

**SISTEMA PARA EL CONTROL, PRESTAMO Y CIRCULACION DE EQUIPOS CON
TECNOLOGIA RFID PARA EL LABORATORIO DE INGENIERIA ELECTRONICA DE LA UTB**

YIRAUDIS DALLANAS DONCEL MANRIQUE

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.
2011



PROGRAMA DE INGENIERIAS ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA.
PROPUESTA DE TRABAJO DE GRADO.

**SISTEMA PARA EL CONTROL, PRESTAMO Y CIRCULACION DE EQUIPOS CON
TECNOLOGIA RFID PARA EL LABORATORIO DE INGENIERIA ELECTRONICA DE LA UTB**

INTEGRANTES

Yiraudis Dallanas Doncel Manrique
T00016 342

DIRECTOR

M.Sc, Eduardo Gómez Vásquez

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.

2011



PROGRAMA DE INGENIERIAS ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA.
PROPUESTA DE MONOGRAFIA.

**SISTEMA PARA EL CONTROL, PRESTAMO Y CIRCULACION DE EQUIPOS CON
TECNOLOGIA RFID PARA EL LABORATORIO DE INGENIERIA ELECTRONICA DE LA UTB**

INTEGRANTES

Yiraudis Dallanas Doncel Manrique
T00016342

DIRECTOR

M.Sc, Eduardo Gómez Vásquez

PROPUESTA PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO ELECTRONICO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.
2011

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

Cartagena de Indias, D. T. H. Y C. Julio 2011

Señores

COMITÉ CURRICULAR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Ciudad

Respetados Señores:

Con toda la atención me dirijo a ustedes con el fin de presentarles a su consideración, estudio y aprobación la monografía titulada **SISTEMA PARA EL CONTROL, PRESTAMO Y CIRCULACION DE EQUIPOS CON TECNOLOGIA RFID PARA EL LABORATORIO DE INGENIERIA ELECTRONICA DE LA UTB** como requisito para obtener el título de Ingeniero Electrónico, además para la aprobación del Minor de telecomunicaciones.

Atentamente,

YIRAUDIS DALLANAS DONCEL MANRIQUE
CC. 45.715.921

Cartagena de Indias D. T. H. y C, Julio 2011

Señores

COMITÉ CURRICULAR

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Ciudad

Respetados Señores:

A través de la presente me permito entregar la monografía titulada **SISTEMA PARA EL CONTROL, PRESTAMO Y CIRCULACION DE EQUIPOS CON TECNOLOGIA RFID PARA EL LABORATORIO DE INGENIERIA ELECTRONICA DE LA UTB** para su estudio y evaluación, la cual fue realizada por la estudiante YIRAUDIS DALLANAS DONCEL MANRIQUE, de la cual acepto ser su director.

Atentamente,

M.Sc, Eduardo Gómez Vásquez

AUTORIZACION

Yo, YIRAUDIS DALLANAS DONCEL MANRIQUE, identificada con la cedula de ciudadanía número 45.715.924, autorizo a la Universidad Tecnológica De Bolívar, para hacer uso de mi trabajo de grado y publicarlo en el catalogo on-line de la biblioteca.

YIRAUDIS DALLANA DONCEL MANRIQUE

CONTENIDO

GLOSARIO	13
1. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Planeamiento del problema	16
2. FUNDAMENTOS RFID	18
2.1. Qué es RFID?	18
2.2. Historia de la tecnología RFID.....	18
2.3. Los fundamentos de un sistema RFID	22
2.3.1. Componentes de un sistema RFID	22
2.3.2. Tarjeta o Tag RFID	23
2.3.3. Lector RFID.....	25
2.4. Aplicaciones de consumo y beneficios	26
2.4.1. Seguimiento de activos	26
3. DESCRIPCIÓN Y MODO DE OPERACIÓN DEL HARDWARE.....	27
3.1. Diagrama de bloques del sistema.....	27
3.2. Diagrama esquemático del sistema a desarrollar	28
3.3. Descripción de los componentes de hardware	28
3.3.1. Modulo de lector.....	28
3.3.2. Unidad de comunicación inalámbrica.....	32
3.3.2.1. Módulos de comunicación Xbee	33
3.3.2.2. Tarjeta XBee Explorer	34
3.3.2.3. Tarjeta adaptadora XBee.....	34
4. MANUAL DE USUARIO PARA EL SOFTWARE.....	35
4.1. Instalación.....	35
4.1.1. Instalación controladores tarjeta exploradora XBee	35
4.1.2. Instalación software EquipmentRegister	38
4.1.2.1. Requerimientos del software:	38
4.1.2.2. Proceso de instalación	39
4.2. Ingreso software EquipmentRegister	41

4.3.	Inicio software EquipmentRegister.....	42
4.4.	Modulo de administración	43
4.4.2.	Administrar estudiantes.....	43
4.4.3.	Administrar equipos.....	44
4.5.	Modulo de préstamo y devolución.....	45
4.5.1.	Prestamos	46
4.5.2.	Devoluciones	47
4.5.3.	Posibles mensajes de advertencia.....	48
4.6.	Modulo de consultas	48
4.6.1.	Consulta de presamos.....	49
4.6.2.	Consulta de estudiantes.....	50
4.6.3.	Consulta de equipos.....	51
5.	CONCLUSIONES.....	52
6.	BIBLIOGRAFÍA	53

LISTA DE FIGURAS

Figura No 1. Componentes básicos de un sistema RFID.	PAG 22
Figura No 2. Centro de distribución NKY logistics.	PAG 27
Figura No 3. Diagrama de Bloques del Sistema.	PAG 28
Figura No 4. Diagrama esquemático del sistema	PAG 28
Figura No 5. Lector RFID ACG Mifare	PAG 29
Figura No 6. Circuito Lector RFID ACG Mifare	PAG 30
Figura No 7 Módulos de comunicación Xbee	PAG 33
Figura No 8 Tarjeta Xbee Explorer	PAG 34
Figura No 9 Tarjeta adaptadora Xbee	PAG 34
Figura No 10. Instalación de la tarjeta controladora. Paso 1	PAG 35
Figura No 11. Instalación de la tarjeta controladora. Paso 2	PAG 36
Figura No 12 Instalación de la tarjeta controladora. Paso 3	PAG 36
Figura No 13 Instalación de la tarjeta controladora. Paso 4	PAG 37
Figura No 14 Instalación de la tarjeta controladora. Paso 5	PAG 37
Figura No 15 Instalación de la tarjeta controladora. Paso 6	PAG 38
Figura No 16 Instalación de la tarjeta controladora. Paso 7	PAG 38
Figura No 17 Pantalla de instalación Microsoft Net.	PAG 39
Figura No 18 Pantalla de muestra del proceso de descarga	PAG 40
Figura No 19 Mensaje De Advertencia	PAG 40
Figura No 20 Pantalla de reinicio	PAG 41
Figura No 21 Ruta de acceso al programa	PAG 41
Figura No 22 Selección del Puerto Serial	PAG 42
Figura No 23 Pantalla inicio Software	PAG 42
Figura No 24 Administrar estudiantes inicio	PAG 43
Figura No 25 Administración de estudiantes descripción	PAG 44

Figura No 26 Administración de equipos	PAG 44
Figura No 27 Administración de equipos descripción	PAG 45
Figura No 28 Módulo de administración	PAG 46
Figura No 29 Módulo de administración, prestar equipos	PAG 46
Figura No 30 Módulo de Administración, prestar equipos sesión finalizada	PAG 47
Figura No 31 Módulo de administración, devoluciones de equipos	PAG 48
Figura No 32 Módulo de consultas, préstamos	PAG 49
Figura No 33 Mensaje de confirmación de exportación a Excel	PAG 50
Figura No 34 Novedades	PAG 50
Figura No 35 Módulo de consultas, Estudiantes	PAG 50
Figura No 36 Módulo de Consultas, Equipos	PAG 51

LISTA DE TABLAS

Tabla No 1 Descripción de terminales del lector RFID ACG Mifare	PAG 31
Tabla No 2 Información técnica lector RFID ACG Mifare	PAG 31
Tabla No 3 Información técnica módulo XBEE	PAG 33

GLOSARIO

Antena: Estructura conductiva diseñada específicamente para acoplamiento o radiación de energía electromagnética. Es la encargada de absorber o capturar la señal enviada por el lector y de esta manera distribuir la energía y realizar el intercambio de la información.

Backscatter: Proceso por el cual un tag responde al lector en la misma frecuencia portadora utilizada en la petición

Lector RFID: Es el dispositivo encargado de enviar señales de radio con el fin de detectar las tarjetas o tags RFID en su entorno. Los componentes físicos de un lector RFID son: una antena, la cual puede ser integrada o externa, una interfaz de red como un puerto serial RS-232 o un puerto Ethernet, un microprocesador, memoria, fuente de energía o batería y una interfaz de entrada y salida.

Radio Frecuencia: Cualquier frecuencia dentro del espectro electromagnético asociada con la propagación de ondas radioeléctricas. Cuando se proporciona una corriente de radio frecuencia a una antena, se genera un campo electromagnético que entonces tiene capacidad para propagarse a través del espacio. Muchas tecnologías inalámbricas se basan en propagación del campo de radio frecuencia.

Rango de lectura: Área en la cual una etiqueta RFID puede recibir ondas radioeléctricas y puede ser leída.

RFID: Es un sistema de identificación de objetos, personas o animales a través de ondas de radio, las cuales son portadoras de datos almacenados en dispositivos denominados tarjetas o tags RFID, las cuales se encargan de transmitir dichos datos a una frecuencia específica.

Transpondedor o Tag: es el dispositivo electrónico que envía la información al lector después de ser excitado por el campo magnético ejercido por este.

Interfaz: En software, parte de un programa que permite el flujo de información entre un usuario y la aplicación, o entre la aplicación y otros programas o periféricos. Esa parte de un programa

está constituida por un conjunto de comandos y métodos que permiten estas intercomunicaciones. En electrónica, un interfaz es el puerto por el cual se envían o reciben señales desde un sistema hacia otros. Por ejemplo, el interfaz USB, interfaz puerto serial, etc.

1. Introducción

A través de los avances tecnológicos que a diario experimenta el mundo entero, se demuestra una vez más la capacidad creadora del ser humano y la posibilidad de dominio que tiene el hombre no solo sobre la materia, sino también sobre la energía.

Tanto la capacidad de creación como la posibilidad de dominio, deben convertirse en herramientas que faciliten al ser humano, la administración de sus recursos, pues de ello dependerá la existencia y sostenibilidad de las futuras generaciones.

No obstante lo anterior, tanto la capacidad de crear y dominar, están presente en toda ser humano, sin importar si con la misma se construye o se destruye, por lo que se hace necesario día a día, direccionar tales atributos al uso adecuado y debido a favor de la comunidad.

Ahora bien, teniendo en cuenta que la ingeniería nos permite copiar nuevas ideas para la elaboración de nuevas tecnologías, es posible a partir de la existencia del campo electromagnético, crear un sistema de protección de datos y control de recursos para una debida administración y manejo de los elementos existentes y puestos a nuestro dominio.

Es por lo anterior, que nuestra Alma Mater, no está ajena a la ausencia de esas herramientas que permitan mejorar la calidad de administración de sus recursos, por lo que se hace necesario implementar un sistema de seguridad eficaz y asequible para salvaguardar los activos y evitar cualquier amenaza de hurto, sabotaje, o detrimento del lugar de aprendizaje de las presentes y futuras generaciones.

La tecnología RFID, no es una tecnología nueva, sin embargo, su adecuado uso permitiría ante la ausencia de un mejor sistema, mantener un control seguro y detallado de los activos de la universidad, permitiendo inclusive de forma remota y desde un solo computador, administrar los activos de la universidad, ubicados desde los distintos escenarios académicos.

Se parte entonces en la presente monografía, de la necesidad de implementar una herramienta piloto que le permita en un inicio al encargado del laboratorio de telecomunicaciones, administrar y controlar a través de un número único de identificación, el estado, la entrada y salida de elementos bajo su cargo, tales como los multimetros y fuentes, pudiendo ser asignado cada uno de ellos a un responsable, de tal forma que ante un posible daño o pérdida, se pueda de forma segura y sistematizada, encontrar a través de un número de identificación personal, al responsable de dicho activo.

Y es que es fundamental por seguridad, que la universidad se mantenga a la constante de la evolución tecnológica, por lo que la implementación de un sistema como el que se pone de presente en esta monografía, le permitirá a los directivos y estudiantes, poder disfrutar mucho mejor de los elementos puestos a su disposición, a través de la tecnología RFID.

