

**SISTEMAS DE GESTIÓN DE BIBLIOTECAS CON LA TECNOLOGÍA DE
IDENTIFICACIÓN POR RADIO FRECUENCIA O RFID (RADIO
FREQUENCY IDENTIFICATION)**

JOHNATAN TORRES MONTOYA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.

2012



**SISTEMAS DE GESTIÓN DE BIBLIOTECAS CON LA TECNOLOGÍA DE
IDENTIFICACIÓN POR RADIO FRECUENCIA O RFID (RADIO
FREQUENCY IDENTIFICATION)**

JOHNATAN TORRES MONTOYA

04 01 517

Propuesta de tesis presentada como requisito para optar al título de
Ingeniero Industrial

Director:

Fabian Alfonso Gazabón Arrieta
Director Programa de Ingeniería Industrial

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.

2012

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

TABLA DE CONTENIDIO

	Pág.
GLOSARIO	9
RESUMEN.....	11
INTRODUCCION	13
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
2.1. Opciones	16
3. SISTEMAS DE IDENTIFICACION	18
3.1. Sistemas RFID	18
3.2. Código de Barras	20
3.3. RFID vs el Código de Barras.....	22
4. TECNOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA (RFID).....	26
4.1. Historia y desarrollo de la tecnología RFID	26
4.2. Funcionamiento de los sistemas RFID	30
4.2.1. Lector RFID.....	31
4.2.2. Antena RFID	32
4.2.3. Etiquetas RFID.....	33
4.2.4. Sistema de respaldo	37
4.3. Aplicaciones de los sistemas RFID	37
5. GESTIÓN DE BIBLIOTECAS	41
5.1. Ventajas de los sistemas RFID en las bibliotecas	41
5.2. Diagnóstico del estado de la biblioteca cliente	43
5.2.1. Atención de usuarios	44
5.2.2. Inventario y organización	45
5.3. Implementación del Sistema RFID	46

5.3.1. Etiquetas RFID.....	46
5.4. Gestión de bibliotecas	50
5.4.1. Vigilancia Electrónica	50
5.4.2. Préstamo asistido	51
5.4.3. Inventario	53
5.4.4. Organización de libros	54
5.4.5. Corrección de datos.....	55
5.4.6. Búsqueda de material bibliográfico extraviado	56
5.4.7. Auto-préstamo de libros.....	57
5.4.8. Reporte de consultas en sala	57
5.5. Inversión.....	58
6. CONCLUSIONES	61
7. ANEXOS.....	63
7.1. Anexo A.....	63
BIBLIOGRAFIA.....	76

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Comparación entre las tecnologías de códigos de barras y RFID	23
Tabla 2. Comparación de las frecuencias HF y UHF	47
Tabla 3. Comparativo de los códigos de barras y las etiquetas de frecuencias HF, UHF	48
Tabla 4. Inversión general para la implementación de un sistema RFID en la biblioteca cliente	60

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de las etiquetas RFID según sus características	34
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Código EAN-13.....	21
Figura 2. Estructura de un código de barras EAN/UPC 1. INTRODUCCION	22
Figura 3. Esquema general de un sistema RFID	30
Figura 4. Antena RFID UHF Invengo	33
Figura 5. Portal RFID UHF.....	51
Figura 6. Dispositivo móvil RFID UHF	53
Figura 7. Ejemplo de funcionamiento de un dispositivo móvil RFID para organizar las estanterías.....	55

GLOSARIO

ANTENA: Elemento que permite energizar a uno o varios tags RFID (etiquetas RFID) para que estos puedan enviar y recibir datos.

CAMPO (RANGO) DE LECTURA: área en la cual una etiqueta RFID puede ser energizada por ondas electromagnéticas para enviar y recibir información.

CATALOGACIÓN: es el registro ordenado del material bibliográfico que se adiciona a una biblioteca.

EPC: sigla de Electronic Product Code (código electrónico de producto).

ESCRITURA (PROGRAMACIÓN): proceso mediante el cual se almacenan datos en una etiqueta RFID.

HF: sigla de High Frequency, frecuencia alta.

LECTURA: conversión de la información almacenada en una etiqueta RFID en bits de información que son almacenados o usados en un computador.

RADIO FRECUENCIA: frecuencia dentro del espectro electromagnético asociada con la

READER (LECTOR): unidad que permite la lectura y programación de datos en la etiqueta.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA: cada uno de los materiales catalogados en la biblioteca, como libros, cd's, videos, revistas, etc.

RFID: sigla en inglés de Radio Frequency Identification, identificación por radio frecuencia.

UBICACIÓN TOPOGRÁFICA: es la posición física en la que debe estar ubicada una referencia bibliográfica en la biblioteca, es secuencial.

UHF: sigla de Ultra High Frequency, frecuencia ultra alta.

RESUMEN

La tecnología RFID ofrece soluciones escalables, integrales y económicamente viables a los diferentes problemas que sufren las bibliotecas, porque ofrece diferentes módulos con aplicaciones específicas como: control de personal, vigilancia electrónica de libros, inventario y auto-préstamo. Éste es un sistema cuyos dispositivos, por su pequeño tamaño y bajo costo, pueden ser fácilmente añadidos a los diferentes elementos de la biblioteca (libros, computadores, videobeam, etc.), de la misma forma en que puede usar formatos de carnets para identificación del personal.

En la mayoría de bibliotecas se realiza el registro manual de las personas que asisten y solicitan el préstamo de libros, videos o inclusive de los computadores disponibles para tal función. Igualmente, el inventario de libros y otros elementos se realiza manualmente, reflejando de esta forma que los métodos utilizados hoy en día no son efectivos ni confiables porque introducen una alta probabilidad de error humano.

Siendo evidente el problema que presenta la biblioteca objeto de estudio, basados en la iniciativa de mejora continua de la misma y con la ventaja de tener el avance tecnológico al alcance, el presente proyecto busca concientizar a la universidad de la necesidad de adquirir un sistema RFID para la gestión de su biblioteca, a partir de datos reales obtenidos gracias al estudio, diseño, estructuración e implementación de un sistema que automatiza la gestión bibliotecaria. Para tal fin, se emplearon los diferentes elementos componentes del sistema como lectores RFID, antenas, etiquetas de diferentes formatos, equipos y herrajes a los que tienen que integrarse, así como el software y hardware requeridos por el sistema.

Un sistema unificado que permite controlar el personal, realizar la vigilancia electrónica de libros, el inventario y el autopréstamo, contribuye al mejoramiento continuo del servicio de la biblioteca, llevándola a realizar procesos más eficientes, posicionándola de una manera competitiva y ubicándola a la vanguardia de la tecnología.

INTRODUCCION

Actualmente, en nuestra sociedad, identificar, controlar y hacerle seguimiento a ciertos productos, son actividades claves en sectores en donde, con el tiempo, se tiende a automatizar tareas. La automatización de procesos soluciona ciertos problemas de la industria, permite la reducción de tiempos en labores operativas y brinda seguridad en el control tanto del personal como de los activos de una institución, entre otros. Por tal razón, se han desarrollado, a través de la investigación, sistemas electrónicos que responden a esas necesidades. Un claro ejemplo, es la disminución del tamaño de los circuitos electrónicos a niveles micro, la cual ha permitido el avance exponencial de la tecnología.

Cuando se trata de información digitalizada a través de redes, uno de los sectores que siempre ha estado al frente de dichos cambios son las bibliotecas. Hace más de 30 años, las etiquetas de código de barras dieron un gran avance en sistemas de identificación, aunque actualmente tienen varios impedimentos como la información que son capaces de brindar con respecto a su capacidad, la necesidad de línea de vista directa para su lectura y el hecho de no ser reutilizables.

Hoy en día, una de las principales tecnologías que impulsan la automatización que se ha mencionado, es la identificación por radiofrecuencia o RFID (siglas de Radio Frequency IDentification). El término RFID se utiliza para denominar un método cuyo propósito es el acceso remoto a datos, el transporte y la identificación de los mismos, los cuales se encuentran almacenados en etiquetas integradas a una antena encargada de energizarlas cuando se encuentran dentro del campo de acción del sistema.

De alguna forma, una etiqueta RFID es similar a un código de barras aunque tiene ventajas importantes sobre ellos. La particularidad del RFID radica en el hecho de que cuando la antena mencionada anteriormente capta un campo de radiofrecuencia emitida por un lector RFID, se realiza el intercambio de los datos almacenados sin un contacto físico directo y sin variar la posición para encararse con el lector.

Adicionalmente, dichos dispositivos pueden ser adaptados de acuerdo a la necesidad del entorno, lo que les permite ser aplicados a diversos sectores como: textil, manufacturero y de servicio. En relación con el área de bibliotecas, este sistema de identificación por radiofrecuencia está siendo utilizado desde 1999, cuando se aplicó en la Farmington Community Library, en Michigan, y a partir de esta fecha son varias las bibliotecas que lo han implementado en el mundo. En Colombia muchas universidades y centros de estudio están evaluando su implementación: el Sena, la Universidad de la Sabana y el Tecnológico Comfenalco.

A lo largo de este documento se hará una breve presentación de esta tecnología comparándola con el sistema de código de barras, describiendo tanto su funcionamiento como sus componentes y citando algunas de sus aplicaciones actuales, especialmente en el área de las bibliotecas. Por último, se citará un caso concreto de implementación del sistema de identificación RFID en una biblioteca y se mostrará sus consecuentes ventajas y beneficios.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La gestión de bibliotecas, en lo que se refiere a control de inventarios, transacciones realizadas en el área de circulación, búsquedas de material y controles estadísticos, se está realizando actualmente, en la mayoría de los casos, con códigos de barras.

Según información suministrada por Dora Lilia Sepúlveda, directora de la biblioteca de la Universidad Tecnológica de Cartagena, el proceso de manejo de inventarios se realiza fuera de los periodos habituales de estudio, una vez, al finalizar cada año, dada la necesidad de mover el material bibliográfico. El tiempo de duración del inventario, realizado de manera simultánea en las dos sedes de la biblioteca, es de entre una y 2 semanas aproximadamente y se hace uso de todo el personal con el que disponen. Finalizando este proceso, se realizan las estadísticas de pérdidas de los diversos recursos como libros, cd's y videos. Los informes con respecto a la seguridad son entregados máximo 6 meses luego de realizar el inventario. Por otro lado, el tiempo de transacción se realiza de manera individual por medio de un encargado de controlar la entrega y devolución de los elementos, es decir, el préstamo se realiza para cada sede con la ayuda de personal autorizado.

De manera periódica se realizan compras para renovar y aumentar la documentación presente en la biblioteca de la universidad. El proyecto de expansión de la biblioteca tiene planeado realizar una ampliación en la primera sede para que se encuentren clasificados los cursos de pregrado y en la segunda sede los cursos de posgrado, razón por la que el sistema de la biblioteca requerirá una mayor gestión por parte del personal que la opera.

Debido a que la mayor parte de los procesos se realiza manualmente, muchos datos estadísticos de uso de la biblioteca no son confiables. Por ejemplo, los datos de consulta en sala se realizan teniendo en cuenta los libros que dejan los estudiantes en las mesas y que, posteriormente, son catalogados y contados por el personal de biblioteca que los retorna nuevamente a su lugar de origen. En muchas ocasiones, este proceso manual no se realiza a conciencia porque ha acabado la jornada laboral o porque simplemente no se lleva un control sobre el mismo, haciendo que los datos no sean representativos. En otras oportunidades, los estudiantes, con el fin de mantener control sobre determinadas referencias bibliográficas, las ubican en otro lugar, razón por la cual otro estudiante que las solicita no las puede encontrar, perjudicando de esta forma la consecución de la información.

