramientas ofrecidas por el Sistema Operativo WINDOWS 7, debido a que es con el que se trabaja en el Preescolar TRICOLOR. Para poder realizar esta tercera etapa en la creación de la aplicación web, fue necesario dividirlo en dos partes:

-Parte I: Generar un *Script* que se encargara de mandar la información al servidor por medio de un archivo .bat.

.Parte II: Programar una Tarea por medio de WINDOWS que se encargara de ejecutar la acción anterior automática y periódicamente.

IV.3.2.2.3.1.-PARTE I

Lo primero que se generó fue un Script, es decir, un archivo de texto con ciertas instrucciones que serán interpretadas por el “cmd.exe”. Dicho Script tendrá las instrucciones necesarias para tomar un archivo de la PC y enviarlo por medio del Protocolo de Transferencia de Archivos (*FTP*) a un servidor web dados ciertos parámetros del mismo. El Script realizado para este proyecto fue el siguiente:



```
Instrucciones: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
a3032969
XXXXXXX
Bin
cd /public_html/
send taglist.txt
quit
```

Figura 23: Script
Fuente Propia

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Este Script debe ser guardado en la misma carpeta donde el lector *ALIEN* envíe su lista de etiquetas. Se describirá brevemente la función de cada línea del archivo de texto:

- **a3032969**: Es el usuario a través del cual se accede al Servidor FTP. Este Usuario es dado por el Servidor, para el caso particular de este proyecto, 000webhost, y puede observarse en la Figura 22.
- **XXXXXX**: Es la contraseña para acceder al servidor FTP, también provista por 000Webhost. Por motivos de seguridad tuvo que ocultarse de este tomo colocándolo con puras “X”, pero debería estar en texto legible.
- **Bin**: Abreviación de Binary. Le indica al programa el modo de transferencia de Archivos.
- **Cd /public_html/** : Indica a que ubicación del Servidor enviará el archivo. En este caso, se escogió <Public_html> por ser la ubicación de donde se tomará la lista de etiquetas para realizar las operaciones pertinentes que manipulen dicha información de la manera deseada.
- **Send taglist.txt**: Selecciona el archivo que se desea enviar al servidor y o envía. <Taglist.txt> es la lista de etiquetas que el lector envía periódicamente a la PC.
- **Quit**: indica al servidor FTP que cierre la sesión.

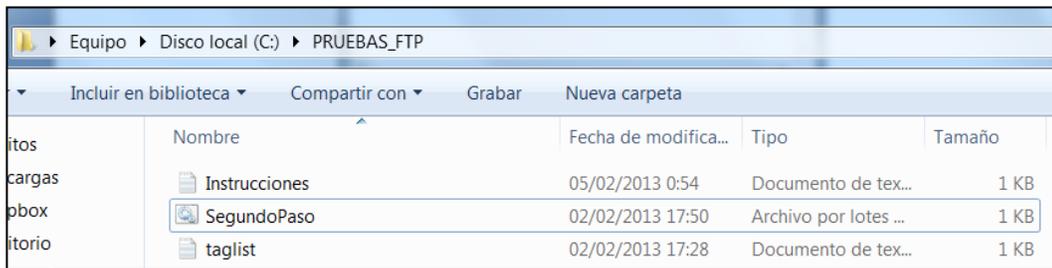
El Script fue guardado con el nombre “Instrucciones” por comodidad, pero se le puede asignar el nombre que se desee.

Una vez terminadas las instrucciones que enviarán la lista de etiquetas al servidor web, se debe generar un archivo aparte de tipo “batch” que se encargue de ejecutarlas. Dicho archivo también será guardado en la misma carpeta que los dos anteriores y contendrá la siguiente línea de código:

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

- **ftp –s: Instrucciones.txt 31.170.160.108** : Indica que el archivo que desea enviarse al servidor FTP es <Instrucciones.txt>, no se especifica el directorio donde se ubica debido a que están guardados en la misma carpeta. La dirección 31.170.160.108 es del servidor FTP, provisto por 000Webhost, como puede observarse en la Figura 18.

Una vez culminado esto, se deberá guardar el archivo como <SegundoPaso.bat>, de tal manera que sea ejecutable por el <cms.exe>, el nombre fue escogido por comodidad. Es importante resaltar que los tres archivos creados en esta sección del tomo, deben estar guardados en la misma carpeta, y verse dispuestos de la siguiente manera:

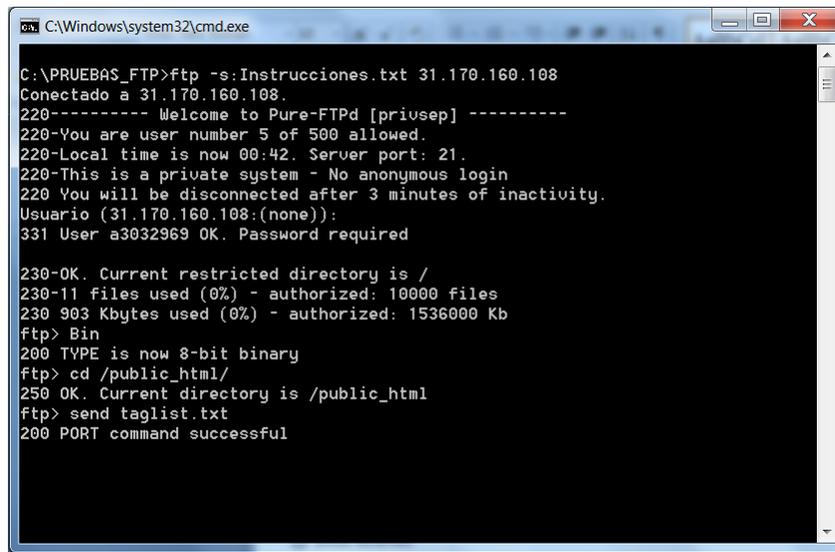


| Nombre | Fecha de modifica... | Tipo | Tamaño |
|---------------|----------------------|-----------------------|--------|
| Instrucciones | 05/02/2013 0:54 | Documento de tex... | 1 KB |
| SegundoPaso | 02/02/2013 17:50 | Archivo por lotes ... | 1 KB |
| taglist | 02/02/2013 17:28 | Documento de tex... | 1 KB |

Figura 24: Disposición de Archivos
Fuente Propia

Para verificar si todo este procedimiento fue efectivo, se intentó ejecutar el archivo <SegundoPaso.bat>, dando como resultado lo siguiente:

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
C:\PRUEBAS_FTP>ftp -s:Instrucciones.txt 31.170.160.108
Conectado a 31.170.160.108.
220----- Welcome to Pure-FTPd [privsep] -----
220-You are user number 5 of 500 allowed.
220-Local time is now 00:42. Server port: 21.
220-This is a private system - No anonymous login
220 You will be disconnected after 3 minutes of inactivity.
Usuario (31.170.160.108:(none)):
331 User a3032969 OK. Password required