1.1. Planeamiento del problema

Los estudiantes de de ingenierías Eléctrica, Electrónica, Mecatronica y de Sistemas hacen uso constante de los equipos de los laboratorios de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. El control de préstamo y devolución de dichos equipos se hace manualmente, así: i) el estudiante presenta su carnet estudiantil, ii) llena una formato con su nombre y los equipos que necesita, iii) su carnet queda retenido por el auxiliar del laboratorio a manera de garantía. iv) Al devolver los equipos se le regresa el carnet. Al analizar este sistema se pudieron detectar los siguientes problemas:

- No hay manera de saber si el estudiante esta activo o no en la universidad
- El ingreso de los datos en el formato es manual, lo cual demora el préstamo de los equipos y lo hace propenso a la falsificación de la información.
- No es posible determinar si el estudiante hizo un buen uso del equipo prestado.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente, el objetivo principal de esta monografía es realizar una mejora en el sistema de administración, control y préstamo de los activos de la universidad, implementando un sistema RFID, compuesto por lectores y tags. Esta tecnología tiene varias ventajas:

- Accesible en precio, fácil instalación y mantenimiento.
- Imagen, la tecnología juega como elemento de mejora de la imagen de la Universidad.
- Mayor seguridad en el préstamo de equipos.
- Control de la autorización de seguridad mediante identificación.

Ahora bien, esta tecnología tiene muchos campos de acción, pudiendo ser implementada en el control de acceso, control de préstamo de otros laboratorios, control vehicular, incluso en el control de inventario de la universidad (Video Beams, computadores, etc...).

La Universidad Tecnológica de Bolívar no debe ser ajena a los avances en la tecnología, sobre todo en los laboratorios de ingenierías, donde se nos enseña como ingenieros a ser vanguardistas y a implementar procesos de mejora en la calidad en los ambientes en donde nos encontremos.

2. Fundamentos RFID

2.1. Qué es RFID?

La identificación por radiofrecuencia (RFID) es un término genérico que se utiliza para describir un sistema que transmite la identidad (en forma de un número de serie único) de un objeto o una persona de forma inalámbrica, mediante ondas de radio. RFID esta agrupada bajo la amplia categoría de tecnologías de identificación automática (Auto -ID). Las tecnologías Auto-ID incluyen los códigos de barras, lectores ópticos de caracteres y algunas de las tecnologías biométricas, como el escáner de retina. Las tecnologías de identificación automática se han utilizado para reducir la cantidad de tiempo y mano de obra necesaria para introducir los datos manualmente y para mejorar la exactitud de los datos.

Un sistema RFID consiste en un lector (a veces llamado un interrogador), y hay una etiqueta (transpondedores o tag), que generalmente tiene un microchip con una antena conectada a él. Hay diferentes tipos de sistemas de RFID, pero por lo general el lector emite ondas electromagnéticas con una señal. La etiqueta está diseñada para responder. Las etiquetas pasivas no tienen fuente de alimentación. Ellas toman la energía del campo creado por el lector y lo utilizan para encender los circuitos del microchip. El chip modula las ondas que la etiqueta envía de vuelta al lector, que convierte las ondas de nuevo en datos digitales pasando la información a un sistema informático. Las etiquetas activas tienen una fuente de energía y transmiten su señal a los sistemas de localización en tiempo real, la información es transmitida a intervalos establecidos. Los lectores recogen las señales y el software se utiliza para calcular la localización de la etiqueta

2.2. Historia de la tecnología RFID¹

Por lo general, se cree que las raíces de la tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID) se remonta a la Segunda Guerra Mundial. Los alemanes, japoneses, americanos y británicos usaban el radar, que había sido descubierto en 1935 por el físico escocés Sir Robert Alexander Watson-Watt, para advertir el acercamiento de los aviones cuando aún estaban kilómetros de distancia. El problema era que no había forma de identificar que aviones pertenecían al enemigo y que pilotos del propio país regresaban de una misión.

Los alemanes descubrieron que si los pilotos rodaban sus aviones, cuando llegaban de regreso a la

¹ Tomado de (RFID Journal)

base, eso cambiaba la señal de radio reflejada. Este método alertaba a la tripulación encargada del radar en la base de que se trataba de aviones alemanes y no los aviones aliados (esto es, en esencia, la primera forma pasiva del sistema RFID).

Los avances en sistemas de radar y de comunicaciones de RF continuaron a través de los años 1950 y 1960. Los científicos y académicos en los Estados Unidos, Europa y Japón, hicieron una investigación y presentaron trabajos explicando cómo la energía de RF puede ser utilizada para identificar objetos a distancia. Las empresas comenzaron a comercializar los sistemas anti-robo que utiliza ondas de radio para determinar si un elemento se había pagado o no. Las etiquetas de vigilancia electrónica de artículos, que todavía se utilizan en los envases hoy en día, tienen una etiqueta de 1-bit. El bit puede ser activado o desactivado. Si alguien paga por el artículo, el bit está apagado, y la persona puede salir de la tienda. Pero si la persona no paga y trata de salir de la tienda, los lectores en la puerta detectan la etiqueta y activan el sonido de una alarma.

Las primeras patentes de RFID

Mario W. Cardullo afirma haber recibido la primera patente de los EE.UU. para una etiqueta RFID activa con memoria regrabables, el 23 de enero de 1973. Ese mismo año, Charles Walton, un empresario de California, recibió una patente para un transpondedor o tag pasivo y lo utiliza para abrir una puerta sin llave. Una tarjeta con un tag integrado envía una señal a un lector cerca de la puerta. Cuando el lector detecta un número de identidad válido dentro de la etiqueta RFID, el lector abre la puerta. Walton vendió la licencia de la tecnología a Schlage, un fabricante de cerraduras, y a otras empresas.

El gobierno de EE.UU. también estaba trabajando en los sistemas de RFID. En la década de 1970, por el Departamento de Energía le pidió a *Los Alamos National Laboratory* desarrollar un sistema para el seguimiento de los materiales nucleares. Un grupo de científicos se le ocurrió la idea de poner un transpondedor o tag en un camión y los lectores a las puertas de las instalaciones de seguridad. La puerta se activaba con el transpondedor en el camión, el cual responde con una identificación y datos entre otras cosas posibles, tales como la identificación del conductor. Este sistema fue comercializado en la década de 1980 cuando uno científicos de *Los Alamos* que trabajó en el proyecto renunció para formar una compañía encargada desarrollar sistemas

automáticos de pago de peaje. Estos sistemas han sido ampliamente utilizados en las carreteras, puentes y túneles de todo el mundo.

A petición del Departamento de Agricultura, Los Alamos también desarrolló una etiqueta pasiva RFID para rastrear las vacas. El problema consistía en que las vacas eran alimentadas con hormonas y medicinas cuando se enfermaban. Lo más difícil entonces era asegurarse de que cada vaca recibiera la dosis correcta y no se recibieran dos dosis de forma accidental. "Los Álamos" aplicó entonces con un sistema pasivo de RFID que utilizan ondas de radio UHF. El dispositivo tomaba la energía del lector y simplemente reflejaba una señal modulada al lector utilizando una técnica conocida como backscatter.

Más tarde, varias compañías desarrollaron un sistema de baja frecuencia (125 kHz), con pequeños transpondedores. Un transpondedor encapsulado en vidrio puede ser inyectado bajo la piel de las vacas. Este sistema todavía se utiliza en las vacas de todo el mundo actualmente. Transpondedores de baja frecuencia también fueron puestos en tarjetas y se utiliza para controlar el acceso a los edificios.

Con el tiempo las empresas comercializaron sistemas de 125 Khz utilizando pequeños transpondedores y luego se trasladaron al espectro de alta frecuencia (13,56 MHz), que no estaba regulado y sin usar en la mayoría de los países del mundo. La alta frecuencia ofrece un mayor alcance y mayor velocidad de transferencia de datos. Empresas, en particular las de Europa, comenzaron a utilizarlos para hacer un seguimiento de envases reutilizables y otros activos. Hoy en día, 13,56 MHz RFID se utilizan sistemas de control de acceso, sistemas de pago (Mobile Speedpass) y tarjetas inteligentes sin contacto. También se utilizan como un dispositivo anti-robo de autos. Un lector lee el tag RFID en la carcasa de plástico alrededor de la llave. Si no consigue el número de identificación que está programado para buscar, el auto no arranca.

En la década de 1990, los ingenieros de IBM desarrollaron y patentaron un sistema RFID una frecuencia ultra alta (UHF). UHF que ofrece más rango de lectura (hasta 20 pies en buenas condiciones) y una rápida transferencia de datos. IBM hizo algunos proyectos pilotos a Wal-Mart, pero nunca comercializó esta tecnología. Cuando se metió en problemas financieros a mediados de la década de 1990, IBM vendió sus patentes a *Intermec*, un proveedor de sistemas de código de

barras. Los sistemas RFID de *Intermec* se han instalado en numerosas aplicaciones, desde el rastreo del almacenaje hasta la agricultura. Sin embargo, la tecnología era cara en el momento debido al bajo volumen de ventas y la falta de normas internacionales abiertas.

UHF RFID recibió un impulso en 1999, cuando el *Uniform Code Council*, la *EAN Internacional*, Procter & Gamble y Gillette pusieron fondos para establecer el Centro de Auto-ID en el Instituto de Tecnología de Massachusetts. Dos profesores de allí, David Brock y Sanjay Sarma, había estado haciendo algunas investigaciones sobre la posibilidad de poner a bajo costo etiquetas RFID en todos los productos que se les hagan un seguimiento a través de la cadena de suministro. Su idea era poner sólo un número de serie en la etiqueta para mantener el precio bajo (un simple microchip que almacena muy poca información sería menos costoso de producir que un chip más complejo, con más memoria). Datos asociados con el número de serie en la etiqueta se almacena en una base de datos que sea accesible a través de Internet.

Sarma y Brock esencialmente cambiaron la forma de pensar acerca del sistema RFID en la cadena de suministro. Anteriormente, las etiquetas fueron una base de datos móvil que llevaba la información sobre el producto o el contenedor que iba con ellos a medida que viajaban. Sarma y Brock transformaron el RFID en una tecnología de red mediante la vinculación de los objetos a la Internet a través de la etiqueta. Para las empresas, este fue un cambio importante, porque ahora un fabricante podría permitir en forma automática permitir a un socio de negocios saber cuándo un cargamento salió del muelle de una fábrica o almacén, y un minorista podría automáticamente dejar saber al fabricante cuando llegó la mercancía.

Entre 1999 y 2003, el Auto-ID Center obtuvo el apoyo de más de 100 grandes empresas de usuario final, además del Departamento de Defensa de EE.UU. y muchos proveedores clave de RFID. Se abrieron laboratorios de investigación en Australia, el Reino Unido, Suiza, Japón y China. Se desarrollaron dos protocolos de interfaz (clase 1 y clase 0), el Código Electrónico de Producto (EPC) esquema de numeración, y una arquitectura de red para la búsqueda de datos asociados a una etiqueta RFID en Internet. La tecnología fue aprobada al *Uniform Code Council* en 2003, y el *Uniform Code Council* creó *EPCglobal*, como una empresa conjunta con EAN International, para comercializar la tecnología EPC. El Auto-ID Center cerró sus puertas en octubre de 2003, y sus responsabilidades en la investigación se pasaron a *Auto-ID Labs*.

Algunos de los mayores minoristas del mundo - *Albertsons, Metro, Tesco, Wal-Mart*- y el Departamento de Defensa de EE.UU. han dicho que planean usar la tecnología EPC para seguimiento de sus mercancías en la cadena de suministro. Las industrias farmacéuticas, de los neumáticos, la defensa y otros también se están moviendo para adoptar la tecnología. *EPCglobal* ratificó un estándar de segunda generación en diciembre de 2004, allanando el camino para una amplia adopción.

2.3. Los fundamentos de un sistema RFID

La identificación por radiofrecuencia es la próxima ola de la evolución de la informática. Esencialmente, es una tecnología utilizada para identificar objetos, personas o animales a través de ondas de radio. El concepto es simple: Ponga un transpondedor o tag (un microchip con una antena) sobre un objeto y luego usar un lector -un dispositivo con una o más antenas para leer datos de las ondas de radio con microchip. El lector pasa la información a un ordenador, de modo que los datos se pueden utilizar para inventario, seguimiento entre otras aplicaciones. Además se puede subir los datos a Internet, por lo que los objetos pueden ser rastreados, y las empresas pueden compartir información sobre ellos.