En este proyecto se darán a conocer los datos específicos de la implementación de un sistema RFID, realizada en una biblioteca de mayor tamaño, pero que cuenta con los mismos problemas de la Universidad Tecnológica de Bolívar. De esta forma, al conocer los resultados en la biblioteca objeto de estudio, se podrá observar en contraste, las ventajas que ofrece este sistema a la Universidad.

2.1. Opciones

- Realizar la implementación de un sistema RFID para gestión de bibliotecas que permita automatizar procesos que se realizan actualmente y disponer eficientemente de los recursos de la biblioteca, ofreciendo un mejor servicio, obteniendo datos confiables, minimizando el error humano y ahorrando tiempo de mano de obra que redundaría en un ahorro para la Universidad.

- Observar en contraste las ventajas que ofrece la tecnología RFID al tener datos reales de su implementación en una biblioteca de características similares a las de la Universidad Tecnológica de Bolívar.

3. SISTEMAS DE IDENTIFICACION

Los sistemas de identificación se utilizan para minimizar el error, disminuir tiempos y realizar procesos de identificación más efectivos, entre estos sistemas se encuentran: el código de barras, biometría, reconocimiento de voz, tarjetas inteligentes, RFID entre otros.

3.1. Sistemas RFID

RFID son las siglas en inglés correspondientes a Radio Frequency Identification, la tecnología que desarrolla un proceso automático de identificación por radiofrecuencia, es decir, que a través de las ondas de radio se transporta la información. Su objetivo es almacenar datos, transportarlos, posteriormente identificarlos, leerlos y rastrearlos sin la necesidad de un contacto o línea de visión directa entre el transmisor y el receptor (Chachra, 2003; Maturana, 2006; Gómez-Gómez *et al.*, 2007; Martínez Olmo & Pérez-Montes Salmerón, 2008; Portillo *et al.*, 2008), requisito indispensable para otras tecnologías como la lectura láser de código de barras (Jedrusik *et al.*, 2005; Libera Networks, 2010).

Un sistema *RFID* se compone de un **lector**, que a su vez es un transmisor/receptor y codificador, que escribe datos en los dispositivos y que al entrar en contacto no directo con la etiqueta es capaz de leer la información contenida (Maturana, 2006) y una **etiqueta** situada en el objeto que se quiere identificar, capaz de transportar los datos que identifican el objeto. Ambos dispositivos tienen una antena incorporada para comunicarse entre sí (Chachra,

2003; Finkenzeller, 2003; Gómez-Gómez *et al.*, 2007 y Martínez Olmo & Pérez-Montes Salmerón, 2008).

El funcionamiento de comunicación simple. El lector genera un campo de radiofrecuencia o campo electromagnético, adecuado para la transmisión de datos de modo inalámbrico (Maturana, 2006). Éste campo genera una corriente eléctrica que es captada por el dispositivo que se encuentra en la etiqueta. Dicha señal es rectificadora y de esta manera se alimenta el circuito.

Cuando el lector está actuando como transmisor y codificador, la etiqueta recibe datos y los graba en su microchip para su almacenamiento, pero cuando el lector está actuando como receptor, lee y decodifica los datos que encuentra almacenados en esa misma etiqueta. Los datos leídos se decodifican y se pasan a un ordenador o dispositivo útil para su procesamiento (Gómez-Gómez *et al.*, 2007 y Martínez Olmo & Pérez-Montes Salmerón, 2008).

Finalmente, la comunicación entre el lector y la etiqueta se realiza a una frecuencia determinada o con armónicos de esa frecuencia, según el tipo de etiqueta usada en cada aplicación (Gómez-Gómez *et al.*, 2007).

Los sistemas RFID están entre los sistemas de identificación más confiables y avanzados hasta la fecha. Objetos, animales o personas se pueden identificar con etiquetas RFID, las cuales almacenan la información que se les asigne. Por tal razón y, debido a las numerosas ventajas de dichos sistemas en comparación con otros sistemas de identificación, los sistemas RFID están comenzando ahora la conquista de nuevos mercados de consumo masivo.

3.2. Código de Barras

La tecnología de código de barras ha tenido un crecimiento exitoso en los últimos 20 años, convirtiéndose en el sistema de identificación de objetos más utilizado hasta ahora (Maturana, 2006) y transformado la manera de hacer negocios. Desde su creación en 1949 (Herreros, 2002 y Jedrusik *et al.*, 2005), ha alcanzado un alto grado de madurez y de penetración en el mercado (Portillo *et al.*, 2008), facilitando tareas como el levantamiento de inventarios, el registro de mercancías y, por lo tanto, mejorando el servicio de atención al cliente.

El código de barras es un código binario basado en la representación de información a través de un campo de barras (o líneas de diferente grosor) y espacios, dispuestos en una configuración vertical paralela de acuerdo a un patrón predeterminado (Finkenzeller, 2003; Portillo *et al.*, 2008), los cuales codifican la información contenida (Pelegri Santamaría, 2007). Su secuencia, compuesta por barras anchas, barras angostas y espacios, se puede interpretar numérica y alfanuméricamente (Finkenzeller, 2003).

Éste sistema representa un método simple y fácil para la codificación de información que puede ser leída por dispositivos ópticos (Pelegri Santamaría, 2007). Debido a la reflexión de un rayo láser desde las barras negras y los espacios en blanco, los códigos de barras transmiten datos a un ordenador (Finkenzeller, 2003 y Portillo *et al.*, 2008) que, mediante un software determinado, traduce esa información para nuestro entendimiento (Pelegri Santamaría, 2007). La lectura del código es bidireccional, es decir que no importa la dirección en la que se lea, siempre se obtendrán los mismos datos (GS1, 2006).

En 1973 se creó en Estados Unidos el Universal Product Code (U.P.C), administrado por la UCC (Uniform Code Council), (Pelegri Santamaría, 2007) un código de 12 dígitos que se convertiría en el estándar de identificación más usado en ese país y en Canadá (GS1, 2006). Sin embargo, para satisfacer la demanda de códigos la organización EAN (European Article Numbering) realizó una modificación a la estructura del UPC, para incluir un decimotercer dígito. Hoy en día, ambos códigos son compatibles entre sí, porque la estructura de los códigos UPC se ha convertido en un subconjunto dentro de la numeración EAN. Los códigos de barra EAN/UPC son, por tanto, la simbología más usada en el mundo debido a que se usan en todo tipo de mercancías (Figura 1) (Virnich y Posten, 1992, Pelegri Santamaría, 2007).

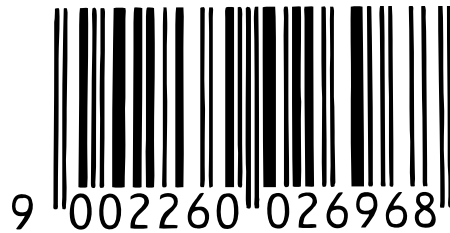


Figura 1. Código EAN-13. Modificado de Pelegri Santamaría, 2007.

El código EAN, en su forma general, se compone de 13 dígitos distribuidos en cuatro campos principales (Figura 2):

- Prefijo del país: No necesariamente es el fabricante del producto sino el país que otorga el código de barras. Para el caso de Colombia, el prefijo es 770.
- Código de la empresa: No identifica al fabricante del producto sino al propietario de la marca.

- Número del producto: Identifica determinado producto.
- Dígito de control (DC): Garantiza que la lectura realizada en el código sea correcta y se calcula con una fórmula determinada.

Prefijo del país			Código de la empresa					Número del producto				DC
7	7	0	2	1	0	9	9	9	9	8	0	

Figura 2. Estructura de un código de barras EAN/UPC. Modificado de Virnich y Posten, 1992, Pelegri Santamaría, 2007.

3.3. RFID vs el Código de Barras

RFID es una tecnología de identificación que hace, más o menos, el mismo trabajo que los códigos de barras, aunque presenta sustanciales ventajas y ofrece mucho más potencial (Lindquist, 2003, Gómez-Gómez *et al.*, 2007). El gran auge que ha logrado la tecnología RFID supera muchas de las limitaciones que presenta el código de barras, sistema de identificación de objetos más utilizado hasta ahora (Maturana, 2006).

Las atribuciones claves a ser consideradas cuando se compara RFID con el código de barras giran en torno de la capacidad de legibilidad, la rapidez en la lectura, la durabilidad de la etiqueta, la cantidad de información, la flexibilidad de la información, los costos de la tecnología y los estándares (Tabla 1).

Tabla 1. Comparación entre las tecnologías de códigos de barras y RFID

Características	Código de barras	RFID	Fuente*
Cantidad promedio de datos	1 – 100 bytes	1 – 64 Kbytes	2
Capacidad de almacenamiento de datos	Restringida. Sólo puede contener un código y, en algunos casos, un precio o cantidad	Amplia. Pueden almacenar información adicional sobre un producto, como un resumen o datos relacionados con su ubicación y uso	5 y 6
Identificación de productos	Un tipo de producto	Un producto en particular o lotes de productos. Permite ubicar fácilmente un ejemplar en la estantería o realizar devoluciones automatizadas	5
Posibilidad de cambiar la información de la etiqueta (re-escribir)	Ninguna. Se puede escribir sólo una vez	Se puede escribir todas las veces que haga falta.	3, 5,6 y 7
Riesgo de copia o duplicación no autorizada	Alto. Con una simple fotocopia se puede reproducir	Nulo. No se puede copiar una etiqueta. Se evitan falsificaciones y se garantiza autenticidad	2, 4 y 5
Contacto visual y visión directa para ser leída por el lector	Necesaria	No necesaria. La lectura se puede hacer a una distancia superior	1, 3, 5,6 y 7
Lectura en ambientes hostiles (Polvo, pintura, niebla)	Imposible	Posible	2, 6 y 7
Velocidad de lectura, incluyendo el manejo de soporte de datos	1 a 4 segundos	0.5 - 0.10 segundos	2
Lectura múltiple de elementos identificados	Imposible. Tienen que ser leídos en secuencia	Permitida. Se puede leer múltiples etiquetas simultáneamente	1, 3, y 5

Continuación Tabla 1

Características	Código de barras	RFID	Fuente*
Duración o vida útil de la etiqueta	3 años aproximadamente.	10 años aproximadamente.	--
Desgaste o degradación de las etiquetas	Posible. Frecuente	Sin influencia	2
Legibilidad para las personas	Posible. Se podría descifrar visualmente, leyendo los números impresos	Imposible. Nadie podría descifrar una etiqueta	2 y 1
Costo para la lectura electrónica	Bajo	Medio	--

* Tomado de (1) Herreros, 2002, (2) Finkenzeller, 2003, (3) Chachra, 2003, (4) Lindquist, 2003, (5) Maturana, 2006, (6) Gómez-Gómez *et al.*, 2007 y (7) Martínez Olmo & Pérez-Montes Salmerón, 2008.

Una migración hacia RFID involucra un conjunto de consideraciones, siendo una de las principales si el código de barras debe ser complementario o si será reemplazado definitivamente. En la actualidad, muchos autores creen que RFID podría ser la tecnología que a mediano plazo sustituya a los códigos de barra, especialmente en las bibliotecas (Chachra, 2003 y Lindquist, 2003). Sin embargo, otros autores creen que no se debe considerar como un sustituto de ellos, al menos en el corto plazo, sino que apuestan al trabajo en conjunto entre la tecnología RFID y los códigos de barras (Herreros, 2002, Wu *et al.*, 2006, Gómez-Gómez *et al.*, 2007 y Martínez Olmo & Pérez-Montes Salmerón, 2008).