230-OK. Current restricted directory is /
230-11 files used (0%) - authorized: 10000 files
230 903 Kbytes used (0%) - authorized: 1536000 Kb
ftp> Bin
200 TYPE is now 8-bit binary
ftp> cd /public_html/
250 OK. Current directory is /public_html
ftp> send taglist.txt
200 PORT command successful
```

Figura 25: Respuesta exitosa del <cmd.exe> al ejecutar el Batch Fuente Propia

La imagen anterior demuestra que la operación fue exitosa. Sin embargo se necesitaba verificar que el archivo o lista de etiquetas se hubiese enviado bien al servidor, por lo que se ingreso al Manejador de Archivos (*File Manager*) del mismo y se intento visualizar.

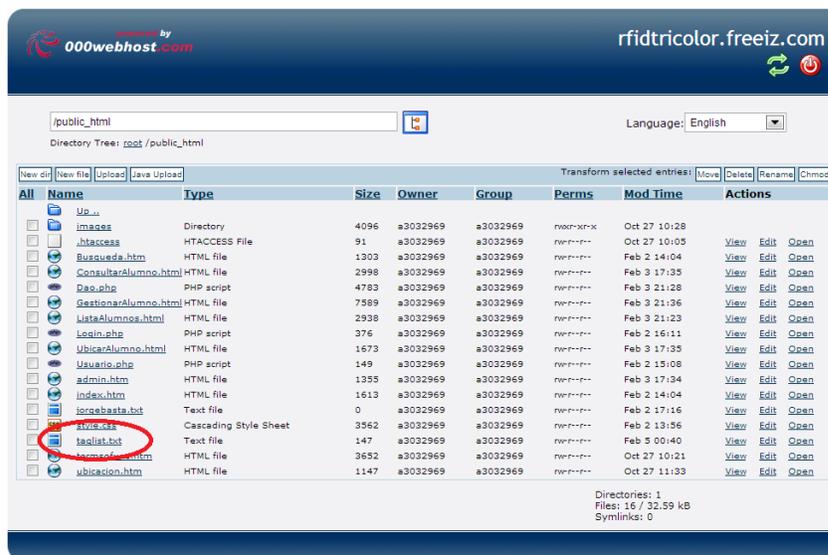
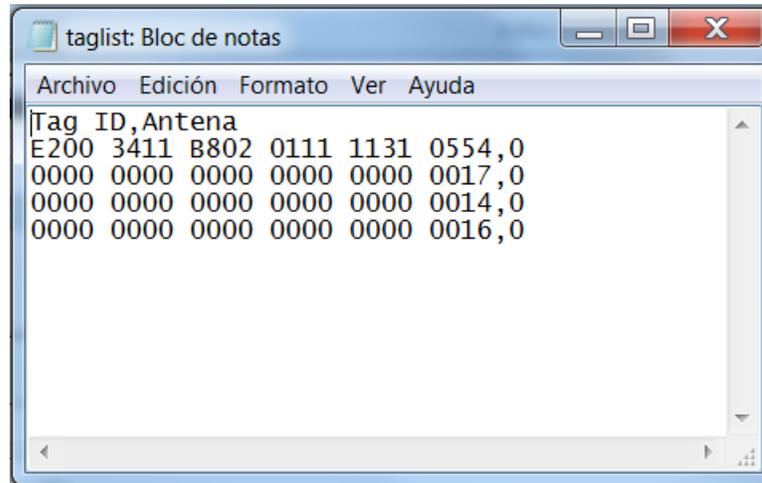


Figura 26: Carga exitosa del archivo de texto al servidor Fuente: 000WebHost

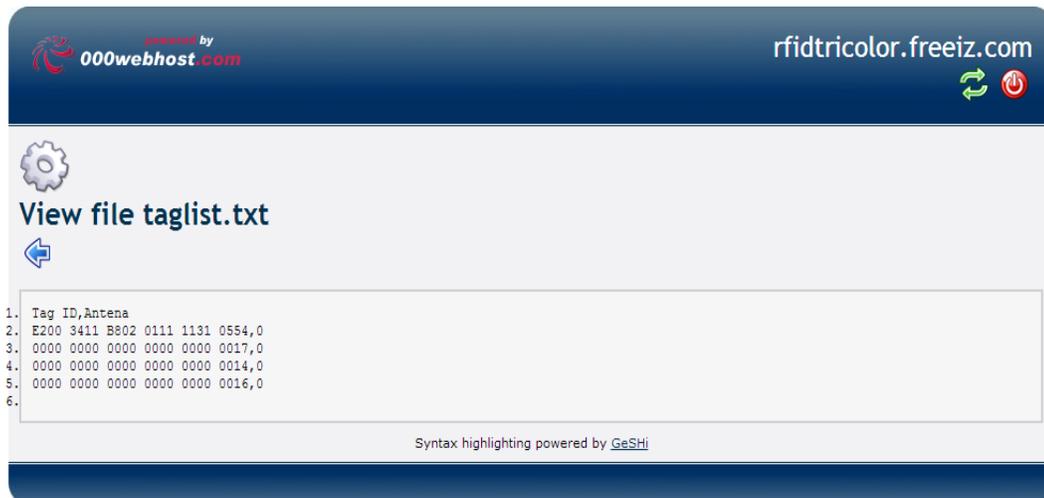
Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Como se puede observar en la Figura anterior, la lista de etiquetas fue recibida por el servidor, las siguientes dos imágenes mostrarán la comparación entre el archivo enviado por la PC y el archivo recibido por el servidor:



```
taglist: Bloc de notas
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
Tag ID,Antena
E200 3411 B802 0111 1131 0554,0
0000 0000 0000 0000 0000 0017,0
0000 0000 0000 0000 0000 0014,0
0000 0000 0000 0000 0000 0016,0
```

Figura 27: Lista de etiquetas en el archivo de texto local
Fuente Propia