2.3.1. Componentes de un sistema RFID

La tecnología RFID consta de 3 componentes básicos, los cuales son: una tarjeta o tag RFID, un lector RFID y un sistema de procesamiento de la información, como se muestra en la figura 1

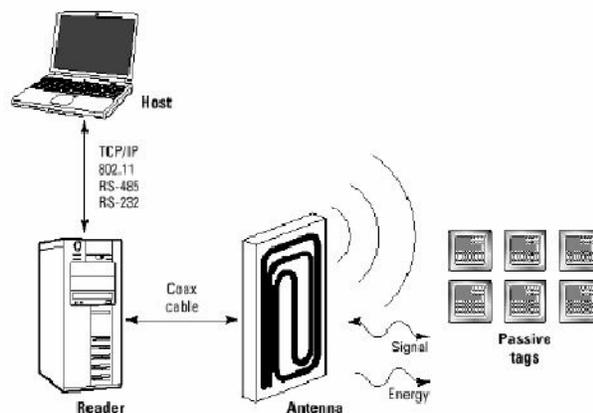


Figura 1: Componentes básicos de un sistema RFID

El sistema de operación de RFID es así:

1. El interrogador genera un campo de radiofrecuencia, normalmente conmutando una bobina a alta frecuencia. Las frecuencias usuales van desde 125 KHz hasta la banda ISM de 2.4 Ghz, incluso más.
2. 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.
3. Cuando la alimentación llega a ser suficiente el circuito transmite sus datos.
4. El interrogador detecta los datos transmitidos por la tarjeta como una perturbación del propio nivel de la señal.

La señal recibida por el interrogador desde la tarjeta está a un nivel de -60 dB por debajo de la portadora de transmisión. El rango de lectura para la mayoría de los casos está entre los 30 y 60 centímetros de distancia entre interrogador y tarjeta.

2.3.2. Tarjeta o Tag RFID

Una tarjeta o tag, es un dispositivo de la tecnología RFID, capaz de almacenar y transmitir datos hacia otro dispositivo, conocido como lector RFID, a través de ondas de radio. El tag está compuesto por: una antena, un transductor de radio (transmisor y receptor de RF) y un microchip.

La gran mayoría de las etiquetas RFID o transpondedores, utilizan un microchip de silicio para almacenar un número de serie único y por lo general alguna información adicional. Hay dos categorías generales de los sistemas de RFID-*pasivos* y *activos*. Las etiquetas pasivas de RFID no tienen un transmisor, sino que simplemente reflejan de nuevo la energía (ondas de radio) procedente de la antena del lector. Las etiquetas activas tienen su propio transmisor y una fuente de energía, por lo general, aunque no siempre, es una batería (las etiquetas activas podrían obtener la energía del sol u otras fuentes). Emiten una señal para transmitir la información almacenada en el microchip. (También hay etiquetas RFID semi-pasivas y asistidas por batería, que son adecuados para aplicaciones específicas.

➤ **Sistemas de RFID activos**

Las etiquetas activas se utilizan en gran cantidad de bienes, tales como los contenedores de carga, vagones y grandes contenedores reutilizables, que deben ser seguidos a larga distancia (en un patio de distribución, por ejemplo). Por lo general, funcionan a 455 MHz, 2.45 GHz, 5.8 GHz o, y tienen un rango de lectura de 60 pies y 300 pies (20 metros a 100 metros).

En términos generales, hay dos tipos de etiquetas activas: transpondedores y balizas. Transpondedores activos se activan al recibir una señal de un lector. Estos se utilizan en el pago de peaje, puestos de punto de control y otros sistemas. Cuando un carro con un transpondedor activo se acerca a un peaje, un lector en el stand envía una señal que despierta el transpondedor que se encuentra en el parabrisas del carro. El transpondedor luego transmite su identificador único para el lector. Así los transpondedores conservan la vida de la batería de la etiqueta transmitiendo su señal sólo cuando está dentro del alcance de un lector.

Las Balizas se utilizan en la mayoría de sistemas de localización en tiempo real (RTLS), donde la ubicación precisa de un activo tiene que ser seguida. En un RTLS, la baliza emite una señal con su identificador único en intervalos predefinidos (que podría ser cada tres segundos o una vez al día, dependiendo de lo importante que es conocer la ubicación de un activo en un momento determinado en el tiempo). La señal de la baliza es recogida por al menos tres antenas del lector colocado en el perímetro de la zona donde los activos están siendo rastreados. RTLS se utilizan generalmente fuera, por ejemplo, en un patio de distribución, los fabricantes de automóviles utilizan estos sistemas en las instalaciones de fabricación en grandes contenedores de piezas para hacer un seguimiento

➤ **Sistemas RFID Pasivos**

Las etiquetas pasivas de RFID no tienen fuente de alimentación. Son más baratos que las etiquetas activas y no requieren mantenimiento, por lo que los minoristas y los fabricantes están buscando usar las etiquetas pasivas en sus cadenas de suministro. Estas etiquetas tienen un mucho más corto rango de lectura en comparación a las etiquetas activas (unos pocos centímetros a 30 pies).

Un tag RFID pasivo consiste en un microchip conectado a una antena. El tag puede ser

empaquetado en diferentes formas. Puede ser montado en un sustrato para crear una etiqueta , o intercalada entre una capa adhesiva y una etiqueta de papel para crear una impresión de etiquetas inteligentes . Tags también se pueden incrustar en una tarjeta de plástico, un llavero, las paredes de un recipiente de plástico y embalajes especiales para resistir productos químicos de limpieza, calor o frío. La forma depende de la aplicación, pero el envase del transpondedor aumenta considerablemente el costo.

Las etiquetas pasivas pueden operar a baja frecuencia , alta frecuencia y ultra alta frecuencia. Baja frecuencia sistemas generalmente funcionan a 124 kHz, 125 kHz o 135kHz. A alta frecuencia los sistemas usan 13,56 MHz, y de ultra-alta frecuencia los sistemas de usan una banda, en cualquier lugar desde 860 MHz a 960 MHz. Algunos sistemas también utilizan 2,45 Ghz y otras zonas del espectro radioeléctrico.

2.3.3. Lector RFID

El lector es el encargado de enviar señales de radio con el fin de detectar las tarjetas o tags RFID en su entorno. Algunos lectores son lo suficientemente robustos como para contener y procesar la información, sin embargo, la mayoría hacen parte de una red, ya sea LAN o WAN; con el fin de obtener un mejor rendimiento del sistema. Los componentes físicos de un lector RFID son: una antena, la cual puede ser integrada o externa, una interfaz de red como un puerto serial RS-232 o un puerto Ethernet, un microprocesador, memoria, fuente de energía o batería y una interfaz de entrada y salida.

Tipos de lectores

Los lectores se pueden clasificar por su forma y tamaño, por los protocolos que soporta y por las regulaciones regionales.

- **Formas y tamaños:** Los lectores RFID difieren en formas y tamaños, desde los que miden 2 centímetros, que son los más sencillos, hasta los más robustos que pueden alcanzar uno o más metros. Pueden venir incorporados en dispositivos de mano, teléfonos, fijados en la pared, etc.

- **Estándares y protocolos:** los lectores soportan los mismos estándares y protocolos que los tags, aunque algunos lectores soportan múltiples protocolos de diferentes tags. Algunos lectores solo soportan tags de ciertos vendedores en particular.
- **Regulaciones regionales:** existen diferentes regulaciones en diferentes regiones alrededor del mundo en cuanto a niveles permitidos de potencia, las variaciones de frecuencia, etc., incluso cuando se aplican al mismo tipo de tag. Por ejemplo, existe el caso que un lector de UHF, lea el mismo tag a 915 MHz en los Estados Unidos y a 869 MHz en Europa. Sin embargo, existen organizaciones de estandarización trabajando con el fin de tener un estándar que opere a nivel mundial.

2.4. Aplicaciones de consumo y beneficios ²

La identificación por radiofrecuencia es una tecnología, lo que significa que no ofrece mucho valor por sí misma, sino que permite a las compañías desarrollar aplicaciones que crean el valor agregado. El Internet es otra tecnología que permite a las empresas comunicarse, colaborar, educar, vender, entretener y distribuir productos, RFID permite igualmente a las empresas hacer muchas cosas diferentes. La tecnología RFID se utiliza para identificar objetos o personas. Sus ventajas son que no requiere ninguna intervención humana, por lo general las etiquetas se pueden leer incluso cuando la esta no se enfrenta a un lector (las etiquetas no se pueden leer a través del metal y otros materiales), y la información puede ser transmitida a los ordenadores en tiempo real.

2.4.1. Seguimiento de activos

No es de extrañar que el seguimiento de activos sea uno de los usos más comunes de la tecnología RFID. Las empresas pueden poner etiquetas RFID en los activos que se pierden o roban con frecuencia, que son poco utilizados o que son difíciles de localizar en el momento que sea necesario. Casi cualquier tipo de sistema RFID se utiliza para la gestión de activos.

NYK Logistics, un proveedor de logística con sede en Secaucus, Nueva Jersey, le es necesario hacer un seguimiento de contenedores en el centro de distribución en Long Beach, California. Para ellos

² Tomado de (RFID Journal)

se eligió un sistema de localización en tiempo real que utiliza guías activas de RFID para localizar contenedores de 10 pies.



Figura 2: Centro de distribución NKY logistics

Air Canadá está ahorrando de millones de dólares cada año por el seguimiento de los carritos de alimentos utilizados en los aeropuertos de todo el mundo. Se optó por colocar transpondedores activos en los carros (los tags pasivos eran demasiado difíciles de leer en los carros de metal) y lectores en las entradas y salidas de las instalaciones de abastecimiento de todo el mundo. No sólo pierden menos carros y gastan menos tiempo y dinero haciendo un inventario, sino que también son capaces de controlar mejor el movimiento de los carros ya que siempre hay personas que necesitan carros en las estaciones de abastecimiento del aeropuerto.

3. Descripción y modo de operación del Hardware

3.1. Diagrama de bloques del sistema

El sistema propuesto para el control de préstamo y circulación de equipos utilizando la identificación por radiofrecuencia se muestra a continuación en la figura 3.

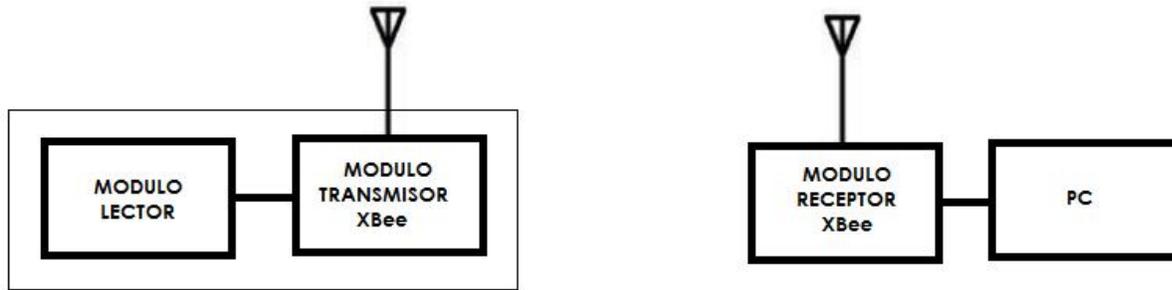


Figura 3: Diagrama de bloques del sistema

3.2. Diagrama esquemático del sistema a desarrollar

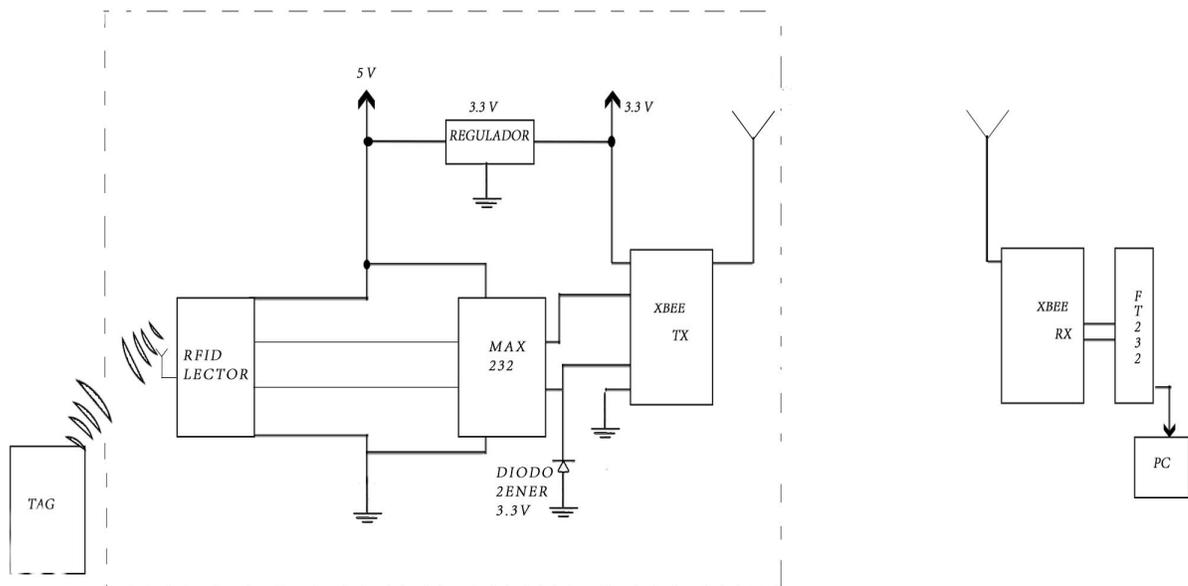


Figura 4: Diagrama esquemático del sistema

3.3. Descripción de los componentes de hardware

En esta parte se da una breve descripción de los componentes del sistema necesarios para llevar a cabo la implementación del sistema

3.3.1. Modulo de lector

El lector RFID es el encargado de leer el número de identificación de la etiqueta

➤ **Rol del lector en el sistema**

El lector utiliza su antena para enviar información digital codificada a la etiqueta RFID por medio de ondas de radiofrecuencia. Así este componente permite leer el número serial de la etiqueta RFID que se encuentre en su rango de alcance y envía la información con el número de la etiqueta al modulo transmisor Xbee para que los datos lleguen al PC.

