

**SISTEMA DE REGISTRO Y CONTROL DE SALIDA DE ELEMENTOS
MEDIANTE DISPOSITIVOS RFID**

VÍCTOR JOSÉ ACEVEDO DURÁN
ALEJANDRO GARCÍA SANDOVAL
JUAN SEBASTIÁN SANDINO ARIZA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA
NOVIEMBRE DE 2004
BOGOTÁ D.C.

**SISTEMA DE REGISTRO Y CONTROL DE SALIDA DE ELEMENTOS
MEDIANTE DISPOSITIVOS RFID**

VÍCTOR JOSÉ ACEVEDO DURAN
ALEJANDRO GARCÍA SANDOVAL
JUAN SEBASTIÁN SANDINO ARIZA

Trabajo de Grado presentado como requisito
para optar al título de Ingeniero Electrónico.

Director

ING. JORGE LUIS SÁNCHEZ TÉLLEZ, MSc.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA
BOGOTÁ D.C.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

RECTOR MAGNÍFICO:

R.P. GERARDO REMOLINA VARGAS, S.J.

DECANO ACADÉMICO:

Ing. ROBERTO ENRIQUE MONTOYA VILLA

DECANO DEL MEDIO UNIVERSITARIO:

R.P. ANTONIO JOSÉ SARMIENTO NOVA, S.J.

DIRECTOR DE CARRERA:

Ing. JUAN CARLOS GIRALDO CARVAJAL

DIRECTOR DEL PROYECTO:

Ing. JORGE LUÍS SÁNCHEZ TÉLLEZ, MSc.

ARTÍCULO 23 DE LA RESOLUCIÓN No. 13 DE JUNIO DE 1946

"La universidad no se hace responsable de los conceptos emitidos por sus alumnos en sus proyectos de grado.

Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y la moral católica y porque los trabajos no contengan ataques o polémicas puramente personales. Antes bien, que se vea en ellos el anhelo de buscar la verdad y la justicia".

AGRADECIMIENTOS

1	INTRODUCCIÓN	1
2	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1	Marco conceptual.....	4
2.1.1	Identificación Automática.....	5
2.1.2	Identificación por Radiofrecuencia - RFID	6
2.1.2.1	Consideraciones de frecuencia.....	8
2.1.3	Protocolos y opciones	10
2.1.4	Hardware. Un caso concreto:.....	12
2.1.5	Los principios de operación de sistemas RFID	14
2.1.5.1	Acople Inductivo.....	14
2.1.5.2	Acople por dispersión electromagnética.....	16
2.2	Marco contextual	18
2.2.1	Aplicaciones.....	18
2.2.2	Ventajas de la tecnología RFID sobre el código de barras	19
3	ESPECIFICACIONES.....	21
3.1	Componentes físicos	21
3.1.1	Módulo RFID.....	21
3.1.2	Estación principal	22
3.1.3	Punto de red habilitado	22
3.1.4	Servidores de la Facultad.....	22
3.1.5	Servidor en el Departamento	22

3.1.6	Transponders.....	23
3.2	Componentes Lógicos.....	23
3.2.1	Software.....	23
4	DESARROLLO	24
4.1	Hardware.....	24
4.1.1	Módulo RFID.....	24
4.1.2	Antena.....	27
4.2	Plataforma e interfaz gráfica.....	30
4.3	Base de datos	35
4.3.1	DELETE	36
4.3.2	INSERT INTO.....	36
4.3.2.1	Insertar un único Registro.....	36
4.3.2.2	Para seleccionar registros e insertarlos en una tabla nueva	37
4.3.2.3	Insertar Registros de otra Tabla.....	37
4.3.3	UPDATE.....	37
5	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	40
5.1	Componentes físicos	40
5.2	Componentes lógicos.....	42
5.2.1	Aplicación de registro, préstamo e impresiones (EDITOR).....	43
5.2.1.1	Registro de usuarios.....	43
5.2.1.2	Actualización de usuarios	44

5.2.1.3	Registro de equipo del Laboratorio	44
5.2.1.4	Autorización de salida de equipo del Laboratorio	45
5.2.1.5	Impresiones	45
5.2.2	Aplicación de autorización (Personal de vigilancia)	46
5.2.3	Aplicación de administrador (Administrador).....	46
6	CONCLUSIONES	47
7	BIBLIOGRAFIA	49
7.1	Libros	49
7.2	Trabajos de grado.....	49
7.3	Tomado de Internet	49
8	ANEXOS.....	50

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Figura 1.....	xii
Figura 2.....	2
Figura 3.....	6
Figura 5.....	10
Figura 6.....	11
Figura 7.....	13
Figura 8.....	15
Figura 9.....	17
Figura 10.....	26
Figura 11.....	27
Figura 12.....	28
Figura 13.....	28
Figura 14.....	29
Figura 15.....	30

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.....	9
Tabla 2.....	20
Tabla 3.....	26
Tabla 4.....	33
Tabla 5.....	34
Tabla 6.....	41

GLOSARIO

Aplicación: Conjunto de programas que resuelven las necesidades de una persona, una institución o una compañía.

Consulta: Solicitud de información dirigida a la base de datos

Índice: Mini copia de una tabla. Los elementos de índice de una tabla permiten a un motor de base de datos acceder rápidamente a los datos contenidos en las tablas.

Objeto de base de datos: Es un elemento dotado de significado en el que se almacena información, siendo los dos más comunes las tablas y las vistas.

ODBC: (*Open Database Connectivity*). Interfaz desarrollada en lenguaje de programación que le permite a las aplicaciones acceder a información desde una gran variedad de sistemas de administración de bases de datos DBMS (*Database Management Systems*).

Operador – Administrador: Persona que gestiona los recursos informáticos, el hardware y los periféricos.

Registro: Conjunto de campos que contienen información pertenecientes a una tabla relacionada a una base de datos.

Reporte: Informe creado a partir de los registros de una base de datos.

Reader: Dispositivo con la capacidad de leer o, de leer y escribir en el transponder.

RFID: Identificación por radio frecuencia

SQL: (Structured Query Language). Estándar adoptado por todos los fabricantes de bases de datos relacionales para la manipulación de los datos y preparación de consultas.

Tabla: Objeto de la base de datos que almacena datos.

Transponder: Dispositivo localizado sobre el objeto para ser localizado.

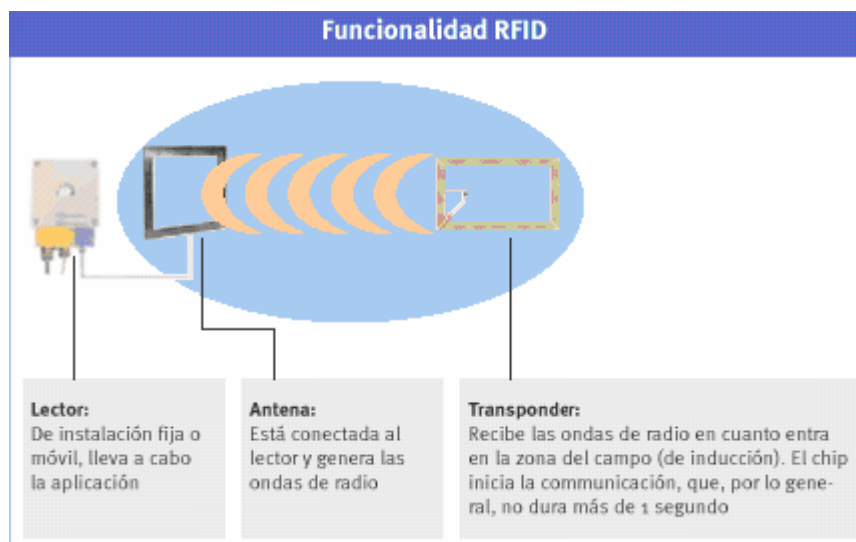


Figura 1¹: Esquema y componentes de un sistema RFID

¹ www.standard-comm.co.jp/.../rfid/gaiyou.gif

1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad, dado el avance y rápido desarrollo de la tecnología, y en particular de la microelectrónica, es muy común el uso de dispositivos y elementos electrónicos portátiles de mediano y alto valor.

Para esto se están implementando estrategias para brindar seguridad sobre estos elementos, lo cual no es fácil de garantizar, dado el tamaño cada vez menor y el uso, día a día, más frecuente al cual están siendo sometidos.

Dada la importancia que se le ha dado actualmente al tema de seguridad para controlar los activos de una institución, se han implementado, a través de diferentes tecnologías, sistemas que responden a las necesidades de los clientes que, cada vez demandan más y mejores servicios en este aspecto.

Para todo esto, en la actualidad, en el Departamento de Electrónica se debe recurrir al registro de entrada y salida de dichos elementos manualmente, la consecución de una autorización de salida (lo cual se convierte en un incremento continuo de las tareas para los almacenistas) o finalmente, la posibilidad de acceder a la marcación, en bajo relieve, de los equipos y elementos, propiedad de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Electrónica. Sin embargo, todas estas estrategias presentan falencias como la necesidad de realizar procesos de manera manual, delegando esta responsabilidad a personal dedicado a esto.

Atendiendo a estas solicitudes, por medio de este trabajo se ha desarrollado e implementado una solución que busca satisfacer la logística de elementos tanto personales como de la Universidad, el cual tiene la opción de complementar el control de acceso de personal, mediante una actualización del software. Como resultado, se ofrece un producto versátil

que permite controlar el ingreso y salida de profesores, empleados y estudiantes y ahora equipos y elementos personales, en una misma solución.

Por esta razón, se inició la búsqueda de alternativas tecnológicas prácticas y relativamente económicas para implementar una posible solución al problema mencionado. Se consideró la utilización de dispositivos RFID (Radio Frequency Identification), una tecnología de identificación, marcación y detección, por radiofrecuencia, constituido por un pequeño circuito, con una antena integrada. Al recibir energía vía radio desde un emisor externo, el dispositivo responde con una señal que indica su estado. Su principal ventaja es que detecta los equipos que incorporen este sistema, de manera inalámbrica y sin requerimientos de línea de vista.

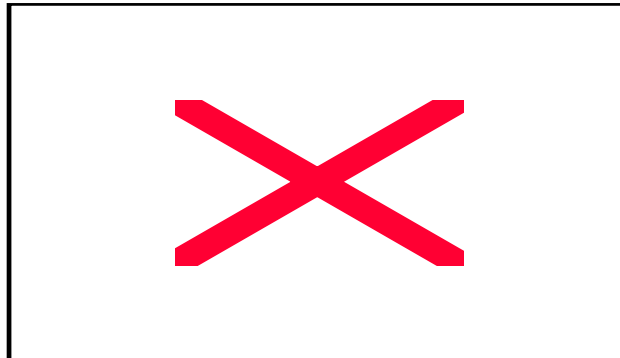


Figura 2²: Funcionamiento general.

Para esto se tuvo como requerimiento la utilización de equipos, así como también accesorios con un esquema general de funcionamiento como el mostrado en la figura 2 donde se ve un computador administrando dos dispositivos RFID, que a su vez realizan lecturas de los transponders; este esquema se denominara hardware.

En este campo, como alternativa para la detección automática de los dispositivos se seleccionó un sistema que realiza una identificación por radiofrecuencia de la casa Texas Instruments.

