

**ESTUDIO PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA
SUPERVISIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS MÉDICOS POR MEDIO
DE TECNOLOGÍA RFID EN EL HOSPITAL HERNANDO MONCALEANO
PERDOMO E.S.E.**

JAVIER MAURICIO RODRÍGUEZ DUEÑAS

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERIA ELECTRÓNICA
NEIVA - HUILA**

2011

**ESTUDIO PARA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA
SUPERVISIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS MÉDICOS POR MEDIO
DE TECNOLOGÍA RFID EN EL HOSPITAL HERNANDO MONCALEANO
PERDOMO E.S.E.**

JAVIER MAURICIO RODRÍGUEZ DUEÑAS

**Trabajo presentado como requisito para optar
al título de Ingeniero Electrónico**

Director

JAVIER HUMBERTO RUBIO

Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERIA ELECTRÓNICA

NEIVA - HUILA

2011

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del primer jurado

Firma del segundo jurado

Neiva, Febrero de 2011

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia, especialmente a mi madre Delfina, mi padre Roberto y mis hermanos Lida Ximena, Rolando y Mario Alberto, quienes han estado pendientes siempre de mí y me han apoyado durante el transcurso de mi carrera.

A mis sobrinos María Juliana, Isabella y Juan Pablo, quienes han servido de inspiración para alcanzar mis objetivos propuestos y por darme alegrías cuando comparto con ellos.

A Carolina, por apoyarme y compartir conmigo momentos de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todo poderoso y a la Santísima Virgen, porque a través de las oraciones me han dado paciencia, entendimiento, sabiduría y fe para poder sacar adelante este proyecto de grado.

Especialmente a mi madre Delfina por apoyarme siempre en todo momento, porque sin su apoyo no habría sido esto posible. A mi hermana Lida Ximena, a mis hermanos Rolando y Mario Alberto por estar ahí cuando los necesito.

A Carolina por apoyarme, aconsejarme y por sus buenos deseos, durante el desarrollo de la pasantía.

Al personal del hospital que hizo posible la realización de la pasantía, al gerente Dr. Humberto Eduardo Gómez y demás personas del área de Gerencia, a la Dra. María Helena y demás personas del área de Subgerencia Técnico Científica, a la Dra. Nubia y personas de la Oficina Jurídica, al personal del área de Subgerencia Administrativa y a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron con el desarrollo de la práctica.

Agradecimientos importantes a Fleming Biomedica S.A.S., en cabeza del Ing. Yesid Alarcón por permitirme desempeñar la práctica con los ingenieros y técnicos del área de mantenimiento de equipos biomédicos, a la coordinadora Omaira Baquero por guiarme en el proceso de la pasantía, a los ingenieros Orlando Castro y Francisco Sandoval, a los técnicos Jorge Baracaldo y Jeins Alarcón por todas sus enseñanzas durante el tiempo de la práctica.

Al director de proyecto, el Ing. Javier Rubio, por guiarme y colaborarme durante el desarrollo de la pasantía. Agradezco al Ing. Edilberto Polanía, que en su periodo como Jefe del Programa de Ingeniería Electrónica, contribuyó en la legalización de la pasantía. Agradecimientos al Ing. Carlos Pérez por su colaboración en la revisión del documento, para agilizar el proceso de sustentación.

Un agradecimiento aparte y sincero, para la oficina de Decanatura de Ingeniería, la Oficina de Jurídica y al rector de la Universidad Surcolombiana, Dr. Eduardo Patrana Bonilla, por su valiosa y gran colaboración en el logro del convenio con el hospital, en la parte de asesoría y legalización del convenio de pasantía.

En fin, a todos aquellas personas que no alcanzo a mencionar y que de cierta manera, ayudaron a que fuera posible lograr el presente trabajo de grado.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. RFID	17
1.1 ¿QUÉ ES RFID?	17
1.2 ANTECEDENTES DEL RFID	18
1.3 COMPONENTES DEL SISTEMA RFID	20
1.3.1 Lector	20
1.3.2 Antena	21
1.3.3 Tag	21
1.3.3.1 Estructura del tag	22
1.3.3.2 Tags según su fuente de energía	23
1.3.4 Middleware	23
1.4 FRECUENCIAS DE OPERACIÓN	24
1.7 REGULACIÓN REGIONAL Y ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS	25
1.8 RFID VS. CÓDIGO DE BARRAS	26
2. PROTOTIPO DEL SISTEMA RFID	28
2.1 SISTEMA DE GESTIÓN DE BASE DE DATOS	28
2.1.1 Diccionario de Datos y Modelo Entidad - Relación	28
2.1.2 Diseño de la Base de Datos en SQL	30
2.2 SOFTWARE PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA BASE DE DATOS	31
2.3 MODELO PROTOTIPO RFID	32
2.3.1 Lector RFID	32
2.3.2 Tag RI-I17-112A-03	33
2.3.3 Protocolo ISO/IEC 15693	34
2.3.3.1 Comunicación desde el lector hacia el tag	34

2.3.3.2 Comunicación desde el tag hacia el lector	35
2.3.3.3 Comando de modo inventario	36
2.3.4 Interfaz Lector RFID – Base de Datos	41
2.3.4.1 Código para el lector RFID	41
2.3.4.2 Código para la base de datos	42
2.4 FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO	42
2.4.1 Administración de la información de los equipos	43
2.4.2 Asignación de Tags a los Equipos	44
2.4.3 Identificación de los Equipos	45
2.4.3.1 Identificación de varios equipos	46
3. PROPUESTA SISTEMA RFID PARA EL HOSPITAL	48
3.1 ESQUEMA DEL SISTEMA	48
3.2 COMPONENTES PARA EL SISTEMA	50
3.2.1 Lector RFID DTR14	50
3.2.2 Lector RFID RI-STU-655A	51
3.2.3 Antena ISC.ANTH200/200-A	52
3.2.4 Tag RI-I02-112B-03	53
3.2.5 Computador para la Aplicación del Sistema Antirrobo	53
3.2.6 Servidor HP PROLIANT ML110 G6	54
3.3 COSTOS DE LOS DISPOSITIVOS DEL SISTEMA	54
3.4 ALTERNATIVAS DE USO PARA EL SISTEMA	55
3.4.1 Gestión de Pacientes	55
3.4.2 Gestión de Elementos Quirúrgicos	56
3.4.3 Control de Material Sanitario Consumible	57
3.4.4 Control de Accesos	57
3.4.5 Gestión de la Farmacia del Hospital	57
3.5 FACTIBILIDAD DEL SISTEMA	58
3.5.1 Factibilidad Técnica	58
3.5.2 Factibilidad Económica	59
4. RECOMENDACIONES	60

5. CONCLUSIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXOS	64

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Comparativa frecuencias RFID	25
Tabla 2. Rango de frecuencias utilizadas de RFID en algunos países	26
Tabla 3. Formato del paquete de pregunta	34
Tabla 4. Descripción de los campos del paquete de pregunta	35
Tabla 5. Tasa de transferencia de datos del tag hacia el lector	35
Tabla 6. Formato del paquete de respuesta	36
Tabla 7. Descripción de los campos del paquete de respuesta	36
Tabla 8. Paquete de pregunta en modo inventario	37
Tabla 9. Paquete de respuesta en modo inventario al detectar un tag	39
Tabla 10. Paquete de respuesta en modo inventario al no detectar un tag	40
Tabla 11. Paquete de respuesta en modo inventario al leer 3 tags	41
Tabla 12. Presupuesto del sistema	55

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Elementos básicos de un sistema RFID	17
Figura 2. Primer sistema radar de Watson-Watt	18
Figura 3. RFID en el control de ganado	20
Figura 4. Módulos RFID con antena integrada	21
Figura 5. Variedad de tags	22
Figura 6. Antenas para tags HF y UHF	22
Figura 7. Estructura de un tag HF	23
Figura 8. Componente middleware en un sistema RFID	24
Figura 9. Frecuencias de operación del RFID	24
Figura 10. Modelo entidad – relación de la base de datos	30
Figura 11. Interfaz visual con PHP	31
Figura 12. Lector DTR10 de Ericel & Detec Ingeniería	33
Figura 13. Tag RI-I17-112A-03	33
Figura 14. Interfaz lector RFID – Base de datos con C++ Builder	42
Figura 15. Campos de datos para la hoja de vida del equipo	43
Figura 16. Resultado de una búsqueda	44
Figura 17. Asignación del tag a un equipo	45
Figura 18. Identificación del tag del equipo	46
Figura 19. Lectura simultanea de 3 tags	47
Figura 20. Esquema del sistema RFID para la gestión de los equipos	48
Figura 21. Esquema del sistema antirrobo con RFID para un acceso	49
Figura 22. Esquema general de los puntos del sistema antirrobo con RFID	49
Figura 23. Lector RFID DTR14	50
Figura 24. Lector RFID RI-STU-655A	51
Figura 25. Antena ISC.ANT340/240-A	52
Figura 26. Tag RI-I02-112B-03	53

Figura 27. Computador para el sistema antirrobo	53
Figura 28. Servidor HP PROLIANT ML110 G6	54
Figura 29. Gestión de pacientes con RFID	56
Figura 30. Bandeja de cirugía con tag RFID	56
Figura 31. Control de acceso del personal con RFID	57
Figura 32. RFID como alternativa al control de medicamentos	58

LISTA DE ANEXOS

	pág.
ANEXO 1	64
ANEXO 2	65
ANEXO 3	66
ANEXO 4	68
ANEXO 5	69
ANEXO 6	71
ANEXO 7	72

GLOSARIO

ANTICOLISIÓN: sistema para el manejo de más de un medio de acceso en el área de cobertura del receptor, permitiendo el reconocimiento de solo un medio de acceso a la vez.

BASE DE DATOS: es una colección de información organizada de forma que un programa de ordenador pueda seleccionar rápidamente los fragmentos de datos que necesite. Una base de datos es un sistema de archivos electrónico.

COLISIÓN: es cuando varias etiquetas RFID están en el rango de alcance del lector ó interrogador, y dos o más de ellas quieren transmitir al mismo tiempo.

EQUIPO MÉDICO: un equipo médico o biomédico es todo aparato o máquina, operacional y funcional, que reúna piezas eléctricas, mecánicas y/o híbridas; desarrollado para realizar las actividades de prevención, diagnóstico, tratamiento o rehabilitación en servicios de salud.

INTERFAZ: en software, parte de un programa que permite el flujo de información entre un usuario y la aplicación, ó entre la aplicación y otros programas o periféricos. En electrónica, una interfaz es el puerto por el cual se envían señales desde un sistema hacia otros.

PROTOCOLO: en telecomunicaciones, se define como una serie de normas que usan los equipos informáticos para gestionar sus diálogos en los intercambios de información.

UID: unique identification o identificación única. Este término hace referencia al número de identificación que contiene el chip de la etiqueta o tag RFID.

RESUMEN

La tecnología de Identificación por Radiofrecuencia RFID (Radio Frequency IDentification), ha llegado a ser una de las tecnologías de comunicación que ha experimentado un crecimiento más acelerado y sostenido en los últimos tiempos. La posibilidad que ofrece la lectura a distancia de la información contenida en una etiqueta o tag, sin necesidad de contacto físico, junto con la capacidad para realizar múltiples lecturas y en algunos casos su escritura, de forma simultánea, abre caminos a un conjunto muy extenso de aplicaciones en una gran variedad de ambientes, desde la trazabilidad y control de inventario, hasta la localización y seguimiento de personas y bienes, o la seguridad en el control de accesos.

En este estudio de viabilidad, se busca la propuesta de aplicar RFID para ayudar en los procesos de control y gestión de los equipos médicos del hospital, para reducir inconvenientes en la administración, tanto de los equipos como de su información, debido al gran número de estos dentro de la institución. Además, se examina la posibilidad de implementar RFID como sistema antirrobo, haciendo uso de los propios tags y empleando lectores de largo alcance, para así lograr evitar sucesos como los ocurridos durante el año 2009, en el cual se presentó el hurto de un desfibrilador de paro y un monitor de signos vitales portátil.

Para el desarrollo del estudio, se realizó un modelo de prueba con un prototipo RFID de la empresa Ericel & Detec Ingeniería, el DTR10, para simular el funcionamiento y determinar las características más adecuadas para el sistema del hospital. Para ello fue necesario realizar un software de aplicación en Builder C++, para la interfaz de comunicación entre el lector y los tags, que además se encarga de procesar los datos obtenidos por el tag (el UID en este caso), con una base de datos en MySQL que permitirá relacionar los datos del tag con la información los equipos médicos. Además se diseñó una aplicación en lenguaje PHP, con el cual el usuario podrá administrar la información de la base de datos. A partir de los resultados obtenidos del prototipo, se hace una propuesta de diseño y de los dispositivos del sistema que se podría implementar.

Se encontró que los dispositivos RFID que operan bajo el protocolo ISO/IEC 15693, a frecuencia de 13.56 MHz, son apropiados para el sistema a implementarse en el hospital, debido a las características técnicas que ofrecen sus fabricantes. Sin embargo, para el montaje del sistema antirrobo queda sometido a experimentación, debido al éxito generado por sistemas similares de radiofrecuencia, que actualmente existen en los grandes almacenes de cadena.

ABSTRACT

The radio frequency identification technology RFID (Radio Frequency Identification), has become one of the technologies of communication that has experienced rapid and sustained growth in recent times. The possibility of the remote reading of the information contained on a label or tag, without physical contact, along with the ability to take multiple readings and in some cases writing, simultaneously, opens up to a very large applications in a variety of environments, from the traceability and inventory control, to locating and monitoring people and property, or security access control.

In this feasibility study, the proposal seeks to implement RFID to aid in process control and management of hospital medical equipments, to reduce problems in the management of teams and their information due to the large number of those within the institution. In addition, we examine the possibility of implementing RFID as anti-theft system, using their own tags and readers using long-range, prevent events like those occurred during 2009, in which was presented the theft of a defibrillator and a portable vital signs monitor.

To develop the study, was used a test model with a prototype RFID from company Ericel Detec & Engineering, DTR10 to simulate the operation and determine the right characteristics for the hospital system. It was necessary to make an application software in Builder C + +, to the communication interface between the reader and tags, which also is responsible for processing the data from the tag (the UID in this case), with a database in MySQL that will link the tag data with medical equipment information respective. Was designed an application in PHP, with which the user can manage of the database information. From the results of the prototype, was made a proposal for design and system devices that could be implemented.

It was found that RFID devices operating under the protocol ISO / IEC 15693, with frequency of 13.56 MHz, are appropriate for the system to be implemented in the hospital, due to the technical characteristics that offer their manufacturers. However, for mounting the anti-theft system is subject to experimentation, because of the success generated by radio frequency similar systems that currently exist in the department store chain.

INTRODUCCIÓN

Con este trabajo se permite dar a conocer aspectos generales y específicos, acerca de una de las tecnologías que ha tenido un gran avance en la última década, y que actualmente está siendo acogida como un medio para el proceso de identificación automática, la RFID.

Hoy en día, la tecnología RFID ha llegado a demostrar madurez, por lo que se está empezando a aumentar su comercialización y uso generalizado. A continuación se presenta un compendio general del estudio desarrollado, mostrando una idea general del contenido disponible en cada capítulo.

En el primer capítulo se da conocer los fundamentos de la tecnología RFID, describiendo los elementos que componen dicho sistema, su origen, desarrollo, funcionamiento, capacidades y ventajas sobre otras tecnologías de identificación automática.

En el segundo capítulo se muestra el desarrollo de un prototipo RFID, con el cual se simulará el funcionamiento que podría tener el sistema en el hospital, detallando cada una de las etapas que lo compone, como por ejemplo el sistema de gestión de base de datos y el software de aplicación del lector, además de lograr entender el protocolo de comunicación llevado a cabo entre el lector y el tag RFID.

En el tercer capítulo se desarrolla la propuesta del sistema RFID del hospital, en el cual se da a conocer los dispositivos que podrán hacer parte, el costo total para su adquisición, las aplicaciones alternas a las que se puede prestar y la factibilidad, tanto técnica como económica para su implementación.

Por último, se dan a conocer algunas recomendaciones y conclusiones a tener en cuenta en la posibilidad de utilización de tecnología RFID, para la aplicación definida en este estudio de viabilidad.

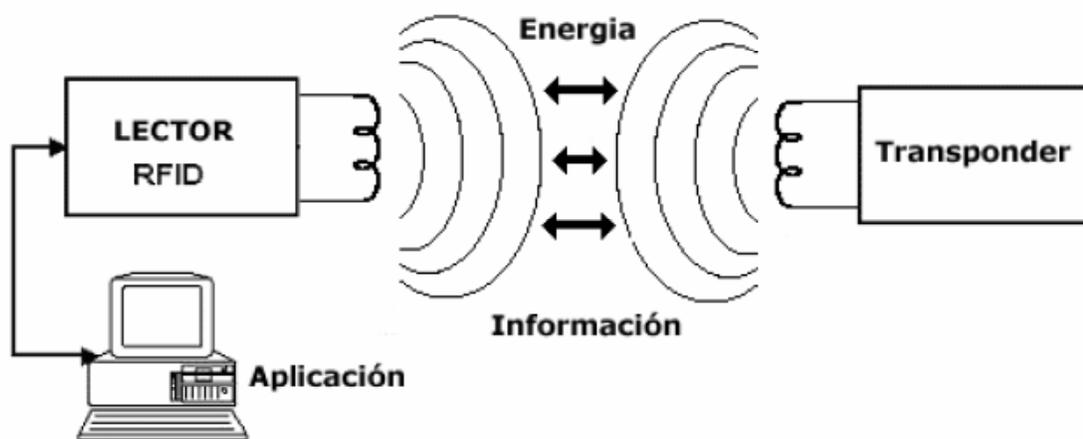
La información que se presenta en el documento, proviene de una gran variedad de fuentes, donde se destacan principalmente las bases teóricas y técnicas, consultadas en las páginas de las empresas que distribuyen este tipo de tecnología, publicaciones especializadas y manuales técnicos de los dispositivos RFID que existen en el mercado.

1. RFID

1.1 ¿QUÉ ES RFID?

RFID es una sigla proveniente de los términos Radio Frequency Identification ó Identificación por Radio Frecuencia. Es una tecnología que permite a través de ondas de radiofrecuencia, transmitir la identidad de un elemento que contenga una etiqueta, tag o transponder, ya sea mediante un número de serie único y/o información que se encuentre contenido en un chip del mismo.

Figura 1. Elementos básicos de un sistema RFID



Un sistema de RFID está compuesto principalmente de un lector o reader, su antena y los tags, llamados también transponders, etiquetas, tarjetas de RFID, que transportan los datos (Figura 1). El lector transmite una señal de radio de baja potencia mediante su antena, la cual es recibida por la etiqueta a través de su propia antena y usada para potenciar un chip o circuito integrado. Con la energía que obtiene de la señal cuando ingresa al campo radial de la antena, la etiqueta conversará brevemente con el lector para la verificación e intercambio de datos. Una vez que el lector recibe los datos, este se encargará de enviarlos a una computadora controlada para su procesamiento y gestión.