➤ **Lector RFID empleado**

El lector RFID usado es el denominado ACG HF Mifare RFID reader³ de la compañía ACG. La figura 4 muestra el lector de RFID

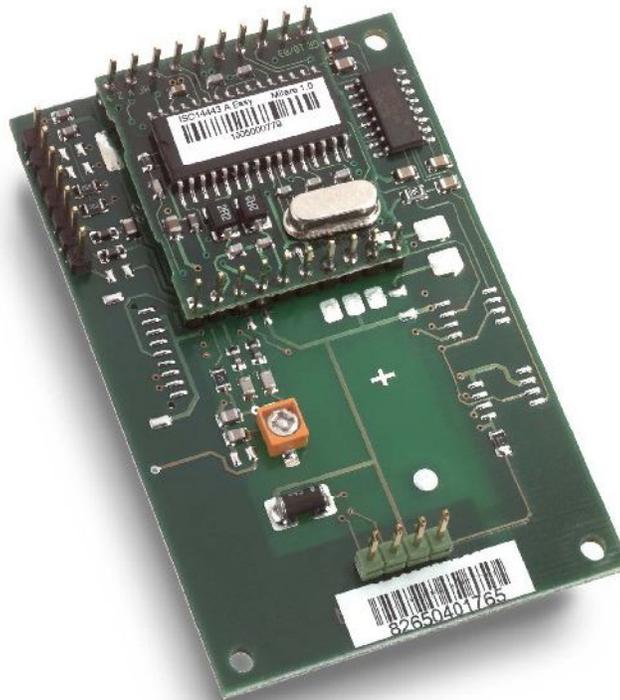


Figura 5: Lector RFID ACG Mifare

³ Nota: Para mayor información acerca del funcionamiento de la unidad de lectura ACG HF Mifare favor leer el manual adjunto en el CD de información.

El modulo compacto ACG HF Mifare es un dispositivo lector/escritor de proximidad sin contacto compatible con diversos dispositivos de RFID de la familia MIFARE® y el estándar ISO 14443. El módulo viene con una antena integrada y optimizada para una rápida y fácil integración en aplicaciones. Mediante el uso de la interfaz en serie el dispositivo puede ser conectado a un controlador o cualquier sistema o PC con facilidad

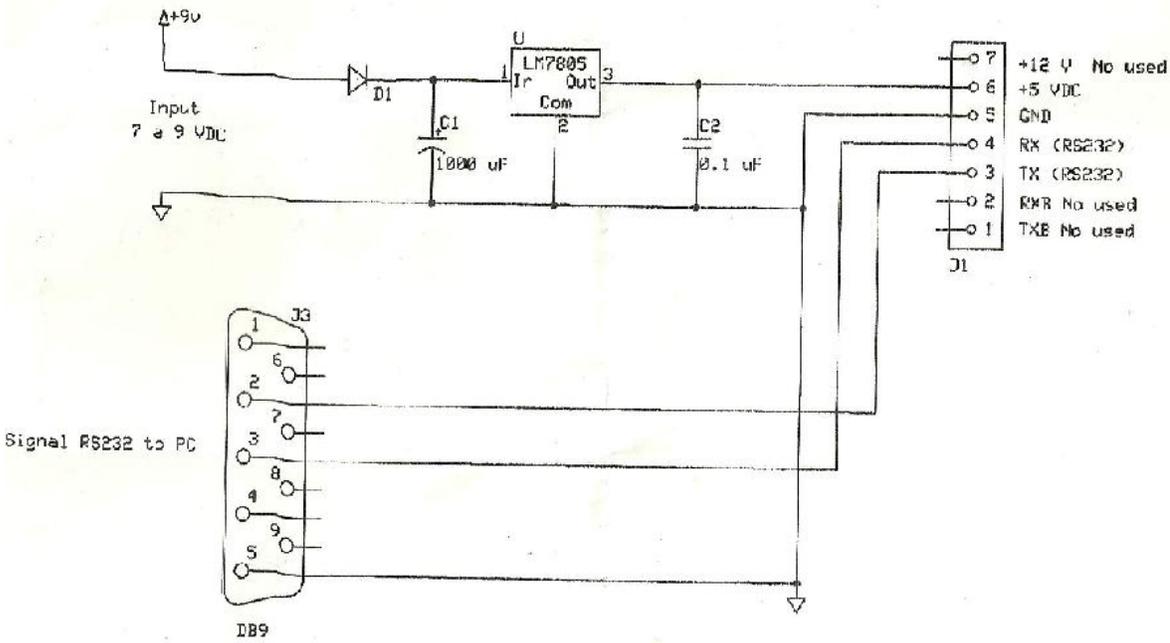


Figura6: Circuito Lector RFID ACG Mifare

El lector tiene, como puede verse en la figura5, 4 terminales usadas para su conexión, estas terminales son descritas en la tabla siguiente:

Pin	Nombre Pin	Tipo	Función
6	Vcc	Alimentación	Alimentación al circuito interno del lector (5V)
5	GND	Tierra	Tierra del sistema (GND).
4	RX	Recepción	Entrada serial.
3	TX	Transmisión	Salida serial. Interfaz de TTL, 9600bps 8 bits de datos no-paridad, un bit de parada.

Tabla 1: Descripción de terminales del lector RFID ACG Mifare

La alimentación del circuito será a través de cuatro baterías recargables, puesto que el sistema es inalámbrico, para permitir la movilidad entre los laboratorios.

En la tabla 2 se puede observar la información técnica del lector

Part Number	RDHC-0502N0-01		
RF Transmit Frequency	13.56MHz		
Supported Standards	ISO14443A		
Supported Tag-ICs	MIFARE® Standard MIFARE® 4k MIFARE® Pro X MIFARE® Ultralight MIFARE® DESFire (Serial No only)	SLE66R35 SLE44R35	ISO 14443A Tags
Host Communication	Point-to-Point		
Communications Interface	RS232 Serial Interface		
Communications Protocol	Specific ASCII and Binary Protocol		
Communications Parameter	9600 Bit/s to 57600 Bit/s, 8, N, 1		
Firmware Boot-Loader	no		
Software, Driver	API DLL		
Power Supply	5VDC ± 10% regulated		
Current Consumption	150 mA < 10mA at power down mode		
Reading distance	Up to 85mm, depending on tag and antenna		
RF Transmission Speed	106 kBit/s		
Antenna	Integrated		
Input/Output Connector	Bidirectional Read indicator LED, 1 I/O Port		
Size	(LxWxH): 70.0x45.0x12.1mm ± 1.0mm / 2.76x1.77x0.48 Inch ± 0.04 Inch		
Weight	16g ± 10% / 0.04 lb ± 10%		
Operating Temperature	-20°C to + 80°C / -4F to +176F		
Storage Temperature	-40°C to + 85°C / -40F to +185F		
Firmware Version	1.0		
Approvals/Compliances	EN 300 330, CE, FCC Part 15, RoHS compliant		

Tabla 2: Información técnica lector RFID ACG Mifare

Solamente una etiqueta debe ser mantenida cerca de la antena para lectura en cualquier momento. El uso de múltiples etiquetas en un mismo momento podría causar colisión entre etiquetas y confundir al lector. La distancia lectura puede variar ligeramente. Cuando una etiqueta transpondedor RFID válida es colocada dentro del rango del lector activo, por encima o por debajo de la caja que lo contiene, el ID (identificador) único será transmitido como una cadena de bytes ASCII. Toda comunicación es de 8 bits, no-paridad, 1 bit de stop. La tasa de baudios está configurada para 9600 bps (*bits por segundo*), una velocidad de comunicación estándar soportada por cualquier PC, y no puede ser cambiada.

➤ **Prueba de funcionamiento.**

Para probar la interface del modulo se deben seguir los siguientes pasos:

1. Conectar el modulo receptor Xbee al PC, en el sistema revisar que puerto serial le fue asignado.
2. Ingresar a hyperterminal
3. Crear una nueva conexión
4. Seleccione el puerto (COM1,COM2...)
5. Seleccione La configuración: 9600,8,N,1, NINGUNO
6. Conecte su lector al puerto asignado en el paso 1. Aplique el voltaje apropiado. Una cadena de caracteres ("Mifare V 0.14") es transmitida al PC por el lector. Esta cadena de caracteres muestra el firmware del lector
7. Pase un tag cerca del lector. Caracteres en código ASCII serán mostrado en la pantalla.

3.3.2. Unidad de comunicación inalámbrica

La unidad de lectura ACG Mifare es un lector de escritorio que se conecta al puerto serial del PC. Para un eficiente control del préstamo y circulación de los equipos, se requiere que el lector pueda trasladarse hasta las vitrinas donde se encuentran los equipos, además de a otros laboratorios que hacen parte del programa de Ingenierías Eléctrica y Electrónica. La solución, implementar una comunicación inalámbrica entre el PC y el modulo lector, utilizando los módulos de comunicación inalámbrica Xbee y otros accesorios de la misma marca que interviene en el proceso de comunicación garantizando la conexión.

Esta unidad de comunicación inalámbrica está compuesta por:

3.3.2.1. Módulos de comunicación Xbee



Figura 7: Módulos de comunicación Xbee

Estos módulos proveen la comunicación punto a punto desde el lector hasta el PC.

En la siguiente tabla podemos encontrar la información técnica:

Platform	XBee® 802.15.4 (Series 1)	XBee-PRO® 802.15.4 (Series 1)	XBee-PRO® XSC
Performance			
RF Data Rate	250 kbps	250 kbps	10 kbps / 9.6 kbps
Indoor/Urban Range	100 ft (30 m)	300 ft (100 m)	Up to 1200 ft (370 m)
Outdoor/RF Line-of-Sight Range	300 ft (100 m)	1 mi (1.6 km)	Up to 6 mi (9.6 km)
Transmit Power	1 mW (+0 dBm)	60 mW (+18 dBm)*	100 mW (+20 dBm)
Receiver Sensitivity (1% PER)	-92 dBm	-100 dBm	-106 dBm
Features			
Serial Data Interface	3.3V CMOS UART	3.3V CMOS UART	3.3V CMOS UART (5V Tolerant)
Configuration Method	API or AT Commands, local or over-the-air	API or AT Commands, local or over-the-air	AT Commands
Frequency Band	2.4 GHz	2.4 GHz	902 MHz to 928 MHz
Interference Immunity	DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)	DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)	FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)
Serial Data Rate	1200 bps - 250 kbps	1200 bps - 250 kbps	1200 bps - 57.6 kbps
ADC Inputs	(6) 10-bit ADC inputs	(6) 10-bit ADC inputs	None
Digital I/O	8	8	None
Antenna Options	Chip, Wire Whip, U.F.L., & RPSMA	Chip, Wire Whip, U.F.L., & RPSMA	Wire Whip, U.F.L., RPSMA
Networking & Security			
Encryption	128-bit AES	128-bit AES	No
Reliable Packet Delivery	Retries/Acknowledgments	Retries/Acknowledgments	Retries/Acknowledgments
IDs and Channels	PAN ID, 64-bit IEEE MAC, 16 Channels	PAN ID, 64-bit IEEE MAC, 12 Channels	PAN ID, 32-bit Address, 7 Channels
Power Requirements			
Supply Voltage	2.8 - 3.4VDC	2.8 - 3.4VDC	3.0 - 3.6VDC
Transmit Current	45 mA @ 3.3VDC	215 mA @ 3.3VDC	265 mA typical
Receive Current	50 mA @ 3.3VDC	55 mA @ 3.3VDC	65 mA typical
Power-Down Current	<10 uA @ 25° C	<10 uA @ 25° C	45 uA pin Sleep

Tabla 3: Información técnica módulos XBEE

3.3.2.2. Tarjeta XBee Explorer

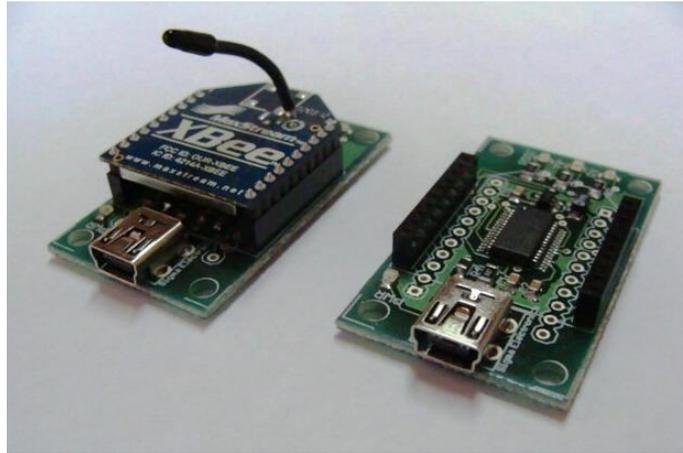


Figura 8: Tarjeta Xbee Explorer

Esta tarjeta basa su funcionamiento en la conversión USB a Serial, donde las líneas seriales van conectadas a las del Xbee, para formar el modulo de recepción. Solo necesita conectarse el módulo en su base y conectar el cable USB al PC, de esta manera ya se tendrá acceso a los pines seriales y de programación del módulo. Para conectar la tarjeta al PC puede utilizarse el cable MINI USB.