La implementación de un sistema de gestión de bibliotecas a través de la tecnología RFID permite resolver totalmente los diferentes problemas que presentan los códigos de barras, debido a que la información está contenida internamente en la etiqueta RFID. Sin embargo, acoplar las dos tecnologías haría que una transición de ese tipo generara menos traumatismos en cuanto al manejo y le ofrecería versatilidad al nuevo sistema a implementar.

4. TECNOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA (RFID)

4.1. Historia y desarrollo de la tecnología RFID

Es complicado establecer un punto de partida claro para la tecnología RFID. La historia de la RFID aparece entrelazada con la del desarrollo de otras tecnologías de comunicaciones a la largo del siglo XX: ordenadores, tecnologías de la información, teléfonos móviles, redes inalámbricas, comunicaciones por satélite, GPS, etc (Portillo *et al.*, 2008).

RFID no es una tecnología nueva, se tiene antecedentes de su uso desde la década del 20 (Maturana, 2006 y Portillo *et al.*, 2008). En la década de 1930, tanto el Ejército como la Armada de Estados Unidos se enfrentaron al reto de la adecuada identificación de objetivos sobre el terreno, en el mar y en el aire (Manish & Shahram, 2005). Entre 1937 y 1940 comienza la historia documentada cuando la tecnología RFID se desarrolló como un sistema para la identificación de los aviones aliados y enemigos durante la Segunda Guerra Mundial, porque el uso del radar permitía la detección de aviones a kilómetros de distancia, pero no su identificación. Dicho sistema se convirtió en el primer dispositivo de RFID pasivo (Manish & Shahram, 2005, Maturana, 2006 y Portillo *et al.*, 2008).

En octubre de 1948, Harry Stockman publicó el artículo titulado “Communications by Means of Reflected Power”, que se puede considerar como la investigación más cercana al nacimiento de la RFID (Portillo *et al.*, 2008).

A partir de ese momento, el desarrollo de la tecnología RFID ha sido lento pero constante (Portillo *et al.*, 2008). En la década de los 50 continuó el avance de los

sistemas de radar, convirtió en la base de los sistemas mundiales de control de tráfico aéreo. Los primeros usos de identificación por radio se limitaron en general a militares, laboratorios de investigación y grandes empresas comerciales, debido al alto costo y gran tamaño de los componentes (Manish & Shahram, 2005 y Maturana, 2006,) Las empresas de ventas al detal comenzaron a trabajar con sistemas antirrobo que, usando ondas de radio, detectaban si un objeto había sido pagado o no a la salida de las tiendas (Maturana, 2006). Por otro lado, se inició la creación de sistemas seguros para aplicación en minas de carbón, explotaciones petrolíferas e instalaciones nucleares (Portillo *et al.*, 2008).

En los años 60 se continuó con el trabajo científico para identificación remota de objetos (Maturana, 2006), se profundizó en el desarrollo de la teoría electromagnética y aparecieron las primeras pruebas de campo la activación remota de dispositivos con batería o los sistemas de identificación interrogación-respuesta. La actividad comercial también comenzó en esta época con la fundación de Sensormatic y Checkpoint Systems, que junto con otras compañías, comenzaron a desarrollar la vigilancia electrónica de artículos (EAS) (Electronic Article Surveillance), un equipo de vigilancia electrónica anti-intrusión, usado en los grandes almacenes de ropa (Baeta, 2009) y en los libros en las bibliotecas, considerado este momento como el prelude de la explosión de esta tecnología (Manish & Shahram, 2005, Portillo *et al.*, 2008).

En Estados Unidos, desarrolladores, inventores, fabricantes, centros de investigación, empresas, instituciones académicas y administración (Portillo *et al.*, 2008) continuaban trabajando sobre esta tecnología en los años 70. Industrias como la manufactura, la ganadería y el transporte inician proyectos de investigación. Se montaron sistemas para automatización industrial mediante el manejo de puertas en las centrales nucleares, que se abrían al paso de los camiones equipados con una antena. En cuanto a la identificación de los

animales, en el campo de la ganadería, se desarrolló un sistema para el control del ganado al momento de la vacunación, gracias a la inserción subdérmica de una etiqueta RFID pasiva con la que podía diferenciar los animales que habían sido vacunados y los que no (Manish & Shahram, 2005 y Maturana, 2006). Pero, a pesar de esas aplicaciones, la tecnología se siguió utilizando de modo restringido y controlado (Portillo *et al.*, 2008).

En 1973 se solicitaron en Estados Unidos las primeras patentes para dispositivos RFID. Primero, Mario W. Cardullo presentó una etiqueta RFID activa que portaba una memoria reescribible. El mismo año, Charles Walton recibió la patente para un sistema RFID pasivo que abría las puertas sin necesidad de llaves (Maturana, 2006).

En 1978 ya se había desarrollado una etiqueta pasiva de microondas. A finales de esta las tecnologías de la información y las comunicaciones estaban empezando a dar sus frutos con la aparición del PC (Portillo *et al.*, 2008).

La década de los 80 fue la más completa en lo que se refiere a la implementación de la tecnología RFID, la cual era mucho más sofisticada. Los principales intereses en Estados Unidos estuvieron orientados al transporte, especialmente a la identificación de vagones de ferrocarril y al acceso de personal, mientras que en Europa se aplicó para el seguimiento de los animales de granja. Aparecieron los primeros peajes electrónicos. La primera aplicación para aduanas se realizó en 1987, en Noruega, y en 1989 en Dallas. Los sistemas de RFID también se utilizaron en los estudios de vida silvestre para etiquetar y rastrear especies exóticas o en peligro de extinción tales como el pescado con un efecto mínimo en sus hábitats naturales (Manish & Shahram, 2005, Portillo *et al.*, 2008).

En los 90 se tomó conciencia de las enormes posibilidades que podía brindar la explotación de RFID a nivel mundial. La tecnología se popularizó y se implementó comercialmente en Italia, Francia, España, Portugal, Noruega. En Estados Unidos (Dallas, Nueva York y Nueva Jersey) se siguió profundizando en la gestión de autopistas y la mejora de los peajes automáticos. Varias agencias de peaje regionales se unieron bajo el nombre de Grupo Interagencial de E-ZPass (IAG) y desarrollaron un nivel regional compatible con el sistema de cobro electrónico de peaje, ofreciendo una forma más sofisticada de control de acceso que incluía un mecanismo de pago (Manish & Shahram, 2005, Portillo *et al.*, 2008). En 1999, un consorcio de empresas fundó el Auto-ID Center en el MIT (Portillo *et al.*, 2008) y ese mismo año se aplicó este sistema en la Farmington Community Library, en Michigan (Martínez Olmo & Pérez-Montes Salmerón, 2008).

En 2002 empezó a despuntar la tecnología NFC (Near Field Communication), la cual mejora las prestaciones de RFID gracias a que incluye, en un único dispositivo, un emisor y un receptor RFID y que puede insertarse en un dispositivo móvil, aportando a éste nuevas funcionalidades para un gran número de aplicaciones (Portillo *et al.*, 2008). En 2003 el centro AutoID se convirtió en EPCglobal, creadora de estándares adoptados por Walmart y el Departamento de Defensa (DoD) estadounidense, quienes marcaron un hito en la historia al decidir adherirse a la tecnología RFID. Posteriormente, hicieron lo mismo empresas como Target, Procter & Gamble y Gillette (Portillo *et al.*, 2008 y Libera Networks, 2010).

Por el momento y viendo la forma en la que la tecnología RFID ha evolucionado, es posible que siga creciendo el interés en sus aplicaciones y que su uso se extienda en sectores que van de lo doméstico hasta la seguridad nacional, como sucede actualmente con el pasaporte expedido en Estados Unidos el cual lleva asociado etiquetas RFID (Maturana, 2006).

4.2. Funcionamiento de los sistemas RFID

En términos generales y, tal como se ha explicado a lo largo del documento, los sistemas RFID son métodos de almacenamiento y recuperación de datos de forma remota, utilizando señales de radiofrecuencia. Permiten la identificación de objetos, animales o personas sin necesidad de contacto ni de línea de vista directa. Sus principales componentes son (Figura 3):

- Lector RFID, dispositivo (transmisor/receptor + codificador) que permite la lectura y programación de datos en la etiqueta.
- Antena, encargada de enviar y recibir la señal de la etiqueta
- Etiqueta RFID, situada en el objeto que se quiere identificar.
- Sistema de respaldo, es el encargado de almacenar la información y de tomar las decisiones lógicas con base en las lecturas realizadas.

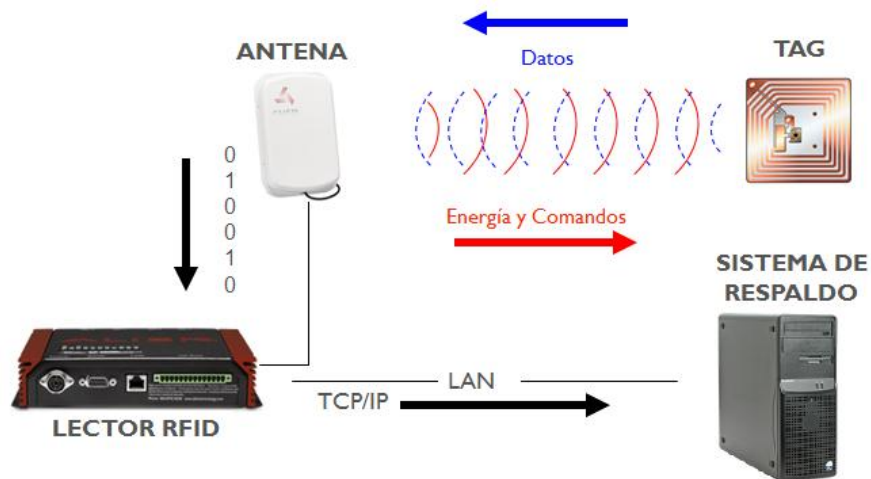


Figura 3. Esquema general de un sistema RFID

4.2.1. Lector RFID

El lector RFID es básicamente el vínculo entre las etiquetas RFID y el ordenador del sistema (Chachra, 2003), es decir, es el mecanismo encargado de transmitir la energía suficiente a la etiqueta (Portillo *et al.*, 2008) y de recibir (o grabar) los datos contenidos que ésta le envíe mientras se encuentre en su rango de acción (campo de lectura) (Manish & Shahram, 2005 y Gómez-Gómez *et al.*, 2007). Un lector debe ser capaz de acondicionar la señal que recibe, detectar y corregir los errores, de manera que deben trabajar a más de una frecuencia, para ser realmente funcionales (lectores ágiles) (Gómez-Gómez *et al.*, 2007).

Los lectores RFID permiten la conexión de una o más antenas, están equipados con un módulo de radiofrecuencia (transmisor / receptor) y con interfaces estándar de comunicación que permiten enviar los datos recibidos de la etiqueta a un subsistema de procesamiento de datos, como un ordenador personal o una base de datos. De esta forma, los datos obtenidos con el lector pueden procesarse para usarlos de manera oportuna (Finkenzeller, 2003; Manish & Shahram, 2005; Gómez-Gómez *et al.*, 2007 y Portillo *et al.*, 2008).