1.2 ANTECEDENTES DEL RFID

Los orígenes de la tecnología de identificación por radiofrecuencia datan desde la Segunda Guerra Mundial. Los alemanes, japoneses y británicos emplearon radares, para advertir el acercamiento de los aviones cuando se encontraban a millas de distancias. El inconveniente era que no había manera de identificar los aviones enemigos, en el caso de que un piloto regresara de una misión. Los alemanes descubrieron que si los pilotos giraban los aviones cuando ellos retornaran a la base, cambiaría la señal de radio reflejada. Este método alertó a la tripulación del radar sobre el terreno de los aviones alemanes y de los del enemigo, convirtiéndose así en el primer sistema de RFID pasiva.

Según Watson-Watt, quien encabezó un proyecto secreto, los británicos desarrollaron el primer activo para identificar amigos y enemigos, colocando cada dispositivo en cada avión británico (Figura 2). Cuando recibían señales desde las estaciones de radar desde el suelo, estas empezaban a emitir una señal de respuesta que identificaba los aviones amigos. RFID opera sobre el mismo concepto básico. Una señal es enviada a un tag, el cual se activa y emite una señal reflejada de vuelta (sistema pasivo) o emite una señal (sistema activo).

Figura 2. Primer sistema radar de Watson-Watt



Los avances en radares y sistemas de comunicaciones de radiofrecuencia continuaron durante los años 1950 y 1960. Científicos y académicos en los Estados Unidos, Europa y Japón realizaron investigaciones y presentaron documentos explicando como la energía de radiofrecuencia podría usarse para

identificar objetos de forma remota. Compañías empezaron a comercializar sistema antirrobo que empleaban ondas de radio para determinar cuando un ítem había sido pagado o no. Etiquetas electrónicas para artículos de vigilancia, son empleados en la actualidad, en el cual la etiqueta contiene un bit. El bit puede ser encendido o apagado. Si alguien paga por el artículo, el bit es apagado o en su defecto el tag es retirado del producto según el caso, y la persona puede abandonar la tienda. Pero si una persona no pago por el artículo y trata de salir de la tienda, los lectores cerca de la puerta detectan el tag y emiten una alarma sonora.

Mario W. Cardullo afirma haber recibido la primera patente de los Estados Unidos para una etiqueta RFID activa con memoria regrabable en 1973. En ese mismo año, Charles Walton, un empresario de California, recibió una patente para un tag pasivo que abría las puertas sin necesidad de llaves. Una tarjeta con un tag comunicaba una señal al lector de la puerta, que cuando validaba la tarjeta, desbloqueaba la cerradura.

El gobierno estadounidense trabajó también en sistemas RFID. En 1970, el Laboratorio Nacional Los Alamos fue requerido por el Departamento de Energía para desarrollar un sistema para el seguimiento de los materiales nucleares. A un grupo de científicos se les ocurrió la idea de poner un tag en un camión y lectores a las puertas de instalaciones de seguridad. La antena de la puerta podía activar el tag en la camioneta, el cuál podía responder con un ID y otros datos, por ejemplo el de el conductor del camión que llevaba el ID. Este sistema fue comercializado a mediados de 1980, cuando los científicos de Los Alamos abandonaron el proyecto para formar una compañía y desarrollar sistemas automatizados de pagos de peaje. Este sistema empezó a usarse ampliamente en carreteras, puentes y túneles alrededor del mundo.

También se desarrolló un sistema para el control del ganado que había sido vacunado insertando bajo la piel de los animales una etiqueta RFID pasiva con la que se identificaba los animales que habían sido vacunados y los que no (Figura 3). Inicialmente trabajaron con frecuencias de 125 KHz, y posteriormente las compañías se movieron al espectro de alta frecuencia (13.56 MHz) que fue reglamentada y poco utilizada en muchas partes del mundo.

Las altas frecuencias ofrecen mayor alcance y velocidades de transferencia de datos más rápida. Hoy en día, los sistemas RFID de 13.56 MHz son empleados para control de acceso, sistemas de pago y tarjetas inteligentes sin contacto. También son usados como dispositivo antirrobo en los carros.

A inicios de 1990, ingenieros de IBM desarrollaron una patente de sistema RFID UHF, ofreciendo rangos de lectura arriba de los 6 metros y rápida transferencia de datos. Debido al gran coste que implicaba, este sistema no pudo ser comercializado.

Figura 3. RFID en el control de ganado



La actual vigencia de RFID entró en vigor en 1999, cuando se creó el Laboratorio de Identificación Automática (Auto-ID Lab) en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), con financiación de Procter & Gamble y Gillette. El Auto-ID Lab creó una solución utilizando la tecnología RFID combinada con códigos de producto electrónico (EPC) en sustitución de los sistemas de código de barras. Los tags RFID que el Auto ID Lab creó, almacenan un código electrónico de producto unívoco (denominado por sus siglas EPC) en un microchip que se transmite a través de una antena a los lectores RFID.

1.3 COMPONENTES DEL SISTEMA RFID

1.3.1 Lector. Aunque el término correcto es el de transceptor, porque permite además escribir información en los tags, se conoce también como módulo, reader o interrogador. El lector genera la electricidad que viaja por una línea de conexión, hacia una antena que irradia dicha señal en el espacio a una frecuencia determinada, para detectar la posible presencia de tags dentro de un rango de operación. El mismo lector escucha la respuesta de los tags, recibiendo las señales de radio frecuencia emitida por este, a través de las antenas que el lector se encarga luego de convertir en cadenas de bits de información digital.

Debido a que una gran cantidad de etiquetas podrían encontrarse en presencia de un lector, los lectores deben ser capaces de recibir y administrar varias respuestas al mismo tiempo. La capacidad de gestionar una gran cantidad de etiquetas es utilizada para permitir que las etiquetas sean identificadas y seleccionadas

individualmente. A un lector se le puede conectar una o más antenas, aunque hay lectores con antenas incorporadas. Un lector puede conectarse a un ordenador mediante diferentes tipos de interfaz como usb, RS-232 o RS-485, para funcionar junto con un programa de aplicación, o entre una red de lectores para ser controlado por un dispositivo maestro, mediante asignación de una dirección a cada lector.

1.3.2 Antena. La antena es la encargada de transformar las corrientes generadas por el lector en ondas de radiofrecuencia, y las ondas de radiofrecuencia reflejada o emitidas por los tags, en corriente oscilante hacia el lector.

Una antena RFID crea un campo de acción a su alrededor, tridimensional, llamado haz, bulbo o pattern. El objetivo de una antena RFID es el de aumentar el radio de acción y la densidad del campo electromagnético lo máximo posible, mejorando la capacidad de lectura de los tags.

El tamaño de las antenas a emplear dependen tanto del tipo de aplicación, como de la frecuencia de operación escogida para el sistema RFID, por lo que a mayor frecuencia, menor es su tamaño. Varias antenas pueden ser gestionadas por un único lector. A pesar de que en el mercado existen muchas clases de lectores RFID, estos se clasifican en antenas móviles ó integradas (Figura 4) y antenas fijas.

Figura 4. Módulos RFID con antena integrada



1.3.3 Tag. Los tags o transponders se componen básicamente de un chip conectado a una antena, que es el componente mediante el cual el tag detecta el campo generado por el lector y también emplea para responder a la interrogación.

La etiqueta al situarse dentro del campo de las antenas, recibe la energía necesaria para alimentar al chip y así responder adecuadamente a la solicitud del lector/grabador, ya sea una acción de lectura o escritura. El tag en si es un circuito analógico/digital, en el cual la parte analógica se encarga de controlar la alimentación y la comunicación por radiofrecuencia, y la parte digital gestiona la información que contiene la etiqueta. Existe una gran variedad de tipos de tags

(Figura 5), siendo este elemento el más difícil de decidir según la aplicación que se vaya a realizar.

Figura 5. Variedad de tags

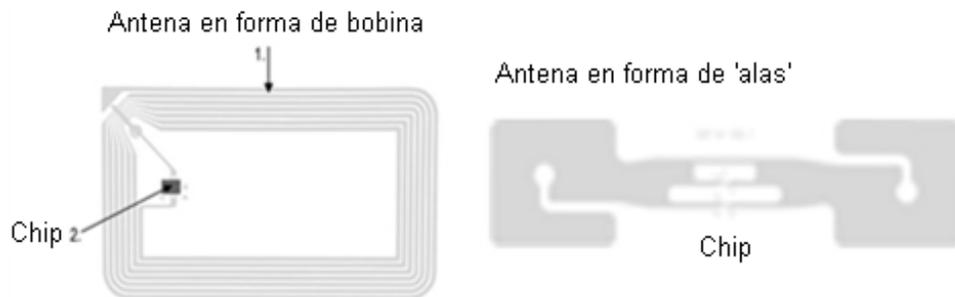


1.3.3.1 Estructura del tag

- **Microchip:** su diseño determina el tipo de memoria, si es de solo lectura o de lectura/escritura. Contiene información del código de identificación única (UID) y ejecuta los comandos específicos. Algunos tags poseen la capacidad de almacenar información adicional de hasta 2 Kilobytes.
- **Antena:** se encarga de absorber las ondas de radiofrecuencia difundidas por el lector, para energizar y transmitir la información contenida en el chip. La energía para activar el chip la obtiene del campo electromagnético para HF y eléctrico para UHF. El tamaño de la antena determina el rango de lectura del tag, entre más grande sea, mayor energía puede recolectar y transmitir con mayor potencia.

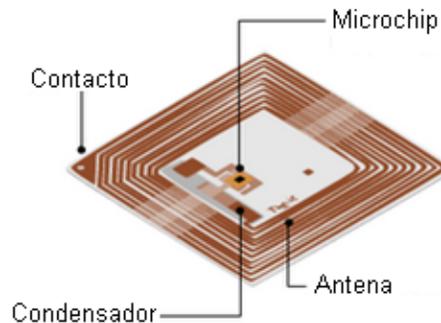
La antena del tag depende también de la frecuencia de operación. Las antenas de los tags de baja frecuencia (LF) y de alta frecuencia (HF), se componen de una bobina de inducción, mientras que los tags de ultra alta frecuencia (UHF) y de microondas la conforman un capacitor (Figura 6).

Figura 6. Antenas para tags HF y UHF



- Contacto: es aquel que mantiene el chip y la antena juntos. Por lo general es una lámina de plástico.

Figura 7. Estructura de un tag HF



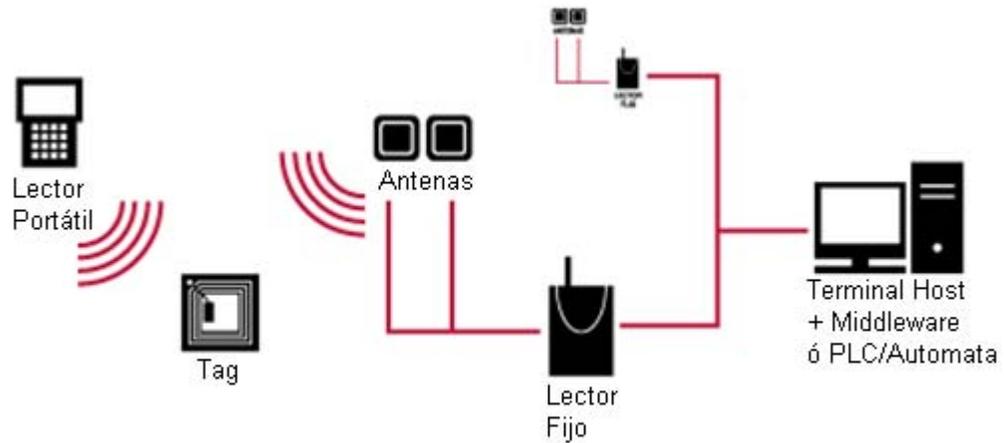
1.3.3.2 Tags según su fuente de energía

- Pasivos: No tienen una fuente de alimentación propia. Utiliza como fuente de alimentación la energía recogida del campo electromagnético creado por la antena del lector. La respuesta de este tipo de etiquetas generalmente es de sólo un ID. La distancia de lectura oscila entre 10 milímetros y 6 metros, dependiendo del tamaño de la antena, la potencia y frecuencia del lector. Estas etiquetas son las más económicas y pequeñas, con una duración prácticamente ilimitada.
- Activos: están conectadas a una fuente de energía (baterías, pilas), el cual se emplea para activar el microchip y enviar la señal a la antena, permitiendo mayores rangos de lectura de hasta 100 metros y mayor espacio de memoria. También puede llevar sensores adicionales. Son los tags más caros del mercado y tienen la capacidad de poder trabajar en ambientes metálicos o de exterior (con o sin humedad). La única desventaja es que si se descarga la batería, el tag deja de ser activo.

1.3.4 Middleware. El middleware es el cerebro del sistema, el cual proporciona los medios de proceso y almacenamiento de datos. Su función es la de gestionar todo el sistema RFID a nivel de hardware, determinando las interacciones que deberán tener los lectores, para recibir la información de la señales de los tags y filtrar información, para posteriormente ser procesados.

El middleware puede ser diseñado específicamente para una aplicación concreta, solamente transmitiendo la información recogida por los lectores a la aplicación correspondiente.

Figura 8. Componente middleware en un sistema RFID



1.4 FRECUENCIAS DE OPERACIÓN

La frecuencia es un factor importante en la selección de un tag RFID, porque decide la distancia de comunicación entre los tags y los lectores. El uso de una frecuencia u otra viene marcado además por las características de los elementos a identificar, por ejemplo, interferencias con metales y líquidos de algunas de las frecuencias y por el uso o aplicación que se le quiera dar al RFID.

Figura 9. Frecuencias de operación del RFID

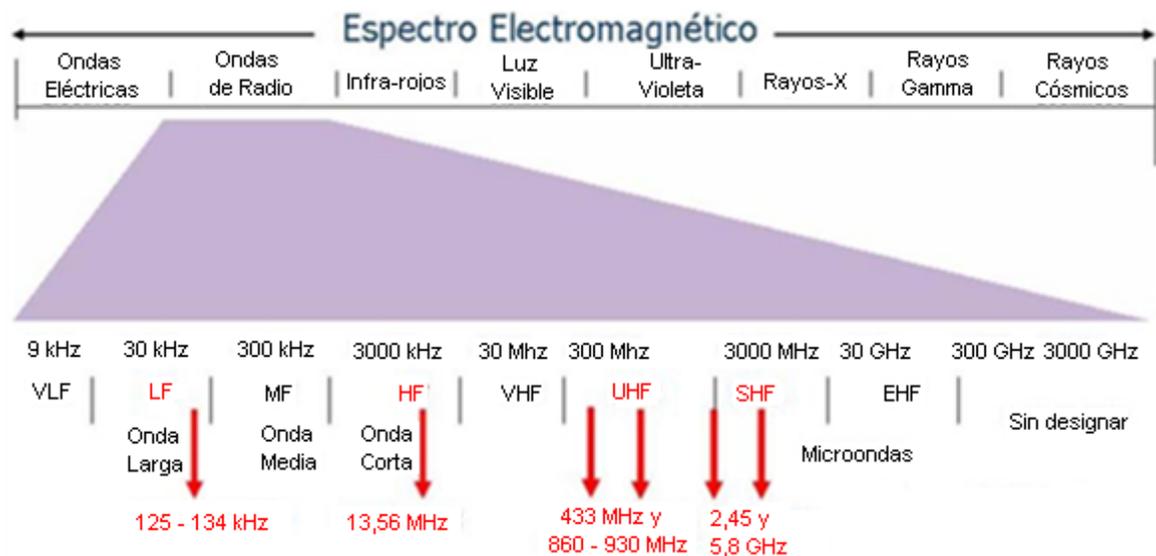


Tabla 1. Comparativa frecuencias RFID

RANGO DE FRECUENCIA	LF 125 – 134 KHz	HF 13.56 MHz	UHF 433, 868 – 915 MHz	Microondas 2.45 y 5.8 GHz
RANGO DE LECTURA MÁXIMO (TAGS PASIVOS)	< 0.5 m	< 1.5 m	< 6 m	< 12 m
CARACTERÍSTICAS GENERALES	Usan acoplamiento inductivo. Tasa de transferencia de datos baja, buen desempeño al trabajar en ambientes que contienen metales y líquidos.	Usan acoplamiento inductivo. Tasa de transferencia de datos baja, pero mejor que en LF. Buen desempeño en presencia de líquidos y ciertos metales.	Etiquetas activas (433 MHz), semipasivas y pasivas (860-960 MHz). Estas últimas trabajan con acoplamiento capacitivo. Alta transferencia de datos, pero mal desempeño en presencia de metales y líquidos.	Emplean etiquetas activas, semi-pasivas y pasivas. Buen desempeño frente a metales para tags activos. Espectro de frecuencias compartido con otras tecnologías.
TAMAÑO TAG PASIVO	Mayor	Medio	Pequeño	Menor o igual que las de UHF

1.7 REGULACIÓN REGIONAL Y ASIGNACIÓN DE FRECUENCIAS

Las lectores y tags RFID caen bajo la denominación de dispositivos de corto alcance (Short Range Devices – SRD's), la cual aunque normalmente no requiere una licencia, los productos en sí mismo son cobijados por las leyes y regulaciones que varían de país a país. Actualmente, la única frecuencia aceptada globalmente es la HF 13.56 MHz. Para las etiquetas pasivas UHF el problema es más complicado debido a que la asignación de frecuencia en unos países es permitida y en otros no, pues puede haber problemas con algunas frecuencias asignadas a las bandas de dispositivos celulares u otras bandas ya asignadas o alarmas.

Para estas regulaciones se encuentra la ITU (International Telecommunications Union), dividiendo el mundo en tres regiones reguladas:

- ✓ REGIÓN 1: Europa, Oriente Medio, África y la antigua Unión Soviética, incluyendo Siberia. El CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications) tiene la responsabilidad de asignar la frecuencia y la salida de poder.
- ✓ REGIÓN 2: Norte y Suramérica y el este del Pacífico. La FCC (Federal Communications Commission).
- ✓ REGIÓN 3: Asia, Australia y el oeste del Pacífico. MPHPT (Ministry of Public Management, Home Affairs, Post and Telecommunication).

Tabla 2. Rango de frecuencias utilizadas de RFID en algunos países

PAÍS	LF (BAJA FRECUENCIA) KHz	HF (ALTA FRECUENCIA) MHz	UHF (ULTRA ALTA FRECUENCIA) MHz	MICROONDAS GHz
Estados Unidos	125, 134	13.56	902 – 928	2.40 – 2.48 5.72 – 5.85
Europa	125, 134	13.56	868 – 870	2.45
China	125, 134	13.56	N/A *	N/A *
India	125, 134	N/A *	865 – 867	2.40
Japón	125, 134	13.56	950 – 956	2.45
Singapur	125, 134	13.56	923 - 925	2.45

* N/A = No Aplica.