3.3.2.3. Tarjeta adaptadora XBee



Figura 9: Tarjeta adaptadora Xbee

Esta tarjeta es un adaptador para conectar los módulos XBee a una protoboard. El espaciado entre pines de la capa superior es de 0.079" (2.00mm) y el de la capa inferior es de 0.1" (2.54mm). La capa superior tiene 2 regletas hembra de 10 pines cada una, separadas entre si 0.866" (22mm) y la

capa inferior tiene 2 regletas macho de 10 pines cada una, separadas entre si 0.5" (12.7mm). La función de esta tarjeta es facilitar la implementación del modulo XBee transmisor en el circuito.

4. Manual de usuario para el Software

4.1. Instalación

Para lograr una instalación exitosa del sistema de control y préstamo de equipos, debemos primero instalar los controladores del modulo de comunicación inalámbrica, ya que son los que se encargan del manejo de la comunicación entre el lector y el computador. Además de los requerimientos del software EquipmentRegister para el equipo.

4.1.1. Instalación controladores tarjeta exploradora XBee

Para la instalación de la tarjeta controladora del modulo de recepción, debemos conectarla al computador en un puerto USB y aparecerá la siguiente pantalla

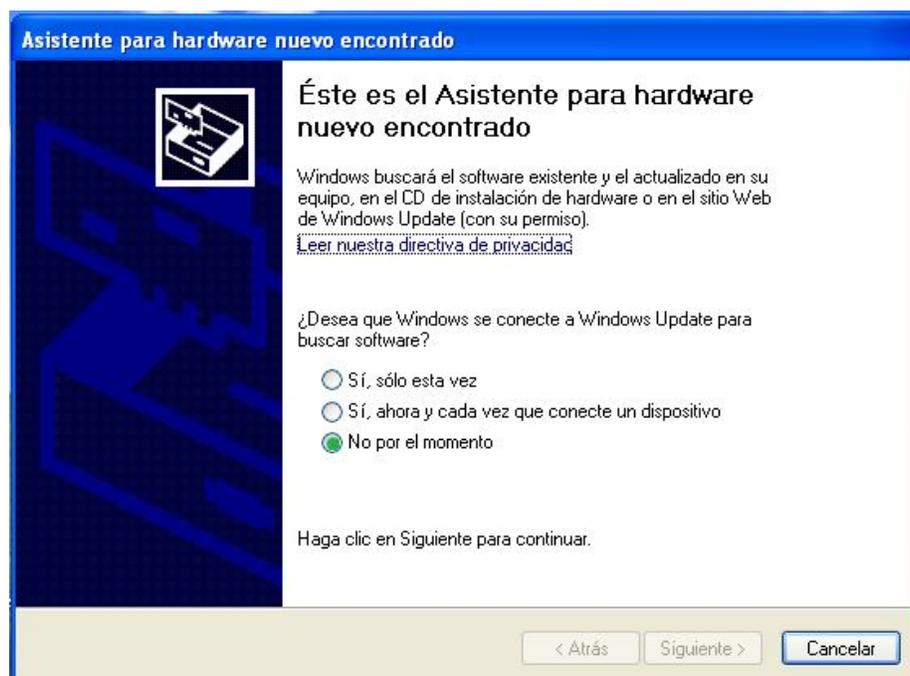


Figura 10: Instalación de la tarjeta controladora. Paso 1

Seleccione “No por el momento” y de clic en siguiente.

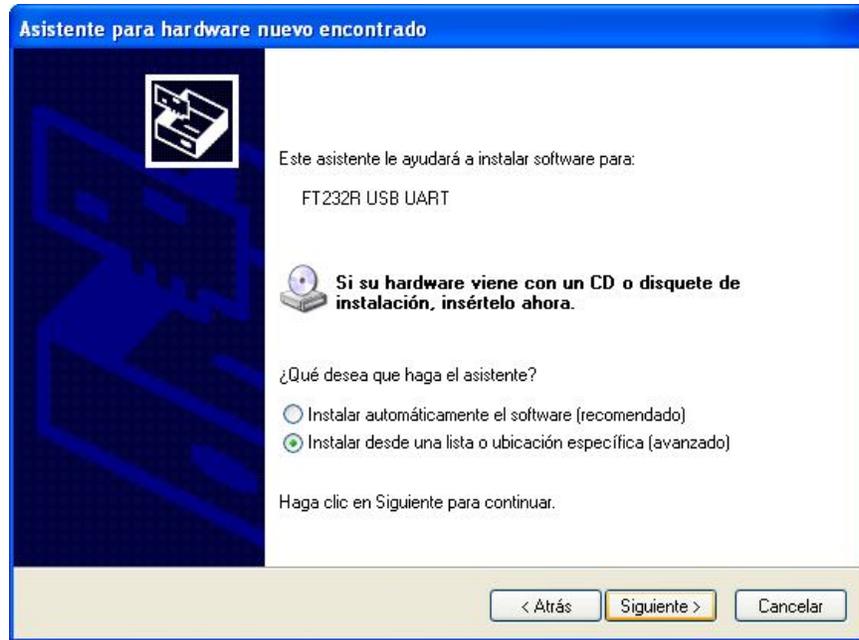


Figura 11: Instalación de la tarjeta controladora. Paso 2

Seleccione “instalar desde una lista o ubicación específica (avanzado)” y de clic en siguiente.

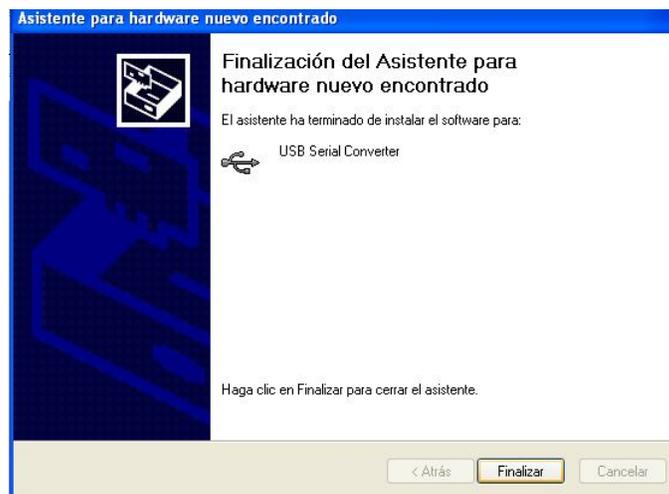


Figura 12: Instalación de la tarjeta controladora. Paso 3

Presione finalizar. Y está instalado el driver de “USB serial converter”. Inmediatamente después aparecerá nuevamente el asistente de instalación para configurar el puerto serial:



Figura 13: Instalación de la tarjeta controladora. Paso 4

Seleccione “instalar desde una lista o ubicación específica (avanzado)” y de clic en siguiente.

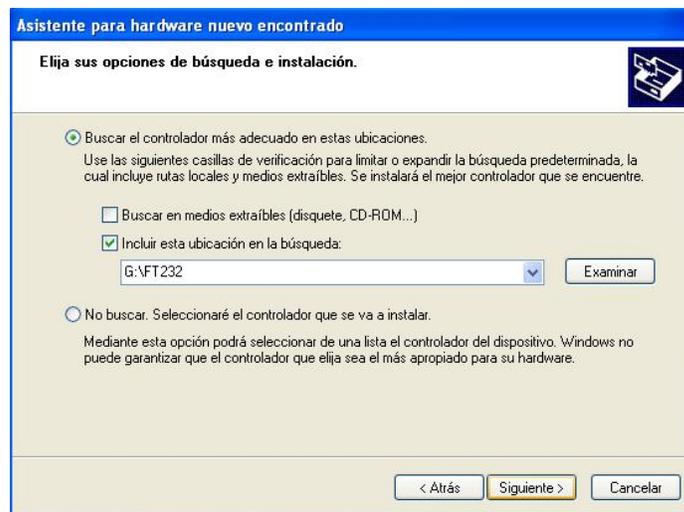


Figura 14: Instalación de la tarjeta controladora. Paso 5

Seleccione la opción “Incluir esta ubicación en la búsqueda” dando clic en examinar elija la carpeta FT232 que está en el CD de instalación. De clic en siguiente. Aparecerá la siguiente pantalla (Figura13) seleccione continuar



Figura 15: Instalación de la tarjeta controladora. Paso 6

Haga clic en finalizar. Y esta listo el puerto serial.



Figura 16: Instalación de la tarjeta controladora. Paso 7

4.1.2. Instalación software EquipmentRegister

4.1.2.1. Requerimientos del software:

- Sistema Operativo: Windows XP Service Pack 3 o Superior

Se puede obtener desde el archivo: WindowsXP-KB936929-SP3-x86-ESN.exe en la carpeta "Aplicación de registro" del CD de instalación. Si en la instalación se pide el windows installer, este se obtiene con el archivo: WindowsInstaller-KB893803-v2-x86.exe en la misma carpeta

- Acceso a internet solo para la instalación. El programa de instalación debería descargar todas las demás dependencias. En caso de que no haya conexión a internet se pueden descargar manualmente desde la URL:

<https://65.55.21.250/downloads/en/details.aspx?FamilyID=9cfb2d51-5ff4-4491-b0e5-b386f32c0992>

4.1.2.2. Proceso de instalación

Luego de verificar los requerimientos del software, el paso siguiente es ir a la carpeta "Aplicación de registro", "instaladores" y dar doble clic en el icono setup



Entonces aparecerán las siguientes pantallas,

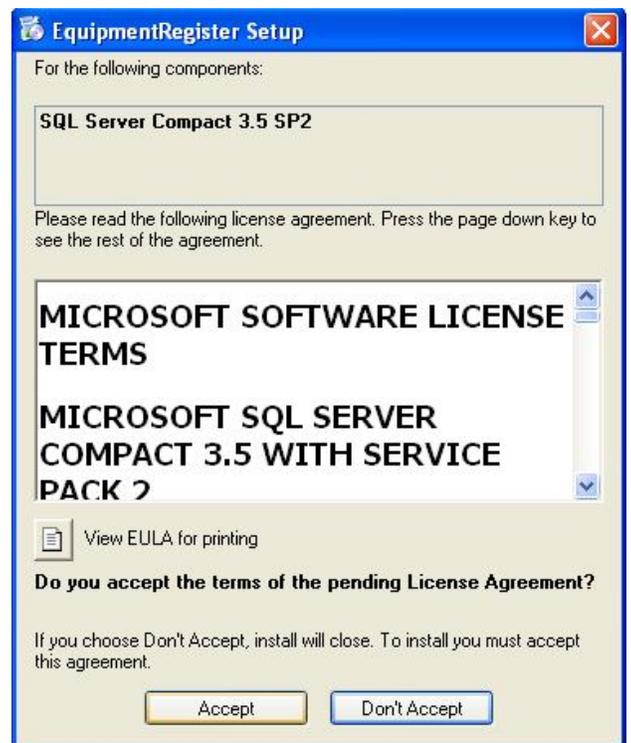
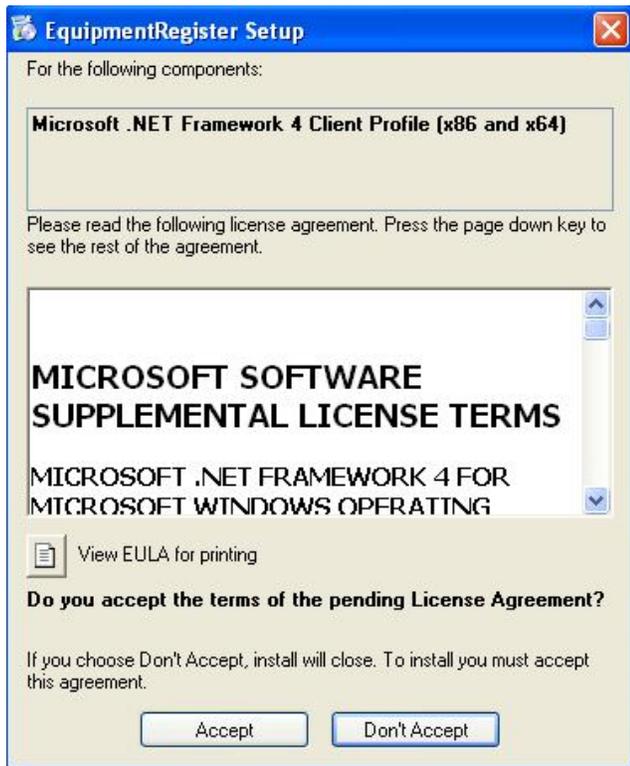