```
powered by 000webhost.com rfidtricolor.freeiz.com
View file taglist.txt
1. Tag ID,Antena
2. E200 3411 B802 0111 1131 0554,0
3. 0000 0000 0000 0000 0000 0017,0
4. 0000 0000 0000 0000 0000 0014,0
5. 0000 0000 0000 0000 0000 0016,0
6.
```

Syntax highlighting powered by [GeSHi](#)

Figura 28: Lista de etiquetas en el servidor
Fuente: 000WebHost

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Como se puede apreciar, los procedimientos y herramientas utilizadas para enviar la lista de etiquetas desde la PC hasta el servidor, fueron completamente exitosas. Sin embargo, por ahora solo se realiza el envío de la lista si una persona se encuentra ejecutando periódicamente el archivo tipo batch, lo cual no es eficiente bajo ninguna circunstancia, por lo que se procedió a buscar algún proceso a automatización, el cual se apreciara en la parte II de esta Etapa III.

IV.3.2.2.3.2.-PARTE II:

Para poder automatizar el envío de la lista de etiquetas al servidor, se recurrió al “Programador de Tareas de WINDOWS”, el cual es una herramienta de Windows que nos permite crear una tarea que se ejecutará en él sistema dadas ciertas condiciones y un tiempo determinado de ejecución pre-configurados por el usuario. Para la solución de este proyecto, se generó una tarea que cumpliera con las siguientes características:

- Iniciada por el usuario manualmente.
- Mantenerse en ejecución mientras la PC este encendida.
- Ejecutar el archivo “SegundoPaso.bat”.
- Realizar la tarea periódicamente cada minuto.

Una vez configurado esto, lo cual se realiza en la Interfaz Gráfica de WINDOWS, el funcionamiento de la Etapa III esta completo y preciso. El procedimiento puede apreciarse en el Anexo C.

IV.3.2.2.4.-ETAPA IV: Generar la Interfaz Web

El servidor web escogido para el desarrollo de esta aplicación, 000WebHost, contiene dentro de él todas las herramientas necesarias para generar una aplicación

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

web sin necesidad de Instalar los programas en el equipo local. Dentro de sus características, posee también plantillas de páginas web basadas en HTML, las cuales pueden ser modificadas en línea, por medio de la modificación del nombre los botones, el texto mostrado y las imágenes de fondo. Ya que el fin de este trabajo, no es demostrar habilidades en cuanto a la creación de Interfaces web, se tomó una de las plantillas ofrecidas por el servidor y se trabajó sobre ella modificando solo lo necesario.

Para realizar esta modificación, se tomaron en cuenta los roles de usuario especificados previamente, así como los niveles de acceso que debía poseer cada uno, definidos por las acciones que podían realizar en línea una vez iniciaran sesión.

En la Figura 28 puede observarse como un usuario que inició sesión como administrador, tiene acceso a la lista completa de los alumnos en el preescolar, así como la posibilidad de agregarlos, eliminarlos y editarlos:



The screenshot shows a web browser window with the URL www.rfidtricolor.freeiz.com/GestionarAlumno.html. The page title is "RFID Preescolar Tricolor" and features a green banner with a cartoon girl and the text "¡¡ BIENVENIDOS !!". Below the banner is a navigation menu with buttons for "Inicio", "Ubicar Alumno", "Lista Completa", "Gestionar Alumno", and "Gestionar Padre". The main content area is titled "Gestion de Alumnos" and contains two sections: "Agregar Alumno nuevo" and "Editar alumnos".

Agregar Alumno nuevo

| Nombre alumno | Apellido alumno | Seccion | Representante | Tag | |
|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|----------------------|--|
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | jorge | <input type="text"/> | <input type="button" value="Agregar"/> |

Editar alumnos

| Nombre alumno | Apellido alumno | Seccion | Representante | Tag | | |
|---------------|-----------------|---------|------------------|------------------|---------------------------------------|---|
| Jack | Nicholson | 001 | jorge | E200 3411 B802 | <input type="button" value="editar"/> | <input type="button" value="eliminar"/> |
| Al | Pacino | 003 | AntonioRodriguez | 0000 0000 0000 C | <input type="button" value="editar"/> | <input type="button" value="eliminar"/> |
| Martin | Scorsese | 001 | jorge | 0000 0000 0000 C | <input type="button" value="editar"/> | <input type="button" value="eliminar"/> |
| Queentin | Tarantino | 002 | AntonioRodriguez | 0000 0000 0000 C | <input type="button" value="editar"/> | <input type="button" value="eliminar"/> |

Powered by, Supported by Hosting24.com

Figura 29: Visual de la Interfaz Web diseñada
Fuente Propia

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

El resto de las páginas y pestañas pueden apreciarse accediendo por Internet a la misma, u observando el video que se encuentra en el CD anexado a este tomo.

IV.3.2.2.5.-ETAPA V: Manipulación de los datos en el servidor web

Una vez desarrollada la interfaz web, era necesario generar las bases de datos y programar la interacción de las mismas con la página. Dichas bases de datos se generaron por medio del programa “MySQL”, el cual se encontraba en línea en el panel de control del servidor. Luego, se generaron las instrucciones por medio del lenguaje *PHP*, las cuales registrarían como se manejarían los datos de las tablas y su interacción con la página. Finalizado esto, se prosiguió a programar la función de cada uno de los botones de la página web.



| <<T>> | id | nombre | apellido | tag | seccion | fk_padre |
|--------------------------|----|----------|-----------|-------------------------------|---------|----------|
| <input type="checkbox"/> | 4 | Al | Pacino | 0000 0000 0000 0000 0000 0016 | 003 | 2 |
| <input type="checkbox"/> | 2 | Jack | Nicholson | E200 3411 B802 0111 1131 0554 | 001 | 1 |
| <input type="checkbox"/> | 3 | Queentin | Tarantino | 0000 0000 0000 0000 0000 0014 | 002 | 2 |
| <input type="checkbox"/> | 1 | Martin | Scorsese | 0000 0000 0000 0000 0000 0017 | 001 | 1 |

Check All / Uncheck All With selected:   

Figura 30: Tabla de alumnos del Servidor
Fuente: 000WebHost

El funcionamiento lógico a través del cual, la aplicación web es manejada es el siguiente:

- El administrador agrega un usuario con el rol de padre a la página.
- El administrador agrega un alumno a la página, el cual, se asocia a uno de los padres registrados previamente, formando de esta manera el vínculo lógico Padre-Alumno.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

- A cada alumno se le asigna un tag en específico, generando así el vínculo lógico Alumno-Tag.
- Cada puerto del lector, tiene asociado el nombre de una ubicación dentro del preescolar. Creando así el vínculo lógico Puerto-Ubicación.
- El servidor recibe la lista de etiquetas, la examina y busca las coincidencias entre los Tags detectados y los nombres de los alumnos.
- Busca las coincidencias entre el puerto que detectó cada etiqueta y su ubicación asociada.
- Busca las coincidencias entre el nombre del alumno detectado y su padre asociado.

Una vez realizadas las asociaciones descritas previamente, y, dependiendo de la petición que se le haga al servidor, así como de los niveles de acceso permitidos para cada usuario, se mostrará en pantalla la información solicitada.