1.8 RFID VS. CÓDIGO DE BARRAS

La tecnología RFID supera muchas de las limitaciones del código de barras, que a día de hoy sigue siendo el sistema de identificación de objetos más utilizado. Las principales ventajas de la tecnología RFID sobre el código de barras son las siguientes:

- ✓ A diferencia del código de barras, las etiquetas electrónicas no necesitan contacto visual con el módulo lector para que éste pueda leerlas. La lectura se puede hacer a una distancia de hasta 10 metros.

- ✓ Mientras el código de barras identifica un tipo de producto, las etiquetas electrónicas identifican el producto a nivel individual. Es decir, dos yogures iguales llevan el mismo código de barras y, por lo tanto, la misma identificación, pero si estuvieran equipados con etiquetas electrónicas se podrían identificar y gestionar de forma individual.
- ✓ Claramente superior en multiplicidad de lecturas, los sistemas RFID aceptan gran cantidad de lecturas simultáneas y proveen en consecuencia una velocidad y exactitud de obtención de datos superior. Los códigos de barras requieren lecturas secuenciales.
- ✓ Gran capacidad de almacenamiento, a diferencia de los códigos de barras que sólo pueden almacenar una cantidad limitada de información y deben cambiarse cada vez que se cambia la información.
- ✓ Mientras que sobre el código de barras se puede escribir solo una vez, sobre las etiquetas electrónicas, con memoria adicional, puede escribirse todas las veces que haga falta.
- ✓ La tecnología RFID evita falsificaciones. Con una simple fotocopia se puede reproducir un código de barras. Las etiquetas electrónicas, en cambio, no se pueden copiar. Un tag sobre un artículo de marca garantiza su autenticidad.
- ✓ Un código de barras se estropea o se rompe fácilmente, mientras que una etiqueta electrónica es más resistente porque, normalmente, forma parte del producto o se coloca bajo una superficie protectora y soporta mejor la humedad y la temperatura.
- ✓ Es un sistema automatizado y de alta velocidad, en el que se supera al factor humano que representa la mayor barrera entre la velocidad de producción y la exactitud del procesamiento.
- ✓ Con la tecnología RFID el monitoreo y control físico de inventarios puede ser eficientemente controlado muchas más que una o dos veces al año: puede ser de manera permanente y en tiempo real.
- ✓ En resumen, la tecnología RFID es más poderosa y versátil que el código de barras. A la fecha de hoy sólo tiene en su contra el costo económico superior, pero se encuentra en un continuo descenso.

2. PROTOTIPO DEL SISTEMA RFID

2.1 SISTEMA DE GESTIÓN DE BASE DE DATOS

Para la gestión de un proyecto RFID, en este caso para emplearlo en la administración e identificación de equipos médicos, se hace necesario disponer de una herramienta para el manejo de la información, el cual permita integrar el sistema RFID con una aplicación determinada.

Es importante saber el lugar donde se almacenará la información, teniendo en cuenta el acceso a ella, el volumen, la integridad de los datos, la durabilidad y la privacidad de la misma, para lo cual se hará uso de una base de datos. Una base de datos es un “almacén” que nos permite guardar grandes cantidades de información, de forma organizada para que luego pueda ser encontrada y utilizada fácilmente. Para desarrollar una base de datos, se debe emplear un sistema de gestión de base de datos, que es un tipo de software muy específico, dedicado a servir de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones que la utilizan, el cual se compone de un lenguaje de definición de datos, de un lenguaje de manipulación de datos y de un lenguaje de consulta.

El sistema de gestión de base de datos utilizado en la aplicación del prototipo fue MySQL, que es de distribución gratuita y es uno de los más utilizados. La versión de MySQL que se utilizó fue la 5.1.45, el cual puede descargarse de la página <http://dev.mysql.com/downloads/mysql/>, además del uso de otras herramientas adicionales como MySQL Workbench 5.2 CE y phpMyAdmin, para facilitar el diseño de la base de datos.

2.1.1 Diccionario de Datos y Modelo Entidad – Relación. Para el diseño de la base de datos en MySQL, en primer lugar se procedió a identificar la información que debe ir en la base de datos, por lo que se crea el diccionario de datos. Para esto se tuvo en cuenta los datos más comunes que se manejan en las hojas de vida y los reportes de mantenimiento de los equipos médicos. Como las bases de datos almacenan los datos en tablas simples, donde cada una de ellas está definida para apoyar un tema o área específica, el contenido del diccionario de datos pasa a ser cada una de las columnas o campos que compone un conjunto de tablas, permitiendo relacionarlas fácilmente entre sí, a través del uso de llaves

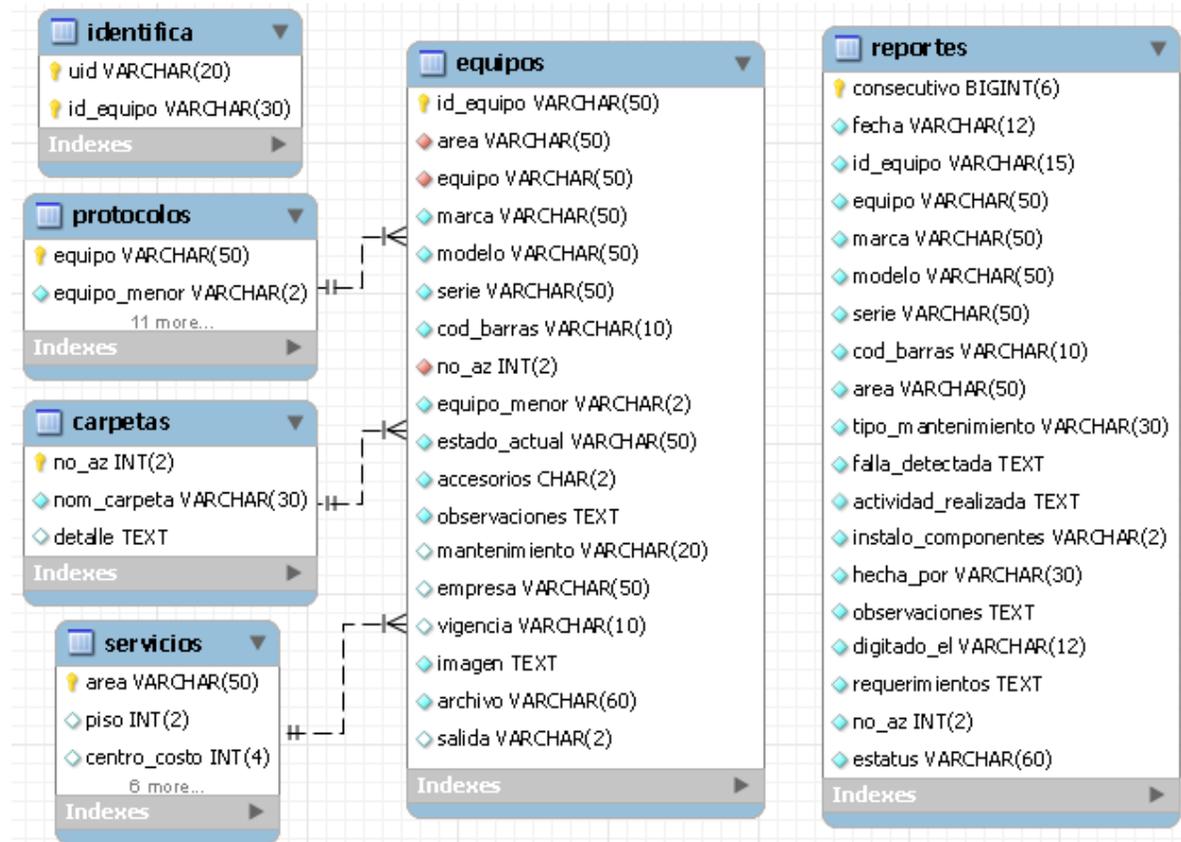
o campos comunes, que permitan una navegación sencilla y natural a través de ellas, siempre y cuando su diseño sea el correcto.

A continuación, se da a conocer el listado los datos más relevantes a manejar, para el diseño de la base de datos en SQL:

- ✓ Código interno del equipo (id_equipo)
- ✓ Código del tag RFID del equipo (uid)
- ✓ Nombre del equipo (equipo)
- ✓ Servicio donde se ubica el equipo (area)
- ✓ Marca del equipo (marca)
- ✓ Modelo del equipo (modelo)
- ✓ Serie del equipo (serie)
- ✓ Número de inventario del equipo (cod_barras)
- ✓ Número de carpeta donde se ubica la hoja de vida del equipo (no_az)
- ✓ Nombre de la carpeta (nom_carpeta)
- ✓ ¿Equipo menor? (equipo_menor)
- ✓ Estado del equipo (estado_actual)
- ✓ ¿Tiene accesorios? (accesorios)
- ✓ Contrato de mantenimiento (mantenimiento)
- ✓ Empresa contratista (empresa)
- ✓ Termino del contrato (vigencia)
- ✓ Observaciones (observaciones)
- ✓ Salida del equipo (salida)
- ✓ Consecutivo del reporte (consecutivo)
- ✓ Tipo de mantenimiento (tipo_mantenimiento)
- ✓ Falla detectada (falla_detectada)
- ✓ Actividad realizada (actividad_realizada)
- ✓ ¿Se instaló componentes? (instalo_componentes)
- ✓ Requerimientos (requerimientos)
- ✓ Persona a cargo del mantenimiento (hecha_por)

A partir de estos datos, se procede a formalizar el diccionario de datos, para crear el modelo de entidad – relación (Figura 10), que permite identificar los tipos de datos, los vínculos y las restricciones para tener en cuenta en el diseño de la base de datos. Por ejemplo, los campos que van acompañados de una llave, son conocidos como Llaves primarias, en el cual los datos que componen dicho campo son únicos e irrepetibles para la tabla que los contiene y que pueden ser relacionado con los campos de otras tablas, de manera que exista integridad en el manejo de la información. Los campos que van acompañados de un rombo rojo, se conocen como Llave foránea porque están relacionadas directamente con los datos de la llave primaria de otra tabla, de forma que los datos que se manejan en los campos con llave foránea, estén contenidos dentro de los campos con llave primaria.

Figura 10. Modelo entidad – relación de la base de datos



La tabla “identifica” contendrá el dato del código único del tag RFID que llevará el equipo y se relacionará con un código interno de la base de datos, permitiendo obtener los datos del equipo, cuando el tag se encuentre en el campo el lector RFID. La tabla “reportes” almacenará información de los reportes de mantenimiento de los equipos. Las tablas “protocolos” y “servicios” tienen como propósito minimizar el error en el manejo repetitivo de datos.

2.1.2 Diseño de la Base de Datos en SQL. A partir del modelo entidad – relación, se procede a diseñar la base de datos en lenguaje SQL (Structure Query Language ó Lenguaje de Consulta Estructurado) usando para ello el programa MySQL. En él se definen los campos, los tipos de datos, las relaciones y restricciones de cada una de las tablas que componen la base de datos.

2.2 SOFTWARE PARA LA ADMINISTRACIÓN DE LA BASE DE DATOS

Para administrar la base de datos con MySQL, es necesario hacer uso de comandos en lenguaje SQL. Para facilitar al usuario el manejo de la base de datos, se hace necesario diseñar una interfaz visual para gestionar la información que hay en ella, el cual se encargará de ejecutar los comandos SQL necesarios, sin que la persona tenga que preocuparse sobre su programación.

Para el desarrollo de la interfaz que se conectará con el servidor que contendrá la base de datos de MySQL, se hará uso de PHP (Hypertext Pre-processor o Procesador de hipertexto), que es un lenguaje de programación interpretado, diseñado originalmente para la creación de páginas web dinámicas. PHP es de distribución libre y es de licencia pública, además de que no solamente es utilizado para bases de datos en MySQL sino de muchos otros sistemas de gestión como por ejemplo Acces y Oracle.

Figura 11. Interfaz visual con PHP

http://127.0.0.1/biomedica/

Usuario:
javier86

[Buscar](#)
[Equipo](#)
[Reporte](#)
[Crear](#)
[Modificar](#)
[Salir](#)

HOSPITAL UNIVERSITARIO

Ene - 2011

Dom	Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

13 : 51 : 34

BUSCAR EQUIPO

Buscar por: Ordenar por:

Servicio:

Equipo menor:

Estado:

Mantenimiento:

Empresa:

Salida:

Observaciones:

La programación en PHP no requiere instalación de software especial para su programación. PHP funciona del lado del servidor, por lo que todo lo que el usuario realice en dicha interfaz, se hará en el computador del servidor. Esto es así, puesto que al trabajar con una base de datos, la base de datos se encontrará alojada en el servidor y solo en el servidor se puede manipular la información.

Al trabajar con la base de datos de MySQL desde PHP, es necesario emplear un programa servidor para hacer uso de la interfaz. Para ello se utilizó el software XAMPP, del acrónimo de X (para cualquiera de los diferentes sistemas operativos) Apache MySQL PHP Perl, el cual instala el servidor Apache y permite la interacción de la interfaz PHP con la base de datos MySQL. Al igual que MySQL y PHP, XAMPP es un programa de distribución libre e instala los componentes necesarios para el funcionamiento del servidor.

2.3 MODELO PROTOTIPO RFID

Para determinar la manera más adecuada de utilizar el sistema RFID para la gestión e identificación de los equipos médicos del hospital, se realizó una aplicación de prueba mediante el uso de un prototipo.

Este sistema de prueba consta de cuatro partes: El primero, que consiste en el lector RFID; el segundo, en el tag a utilizar; el tercero, que consiste en el protocolo de comunicación del sistema; y el cuarto, el programa interfaz para la interacción del módulo RFID con la base de datos del sistema.

2.3.1 Lector RFID. El lector usado para la aplicación del prototipo que simulará el funcionamiento del sistema RFID, es el DTR10 de la empresa Ericel & Detec Ingeniería (Figura 12), que cumple con la norma estándar ISO/IEC 15693; permite leer y escribir tags en el rango de alta frecuencia HF de 13.56 MHz. Incorpora una función de anticolidión, permitiendo leer varios tags simultáneamente y tiene un alcance de lectura/escritura máximo de 10 cm, debido a la potencia que maneja la antena (200 mW). Además se puede conectar a un computador a través de interfaz RS-232, y opcional RS-485, para operar en red con otros lectores.

Las comunicaciones a través del puerto RS-232 usan 1 bit de inicio, 8 bits de datos, 1 bit de parada, no paridad y la tasa de baudios es configurable entre 9.600, 19.200, 38.400, y 57.600 baudios. Estas comunicaciones entre el computador y el lector se llevan a cabo mediante paquetes de datos donde las comunicaciones

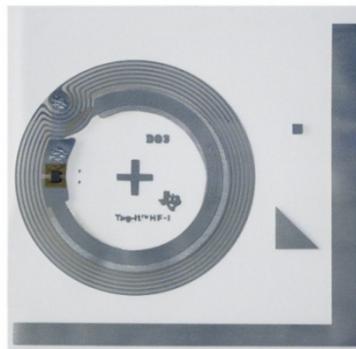
desde el computador al lector son conocidas como preguntas, y la réplica desde el lector al computador son conocidas como respuestas.

Figura 12. Lector DTR10 de Ericel & Detec Ingeniería



2.3.2 Tag RI-I17-112A-03. El tipo de tag utilizado para el sistema de prueba es de la compañía de Texas Instruments (Figura 13), el cual es compatible con los estándares globales ISO/IEC 15693 e ISO/IEC 18000-3. Ofrece al usuario la posibilidad de acceder a la memoria del tag, para poder escribir y actualizar información adicional en ella. Contiene un único código identificador, el cual no puede ser alterado, garantizando la unicidad de cada tag.

Figura 13. Tag RI-I17-112A-03



Características:

- ✓ Compatible con estándares ISO/IEC 15693 e ISO/IEC 18000-3
- ✓ Frecuencia de operación de 13.56 MHz
- ✓ Memoria de 256 bits organizado en bloques de 8 x 32 bits para escritura adicional de datos

2.3.3 Protocolo ISO/IEC 15693. A continuación se describe el protocolo estándar ISO/IEC 15693, utilizado en el desarrollo del prototipo del sistema. En él se describe el protocolo de transmisión, la técnica de anticolisión y la interfaz aérea en la capa de enlace, en el cuál:

1. Establece las características físicas del tag y sus protocolos de transmisión.
2. Opera a una frecuencia de modulación de 13,56 MHz \pm 7 kHz.
3. Trabaja a un rango mayor a un metro entre el lector y el tag para la lectura y escritura.
4. Especifica una velocidad predeterminada de 26 kbits por segundo, suficiente para evitar colisiones.
5. Incorpora normalmente máquinas de estado (condiciones económicas) en lugar de microprocesadores.

La transferencia de energía al tag es llevado a cabo a través de radio frecuencia, mediante acoplamiento de las antenas del lector y el tag. El campo de radio frecuencia generado por el lector, suministra energía al tag mediante la señal modulada. Esta energía está presente antes y después de la comunicación.

2.3.3.1 Comunicación desde el lector hacia el tag

- Tipo de modulación. Los tipos de modulación que se pueden manejar en este estándar son el ASK y el FSK, con índice de modulación de 10% y 100%.
- Codificación de datos. La codificación de datos se da mediante modulación por posición de pulso. Dos métodos de codificación de datos son posibles: normal 1/256 y rápido 1/4.
- Formato del paquete de pregunta. La comunicación entre el tag y el lector está organizada por paquetes. Este inicia la secuencia con un paquete de inicio (SOF) y termina la secuencia con un paquete final (EOF). El paquete de comunicación consiste de banderas, códigos de comandos, parámetros de arreglo y datos.

El tag se alista para recibir un paquete de datos, 300 μ s después de haber sido enviado por el lector. Para esto, el tag se energiza durante aproximadamente 1 ms por el campo de radio frecuencia generado por el lector.

Tabla 3. Formato del paquete de pregunta

Inicio (SOF)	Longitud del paquete	Dirección del nodo	Bandera de pregunta	Comando	Datos de pregunta	Fin (EOF)
1 byte	2 bytes	2 bytes	1 byte	1 byte	XX bytes	2 bytes

Tabla 4. Descripción de los campos del paquete de pregunta

Campo	Tamaño	Valor	Propósito
SOF (Start of frame)	1 byte	02 hex	Define el inicio del paquete
Longitud del paquete	2 bytes	Depende del paquete	Define la longitud del paquete incluyendo el SOF y el EOF
Dirección del nodo	2 bytes	0000 hex	0000 hex para compatibilidad RS-232 ó Especifica el lector en red RS-485
Bandera de pregunta	1 byte	Varía con el comando	Especifica cómo se ejecutará la acción del lector
Comando	1 byte	Varía con el comando	Especifica la acción que realizará el lector
Datos	0 – xx bytes	Varía con el comando	Contiene los parámetros y datos para el comando requerido por el lector
EOF (End of frame)	2 bytes	16 bits de LRC del paquete precedente	Permite al lector validar la recepción del paquete de pregunta e indica el final de esta

2.3.3.2 Comunicación desde el tag hacia el lector.

- Transferencia de datos. El tipo de modulación es modulación de carga, por ejemplo el tag genera una o dos subportadoras en el campo de radio frecuencia producido por el lector. El número de subportadoras está definido por el comando de pregunta hecha desde el lector. En caso de una portadora simple, la frecuencia de la subportadora es $f_c + f_c/32 = 13.98375$ MHz. En el caso de dos subportadoras, la subportadora adicional tiene una frecuencia de $f_c + f_c/28 = 14.044286$ MHz. Dos tasas de transferencia de datos son posibles: baja y alta. La tasa de transferencia de datos está definida por el comando de pregunta.

