

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TRABAJO PROFESIONAL

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

QUE PRESENTA:

LOPEZ GOMEZ CARLOS ALBERTO

CON EL TEMA:

**“SISTEMA DE INVENTARIOS CON CONTROL
RFID PARA CONTROLAR EL INVENTARIO DE
EQUIPOS DEL POLO TECNOLÓGICO
NACIONAL EN BIOCOMBUSTIBLES Y
SERVICIOS ANALÍTICOS”**

MEDIANTE:

**TITULACIÓN INTEGRAL
(T.I.)**

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS

MARZO 2014

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	04
RESUMEN	05
1. ANTECEDENTES	06
2. PROBLEMÁTICA A RESOLVER	06
3. ESTADO DEL ARTE	07
3.1 SISTEMA DE INVENTARIO CON RFID PARA LIVERPOOL	07
3.2 CONTROL DE ENTRADA Y SALIDA DE LAPTOPS	10
4. JUSTIFICACIÓN	12
5. OBJETIVOS	13
5.1 OBJETIVO GENERAL	13
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
6. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE SE PARTICIPÓ	13
6.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	13
6.2 CROQUIS DE UBICACIÓN	14
6.3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	14
6.4 ORGANIGRAMA	14
7. PROBLEMAS A RESOLVER PRIORIZÁNDOLOS	15
8. ALCANCES Y LIMITACIONES	15
8.1 ALCANCES	15
8.2 LIMITACIONES	15
9. FUNDAMENTO TEÓRICO	16
9.1 MARCOTEÓRICO CONCEPTUAL	16
9.1.1 RFID	16
9.1.2 TIPOS DE RFID	16
9.1.3 TAGS RFID	17
9.1.4 CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE DATOS	19
9.1.5 LECTORES RFID	20
9.1.6 OPERACIÓN BÁSICA DE UN LECTOR RFID	21
9.1.7 EL ESTÁNDAR EPC	22
9.1.8 EPC: CÓDIGO ELECTRÓNICO DE PRODUCTO	23
9.1.8.1 EL FORMATO EPC	23

9.2 MARCOTEÓRICO TÉCNICO	26
9.2.1 LENGUAJE C#	26
9.2.2 MICROSOFT SQL SERVER	26
9.2.3 MC9090– G LECTOR RFID DE MANO	26
9.2.4 ETIQUETA EPC GEN 2	27
10. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	28
11. RESULTADOS, PLANOS, GRÁFICAS, PROTOTIPOS Y PROGRAMAS	31
12. CONCLUSIONES	38
13. RECOMENDACIONES	38
14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. DISPOSITIVOS RFID MOTOROLA	09
FIGURA 2. INVENTARIO EN LIVERPOOL	10
FIGURA 3. SISTEMA PARA LA CONAVI	11
FIGURA 4. CROQUIS	15
FIGURA 5. ORGANIGRAMA	15
FIGURA 6. COMUNICACIÓN ENTRE TAG, LECTOR Y HOST (COMPUTADORA CENTRAL)	17
FIGURA 7. ETIQUETA RFID	18
FIGURA 8. CIRCUITO INTELIGENTE DE UNA ANTENA	19
FIGURA 9. DIFERENTE DISEÑOS DE ANTENAS	20
FIGURA 10. LECTORES SYMBOL XR400 FIJO Y MC9000-G DE MANO	22
FIGURA 11. LECTOR FIJO SETEADO PARA LEER ETIQUETAS AUTOMATICAMENTE	23
FIGURA 12. CREDENCIAL DE REGISTRACIÓN CON CHIP RFID	24
FIGURA 13. FORMATO DEL CÓDIGO DE PRODUCTO ELECTRÓNICO	25
FIGURA 14. FLUJO DE LA INFORMACIÓN	26
FIGURA 15. LECTOR MC9090-G	28
FIGURA 16. LECTOR MC9090-G RFID	30
FIGURA 17. TABLA EQUIPO1	31
FIGURA 18. DIAGRAMA DE CASOS DE USO	32
FIGURA 19. DIAGRAMA DE CONTEXTO	35
FIGURA 20. DISEÑO DE BASE DE DATOS EQUIPO	35
FIGURA 21. DEFINICIÓN DE LA TABLA EQUIPO	36
FIGURA 22. INICIO DEL SISTEMA	36
FIGURA 23. MENÚ DEL SISTEMA	37
FIGURA 24. FUNCIÓN ALTA DE EQUIPO	37
FIGURA 25. FUNCIÓN BAJA DE EQUIPO	38
FIGURA 26. FUNCIÓN REPORTES	38