Algunos lectores llevan integrado un programador que añade a su capacidad de lectura, la habilidad para escribir información en las etiquetas. Los lectores pueden actuar de forma continua, periódica y puntual (Portillo *et al.*, 2008) y pueden enviar información en dos direcciones: leyendo información de una etiqueta y enviándola a un ordenador (modo de lectura) o leyendo información del ordenador y enviándola a una etiqueta de RFID (modo de escritura) (Chachra, 2003).

Cuando los lectores graban datos en una etiqueta RFID, pueden hacerlo de forma permanente o temporal. De igual forma, pueden restringir el acceso a la información al colocar una contraseña de lectura, evitando que otro lector intente acceder a los datos de la etiqueta, a menos que envíe la contraseña correcta.

4.2.2. Antena RFID

Una antena RFID es el canal de comunicación entre las etiquetas y el lector (Chachra, 2003 y Manish & Shahram, 2005). A través de ellas, los lectores RFID crean un campo electromagnético que energiza o activa las etiquetas de forma que las antenas puedan “escucharlas”. Después de que una etiqueta se activa, puede enviar o recibir información del lector (Chachra, 2003 y Portillo *et al.*, 2008).

Las antenas RFID se ensamblan generalmente en la misma superficie de la etiqueta, empaquetándose todo como una sola unidad. El tamaño y la forma de la antena determinan las dimensiones de embalaje de la etiqueta. Por otro lado, el diseño de la antena y su ubicación en la etiqueta, juegan un papel importante en la determinación de la zona de cobertura, el alcance y la precisión de la comunicación (Manish & Shahram, 2005), aspectos indispensables para un funcionamiento efectivo.

La Figura 4 muestra el diseño de una antena RFID.



Figura 4. Antena RFID UHF Invengo

4.2.3. Etiquetas RFID

Las etiquetas RFID son los dispositivos que contienen la información asociada al objeto que las acompaña y que la transmiten cuando el lector la solicita. Son flexibles, finas como el papel, con un tamaño variable, desde pocos milímetros hasta varios centímetros y compuestas principalmente por un microchip electrónico y una antena (Chachra, 2003; Finkenzeller, 2003; Gómez-Gómez *et al.*, 2007 y Portillo *et al.*, 2008,). Algunos de los elementos que componen el microchip son circuitos (análogo y digital), microprocesador (Manish & Shahram, 2005) y memoria de almacenamiento de datos (RAM, ROM). Por su parte, la antena incorporada capaz de transmitir los datos almacenados en el microchip puede ser un elemento inductivo (bobina) o un dipolo (Portillo *et al.*, 2008).

Los parámetros que caracterizan las etiquetas RFID y comprenden las bases para diseñar sus especificaciones son: el modo de alimentación, la capacidad y tipo de datos almacenados, la velocidad de lectura de datos, las opciones de programación y la forma física (Portillo *et al.*, 2008). El Cuadro 1 resume la forma en la que se pueden clasificar las etiquetas RFID siguiendo esas características.

Cuadro 1. Clasificación de las etiquetas RFID según sus características.

Parámetro	Tipo	Características	Fuente*
MODO DE ALIMENTACIÓN Modo en que obtiene su potencia para el envío de la información	Activas	Recogen energía del lector y se alimentan de una batería	1, 2, 3, 4 y 5
		Emiten constantemente una señal de frecuencia de radio	2 y 3
		Funcionan en un intervalo de temperaturas desde -50°C hasta 70°C	4
		Tiempo de vida de 10 años aproximadamente	2 y 4
		Típicamente son dispositivos de lectura/escritura	4
		Radio de cobertura mayor (hasta 100 m), más precisión, mejor inmunidad al ruido y tasas de transmisión más altas	1, 2, 4 y 5
		Más costosas	1, 3 y 4
		Mayor capacidad de almacenamiento de datos (memoria de hasta 128 Kbytes)	2 y 3
		Tamaño promedio como el de una moneda	2 y 3
		Mejor funcionamiento en procesos dinámicos donde el movimiento de los productos etiquetados es variable	3
	Pasivas	Funcionan sin una batería interna (obtienen la potencia del campo generado por el lector)	1, 2, 3, 4 y 5
		Tienen un tamaño muy reducido, son mucho más ligeras, pequeñas, flexibles y finas	2, 3 y 4
		Más económicas que las activas	1, 2, 3 y 4
		Tiene radios de cobertura menores y distancias de lectura que varían entre 10 mm hasta cerca de 10 m.	2 y 4
		No funcionan muy bien en ambientes con interferencias electromagnéticas	4
		Tiempo de vida casi ilimitado	4
		Menor cobertura y capacidad de almacenamiento (Memoria de 128 bytes)	1, 3 y 4
		Sólo funcionan en el rango de alcance del lector	3
		Más apropiadas en procesos en las que el movimiento de los productos es constante y controlado	3
	Semi-pasivas	Incorporan una pequeña batería, sólo para apoyar el envío de la información	1 y 2
		No necesitan de una antena para recoger potencia de una señal entrante	2
		Responden más rápidamente, por lo que son más potentes en la cobertura de lectura que las etiquetas pasivas	2
		Tienen un rango de lectura medio (de hasta 15 metros)	--

Continuación Cuadro 1

Parámetro	Tipo	Características	Fuente*
TIPO	Identificadores	Almacena una cadena numérica o alfanumérica	4
	Ficheros de datos	Permiten almacenamiento de información organizada	4
MEMORIA	1 bit	Principal área de aplicación es en el campo de los dispositivos antirrobo	1 y 4
	Hasta 128 bits	Suelen portar un número de serie o de identificación	4
	Hasta 512 bits	Programables siempre por el usuario. Ideales para alojar identificadores y otros datos específicos (números de serie, contenido de paquetes, instrucciones de procesos o resultados)	4
	64 Kilobits	Portadoras de ficheros de datos	4 y 5
VELOCIDAD DE LECTURA DE DATOS	Baja frecuencia	LF <135KHz	2, 4 y 5
	Alta frecuencia	HF 13.56 MHz	2 y 5
	Ultra alta frecuencia	UHF 860 – 960 MHz	2 y 5
	Microondas	2.4 – 5.8 GHz	2 y 5
OPCIONES DE PROGRAMACION	Solo lectura	De baja capacidad. Programados por el fabricante desde el primer momento	1, 2, 4 y 5
	Una escritura y múltiples lecturas	Programables por el usuario, pero una única vez	1, 4 y 5
	Lectura y escritura	Programables por el usuario pero permiten modificar los datos almacenados cuantas veces sea necesario	1, 2, 4 y 5

Continuación Cuadro 1

Parámetro	Tipo	Características	Fuente*
FORMA		Etiquetas adhesivas de papel, adhesivas sin sustrato, tarjetas identificativas de PVC, llaveros para identificación de accesos, tarjeta identificativa de muy largo alcance, adhesivas circulares, disco para identificación, plásticas de alta resistencia para textiles, de largo alcance para objetos, especiales y personalizables para teléfonos móviles, con sensor de temperatura integrado, atóxicas y reutilizables para piezas de carne y jamón, de vidrio para inserción en personas, animales u objetos, con forma y tamaño de lente, tornillo de plástico, para inyección en plástico, adhesivas para materiales metálicos, bridas de cables, pulseras o brazaletes identificativas para personas, entre otras	4

* Tomado de (1) Manish & Shahram, 2005, (2) Maturana, 2006, (3) Gómez-Gómez *et al.*, 2007, (4) Portillo *et al.*, 2008 y (5) Libera Networks, 2010

4.2.4. Sistema de respaldo

Según Portillo *et al.* (2008), el principal objetivo del servidor es gestionar y tratar los datos recibidos por el lector. El sistema debe ser lo suficientemente robusto para poder manejar las múltiples lecturas que se permiten en la tecnología RFID, coordinar tiempos y flujos de información, gestionar los procesos y los dispositivos, soportar las retroalimentaciones de los usuarios, actualizar el sistema cuando sea requerido e integrarlo con otros sistemas de información. Básicamente, sin el acceso a todas esas funciones, el sistema RFID perderá en eficacia.

4.3. Aplicaciones de los sistemas RFID

La tecnología RFID posee una potencialidad de aplicación muy amplia y diversa y, puede aportar valor en muchos sectores de actividad. A continuación se exponen varios ejemplos:

- Sector farmacéutico: Esta tecnología permite tener un control sobre el suministro, permitiendo el seguimiento de los medicamentos desde su fabricación hasta el punto de venta, así mediante esta tecnología *RFID*, el consumidor puede tener total seguridad de la autenticidad de los productos sin correr riesgos para la salud. Los laboratorios, se ven beneficiados al tener un mayor control de sus inventarios (Gómez-Gómez *et al.*, 2007; Portillo *et al.*, 2008 y Libera Networks, 2010).

- Sector automotriz: La fabricación de automóviles requiere un complejo seguimiento de todos los componentes, con un 100% de precisión. La tecnología RFID tiene una especial aplicación en el proceso de fabricación de ruedas, el ensamblaje de la carrocería y los componentes electrónicos y en el desarrollo de los sistemas de seguridad del vehículo (Srivastava, 2004).
- Sector aerocivil: Podría aplicarse en la identificación y seguimiento del equipaje. Por otro lado, países como Estados Unidos están emitiendo pasaporte con tecnología RFID para facilitar la salida de los pasajeros y disminuir los tiempos de espera (Gómez-Gómez *et al.*, 2007 y Libera Networks, 2010).
- Sector de transporte público: Una de las áreas con mayor potencial. Los sistemas de cobro podrían hacerse mediante pasajes electrónicos que tengan rápida velocidad de lectura y escritura, facilidad de uso y resistencia a factores como el frío y la suciedad (Gómez-Gómez *et al.*, 2007). De esta forma, se podrían cambiar con facilidad las tarifas y obtener datos estadísticos. Chile es uno de los países que ya está aplicando esa tecnología (Maturana, 2006).
- Sector empresarial: Esta tecnología puede aportar grandes beneficios en el almacenamiento, transporte y gestión de documentos. Permitiría optimizar su localización, la realización de inventarios y la mejora del control sobre su entrada/salida. Evitaría la pérdidas de archivos y reduciría el tiempo empleado por el personal en la búsqueda de documentos y mejoraría el nivel de productividad (Singh *et al.*, 2006).

- Sector comercial: Cadenas de grandes superficies como Walmart en Estados Unidos, han demostrado que si todos los proveedores de productos adoptan la tecnología RFID, la cadena de suministro mejora sustancialmente (Maturana, 2006 y Portillo *et al.*, 2008).
- Sector de la moda: Famosas marcas de ropa como Mark & Spencer y Levi Strauss & Co. han etiquetado sus prendas de vestir para facilitar la realización de los inventarios y disminuir las pérdidas por robo en almacenes (Maturana, 2006 y Baeta, 2009).
- Sector del deporte: Como ejemplo de su uso se puede citar el caso del Mundial de Fútbol Alemania 2006, en donde todas las boletas tenían una etiqueta RFID como medida de autenticación para reforzar la seguridad en los estadios y poder contrastar los datos del comprado en tiempo real contra los datos de compra almacenados en los sistemas de la organización (Maturana, 2006).
- Sector de seguridad: Control de acceso a dependencias específicas dentro de un edificio, control de entrada y salida, ubicación de una persona al interior de un edificio, etc. La comunidad europea piensa introducir esta técnica en la próxima generación de billetes, para facilitar el recuento de billetes y evitar falsificaciones (Maturana, 2006).
- Sector agropecuario: Está entrando con bastante fuerza para el control y monitoreo de sus productos. Así mismo, se está usando para la identificación de animales (Maturana, 2006 y Portillo *et al.*, 2008).
- Otros sectores: En la recolección de basuras se puede obtener la identificación automática de los contenedores desde el vehículo y control de

operaciones periódicas. También se puede hacer seguimiento postal a documentos o mercancías enviadas por correo aéreo.