Tabla 5. Tasa de transferencia de datos del tag hacia el lector

Tasa de transferencia	Subportadora simple	Subportadora doble
Baja	6.62 kbits/s ($f_c/2048$)	6.67 kbits/s ($f_c/2032$)
Alta	26.48 kbits/s ($f_c/512$)	26.69 kbits/s ($f_c/508$)

- Modulación y codificación. Para la transmisión de los datos se emplea la codificación Manchester. La comunicación puede estar dada por codificación directa de la onda portadora de radio frecuencia.
- Formato del paquete de respuesta. El paquete de datos desde el tag al lector, comienza con el paquete de inicio (SOF) y termina la secuencia con un paquete

final (EOF). La estructura del paquete de comunicación consiste de banderas, códigos de comandos, parámetros de arreglo y datos, que en este caso sería contendría el UID del tag. 6 bytes de comprobación de datos son agregados al paquete, para determinar la validez y errores en la transmisión.

El lector se alista para recibir el paquete desde el tag dentro de 300 μ s, después de enviado el paquete de pregunta al tag.

Tabla 6. Formato del paquete de respuesta

Inicio (SOF)	Longitud del paquete	Dirección del nodo	Bandera de respuesta	Comando	Comprobar datos	Datos de respuesta	Fin (EOF)
1 byte	2 bytes	2 bytes	1 byte	1 byte	6 bytes	XX bytes	2 bytes

Tabla 7. Descripción de los campos del paquete de respuesta

Campo	Tamaño	Valor	Propósito
SOF (Start of frame)	1 byte	02 hex	Inicio del paquete
Longitud del paquete	2 bytes	Depende del paquete	Longitud del paquete incluyendo el SOF y el EOF
Dirección del nodo	2 bytes	00 00 hex	0000 hex para compatibilidad RS-232 ó Especifica el lector en red RS-485
Bandera de respuesta	1 byte	Varía con el comando	Respuesta del Lector a la pregunta. Solo se usa el Bit 4 y define el estado de error (nivel alto indica error). Los otros bits se reservan para futuro.
Comando	1 byte	Varía con el comando	Especifica la acción que realizará el lector
Comprobar datos	6 bytes	Varía con el comando	Validez y el error de la transferencia de los datos. También verifica si las colisiones, en el caso de leer simultáneamente varios tag.
Datos	0 – xx bytes	Varía con el comando	Datos retornados en respuesta a un comando, con el byte de error.
EOF (End of frame)	2 bytes	16 bits de LRC del paquete precedente	El Byte 1: suma XOR del primero hasta el último byte. El Byte 2: FF hex XOR byte 1.

2.3.3.3 Comando de modo inventario. No se va a entrar en detalle de todos los comandos que rige el protocolo ISO/IEC 15693, ya que para el modelo del prototipo solo se limitará solamente a la lectura de los tag para conocer el UID, que es el código con el cual se identificará cada uno de los equipos médicos que

contenga un tag, para ser relacionado con la información de la base de datos. Para esto, se emplea el comando de modo inventario.

Para utilizar el modo inventario, al byte de comando se le asigna el valor hexadecimal de 01. De esta manera el lector está en capacidad de leer uno o varios tag, con la limitante de la potencia máxima que maneje la antena del lector.

Tabla 8. Paquete de pregunta en modo inventario

Inicio (SOF)	Longitud del paquete	Dirección del nodo	Bandera de pregunta	Comando	Datos de pregunta	Fin (EOF)
02	0B 00	00 00	8D	01	00 00	85 7A

El tamaño total del paquete de pregunta es de 11 bytes, los cuales se describen a continuación:

- Inicio del paquete (SOF): Byte que establece el inicio del paquete de pregunta.
- Longitud del paquete: Corresponde al número total de bytes que contiene el paquete, siendo el primer byte el menos significativo o LSB. El tamaño del paquete en este caso es 11 bytes, por lo que el equivalente hexadecimal para este paquete es 0B 00 hex.
- Dirección del nodo: Como la comunicación del lector con el computador es por interfaz RS-232, su valor por defecto es 00 00 hex.
- Bandera de pregunta:
 - Bit 0, tipo de modulación: Cuando está en un nivel alto la modulación es FSK. Cuando está en un nivel bajo la modulación es ASK.
 - Bit 1, tasa de datos: En nivel alto la rata de datos es alta y es baja cuando está en un nivel bajo.
 - Bit 2, modo de codificación de datos: Es usado para establecer el Modo de Codificación de Datos. Cuando está en un nivel alto el Modo de Codificación de Datos se configura en 1 de 4. Cuando está en un nivel bajo el Lector establece el Modo de Codificación de Datos en 1 de 256.
 - Bit 3, nivel de modulación: Establece el Nivel de Modulación. En nivel alto el Lector es configurado para un Nivel de Modulación del 100%, cuando esta a nivel bajo el Lector operará a un Nivel de Modulación entre el 10% y 30% (20% el valor normal).

Bit 4, dirección UID del transponder: Es la bandera de dirección UID y si está en alto, el comando solo se realiza en el transponder cuya dirección UID coincide con la que tiene la sección de datos del paquete.

Bit 5–6, reservado para uso futuro y debe ser “0” para compatibilidad.

Bit 7, dirección de la trama: Como es un paquete de pregunta siempre debe estar en un nivel alto e indica que es desde el computador al lector.

El valor por defecto del Byte de bandera de pregunta es 8D hex, el cual corresponde a:

Tipo de modulación: FSK

Rata de datos: Baja

Modo de codificación: 1 de 4

Nivel de modulación: 100%

Dirección UID: Sin UID

Dirección de la trama: del computador al lector

- Datos de pregunta: Por defecto 0000 hex.

- Fin del paquete (EOF): Indica el fin del paquete de pregunta y ayuda en la verificación de validez del paquete de pregunta.

Para enviar el paquete de pregunta, el lector genera un campo de radio frecuencia a través de su antena que también energiza el tag. Si el tag se encuentra presente en el campo de lectura del lector, el tag genera un paquete de respuesta. Al recibir el paquete de respuesta enviado por el tag, el lector valida los datos y verifica si se presento algún error en la transmisión, además de detectar colisiones en la lectura de múltiples tags.

El tamaño total del paquete de respuesta es de 23 bytes, los cuales se describen a continuación:

- Inicio del paquete (SOF): Byte que establece el inicio del paquete de respuesta.

- Longitud del paquete: Corresponde al número total de bytes que contiene el paquete, siendo el primer byte el menos significativo o LSB. El tamaño del paquete en este caso es 23 bytes, por lo que el equivalente hexadecimal para este paquete es 17 00 hex.

- Dirección del nodo: Como la comunicación del lector con el computador es por interfaz RS-232, su valor por defecto es 00 00 hex.

- Banderas de respuesta: Las Banderas del comando en el paquete de respuesta reportan las acciones del lector. Solo se utiliza el Bit 4 para reportar una falla del

comando, que puede ser detectado en el byte de código de error. Los significados de los bits se definen a continuación:

Bits 0-3, reservado para uso futuro.

Bit 4, bandera de error: Si esta bandera está en alto el comando falló y la sección de comprobación de datos del paquete de respuesta contiene el código de error

Bits 5, comunicación con lectores en red: Si esta en bajo un solo lector. En alto para lectores direccionados.

Bits 6-7, reservado para uso futuro.

Tabla 9. Paquete de respuesta en modo inventario al detectar un tag

Inicio (SOF)	Longitud del paquete	Dirección del nodo	Bandera de respuesta	Comando	Comprobar datos	Datos de respuesta	Fin (EOF)
02	17 00	00 00	00	01	6 bytes	8 bytes	B6 49

Comprobar datos			
Datos válidos	Banderas de colisión	Código error	Datos en memoria
01 00	00 00	00	00

Datos de respuesta
UID
00 31 91 F2 17 00 00 07 E0

- Comprobar datos:

Banderas de Datos Válidos: Este campo de 16 bits corresponde a si se han recibido datos válidos en los 16 espacios de tiempo disponibles. Los bits 0-7 del LSB corresponden respectivamente a los espacios de tiempo 1 a 8, mientras que los bits 0-7 del MSB corresponden a los espacios de tiempo 9 a 16 respectivamente. Un bit en alto indica que un dato válido está siendo recibido en ese espacio de tiempo particular.

Banderas de Colisión: Este campo de 16 bits corresponde a si se han ocurrido colisiones en los 16 espacios de tiempo disponibles. Los bits 0-7 del LSB corresponden respectivamente a los espacios de tiempo 1 a 8, mientras que los bits 0-7 del MSB corresponden a los espacios de tiempo 9-16 respectivamente. Un bit en alto significa que una colisión ha sido detectada en ese espacio de tiempo en particular.

La bandera respectiva de datos válidos y de colisión está en el bit 0 del LSB de sus respectivo campo. Si tanto la bandera de datos válidos como la de colisión están borradas, esto indica que ningún tag fue encontrado.

Byte de código de error: El primer byte de los Datos de Respuesta contiene el código de error. Un valor de 00 hex en este byte indica que la operación fue satisfactoria. Los errores más usuales que se pueden presentar en modo inventario son:

- 01 hex: Transponder no encontrado
- 02 hex: Comando no reconocido
- 03 hex: El BBC del paquete de pregunta no es válido
- 04 hex: Banderas del paquete no son válidas para el comando
- 07 hex: El tag no soporta esta función
- 0A hex: Falla de colisión
- 0B hex: El paquete no es válido
- 0E hex: Error en comando inventario
- 0F hex: Error no definido
- 10 hex: Error en programación del lector
- 11 hex: Error paridad comando lector
- 16 hex: Falla en el lector

- Fin del paquete (EOF): Indica el fin del paquete de pregunta y ayuda en la verificación de validez del paquete de respuesta.

Si el lector no detecta la presencia del tag, el lector genera un paquete de respuesta sin el bloque UID. El código de error generado para este caso es el 01 hex, indicando que no se encontró tag alguno.

Tabla 10. Paquete de respuesta en modo inventario al no detectar un tag

Inicio (SOF)	Longitud del paquete	Dirección del nodo	Bandera de respuesta	Comando	Comprobar datos	Datos de respuesta	Fin (EOF)
02	E0 00	00 00	00	01	6 bytes	0 bytes	0C F3

Comprobar datos			
Datos válidos	Banderas de colisión	Código error	Datos en memoria
00 00	00 00	01	00

Datos de respuesta
UID
No hay

Si se da el caso de que el lector detecta la presencia de varios tags, a partir del primer tag detectado, se genera un paquete adicional de 10 bytes por cada tag presente en el campo de radio frecuencia del lector. Estos diez bytes consisten, en

los primeros 8 bytes para el UID y los 2 bytes restantes para indicar el final de trama para cada tag. El final de trama para los primeros tags se indica con los bytes 00 00 hex, para diferenciar el final de trama de todo el paquete de respuesta.

Tabla 11. Paquete de respuesta en modo inventario al leer 3 tags

Inicio (SOF)	Longitud del paquete	Dirección del nodo	Bandera de respuesta	Comando	Comprobar datos	Datos de respuesta	Fin (EOF)
02	2B 00	00 00	00	01	6 bytes	28 bytes	D52A

Comprobar datos			
Datos válidos	Banderas de colisión	Código error	Datos en memoria
00 2C	00 00	00	00

Datos de respuesta				
UID tag 1	EOF tag 1	UID tag 2	EOF tag 2	UID tag 3
B285EC1D000007E0	00 00	B385EC1D000007E0	00 00	9568D218000007E0

2.3.4 Interfaz Lector RFID – Base de Datos. La interacción entre el prototipo RFID y la base de datos, se llevará a cabo mediante un software de aplicación realizado en C++ Builder 6, en el cual diferentes partes de esta se encarga de realizar una función definida.

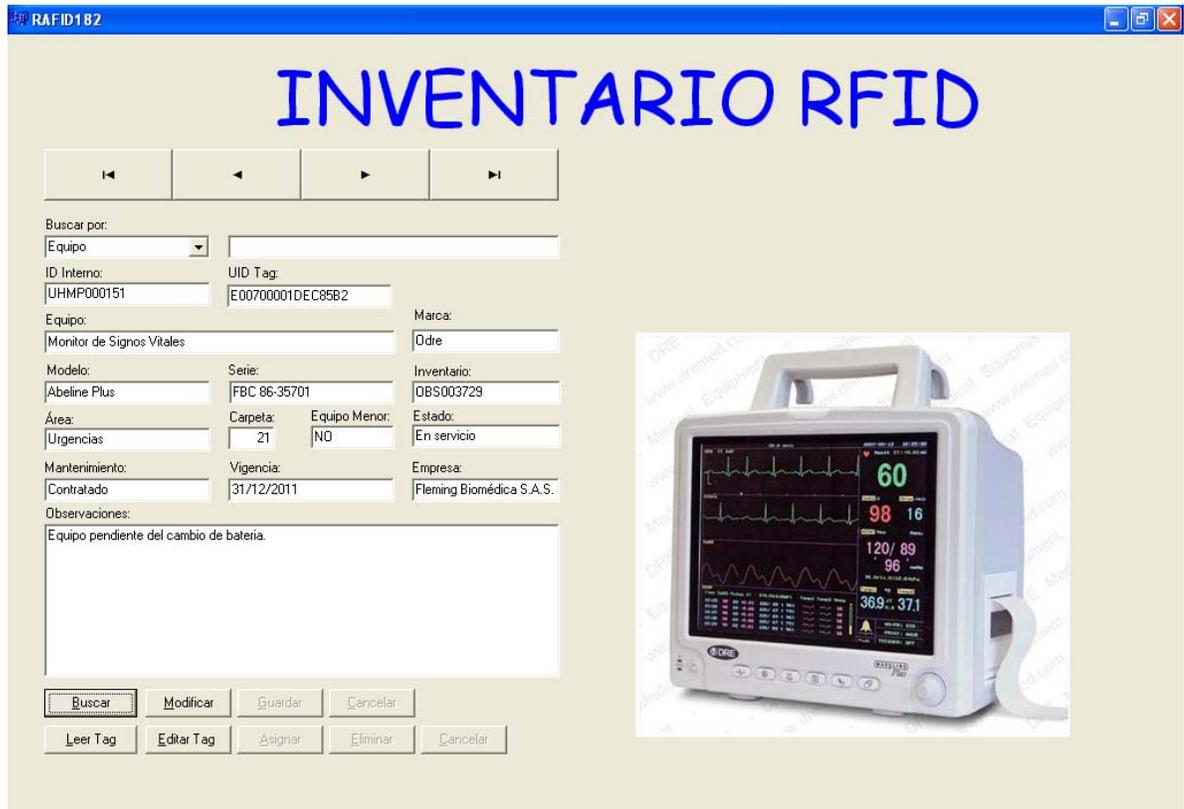
2.3.4.1 Código para el lector RFID. Esta parte del programa se encarga de la comunicación entre el lector y el tag, que consiste en el envío y recepción de comandos mediante puerto RS-232, que el lector interpreta para realizar la acción respectiva. En el envío de comandos, el paquete de pregunta es reconocido por el lector y transformado en señal de radio frecuencia, para ser descifrado por el tag. El tag al detectar esta señal, envía un comando de respuesta, que el lector recibe a través de su antena y lo convierte en un paquete que es enviado al computador, para luego ser procesado. El paquete obtenido se descompone mediante un algoritmo, hasta obtener los datos del tag, en este caso el UID.

Para el uso del puerto serie con la aplicación de C++ Builder, fue necesario la instalación de la librería CPortLib, para la transferencia de datos de código binario que se maneja entre el lector y el computador.

2.3.4.2 Código para la base de datos. Este sector del programa se encarga de procesar los datos obtenidos del tag con la base de datos SQL, para así obtener la información relacionada con el equipo que contenga el tag.

Para emplear la base de datos MySQL junto con la aplicación de C++ Builder, se utilizó el conector de origen de base de datos ODBC de MySQL, para ejecutar las sentencias SQL definidas en el programa.

Figura 14. Interfaz lector RFID – Base de datos con C++ Builder



2.4 FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO

Con el prototipo se simulará el funcionamiento que podrá llevar a cabo el sistema RFID del hospital, en el cual se destacan 3 aspectos: La administración de la información, la asignación de los tags y la identificación de los equipos.

2.4.1 Administración de la información de los equipos. La base de datos junto con la interfaz PHP, facilitará la gestión de la información de los equipos médicos, permitiendo la integridad y seguridad de los datos. En ella se podrá manejar información relacionada con la hoja de vida de los equipos, permitiendo la consulta, el ingreso y la modificación de los datos de manera fácil y eficaz.

Figura 15. Campos de datos para la hoja de vida del equipo

The screenshot shows a web browser window with the URL `http://127.0.0.1/biomedica/`. The page title is "FICHA TÉCNICA". On the left, there is a sidebar with the user name "javier86" and several navigation links: "Buscar", "Crear", "Ficha técnica", "Reporte", "Servicio", "Carpeta", "Modificar", and "Salir". Below the links is a logo for "HOSPITAL UNIVERSITARIO" and a calendar for January 2011. The main content area contains a form with the following fields and options:

- Equipo:** Monitor de Signos Vitales *
- Marca:** Odre (with a "Buscar marca en lista" button)
- Modelo:** Abeline Plus
- Serie:** FBC 86-35701
- Inventario:** OBS003729
- Servicio:** Urgencias * (with a "No. AZ:" dropdown set to 21 *)
- Accesorios:** (with an "Equipo menor:" option)
- Estado:** En servicio, Dado de baja, Mant. interno, Mant. externo *
- Mantenimiento:** Alquiler, Contratado, Garantía, Propio *
- Empresa:** Fleming Biomedica S.A.S. (with a "Vigencia:" dropdown set to D: 31, M: 12, A: 2011)

Una de las características importantes de este sistema de administración, consiste en que a cada equipo se le asigna automáticamente un código interno, pudiendo así identificar dentro de la base de datos, cada uno de ellos de forma única. De este modo, cuando un tag sea asignado a algún equipo, se pueda relacionar el código interno del equipo con los datos del tag, en este caso el UID.

El sistema da la posibilidad de visualizar datos de la hoja de vida de un equipo, en una aplicación diseñada para crear un archivo en formato PDF, de manera que el usuario tenga la posibilidad de imprimir el documento y guardarlo de manera física. Igualmente, existe la posibilidad de hacer lo mismo con los reportes de mantenimiento de los equipos. En esencia, la base de datos es el lugar donde

queda almacenada la información relacionada con los equipos médicos, y a través de la interfaz el usuario puede visualizar esa información.

Otra característica importante de este sistema de gestión, es la facilidad y efectividad en la búsqueda de la información, en el cual se han definido filtros que permiten una interacción y establecer mejor la comunicación de la interfaz con la base de datos.