De esta manera, quedó completamente operativa la aplicación web en Internet, se puede acceder a ella por medio del dominio señalado previamente.

IV.3.2.-Distribución

Una vez definidos los equipos que se usarían en el diseño, y generada la aplicación web, se prosiguió a realizar sobre el plano obtenido, la distribución de los equipos en el preescolar.

Como puede observarse en la Figura 30, el Preescolar Tricolor solo exigió monitorización de sus alumnos en las 12 áreas reflejadas, para las demás no se requirió monitoreo por considerarse transitorias, habitaciones utilizadas como depósito, closets, o, cuartos sin uso cerrados con llave. Gracias a esta información, se pudo calcular la cantidad de antenas, lectores y Hubs que se utilizarán en el diseño:

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

- Antenas: 13
- Lectores: 1
- Hubs: 2
- Adaptador GPIO: 1

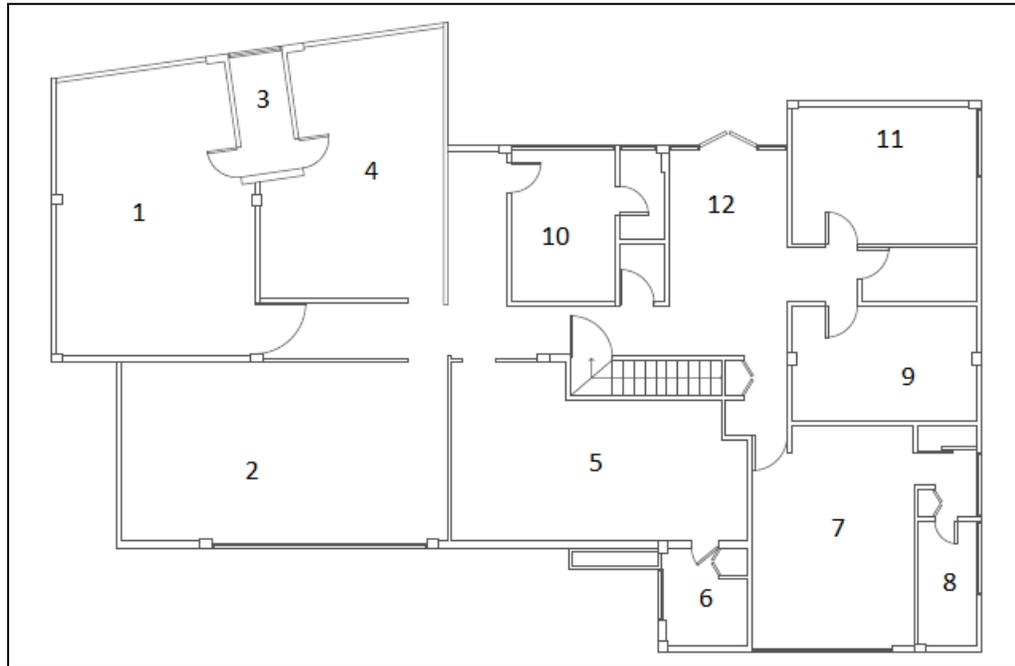


Figura 31: Areas con exigencia de monitoreo
Fuente Propia

Al obtener dos *Hubs*, se cuenta con la posibilidad de tener en el sistema un máximo de 18 antenas, lo cual dejó puertos de sobra, que pudieran ser utilizados en futuras implementaciones. Por otro lado, la antena número 13, se adquirió por motivos preventivos.

El único lector adquirido, se ubicará, por exigencias del plantel, dentro de la oficina de una de las directoras, la habitación número 10. La computadora presente en dicho cuarto servirá como PC dedicada, para recibir las notificaciones del lector y enviarlas por medio de los procedimientos previamente mencionados al servidor web, por lo que deben estar conectados entre sí con un cable Ethernet. Tanto al puerto “1”

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

como al “2” del lector, se les conectará un *Hub*. Para poder controlar los *Hubs*, debe conectarse al lector el Adaptador *GPIO*, y el mismo deberá tener salidas hacia cada uno de los dos *Hubs*. Por último, a estos *Hubs* irán conectadas las antenas, mediante el cable Coaxial *RG-8/U* de la marca *BELDEN*, el cual acarrea, en 900 MHz, unas pérdidas de 4.1 dB/100 pies, cuyo aproximado en metros es de 0.134 dB/m. Tomando en cuenta que la mayor distancia existente entre una antena y el lector no sobrepasa los 100 pies (aprox. 30 m), nunca se obtendrán pérdidas mayores a 4 dB. Sin embargo, los *Hubs* contienen un mecanismo que les permiten regenerar la señal RF y amplificarla, lo que permite distribuir de manera correcta la potencia en las antenas. (Belden, 2012)

La topología descrita, junto con la aplicación web, puede observarse en la Figura 32:

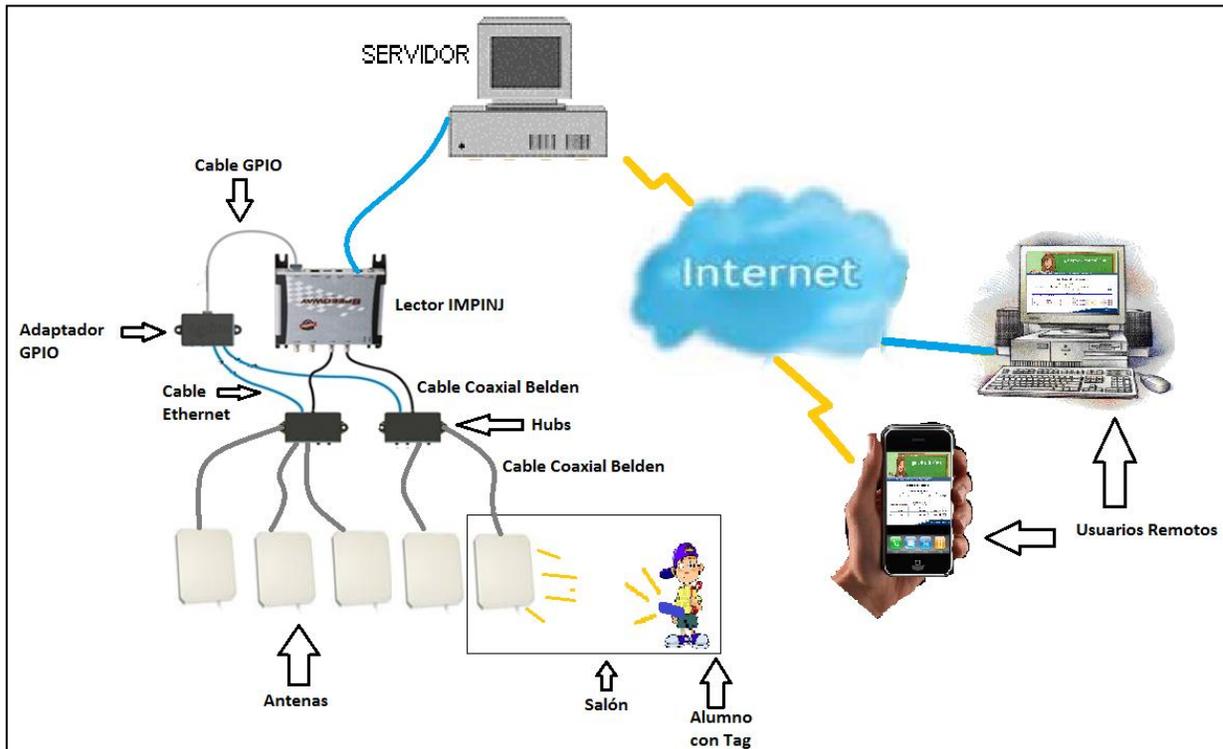


Figura 32: Topología de la Red
Fuente Propia

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

De los 18 puertos disponibles para antenas, solo se utilizaron 12, los 8 del primer *Hub*, y 4 del segundo. Los 4 puertos restantes del *hub* y los 2 restantes del lector quedaron disponibles para futuras implementaciones. La manera en que se distribuyeron las antenas en el Preescolar, según el *Hub* al que estarán conectadas, se puede apreciar en la Figura 33:

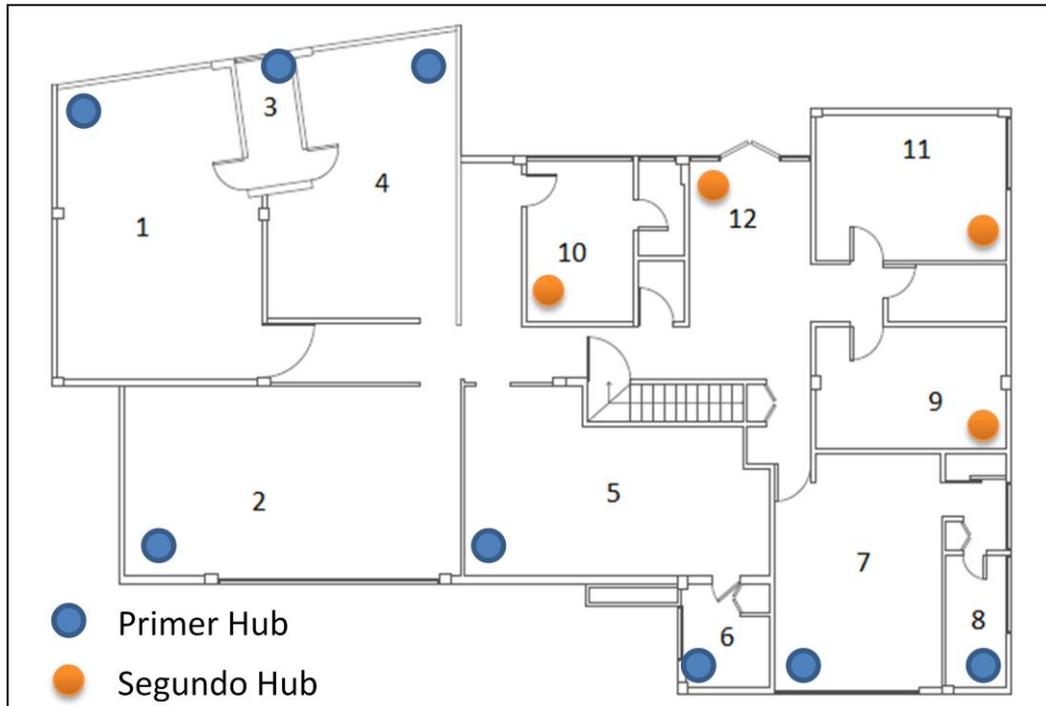


Figura 33: Distribución de Antenas y Hubs
Fuente Propia

IV.4.-Simulación

En esta cuarta fase del proyecto, se realizó la simulación del sistema diseñado, como muestra del funcionamiento correcto del mismo. Se aprecian pruebas con respecto al funcionamiento del sistema RFID en el Preescolar por medio de un Software, el funcionamiento de la aplicación web y del programa en Java que automatiza la solicitud de la lista de etiquetas.

IV.4.1.-Software

Para realizar la simulación del sistema planteado, se utilizó el Software *RPS v5.4 (Radiowave Propagation Simulator)*, el cual estaba a disposición de los estudiantes en la Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones de la Universidad. Con dicho Software, se puede recrear una situación similar a la que se desea estudiar para observar la propagación de ondas en ella, y así demostrar, que las antenas en las habitaciones efectivamente detectarían las etiquetas en ellas. Debido a que el *Software* prestado por la Universidad, es una versión limitada y gratuita para estudiantes, posee ciertas limitaciones respecto al número de rebotes, la cantidad de materiales a utilizar, entre otros.

Para poder realizar cualquier simulación, el programa exige 3 parámetros:

- Ambiente
- Transmisores
- Receptores.

Gracias a que el programa tiene compatibilidad con archivos de tipo <.DWG>, se pudo importar el plano generado por medio de *AutoCAD* en la fase dos, para de esa manera, representar en 2D el ambiente requerido. Utilizando las herramientas de *RPS* para generar ambientes, se realizó el levantamiento de las paredes con la altura específica de 2.8 m.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

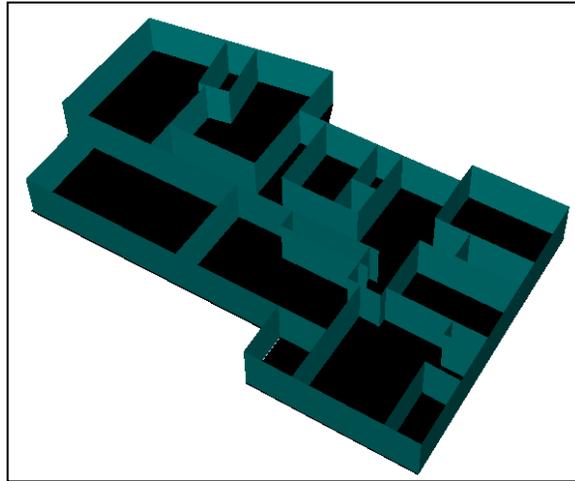


Figura 34: Levantamiento de paredes con RPS
Fuente Propia

Para la ubicación de las antenas, se define la altura deseada, y luego, por medio del *Data Sheet*, se dan los parámetros requeridos. En la siguiente Figura 35 puede observarse la ubicación de las 12 antenas definidas previamente.

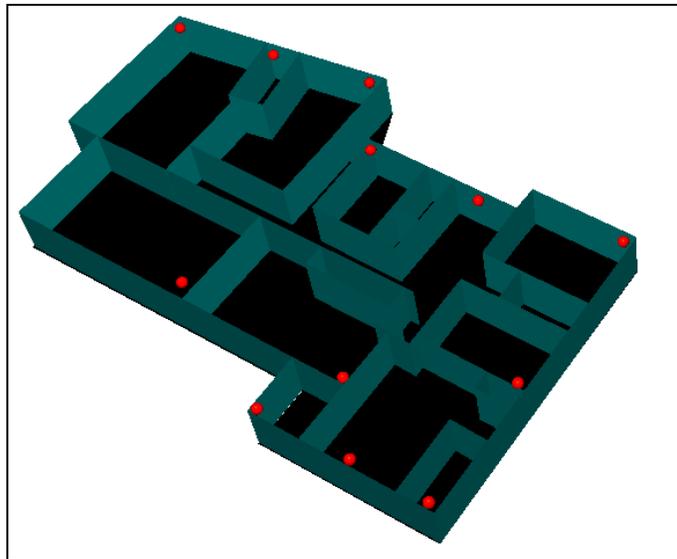


Figura 35: Disposición de antenas con RPS
Fuente propia

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

El siguiente paso, es colocar algunos receptores (tags) en cada habitación, para de esta manera observar si las antenas son capaces de detectarlos. En la Figura 36 pueden observarse los receptores ubicados en todos los cuartos:

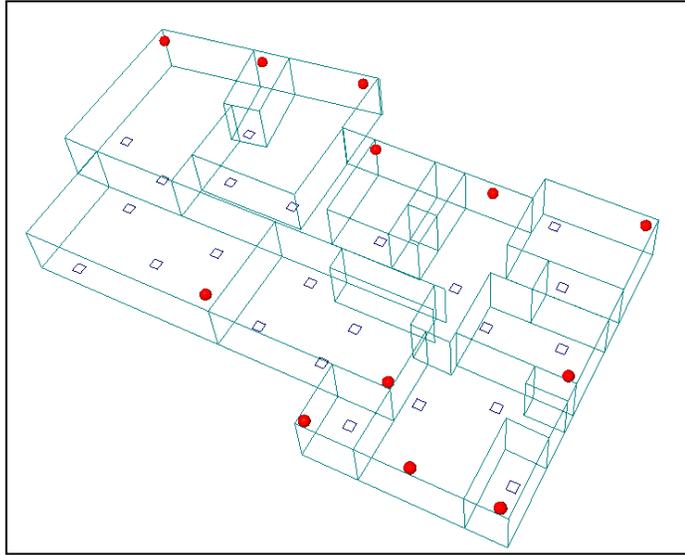


Figura 36: Ubicación de receptores en RPS
Fuente Propia

Una vez seguidos todos estos pasos y definidos los parámetros necesarios, se puede realizar la simulación requerida. El programa ofrece varios tipos de simulación, la que se escogió para este trabajo, fue “*3D Ray Tracing*”, ya que ofrece una panorámica total de la propagación de las ondas en 3 dimensiones. El modelo final adquirido, en su vista 3D y 2D, puede apreciarse en la Figura 37 y 38 respectivamente:

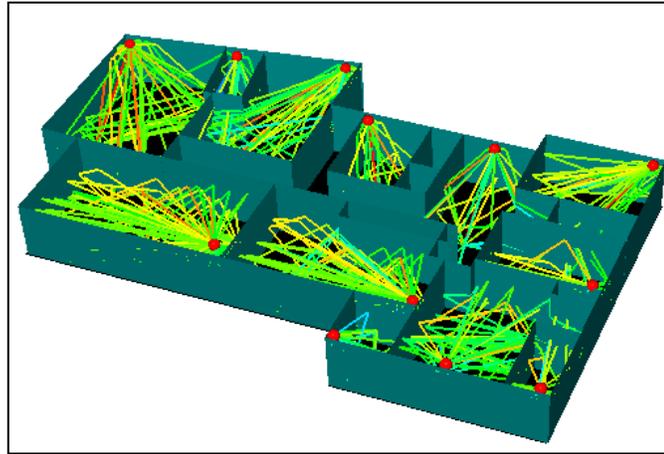


Figura 37: Propagación de Ondas en 3D
Fuente Propia

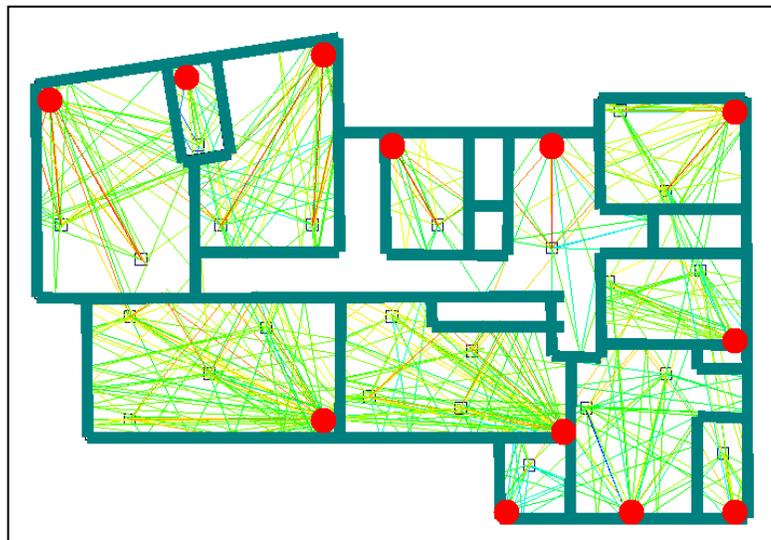


Figura 38: Propagación de Ondas en 2D
Fuente propia

Como puede apreciarse en ambas imágenes, los tags ubicados en puntos lejanos a las antenas de cada habitación, son detectados por las mismas, ofreciendo de esta manera cobertura total para el diseño planteado. También puede apreciarse, que las señales provenientes de los distintos lectores, no pasan a los cuartos continuos, esto es, debido a las pérdidas del espacio libre, las pérdidas generadas por las paredes, la

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

atenuación recibida y a la potencia suministrada por cada lector, la cual varía según la cobertura que necesite tener.

IV.4.2-Video

Este tomo tendrá anexado un CD en el cual podrán encontrarse tres videos, demostrando el funcionamiento de lo siguiente:

- Funcionamiento correcto de la aplicación en Java, generada para automatizar la entrega de la lista de etiquetas entre el lector y una PC oyente.
- El uso de la Aplicación web.
- El correcto envío de la lista de etiquetas entre la PC dedicada y el servidor web.