² [www.standard-comm.co.jp/.../ rfid/gaiyou.gif](http://www.standard-comm.co.jp/.../rfid/gaiyou.gif)

Por otro lado, se implementó una serie de aplicaciones, las cuales se encargan de manejar el hardware y coordinar los procesos o comunicaciones entre las terminales que intervienen en el proceso de autenticación. Esta serie de aplicaciones se agruparan como un todo que se denominara software, para las que se definen 2 categorías principales: Visual Basic, en la cual se realizan aplicaciones como comunicación con el hardware, comunicación con la base de datos y la interfaz gráfica a través de la cual se gestiona el sistema; y por otra parte Microsoft SQL Server donde se manejan las bases de datos.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Marco conceptual

Con respecto a la tecnología de RFID, se puede anotar que los máximos desarrollos y avances, se dan, (de manera más drástica,) a lo largo de las últimas décadas del siglo XX y algunos de los eventos más importantes se listan a continuación:

Años 40 : Los militares estadounidenses utilizan el sistema RFID desde la Segunda Guerra Mundial para el reconocimiento a distancia de los aviones: Friend or Foe (amigo o enemigo).

1969 : Mario Cardullo registra en Estados Unidos la primera patente con tecnología RFID, utilizada para identificar locomotoras.

Años 70 : la tecnología RFID se sigue utilizando de modo restringido y controlado, por ejemplo, para la seguridad de las plantas nucleares.

Años 80 : la primera aplicación de la tecnología RFID, en Europa, es la identificación del ganado en el sector privado. Luego llegan muchas otras utilidades comerciales, en particular en las cadenas de fabricación de la industria del automóvil.

Años 90 : miniaturización del sistema RFID: IBM integra la tecnología en un solo chip electrónico.

2.1.1 Identificación Automática

En años recientes se han hecho muy populares los procedimientos de identificación automática (ID Automático) en muchas industrias de servicio, compra y logística de distribución, industria, fábricas y sistemas de flujo de materiales. Los procedimientos de identificación proporcionan información sobre gente, animales, bienes, mercancías y productos.

Las etiquetas de código de barras que provocaron una revolución en sistemas de identificación hace algún tiempo, son inadecuadas en un número creciente de casos. Los códigos de barras pueden ser sumamente baratos, pero sus problemas son su capacidad de almacenamiento baja y la imposibilidad de poderse reprogramar.

La solución técnicamente óptima sería el almacenamiento de datos en un chip de silicio, sin embargo el dispositivo más comúnmente utilizado para transportar datos electrónicamente son las tarjetas plásticas de banda magnética (telefónica, tarjetas bancarias), que a su vez presentan un problema, el contacto mecánico usado en la tarjeta es a menudo poco práctico.

Una transferencia de datos sin contacto físico, entre los datos que lleva el dispositivo y su reader es mucho más flexible. En el caso ideal, la potencia requerida para manejar los datos electrónicos que se llevan en el dispositivo también sería transferida del reader que usa la tecnología sin contacto. A causa de los procedimientos usados para la transferencia de potencia y datos, se llaman sistemas RFID a los sistemas de identificación sin contacto (Identificación por Radiofrecuencia).

2.1.2 Identificación por Radiofrecuencia - RFID

Un sistema RFID siempre es un arreglo de dos componentes:

- ▲ El transponder, que es localizado sobre el objeto para ser identificado,
- ▲ El reader, dependiendo del diseño y la tecnología usada, puede ser un dispositivo con la capacidad de leer o, de leer y escribir sobre el transponder.

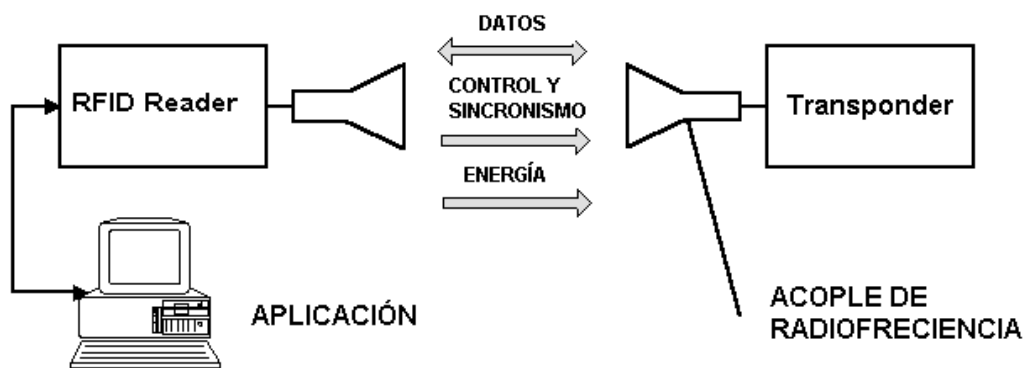


Figura 3: Funcionamiento general de un sistema RFID³

Un reader, típicamente, contiene un módulo a cierta frecuencia (el transmisor y el receptor), una unidad de control y un elemento que se acopla al transponder. Además, algunos readers vienen con una interfaz adicional (RS 232, RS 485) lo que permite enviar los datos recibidos a otro sistema.

Todo sistema RFID se compone de un reader o sistema de base que lee y escribe datos en los transponders y un *transponder* o transmisor que responde al reader.

El transponder es un dispositivo de control, supervisión o comunicación inalámbrica que recibe y automáticamente responde a una señal entrante. El término es una contracción de las dos palabras en inglés transmitter y responder.

³ Tomado y traducido de <http://RFID-handbook.com>

El transponder, es el dispositivo en el cual se encuentran almacenados los datos de identificación de un elemento en cualquier sistema RFID; normalmente consiste en un elemento de acople de radiofrecuencia (bobina o antena) y un microchip. Cuando el transponder, que dependiendo del caso posee o no su propio suministro de voltaje, no está dentro de la distancia de respuesta del reader se comporta como un elemento totalmente pasivo. El transponder sólo es activado cuando está dentro de la distancia de respuesta de un reader. La potencia requerida para activar el transponder es suministrada a éste por la unidad de acople de radiofrecuencia así como también suministra las señales de control y sincronismo, y los datos como tal.

Los transponders pueden ser de dos tipos: activos o pasivos. Ejemplos de un transponder pasivo son las etiquetas magnéticas, como las presentes en las tarjetas de crédito y en los elementos almacenados. Un transponder pasivo debe ser usado con un sensor activo que decodifique y comunique los datos contenidos en este. Una unidad de este tipo, utilizando tecnología RFID puede ser físicamente pequeña y su información puede ser leída hasta varios metros de distancia.

Los transponders activos simples son implementados en ubicación, identificación y en sistemas de navegación para aeronaves comerciales o privadas. Un ejemplo es un dispositivo RFID que trasmite una señal codificada cuando recibe desde un punto de control, un requerimiento. La señal de salida del transponder es rastreada de manera que siempre se detecta su presencia. Las frecuencias del reader y el transponder son preasignadas y las distancias manejadas por este tipo de equipos pueden llegar a ser de miles de kilómetros.

También existen transponders activos más sofisticados que son usados en comunicaciones satelitales y vehículos espaciales; estos utilizan una banda de frecuencia para realizar el uplink (transmisión de datos de la estación terrestre al satélite) y otra para el downlink (transmisión de datos del satélite a la estación terrena).

Por otro lado, el reader genera un campo de radiofrecuencia, normalmente conmutando (conectando y desconectando) una bobina a alta frecuencia. Las frecuencias usuales van desde 125 kHz. hasta la banda ISM (Industrial Scientific and Medical) de 2,4 GHz e incluso más.

El campo de radiofrecuencia genera una corriente eléctrica sobre la bobina de recepción del dispositivo, esta señal es rectificadora y de esta manera se alimenta el circuito. Cuando esta llega a ser suficiente, el circuito transmite sus datos, el reader, entonces detecta los datos transmitidos por la tarjeta como una perturbación del propio nivel de la señal.

Para el caso de los transponders pasivos la señal recibida por el reader desde la tarjeta debe estar a un nivel mínimo de -60dB por debajo de la portadora de transmisión para ser leída efectivamente, normalmente el intervalo de lectura para la mayoría de los casos está entre los 30 y 60 centímetros de distancia entre reader y tarjeta.

Podemos encontrar además dos tipos de readers diferentes:

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

2.1.2.1 Consideraciones de frecuencia

Los sistemas RFID que generan e irradian ondas electromagnéticas, son clasificados como sistemas de radio. La función de otros servicios de radio, en ningún caso debe ser interrumpida o perjudicada por la operación de los sistemas RFID. Es en particular importante asegurar que sistemas RFID no interfieran con la radio cercana y con servicios de radio y televisión, móviles (la policía, servicios de seguridad valor, industria), servicios de radio marítimos y aeronáuticos, y teléfonos móviles.

La necesidad de ejercer el cuidado con respeto a otros servicios de radio restringe considerablemente la gama de frecuencias convenientes de operaciones disponibles a un sistema RFID. Por esta razón, usualmente solo posible usar intervalos de frecuencia reservados específicamente para aplicaciones industriales, científicas o médicas o para dispositivos de corto alcance. Estas son frecuencias clasificadas mundialmente como ISM (Industrial-Scientific-Medical) o SRD (Short range devices).

Frecuencias para sistemas RFID		
Frecuencia	Comentario	Potencia de transmisión / Intensidad de campo permitida
< 135 kHz	Baja frecuencia, acople inductivo	72 dB μ A/m ⁴
6,765 .. 6,795 MHz	Frecuencia media (ISM), acople inductivo	42 dB μ A/m
7,400 .. 8,800 MHz	Frecuencia media, usada para solo para EAS (electronic article surveillance) que se refiere a vigilancia de artículos electrónicos	9 dB μ A/m
13,553 .. 13,567 MHz	Frecuencia media (13,56 MHz, ISM), acople inductivo, espectro ampliado usado para gestión de ítems así como en tarjetas y etiquetas inteligentes	42 dB μ A/m
26,957 .. 27,283 MHz	Frecuencia media (ISM), acople inductivo, solo para aplicaciones especiales.	42 dB μ A/m
433 MHz	UHF (ISM), Raramente usada para RFID	10 .. 100 mW
868 .. 870 MHz	UHF (SRD), Nueva frecuencia, sistemas en desarrollo.	500 mW, Europa
902 .. 928 MHz	UHF (SRD), Diversos sistemas.	4 W – Espectro ensanchado, USA/Canada
2,400 .. 2,483 GHz	SHF (ISM), Identificación de vehículos.	4 W – Espectro ensanchado, USA/Canada 500 mW, Europa
5,725 .. 5,875 GHz	SHF (ISM), Raramente usada para RFID	4 W USA/Canada, 500 mW Europa

Tabla 1: Frecuencias para sistemas RFID

⁴ dB μ A es una unidad de medida de intensidad de campo magnetico.

2.1.3 Protocolos y opciones

Normalmente el sistema de modulación usado es modulación de amplitud (ASK) con codificación tipo Manchester NRZ (Non-Return to Zero)

El proceso en el cual los pulsos pueden ser usados para transportar información, se conoce con el nombre de **Modulación**. La modulación, como se sabe, se basa en la modificación de una onda primaria, de forma que pueda seguir un patrón de pulsos capaz de transmitir información de forma correcta. Existen diversas formas de modulación, algunos ejemplos se muestran en la figura 4.