Figura 16. Resultado de una búsqueda

Usuario: javiern86

[Volver](#)

Registros encontrados: 21

<< Anterior | 1 | 2 | 3 | 4 | Siguiente >>

ID interno	Equipo	Marca	Modelo	Serie	Inventario	Servicio	AZ	Acción
UHMP000029	Pulsoxímetro	Nihon Kohden	Portatil	OXI0050	SIN CODIGO	Gastroenterología	5	Ficha tecnica Eliminar
UHMP000036	Pulsoxímetro	SIN MARCA	NT	NT	SIN CODIGO	Sala de Partos	2	Ficha tecnica Eliminar
UHMP000026	Succionador	SIN MARCA	NT	NT	SIN CODIGO	Sala de Partos	2	Ficha tecnica Eliminar
UHMP000027	Succionador	Nihon Kohden	NT	NT	SIN CODIGO	Gastroenterología	5	Ficha tecnica Eliminar
UHMP000028	Succionador	SIN MARCA	NT	NT	SIN CODIGO	Urgencias	2	Ficha tecnica Eliminar
UHMP000030	Succionador	SIN MARCA	NT	NT	SIN CODIGO	Sala de Partos	5	Ficha tecnica Eliminar

[Volver](#) [Descargar lista](#)

2.4.2 Asignación de Tags a los Equipos. El proceso de asignar un tag a un equipo médico, comienza primero por la información contenida en la base de datos. Para esto se verifica si los datos del equipo existe, realizando su búsqueda en la base de datos mediante la interfaz PHP. Si el equipo no se encuentra en la base de datos, se procede entonces a ingresar sus datos para almacenarlo y así generar su código interno. Este código interno permitirá diferenciar de manera única, un equipo de otro de la misma clase dentro de la base de datos.

Luego de comprobar que la información del equipo existe en la base de datos, se procede a seleccionarse desde la aplicación de C++ Builder. Los datos del equipo

son mostrados al usuario, incluyendo el campo del UID del tag. Si el equipo tiene tag asignado, aparecerá el valor de este en el campo de UID, y si no, el campo aparecerá vacío.

Se procede a la lectura del tag que va a ser colocado en el equipo, ya con los datos seleccionados de este, en el cual se obtiene el UID que va a ser asignado al equipo. Se pueden realizar modificaciones a los datos, antes y durante la asignación del UID al equipo.

El UID asignado se relaciona directamente con el código interno del equipo en la base de datos, lo que permite con esto poder identificarlo a partir del uso de un lector RFID.

Figura 17. Asignación del tag a un equipo



2.4.3 Identificación de los equipos. El proceso de identificación se hará mediante el uso de lectores RFID. Cuando el tag del equipo se encuentre dentro de la zona de la antena del lector, automáticamente el equipo podrá ser reconocido por la aplicación del sistema a través de su UID.

Esto es bastante útil cuando se lleva seguimiento de algún equipo, en caso de que este ingrese a un servicio, salga por reparación ó se dé de baja, ya que se podría identificar al equipo fácilmente y de manera segura, y a partir de ello realizar el proceso correspondiente de información relacionado con el equipo.

Figura 18. Identificación del tag del equipo



2.4.3.1 Identificación de varios equipos. Cuando varios tags se encuentren dentro del campo de acción de un lector RFID, cada equipo será identificado por la aplicación del sistema. Para este caso, el lector RFID cuenta con la capacidad de leer tags de manera simultánea, gracias a la incorporación del sistema anticolidión.

Esto puede ser muy útil en el caso opcional de adaptar un sistema antirrobo con los propios tags. El lector a través de su antena se dispone a leer los tags que se encuentren en su área de influencia. Si uno o varios tags son detectados, se activa la señal de alarma y el sistema mostrará el listado de los equipos que contiene esos tags. Luego, el personal de seguridad podrá verificar si los equipos tienen autorización de salida, el cual se comprueba mediante una orden escrita y a través de un programa de aplicación del lector.

Figura 19. Lectura simultánea de 3 tags

RAFID182

VIGILANCIA RFID

⏪ ⏩ ⏴ ⏵

id_equipo	area	equipo	marca
UHMP000151	Urgencias	Monitor de Signos Vitales	Odre
UHMP000153	Consulta Externa	Bomba de Infusión	KDSCien
UHMP000208	Urgencias	Electrocardiografo	Drager

ID Interno: UID Tag:

Equipo: Marca:

Modelo: Serie: Inventario:

Área: Estado: Salida:

Observaciones:

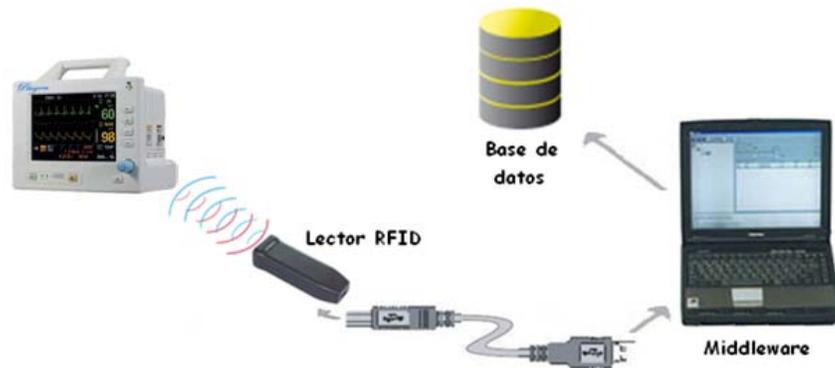
3. PROPUESTA SISTEMA RFID PARA EL HOSPITAL

3.1 ESQUEMA DEL SISTEMA

El sistema RFID pensado se constituirá de 2 partes: la gestión de equipos médicos y la seguridad antirrobo usando los propios tag.

Para uso de la tecnología RFID en la gestión de equipos médicos, el esquema es bastante simple, se compondrá de un lector de mano y un computador que contendrá la aplicación para identificar el equipo por medio del lector, con cual se podrá también administrar la información relacionada con los tags de los equipos, que residirá en la base de datos de un servidor (Figura 21). Con esto se logrará el reconocimiento de aquellos equipos que no tengan elementos que permitan identificarlos a simple vista.

Figura 20. Esquema del sistema RFID para la gestión de los equipos

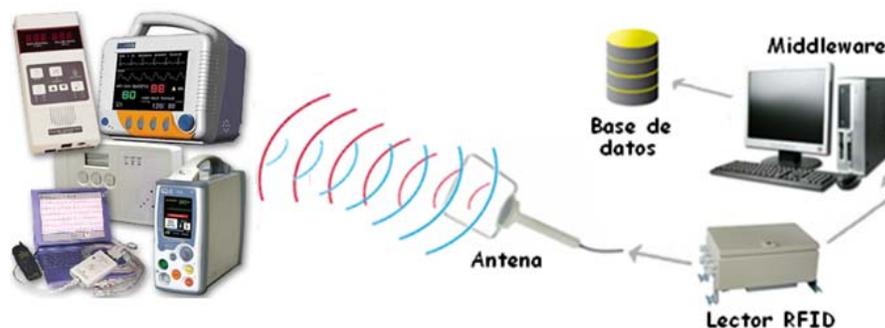


Para el inventario de los equipos con los tags, se podrá hacer uso de un lector portátil, el cual almacenará el dato del UID de los tags en la memoria interna del mismo. De esta forma al realizar la lectura de los tags de los equipos, esta información podrá ser descargada del lector a un computador, para luego ser verificada, comparando el valor de los UID obtenidos con el lector, con los almacenados en la base de datos. Esto permitirá reducir el error humano al momento de hacer el inventario de equipos y tener un mejor control de la cantidad

de los mismos, logrando diferenciar por ejemplo los equipos que son de alquiler, de los que tienen garantía, o entre otros.

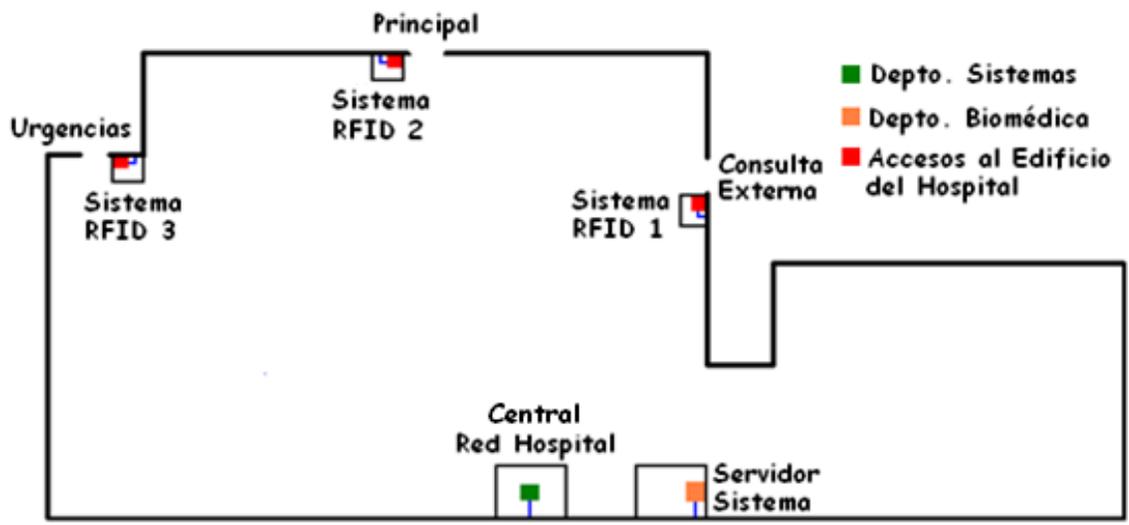
Para implementar el sistema RFID como sistema antirrobo (Figura 22), se tuvo en cuenta principalmente el número de accesos del hospital, ya que a partir de ello se debía determinar la clase y la cantidad de dispositivos para el sistema. Para el diseño de este esquema, se tuvo en cuenta el alcance de lectura para los tags, el tipo de antena, el modo de operación del lector y de los dispositivos en conjunto.

Figura 21. Esquema del sistema antirrobo con RFID para un acceso



Cada acceso tendrá un lector de largo alcance, que incluya la función anticolidión (en caso de presenciar varios tags), una antena móvil (para acercar el campo de lectura al tag) y un computador que contendrá el programa de aplicación para el funcionamiento del lector, permitiendo también visualizar en pantalla los elementos que contienen adheridos los tags. El sistema RFID de cada acceso contará con un punto de enlace a red, para la conexión con la base de datos del servidor, que se dará a través de la aplicación del lector.

Figura 22. Esquema general de los puntos del sistema antirrobo con RFID



3.2 COMPONENTES PARA EL SISTEMA

3.2.1 Lector RFID DTR14. Este dispositivo de antena incorporada, se encarga de decodificar los tags RFID para obtener los datos almacenados en ella, en la aplicación requerida se tomará el UID del tag. El lector DTR14 (Figura 24), se puede prestar para dos funcionalidades, en el cual se puede emplear para la gestión de los equipos médicos utilizando para ello la aplicación del lector conectada a la base de datos, y como control de inventario, en el cual el lector guardará datos de los UID de los tags de los equipos, para procesar luego a su verificación con la información contenida en la base de datos.

Este lector es de la empresa Ericel & Detec Ingeniería, el cual se suministra con el software de administración del lector modificado, acorde con las peticiones del tipo de aplicación requerida. El dispositivo es de corto alcance y opera bajo el protocolo ISO 15693. Además funciona con interfaz RS-232 para conectarse al computador y como lector portátil, para el inventariado de los equipos.

Características:

- ✓ Distancia de lectura de tags hasta 5 cm.
- ✓ Almacenamiento del número de identificación y datos escritos en el tag.
- ✓ Todo nuevo evento incluye hora y fecha de la lectura del tag.
- ✓ Almacenamiento cíclico de los últimos 16.384 eventos de 32 caracteres cada uno.
- ✓ Diseño inteligente sin teclas ni partes mecánicas deteriorables con el uso.
- ✓ Batería recargable de LITIO-ION de 3.6 V.
- ✓ Muy bajo consumo de energía con apagado automático después de las lecturas.
- ✓ Luces verde y rojo para información visual y señal audible.
- ✓ Conexión al PC serial RS232 con velocidad programable entre 9600 y 57600 baudios.

Figura 23. Lector RFID DTR14



3.2.2 Lector RFID RI-STU-655A. Este dispositivo es fabricado por la compañía Texas Instruments y distribuido en Colombia por Plintec LTDA (Figura 25), perteneciente al catálogo de lectores HF Reader System Series 6000, el cual trabaja a una frecuencia de 13.56 MHz.

El sistema funciona de acuerdo al principio “el lector pregunta primero”, lo que significa que el tag permanece quieto hasta que el lector envía una señal de petición a este. El lector puede identificar de forma rápida y simultánea numerosos tags dentro del campo de la antena. Este puede tanto escribir como leer datos desde los tags.

El lector RI-STU-655A maneja todas las funciones digitales y de radiofrecuencia requeridas para la comunicación con el tag, haciendo uso del protocolo ISO 15693. El lector posee dos entradas digitales, dos salidas digitales, un relevador de salida y una interfaz asíncrona, el cual puede ser configurado como RS-232 ó RS-485. La configuración de las interfaces permite al lector operar sobre un bus de datos RS-485. La dirección puede ser asignada a través de software o hardware, a través de 3 interruptores.

Por ser un lector de largo alcance, se espera que su aplicabilidad sea funcional para que trabaje como sistema antirrobo, valiéndose claro de la ayuda de una antena externa.

Figura 24. Lector RFID RI-STU-655A



Características:

- ✓ Capacidad para manejar 2 antenas
- ✓ Potencia configurable de hasta 10W.
- ✓ Soporta estándares ISO15693, TagIT, EPC.
- ✓ La máxima distancia de lectura/escritura que se logra es de 1 metro.
- ✓ Ideal para aplicaciones de Access Control, Farmacéuticas, Bibliotecas, ID equipajes, identificación de ítems, elementos con líquidos, etc.
- ✓ Puertos de comunicaciones son configurables en RS232 y/o RS485.

3.2.3 Antena ISC.ANTH200/200-A. Esta antena portátil de mano, desarrollado por Texas Instruments y distribuido por Digi-Key Corporation (Figura 26), permite tener una gran área de lectura para facilitar el escaneo de tags, y es ideal para trabajar junto con el lector RI-STU-655A. Puede ser usado en gran variedad de lectores que transmitan a una frecuencia de 13.56 MHz y que tengan una salida de impedancia de 50 Ω .

Con esta antena de mano se buscará reducir inconvenientes relacionados con la lectura de los tags, como el caso de la orientación o alcance de los mismos, de manera que el campo de lectura se pueda acomodar a la posición de los tags.

Características:

- ✓ Antena de mano con cable conexión.
- ✓ Potencia configurable de hasta 2W.
- ✓ Distancia máxima del cable 3.6 mts.

Figura 25. Antena ISC.ANT340/240-A



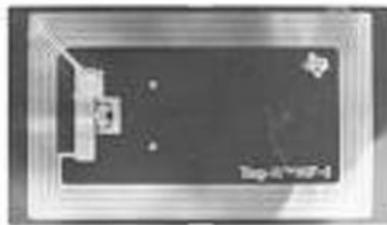
3.2.4 Tag RI-I02-112B-03. Este tag de Texas Instruments (Figura 27), es compatible con los estándares globales ISO/IEC 15693 e ISO/IEC 18000-3. Ofrece al usuario la posibilidad de acceder a la memoria de 2048 bits del tag, para poder escribir y actualizar información adicional en ella. Contiene un único código identificador, el cual no puede ser alterado, garantizando la unicidad de cada tag.

Por ser un tag pasivo y estar impreso en lamina de plástico, es bastante económico y puede ser colocado en superficies planas, salvo en metales.

Características:

- ✓ Compatible con estándares ISO/IEC 15693 e ISO/IEC 18000-3
- ✓ Frecuencia de operación de 13.56 MHz
- ✓ Memoria de 2048 bits organizado en bloques de 64 x 32 bits para escritura adicional de datos.

Figura 26. Tag RI-I02-112B-03



3.2.5 Computador para la Aplicación del Sistema Antirrobo. Se empleará un computador para cada acceso que cuente con el sistema antirrobo RFID, en donde correrá la aplicación del lector y que permitirá visualizar los equipos que se identifican a través de los tags, además de donde se genera también una señal audible para alertar al personal de seguridad, en caso de detectar la presencia de tags.

Figura 27. Computador para el sistema antirrobo



Características:

- ✓ Procesador INTEL Pentium 4 de 2.0 a 2.8GHZ
- ✓ Memoria RAM 512 MB

- ✓ Disco duro 40GB
- ✓ Unidad de CD
- ✓ Puertos USB
- ✓ Tarjeta de red
- ✓ Teclado y mouse
- ✓ Monitor LCD 17" SAMSUNG-HP-AOC
- ✓ Sistema operativo Windows XP-PRO SP3

3.2.6 Servidor HP PROLIANT ML110 G6. El servidor permitirá gestionar la información de la base de datos de los equipos médicos, con el cual se conectará cada una de las aplicaciones de los lectores RFID del hospital.

Características:

- ✓ Procesador Intel Core i3 530/2.93 GHz
- ✓ Disco duro de 160 GB
- ✓ Unidad de CD/DVD
- ✓ Puertos USB
- ✓ Sistema operativo Windows XP SP2

Figura 28. Servidor HP PROLIANT ML110 G6



3.3 COSTOS DE LOS DISPOSITIVOS DEL SISTEMA

En la tabla 12, se hace un estimado de lo que puede costar implementar el sistema RFID, teniendo en cuenta que los dispositivos sugeridos aquí, son acorde a lo que se encontró en el mercado al momento de realizar el correspondiente estudio. Los costos de diseño e implementación de este sistema pueden variar.

Tabla 12. Presupuesto del sistema

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Lector RFID DTR14 *	4	\$ 400.000	\$ 1.600.000
Lector RFID RI-STU-655-A **	3	\$ 3.780.000	\$ 11.340.000
Antena ISC.ANT340/240-A ***	3	\$ 1.094.860	\$ 3.284.580
Tag RI-I02-112A-03 **	500	1 - 25 \$ 1.520 26 - 100 \$ 1.200 101 - 1000 \$ 1.000 1001 - 10.000 \$ 900 10.001 - 25.000 \$ 860	\$ 500.000
Computador para aplicación antirrobo	3	\$ 420.000	\$ 1.280.000
Computador servidor	1	\$ 1.100.000	\$ 1.100.000
Costos de diseño, implementación y otros dispositivos			\$ 3.500.000
TOTAL			\$ 22.604.580

* Producto de la empresa Ericel & Detec Ingeniería.

** Productos de la empresa Plintec LTDA – Texas Instruments.

*** Producto de la empresa Digi-Key Corporation Colombia – Texas Instruments.

3.4 ALTERNATIVAS DE USO PARA EL SISTEMA

El sistema RFID puede estar abierto para implementar muchas aplicaciones dentro del ámbito hospitalario, como en la gestión de pacientes, elementos quirúrgicos, farmacia del hospital, entre otros.