La aplicación de la tecnología RFID será objeto de especial atención en las secciones siguientes de este documento.

5. GESTIÓN DE BIBLIOTECAS

La primera biblioteca que empleó *RFID* fue la *Farmington Community Library* en Michigan (Estados Unidos), en 1999 (Gómez-Gómez *et al.*, 2007 y Martínez Olmo & Pérez-Montes Salmerón, 2008), pero hasta la fecha son varias las bibliotecas que han implementado sistemas de radiofrecuencia como The National Library of Korea (Sue, 2006), la Biblioteca del Vaticano (Gómez-Gómez *et al.*, 2007 y Martínez Olmo & Pérez-Montes Salmerón, 2008), la biblioteca pública Luis Martín-Santos y la biblioteca Tomás Navarro Tomás, en Madrid (España) (Martínez Olmo & Pérez-Montes Salmerón, 2008), Cerritos Library en California (Estados Unidos), Biblioteca Colchester (Reino Unido) y Centro de Humanidades y Ciencias Sociales de Madrid (Gómez-Gómez *et al.*, 2007).

Las razones para su implementación radican básicamente en la mejora de las operaciones de préstamo y devolución, el archivo correcto de los libros y la reducción de la carga de trabajo de los bibliotecarios y un incremento en el control frente al robo y los libros no devueltos (Gómez-Gómez *et al.*, 2007).

5.1. Ventajas de los sistemas RFID en las bibliotecas

- Facilita la automatización del proceso de préstamo y de devolución, ya que los usuarios pueden sacar y devolver libros automáticamente, sin esperas.
- Permite el préstamo de más de un libro a la vez, ahorrando tiempo y facilitando el sistema.
- Actualiza las bases de datos con tan solo acercar los materiales al lector.

- Reduce las pérdidas de material porque las etiquetas de las bibliotecas suelen venir con un bit antirrobo, que activará una alarma o no a la salida de la biblioteca, asegurando así que sólo los usuarios autorizados retiren libros.
- Permite simultáneamente la lectura del código y la activación/desactivación del bit antirrobo, disminuyendo el tiempo empleado en el retiro del material bibliográfico.
- Optimiza el inventario de los libros porque no es necesario sustraerlos de las estanterías, porque pasando un lector *RFID* por ellas se van detectando los libros que hay en la biblioteca.
- Comprueba la correcta situación de los libros en caso de que alguno de ellos esté desubicado.
- Facilita la obtención de estadísticas confiables sobre el uso de libros o bibliotecas mediante la instalación de sensores en los puntos de lectura.
- Identifica unívocamente a cada ejemplar y transporta en sus etiquetas los rasgos descriptivos del mismo.
- Permite la personalización de todos los dispositivos adaptándolos a las necesidades de la biblioteca: logotipos, términos específicos, botones de gestión, imágenes, etc.
- Posibilita la corrección de errores cuando se detecta alguna grabación incorrecta.
- Reduce el trabajo del personal de la biblioteca porque evita procesos mecánicos como el préstamo, la devolución o la renovación.
- Permite el desarrollo de nuevos servicios sin cambiar los datos contenidos en las etiquetas de ejemplares y carnés.

A continuación, se hará el diagnóstico y análisis del sistema utilizado en una biblioteca universitaria y se describirán los componentes necesarios para la implementación de la tecnología *RFID* y su posterior funcionamiento en la misma.

La biblioteca objeto de estudio se denominará **biblioteca cliente**, debido a que sus directivas, por razones desconocidas, no autorizaron el que se nombrara en el presente documento.

5.2. Diagnóstico del estado de la biblioteca cliente

La biblioteca cliente, objeto del presente estudio, tiene entre 100.000 y 120.000 referencias bibliográficas. En promedio, 2.300 personas consultan diariamente dichas referencias, sin embargo, según información suministrada por el director de la biblioteca, en determinadas épocas del calendario escolar, como la de evaluaciones, este promedio aumenta hasta 5.000 consultas por día.

El sistema de seguridad empleado por la biblioteca cliente es suministrado por la empresa 3M y consta de portales en los puntos de acceso y bandas que pueden ser magnetizadas o desmagnetizadas. Dependiendo del estado de dichas bandas, éstas activan o no la alarma que se encuentra en los portales.

Los aspectos más importantes a considerar para la gestión de la biblioteca cliente son:

- Atención de usuarios que requieren una referencia bibliográfica específica, bien sea para la búsqueda o el préstamo, actividad que, a su vez, requiere un control para la salida de cada referencia bibliográfica.
- Inventario de las existencias.
- Organización del material bibliográfico con respecto a su ubicación topográfica.

5.2.1. Atención de usuarios

La atención al usuario y la satisfacción de los mismos, está supeditada al número de recursos presentes en la biblioteca y a la velocidad con que sean resueltas las necesidades relacionadas con la búsqueda de material o con la disponibilidad del mismo (cantidad y fecha).

En horarios donde hay gran afluencia de usuarios, el personal de la biblioteca cliente no tiene la capacidad suficiente para atenderlos de una manera ágil en los siguientes escenarios:

- Cuando el usuario solicita un material que aparece disponible en el sistema, pero no está en su ubicación original. En éste caso se debe realizar la búsqueda en cada una de las estanterías de la biblioteca, hasta lograr ubicarlo. En muchas ocasiones, el usuario se marcha insatisfecho al no encontrar el material requerido o al tardar mucho en hacerlo.
- Cuando un gran número de usuarios solicitan el préstamo de una o más referencias bibliográficas. Como el personal destinado para la realización de los préstamos no es suficiente, se forman filas con tiempos de espera de hasta 5 minutos, según información suministrada por la dirección de la biblioteca y confirmada al tomar el tiempo en la biblioteca, razón por la que algunos usuarios optan por no realizar el préstamo.
- Cuando se realiza el registro del préstamo. Para cada registro es necesario abrir el libro, hallar el código de barras (ubicado cuando fue catalogado), registrarlo en el sistema, cerrar el libro y situarlo en la maquina que desmagnetiza la banda que controla la salida de las referencia bibliográfica.

Cada préstamo requiere de cinco pasos a seguir, en dos 2 sistemas diferentes: código de barras y bandas magnéticas.

5.2.2. Inventario y organización

Al enfocarse de manera particular en los más de 100.000 libros con los que cuenta la biblioteca cliente y teniendo en cuenta que los procesos de inventario y organización se realizan de forma manual, el éxito de dichos procesos supone un gran reto. Para realizar los procedimientos es necesario retirar los libros uno a uno de cada estantería, leer el código de barras, comprobar su ubicación en el sistema, determinar si es correcta o no y reubicarlo en caso de no serlo.

Por otro lado, la realización manual de esos procesos introduce el error humano como un alto factor de riesgo, dado el volumen de libros que se maneja. En el caso particular del inventario general del material bibliográfico, el proceso tarda más de dos semanas e interrumpe el normal funcionamiento de la biblioteca porque demanda todo el personal, motivo por el que sólo se puede realizar al finalizar cada semestre académico.

En resumen, el procedimiento que se requiere para registrar un libro a la hora de solicitarse en calidad de préstamo, la ausencia de un sistema de ayuda para buscar el material extraviado y los largos tiempos de espera en horarios de alta circulación, hacen que el sistema de la biblioteca cliente sea ineficiente, lo que, a su vez, redundaría en usuarios insatisfechos. Ante este panorama, se llegó a la conclusión de que la biblioteca cliente debía optimizar el procedimiento de préstamo de material haciendo más eficientes los procesos críticos del sistema.

La tecnología RFID UHF, dadas sus características, las cuales han sido explicadas detalladamente a lo largo del documento, se presenta como la mejor opción para el Sistema de Gestión de Bibliotecas porque integra todas las ventajas que ofrecen los otros sistemas que están siendo actualmente utilizados en las bibliotecas (código de barras, banda magnética, RFID HF) y porque soluciona los problemas ya mencionados en la biblioteca cliente.

5.3. Implementación del Sistema RFID

En la biblioteca cliente donde se realizó la implementación de un sistema RFID, se estudiaron los diferentes aspectos relacionados con las especificaciones técnicas del sistema y con el modelo de funcionamiento del mismo.

5.3.1. Etiquetas RFID

Se hizo un análisis detallado de la viabilidad de las etiquetas que se encuentran en el mercado, con el fin de elegir la más adecuada para la biblioteca cliente. Se determinó que, debido al tamaño y el costo, las etiquetas activas y semi-pasivas, a pesar de ser las de mayor alcance de lectura, no eran viables para ser ubicadas en cada libro de la biblioteca. Así, teniendo en cuenta que las propiedades de una etiqueta RFID varían de acuerdo a la frecuencia en la que opere y que, dependiendo de ella, las características del sistema varían, se estudió a fondo el potencial de las etiquetas de alta frecuencia (HF 13.56 MHz) y ultra alta frecuencia (UHF 860 – 960 MHz). La Tabla 2 muestra las ventajas y desventajas de cada una de las frecuencias objeto de estudio.

Tabla 2. Comparación de las frecuencias HF y UHF

CARACTERÍSTICA	HF	UHF
Alcance de lectura	Hasta 60 cm	Hasta 10 m
En presencia de líquidos	Buen rendimiento	Mal rendimiento
Precisión de lectura	Buena	Mala
Velocidad de lectura	Lenta	Rápida
Capacidad de lecturas simultáneas	Baja	Alta
Graduación de la potencia	No permitida	Permitida
Protección de los datos	Media	Alta

Basados en lo anterior, se decidió que, para el proyecto en la biblioteca cliente, se utilizaría la frecuencia UHF. La Tabla 3 sustenta esa decisión y, adicionalmente, en las secciones posteriores, mientras se explica el proceso de gestión de la biblioteca, se harán comparativos adicionales que apoyan la selección de dicha frecuencia.

Tabla 3. Comparativo de los códigos de barras y las etiquetas de frecuencias HF, UHF.