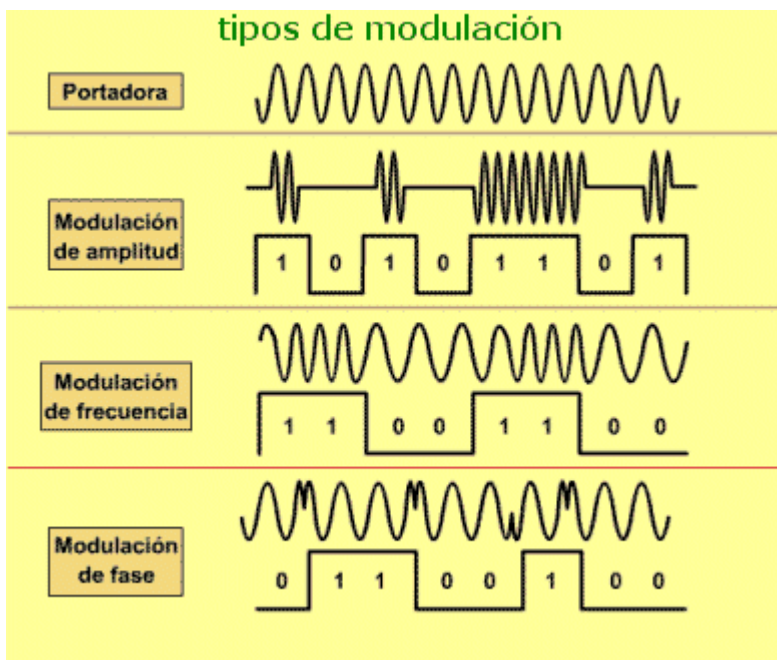


Figura 4: Tipos de modulación.

Este proceso de modulación es la base de la codificación usada para transmitir datos entre redes, transformándose los bits en algo tangible, físico, como un pulso eléctrico en un cable, un pulso luminoso en una fibra óptica o un pulso de ondas electromagnéticas en el espacio. Adicionalmente se tiene la codificación, y se utilizan dos tipos diferentes de codificación:

- a. **Codificación NRZ:** o de código sin retorno a cero, el cual es la codificación más sencilla (ver figura 5). Se caracteriza por una señal alta y una señal baja (a menudo +5 o +3,3 V para 1 binario y 0 V para 0 binario). En el caso de las fibras ópticas, el 1 binario puede ser un LED o una luz láser brillante, y el 0 binario oscuro o sin luz. En el caso de radio frecuencia, el 1 binario puede significar que hay una onda portadora y el 0 binario que no hay ninguna portadora.
- b. **Codificación de Manchester:** el voltaje del cable de cobre, el brillo del LED o de la luz láser en el caso de la fibra óptica o la energía de una onda EM en el caso de un sistema inalámbrico, como la tecnología RFID, hace que los bits se codifiquen como transiciones. Así, la codificación Manchester da como resultado que los 0 se codifiquen como una transición de bajo a alto y que el 1 se codifique como una transición de alto a bajo (ver figura 5). Dado que tanto los 0 como los 1 dan como resultado una transición en la señal, el reloj se puede recuperar de forma eficaz en el receptor.

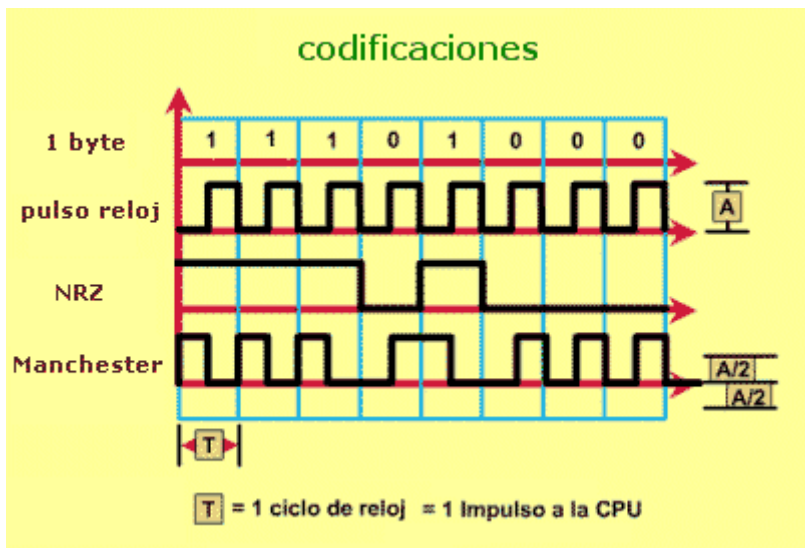


Figura 5: Codificación Manchester NRZ

Para conseguir mayor alcance y más inmunidad al ruido eléctrico se utilizan sistemas más sofisticados. En algunos casos se divide la frecuencia del reloj de recepción.

La mayor parte de los sistemas tienen una memoria EEPROM (electrically erasable programmable read-only memory) donde se almacenan datos. En algunos casos llevan datos grabados de fábrica y en otros también hay datos que puede grabar el usuario.

Algunos sistemas utilizan cifrado de clave para conseguir mayor seguridad ante posibles escuchas maliciosas.

Por otro lado se pueden encontrar sistemas anticolidión que permiten leer varias tarjetas al mismo tiempo. En caso de que varias tarjetas estén dentro del alcance del reader y dos o más quieran transmitir al mismo tiempo, se produce una colisión. El reader detecta la colisión y manda parar la transmisión de las tarjetas durante un tiempo. Después irán respondiendo cada una por separado por medio de un algoritmo bastante complejo.

2.1.4 Hardware. Un caso concreto, chip MCRF455:

Los chips RFID incorporados en los transponders permiten la lectura y escritura de datos en su memoria EEPROM. Los que se describen a continuación tienen una capacidad de memoria de 1024 bits distribuidos en 32 bloques. De estos bits, los tres primeros bloques (48bits) vienen programados de fábrica con el número de serie único para cada circuito, otros 48 bits se usan para personalizar la tarjeta y los 928 bits restantes son para lectura y escritura de datos. Los bloques de memoria se pueden proteger contra escritura.

Se trabaja con una velocidad de transferencia de datos de 70Kbps en modo asíncrono y utiliza codificación Manchester con control de CRC, el cual es un método de comprobación de errores en los datos que han sido transmitidos sobre un enlace en una comunicación. Su funcionamiento se basa en aplicarle a los datos enviados un polinomio de 16 o 32 bits y

adjuntarle el resultado a la trama. Cuando se recibe, se realiza el mismo procedimiento y el resultado es el mismo si los datos recibidos son correctos.

El chip Implementa un algoritmo anticolidión que permite teóricamente acceder a cualquier número de transponders al mismo tiempo. Se pueden programar para dos modos de funcionamiento: primero habla el reader o primero habla la tarjeta.

Estos dispositivos necesitan, para funcionar, un circuito resonante LC compuesto por una bobina y un condensador. Cuando este circuito está en resonancia y cerca del campo de radiofrecuencia del reader, se produce un voltaje en el circuito LC. Este voltaje se rectifica y alimenta así los circuitos internos del dispositivo.

El chip envía datos al reader conectando y desconectando un condensador interno (entre los terminales Vss y Ant.) que pone en resonancia o no el circuito LC externo. Si el circuito está en resonancia con la frecuencia de transmisión del reader, se produce un voltaje mucho mayor que si no hay resonancia.

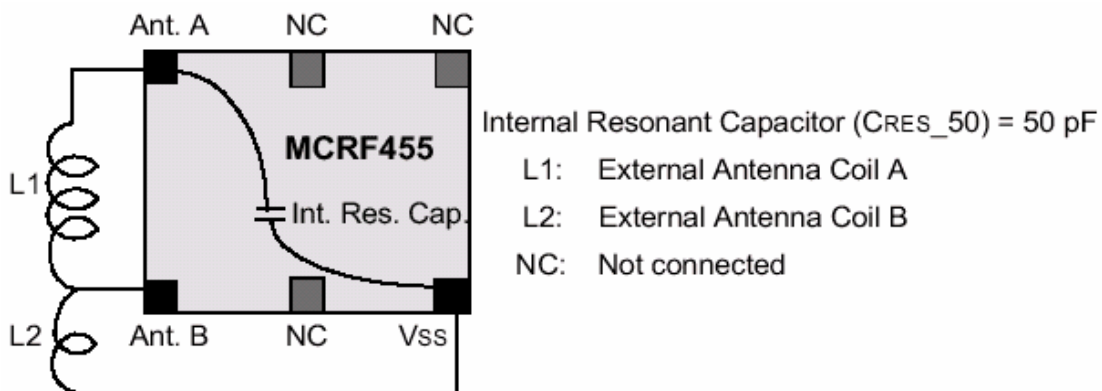


Figura 6: Tipo de circuito en un transponder.

Si el transponder está en resonancia (Microchip llama a este estado cloaking), una parte de la señal enviada por el reader, y que se induce en el circuito LC del transponder (proporcionándole la energía suficiente para transmitir los datos almacenados), vuelve al propio reader produciendo una pequeña señal que se puede detectar. Cuando el circuito LC

está fuera de resonancia (estado uncloning) el reader no ve el dispositivo; es como si no estuviera dentro de su alcance.

Este proceso de conectar y desconectar un condensador para que el circuito esté o no en resonancia, produce una señal modulada en amplitud en la bobina del reader. De esta manera podemos recibir los datos enviados por la tarjeta. Este tipo de comunicación recibe el nombre de "backscatter" que podríamos traducir como "retrodifusión", y se asemeja bastante al fundamento del radar.

Para comunicarse con la tarjeta, el reader envía primero una señal de referencia de tiempo seguidos de comandos y de los datos de escritura.

El sistema anticolidión utiliza algoritmos de multiplexación por división de tiempos, haciendo que cada dispositivo se comunique dentro de una *ranura de tiempo* diferente, usando métodos de verificación de la integridad de los datos, de tal forma que no escriben datos en memoria si no comprueba que éstos son coherentes con el control CRC recibido.

2.1.5 Los principios de operación de sistemas RFID

El funcionamiento de los sistemas RFID se divide en dos clases fundamentales en cuanto a su operación: Acople inductivo y acople por dispersión electromagnética.

2.1.5.1 Acople Inductivo

Un transponder inductivamente acoplado está compuesto de los datos electrónicos que se llevan en el dispositivo, por lo general un microchip y un embobinado de área grande que funciona como una antena.

Los transponders inductivamente acoplados casi siempre son manejados pasivamente. Esto quiere decir que toda la energía necesaria para la operación del microchip tiene que ser proporcionada externamente por el reader. Por esta razón, el embobinado de antena del reader genera un campo electromagnético fuerte, de alta frecuencia, que penetra el área de

corte transversal del embobinado y el área alrededor de éste. Como la longitud de onda de la frecuencia usada (<135 kHz: 2400 m, 13,56 MHz: 22,1 m) es varias veces mayor que la distancia entre la antena del reader y el transponder, el campo electromagnético puede ser tratado como un campo magnético AC teniendo en cuenta la distancia entre el transponder y la antena.