3.4.1 Gestión de Pacientes. Mediante un tag insertado en la pulsera identificativa del paciente, se obtendría sería un control preciso de los datos que se decidan incluir. Una de las aplicaciones más extendidas es obtener datos de la medicación que precisa el paciente en concreto y la cantidad, con el simple gesto de acercar el dispositivo lector al paciente.

La ventaja de que usar un tag RFID es que el personal sanitario que vaya a realizar la lectura de la pulsera, no necesita levantar la sábana y acercar tanto el lector, para leer la pulsera del paciente.

Figura 29. Gestión de pacientes con RFID



Uno de los casos que más atención despierta ante las posibilidades que ofrece la tecnología RFID, es el de los recién nacidos. Mediante RFID “se crea un vínculo entre madre e hijo”. Mediante esta solución se realiza un test, por el cual se unen las informaciones del tag del bebé, con el tag de la madre (colocado en las muñequeras o tobilleras identificativas). Utilizando un lector que emita una señal luminosa y de sonido, se puede verificar si tanto la información del tag de la madre como del bebé coinciden.

3.4.2 Gestión de Elementos Quirúrgicos. Los hospitales están obligados a llevar una trazabilidad de todo lo que se utiliza en cada operación quirúrgica, para poder resolver dudas en caso de problemas. Se están llevando a cabo pruebas al respecto, que consisten en colocar un tag en cada contenedor. El problema es que los contenedores son metálicos y se tienen que esterilizar (a 140 grados durante media hora, etc.). Existen tags que soportan estas condiciones adversas pero el coste es elevado, por eso en este momento se está estudiando la viabilidad de la solución. En esta aplicación, se monitoriza al contenedor y no el contenido. El contenido se vincula a nivel de software, ya que es imposible colocar tags en cada instrumento médico, entre otras cosas por el tamaño reducido de los mismos.

Figura 30. Bandeja de cirugía con tag RFID



Para realizar este control se colocan lectores en la entrada y en la salida de las autoclaves de esterilización. Hay que señalar que existen diferentes entradas a quirófano, por un lado la puerta por donde pasa el personal y el material y por otro la puerta por donde pasa la camilla con el paciente. Las antenas leen lo que pasa por cada una de las puertas y lo relacionan. De esta forma se controla qué pasa al quirófano en cada operación específica. Se colocaría otro lector en el esterilizador para saber cuándo se ha esterilizado lo que ha entrado.

3.4.3 Control de Material Sanitario Consumible. Otra aplicación para realizar con RFID, es el inventariado del material sanitario consumible, como es el caso de guantes de látex, vendas, gasas etc. En este caso el control de existencias se realizaría acercando un terminal portátil con lector RFID incluido. Realizar un inventario en tiempo real conlleva beneficios tanto económicos como prácticos, ya que se reduciría la posibilidad de quedarse sin material necesario en las labores hospitalarias, además de reducirse las pérdidas desconocidas, y se optimizaría la planificación de compras.

3.4.4 Control de Accesos. La tecnología RFID también puede utilizarse para controlar los accesos al propio hospital y a diferentes zonas dentro del mismo. Esto se refiere tanto a las entradas como a las salidas, es decir, tanto de fuera hacia dentro. Se puede monitorizar con RFID las entradas y salidas de lugares de acceso restringido, mediante la información que emita el tag que lleve una determinada persona, se pueden abrir o bloquear las puertas de manera automática.

Figura 31. Control de acceso del personal con RFID



3.4.5 Gestión de la Farmacia del Hospital. Con RFID se puede solucionar graves problemas relacionado con la posible falta de trazabilidad de los medicamentos que tiene un hospital. Se puede usar tags RFID para realizar el inventariado de los fármacos del centro, evitando pérdidas desconocidas, llevando

un control de pedidos y compras, así como monitorizando las entradas y salidas de los medicamentos, conociendo las informaciones de quién lo suministra, en qué momento y a quién lo entrega.

Figura 32. RFID como alternativa al control de medicamentos



Con esto se pretende también reducir los errores en la administración de fármacos. Se identifican los medicamentos y los pacientes mediante los tags RFID, y verificar con el programa de prescripción que ambos son correctos. Además, el sistema permite saber cuándo salen de la farmacia, a dónde van y a quién se administran.

3.5 FACTIBILIDAD DEL SISTEMA

3.5.1 Factibilidad Técnica. Se pensaba que los tags pudieran ocasionar problemas de funcionamiento a los equipos médicos ó viceversa, debido a las posibles interferencias electromagnéticas que se podrían generar. Pero estudios como los realizados por los investigadores de la Universidad Purdue de Indianápolis y el integrador de sistemas BlueBean, han demostrado que no hay indicios de interferencias electromagnéticas provenientes de los sistemas RFID pasivos. Teniendo en cuenta esto, se ha pensado que los tags podrían ser situados dentro de la estructura de los equipos, de forma que los tags estén exentos de ser removidos o dañados, además no habría problemas de interferencia con elementos líquidos y sólidos, exceptuando con metales.

Pensando en utilizar la tecnología RFID como sistema antirrobo, se escogió trabajar con dispositivos a la frecuencia de 13.56 MHz, puesto que los sistemas

antirrobo RF que manejan las grandes cadenas de supermercados funcionan dentro del rango de frecuencias de 8.2 y 10.3 MHz, considerando así que la aplicación con RFID pueda operar de manera similar.

El manejo y control de los dispositivos RFID sería bastante fácil, porque el software de aplicación se encargaría prácticamente de toda la operación del sistema RFID, igualmente el manejo de la información no sería para nada complicado, si la interfaz de la aplicación está bien diseñada. Para lo único que se requeriría personal técnico especializado, sería para el soporte de mantenimiento del servidor de todo el sistema RFID.

3.5.2 Factibilidad Económica. Dentro de los dispositivos propuestos, el más difícil de determinar fue la antena del lector, ya que a pesar de que existen antenas tipo portal, estas hubiesen generado un costo muy elevado, puesto que su valor es de aproximadamente 10 veces más que el costo de la antena propuesta para la implementación del sistema.

La variación de costos de los tags pasivos en el tiempo, permitirá la posibilidad de su adquisición en grandes cantidades, debido al bajo precio que las industrias ofrecerán, de manera que el sistema RFID pueda abrirse a muchas aplicaciones.

Los costos del estudio para su desarrollo, pueden llegar a ser más elevados de lo previsto en el estudio de factibilidad, debido a las diferentes etapas que se debe llevar a cabo, como el análisis de las instalaciones, análisis de la cobertura (identificar posibles puntos negros de lectura, medidas de lectura, propuesta de mejoras para favorecer las lecturas) y rediseñar los procesos que se puedan llevar a cabo con el sistema. La adaptación del sistema a otras aplicaciones, puede generar un coste considerable, dependiendo si para esos casos se mantiene la misma tecnología o es necesario implementar o adecuar otra, como el cambio de protocolo y frecuencia de operación, con el cual se puedan cumplir con los requerimientos que se establezcan para su realización.

Es importante tener en cuenta los beneficios que ofrece el uso de esta tecnología, sin pensar en su costo, puesto que invertir en RFID trae muchas ventajas y consecuencias favorables. Por lo tanto, una buena propuesta de implementación, puede justificar la posible inversión.

4. RECOMENDACIONES

- Debido a los avances continuos en el desarrollo de la tecnología RFID, es necesario indagar sobre nuevos elementos que vayan surgiendo en el mercado, de manera que puedan ser implementados en el sistema como alternativa a los productos propuestos para este estudio. Esto es se debe a las mejoras técnicas y de operación, que puedan llegar a ofrecer nuevos dispositivos de RFID.
- El trabajo actual de reforzamiento estructural del hospital, es el inconveniente principal a tener en cuenta en el desarrollo del estudio para la implementación del sistema antirrobo con RFID, ya que su diseño se debe prestar a posibles cambios, sin que la operatividad de este se vea afectada.
- Si se considera implementar la tecnología RFID para una aplicación distinta a la propuesta en este estudio, como en el control de pacientes o la gestión de medicamentos, es recomendable realizar un estudio para determinar si el sistema RFID propuesto, pueda adaptarse a otro propósito específico, ó si es necesario utilizar dispositivos RFID que trabajen en la frecuencia de UHF, debido al bajo coste que ofrece, y a que los problemas relacionados con las interferencias que puedan presentarse entre los lectores y los tags, no son tan críticos para estos tipos de aplicaciones.
- Pudiendo hacer uso del software desarrollado para la administración de la información de los equipos médicos, buscar de alguna manera la posibilidad de que la información relacionada con los equipos médicos pueda manejarse electrónicamente, procurando dejar a un lado el papeleo relacionado con las fichas técnicas y los reportes de mantenimiento. Con esto, se lograría contribuir con el cuidado y preservación del medio ambiente.

5. CONCLUSIONES

- Se llevó a cabo con éxito el desarrollo del prototipo del sistema RFID, con el cual se basó en su funcionamiento, para la idea de la propuesta de diseño del sistema RFID que podría tener el hospital.
- Se destaca la integración de la base de datos con la tecnología RFID, lo que facilita el proceso de intercomunicación y conexión entre lector y el software de aplicación, permitiendo identificar elementos que pudieran contener a un tag RFID.
- Con el prototipo RFID, se logró entender el modo de operación del protocolo de comunicación entre el lector y el tag, para la transferencia de datos.
- Aunque la tecnología RFID en comparación con otras tecnologías de identificación automática, tiene como única limitante su costo, presenta interesantes ventajas y abre caminos para muchas aplicaciones, con la capacidad de garantizar la unicidad y evitar las falsificaciones de sus elementos identificativos.
- El estudio realizado demuestra viabilidad para la aplicación de tecnología RFID con tags pasivos a frecuencia de 13.56 MHz, para el proceso de gestión de equipos médicos. Sin embargo, para la aplicación como sistema antirrobo puede presentar ciertas dudas sobre su funcionamiento, pese a las expectativas que se ha generado durante el desarrollo de este estudio. Lo anterior se debe a que la probabilidad de éxito en su funcionamiento, se basa en cuestiones técnicas ofrecidas por los dispositivos y a resultados logrados por sistemas similares de radio frecuencia, como los que existe en los grandes almacenes de cadena, por lo que su aplicabilidad está sujeto a la experimentación. Para emplearse en el inventario de activos, se presta mucho esta aplicación con RFID, ya que permite reducir tiempo y errores humanos que se presentan durante la toma manual del inventario.
- Uno de los inconvenientes para la propuesta del sistema RFID del hospital, fue la elección de la antena del lector para el sistema antirrobo, ya que a pesar de haber antenas tipo portal con alcance de lectura de 1.3, 1.5 y hasta de 2 metros, se optó por elegir una antena móvil, debido a que una

antena móvil tiene más facilidad de adaptarse a la posición de lectura del tag, evitando así los problemas de lectura que se presentan con la orientación de los tags. Además, porque se tuvo en cuenta que siempre hay un proceso de inspección por parte del personal de seguridad a los visitantes, y más que todo por el costo excesivo de las antenas tipo portal.

- Se presentó un problema en el planteamiento del esquema para el sistema antirrobo, ya que cada punto de acceso del hospital debería tener un sistema RFID y que a su vez se conectaría a la base de datos, para obtener y comparar el UID del tag que contiene el equipo, por lo que se optó por colocar un computador junto con la aplicación del lector en cada acceso, para conectar a través de un punto de red interna con la base de datos del servidor y poder visualizar en un monitor la información respectiva. Otro motivo fue porque el hospital cuenta con un cableado estructurado definido, por lo que no era conveniente hacer modificación alguna a esta red.
- La importancia de este estudio de viabilidad ha demostrado relevancia, en cuanto a lo relacionado con el manejo de la información, ya que el personal del departamento de biomédica ha demostrado gran interés en la aplicación del software de administración de la información, en parte por la seguridad que ofrece el almacenamiento de los datos en una base de datos y por la facilidad en el manejo que el programa ofrece. Debido a esto, se ha pensado hacer una prueba piloto con la información real de los equipos, buscando así en el futuro poder realizar las posibles modificaciones y mejoras que se requieran, para que el software de administración pueda quedar establecido.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

MIQUEL PERIS, Salvador. Distribución comercial. ISBN: 978-84-735-6442-7. Editorial ESIC. Edición 5ta. 366 páginas. España. 2006.

PORTILLO, Javier I. Tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID): Aplicaciones en el ámbito de salud. ISBN: 978-84-612-4360-0. Editorial Fundación Madrid para el conocimiento. 178 páginas. España. 2008.

SWENEY II, Patrick J. RFID for Dummies. ISBN: 978-0-7645-7910-3. Editorial Wiley Publishing, Inc. 408 páginas. Estados Unidos. 2005.

VALADE, Janet. PHP y MySQL para Dummies. ISBN: 978-99-683-7070-7. ST Editorial. Edición 2da. 438 páginas. México. 2004.

PUBLICACIONES

RFID activa + RFID pasiva = Hospital del futuro. RFID Magazine Revista núm. 03 Julio – Agosto. 2001.

ENLACES

<http://es.wikipedia.org/wiki/RFID>

<http://www.rfidjournal.com/espanol/>

<http://www.rfid-magazine.com>

<http://www.rfidpoint.com/preguntas-frecuentes>

<http://www.dipolerfid.com>

<http://www.ericel.com>

<http://www.digikey.com.co>

<http://www.plintec.com.co>

<http://www.ti.com/rfid>

http://www.youtube.com/results?search_query=rfid&aq=f

ANEXO 1

CÓDIGO DE INVENTARIO PARA EQUIPOS MÉDICOS

Actualmente el hospital maneja un ítem identificativo para el control de inventario de los equipos médicos, el cual consiste en un código de barras. Este código de barras está conformado por una sigla de 3 letras, correspondiente al servicio donde se ubica el equipo, seguido de un número consecutivo único de 6 dígitos.

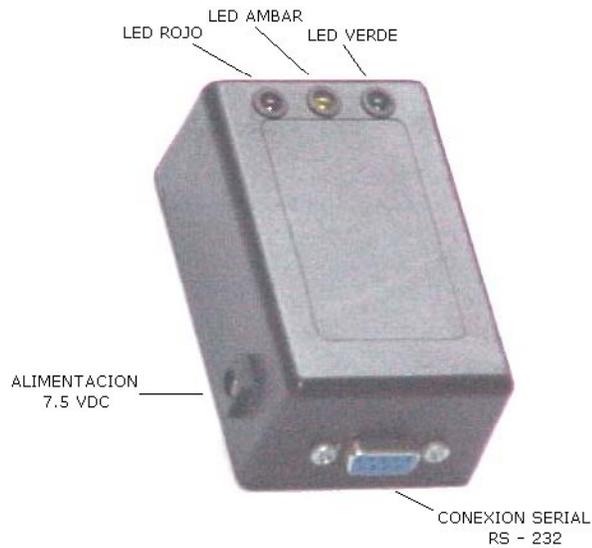


A continuación se describe algunas de las siglas empleadas, con la descripción del servicio al que pertenecen:

APA: Anatomía patológica	HSM: Hospitalización salud mental
BAS: Banco de sangre	IMA: Imagenología
CAR: Cardiología	LCL: Laboratorio clínico
COE: Consulta especializada	MAN: Mantenimiento
COP: Consulta y procedimientos	NEF: Neurofisiología
CIA: Cuidados intensivos adulto	NUT: Nutrición
CIN: Cuidados intensivos neonatal	OBA: Observación adultos
CIP: Cuidado intensivo pediátrico	OBP: Observación pediatría
ETZ: Esterilización	QUI: Cirugía
FAR: Farmacia	RYT: Rehabilitación y terapias
GAS: Gastroenterología	SDP: Sala de partos
HIS: Hospitalización infectología	UBN: Unidad básica neonatal
HCI: Hospitalización cirugía	UCA: Unidad de cancerología
HGI: Hospitalización ginecobstétrica	URE: Unidad renal
HMI: Hospitalización medicina interna	
HNC: Hospitalización neurocirugía	
HPE: Hospitalización pediatría	

ANEXO 2

LECTOR RFID DTR10

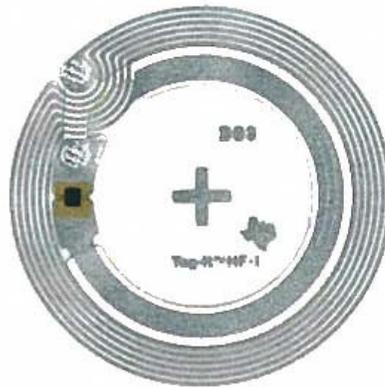


Especificaciones Técnicas

Frecuencia de operación	13.56 MHz
Voltaje de alimentación	7.5 a 9.0 VDC
Consumo corriente	80 a 200 mA típicamente
RS-232 Baudios programable	9,600, 19,200 38,400 o 57,600
Distancia serial RS-232	Hasta 20 metros
Formato trama serial	Protocolo Detec DTP10
Anticolisión	Si
Rango lectura TAGs	Hasta 10 cm
Antena Interna	50 Ohms (opcional antena externa)
Señal audible	Buzzer programable ON/OFF
Humedad de operación	Hasta 90% relativa, no condensada
Dimensiones	5.4 cm x 8.5 cm x 3.7 cm
Peso	150 gr.
Puerto serie alterno	RS-485
Compatibilidad de TAGs	Tarjetas con protocolo ISO/IEC 15693 ó TAG-IT HF-I (Texas Instruments).

ANEXO 3

TAG RI-I17-112A-03



Especificaciones Técnicas

Frecuencia de operación	13.56 MHz
Estándares soportados	ISO/IEC 15693, ISO/IEC 18000-3
Frecuencia de resonancia pasiva (a +25 °C)	13.80 MHz ± 400 kHz (incluidas las frecuencias offset para compensar más integración en papel o lámina PVC (Policloruro de vinilo))
Fuerza de campo de lectura de activación típica (a +25 °C)	110 dBμA/m
Fuerza de campo de escritura de activación típica (a +25 °C)	113 dBμA/m
Número único de lectura programado por fábrica	64 bits
Memoria (programada por el usuario)	2k bits organizado en bloques de 32 x 64 bits
Ciclos de programación	100.000
Tiempo de retención de datos (a +55°C)	> 10 años
Identificación simultánea de tags	Hasta 50 tags por segundo
Tamaño de antena	Diámetro externo: 32.5 mm + 0.1 mm/-0.2 mm

Ancho hoja	Diámetro interno: 18 mm
Largo hoja	4.8 cm ± 0.05 cm
Espesor	5.08 cm + 0.01 cm / -0.04 cm
	Area chip: 0.355 mm
	Area antenna: 0.085 mm
Base material	Substrato: Tereftalato de polietileno
	Antena: Aluminio
Temperatura de operación	-25 °C a + 70 °C
Temperatura de almacenamiento	-40 °C a +85 °C

ANEXO 4

LECTOR RFID DTR14



Especificaciones técnicas

Frecuencia de operación	13.56 MHz
Estándar soportado	ISO/IEC 15693
Batería	3.6 V Litio-Ion recargable
Memoria	16.437 registros
Rango de lectura	1 – 5 cms.
Temperatura de trabajo	-40 °C a 70 °C
Señal audible	Buzzer
Humedad de operación	0 a 95% relativa, no condensada
Dimensiones	15 cm x 3 cm x 3 cm
Peso	180 gr.
Compatibilidad de TAGs	Tarjetas que cumplan el protocolo universal estándar ISO/IEC 15693 ó TAG-IT HF-I (Texas Instruments).