Figura 17: Pantallas de instalación Microsoft .NET

Seleccionar aceptar en ambas, lo que le arrojará la siguiente plantilla:

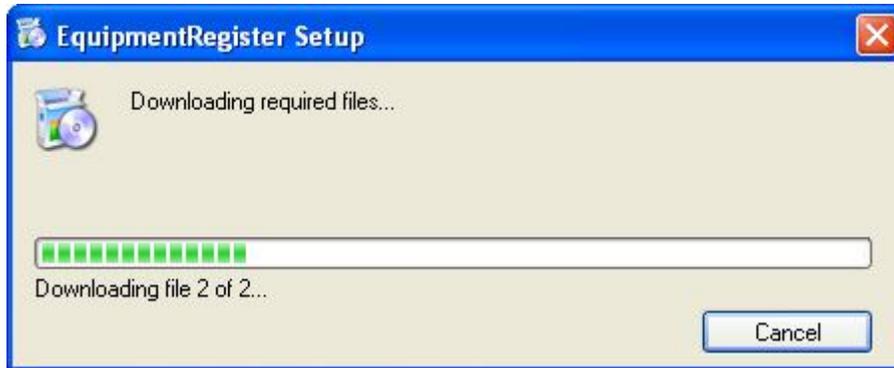


Figura 18: Pantalla de muestra del proceso de descarga

A continuación mostrara el siguiente mensaje de advertencia:

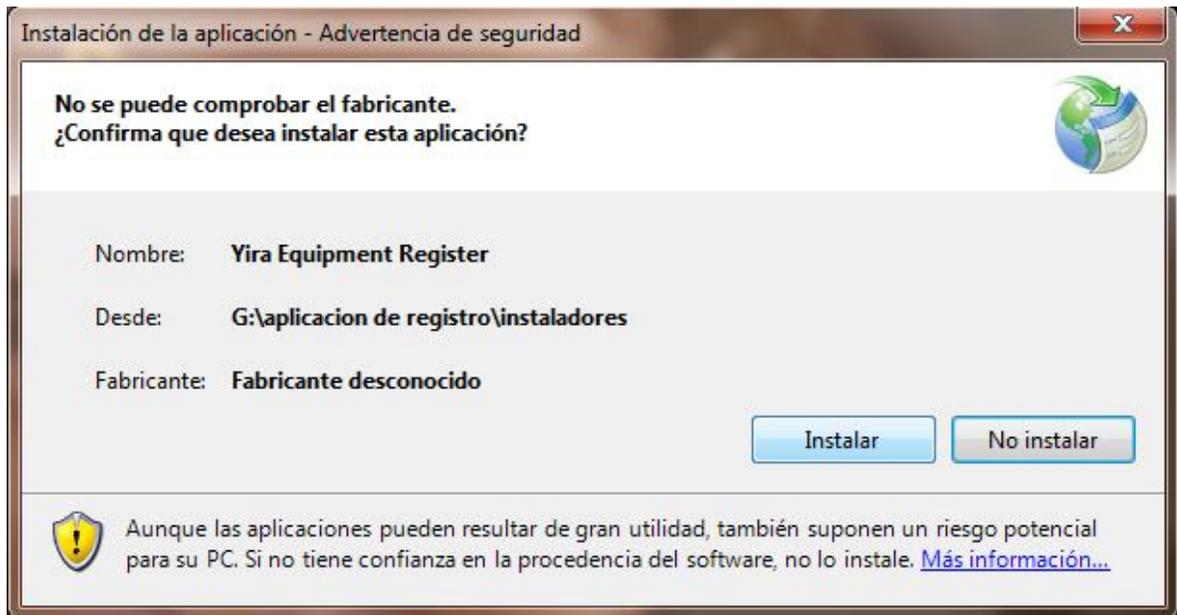


Figura 19: Mensaje de advertencia

Presionar instalar, aparecerá la siguiente pantalla. Seleccionar Yes, para que se reinicie el PC y seguir con la instalación.



Figura 20: pantalla de reinicio

Después de reiniciar el PC, el programa aparecerá en menú de Windows.

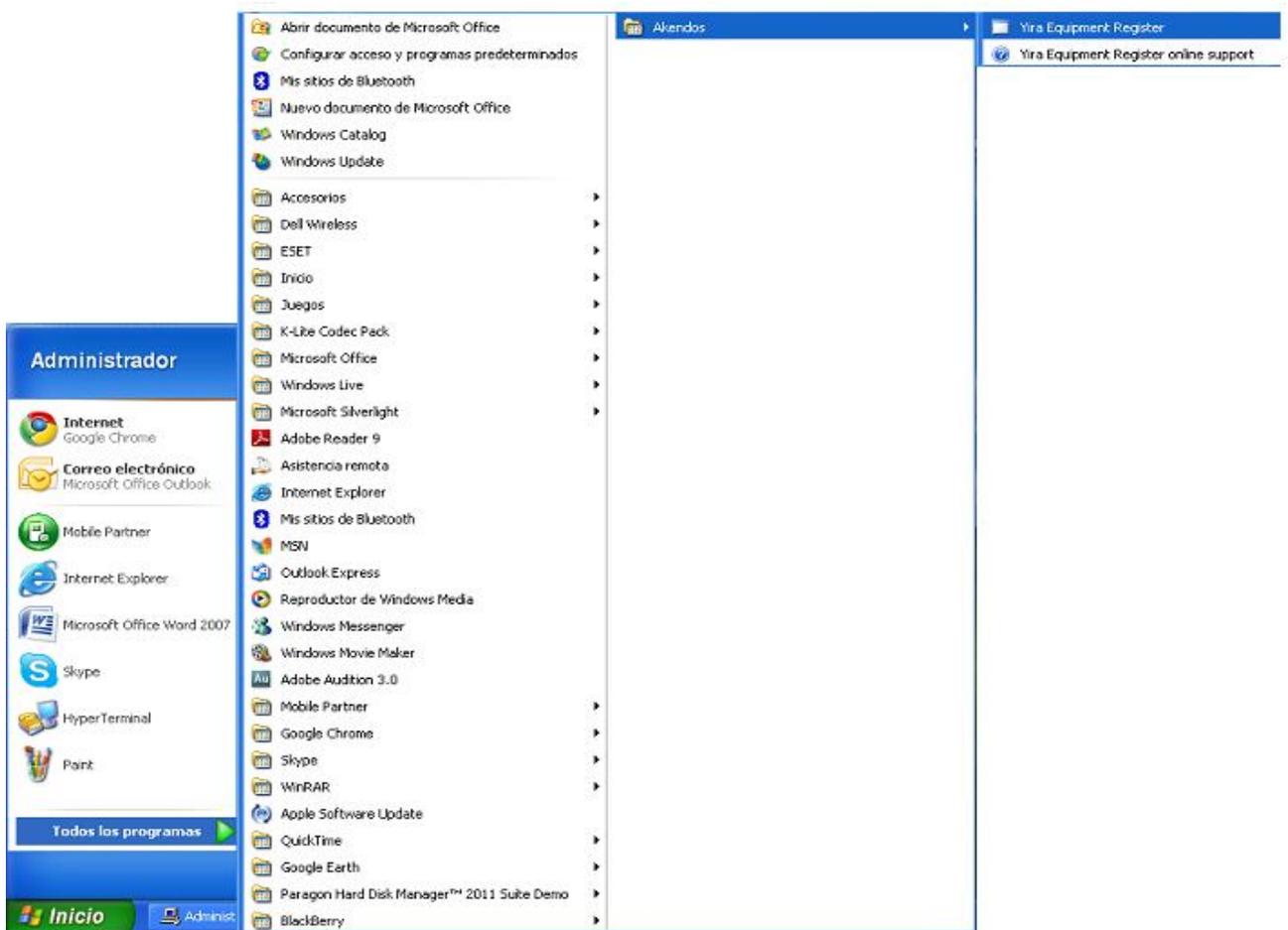


Figura 21: Ruta de acceso al programa

4.2. Ingreso software EquipmentRegister

Al seleccionar el programa del menú de Windows aparece la siguiente pantalla, donde elegimos el puerto serial que vamos a utilizar y damos clic en aceptar



Figura 22: Selección del puerto serial

4.3. Inicio software EquipmentRegister

Al seleccionar el puerto serial que se utilizará, aparece la pantalla inicial del software. Aquí aparecen los módulos del sistema de préstamos que explicaremos detalladamente a continuación.

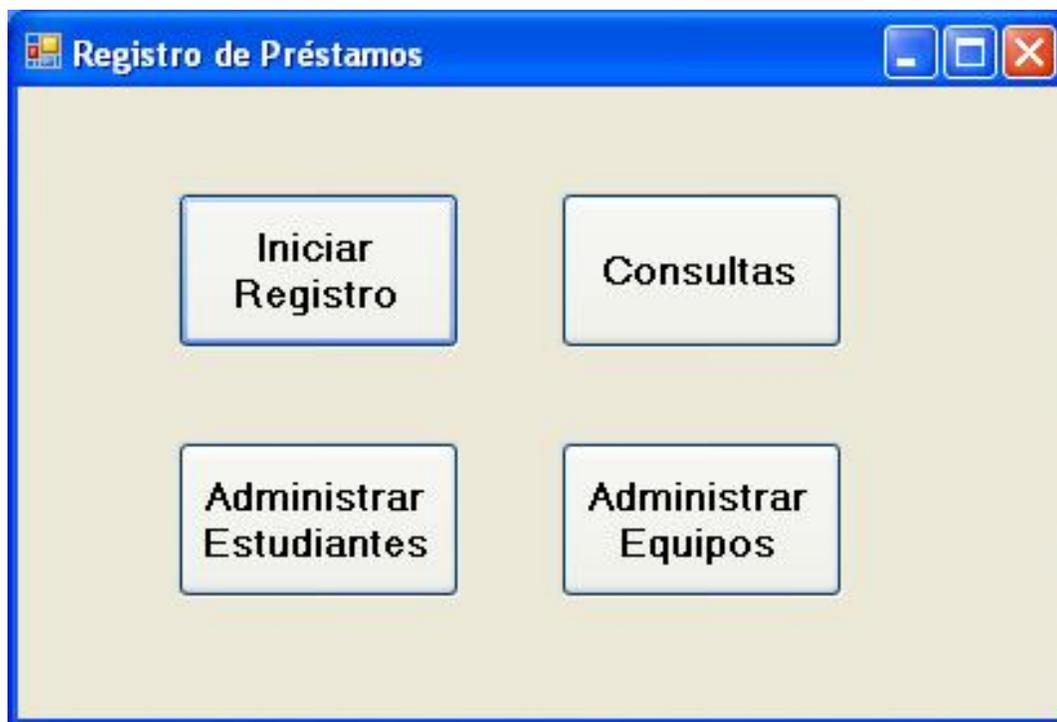


Figura 23: Pantalla inicio del software

4.4. Modulo de administración

En el modulo de administración el usuario podrá agregar, modificar, activar, desactivar y dar de baja tanto equipos como estudiantes. Este posee dos campos que deben ser escogidos por el usuario. Estos son equipos y estudiantes

4.4.2. Administrar estudiantes

1. Al elegir la opción administrar estudiantes aparece la siguiente ventana donde debemos seleccionar crear nuevo para agregar un estudiante a la base de datos y asignarle una tarjeta.