Una pequeña parte del campo emitido penetra el embobinado de antena del transponder, que está a alguna distancia lejos del embobinado del reader. Por inducción, se genera un voltaje V_i en el embobinado de la antena del transponder. Este voltaje es rectificado y sirve como la fuente de energía para los datos que llevan el dispositivo (microchip). Un condensador C_1 es conectado en paralelo con el embobinado de antena del reader, la capacitancia es seleccionada de tal forma que, con la inductancia de embobinado de antena, forme un circuito paralelo resonante, con una frecuencia de resonancia que corresponde con la frecuencia de transmisión del reader. El embobinado de antena del transponder y el condensador C_1 forman un circuito resonante sintonizado a la frecuencia de transmisión del reader. El voltaje V en el embobinado del transponder alcanza un máximo debido a la resonancia del circuito paralelo LC.

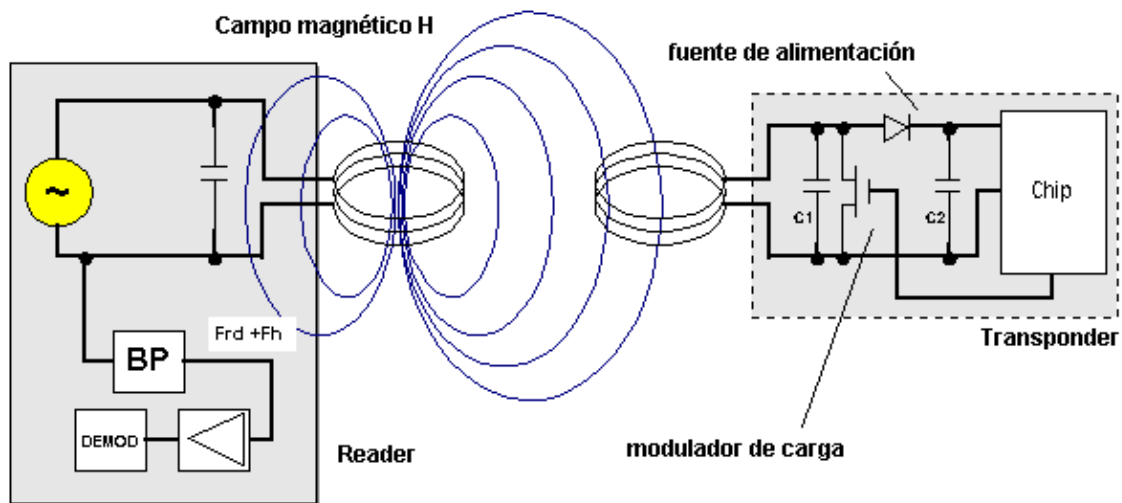


Figura 7: Funcionamiento de sistemas RFID por acople inductivo

Como se describió anteriormente, los sistemas inductivamente acoplados están basados en un tipo de transformador que se acopla entre el embobinado primario en el reader y el embobinado secundario en el transponder. Esto es válido cuando la distancia entre los embobinados no excede $0,16\lambda$, de modo que el transponder sea localizado en el campo cercano de la antena de transmisor.

Si un transponder resonante (la frecuencia de resonancia del transponder corresponde a la frecuencia de transmisión del reader) se coloca dentro de la distancia de respuesta del reader, entonces se produce la energía necesaria para polarizar el transponder. Este consumo de electricidad adicional puede ser medido como la caída de voltaje en la resistencia interna de la antena del reader, por la corriente de suministro a la antena del reader. La conmutación de una resistencia de carga en la antena del transponder efectuará cambios de voltaje en la antena del reader y así tiene el efecto de una modulación en amplitud del voltaje de antena por el transponder remoto. Si la conmutación de la resistencia de carga es controlada por los datos, entonces estos datos pueden ser transferidos del transponder al reader. Este proceso se denomina modulación de carga.

Para adquirir los datos en el reader, el voltaje medido en la antena del reader es rectificado, esto representa la demodulación en amplitud de la señal.

2.1.5.2 Acople por dispersión electromagnética

Por la teoría de radares se sabe que las ondas electromagnéticas son reflejadas por objetos con dimensiones mayores que aproximadamente la mitad de la longitud de onda de la señal. La eficiencia con la cual un objeto refleja ondas electromagnéticas es descrita por su corte transversal de reflexión. Los objetos que están en resonancia con el frente de onda que los golpea, como en el caso de la antena en la frecuencia adecuada por ejemplo, tienen un corte transversal de reflexión grande.

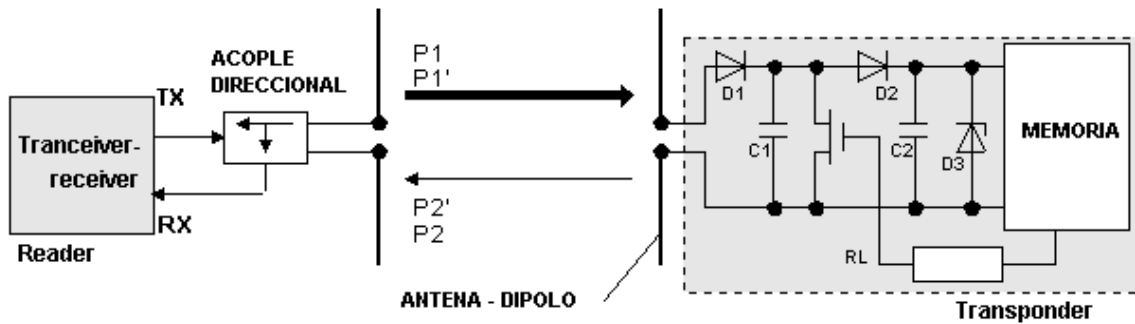


Figura 8: Funcionamiento de sistemas RFID por dispersión electromagnética

La potencia $P1$ es emitida por la antena del reader, una pequeña proporción $P1'$ (teniendo en cuenta la atenuación espacial) alcanza la antena del transponder. La potencia $P1'$ es suministrada a la antena como un voltaje de HF y después de la rectificación por los diodos $D1$ y $D2$ este voltaje puede ser usado para alimentar el circuito.

Una proporción de la potencia entrante $P1'$ es reflejada por la antena y devuelta como potencia $P2$, teniendo en cuenta, que las características de reflexión de la antena pueden estar influenciadas por el cambio de la carga conectada a ella. Para transmitir datos del transponder al reader, una resistencia de carga RL se conecta en paralelo con la antena y es conmutada de acuerdo con la corriente de datos para ser transmitida, la amplitud de la potencia $P2$ reflejada del transponder es así modulada.

La potencia $P2$ reflejada del transponder es irradiada, una pequeña proporción de esta (debida a la atenuación espacial) es recibida por la antena del reader, mientras la señal reflejada por lo tanto viaja hacia la antena del reader en “contrafase” y puede ser desacoplada utilizando un acoplador direccional y transferida a la entrada de receptor del reader.

2.2 Marco contextual

2.2.1 Aplicaciones

El tipo de tecnología, que se ha descrito, se implementa en aplicaciones como las tarjetas identificadoras sin contacto y los inmovilizadores de vehículos, además de algunas nuevas aplicaciones y otras que se prevén para el futuro. Una de las aplicaciones, con más futuro, son las etiquetas identificadoras que, poco a poco, sustituirán en muchos casos a las típicas etiquetas de códigos de barras, y se pueden usar para identificar envíos de cartas o paquetes en correos o agencias de transporte, también existen chips identificadores de animales como ejemplos.

Una aplicación que está a punto de ponerse en marcha es la identificación de los equipajes aéreos. Esto permitiría identificar y encauzar automáticamente los equipajes y evitaría muchos inconvenientes y extravíos de equipajes que tantos problemas causas a los viajeros y a las compañías aéreas. El problema es la falta de estandarización, para que todos los sistemas sean capaces de leer las mismas tarjetas. Por esta razón, en 1998, Texas Instruments y Philips Semiconductors propusieron un estándar que la ISO ha adoptado, como el ISO/IEC 15693. Este estándar internacional transmite en la frecuencia de 13,56 MHz y muchos de los nuevos circuitos integrados RFID usan ya este sistema.

Una nueva aplicación en estudio es marcar todos los productos de un supermercado con etiquetas RFID. Al salir con el carrito de la compra, de manera automática, se identifican todos los productos que se han comprado y se comunica inmediatamente el precio total.

A los transponders se les puede añadir entradas lectoras del estado de sensores o de interruptores, con lo que se podrían usar como sensores remotos.

Otras aplicaciones posibles son: inventario automático, control de fabricación, identificación de mercancías, distribución automática de productos, logística, sistemas antisequestro y localización de documentos.

2.2.2 Ventajas de la tecnología RFID sobre el código de barras

La tecnología RFID supera muchas de las limitaciones del código de barras, el cual es el sistema de identificación de objetos más utilizado hasta ahora. Las ventajas de las etiquetas electrónicas 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.
- La tecnología RFID permite leer múltiples etiquetas electrónicas simultáneamente. Los códigos de barras, por lo contrario, tienen que ser leídos secuencialmente. Esta característica del sistema de auto identificación por radiofrecuencia ofrece diversas ventajas como, por ejemplo, la reducción del tiempo de espera en las colas de los supermercados.
- Las etiquetas electrónicas pueden almacenar mucha más información sobre un producto que el código de barras, que solo puede contener un código y, en algunos casos, un precio o cantidad.
- Mientras que sobre el código de barras se puede escribir solo una vez, sobre las etiquetas electrónicas se puede escribir 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 fotocopiar y en caso de los transponder de solo lectura no tienen la opción de modificar. Un tag sobre un artículo de marca garantiza en mejor forma su autenticidad.
- Un código de barras se estropea o se rompe fácilmente, mientras que, en general, 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.

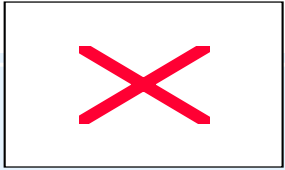
	
<p>RFID</p> <ul style="list-style-type: none"> • Legible sin visibilidad directa. • Permite leer múltiples etiquetas simultáneamente de forma automática. • Tiene un código único, fijado en fábrica o escrito a distancia. • Identifican cada producto de forma individual. • Pueden contener información sobre el producto. • Resistentes a la humedad y temperatura 	<p>Código de barras</p> <ul style="list-style-type: none"> • La lectura requiere línea de visión directa. • Requiere lecturas secuenciales, casi siempre con intervención humana. • El código suele ser el mismo en todas las etiquetas. Los códigos secuenciales suelen ser numéricos. • Identifican cada tipo de producto. En ocasiones, identifican cajas o envases individualmente. • Sólo pueden contener un código, y en algunos casos un precio o cantidad (lo que para ciertas aplicaciones no es suficiente). • Se degradan en ambientes húmedos o a altas temperaturas (si son de papel).

Tabla 2: Diferencias entre RFID y el código de barras.

3 ESPECIFICACIONES

Para definir las especificaciones de los elementos que constituyen el Sistema de registro y control de salida de elementos mediante dispositivos RFID, se hace necesario dividirlos en dos grupos; elementos físicos y elementos lógicos.