IV.5.1.-Estimación de Costos

Como todo proyecto, una de las mayores limitantes de implementación es el alcance económico del cliente. Por lo tanto, en esta sección, se estimará un presupuesto para el diseño planteado a lo largo de este trabajo:

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un
Preescolar por medio de RFID

| | Cantidad | Precio US\$ / Unidad | Precio Bs. / Unidad | Precio US\$ Total | Precio Bs. Total |
|--|----------|-------------------------|------------------------|----------------------|---------------------|
| Lector IMPINJ Speedway Revolution R420 | 1 | 1585 | 9985 | 1585 | 9985 |
| Impinj Speedway Antenna Hub | 2 | 265 | 1669 | 530 | 1060 |
| Adaptador GPIO IPJ-A6051-000 | 1 | 380 | 2394 | 380 | 2394 |
| Antena LAIRD S9028PCR | 13 | 125 | 787 | 1625 | 10231 |
| Tags | 300 | 3,08 | 19,404 | 924 | 5821,2 |
| Cable BELDEN RG 8/U | 17 | 4 | 25,2 | 68 | 428,4 |
| Otros gastos | - | - | - | - | 2000 |
| TOTAL | - | - | - | - | 29919,6 |

Tabla 7: Estimación de Costos
Fuente propia

Tasa de Cambio: US\$ 1 = Bs.6.3

Se estiman un promedio de tres etiquetas para cada alumno, por año escolar, debido a que estos pudieran extraviarla por algún motivo.

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones

En el siguiente capítulo, se generarán las conclusiones obtenidas durante la realización de este Trabajo, y, se darán ciertas recomendaciones a tomar en cuenta en el futuro, para mejorar este diseño, o, para la realización de diseños similares.

V.1.-Conclusiones

Los objetivos planteados a lo largo del tomo, han sido cumplidos, ya que, se realizó un estudio profundo de los requerimientos del Preescolar, se seleccionaron los equipos que mejor respondieran a la problemática planteada, se realizó el diseño total del sistema, y se hizo la estimación de costos necesaria para su implementación.

Se logró realizar el diseño de un sistema de seguridad perfectamente escalable, el cual puede satisfacer las necesidades del Preescolar TRICOLOR según su infraestructura actual, y expansiones que puedan realizar a futuro.

Para el diseño, se seleccionó el Lector *IMPINJ Speedway Revolution R420*, debido a que este poseía la capacidad de expandir sus puertos *RF* mediante *Hubs*, evitando así, duplicar el precio del sistema cada vez que se quisiera aumentar el número de puertos. Seleccionar este equipo, representó un ahorro mínimo del 44,3% en el costo del lector con respecto a los otros estudiados, pues ofrece mayor cantidad de puertos a menor costo.

Las antenas seleccionadas para el sistema, son direccionales. Dicha elección, obliga a situar las antenas en las esquinas de los cuartos (en caso de ser de área cuadrada), o en el punto medio de el lado más pequeño (en caso de ser rectangulares). Estas se situaron a 30 cm del techo, para proveer una cobertura más amplia, y ofrecer también, seguridad para los equipos, al mantenerlos fuera del alcance de los niños.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Debido a que se necesitaba cubrir 12 áreas distintas en el Preescolar, se decidió adquirir 13 antenas, una de ellas quedaría como repuesto, previniendo así, dejar un vacío temporal en la seguridad, en caso de que alguna de las 12 antenas principales presentara fallas.

La banda de frecuencia en la que se decidió trabajar, fue *UHF*, debido a que con esta frecuencia se podía cubrir cualquiera de las áreas del diseño; en la Tabla 1, puede observarse parte del criterio por el que se seleccionó *UHF*. El ente regulador de las Telecomunicaciones a nivel nacional, *CONATEL*, permite el uso de tecnologías de Identificación por Radiofrecuencia para la banda seleccionada entre 922 MHz y 928 MHz, con una potencia máxima 4 W, lo cual se tomó en cuenta para mantener el diseño dentro del marco legal.

En el caso de necesitar ofrecer monitoreo en áreas al aire libre, utilizar antenas “*Outdoor*”, ya que estas ofrecen características más robustas y resistentes.

Aplicar este sistema de seguridad en cualquier Preescolar, puede traer grandes beneficios, ya que, en caso de sospechar haber extraviado algún alumno, se reduce notablemente el tiempo de búsqueda, al volverse instantáneo. Se elimina el proceso de buscar cámara por cámara al niño solicitado, lo cual no es eficiente.

V.2.-Recomendaciones.

Para futuras mejoras aplicables a este Trabajo, y, a futuros trabajos similares, se puede apreciar lo siguiente:

- Se recomienda utilizar etiquetas de solo lectura, ya que de esa manera se evitaría que intrusos sobre-escribieran y alteraran la información de las etiquetas, comprometiendo de esa manera, la seguridad del Preescolar.

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

- Generar un tercer rol para la aplicación web, de tal manera que los Profesores no pertenecientes a la directiva, puedan monitorear, mas no agregar, editar ni eliminar, a los alumnos del Preescolar.
- Si es requerido, se pudiera realizar un hibrido entre el servidor de cámaras actual, y el sistema RFID planteado, de tal manera que al solicitar la localización de algún alumno, la cámara mostrara de inmediato su ubicación.
- Debido a la inestabilidad del servicio eléctrico observado actualmente, es recomendable utilizar un *UPS* que garantice un funcionamiento continuo de los componentes del sistema. También para poder apagarlos y evitar que se averíen.

Bibliografía

Belden. (08 de 08 de 2012). *Belden*. Recuperado el 02 de 02 de 2013, de <http://www.belden.com/techdatas/English/9913.pdf>

Bhatt, H., & Glover, B. (Enero, 2006). *RFID Essentials*. O'Reilly.

Cisco. (s.f.). Recuperado el 04 de Junio de 2012, de <http://www.cisco.com/en/US/docs/solutions/Enterprise/Mobility/wifich6.html>

Dipole RFID. (2007). Recuperado el 25 de Mayo de 2012, de http://www.dipolerfid.es/productos/RFID_tag/Default.aspx

Gomez-Gomez, A., Ena-Rodríguez, B., & Priore, P. (5 de Julio de 2007). *El profesional de la informacion*. Recuperado el 28 de Mayo de 2012, de <http://www.elprofesionaldelainformacion.com/contenidos/2007/julio/05.pdf>

Log Systems. (15 de Enero de 2009). Recuperado el 01 de Junio de 2012, de <http://www.logsystems.hu/index.php?module=&menuid=2&subid=&id=&lang=en>

López, O. (31 de 01 de 2012). Venezuela entre los diez países con mayor número de secuestros. *El Carabobeño* .

Ramírez, D. (21 de 11 de 2010). *El Nuevo Herald*. Recuperado el 2012 de 02 de 27, de <http://www.elnuevoherald.com/2010/11/21/v-fullstory/841143/secuestro.html>

Raymond, E. S. (1993). *The Jargon File*. Recuperado el 3 de Junio de 2012, de <http://catb.org/~esr/jargon/>.

Sweeney II, P. J. (2005). *RFID For Dummies*. Indiana: Wiley Publishing, Inc.

Tag RFID pasiva. (s.f.). Recuperado el 02 de Junio de 2012, de Technovelgy.com: <http://translate.google.co.ve/translate?hl=es&langpair=en%7Ces&u=http://www.technovelgy.com/ct/technology-article.asp%3Fartnum%3D47>

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Varela, M., & Mendoza, J. (Septiembre de 2008). Diseño de un sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID) para el control inalámbrico de equipajes en terminales aéreas. Caracas.

www.atlasrfid.com. (s.f.). Recuperado el 11 de 10 de 2012, de <http://www.atlasrfid.com/AboutUs.aspx>

Apéndices

Apéndice A. Código modificado de *Java*