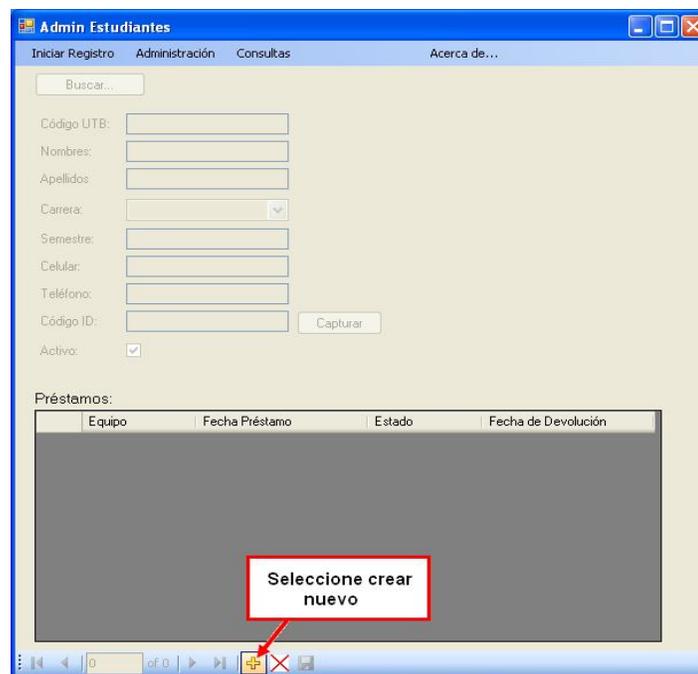


Figura 24: Administrar estudiantes inicio

2. Llene los datos del estudiante tal como aparece en la figura 23 teniendo en cuenta los campos obligatorios

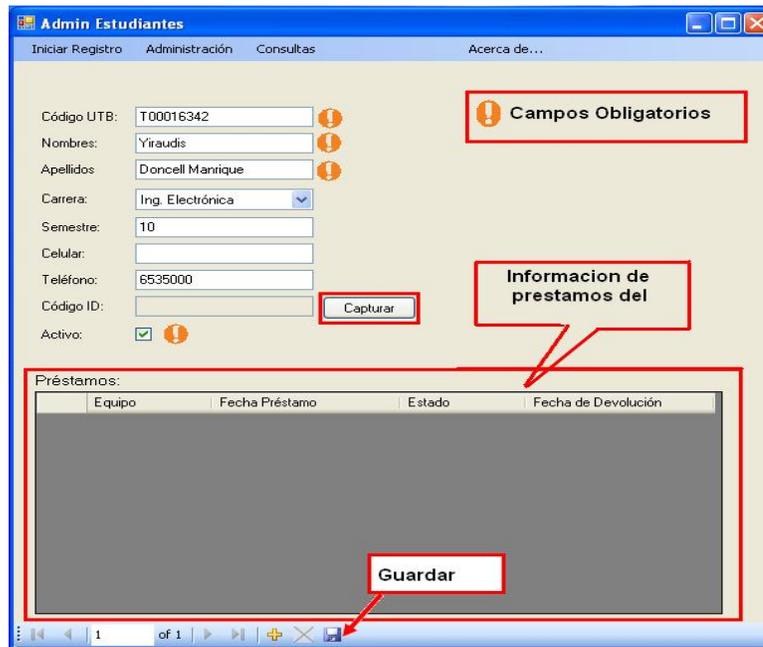


Figura 25: Administración de estudiantes descripción

3. Para Asignar una tarjeta o tag a este estudiante oprima el botón “capturar” que aparece al lado de código ID y pasar la tarjeta cerca del lector, en ese campo aparecerá un código de 8 dígitos. Al terminar, hacer clic en guardar.
4. Recibirá un mensaje de confirmación de que el estudiante ha sido agregado con éxito.

4.4.3. Administrar equipos

Al igual que en el modulo anterior, debemos seleccionar administrar equipos y aparece la siguiente pantalla, seleccione el botón “crear nuevo”

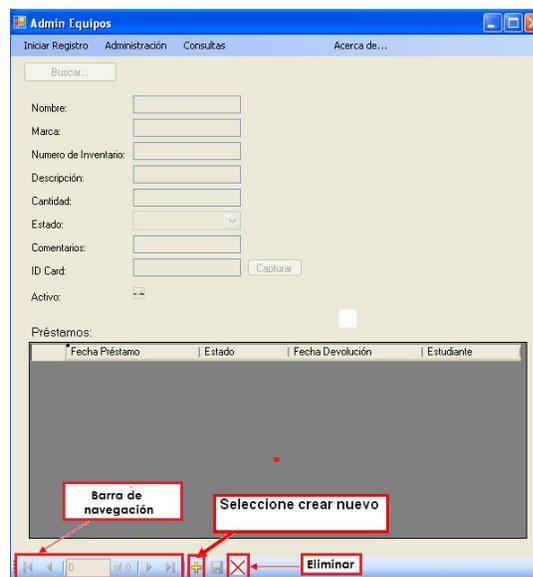


Figura 26: Administración de equipos

Después llene los datos del equipo, teniendo en cuenta los campos obligatorios

The screenshot shows the 'Admin Equipos' application window. The form contains the following fields:

- Nombre: Multímetro Digital (with a red exclamation mark icon)
- Marca: Fluke
- Numero de Inventario: 31653 (with a red exclamation mark icon)
- Descripción: Electronico
- Cantidad: 1
- Estado: Bueno (dropdown menu)
- Comentarios: Referencia 187
- ID Card: (empty field with a 'Capturar' button next to it)
- Activo: (with a red exclamation mark icon)

Annotations in the image:

- A red box labeled 'Campos Obligatorios' points to the 'Nombre' and 'Numero de Inventario' fields.
- A red box labeled 'Información de prestamos del Equipo' points to the 'Préstamos' table.
- A red box labeled 'Guardar' points to the 'Capturar' button.

The 'Préstamos' table has the following columns: Fecha Préstamo, Estado, Fecha Devolución, and Estudiante. The table is currently empty.

Figura 27: Administración de equipos descripción

Para asignar una tarjeta o tag a este equipo oprima el botón "capturar" que aparece al lado de código ID y pasar la tarjeta cerca del lector, en ese campo aparecerá un código de 8 dígitos. Al terminar, hacer clic en guardar. Así el equipo queda guardado

4.5. Modulo de préstamo y devolución

Para realizar préstamos y devoluciones es estrictamente necesario presentar la tarjeta RFID al auxiliar del laboratorio, el usuario de control deberá hacer clic en el botón iniciar registro. Para realizar el préstamo, tanto el estudiante como el equipo deben estar ingresado en la base de datos y aparecer activos en el sistema, de lo contrario el programa arroja una advertencia de inexistencia "Código no Registrado en la base de datos! Verifique que existe y esta activo..." en

la parte inferior de la ventana. A continuación se observa la plantilla de préstamos y devoluciones.

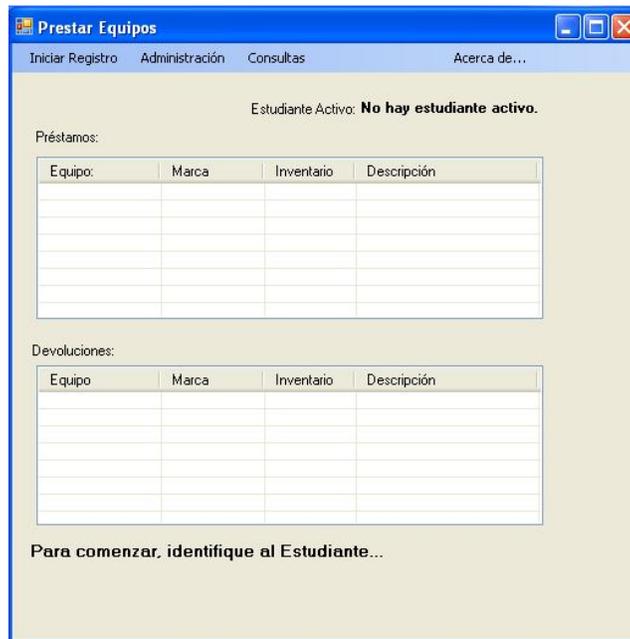


Figura 28: Modulo de administración

4.5.1. Prestamos

Para comenzar el préstamo debe pasar la tarjeta por el lector. Una vez identificado el estudiante procedemos a pasar las tarjetas de los equipos los cuales van apareciendo en pantalla.

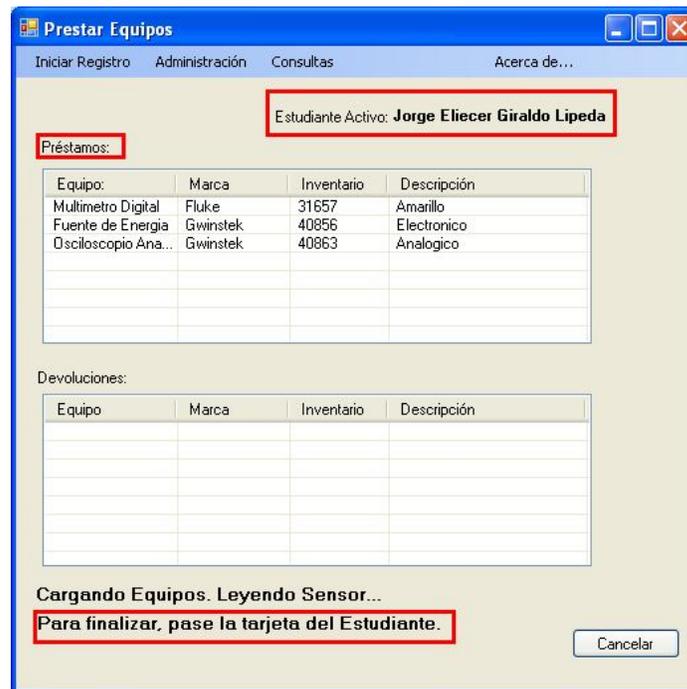


Figura 29: Modulo de administración, prestar equipos

Para cerrar la sesión de préstamos se debe pasar nuevamente la tarjeta del estudiante. Y aparece la siguiente pantalla.

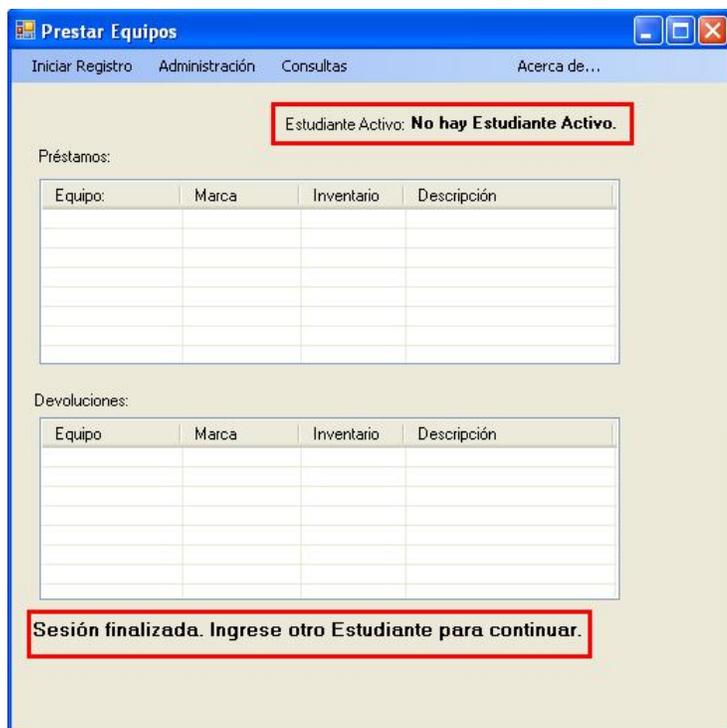


Figura 30: Modulo de administración, prestar equipos sesión finalizada

4.5.2. Devoluciones

Las devoluciones son automáticas, una vez realizado el préstamo de los equipos, para devolverlos se debe pasar la tarjeta del estudiante y luego la de los equipos y aparecerán éstos en la ventana de devoluciones. Para finalizar la sesión de devoluciones debe pasar nuevamente la tarjeta del estudiante.

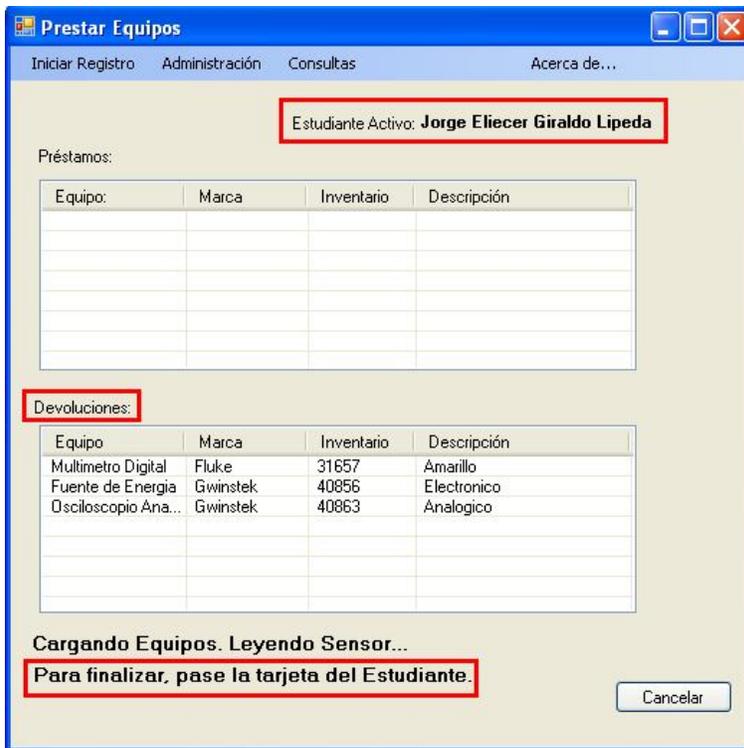


Figura 31: Modulo de administración, devoluciones de equipos

4.5.3. Posibles mensajes de advertencia.

1. No se puede prestar un equipo que ya este prestado. Mensaje de advertencia **“Este equipo no está disponible o se encuentra prestado”**
2. No se puede iniciar una sesión de préstamo antes de finalizar la anterior pasando al final la tarjeta del estudiante. Mensaje de advertencia: **“Debe finalizar la sesión actual antes de comenzar otra...”**
3. Para poder realizar el préstamo de equipos el estudiante debe estar registrado en la base de datos y además estar activo. Mensaje de advertencia **“Código no registrado en la base de datos! Verifique que existe y esta activo...”**

4.6. Modulo de consultas

Todos los movimientos que se realicen en los módulos de administración (agregar, activar, desactivar y eliminar) de equipos y estudiantes, y en el modulo de registro (prestamos y devoluciones) quedaran registrados en el modulo de consulta.