3.1 Componentes físicos

Los componentes físicos requeridos para poder operar efectivamente el sistema se definen a continuación teniendo en cuenta las especificaciones mínimas requeridas.

3.1.1 Módulo RFID

Para este módulo se debe buscar una ubicación próxima al computador desde el cual se va a gestionar y protegida de manera que no se tenga acceso a ella fácilmente. La ubicación de este dispositivo no define la cobertura del sistema, ya que al módulo se le conecta una antena, la cual, de acuerdo a su patrón de radiación define la cobertura del sistema. Por esta misma razón el alcance puede ser variado hasta cierto punto cambiando el tipo de antena.

El módulo provee de todas las funciones de radiofrecuencia y control para comunicarse con los transponders a 134,2 kHz, este envía la señal energizante al transponder, modula la señal RF para enviar los datos al transponder, decodifica y analiza los datos recibidos del transponder y los trasmite por la interfaz estándar serial (RS232 or RS422/485).

3.1.2 Estación principal

Computador en el cual se manejan tres funciones principales al tiempo, gestionar el módulo RFID a través del puerto serial, comunicación con los servidores que contienen las bases de datos y mostrar los resultados de la aplicación.

Teniendo en cuenta otras aplicaciones que deban correr al mismo tiempo con el sistema de registro y control de salida de elementos mediante dispositivos RFID, el equipo debe cumplir con ciertos requerimientos mínimos de hardware, procesador Pentium III, memoria RAM de 256 kB, tarjeta de red, un puerto serial disponible y capacidad de manejar video con resolución de 800 x 600 píxeles. El software requerido es el sistema operativo Microsoft Windows 2000 o mas reciente y Microsoft SQL cliente.

3.1.3 Punto de red habilitado

Un punto de red habilitado en la entrada al Departamento de Electrónica para asociarse a la red local con el fin de comunicar la estación principal con los servidores que contienen las bases de datos y las fotos de los estudiantes, los cuales se encuentran en diversos lugares en la Universidad.

3.1.4 Servidores de la Facultad

Equipos servidores que actualmente mantienen las bases de datos de la Universidad. Para el proyecto se utilizarán dos de estos servidores, uno es ORBIS, el cual maneja toda la información de empleados y estudiantes de la Universidad. El otro es ALEJANDRIA, donde están almacenadas todas las fotos de estudiantes y asociados a la Facultad de Ingeniería.

3.1.5 Servidor en el Departamento

Equipo con sistema operativo Microsoft para servidores, Microsoft SQL Server y conexión permanente a la red de la Universidad. Este equipo manejará toda la información correspondiente a los equipos incorporados al sistema, así como informes y registros resultados de la gestión de control de elementos con dispositivos RFID.

3.1.6 Transponders

Los transponders pueden ser de varios tipos, los cuales se seleccionarán de acuerdo al elemento a manejar. Estos varían en forma, tamaño y aplicación, por lo que se deben conocer en forma detallada ya que también los alcances y la utilización de estos con elementos metálicos a su alrededor, son factores a tener en cuenta.

3.2 Componentes Lógicos

3.2.1 Software

El sistema esta en capacidad de manejar todas las bases de datos que se fundamenten en lenguaje SQL (Sequential Query Language). En el proyecto de sistema y registro de elementos mediante dispositivos RFID se accesan base de datos en Oracle y microsoft SQL.

Estas bases de datos se manejan a través de Visual Basic, lo que asegura que los datos se puedan manejar en cualquier aplicación basada en un sistema operativo de Microsoft.

Es por lo anterior que los requisitos de los computadores en cuanto al software, están definidos de manera tal que para el servidor con la base de datos local se debe contar con sistema operativo de Microsoft y Microsoft SQL Server y para el equipo desde el cual se van a realizar todos los procedimientos, se requiere sistema operativo de Microsoft, Microsoft SQL client y Microsoft Excel.

4 DESARROLLO

4.1 Hardware

4.1.1 Módulo RFID

En cuanto a este aspecto, después de analizar varias opciones de equipos RFID de diferentes distribuidores se adquirió un módulo producido por Texas Instruments, el cual se trajo de Estados Unidos. El módulo fue escogido de acuerdo a las necesidades del proyecto, ya que este presentaba la posibilidad de modificar varios de sus parámetros para adaptarlos de acuerdo a los objetivos del sistema.

Una de las características más importante del módulo es el puerto serial, el cual permite controlarlo desde cualquier computador a través de software, opción que permite realizar operaciones tales como:

- ✘ Iniciar el módulo. Activa el reader en modo normal, el cual está pendiente de cualquier lectura y cuando realiza una, guarda el dato en el buffer y solo permite otra lectura cuando encuentre un transponder con un número de identificación diferente.
- ✘ Configurar el formato de trabajo, para indicar si se trabaja en hexadecimal o decimal.
- ✘ Seleccionar el modo de lectura, acción que permite definir la manera en que el módulo lee los transponders, diferenciando entre modo normal, modo gate, modo line o modo single.
- ✘ Realizar operaciones con el buffer tales como leer y borrar su información.

- ✘ Manejar y manipular entradas / salidas: configurar puertos como entrada o salida para realizar acciones como transferir los datos a un puerto para leerlos en otro medio y/o ingresar datos desde otro hardware.
- ✘ Adquirir la información de los tags y procesarla. Ya que el sistema pone los datos en el puerto serial del computador, por medio de un código en visual Basic, en este caso específicamente, se leen para ser manipulados en el proceso de autenticación y en otros más.

Además de esta característica también se debe modificar el ancho de pulso de la señal transmitida, lo cual se traduce en un mayor alcance de la antena. Para realizar estos cambios el jumper correspondiente debe ser configurado de acuerdo a la tabla 3.

Configuración del Jumper				Ancho de pulso de la señal del oscilador [%]
MSB '8'			LSB '1'	
-	-	-	-	50
-	-	-	X	46.9
-	-	X	-	43.7
-	-	X	X	40.6
-	X	-	-	37.5
-	X	-	X	34.4
-	X	X	-	31.2
-	X	X	X	28.1
X	-	-	-	25
X	-	-	X	21.9
X	-	X	-	18.8
X	-	X	X	15.6
X	X	-	-	12.5
X	X	-	X	9.4

X	X	X	-	6.3
X	X	X	X	3.1

- Se refiere al jumper abierto. X Se refiere al jumper cerrado.

Tabla 3: Ancho de pulso de la señal del transmisor

La figura 9 muestra la intensidad de campo en función del ancho de pulso para diferentes valores de voltaje de alimentación, donde el comportamiento apunta a que un ancho de pulso entre 31,2 % y 50 % genera una intensidad de campo eléctrico alta sin mucha variación entre un ancho de pulso y el otro.

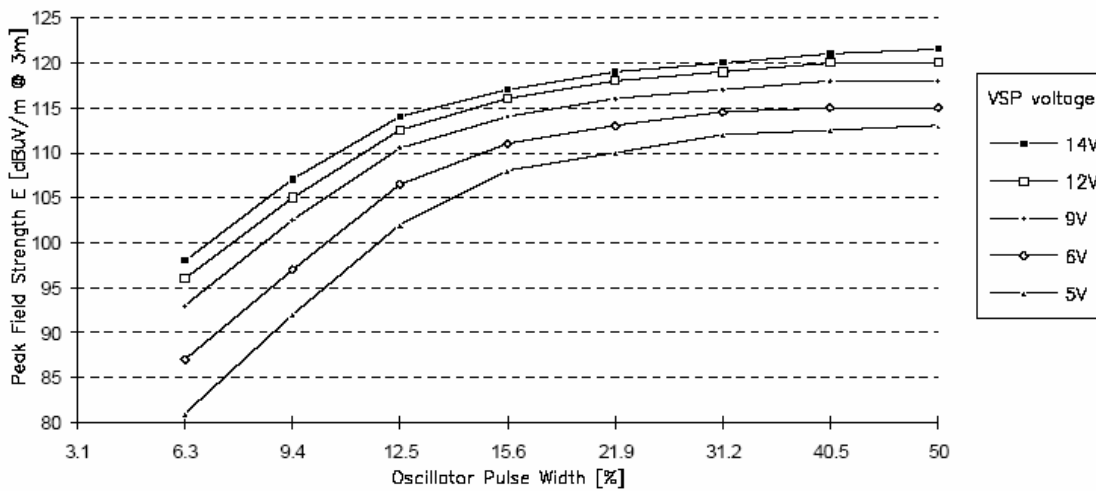


Figura 9: Intensidad de campo en función del ancho de pulso.

Después de seleccionar el ancho de pulso de la señal del oscilador, se debe sintonizar la frecuencia de resonancia de la antena a la frecuencia del transmisor, para alcanzar la máxima intensidad de campo. Esto se hace al cambiar la inductancia de la bobina resonante de la antena, para lo cual se tiene una bobina en serie con la bobina de la antena, que se mueve para aumentar o disminuir la frecuencia de resonancia de la antena.

El diagrama del circuito de la antena muestra la fuente de la señal a transmitir (pulse width modulated oscillator signal), la señal recibida de los transponders (to reader) y la antena con la bobina de sintonización en serie (LTUNE).

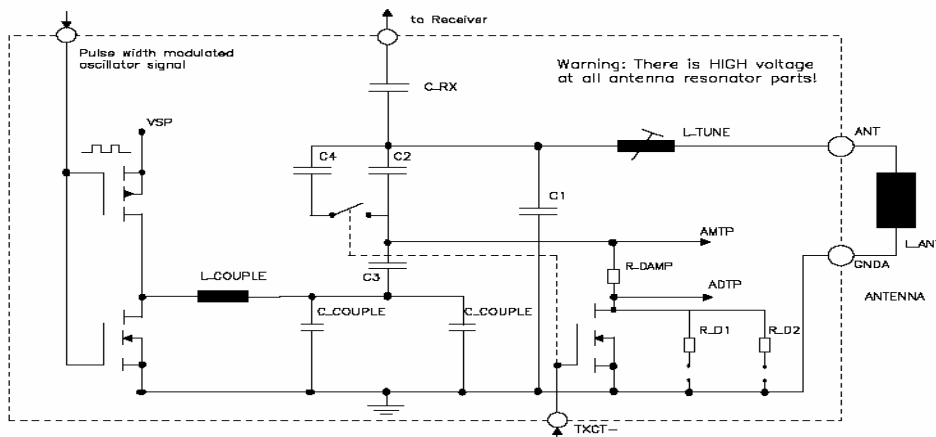


Figura 10: Circuito de la antena.

Nota: La sintonización se debe hacer con un destornillador de precisión plástico o de un material no conductor, ya que uno conductor modifica la inductancia a la que resuena la antena.

4.1.2 Antena

El diseño de la antena entra a jugar un papel importante en el proyecto debido a la necesidad de ampliar la cobertura que ofrece el módulo con la antena original, que es aproximadamente de 10 a 30 cm dependiendo del transponder.

Otras razones por las que se debe tener en cuenta el diseño de otra antena son:

- Aplicaciones que requieran de antenas de tamaños específicos
- La antena debe ser incorporada a una estructura.
- El campo debe estar más localizado.