```
import com.alien.enterpriseRFID.reader.*;
import com.alien.enterpriseRFID.tags.*;
import com.alien.enterpriseRFID.notify.*;
import java.io.BufferedWriter;
import java.io.File;
import java.io.FileWriter;
import java.io.IOException;
import java.io.Writer;

import java.net.InetAddress;
import java.util.logging.Level;
import java.util.logging.Logger;

public class TagReaderM implements MessageListener {

    boolean folder = (new File("C:\\TagList")).mkdir();
    File file = new File("C:\\TagList\\TagList.txt");
    String text = null;
    Writer output = null;
    boolean initFlag = false;

    @Override
    public void messageReceived(Message msg) {

        if (msg.getTagCount() == 0) {
            System.out.println("No Tags");
        } else {
            text = "Tag ID,Antena \n";
            for (int i = 0; i < msg.getTagCount(); i++) {
                Tag tag = msg.getTag(i);

                text = text+tag.getTagID() + "," + String.valueOf(tag.getAntenna()) + "\n";
                System.out.println(text);
            }
            try {
                output = new BufferedWriter(new FileWriter(file));
                output.write(text);
                output.flush();
                output.close();
            } catch (IOException ex) {
                Logger.getLogger(TagReaderM.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
            }
        }
    }
}
```

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

```
public TagReaderM(String ip, String puerto) throws Exception {
    // Set up the message listener service
    MessageListenerService service = new MessageListenerService(4000);
    service.setMessageListener(this);
    service.startService();
    System.out.println("Message Listener has Started");

    // Instantiate a new reader object, and open a connection to it on COM1
    AlienClass1Reader reader = new AlienClass1Reader(ip+":"+puerto);
    reader.open();

    // Set up Notification.
    // Use this host's IPAddress, and the port number that the service is listening on.
    reader.setNotifyAddress(InetAddress.getLocalHost().getHostAddress(), service.getListenerPort());
    reader.setNotifyFormat(AlienClass1Reader.XML_FORMAT); // Listener only supports XML messages
    reader.setNotifyTrigger("TrueFalse"); // Notify whether there's a tag or not
    reader.setNotifyMode(AlienClass1Reader.ON);
    //reader.setNotifyTime(20);
    // Set up AutoMode
    reader.autoModeReset();
    reader.setAutoStopTimer(1000); // Read for 1 second
    reader.setAutoMode(AlienClass1Reader.ON);

    // Close the connection and spin while messages arrive
    reader.close();
    while (service.isRunning()) {
        Thread.sleep(1000);
    }
}