ANEXO 5

LECTOR RFID RI-STU-655A



Especificaciones técnicas

Frecuencia de operación	13.56 MHz \pm 7 kHz
Compatibilidad de TAGs	Tag-it HF, Tag-it HF-I y tags compatibles con ISO/IEC 15693
Voltaje de alimentación	110 – 120 V / 60 Hz ó 220 – 240 V / 50 Hz
Potencia de consumo	Max. 60 W
Potencia de transmisor	0.5 W a 10 W \pm 1 dB (configurable por software en intervalos de 0.25 W). Por encima de 4 W de la potencia de

Modulación de transmisión	salida tiene un disipador de calor adicional de 0.8 K/W si se requiere. AM (10% - 30%) ± 6% ó 100% (ajustable por software)
Conexión antena	1 antena básica (Tx/Rx) 1 antena complementaria (Rx únicamente)
Impedancia antena	50 Ohms a 13.56 MHz
Canales de recepción	ASK 423.86 kHz y FSK 423.75kHz / 484.29 kHz para ambas antenas (ajustable por software)
Interfaz de comunicación	RS232 ó RS485 (seleccionado por jumper)
Configuración de dirección por interfaz	Opcional:
Compatibilidad de TAGs	- DIP switch de 3 posiciones (hasta 8 direcciones) - Software (hasta 254 direcciones)
Parámetros de configuración	Hasta 115 kBits, 8 bits de datos, even/odd/no paridad
Protocolo de comunicación	ISO Host
Memoria	EEPROM 1kByte (para parámetros, hasta 10.000 ciclos de escritura) RAM 256 kByte (para datos) Flash 512 kBytes (para firmware, actualización vía interfaz de comunicación)
Salidas	2 optoacopladores: 24 V DC / 30 mA
Entradas	1 relé: 24 V DC / 60 W
Sincronización	Sincronización protocolo vía I/O
Temperatura de operación	-20 °C a + 55 °C
Temperatura de almacenamiento	-25 °C a + 85 °C
Vibración	EN60068-2-6 (10 Hz a 200 Hz: 0.15 mm / 2g)
Carcasa	Hoja de acero con pintura y tapa con bisagras
Protección de clase	IP54
Dimensiones (Largo x Ancho x Alto)	30 cm x 20 cm x 16 cm
Peso	5.5 Kg

ANEXO 6

ANTENA ISC.ANTH200/200-A



Especificaciones técnicas

Cubierta	Plástico Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS)
Dimensiones (Largo x Alto x Ancho)	46 cm x 20 cm x 16 cm
Protección de clase	IP 20
Frecuencia de operación	13.56 MHz
Potencia de transmisión	Máximo 2 W
Conexión de antena	Coaxial 50 Ohms
Cable de conexión	RG 58, 50 Ohm, 3.6 m
Temperatura de operación	0 °C hasta 55 °C
Temperatura de almacenamiento	-25 °C hasta 85 °C
Humedad relativa	95% (no condensado)

ANEXO 7

TAG RI-I02-112B-03



Especificaciones Técnicas

Frecuencia de operación	13.56 MHz
Frecuencia de resonancia pasiva (a +25 °C)	14.4 MHz ± 200 kHz (incluidas las frecuencias offset compensada con lamina PVC (Policloruro de vinilo)
Fuerza de campo de lectura de activación típica (a +25 °C)	94 dBμA/m
Fuerza de campo de escritura de activación típica (a +25 °C)	97 dBμA/m
Número único de lectura programado por fábrica	64 bits
Memoria (programada por el usuario)	25 kbits organizado en bloques de 32 x 64 bits
Ciclos de programación	100.000
Tiempo retención datos (+55°C)	> 10 años
Identificación simultánea de tags	Hasta 50 tags por segundo
Tamaño antena	4.5 cm x 7.6 cm
Ancho hoja	4.8 cm ± 0.05 cm
Largo hoja	9.6 cm + 0.01 cm / -0.04 cm
Área	Chip: 0.355 mm, Antenna: 0.085 mm
Base material	Substrato: Tereftalato de polietileno Antena: Aluminio
Mínimo radio de curvatura permitido	18 mm
Temperatura de operación	-25 °C a + 70 °C
Temperatura de almacenamiento	-40 °C a +85 °C

Diseño de un Sistema de Gestión para la Supervisión e Identificación de equipos médicos por medio de tecnología RFID en hospitales

Design of a Management System for Monitoring and Identification of medical equipment using RFID in the hospitals

Javier Humberto Rubio Plazas¹ y Javier Mauricio Rodríguez²

Resumen

En este artículo se da a conocer un estudio, para hacer uso de tecnología RFID en el control y gestión de equipos médicos del Hospital Universitario Hernando Moncaleano Perdomo E.S.E de la ciudad de Neiva (Huila - Colombia). Para su desarrollo, se realizó un modelo de prueba con un prototipo RFID de la empresa Ericel & Detec Ingeniería, el DTR10, para simular el funcionamiento y determinar las características óptimas para el sistema que se pudiese implementar en el hospital. Para ello fue necesario crear un software de aplicación en Builder C++, para la interfaz de comunicación entre el lector y los tags RFID, el cual se encarga además de procesar los datos obtenidos del tag (el UID en este caso), con una base de datos en MySQL que permite relacionar los datos del tag con la información los equipos médicos. Además se diseño una aplicación en lenguaje PHP, con el cual el usuario podrá administrar la información de la base de datos.

A partir de los resultados obtenidos del prototipo, se hizo una propuesta de diseño y de los dispositivos del sistema del hospital. De acuerdo a lo anterior, se determinó que los dispositivos RFID que operan bajo el protocolo ISO/IEC 15693, a frecuencia de 13.56 MHz, eran adecuados para el sistema del hospital, debido a las características técnicas y operativas que ofrecen sus fabricantes.

Palabras Clave: RFID; Prototipo; DTR10; UID; Interfaz; Lector; Tag; Base de datos; Protocolo; MySQL; PHP.

Abstract

This article announces a study to make use of RFID technology in the control and management of medical equipment at Hospital Universitario Hernando Moncaleano Perdomo ESE of the city of Neiva (Huila - Colombia). For its development, was performed a model test of a prototype RFID from Ericel Detec & Engineering company, DTR10 to simulate the operation and determine the optimal characteristics for the system that could be implemented in the hospital. It was necessary to create a software application in Builder C + +, to the communication interface between the reader and RFID tags, which is also responsible for processing data from the tag (the UID in this case), with a base MySQL data that relates the tag data with medical equipment information respective. It was design an application in PHP, with which the user can manage of the database information.

From the results of the prototype, it was made a proposal designed and of the hospital system devices. According to the above, it was determined that RFID devices operating under the protocol ISO / IEC 15693, a frequency of 13.56 MHz, were adequate for the hospital system, due to technical and operational features offered by its manufacturers.

Keywords: RFID; Prototype; DTR10; UID; Interface; Reader; Tag; Data base; Protocol; MySQL; PHP.

¹ Ingeniero Electrónico, Docente Universidad Surcolombiana – Neiva. Av. Pastrana – Carrera 1. javrupla@hotmail.com

² Ingeniero Electrónico, Universidad Surcolombiana – Neiva. Av. Pastrana – Carrera 1. javiermauricio86@gmail.com

1. Introducción

RFID (Radio Frequency IDentification) es una tecnología de identificación automática por radiofrecuencia, similar en cuanto a su aplicación a la tecnología de código de barras. Un sistema RFID se compone básicamente de un lector, su antena, etiquetas o tags (compuestos de un microchip y una antena), y el middleware, que es el software que gestiona todo el sistema RFID a nivel de hardware, proporcionando los medios de proceso y almacenamiento de datos.

RFID ha llegado a ser una de las tecnologías de comunicación que ha experimentado un crecimiento más acelerado y sostenido en los últimos tiempos. La posibilidad que ofrece la lectura a distancia de la información contenida en una etiqueta o tag, sin necesidad de contacto físico, junto con la capacidad para realizar múltiples lecturas y en algunos casos su escritura, de forma simultánea, ha abierto caminos a un conjunto muy extenso de aplicaciones en una gran variedad de ambientes, desde la trazabilidad y control de inventario, hasta la localización y seguimiento de personas y activos, o la seguridad en el control de acceso.

El uso de RFID en instalaciones hospitalarias puede conseguir aumentar la seguridad y la visibilidad tanto de personas como de activos dentro de un hospital. Las aplicaciones posibles son casi ilimitadas, y cualquier situación que se vive cotidianamente en el ámbito sanitario puede mejorarse por medio de la tecnología de identificación por radiofrecuencia.

El Hospital Good Shepherd Advocate en Estados Unidos, hizo uso de etiquetas RFID pasivas de la empresa Sovereign Tracking Systems, para el etiquetado de equipamiento móvil, para el control de inventario. Se ha informado una reducción a la mitad de los errores de inventario (Attaran, 2006).

Varios hospitales estadounidenses se asociaron a principios del año 2004 para realizar una prueba de etiquetas de eXI Wireless, perteneciente actualmente a Verichip Corporation. El objetivo era la protección, localización y seguimiento de equipamiento médico en los hospitales. El objetivo del proyecto fue probar el sistema Asetrac20, con el objetivo de reducir los costes de pérdidas de equipamiento hospitalario y las pérdidas de tiempo del personal dedicado a las búsquedas del equipamiento extraviado. Para ello se fijaron etiquetas RFID al equipamiento, para hacer saltar una alarma siempre que un determinado equipo saliera de su perímetro asignado. El sistema Asetrac dispone de una interfaz gráfica donde se pueden mostrar planos del lugar de despliegue, ayudando así al personal en el seguimiento de los equipos (Portillo, 2008).

Un hospital de 500 camas en el sureste de Georgia (Estados Unidos), buscaba una mejor manera de rastrear la ubicación y utilización de los equipos móviles dentro del hospital. A partir de la implementación del sistema de identificación por radio frecuencia y localización en tiempo real (RTLS), la gestión de activos es más eficaz y más económica. El sistema fue instalado en marzo del 2010 y se identificaron 1.900 activos, entre ellos, equipos de infusión, dispositivos de compresión y equipos respiratorios. “Cuando vine por primera vez en noviembre de 2004, realmente no tenía una idea clara de lo que estaba pasando con nuestros activos”, dice Al Hardy, el responsable de compras de bienes de capital y gestión de activos del hospital. “No podíamos rastrear su ubicación, el costo de mantenimiento y la tasa de utilización. Ahora, antes de reemplazar el equipo o comprar equipo adicional, podemos usar el RTLS para determinar la tasa de utilización, la cantidad de tiempo que se demoró en reparar un equipo, y su uso para determinar si realmente se necesita gastar ese dinero” (RFID Journal, 2010).

El objetivo de este estudio, es crear la propuesta para aplicar RFID, en la ayuda de los procesos de control y gestión de los equipos médicos del hospital, para reducir inconvenientes en la administración, tanto de los equipos como de su información, debido al gran número de estos dentro de la institución. Además, examinar la posibilidad de usar RFID como un sistema antirrobo, haciendo uso de los propios tags y empleando lectores de largo alcance.

2. Metodología

2.1 Sistema de gestión de base de datos: Para llevar el registro de los equipos médicos del hospital, se dispuso de una base de datos. Una base de datos es un “almacén” que permite guardar grandes cantidades de información, organizada en forma de tablas, para que pueda ser encontrada y utilizada fácilmente. Para el desarrollo de la base de datos, se empleó un sistema de gestión de base de datos, que es un tipo de software muy específico, dedicado a servir de interfaz entre la base de datos, el usuario y las aplicaciones que la utilizan, el cual se compone de un lenguaje de definición, de un lenguaje de manipulación y de un lenguaje de consulta de datos.

El sistema de gestión de base de datos utilizado en la aplicación del prototipo fue MySQL, que es de licencia libre. Para el diseño de la base de datos en MySQL, primero se identificó la información que contendría la base de datos, creando así el diccionario de datos, para lo cual se tuvo en cuenta los datos más comunes que se manejan en las hojas de vida y reportes de mantenimiento de los equipos médicos. A partir del diccionario de datos se creó el modelo entidad-relación, para finalmente diseñar la base de datos en lenguaje SQL usando para ello la aplicación de MySQL (Valade, 2004). En él se definen los campos, los tipos de datos, las relaciones y restricciones de cada una de las tablas que componen la base de datos.

2.2 Interfaz para la administración de la base de datos: Para administrar la base de datos de MySQL, se usan comandos en lenguaje SQL. Para facilitar al usuario su manejo, se diseñó una interfaz visual para gestionar la información que hay en ella, el cual se encargará de ejecutar los comandos SQL necesarios, sin que la persona tenga que preocuparse sobre su programación.

Para el desarrollo de la interfaz que se conecta con la base de datos MySQL, se hizo uso de PHP, que es un lenguaje de programación interpretado, diseñado originalmente para la creación de páginas web dinámicas. Para ejecutar los comandos de MySQL desde PHP (Valade, 2004), se utilizó el programa servidor APACHE (Engelschall, 2001).

2.3 Lector RFID DTR10: Este lector de la empresa Ericel & Detec Ingeniería (Ericel, 2009), cumple con la norma estándar ISO/IEC 15693 y permite leer tags en el rango de alta frecuencia HF de 13.56 MHz. Incorpora la función de anticolidión, para poder leer varios tags simultáneamente y tiene un alcance de lectura máximo de 10 cm, debido a la potencia de la antena (200 mW). Se conecta a un computador a través de interfaz RS-232.

2.4 Tag RI-I17-112A-03: Este tag de la compañía de Texas Instruments (TEXAS, 2004), es compatible con el estándar ISO/IEC 15693. Contiene un único código identificador o UID, el cual relaciona el equipo que contiene el tag, con la información respectiva en la base de datos.

2.5 Protocolo ISO/IEC 15693: Debido a los numerosos comandos que rige el protocolo ISO/IEC 15693 (Ericel, 2009) para el desarrollo del modelo, el interés se centro en la lectura de los tags para obtener el UID, para lo cual se empleo el comando de modo inventario.

Para utilizar el modo inventario, al byte de comando del paquete de pregunta se le asigna el valor hexadecimal de 01 (Tabla 1). De esta manera, el lector está en capacidad de leer los tags que estén dentro del rango de alcance de su antena.

Tabla 1. Paquete de pregunta en modo inventario

Inicio trama (SOF)	Longitud del paquete	Dirección del nodo	Bandera de pregunta	Comando	Datos de pregunta	Fin trama (EOF)
02	0B 00	00 00	8D	01	00 00	85 7A

Una vez recibe el paquete de pregunta por parte del lector, el tag genera un paquete de respuesta (Tabla 2). Al recibir el paquete de respuesta, el lector revisa los campos “Comprobar datos” y “Datos de respuesta” (Tabla 3), para verificar si se presentó algún error en la transmisión. Igualmente ocurre lo mismo en el paquete de respuesta para múltiples tags, en el cual el lector emplea la función anticolidión.

Tabla 2. Paquete de respuesta en modo inventario

Inicio trama (SOF)	Longitud del paquete	Dirección del nodo	Bandera de respuesta	Comando	Comprobar datos	Datos de respuesta	Fin trama (EOF)
02	17 00	00 00	00	01	6 bytes	8 bytes	B6 49

Tabla 3. Comprobación y datos de respuesta del modo inventario

Comprobar datos				Datos de respuesta
Datos válidos	Banderas de colisión	Código error	Datos en memoria	UID
01 00	00 00	00	00	00 31 91 F2 17 00 00 07 E0

2.6 Interfaz Lector RFID – Base de Datos: La interacción entre el prototipo RFID y la base de datos, se llevó a cabo mediante un software de aplicación realizado en C++ Builder 6. El diseño de la interfaz se dividió en 2 partes:

a) El código para el lector RFID: se encarga de la comunicación entre el lector y el tag, que consiste en el envío y recepción de comandos por puerto RS-232, que el lector interpreta para realizar la acción respectiva. El paquete de datos obtenido por el lector, se descompone mediante un algoritmo, hasta obtener el UID del tag.

b) El código para la base de datos: que se encarga de procesar los datos obtenidos del tag con la base de datos de MySQL, para así obtener la información relacionada con el equipo que contenga el UID. Para emplear la base de datos MySQL junto con la aplicación de C++ Builder, se utilizó el conector de origen de base de datos de MySQL, para ejecutar las sentencias SQL definidas en el programa.

3. Resultados

3.1 Administración de la información: La base de datos de MySQL junto con la interfaz visual en PHP (Figura 1), facilita la gestión de la información de los equipos médicos, permitiendo la integridad y seguridad de los datos. Con la interfaz se maneja información relacionada con la hoja de vida de los equipos, permitiendo la consulta, el ingreso y la modificación de los datos.

Una característica sobresaliente de esta interfaz, consiste en que a cada equipo se asigna automáticamente un código interno, para identificar cada uno de ellos de forma única dentro de la base de datos. De este modo, cuando un tag sea asigna a un equipo, los datos del tag (en este caso el UID), se relaciona con el código interno del equipo.

La interfaz da la posibilidad de visualizar los datos de un equipo en formato PDF, para que el usuario tenga la posibilidad de imprimirlo y guardarlo de manera física. Otra característica importante de esta interfaz, es la facilidad y efectividad en la búsqueda de la información, en el cual se han definido filtros que permiten una interacción y establecer mejor la comunicación de la interfaz con la base de datos.



Figura 1. Interfaz visual con PHP

3.2 Asignación de tags a los equipos: El proceso de asignación de tags a los equipos médicos, inicia primero por la información contenida de los equipos en la base de datos. Para esto se verifica si los datos del equipo existen, y si la información no se encuentra en la base de datos, se procede entonces a ingresar sus datos para almacenarlo y así generar su código interno. Luego, se procede a buscar el equipo desde la aplicación de C++ Builder (Figura 2), a través del código interno del equipo o mediante otros datos. Los datos del equipo seleccionado son mostrados al usuario, incluyendo el campo del UID del tag. Si el equipo tiene tag asignado, aparecerá su denominación en el campo de UID, y si no, el campo aparecerá vacío.



Figura 2. Interfaz visual con C++ Builder

Se procede a la lectura del tag que va a ser colocado en el equipo, ya con los datos seleccionados, en el cual se obtiene el UID. Se pueden realizar modificaciones de los datos antes, durante y después de la asignación del UID al equipo. El UID asignado queda relacionado de manera directa con el código interno del equipo de la base de datos, lo que permite con esto poder identificarlo a partir del uso de un lector RFID.

3.3 Identificación de los tags: La identificación se realiza mediante el uso del lector RFID. Cuando el tag se encuentre dentro de la zona de la antena del lector, automáticamente podrá ser reconocido por la aplicación de C++ Builder a través de su UID, para luego mostrar la información respectiva.