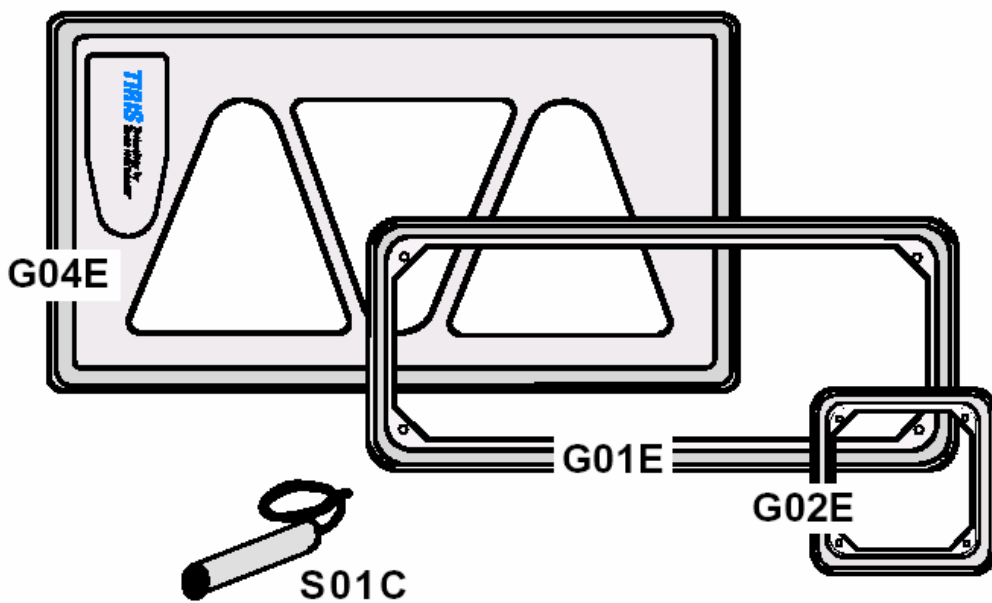


Figura 11. Antenas estándar de Texas Instruments

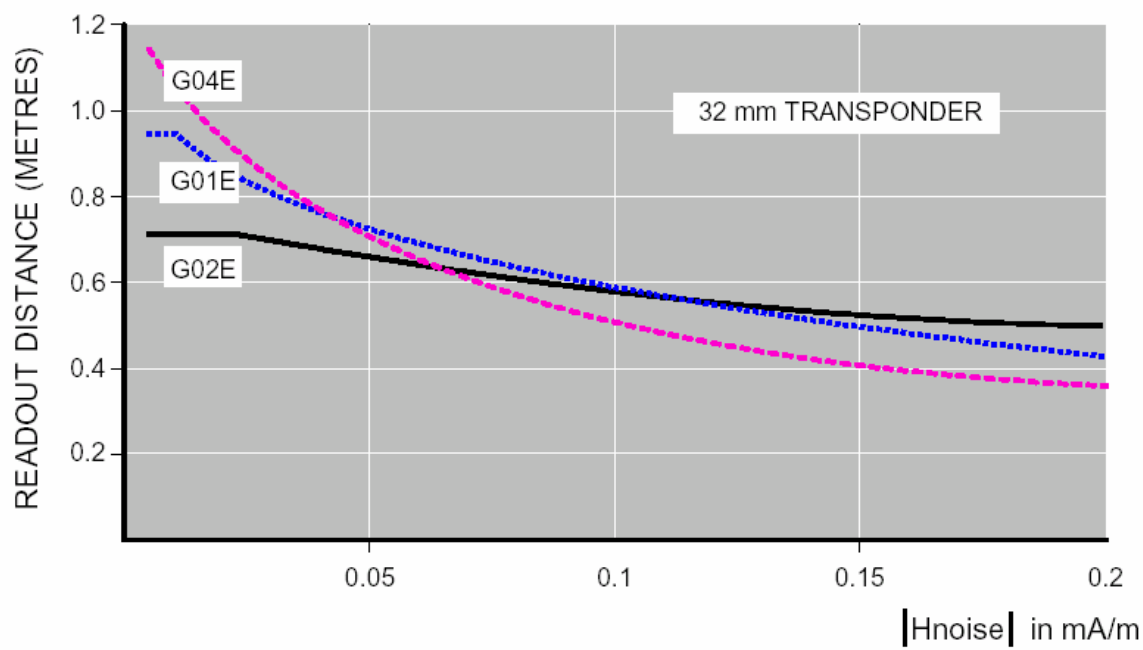


Figura 12. Alcance de las antenas con un transponder de 32 mm

En el momento de cambiar la antena es de suprema importancia tener en cuenta que la nueva antena debe cumplir con ciertas especificaciones que permitan el acople con el módulo RFID; estas son:

- Tener una inductancia entre 25,5 μH y 28,8 μH , con lo cual, en este intervalo se puede realizar la sintonización de la antena con el condensador variable incorporado en el módulo, mientras para utilizar una mayor o menor inductancia se debe compensar externamente.
- Tener un factor de calidad Q alto, típicamente 100, el cual garantiza una alta inmunidad al ruido y mejora el desempeño de la antena.

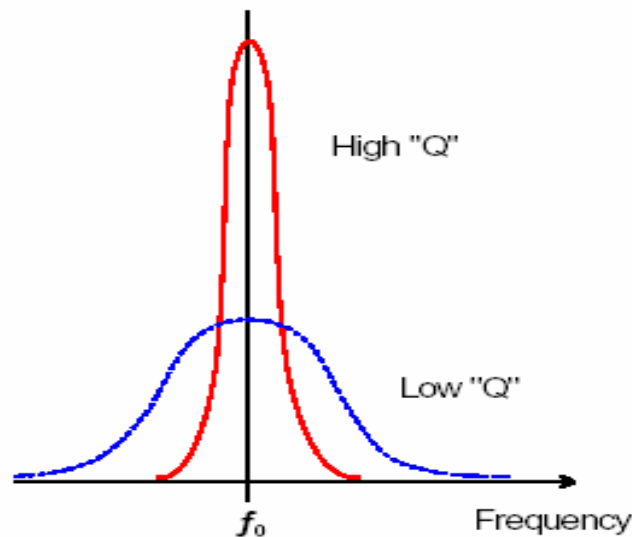


Figura 13. Factor de calidad

- Tener una baja resistencia, 0,3 ohmios, a medida que esta aumenta el factor de calidad disminuye con las consecuencias que eso trae.
- Ser sintonizada a la frecuencia de resonancia, en este caso de 134,2 kHz.

Debido a los requerimientos del proyecto, los cuales eran bastante exigentes por el tamaño del transponder que se busca usar, la antena se convirtió en punto clave del desarrollo. Es así que luego de buscar la mejor configuración posible para la construcción de la antena, se

llegó al diseño de un arreglo de 2 antenas tipo loop en fase, las cuales, de acuerdo a su configuración nos darían un patrón de radiación óptimo para la aplicación.

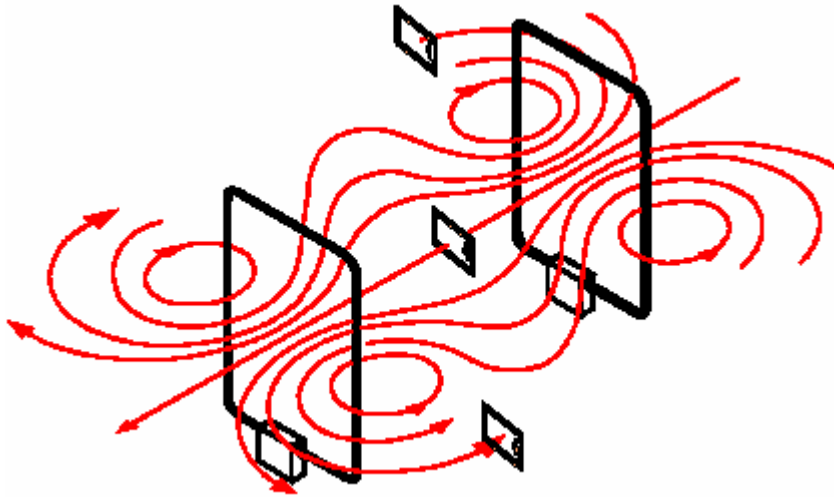


Figura 14. Patrón de radiación de 2 antenas loop en fase.

Como se ve en la figura 14, el campo fluye de una antena a otra cubriendo la zona entre las dos antenas, satisfaciendo las necesidades para un control de acceso concentrado en una entrada o zona de ingreso.

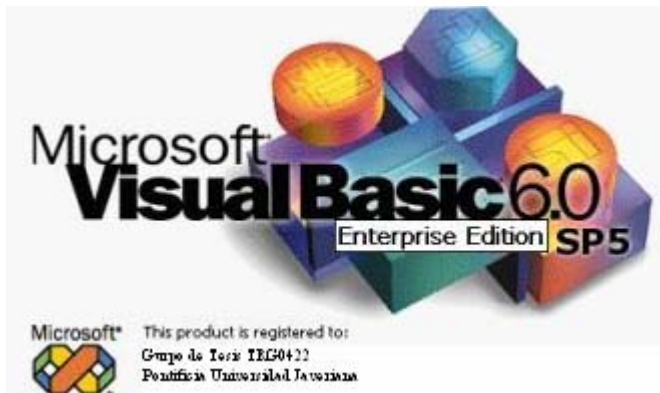
4.2 Plataforma e interfaz gráfica

Para realizar la parte que relaciona el sistema con el usuario, se requiere un software que permita desarrollar aplicaciones complejas pero con una interfaz sencilla y amigable y que además se acople perfectamente a la plataforma del sistema operativo de Microsoft.

Teniendo en cuenta lo anterior, se seleccionó Visual Basic 6.0, el cual es un lenguaje basado en objetos con propiedades y métodos, entre otras características.

Este es un lenguaje de programación visual, también llamado lenguaje de cuarta generación; esto quiere decir que un gran número de tareas se realizan sin escribir código, simplemente con operaciones gráficas realizadas con el ratón, sobre la pantalla.

Visual Basic 6.0 está orientado a la realización de programas para Windows, pudiendo incorporar todos los elementos de este entorno informático: ventanas, botones, cajas de diálogo y de texto, botones de opción y de selección, barras de desplazamiento, gráficos, menús, etc.



En el desarrollo del código se destacan tres componentes importantes que se deben implementar para integrar el hardware, el software, el servidor con las bases de datos y el usuario.

Para comunicar el computador con el módulo RFID, de manera que el usuario pudiera manipularlo a través de una aplicación de Windows, se utilizó el puerto serial con el protocolo RS-232. Esto requiere el objeto de Visual Basic Microsoft comm control 6.0, que debe ser configurado con las siguientes opciones:

- ✦ CommPort: especifica el número de puerto COM asignado al control. Puede ser 1, 2, 3 o 4 según los puertos que tenga instalado el computador.
- ✦ Settings: como hemos visto en el ejemplo anterior, especifica la configuración de velocidad, paridad de bits de datos y bit de parada para el puerto de serie. Es una cadena con los correspondientes valores separados por comas. La configuración más usada es; 9600,N,8,1 que se refiere a una velocidad de 9600 Bps, sin paridad, 8 bits a transmitir con uno de parada.