public void initFile() {
    text = "Tag ID,Antena\n";
    try {
        output = new BufferedWriter(new FileWriter(file));
        output.write(text);
        output.close();
    } catch (IOException ex) {
        Logger.getLogger(TagReaderM.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
    }
}
}
```

Apéndice B. Vistas de la Aplicación Web



Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

RFID Preescolar Tricolor

¡¡ BIENVENIDOS !!

Inicio Ubicar Alumno Lista Completa Gestionar Alumno Gestionar Padre

Gestion de Alumnos

Agregar Alumno nuevo

| Nombre alumno | Apellido alumno | Seccion | Representante | Tag | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|----------------------|--|--|
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> | jorge | <input type="text"/> | <input type="button" value="Agregar"/> | |

Editar alumnos

| Nombre alumno | Apellido alumno | Seccion | Representante | Tag | | |
|---------------|-----------------|---------|---------------|------------------|---------------------------------------|---|
| Jack | Nicholson | 001 | jorge | E200 3411 B802 | <input type="button" value="editar"/> | <input type="button" value="eliminar"/> |
| Al | Pacino | 003 | jorge | 0000 0000 0000 C | <input type="button" value="editar"/> | <input type="button" value="eliminar"/> |
| Martin | Scorsese | 001 | jorge | 0000 0000 0000 C | <input type="button" value="editar"/> | <input type="button" value="eliminar"/> |
| Queentin | Tarantino | 002 | jorge | 0000 0000 0000 C | <input type="button" value="editar"/> | <input type="button" value="eliminar"/> |

Powered by, Supported by Hosting24.com

RFID Preescolar Tricolor

¡¡ BIENVENIDOS !!

Inicio Ubicar Alumno Lista Completa Gestionar Alumno Gestionar Padre

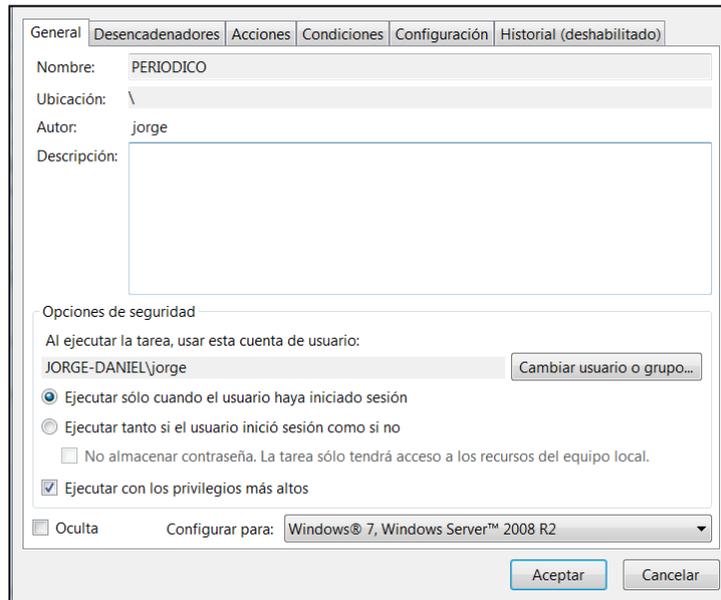
Alumnos encontrados con el nombre Jack

| Nombre alumno | Nombre Representante | Seccion | Ubicacion |
|----------------|----------------------|---------|------------|
| Jack Nicholson | jorge | 001 | Maternal 1 |

Powered by, Supported by Hosting24.com

Apéndice C. Manual para generar la Tarea en Windows 7

- 1-Se abre el “Programador de Tareas” de *Windows 7*.
- 2-Se selecciona el Menú “Acción” y se hace click sobre la opción “Crear Tarea”.
- 3-Aparecera la pantalla de configuración, dividida por pestañas.
- 4-En la primera pestaña, “General”, se seleccionan las siguientes opciones, explicadas posteriormente:



Se le da el nombre a la tarea, en este caso “PERIODICO”.

Se selecciona la cuenta del usuario de Windows en la que se ejecutara la tarea.

Se define que la tarea se ejecutara siempre que el usuario haya iniciado sesión.

Se define que la tarea sea ejecutada con los privilegios más altos.

- 5-En la segunda pestaña, “Desencadenadores”, se selecciona la opción “Nuevo”, la cual generara un menú en el cual deben seleccionarse las siguientes opciones:

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Iniciar la tarea: Según una programación

Configuración

Una vez
 Diariamente
 Semanalmente
 Mensualmente

Inicio: 17/01/2013 16:51:00 Sincr. zonas horarias

Configuración avanzada

Retraso máx. (retraso aleatorio): 1 hora

Repetir cada: 1 minuto durante: Indefinidamente
 Detener todas las tareas en ejecución al final de la duración de repetición

Detener la tarea si se ejecuta durante más de: 3 días

Expirar: 08/04/2014 0:41:05 Sincronizar zonas horarias

Habilitado

Aceptar Cancelar

Se define que la tarea se iniciara según la programación dada.

Su configuración deberá realizarse una sola vez.

Se selecciona el intervalo de tiempo que debe pasar para que la tarea se repita, en este caso es 1 minuto, lo cual seguirá repitiéndose de manera indefinida.

Se selecciona la opción “Habilitado” cuando se desee comenzar la tarea.

Se hace click en “Aceptar” y se obtiene la siguiente ventana.

General Desencadenadores Acciones Condiciones Configuración Historial (deshabilitado)

Cuando se crea una tarea, se pueden especificar las condiciones que la activarán.

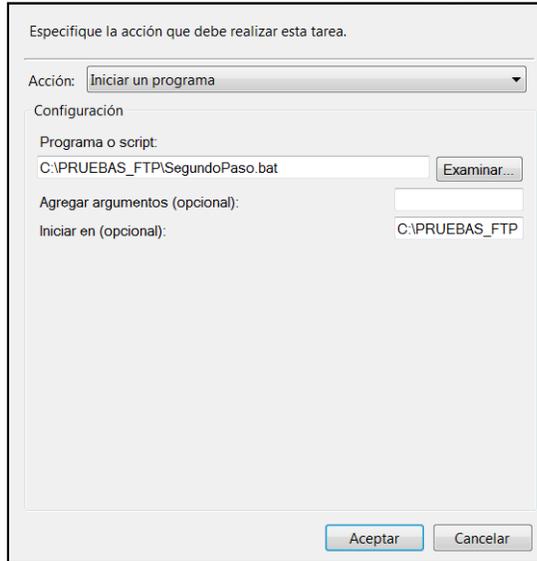
| Desencadenad... | Detalles | Estado |
|-----------------|--|------------|
| Una vez | A las 16:51 el 17/01/2013 - Tras desencadenarse, re... | Deshabi... |

Nuevo... Editar... Eliminar

Aceptar Cancelar

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

6-En la tercera pestaña, “Acciones”, se selecciona la opción “Nueva”, la cual generara un menú en el cual deben seleccionarse las siguientes opciones:

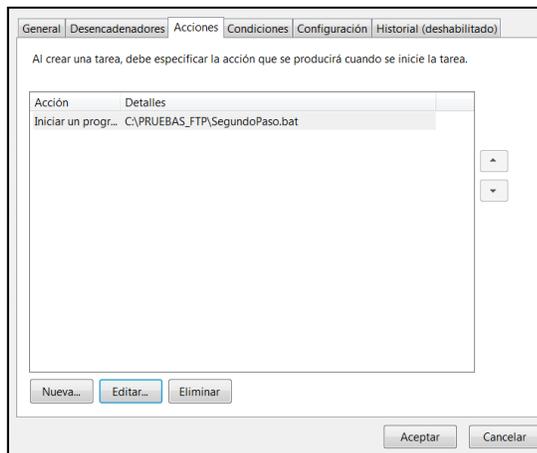


La acción de la tarea será Iniciar un Programa, el archivo ejecutable <.bat> que se genero previamente.

Se busca dicho archivo por medio del botón “Examinar”.

En el campo “Iniciar en (opcional)”, se escribe la ruta a dicho archivo.

Se hace click en “Aceptar” y se obtiene la siguiente ventana.



7-Finalizado esto, se hace click sobre aceptar. Posteriormente, se hace click derecho sobre la tarea y se selecciona la opción “Ejecutar”.

Anexos

Anexo A. Especificaciones de la Antena *LAIRD S9028PLC*



Circular Polarity RFID Panel Antenna S9028PCL S9028PCR



902-928 MHz 9 dBiC CIRCULAR POLARITY PANEL

The Laird Technologies' S9028PCL antenna is a circularly polarized panel antenna that provides reception and transmission of signals in the 902-928 MHz frequency band. Laird Technologies' industry-renowned design methodology achieves maximum efficiency and performance across the entire frequency band.

Both VSWR and axial ratios are excellent and allow the user to achieve the maximum performance for an antenna of this type. The antenna is housed in a heavy duty radome enclosure that can be directly wall mounted, An optional articulating mount allows either wall or mast mounting.

The antenna is offered with an integrated coax pigtail and a variety of connector types are available.

FEATURES RoHS

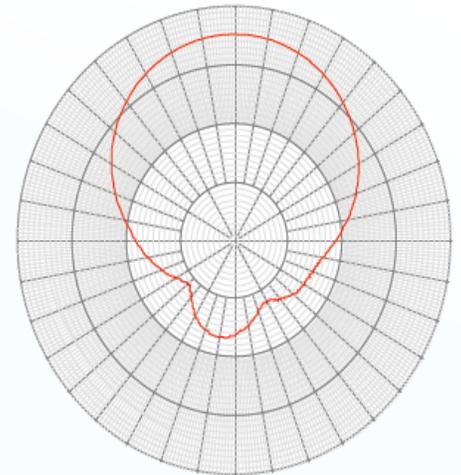
- Low profile
- Extremely low VSWR and axial ratio
- Weather and UV resistant radome
- Wide range of connector and cable options
- Left hand and right hand CP versions

APPLICATIONS

- Warehouse
- Distribution center
- Airports and hospitals
- Transit terminals
- Conveyor belt

SPECIFICATIONS

| | |
|--------------------------|---|
| Antenna Part Number | S9028PLC / S9028PCR |
| Frequency Range | 902 - 928 MHz |
| Gain | 9 dBiC |
| Maxium VSWR | 1.3:1 |
| 3 dB Beamwidth - Azimuth | 70° |
| Front to Back Ratio | 20 dB |
| Polarization | Circular Right or Left |
| Maxium Input Power | 10 Watts |
| Input Impedence | 50 Ohms |
| Axial Ratio | 1dB Typical |
| Weight (Kg) | 2.3 lbs (1.04) |
| Mechanical Size | 10.2" x 10.2" x 1.32" |
| Antenna Connection | Coax Pigtail, Rev TNC Male (others available) |
| Radome | High Strength PC |
| Mount Style | Threaded Stud |
| Temperature Operational | -25°C to +70°C |
| Lightning Protection | DC Grounded |
| Environmental Rating | IP 54 |



915 MHz

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Anexo B. Especificaciones del Lector *IMPINJ R420*

| | Speedway R420 | Speedway R220 |
|---------------------------------|--|--|
| Air Interface Protocol | EPCglobal UHF Class 1 Gen 2 / ISO 18000-6C | |
| Performance | JLO VI. Includes all possible performance configurations and functionality to deliver peak performance for even the most challenging of applications | Intended for less demanding applications. Does not support the maximum throughput available on R420 including Max Throughput FM0, Hybrid, Max Miller and Autoset Single Reader |
| Supported Geographies | Regions and <ul style="list-style-type: none"> • US, Canada, and other regions following US FCC Part 15 regulations • Europe and other regions following ETSI EN 302 208 v1.2.1 without LBT regulations • Australia, Brazil, China, India, Japan, Korea, New Zealand, Singapore, South Africa, Taiwan, Uruguay, Indonesia, UAE, Malaysia, Thailand | <ul style="list-style-type: none"> • US, Canada, and other regions following US FCC Part 15 regulations • Europe and other regions following ETSI EN 302 208 v1.2.1 without LBT regulations • Australia, China, India, New Zealand, South Africa, Taiwan, Uruguay, Brazil, Malaysia, Thailand |
| Antennas | 4 high performance, monostatic antenna ports optimized for Impinj reader antennas (RP TNC) | 2 high performance, monostatic antenna ports optimized for Impinj reader antennas (RP TNC) |