Pensando en una posible utilización como sistema antirrobo con los propios tags RFID, se desarrollo una aplicación para este propósito (Figura 3). Para este caso el lector incorpora la función anticollision para leer múltiples tags. El lector a través de su antena se dispone a leer los tags que se encuentren en su área de influencia. Si uno o más tags son detectados, se activa una señal auditiva y el sistema mostrará el listado de esos tags.

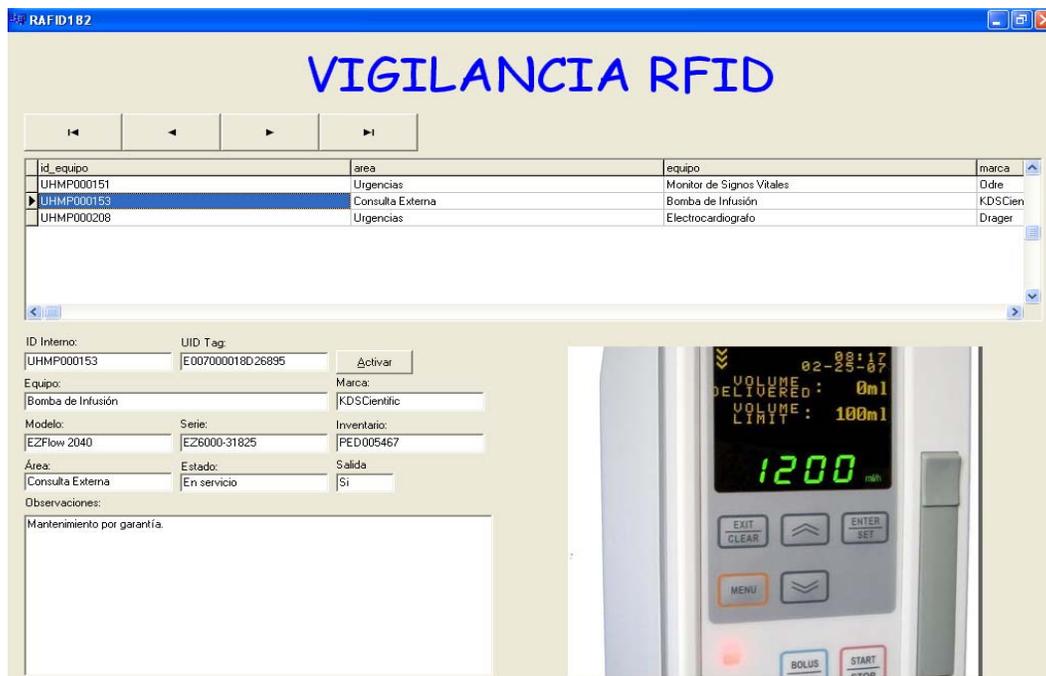


Figura 3. Lectura simultanea de 3 tags

3.4 Resultados obtenidos del prototipo: Se realizaron pruebas para comprobar el comportamiento del lector ante un evento de lectura de múltiples tags, en el cual el lector aplica la función anticollision. Además de lo anterior, verificar la conexión a la base de datos del servidor, por parte de la aplicación del lector.

La prueba consistió en tomar 3 tags y asignarlos a los datos de 3 equipos (Tabla 4), para luego obtener los datos del UID de cada tag con el lector, y a partir de cada UID mostrar en pantalla (Figura 3) la información de los equipos que se relaciona con esos tags. Para determinar el margen de éxito de la lectura del UID de cada tag, se procedió a realizar la lectura simultánea de los 3 tags, para lo cual se tuvo en cuenta la orientación en grados de los tags, respecto a la posición del lector. Se realizaron 4 lecturas para cada una de las orientaciones, obteniendo los resultados mostrados en las Tabla 5. Cabe notar que P1, P2, P3 y P4 son cada una de las pruebas de lectura simultánea realizadas a los tags, donde se coloca “Sí” a los tags reconocidos por el lector y “No” a los que no detecto el lector. Luego se determino la probabilidad de éxito que tuvo cada tag, al ser reconocido por el lector y su aplicación.

Tabla 4. Listado de los equipos con sus respectivos UID

UID Tag	ID Interno	Equipo	Servicio
E007000018D26895	UHMP000153	Bomba de Infusión	Consulta Externa
E00700001DEC85B2	UHMP000151	Monitor de signos vitales	Urgencias
E00700001DEC85B3	UHMP000208	Electrocardiógrafo	Urgencias

Tabla 5. Resultados de la lectura simultánea de 3 tags

UID Tag	Orientación																			
	0° (Tag perpendicular al lector)					45°					90°					135°				
	P1	P2	P3	P4	%	P1	P2	P3	P4	%	P1	P2	P3	P4	%	P1	P2	P3	P4	%
E007000018D26895	No	Sí	Sí	Sí	50	Sí	Sí	Sí	Sí	100	Sí	Sí	Sí	Sí	100	Sí	Sí	Sí	Sí	100
E00700001DEC85B2	No	No	Sí	Sí	25	Sí	Sí	Sí	Sí	100	Sí	Sí	Sí	Sí	100	Sí	Sí	Sí	Sí	100
E00700001DEC85B2	No	No	No	No	0	Sí	Sí	No	Sí	75	Sí	Sí	Sí	Sí	100	Sí	Sí	Sí	Sí	100

3.5 Diseño del sistema RFID para el hospital: El sistema RFID para el hospital, se compone de 2 estructuras: la encargada de la gestión de los equipos médicos y la de seguridad antirrobo usando los propios tag.

En la figura 4, se puede observar el esquema planteado para gestionar los equipos médicos con los tags, se compone de un lector de mano con antena incorporada y un computador que tendrá la aplicación del lector, con el cual se podrá leer y administrar la información relacionada con los tags de los equipos, que residirá en la base de datos de un servidor.

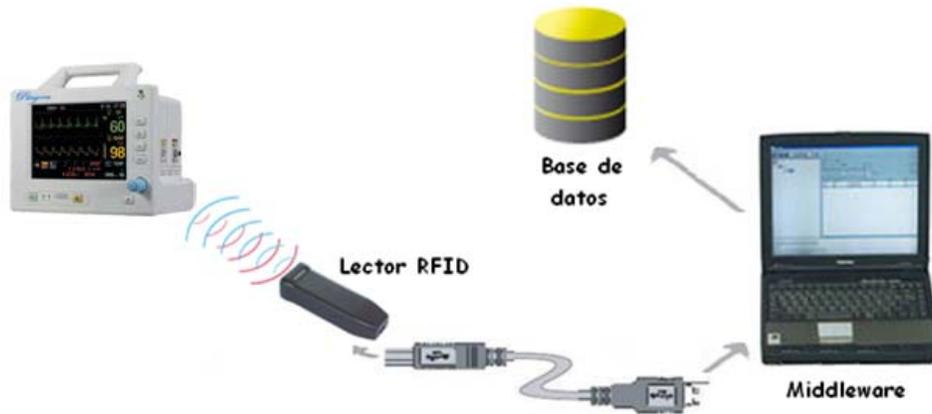


Figura 4. Esquema del sistema RFID para la gestión de los equipos

Se emplearán lectores portátiles para el inventario de los equipos con los propios tags, en el cual el lector a través de su memoria interna almacenará el UID de los tags. De esta forma al realizar la lectura de los tags de los equipos, esta información podrá ser descargada del lector a un computador, para luego verificar y comparar los UID obtenidos por el lector, con los existentes en la base de datos. Esto permitirá reducir el error humano, que se presenta al realizar de forma manual el inventario de los equipos.

Para implementar el sistema RFID como sistema antirrobo, se tuvo en cuenta como primera medida el número de accesos con que cuenta el edificio del hospital (Principal, Consulta Externa y Urgencias), determinando así la clase y la cantidad de dispositivos para el sistema. En el diseño de este esquema (Figura 5), se tuvo en cuenta el alcance de lectura para los tags, el tipo de antena, el modo de operación del lector y de los dispositivos en conjunto.

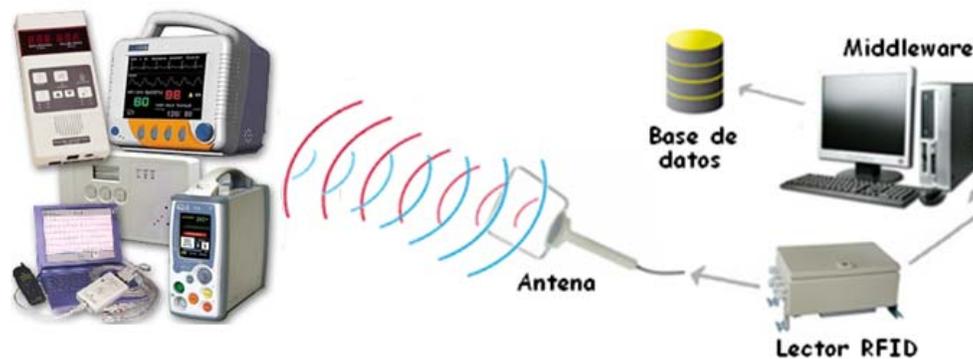


Figura 5. Esquema del sistema antirrobo con RFID para un acceso

Cada acceso del hospital tendrá un lector de largo alcance, una antena móvil y un computador que contendrá el programa de aplicación para el lector, permitiendo también visualizar en pantalla los elementos que contienen adheridos los tags. El sistema RFID en cada acceso contará con un punto de enlace a red, para la conexión con la base de datos del servidor, que se dará a través de la aplicación del lector.

3.6 Componentes propuestos para el sistema RFID del hospital:

a). Lector RFID DTR14: Este lector de la empresa Ericel & Detec Ingeniería (Ericel, 2010), se suministra con el software de administración del lector modificado, acorde con las peticiones del tipo de aplicación requerida. El dispositivo es de corto alcance y opera bajo el protocolo ISO 15693. Funciona con interfaz RS-232 y opera también como un lector portátil.

Características:

- ✓ Distancia de lectura de tags hasta 5 cm.
- ✓ Almacenamiento del número de identificación y datos escritos en el tag.
- ✓ Todo nuevo evento incluye hora y fecha de la lectura del tag.
- ✓ Almacenamiento cíclico de los últimos 16.384 eventos de 32 caracteres cada uno.
- ✓ Batería recargable de LITIO-ION de 3.6 V.
- ✓ Muy bajo consumo de energía con apagado automático después de las lecturas.
- ✓ Luces verde y rojo para información visual y señal audible.
- ✓ Conexión al PC serial RS232 con velocidad programable entre 9600 y 57600 baudios.

b). Lector RFID RI-STU-655A: Este dispositivo de la compañía Texas Instruments (TEXAS, 2001), trabaja a una frecuencia de 13.56 MHz, el cual se propone para el uso del sistema antirrobo.

Características:

- ✓ Capacidad para manejar 2 antenas
- ✓ Potencia configurable de hasta 10W.
- ✓ Soporta estándares ISO15693, TagIT, EPC.
- ✓ La máxima distancia de lectura/escritura que se logra es de 1 metro.
- ✓ Ideal para aplicaciones de Access Control, Farmacéuticas, Bibliotecas, ID equipajes, identificación de ítems, elementos con líquidos, etc.
- ✓ Puertos de comunicaciones son configurables en RS232 y/o RS485.

c). Antena ISC.ANTH200/200-A: Esta antena portátil de mano de Texas Instruments (TEXAS, 2006), permite tener una gran área de lectura para facilitar el escaneo de tags, y es ideal para trabajar junto con el lector RI-STU-655A. Puede ser usado en gran variedad de lectores que transmitan a una frecuencia de 13.56 MHz y que tengan una salida de impedancia de 50 Ω . Con esta antena de mano se buscará reducir inconvenientes relacionados con la lectura de los tags, como el caso de la orientación o alcance de los mismos, de manera que el campo de lectura se pueda adaptar mejor a la posición de los tags.

Características:

- ✓ Antena de mano con cable conexión.
- ✓ Potencia configurable de hasta 2W.
- ✓ Distancia máxima del cable 3.6 mts.

d). Tag RI-I02-112B-03: Este tag de Texas Instruments (TEXAS, 2002) es compatible con el estándar ISO/IEC 15693. Ofrece al usuario la posibilidad de acceder a la memoria de 2048 bits del tag, para escribir y actualizar información adicional en ella. Contiene un único código identificador, el cual no puede ser alterado, garantizando la unicidad de cada tag. Por ser un tag pasivo y estar impreso en lámina de plástico, es bastante económico y puede ser colocado en superficies planas.

Características:

- ✓ Compatible con estándares ISO/IEC 15693 e ISO/IEC 18000-3

- ✓ Frecuencia de operación de 13.56 MHz
- ✓ Memoria de 2048 bits organizado en bloques de 64 x 32 bits para escritura adicional de datos.

e). Computador para la aplicación del sistema antirrobo: Se empleará un computador en cada acceso del hospital con el sistema antirrobo RFID, en donde correrá la aplicación de Builder C++ para el lector y permitirá visualizar los equipos que se identifican a través de los tags, el cual se conectará a un punto de red para la conexión con el servidor.

Características:

- ✓ Procesador INTEL Pentium 4 de 2.0 a 2.8GHZ
- ✓ Memoria RAM 512 MB
- ✓ Disco duro 40GB
- ✓ Tarjeta de red
- ✓ Monitor LCD 17" SAMSUNG-HP-AOC
- ✓ Sistema operativo Windows XP-PRO SP3

f). Servidor HP ProLiant ML110 G6: Este servidor de la empresa Hewlett Packard (Hewlett Packard, 2010) permitirá gestionar la información de la base de datos de los equipos médicos, con el cual se conectará cada una de las aplicaciones de los lectores RFID del hospital. En el correrá la aplicación realizada en PHP, para permitir al usuario hacer uso de la interfaz visual desde una conexión remota.

Características:

- ✓ Procesador Intel Core i3 530/2.93 GHz
- ✓ Disco duro de 160 GB
- ✓ Sistema operativo Windows XP SP2

3.7 Limitaciones: Aunque la tecnología RFID en comparación con otras tecnologías de identificación automática, tiene como única limitante su costo, presenta interesantes ventajas y abre caminos para muchas aplicaciones, con la capacidad de garantizar la unicidad y evitar las falsificaciones de sus elementos identificativos.

4. Conclusiones

De acuerdo a las pruebas realizadas con el prototipo (Tablas 5), para la aplicación como sistema antirrobo se puede presentar ciertas restricciones sobre su funcionamiento, debido a que la operatividad para este sistema se basa en cuestiones técnicas ofrecidas por los fabricantes de los dispositivos y a resultados logrados por sistemas similares de radiofrecuencia, como los que existen en los grandes almacenes de cadena, por lo que su aplicabilidad está sujeto a la experimentación.

Uno de los inconvenientes en la propuesta del sistema RFID del hospital, fue la elección de la antena para el lector RFID del sistema antirrobo, pese a haber antenas tipo portal, con alcance de lectura entre 1.3 y hasta 2 metros, se optó por una antena móvil, debido a que con este tipo de antena hay más adaptabilidad a la posición de lectura del tag, evitando así los problemas que se puedan presentar con la orientación de estos (Tablas 5). Además se tuvo en cuenta que generalmente hay un proceso de inspección por parte del personal de seguridad y por el costo elevado que presenta las antenas tipo portal.

Se presentó un inconveniente en el planteamiento del sistema antirrobo, ya que cada punto de acceso del hospital debería tener un sistema RFID, que a su vez estaría conectada a la base de datos del servidor, por lo que se optó por colocar un computador junto con la aplicación del lector en cada acceso, para la conexión con el servidor a través de un punto de red interna y poder visualizar la información respectiva. Otro motivo fue porque el hospital cuenta con un cableado estructurado definido, por lo que no era conveniente hacer modificación alguna a esta red.

La importancia de este estudio de viabilidad ha demostrado relevancia, en cuanto a lo relacionado con el manejo de la información, por lo que el personal del departamento de biomédica ha demostrado gran interés en la aplicación del software para la administración de la información, en parte por la seguridad que ofrece su almacenamiento en una base de datos y por la facilidad en el manejo que la interfaz en PHP ofrece. Debido a esto, se ha pensado hacer una prueba piloto con la información real de los equipos, buscando así en el futuro realizar las modificaciones y mejoras para dejar en funcionamiento.

5. Referencias Bibliográficas

1. Attaran, Mohsen., 2006. Emerging Signs of an RFID Payoff. Consultado el 10 de mayo de 2010. http://www.cephas-library.com/nwo_emerging_signs_of_an_RFID_payoff.html
2. Engelschall, Ralf S., 2001. Apache Desktop Reference, Adobe PDF Document. URL: <http://www.apacheref.com/book/adr.pdf>
3. Ericel & Detec Ingeniería, 2010. Sistema de control de ruta EVIDENCE. Consultado el 14 de agosto de 2010. http://www.angelfire.com/co3/bog/M_ADEvidence.html
4. Ericel & Detec Ingeniería, 2009. Lector DTR10 Guía de referencia, Adobe PDF Document. URL: http://www.angelfire.com/co3/bog/pdf/READER_DTR10.pdf
5. Hewlett Packard, 2010. HP ProLiant ML110 G6 server. Consultado el 18 de septiembre de 2010. http://h18004.www1.hp.com/products/quickspecs/DS_00178/DS_00178.pdf
6. Portillo García, Javier I., Bermejo Nieto, Ana B., Bernardos Barbolla, Ana M., 2008. Informe de Vigilancia Tecnológica madri+d “Tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID): Aplicaciones en el ámbito de la salud”. Fundación madri+d para el Conocimiento, Madrid, España. 176 p.
7. RFID Journal, 2010. Hospital utiliza tecnología RFID para la gestión de activos In-House. Consultado el 29 de junio de 2010. <http://www.rfidpoint.com/noticias/hospital-utiliza-tecnologia-rfid-para-la-gestion-de-activos-in-house/>
8. TEXAS INSTRUMENTS, 2006. Advanced reader technologies i-scan HF (13.56 MHz), Adobe PDF Document. URL: http://www.cipam.com/images/telechargement/Public/anth200_200_e.pdf?PHPSESSID=8f1b9b248e6a672eabe6ffff6b4af897
9. TEXAS INSTRUMENTS, 2004. RI-I17-112A-03 Tag-it™ HF-I PLUS TRANSPONDER INLAYS CD, Adobe PDF Document. URL: <http://www.ti.com/rfid/docs/manuals/pdfSpecs/RI-I17-112A-03.pdf>
10. TEXAS INSTRUMENTS, 2002. Tag-it_ HF-I Transponder Inlay Rectangle-Large, Adobe PDF Document. URL: <http://www.youwokeji.com.cn/down/RI-I02-112B.pdf>
11. TEXAS INSTRUMENTS, 2001. HF Reader System Series 6000 S6550 Long Range Reader (Housed), Adobe PDF Document. URL: <http://www.ti.com/rfid/docs/manuals/pdfSpecs/RI-STU-655AdataSheet.pdf>
12. Valade, Janet., 2004. PHP y MySQL para Dummies. ST Editorial. Edición 2da. México D.F., México. 438 páginas