- ⊕ Port open: valor lógico que indica si el puerto está abierto y activo. Para abrir el puerto basta poner este valor a true.
- ⊕ CommEvent: contiene el valor correspondiente al último evento o error de comunicación que se haya producido.
- ⊕ RTreshold: Devuelve o establece el número de caracteres a recibir.

Cuando los datos son adquiridos por Visual Basic desde el módulo RFID, estos se utilizan para realizar procesos relacionados con las base de datos, donde se mantiene el registro de los equipos, personas, fotos e historiales.

Estas bases de datos se encuentran en servidores remotos, por lo que se requirió realizar enlaces con estas, mediante código desarrollado en Visual Basic. Una de ellas es la de la Facultad (proyecto orbis), que funciona bajo plataforma Oracle, la otra se ubica en la Facultad y funciona sobre Microsoft SQL Server y por último, el servidor con las fotos de los usuarios de la Facultad de Ingeniería, el cual se encuentra en la Secretaría de la Facultad.

El software desarrollado para la aplicación realiza todas sus transacciones a través de una interfaz grafica amigable; es por esto que se hace necesario manejar las bases de datos por medio de código y la comunicación entre Visual Basic y una base de datos basada en el lenguaje SQL, se hace utilizando objetos ADO⁵ (Active Data Object).

ADO contiene la colección de objetos para crear una conexión a bases de datos y leer datos desde tablas, trabajando como una interfaz hacia la fuente de datos. Sin embargo, no se comunica directamente con la base, sino que accede a ella a través de una interfaz intermediaria, llamada OLE DB (OLE Data Base).

En general, después de crear una conexión a la base de datos, se puede ignorar la existencia de OLE DB, debido a que este driver hace todo su trabajo en "background". Existen dos maneras para que el proveedor OLE DB brinde acceso a una base de datos: directamente,

⁵ <http://msdn.microsoft.com>

en la cual se accede mediante un driver ODBC (Open Data Base Connectivity) o indirectamente, modo en el que se accede mediante un driver OLE DB nativo.

Esta colección de objetos permite acceso a datos remotos y los usuarios de ADO pueden transmitir datos a través de HTTP a un cliente, trabajar con dichos datos y devolverlos al servidor HTTP de nuevo.

Los objetos utilizados en los métodos de conexión y sus propiedades se describen en la siguiente tabla.

Métodos	Descripción
Open	Abre una conexión a los datos
Close	Cierra una conexión y cualquier objeto dependiente.
Execute	Ejecuta una consulta, un procedimiento almacenado, una sentencia SQL.
BeginTrans	Inicia una nueva transacción
CommitTrans	Guarda los cambios y termina la transacción.

Tabla 4: Objetos SQL

Propiedad	Descripción
ConnectionString	Contiene la información usada para establecer una conexión a una base de datos.
ConnectionTimeout	Indica cuánto se debe esperar para establecer una conexión antes de generar error por enlace incorrecto.

CommandTimeout	Indica cuánto esperar mientras se ejecuta un comando antes de terminarlo y generar un error.
State	Indica el estado de la conexión, definiéndola como abierta, cerrada o conectando.

Tabla 5: Objetos SQL

La implementación de esta aplicación se fundamenta en dos procesos; el primero es crear un objeto ADODB (Active Data Object Data Base) del tipo connection usando la sintaxis,

Dim conexión As ADODB.Connection

para el que, de acuerdo al uso de sus atributos, abre el servidor SQL, selecciona la base de datos, se registra con login y password y cierra el enlace. Un ejemplo el código que establece la conexión con una base de datos es el siguiente:

Set cnn = New ADODB.Connection

cnn.ConnectionString = "driver={SQL Server};" & _

"server=MAQUINA;uid=usuarios;pwd=5284594;database=CONTROL_ACCESO"

cnn.Open

cnn.Execute ("EXEC H_USUARIOSIN " + contraseña.Text + "," + priv + """)

cnn.Close

4.3 Base de datos

Para manipular bases de datos existen aplicaciones como Microsoft Access, el cual tiene deficiencias en robustez y seguridad. Siendo este un proyecto pensado para una aplicación de seguridad, encargado de manejar alto flujo de datos y requerimientos de funcionamiento 24 horas 7 días a la semana, se hizo necesario indagar sobre otra alternativa que satisficiera lo anterior. Por esto se trabajó con el lenguaje de consulta estructurado SQL, el cual es un lenguaje de base de datos normalizado, para crear y manipular directamente bases de datos así como hacer consultas SQL en bases de datos remotas cliente-servidor.

El lenguaje SQL está compuesto por comandos, cláusulas, operadores y funciones de agregado. Estos elementos se combinan en las instrucciones para crear, actualizar y manipular las bases de datos.



La sintaxis básica de una consulta de selección es la siguiente:

```
SELECT Campos FROM Tabla;
```

En donde campos es la lista de campos que se deseen recuperar y tabla es el origen de los mismos, por ejemplo:

```
SELECT Nombre, Teléfono FROM Clientes;
```

Esta consulta devuelve un recordset con el campo nombre y teléfono de la tabla clientes. Si no se incluye ninguno de los predicados se asume ALL. El Motor de base de datos

selecciona todos los registros que cumplen las condiciones de la instrucción SQL. No es conveniente abusar de este predicado ya que obligamos al motor de la base de datos a analizar la estructura de la tabla para averiguar los campos que contiene, y es mucho más rápido indicar el listado de campos deseados.

En cuanto al manejo de la información en SQL se utilizan las consultas de acción que son aquellas que no devuelven ningún registro y son las encargadas de acciones como añadir, borrar y modificar registros.

4.3.1 DELETE

Crea una consulta de eliminación que elimina los registros de una o más de las tablas listadas en la cláusula FROM que satisfagan la cláusula WHERE. Esta consulta elimina los registros completos, luego no es posible eliminar el contenido de algún campo en concreto. Su sintaxis es:

```
DELETE FROM Tabla WHERE criterio
```

Una vez que se han eliminado los registros utilizando una consulta de borrado, no puede deshacer la operación.

4.3.2 INSERT INTO

Agrega un registro en una tabla. Se la conoce como una consulta de datos añadidos. Esta consulta puede ser de dos tipos: Insertar un único registro ó Insertar en una tabla los registros contenidos en otra tabla.

4.3.2.1 Insertar un único Registro

En este caso la sintaxis es la siguiente:

```
INSERT INTO Tabla (campo1, campo2, ..., campoN)  
VALUES (valor1, valor2, ..., valorN)
```

Esta consulta graba en el campo1, el valor1; en el campo2, valor2 y así sucesivamente. Hay que prestar especial atención a acotar entre comillas simples (') los valores literales (cadenas de caracteres) y las fechas indicarlas en formato mm-dd-aa y entre paréntesis (#).

4.3.2.2 Para seleccionar registros e insertarlos en una tabla nueva

En este caso la sintaxis es la siguiente:

```
SELECT campo1, campo2, ..., campoN INTO nuevatabla  
FROM tablaorigen [WHERE criterios]
```

Se pueden utilizar las consultas de creación de tabla para archivar registros, hacer copias de seguridad de las tablas o hacer copias para exportar a otra base de datos o utilizar en informes que muestren los datos de un periodo de tiempo concreto.

4.3.2.3 Insertar Registros de otra Tabla

En este caso la sintaxis es:

```
INSERT INTO Tabla [IN base_externa] (campo1, campo2, ..., campoN)  
SELECT TablaOrigen.campo1, TablaOrigen.campo2, ..., TablaOrigen.campoN  
FROM TablaOrigen
```

En este caso se seleccionarán los campos 1,2, ..., n de la tabla origen y se grabarán en los campos 1,2,..., n de la Tabla. La condición SELECT puede incluir la cláusula WHERE para filtrar los registros a copiar.

4.3.3 UPDATE

Crea una consulta de actualización que cambia los valores de los campos de una tabla especificada basándose en un criterio específico. Su sintaxis es:

```
UPDATE Tabla SET Campo1=Valor1, Campo2=Valor2, ... CampoN=ValorN  
WHERE Criterio;
```

UPDATE es especialmente útil cuando se desea cambiar un gran número de registros o cuando éstos se encuentran en múltiples tablas. Puede cambiar varios campos a la vez.

Así mismo, existe una poderosa herramienta que permite realizar un conjunto de procesos y definirlo como uno solo. Estos son los procedimientos almacenados de SQL Server, los cuales son una gran herramienta para poder hacer parte de nuestro trabajo de acceso a datos dentro del propio servidor.

```
CREATE PROCEDURE dbo.H_EQUIPOin
@code float,
@control int

AS

BEGIN TRANSACTION trans_historialEQINin
DECLARE @time datetime
SET @time=getdate()

IF EXISTS(SELECT RFID_CODE FROM SERVIDOR WHERE RFID_CODE=@code)
    BEGIN
        INSERT INTO
        HISTORIAL_EQUIPO(RFID_CODE,ENTRADA,CONTROL)
        VALUES (@code,@time, @control)
    END

IF NOT EXISTS(SELECT RFID_CODE FROM SERVIDOR WHERE
RFID_CODE=@code)
    BEGIN
        IF EXISTS(SELECT RFID_CODE FROM EQUIPO_LAB WHERE
RFID_CODE=@code)
            BEGIN
```

```
INSERT INTO HISTORIAL_EQUIPO(RFID_CODE,ENTRADA)
VALUES (@code,@time)
```

```
END
```

```
END
```

```
COMMIT TRANSACTION trans_historialEQINin
```

```
GO
```

5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para determinar los resultados obtenidos del proyecto, este se debe dividir en dos áreas; la física que enmarca el hardware manejado y la lógica que lo intercomunica y gestiona.

5.1 Componentes físicos

Uno de los objetivos definidos en el anteproyecto y ratificado en el proyecto del sistema de registro y control de elementos mediante dispositivos RFID es:

- ▲ Familiarizarse con la tecnología RFID y abrir el camino a nuevas aplicaciones.

En este aspecto se tuvo un gran avance con el módulo de desarrollo RFID de la casa Texas Instruments, el cual procesa varios tipos de transponders para diversas aplicaciones, teniendo como limitante su frecuencia de manejo a 134,2 kHz

		134.2 kHz Transponders										
Transponder Types	Applications	Glass 50 mm	Glass 32 mm	Glass 23mm	Keyring Tag	Wedge	Disk	Card	Slimline Disk	Cylinder	Mount on Metal	3D Analog Front-End
		Access Control				X			X	X	X	X
Airline Baggage ID												
Automotive Security		X	X	X								X
Document Tracking												
Door Locks			X	X	X		X					
Express Parcel ID												
Livestock ID		X	X				X					
Logistics Supply Chain												
Pallets/Crates		X	X				X			X	X	
Containers/Totes		X	X				X		X	X	X	
Forklifts/Trucks										X	X	
Library Materials												
Gas Bottles/Kegs		X	X		X							
Payment & Loyalty					X			X				
Product Authentication												
Sports Timing		X	X	X								
Ticketing												
Waste Management		X	X									

Tabla 6. Aplicaciones según el tipo de transponder

Su funcionamiento teórico y las especificaciones se resumen en lo descrito en el marco teórico y los anexos, mientras su manejo práctico arrojó algunos resultados no expuestos en los manuales del producto.