El usuario del programa Equipment Register puede revisar, en este modulo, el estado de los equipos, los estudiantes registrados, estudiantes activos, los equipos inventariados, entre otros.

A continuación podemos ver los campos de consulta:

4.6.1. Consulta de presamos

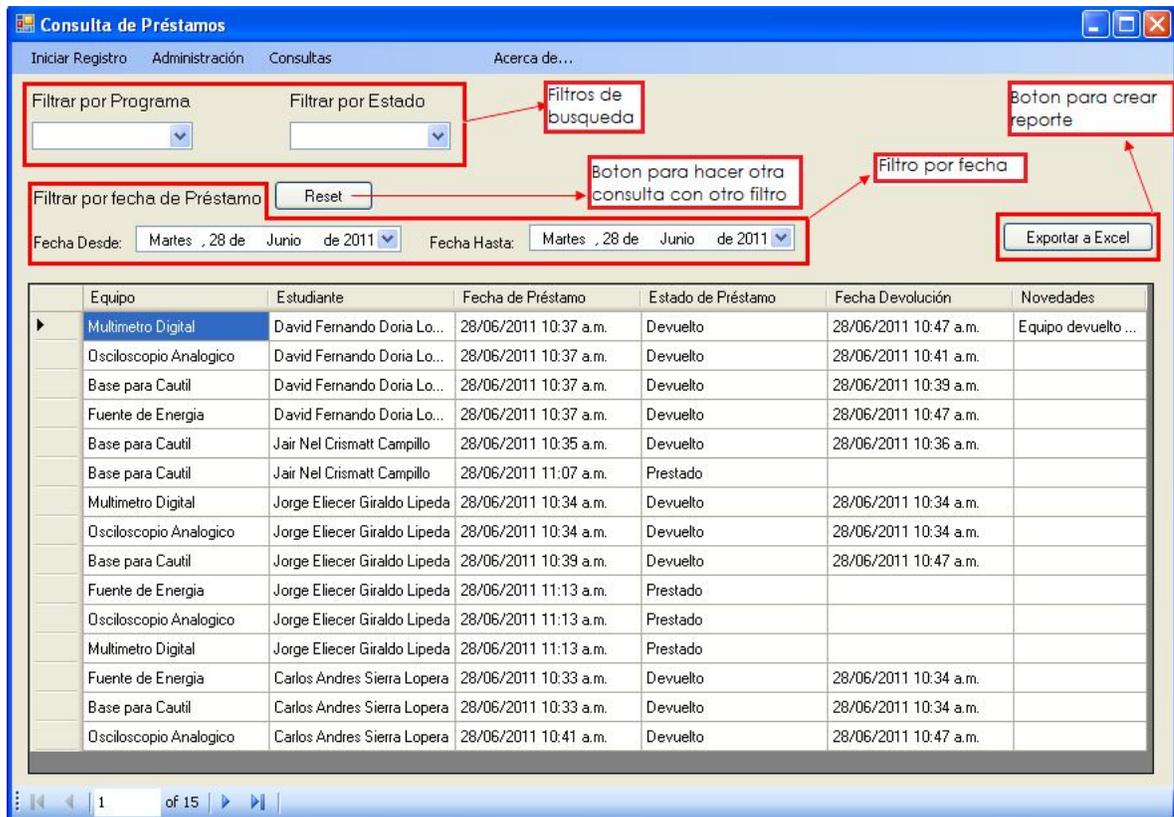


Figura 32: Modulo de consultas, Prestamos

Para realizar una consulta especifica de los préstamos realizados, se deben utilizar los diferentes filtros. Por programa (Ing. Eléctrica, Electrónica, Mecatrónica y de sistemas), por estado (prestado y devuelto) y por fecha de préstamo. Si ya se realizó una consulta utilizando alguno de los filtro anteriores, oprimir el botón Reset para utilizar otro filtro. Para generar un reporte de los prestamos, el usuario debe escoger el filtro deseado y hacer clic en el botón "Exportar a Excel". Los archivos serán direccionados al disco C:/reporte_equipos.xls. Se debe tener en cuenta al exportar el archivo hay que cambiarle el nombre y colocarle la fecha.

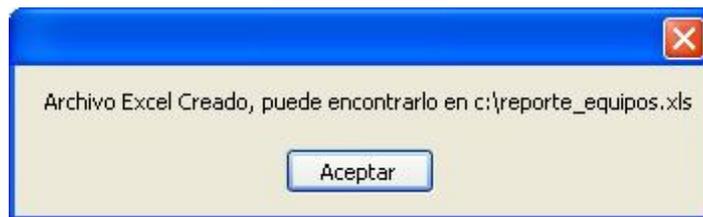


Figura 33: Mensaje de confirmación de exportación a Excel.

La consulta por préstamo tiene una columna especial llamada NOVEDADES, dando doble clic en cualquiera de las columnas accedemos a la plantilla que aparece a continuación

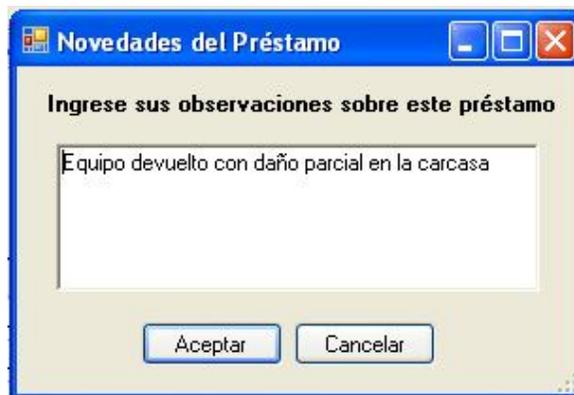


Figura 34: Novedades

Donde quedara registrado cualquier tipo de incidente en los equipos, tales como: daños en la carcasa, daños internos, pérdida total del equipo entre otros.

4.6.2. Consulta de estudiantes

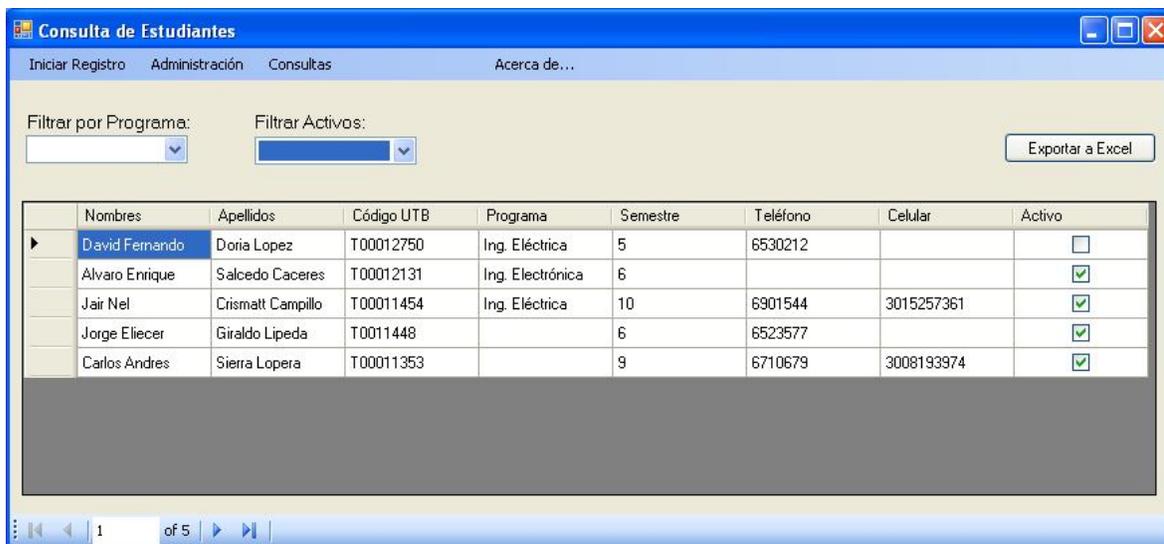


Figura 35: Modulo de consultas estudiantes

La consulta por estudiante tiene dos filtros, por programa (Ing. Eléctrica, Electrónica, mecatronica y de sistemas) y por activos (activos, inactivos, ambos). Al igual que en todos los módulos de consulta, este modulo tiene un botón para exportar los archivos a Excel.

4.6.3. Consulta de equipos

	Nombre	Número de Inventario	Estado	Comentarios	Cantidad	Marca	Descripción	Activo
▶	Multimetro Digital	31657			1	Fluke	Amarillo	<input checked="" type="checkbox"/>
	Generador de Fu...	42838			1	Gwinstek		<input type="checkbox"/>
	Osciloscopio Ana...	40863			1	Gwinstek	Analogico	<input checked="" type="checkbox"/>
	Base para Cautil	32349			1	Generico	Metalico	<input checked="" type="checkbox"/>
	Fuente de Energia	40856			1	Gwinstek	Electronico	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 36: Modulo de consultas, Equipos

Esta consulta solo tiene el filtro activos (activos, inactivos y ambos). En este módulo también se exportan los archivos hasta Excel.

5. Conclusiones

Se logro implementar un sistema para el control, préstamo y circulación de equipos con tecnología RFID, el cual era el objetivo principal de esta monografía. Es un sistema funcional, sencillo y de bajo costo, que da respuesta a la necesidad planteada.

El software llamado Equipment Register creado en la herramienta Microsoft .NET y C# tiene una interfaz muy intuitiva, lo que implica un manejo sencillo por parte del usuario de todos los módulos incluidos en el programa. Este software ayuda a no solo al control de préstamos de equipos sino que también puede generar reportes estadísticos del uso de los equipos de los préstamos y de los estudiantes, además de que se tiene una base de datos de los equipos inventariados. Este programa puede ser sujeto a cambios puesto que el código se dejó abierto para tal fin.

En el desarrollo de este proyecto se presentaron algunos retos: Los Tags adquiridos previamente por la universidad son de tipo pasivo y son incompatibles con los elementos metálicos, la solución planteada fue ubicar las tarjetas amarradas con un cable plástico a los equipos a manera de "llavero" para evitar dificultades. En algunos equipos no hay forma de amarrarles las tarjetas, entonces se le asigno una tarjeta que tiene incluido el código de inventario del equipo, y estará a cargo del auxiliar del laboratorio.

Los sistemas de control de inventario con tecnología RFID aprovechan al máximo las mejoras en el diseño y producción de microcircuitos, la informática, el internet y otras tecnologías mecánicas, esta nueva tecnología, tiene por objeto establecer a gran escala una infraestructura para la fusión de datos, información y objetos físicos. Esto creará un nuevo mundo físico de red similar al internet. Esto abre mucho mas el campo de aplicación, y en nuestra universidad podemos implementar esta tecnología en el acceso vehicular, en el control de acceso a estudiantes y personal que labora en la institución, acceso a las distintas instalaciones del campus como laboratorios y salas de informática, y control del inventario de activos de la universidad que son susceptibles a robos y perdidas. Como mejora técnica del equipo, se sugiere la implementación de un sistema de comunicaciones basado en ETHERNET. Espero que esta monografía pueda utilizarse para la implementación de estas aplicaciones

6. Bibliografia

- **Fundamentals and application in contactless smart cards and identification = RFID HANDBOOK** / aut. Finkenzeller Klaus / ed. Atrium The. - Chinchester : John Wiley & Sons Ltd, 2003. - Second.
- **Design and optimization of passive UHF RFID Systems**/aut. Jari pascal, Michel Declerq, Catherine Dehoilain, Norbert Joehl/ ed. Springer, 2007 – First
- **Global rfid-the value of the EPCglobal network for supply chain management**/aut. EdmundW. Schuster, Dr. David L. BrockDr. Stuart Allen/ ed. Springer, 2007 – First
- **RFID Journal.com** The History of RFID Technology.2011
- **RFIDmagazine.com**. Conozcamos el tag RFID. 2011