Proceso	Inicial (Código de Barras)	Actual (RFID UHF)	Alternativo (RFID HF)
Vigilancia electrónica	No es posible realizar la vigilancia electrónica, necesita combinar con banda magnética	Permite realizar la vigilancia electrónica	Permite realizar la vigilancia magnética
	Se usa un portal con acceso estrecho (1 m)	Permite utilizar un portal con una entrada amplia (2m)	Se usa un portal con acceso estrecho (1m)
	No identifica al material	Identifica el material	Identifica el material
Préstamo asistido	Proceso con muchos pasos para realizar el préstamo	El préstamo se hace en un solo paso	El préstamo se hace en un solo paso
	Se hace el préstamo uno a uno	Préstamos simultáneos de más de un libro	Préstamos simultáneos de más de un libro
	Alto margen de error	Bajo margen de error	Bajo margen de error
Inventario	Proceso de larga duración (2 semanas o más)	Proceso de corta duración (de 2 a 3 días)	Proceso de mediana duración (de 6 a 8 días)
	Necesita de todos los recursos de la biblioteca	Necesita de máximo 2 recursos de la biblioteca	Necesita de máximo 2 recursos de la biblioteca
	Alto margen de error	Bajo margen de error	Bajo margen de error
	Requiere cierre total de la biblioteca	No requiere cierre de la biblioteca	Requiere cierre parcial de la biblioteca
Organización de libros	Requiere muchos pasos para verificar la posición	Requiere retirar un poco el material de la estantería	No requiere retirar el material de la estantería
	No es viable hacer una organización total por el tiempo que requiere	Permite realizar una organización total	Permite realizar una organización total
	Alto margen de error	Bajo margen de error	Bajo margen de error

Continuación Tabla 3

Proceso	Inicial (Código de Barras)	Actual (RFID UHF)	Alternativo (RFID HF)
Búsqueda de material extraviado	No se cuenta con una herramienta de ayuda	Se cuenta con una herramienta que facilita el proceso	Se cuenta con una herramienta que facilita el proceso
	Tarea difícil de completar por el tiempo que demanda	Corto tiempo de búsqueda	Requiere acercar el dispositivo a cada libro, proceso demorado
Auto-préstamo de libros	Préstamos uno a no.	Préstamos simultáneos.	Préstamos simultáneos.
Reportes de consulta en sala	Muchas veces no se realiza y cuando se hace, los datos contienen muchos errores	Se realiza rápidamente al pasar por las mesas	Toma tiempo realizarlo porque hay que acercar el dispositivo móvil a cada libro

5.4. Gestión de bibliotecas

5.4.1. Vigilancia Electrónica

La vigilancia electrónica pretende controlar la salida del material propio de la biblioteca, de esta forma, si un elemento se intenta sustraer de la biblioteca sin la debida autorización, se genera una alarma auditiva para alertar al personal de seguridad.

La biblioteca cliente contaba con un sistema estándar de seguridad magnética EAS (Electronic Article Surveillance). Una de las desventajas de ese sistema es que no identifica los artículos y sólo tiene 2 estados que son suficientes para decidir si se activa o no la alarma, desconociendo cuál es el material específico que se sustrae. Como medida de seguridad, la biblioteca cliente hacía que el sistema EAS operara de manera independiente al software utilizado para el registro de los libros, razón por la cual, al momento de realizarse un préstamo, se ejecutaban dos actividades simultáneamente: el registro en el software y la desmagnetización del material prestado.

Actualmente, la biblioteca cliente cuenta con un sistema RFID de vigilancia electrónica compuesto por:

- Un portal RFID UHF (Figura 5).
- Etiquetas RFID (identifican cada material bibliográfico).
- Software para la comunicación y control del sistema.



Figura 5. Portal RFID UHF

El módulo de vigilancia electrónica controla la salida del material propio de la biblioteca (todo material que se encuentre identificado con una etiqueta). Cuando un material bibliográfico se encuentra dentro del campo de lectura del sistema, éste verifica con el software si está autorizado para salir y genera una alarma auditiva en caso de no estarlo.

5.4.2. Préstamo asistido

Anteriormente, en la biblioteca cliente el préstamo se realizaba por medio de la lectura del código de barras que identifica al material bibliográfico. El procedimiento a seguir para el registro de cada material a prestar, consistía en abrir el libro, hallar el código de barras y leerlo con el lector.

Con el nuevo sistema RFID se apilan los libros que van a ser prestados en el área designada y el sistema realiza la lectura e identificación, sea uno o más, de forma

automática y simultánea. Así mismo, se puede hacer la programación y/o reprogramación de las etiquetas RFID para corregir errores o para añadir nuevo material bibliográfico.

5.4.3. Inventario

Uno de los mayores beneficios de la implementación del sistema RFID se refleja en el tema de inventarios. La biblioteca cliente cuenta con más de 100.000 referencias bibliográficas y el inventario, al ser un proceso manual, requería cerrar por completo la biblioteca por más de dos semanas y disponer de todos sus recursos, corriendo el riesgo de tener un alto margen de error.

Adicionalmente, el proceso manual de inventario requería estar cerca de un computador encargado de recibir la información leída por los lectores de código de barras, retirar cada uno de los libros de su ubicación, abrirlos, leer el código y volver a ubicarlos en su lugar. En algunas ocasiones, se registraba por error el mismo código dos veces, lo cual retrasaba la tarea.

Con el sistema RFID UHF el proceso de realizar inventarios se simplifica puesto que no es necesario retirar el material de su ubicación. Utilizando un dispositivo móvil RFID UHF (Figura 6) es posible capturar la información del material bibliográfico que se encuentre cerca de su campo de lectura (de hasta 5 metros) y hacer la lectura de múltiples etiquetas RFID (más de 300 por segundo) visualizando la información en pantalla.



Figura 6. Dispositivo móvil RFID UHF

El material bibliográfico de la biblioteca cliente es ubicado en su gran mayoría en estanterías que contienen en promedio 215 libros, en un área vertical de 4.18 m² (1.90 m de alto x 2.20 m de ancho). Para capturar la información del material ubicado dichas estanterías, es suficiente con acercarse y realizar un barrido mientras el lector RFID está activo. La lectura de 650 libros (3 estantes aproximadamente) se realiza en menos de un minuto con el dispositivo RFID UHF.

En el inventario se obtiene una de las mayores ventajas de la frecuencia UHF con respecto a la HF, ya que un dispositivo móvil RFID HF tiene un alcance limitado, hay que acercarlo aún más al material y como su velocidad de lectura (etiquetas por segundo) es menor, el barrido hay que realizarlo más lento de forma que pase libro por libro. La lectura de 650 libros tarda entre 9 y 12 minutos.

5.4.4. Organización de libros

Un tema importante en las bibliotecas es la ubicación topográfica, que es la posición física en la que debe estar ubicada una referencia y la cual está registrada en el software usado para la gestión de la biblioteca.

A medida que los usuarios hacían uso de la biblioteca cliente, alteraban ese orden, al dejar los libros consultados fuera de sus estanterías de origen. La forma en que se realizaba la organización de los mismos, consistía en tener un listado que se corroboraba físicamente. Este proceso suponía el mayor margen de error humano.

El dispositivo móvil RFID permite asistir en el proceso de organización de la colección de la biblioteca. Con este asistente es posible organizar de manera gráfica y sencilla el orden estricto de los libros. El módulo requiere de la carga de un archivo, ya sea general o local, suministrado por el software de la biblioteca. Después de tener el archivo en la memoria, inicia la organización del material, cuyo objetivo es garantizar que el o los estantes en donde se ubican los libros permanezcan igual a como aparecen en el sistema.

Al realizar la lectura, la aplicación busca leer el libro más cercano al dispositivo móvil. A partir del código leído se carga la información relacionada y la aplicación determina si el código leído corresponde al siguiente en la lista. Si la posición es correcta, la aplicación pasa al siguiente libro que se encuentre más cerca. Si la posición es incorrecta la aplicación consulta si el usuario desea buscar el libro que corresponde a la siguiente posición o si el usuario desea dejar el o los libros intermedios como pendiente y registrar el libro leído. Cuando son leídos libros que previamente fueron marcados como pendiente, se borra el estado de pendiente y se indica en la pantalla principal que el libro está ubicado un número de posiciones correspondientes hacia atrás (Figura 7).



Figura 7. Ejemplo de funcionamiento de un dispositivo móvil RFID para organizar las estanterías. Tomado de la pantalla del dispositivo móvil RFID en proceso de organización.

Si el código que se lee no corresponde a la lista o está en un formato desconocido se informa al usuario de la situación. Para este proceso, el material bibliográfico debe ser retirado un poco de la estantería, acercado al dispositivo móvil RFID y colocado nuevamente, con el fin de evitar que el lector capture la información de los libros de alrededor. Para este caso en particular, la frecuencia HF ofrece una ventaja respecto a la UHF porque no es necesario retirar el libro, sólo con acercarlo al dispositivo es suficiente.

5.4.5. Corrección de datos

Cuando se necesita retirar el material de su ubicación al momento de organizar los libros, para efectos prácticos, se verifica con el dispositivo móvil RFID la información relacionada con el libro detectado. Si la información física no coincide

con la registrada, se genera un reporte que ayudará a modificar la información directa del software de la biblioteca y corregir los posibles errores que se hayan podido presentar en el momento de la catalogación. Esta es una ventaja de la frecuencia UHF respecto a la HF.

5.4.6. Búsqueda de material bibliográfico extraviado

Es frecuente notar que un material bibliográfico no está en la posición que se suponía debía estar. Algunas veces, los usuarios por descuido los ubican erróneamente. En otras oportunidades, las restricciones para su préstamo, que tienen ciertas referencias bibliográficas, llevan a que las escondan, ubicándolas en posiciones a las que no corresponden e impidiendo de esta forma que otros usuarios tengan acceso a ellas. En este caso, la forma de encontrar el material extraviado en la biblioteca cliente era buscándolo visualmente, lo cual tomaba tiempo y muchas veces no tenía éxito.

Ahora, el dispositivo móvil RFID permite buscar de manera eficiente uno o más libros. Se requiere agregar el o los códigos de los libros que se desean buscar y se procede a apuntar a las estanterías hasta que el dispositivo indique por medio de un sonido que el libro se ha encontrado en esa área.

Dado que el lector RFID tiene un alcance de lectura de hasta 5 metros, es necesario reducir la potencia de la antena para buscar nuevamente y encontrar la ubicación puntual del libro. La búsqueda de material extraviado con un lector RFID HF supone un proceso con las mismas limitaciones que la búsqueda visual porque es necesario acercarse al lector y leer libro por libro hasta que encuentre el buscado. Una ventaja más para la frecuencia UHF.

5.4.7. Auto-préstamo de libros

El auto-préstamo de material bibliográfico se hace a través de un módulo que tiene un lector RFID que captura la información de los libros que se van a prestar, un lector de código de barras que toma la información del carné del usuario y una impresora que entrega un recibo con un resumen de las operaciones realizadas, informando la fecha de devolución, el estado de las multas, el límite de libros prestados, etc.

El módulo de auto-préstamo puede ser usado para el préstamo, renovación y/o devolución del material bibliográfico, liberando la carga del personal de la biblioteca y permitiendo que hagan un manejo más eficiente de su tiempo.

5.4.8. Reporte de consultas en sala

Los usuarios en las bibliotecas normalmente dejan el material bibliográfico en las mesas por facilidad o por petición del mismo personal de la biblioteca. Así, se obtienen datos estadísticos de frecuencia de consulta, rotación, cantidad de referencias y de uso general de la biblioteca. Muchos de esos datos se comparan con datos adicionales, como quejas de usuarios que no encuentran el material que buscan porque ya está siendo usado o que no se tienen existencias. Con base en toda la información recolectada se hace una proyección de las adquisiciones que deben hacerse, de ampliación física de la biblioteca, de los recursos con que se debe contar, etc. Por esta razón, es importante que la información sea confiable.

En la biblioteca cliente, el margen de error era alto por la naturaleza del proceso de obtención de los datos y se recurría a los supuestos. Con el dispositivo móvil RFID solo se necesita hacer un rápido paso por las mesas con los libros para capturar la información, es rápido y no requiere mucho tiempo del personal de la biblioteca. De esta forma, se toman decisiones con datos reales y representativos de uso de la biblioteca.

5.5. Inversión

De acuerdo al hardware, el software y los servicios requeridos, la inversión necesaria para realizar la implementación de un sistema RFID, en a biblioteca cliente, se describe en términos generales a continuación y se detalla cuidadosamente en el Anexo 1.