Entre estos se destaca como resultado importante la cobertura que alcanza el dispositivo, el cual puede ser mayor a varios metros si fuera solamente dependiente del módulo y la antena.

Mediante pruebas con diferentes antenas construidas de acuerdo a las especificaciones necesarias para el acople del módulo a la antena, se llegó a una aproximación inicial tal que a menor tamaño del transponder, menor el alcance de lectura que lograba este. Como resultado final después de investigar este fenómeno, se concluyó que el módulo lograba energizar el transponder, pero la carga que almacena este no genera la suficiente potencia para enviar los datos de vuelta hacia el módulo.

Es por lo anterior que después de definir el arreglo de antenas loop en fase como la opción óptima para lograr la cobertura deseada, 5 de los 8 transponders funcionaron correctamente en cuanto a energizarse y transmitir sus datos hacia el reader. Entre los 3 transponders con los que no se logró realizar la lectura, está el más pequeño.

Respecto a nuevas aplicaciones viables resultado de esta experiencia se encuentra el control de acceso de personal utilizando el transponder en forma de tarjeta, el cual puede ser leído en una entrada de dos metros de ancho sin la necesidad de sacar la tarjeta de la billetera o del lugar donde se porte.

Otro resultado importante es la manera en que se puede realizar las lecturas de los transponders de acuerdo a los requerimientos de la aplicación o subaplicaciones del proyecto.

5.2 Componentes lógicos

En la enumeración de los resultados en esta área se debe tener en cuenta que estos son producto de la asociación del hardware y el software desarrollado.

El software maneja tres aplicaciones principales con funciones específicas definidas, que realizan consultas de dos maneras:

- Mediante el puerto serial por protocolo RS-232 al módulo RFID utilizando el protocolo de comunicación definido por Texas Instruments.
- Mediante el puerto ethernet usando protocolo TCP/IP a ORBIS utilizando transacciones seguras en lenguaje SQL.

5.2.1 Aplicación de registro, préstamo e impresiones (EDITOR)

Las funciones específicas definidas para esta aplicación están relacionadas con el registro de nuevos usuarios y equipos ligados a los transponders, actualización de datos, autorización de salida de equipos de laboratorio e impresión de historiales y tablas.

5.2.1.1 Registro de usuarios

Esta función maneja los siguientes campos:

- Cédula: Documento registrado en ORBIS
- Nombre: Nombre correspondiente al documento.
- Código RFID: Código del transponder
- Equipo: Equipo a registrar
- Número de Serie: Identificación del equipo
- Observaciones: Aclaraciones y aditamentos del equipo.

En esta sección de la aplicación se registran nuevos equipos con el sistema RFID a nombre de usuarios de la Facultad y se eliminan registros de este tipo creados anteriormente. Además tiene opciones tales como limpiar el formulario, obtener el código del equipo inalámbricamente, e ir al inicio del software.

5.2.1.2 Actualización de usuarios

Esta función maneja los siguientes campos:

- Documento anterior: Documento registrado en ORBIS
- Documento nuevo: Nuevo documento a registrar.
- Código RFID: Código del transponder
- Observaciones: Aclaraciones y aditamentos del equipo.

En esta sección de la aplicación se actualiza el documento ligado al transponder, es decir, a un transponder asignado previamente se le puede asignar un nuevo propietario.

Además tiene opciones tales como limpiar el formulario, obtener el código del equipo inalámbricamente, buscar el documento que se encuentra asignado al transponder e ir al inicio del software.

5.2.1.3 Registro de equipo del Laboratorio

Esta función maneja los siguientes campos:

- Código RFID: Código del transponder
- Equipo: Equipo propiedad del laboratorio.
- Número de serie: Identificación del equipo
- Observaciones: Aclaraciones y aditamentos del equipo.

En esta sección de la aplicación se ingresan y eliminan los equipos propiedad del laboratorio a los cuales se les va a incorporar el sistema de registro y control de elementos mediante dispositivos RFID. Además tiene opciones tales como limpiar el formulario, obtener el código del equipo inalámbricamente e ir al inicio del software.

5.2.1.4 Autorización de salida de equipo del Laboratorio

Esta función maneja los siguientes campos:

- Código RFID: Código del transponder
- Cédula: Documento registrado en ORBIS
- Nombre: Nombre correspondiente al documento.

En esta sección de la aplicación se realiza la autorización de salida de equipo del laboratorio asignando en el sistema un usuario de la Facultad como responsable. Además tiene opciones tales como autorizar salida, descargar prestamo, limpiar el formulario e ir al inicio del software.

5.2.1.5 Impresiones

Esta función genera las siguientes opciones:

- Historial equipos: Genera un listado con los registros de entrada y salida de los equipos pertenecientes a usuarios de la Facultad.
- Historial equipos del laboratorio: Genera un listado con los registros de entrada y salida de los equipos pertenecientes al laboratorio.
- Equipos del laboratorio: Genera un listado con los equipos del laboratorio que incorporan el sistema RFID.
- Historial de salidas no autorizadas: Genera un listado con los equipos que no fueron autorizados para salir del Departamento.
- Usuarios: Genera un listado de los usuarios con elementos inscritos en el sistema RFID.

- Historial de Operadores: Genera un listado con información de los operadores del sistema.
- Historial de usuarios eliminados: Genera un listado con los usuarios que ya no hacen parte del sistema RFID.
- Historial de equipo de laboratorio eliminado: Genera un listado con el equipo del laboratorio que ha sido retirado del sistema RFID.

5.2.2 Aplicación de autorización (Personal de vigilancia)

La función que realiza esta aplicación está definida por su modo de operación, el cual es estar siempre alerta o en espera de un evento al cual el personal de vigilancia debe tomar acción. Estos eventos son cuatro:

- Detección de un equipo asignado a un usuario.
- Detección de un equipo no registrado
- Detección de un equipo del Laboratorio asignado a un usuario
- Detección de un equipo del Laboratorio no asignado.

5.2.3 Aplicación de administrador (Administrador)

Es esta aplicación la encargada de controlar y asignar los privilegios para gestionar el sistema de registro y control de elementos mediante dispositivos RFID. Por medio de esta función se crean dos tipos de usuarios.

- Editor: Posee privilegios para consultar, ingresar, actualizar y eliminar el sistema RFID.
- Personal de Vigilancia: Usuarios sin privilegios, encargados de registrar las autorizaciones de salida.

6 CONCLUSIONES

- El desarrollo de las aplicaciones esta sujeto a los requerimientos propuestos en el anteproyecto, así como también a los que se hizo necesario incluir en el proceso, los cuales en conjunto con la ínter conectividad entre máquinas para compartir información, redundó en un sistema robusto y eficiente.
- En cuanto a las aplicaciones se logró crear, desde su planeación, una interfaz y un manejo sencillo de todas las funciones ofrecidas por el programa, lo que hizo de este proyecto, una herramienta útil para ser implementada en el Departamento de Electrónica, y con la ventaja adicional, de ser muy sencilla de usar.
- Las aplicaciones desarrolladas en lenguajes de programación orientada a objetos en unión con la utilización adecuada de un lenguaje de programación de bases de datos como SQL es muy útil en el desarrollo de sistemas de control de activos, control de acceso de personas entre muchas más aplicaciones.
- Es necesario referenciar que el desarrollo del sistema total (integrando la parte de RFID y el desarrollo de la aplicación) provee herramientas que permiten un pequeño acercamiento al desarrollo de tecnologías que impulsen al país hacia el generación de propuestas en lugar de solo adquirirlas.
- Teniendo en cuenta lo anterior es de suma importancia resaltar que en el desarrollo de este Trabajo de Grado permitió el acercamiento a una nueva tecnología y el conocimiento de sus características, para aportar una solución al problema de seguridad de equipos personales en el Departamento de Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana.
- Una conclusión obtenida de la experiencia con el modulo de desarrollo RFID de Texas instruments es el excelente funcionamiento y las prestaciones que ofrece la tecnología RFID con todas sus cualidades en cuanto a la identificación de objetos.

Es importante tener presente la gran versatilidad y futuro que tiene esta tecnología en cuanto a aplicaciones hacia las que se puede enfocar, siendo muchos los campos de acción donde está y muchos más en los que va a ser reconocida.

- Es de resaltar en cuanto a la integración de soluciones que incorporen el manejo de bases de datos, así como también que implementen la tecnología RFID la innumerable cantidad de aplicaciones que facilitan el proceso de intercomunicación y acople del hardware con el software y que además abren un sinnúmero de posibilidades en cuanto a nuevos desarrollos.
- Es importante destacar que la tecnología RFID todavía se encuentra en proceso de mejora y estandarización definitiva, por lo cual, se presentan problemas con las especificaciones. En el proyecto se presentaron dos inconvenientes fundamentales: La distancia máxima de lectura del dispositivo RFID que se usó para desarrollar el piloto no cumple con la especificación necesaria (100 a 150 cm) para que el sistema definitivo se ponga en funcionamiento. Por otra parte la mayoría de los sistemas RFID desarrollados hasta este momento presentan incompatibilidad total o parcial con el metal, lo cual, hace necesario estudiar con detenimiento las especificaciones de los equipos que se usen para implementar el sistema.
- Los sistemas RFID de baja frecuencia, en especial el dispositivo usado, y una aplicación similar a la desarrollada en el presente trabajo de grado, pueden funcionar de manera muy eficiente para desarrollar, posteriormente, un control de acceso de personas para cualquier institución pública o privada.
- El control de activos, por los requerimientos que este implica: costo, tamaño, especificaciones mínimas de distancia, compatibilidad con cualquier tipo de material; es un área del desarrollo de la tecnología RFID que se encuentra todavía ha llegado a un desarrollo muy precario.

7 BIBLIOGRAFIA

7.1 Libros

- [1] FINKENZELLER, Klaus. Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification. 2 ed. Swadlincote, UK: Wiley & Sons, 2003. ISBN: 0-470-84402-7
- [2] PRESSMAN, Roger S. Ingeniería del software. 3 ed. Madrid: McGraw-Hill, 1993. ISBN: 84-481-0026-3

7.2 Trabajos de grado

- [3] CORTÉS, Carlos., SARÁ, Jaime. Sistema de identificación por radiofrecuencia para control de animales bovinos. Pontificia Universidad Javeriana. 2000.
- [4] DURAN, Daniel., RODRÍGUEZ, Mauricio. Sistema inalámbrico de supervisión de objetos implementado sobre una red RS-485. Pontificia Universidad Javeriana. 2002.

7.3 Tomado de Internet

- [5] <http://www.ti.com/tiris/docs/docntr.htm#brochures>
- [6] <http://es.checkpointsystems.com/RFID>
- [7] <http://www.ecojoven.com/dos/03/RFID.html>
- [8] <http://www.codigo.org.ar/Codig/RFID.asp>
- [9] <http://global.zebra.com/sp/whitepapers.asp>
- [10] http://www.capta.com.mx/solucion/ems_rf_id_tags.htm
- [11] http://www.soumu.go.jp/joho_tsusin/eng/Releases
- [12] <http://trolleyscan.co.za/>
- [13] http://www.cambridgeconsultants.com/wt_q_ActiveRF.stml
- [14] http://www.hiips.com/documents/Item_identification_html