| Transmit Power | <ul style="list-style-type: none"> • +10.0 to +30.0 dBm (PoE) • +10.0 to +32.5 dBm¹ (external universal power supply) <p>Note 1: Speedway Revolution requires professional installation, may only be operated with Impinj-approved antennas, and can radiate no more than 36 dBm EIRP per FCC Part 15.247 regulations. Other regulatory regions have similar restrictions. Consult the Installation and Operations Guide to learn more.</p> | |
| Max Receive Sensitivity | -82 dBm | |
| Max Return Loss | 10 dB | |
| Application Interface | EPCglobal Low Level Reader Protocol (LLRP) v1.0.1 | |
| Network Connectivity | 10/100BASE-T auto-negotiate (full/half) with auto-sensing MDI/MDX for auto-crossover (RJ-45) | |
| Cellular Connectivity* | <ul style="list-style-type: none"> • Sierra Wireless AirLink PinPoint XT (CDMA or GSM connectivity with GPS data) • Sierra Wireless AirLink Raven XT (CDMA or GSM connectivity) <p>(* Available through Impinj-authorized partners)</p> | |
| IP Address Configuration | DHCP, Static, or Link local Addressing (LLA) with Multicast DNS (mDNS) | |
| Time Synchronization | Network Time Protocol (NTP) | |
| Management Interfaces | <ul style="list-style-type: none"> • Impinj Web Management UI • Impinj RShell Management Console using serial management console port, telnet or SSH • SNMPv2 MIBII • EPCglobal Reader Management v1.0.1 • Syslog | |

Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

| Reliable Firmware Upgrade | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dual image partitions enable smooth transition to new firmware while the reader is still operating ▪ Scalable upgrade mechanism enabling simultaneous scheduled upgrades of multiple reader ▪ USB Flash Drive ▪ Impinj Web Management UI | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---------|------|---------|-----|----------------|-----|--------|-----|-------------------------|-----|--------|-----|--|-----|------|-----|
| Management Console | <ul style="list-style-type: none"> • RS-232 using a standard Cisco-style management Cable (DB-9 to RJ-45) • Baud rate: 115200; Data: 8 bit; Parity: none; Stop: 1 bit; Flow control: none | | | | | | | | | | | | | | | | |
| USB | <ul style="list-style-type: none"> ▪ USB 1.1 Device (Type B) and Host (Type A) ports ▪ USB Virtual COM Serial Port and USB drive support for embedded applications | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GPIO | <ul style="list-style-type: none"> ▪ 4 inputs, optically isolated, 3–30V ▪ 4 outputs, optically isolated, 0– 30V, non-isolated 5V, 100 mA supply (DB-15) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Power Sources | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Power over Ethernet (PoE) IEEE 802.3af ▪ +24 VDC @ 800 mA via external universal power supply with locking connector— sold separately | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Power Consumption | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Idle</th> <th style="text-align: center;">Typical</th> <th style="text-align: center;">LDC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PoE at +30 dBm</td> <td style="text-align: center;">3 W</td> <td style="text-align: center;">11.5 W</td> <td style="text-align: center;">6 W</td> </tr> <tr> <td>Power Supply at +30 dBm</td> <td style="text-align: center;">3 W</td> <td style="text-align: center;">13.5 W</td> <td style="text-align: center;">6 W</td> </tr> <tr> <td>Power Supply at +32.5² dBm</td> <td style="text-align: center;">3 W</td> <td style="text-align: center;">15 W</td> <td style="text-align: center;">6 W</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-left: 20px;">Note 2: Maximum is 31.5 dBm for ETSI region readers</p> | | Idle | Typical | LDC | PoE at +30 dBm | 3 W | 11.5 W | 6 W | Power Supply at +30 dBm | 3 W | 13.5 W | 6 W | Power Supply at +32.5 ² dBm | 3 W | 15 W | 6 W |
| | Idle | Typical | LDC | | | | | | | | | | | | | | |
| PoE at +30 dBm | 3 W | 11.5 W | 6 W | | | | | | | | | | | | | | |
| Power Supply at +30 dBm | 3 W | 13.5 W | 6 W | | | | | | | | | | | | | | |
| Power Supply at +32.5 ² dBm | 3 W | 15 W | 6 W | | | | | | | | | | | | | | |
| Environmental Sealing | IEC IP52 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Shock and Vibration | Mil-Std-810G Certified | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operating Temperature | -20 °C to +50 °C | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Humidity | 5% to 95%, non-condensing | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dimensions (H x W x D) | 7.5 x 6.9 x 1.2 in (19 x 17.5 x 3 cm) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Weight | 1.5 lbs (0.68kg) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RoHS | Compliant to European Union directive 2002/95/EC | | | | | | | | | | | | | | | | |

Anexo C. Especificaciones *Embeddable RFID Wire Tag*

IN02 Embeddable RFID Wire Tag

| | |
|----------------------|-------------------------------|
| Dimensions: | 6" x 0.125" |
| Available Colors: | Blue, custom colors available |
| Water Resistance: | Excellent |
| Solvent Resistance: | Excellent |
| Abrasion Resistance: | Excellent |

| Test* | Temperatures and Duration | Results |
|---------------------|--|--|
| Maximum Temperature | Long-term at 10 hr: 320°F (160°C) | No effect on tag. Tag remained the same in appearance and RFID performance/function. There was no sign of peeling, tearing or destruction. The tag read normal after the tests. *Test is not limiting. |
| | Standard at 5 min: 360°F (182°C) | |
| | Short-term at 90 sec: 400°F (204°C) | |
| Minimum Temperature | -40°F (-40°C) | |
| Temperature Cycling | The tag was cycled to 400°F at equilibrium for five times. Between each cycle, it was air cooled to room temperature and read with an RFID reader. | |

| | |
|------------------|------------------------------|
| RFID Protocol: | UHF EPC Class 1 Generation 2 |
| Tag Type: | Passive Read/Write |
| Frequency Range: | 860 ~ 960 MHz (Global) |
| IC | Alien Higgs 3 - 480 Bits |
| | NXP - 512 Bits |
| | UPM Raflatac - 96 Bits |



Diseño de un Sistema de Control y Monitoreo de alumnos de un Preescolar por medio de RFID

Anexo D. Especificaciones *IMPINJ Speedway Antenna Hub*

| Speedway® Antenna Hub (IPJ-A6001-000) | |
|--|--|
| Dimensions | 4 x 2.4 x 1 in (102 x 61 x 24 mm) |
| Weight | 3.5 oz (100 g) |
| Power Supply | 5V provided by the GPIO Adapter |
| Power Consumption | 25mA (80mW) max |
| Connectors | RF Input: SMA Female 8 RF Outputs: SMA Female 1 Digital I/O: RJ45 |
| Mounting Options | Two 1/4 in mounting holes |
| Max. Input Power | 34 dBm |
| Insertion Loss | 1.3 dB (Max) |
| Isolation | 36 dB (Min) |
| Return Loss | 24 dBm (Min) |
| Antenna Hub Switching Speed | <200 µs based on hardware design |
| Device Switching Speed | ~25 ms based on Speedway Revolution firmware |
| Operating Temperature | -40 °C to +80 °C |
| Storage Temperature | 25 °C |
| Humidity | 5% to 95%, non-condensing |
| IP Rating | IP52 |
| Frequency | 860-960 MHz |
| Certifications | FCC, CE, RoHS |
| Cables | RF cable maximum length: depends on environment/region, typical 1/2 dB per meter signal loss Digital cable (Cat5) for control, maximum length: • 300 ft (100 m) if shielded • 100 ft (30 m) if unshielded |
| Configuration | Octane Rshell, Speedway Revolution WebUI |
| Antenna Port Numbering | 1-32 on Antenna Hubs 1, 9, 17, 25 on native reader ports |
| API | LLRP Tool Kit (LTK), Speedway Development Kit (SDK) |
| Test Software | MultiReader v 6.6.4 or later |
| GPIO Adapter (IPJ-A6051-000) | |
| Dimensions | 3.5 x 2.4 x 1 in (92 x 61 x 24 mm) |
| Weight | 2.8 oz (80 g) |
| Power Supply | 5V provided by the Speedway Revolution reader |
| Power Consumption | 5mA (20mW) max, nominal voltage is 3.3V I/O with 5V max |
| Connectors | • 1 GPIO Input: HD-15 • 4 Digital I/O: RJ45 |
| Mounting Options | Two 1/4 in mounting holes |
| Operating Temperature | -40 °C to +80 °C |
| Storage Temperature | 25 °C |
| Humidity | 5% to 95%, non-condensing |
| IP Rating | IP52 |
| Certifications | FCC, CE, RoHS |
| Cables | • HD-15: 1 ft cable for Speedway Revolution GPIO port included • Custom HD-15 can be manufactured up to 100ft (30 m) max |