El sistema comienza con la identificación única de cada referencia bibliográfica para lo cual es indispensable la adquisición de las etiquetas RFID UHF (860 – 960 MHz) y el etiquetado de los libros. Etiquetas de papel, de 4" x 2", impresas a una tinta con logo y código de barras, con capacidad de retención de datos por más de 10 años, 240 bits de memoria y posibilidad de más de 100.000 reescrituras tiene un precio unitario de \$800.00 para cantidades iguales o superiores a 30.000 unidades.

El servicio de etiquetado del material bibliográfico es el proceso a través del cual se imprimen, programan y ubican las etiquetas en las diferentes referencias. El precio unitario por etiqueta es de \$100.00 para cantidades iguales o superiores a 30.000 unidades.

La biblioteca cliente requiere dos unidades del sistema RFID de vigilancia electrónica, el cual consta de cuatro (4) componentes así:

- Portal RFID UHF que incluye un lector y cuatro antenas: \$ 8'000.000.oo
- Software para control del sistema, encargado de la recepción de datos y la configuración de los lectores (incluye licencia): \$ 4'000.000.oo
- Instalación y programación del sistema: \$ 1'000.000.oo
- Integración con el software de gestión de la biblioteca: \$ 2'000.000.oo

El sistema RFID para control de inventarios, organización, búsqueda y reportes de consulta en sala tiene tres (3) componentes:

- Dispositivo móvil RFID para lectura de código de barras, con distancia de hasta 5 m y que permite leer más de 50 etiquetas por segundo: \$ 9'500.000.oo
- Cuna para sincronización de dispositivo móvil: \$ 750.000.oo
- Software para control de inventarios, localización de libros y búsqueda de material extraviado (incluye licencia): \$ 5'000.000.oo

El préstamo asistido requiere de un lector RFID de escritorio cuyo valor es de \$ 1'750.000.oo. El módulo de auto-préstamo que incluye una pantalla táctil, un lector RFID HF para carnés, un lector RFID UHF y una impresora para los recibos, tiene un valor de \$ 20'000.000.oo.

De conformidad con lo anterior, la implementación de un sistema RFID con dos entradas y para 30.000 libros en la biblioteca cliente es de \$ 97'500.000.oo, resumidos en la Tabla 4.

Tabla 4. Inversión general para la implementación de un sistema RFID en la biblioteca cliente

Solución	Cantidad	Precio en pesos (\$)	Total en pesos (\$)
Etiquetas RFID UHF	30.000	800.00	24'000.000.00
Servicio de etiquetado	30.000	100.00	3'000.000.00
Sistema RFID de Vigilancia Electrónica	2	15'000.000.00	30'000.000.00
Sistema RFID para inventarios	1	15'250.000.00	15'250.000.00
Préstamo asistido	3	1'750.000.00	5'250.000.00
Módulo de auto-préstamo	1	20'000.000.00	20'000.000.00
TOTAL			97'500.000.00

6. CONCLUSIONES

Este proyecto se realizó con el fin de dar a conocer las ventajas y solución a problemas típicos de las bibliotecas a través de la tecnología RFID. Se contrastó la instalación realizada en la biblioteca cliente con características similares a las de la Universidad Tecnológica de Bolívar y estos son los resultados:

- El sistema RFID UHF es la mejor opción para la Gestión de Bibliotecas porque integra en uno, todas las ventajas que ofrecen los sistemas sustitutos que son utilizados en las bibliotecas (código de barras, banda magnética, RFID HF)
- Con la implementación de un sistema RFID para gestión de bibliotecas, se minimiza el margen de error de los procesos propios de la biblioteca.
- La vigilancia electrónica sólo requiere de una tecnología para su funcionamiento. Al realizar el préstamo con el sistema RFID, este automáticamente actualiza el sistema para permitir la salida del material, evitando que deba usarse de manera simultánea, sistemas que operan de forma separada como las bandas magnéticas y los códigos de barras.
- El préstamo asistido por personal de la biblioteca utilizando la tecnología RFID permite prestar más de un libro a la vez, es más rápido por lo que el tiempo de espera es menor y se observa una reducción de las filas formadas por los usuarios en horas pico.
- El inventario es la principal ventaja que se obtiene al implementar un sistema RFID, por la reducción de tiempo y facilidad para realizarlo. Se hace con más frecuencia por lo que se tiene la información actualizada, no

requiere de todos los recursos para realizarla y se puede hacer sin necesidad de cerrar la biblioteca beneficiando de esta forma a los usuarios.

- La organización de material se realiza con mayor frecuencia, gracias a esto el material está en su lugar de origen cuando el usuario lo necesita. Adicionalmente, se cotejan los datos reales con los datos que se ingresaron al sistema al momento de realizar la catalogación y se corrigen en caso de ser necesario.
- Con el sistema RFID se logra exitosamente la recuperación de material bibliográfico extraviado (ubicado erróneamente).
- El auto-préstamo es un apoyo para los recursos de la biblioteca, ya que los estudiantes realizan acciones por sí mismos.
- La tecnología RFID permite que el personal de la biblioteca utilice eficientemente su tiempo al no tener que realizar tareas como desmagnetizar los libros luego de hacer el préstamo o registrar uno a uno los libros que un mismo usuario requiere.
- Procesos como el de búsqueda y organización de material se hace más eficiente con la tecnología RFID.
- En términos generales, la gestión de la biblioteca es más efectiva ahora que se utilizan los dispositivos RFID.

7. ANEXOS

7.1 Anexo A

Bogotá D.C.

Señores

BIBLIOTECA CLIENTE

Cotización No. XX

De acuerdo a su amable solicitud, KIMBAYA RFID SOLUTIONS pone a su consideración la siguiente cotización de equipos para su solución de RFID.

Cordialmente,

Kimbaya RFID Solutions

Identificación por Radiofrecuencia - www.kimbaya.com

USA

1776 MENTOR AVE STE 421, CINCINNATI, OH 45212

TEL: (513) 407-5577 - FAX: (815) 301-9209

COLOMBIA

CRA 12A # 77A-52, OF 504, BOGOTA D.C.

TEL: (571) 530-6666 - MÓVIL: (57) 300 8083241

Copyright © Kimbaya Technology S.A.S. - Todos los derechos reservados.

La información contenida en el presente documento es propiedad de Kimbaya Technology S.A.S., toda publicación, copia o distribución del contenido parcial o total del presente documento sin la autorización expresa de Kimbaya Technology S.A.S. constituye una violación a los derechos de autor amparados por la ley y podrá generar acciones legales a discreción de éste.

PROYECTO





Introducción

En la biblioteca cliente, se requiere el suministro, instalación y puesta en marcha de un Sistema RFID para Gestión de Bibliotecas.

Equipos

De acuerdo a los requerimientos del cliente, se describen los equipos para la instalación del Sistema RFID para Gestión de Bibliotecas.

- Portal RFID que incluye:
 - Lector RFID UHF Gen2 Impinj Speedway R420
 - Antena RFID UHF Gen2 de polarización circular
 - Alarma auditiva
- Dispositivo móvil RFID Motorola MC3090Z
- Cuna para sincronización y carga de dispositivo móvil Motorola MC 3090Z
- Etiqueta RFID UHF Gen2 (Tag), termoimprimible tamaño 4"x2" con adhesivo
- Módulo de autopréstamo RFID, lector de carné, pantalla táctil e impresora de recibos

Lector RFID UHF Gen2	Antena RFID UHF Gen2	Etiqueta RFID UHF Gen2	Lector Móvil RFID
			

Software

El software para realizar el inventario, localización y búsqueda de material bibliográfico con el dispositivo móvil RFID, está desarrollado bajo la plataforma C#.NET de Microsoft para dispositivos móviles.

Costos

A continuación se describen los costos asociados a la solución:

ETIQUETAS Y SERVICIO DE TAGGING

DESCRIPCION	CANT.	PESOS	TOTAL
Etiqueta RFID UHF Gen2 (860 - 960 MHz) Etiqueta en papel blanco, tamaño 4"x2". Impresión a una tinta con logo y código de barras. Retención de datos por más de 10 años, 240 bits de memoria (30 caracteres ASCII), soporta más 100.000 reescrituras.	30000	\$800	\$24.000.000
Etiquetado de Libros. En el etiquetado se imprimirán, programarán y pegarán los tags en las diferentes referencias bibliográficas.	30000	\$100	\$3.000.000
TOTAL			\$27.000.000

SISTEMA RFID PARA VIGILANCIA ELECTRÓNICA

DESCRIPCION	CANT.	PESOS	TOTAL
Portal RFID UHF Gen2 para Biblioteca El portal incluye: - (1) Lector RFID UHF Gen2 Impinj Speedway R420 - (4) Antenas RFID UHF Gen2 de polaridad circular - (1) Protector de cables para piso de doble rampa - (1) Alarma auditiva - (1) Power Supply	2	\$8.000.000	\$16.000.000
KAPA V1.0 - Middleware, se encarga de la recepción de datos y la configuración de los lectores RFID. Una licencia por lector y por servidor.	2	\$4.000.000	\$8.000.000
Integración con software de gestión de biblioteca	2	\$2.000.000	\$4.000.000
Instalación y programación	2	\$1.000.000	\$2.000.000
TOTAL			\$30.000.000

SOLUCIÓN RFID PARA INVENTARIO

DESCRIPCION	CANT.	PESOS	TOTAL
Dispositivo Móvil Motorola MC3090-Z Terminal con módulo RFID y lector código de barras 1D, alcance de lectura RFID de 5m, touch screen a color, display 3.0", WLAN 802.11 A/B/G, audio, voz, bluetooth. Permite leer más de 50 tags por segundo.	1	\$9.500.000	\$9.500.000
Cuna para Terminal Motorola MC3090-Z Incluye cuna de sincronización y adaptador de corriente	1	\$750.000	\$750.000
Software para Inventario, Localización y Búsqueda de material bibliográfico - Captura de inventario en archivo de texto plano compatible con software de gestión de la biblioteca - Aplicativo que permite verificar la localización de libros - Aplicativo para búsqueda de material extraviado	1	\$3.500.000	\$3.500.000
Licencia por cliente para inventario Esta licencia incluye aplicativos para la realizar: - Reportes de Inventario - Verificación de información contenida en los tags - Grabación de tags - Aplicativo para escribir información contenida en el tag en aplicación activa	1	\$1.500.000	\$1.500.000
TOTAL			\$15.250.000

PRÉSTAMO ASISTIDO

DESCRIPCION	CANT.	PESOS	TOTAL
Lector RFID UHF Gen2 de Escritorio Incluye antena y viene listo para conectar vía USB	3	\$1.750.000	\$5.250.000
TOTAL			\$5.250.000

MÓDULO DE AUTO-PRÉSTAMO

DESCRIPCION	CANT.	PESOS	TOTAL
Módulo de Autopréstamo RFID - Pantalla táctil - Mueble - Lector RFID HF para Carnets(13.56 Mhz) - Lector RFID UHF para Libros - Impresora de recibos	1	\$20.000.000	\$20.000.000
TOTAL			\$20.000.000

VALOR TOTAL DE LA COTIZACIÓN

DESCRIPCION	CANT.	PESOS	TOTAL
Etiquetas y servicio de tagging	1	\$27.000.000	\$27.000.000
Vigilancia electrónica	2	\$15.000.000	\$30.000.000
Solución para inventario	1	\$15.250.000	\$15.250.000
Préstamos asistido	3	\$1.750.000	\$5.250.000
Módulo de auto-préstamo	1	\$20.000.000	\$20.000.000
TOTAL			\$97.500.000

Notas:

- Los precios cotizados aplican únicamente para las cantidades especificadas

Servicios NO incluidos en el valor de la cotización

El siguiente es el listado de servicios NO incluidos en esta propuesta:

- Suministro de puntos eléctricos regulados
- Suministro de puntos de red de datos

- Obras civiles, reparaciones de paredes o techos, pinturas o pisos que sean requeridos para la instalación del sistema
- Tendido de ductos a nivel subterráneo, canaletas, rutas de cableado desde el punto eléctrico más cercano hasta el punto de instalación del equipo o rutas de cableado de las antenas al lector.
- Equipos o suministros extra que se deriven durante la instalación de la solución

CODICIONES COMERCIALES:

Forma de pago: 50% anticipo y 50% contra entrega

Tiempo entrega: dispositivo móvil, 2 semanas luego de recibir orden de compra
 10.000 etiquetas, 2 semanas luego de recibir orden de compra
 5.000 etiquetas, 6 – 8 semanas luego de recibir orden de compra

Los tiempos de entrega son susceptibles de cambio, éste será definido al momento de recibir la orden de compra

Validez: 60 días a partir de la fecha

Garantía: 1 año de garantía por defectos de fabricación, soporte técnico remoto limitado a la configuración y funcionamiento del equipo

SERVICIO Y GARANTÍA

Garantía de Hardware

Los equipos RFID ofrecidos por Kimbaya se garantizan contra defectos de fabricación por el periodo otorgado por el fabricante que corresponde a doce (12) meses a partir de la fecha de entrega. Durante el periodo de garantía se reemplazarán sin costo para el cliente aquellos elementos que presenten defectos de fabricación. La garantía no cubrirá daños ocasionados por mal manejo, abuso, inducciones eléctricas mayores a las especificadas, variaciones anormales de energía, acción de elementos o personas ajenas, acción de fenómenos de la naturaleza (terremoto, inundación, etc.) y otras causas que puedan catalogarse de fuerza mayor.

Para efectos de garantía, los equipos deberán ser enviados a las oficinas de Kimbaya en Bogotá por cuenta del cliente.

Garantía de Dispositivo Móvil

Kimbaya Technology S.A.S. garantiza que el dispositivo móvil Motorola MC 3090-Z ofrece la misma funcionalidad mostrada en las pruebas realizadas en sitio. El dispositivo móvil MC 3090- Z es el último lector que desarrollo Motorola y su desempeño permite garantizar una lectura de etiquetas RFID de igual forma que el lector MC 9090-G.

Garantía de Grabado de Etiquetas

Con la impresión de etiquetas a través de la Impresora RFID Zebra, se garantiza el correcto funcionamiento de las etiquetas y que la información grabada sea la misma que la impresa.

Garantía de Software

Kimbaya Technology S.A.S. garantiza que el software licenciado al cliente, en condiciones normales de uso y servicio, y durante un periodo de doce (12) meses a partir de la fecha de instalación del software al comprador, operará de acuerdo a las especificaciones establecidas por Kimbaya.

En caso que una nueva actualización de software esté disponible y el cliente cuente con un contrato de garantía vigente con Kimbaya, se le notificará y la actualización se hará sin costo adicional.

La obligación de Kimbaya se limita a la corrección de los errores que el cliente haya notificado a Kimbaya por escrito ó telefónicamente durante el periodo de garantía.

Kimbaya no tendrá obligación de garantía alguna si el software ha sido alterado o modificado, si se instala un nuevo software que resulte no compatible, si se hace un cambio de versión de sistema operativo y por esta razón no funciona correctamente, si ha sido integrado con otro software por el cliente o cualquier otra persona, todo o parte del software ha sido instalado en un equipo informático distinto al servidor designado, o ha sido usado con un sistema operativo para el cual no haya sido diseñado.

En caso de requerir garantía adicional luego del primer año, el costo asociado es el siguiente:

ITEM	PRECIO
Lector móvil Motorola MC3090-Z*	<p style="text-align: center;">TOTAL BIBLIOTECA \$ 1.972.500 (valor garantía anual) precios NO incluyen IVA</p>
Aplicativo de dispositivo móvil	
Lector RFID de escritorio	
Aplicación para préstamo y verificación	
Integración con ALEPH	

La garantía para el aplicativo del dispositivo móvil incluye:

- Inventario General
- Inventario Organizado
- Búsqueda de Material Extraviado
- Recolocar Material
- Encontrar errores en datos principales

Notas:

- La garantía adicional es por un (1) año y se deberá adquirir al menos 30 días antes de finalizar la garantía vigente
- La cuna de sincronización para el dispositivo móvil Motorola MC 3090-Z NO cuenta con garantía extendida
- En caso de cambiar la versión de ALEPH y que para el correcto funcionamiento del sistema se requiera una actualización del Software por parte de Kimbaya, esta se realizará sin costo mientras esté vigente el contrato de garantía
- Todos los gastos de transporte y viáticos para instalación en sitio o configuración en sitio corren por cuenta del cliente

*** EL PRECIO DE GARANTÍA EXTENDIDA COTIZADO DEL DISPOSITIVO MÓVIL MOTOROLA, ES POR 2 AÑOS ADICIONALES A LA GARANTÍA DE UN AÑO QUE SE**

INCLUYE CON LA COMPRA DEL EQUIPO Y DEBERÁ SER ADQUIRIDA DURANTE LOS 30 DÍAS SIGUIENTES A LA ORDEN DE COMPRA (O FIRMA DE CONTRATO). ESTA GARANTÍA ES DIRECTAMENTE CON MOTOROLA.

SOPORTE TÉCNICO

Luego del primer año ofrecido de soporte técnico remoto por la adquisición del Sistema RFID, el soporte técnico se puede extender de la siguiente forma:

Bolsa de Horas (opcional)

Mediante esta modalidad el cliente puede comprar el número de horas que desee a una tarifa de:

VALES	PRECIO POR HORA
1 – 10	\$ 97,500
11 – 20	\$ 93,600
21 – 30	\$ 87,750
31 – 50	\$ 82,000

Cada uno de estos vales le da derecho a UNA (1) HORA O FRACCION, en incrementos de 30 minutos de soporte técnico remoto y pueden ser utilizados durante un periodo de un año a partir de la fecha de compra de este. Mediante este contrato el cliente tiene derecho a soporte técnico remoto y/o telefónico. Es responsabilidad del cliente proveer toda la plataforma tecnológica necesaria para conectarse remotamente.

De acuerdo a nuestra experiencia y por la magnitud del proyecto desarrollado, sugerimos que el valor de horas contratadas luego del primer año de

funcionamiento del sistema sea de: 36 horas por año.

En caso de requerir soporte técnico en sitio, el cliente cancelará los gastos de transporte y viáticos y consumirá un mínimo de 8 horas por día.

El tiempo de respuesta para soporte técnico remoto será de máximo 4 horas a través de la línea (57-1) 530-6666 en la ciudad de Bogotá. El horario de atención es de lunes a viernes de 8:00 AM a 6:00 PM.

Notas:

- Para los precios descritos en esta cotización **NO se incluye el Impuesto del Valor Agregado (IVA)**
- Todos los gastos de transporte y viáticos para soporte técnico en sitio corren por cuenta del cliente

BIBLIOGRAFIA

BAETA, J. 2009. La RFID en el sector retail de la moda. En: RFID Magazine. No. 10. Agosto - septiembre 2009. Barcelona, España. 42-44 p.

CHACHRA, V. 2003. Experiences in implementing the VTLS RFID solution in a multi-vendor environment. En: World Library and Information Congress: 69th IFLA General Conference and Council. August 2003. Berlin, Germany.

FINKENZELLER, K. 2003. RFID-handbook: fundamentals and applications in contactless smart cards and identification. 2nd ed., 2003. John Wileys & Sons. New York, EEUU. 434 p.

GÓMEZ-GÓMEZ, A., ENA-RODRÍGUEZ, B. & P. PRIORE. 2007. RFID en la gestión y mantenimiento de bibliotecas. En: El profesional de la información. Julio-agosto 2007.16 (4). 319-328 p.

GS1, 2006. Código de barras: datos históricos, descripción, beneficios, simbologías, funcionamiento, ventajas y aplicaciones. En: Boletín Informativo GS1. El lenguaje global de los negocios. Año 7. No 5. Junio 2006. Panamá. Internet: www.gs1pa.org/boletin/2006/junio/boletin-jun06-art2.html

HERREROS, I. 2002. RFID vs Código de barras: Obligados a respetarse. En: RFID Magazine. No. 09. Julio – Agosto 2002. Barcelona, España. 40-41 p.

JEDRUSIK, P. SCHULZE H., CLAUSSEN, C. D. & K. GOLKA. 2005. Low-cost data transfer from a questionnaire to standard software using a barcode pen. En: Behavior Research. Methods: 37 (1). 127 – 132 p.

LIBERA NETWORKS. 2010. RFID: Tecnología, aplicaciones y perspectivas. En: Whitepaper Series. 001. Málaga, España.

LINDQUIST, M. 2003. RFID in libraries – Introduction to the issues. En: World Library and Information Congress: 69th IFLA General Conference and Council. August 2003. Berlin, Germany.

MANISH, B. & M. SHAHRAM. 2005. RFID Field Guide: Deploying radio frequency identification Systems. Prentice Hall PTR. February 8, 2005. New Jersey, EEUU. 288 p.

MARTÍNEZ OLMO, M. P. & C. M. PÉREZ-MONTES SALMERÓN. 2008. La tecnología RFID aplicada a bibliotecas: La experiencia de la Biblioteca Tomás Navarro Tomás. En: X Jornadas de Gestión de la Información. La dimensión del cambio: usuarios, servicios y profesionales. Biblioteca Nacional, Madrid, Noviembre 2008. 75-88 p.

MATURANA, C. 2006. RFID: El código de barras inteligente para bibliotecas. En: Serie Bibliotecología y Gestión de Información. No. 18. Octubre 2006. Universidad Tecnológica Metropolitana. Santiago de Chile, Chile.

PELEGRI SANTAMARÍA, F. 2007. Lectura y gestión de códigos de barras con microcontrolador. Escola Tècnica Superior Enginyeria. Universitat Rovira I Virgili. Departament d'Enginyeria, Electrònica i Automàtica. Tarragona, España. 162 p.

PORTILLO GARCÍA, J., BERMEJO NIETO, A. B. & A. M. BARNARDOS BARBOLLA. 2008. Tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID): Aplicaciones en el ámbito de la salud. Informe de vigilancia tecnológica madri+d. Colección VT. No 13. CEIM Confederación Empresarial de Madrid - CEOE. Dirección General de Universidades de Investigación. Fundación Madri+d para el conocimiento. Madrid, España. 176 p.

SRIVASTAVA, B. 2004. Radio frequency ID technology: the next revolution in SMC. En: Business horizons. 2004. 47 (6). 60-68 p.

SINGH, J., BRAR, N. & C. FONG. 2006. The state of RFID applications in libraries. En: Information technology and libraries. No 25. 24-32 p.

SUE, K. 2006. The implementation of the RFID system for improving customized service: the case of the National Library of Korea". En: World library and Information Congress: 72nd IFLA General Conference and Council. 20-24 August 2006, Seoul, Korea.

VIRNICH, M. & K. POSTEN. 1992. Handbuch der codierten Datentra"ger, Verlag TU" V Rheinland GmbH. Cologne.

WU, N. C., NYSTROM, M. A., LIN, T. R. & YU, H. C. 2006. Challenges to global RFID adoption. En: Technovation. 2006. 26 (12). 1.371-1.323 p.