RESUMEN

Este trabajo contiene información sobre la solución a la problemática presentada por el Polo Tecnológico en biocombustibles y servicios analíticos, es un laboratorio que se dedica al desarrollo e Investigación y pruebas científicas en biocombustibles, acerca de la administración de sus equipos, ya que fueron obtenidos a un alto costo y por ende surge la valiosa necesidad de manejar adecuadamente la información de estos equipos.

El proyecto consiste en un sistema de inventario el cual realizara las funciones básicas de éste además de ser controlados los equipos através de una tecnología actual conocida como RFID que se encuentra en pleno auge ya que por sus características es muy rentable en su utilización.

La identificación por radio frecuencia (RFID) es una nueva tecnología que consiste en dos elementos, el primero son etiquetas que almacenan información y el segundo, de lectores que pueden leer estas etiquetas a distancia. Esta nueva forma de identificaciones muy convencional ya que por ella se han automatizado procesos y obtenidos muchos beneficios en su utilización al laboratorio.

1. ANTECEDENTES

El Polo Tecnológico en biocombustibles y servicios analíticos, es un laboratorio único en Mesoamérica que cuenta con tecnología de vanguardia. Los 11 laboratorios que integran el polo de análisis de biocombustibles tienen como objetivo fortalecer la seguridad energética de la región, diversificando las fuentes de energía, fomentando la producción de insumos para biocombustibles como una alternativa ecológica y de producción energética.

Los equipos que se encuentran en estas instalaciones son de alto nivel tecnológico y por lo tanto, de un elevado costo, es así que el laboratorio tiene la necesidad de requerir un sistema que se encarga de la administración y el control de los equipos.

El apoyo otorgado a estas instalaciones se dará a través de la realización de un sistema de inventario para el polo nacional tiene como principal propósito utilizarla tecnología RFID por las múltiples ventajas y beneficios que puede otorgar ya que a través del sistema de identificación RFID se tiene una mejor manera de administrar y controlar la información de todos los equipos del laboratorio.

2. PROBLEMÁTICA

En el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez se encuentra el Primer Polo Tecnológico en América Latina para el desarrollo e investigación y pruebas científicas en biocombustibles, que apadrinaron los visitantes de diez países mesoamericanos, que totalmente equipado tuvo una inversión de 50 millones de pesos.

El prototipo único en Latinoamérica, está dotado con equipos de la más alta tecnología y por lo tanto con un elevado costo, cuenta con once laboratorios con un experto al frente de cada uno de ellos y un cuarto frío.

El laboratorio del polo tecnológico en biocombustibles y servicios analíticos tiene equipo especializado, los cuales tienen un alto costo. Algunos instrumentos y equipo fácilmente pueden sustraerse de las instalaciones o ser dañados por mal uso en los laboratorios, es por eso que se requiere de un sistema que administre los equipos dentro de las instalaciones, para ello se ha pensado que la mejor opción para dicha función es la tecnología RFID.

El proyecto requiere de la elaboración de un sistema de inventario de equipo que administre la salida y entrada de los mismos de los diversos laboratorios y así como el manejo de información de estos equipos donde se pueden dar altas, bajas, edición de información de equipo, etc., funciones propias de un inventario.

3. ESTADO DELARTE

Con base en investigaciones se ha encontrado sistemas similares al sistema de inventario con control RFID, de los cuales podemos citar:

3.1 SISTEMA DE INVENTARIO CON RFID PARA LIVERPOOL

Liverpool es una empresa líder en el mercado de las tiendas departamentales. Establecida en 1847, atiende a miles de personas en México a través de la venta de ropa, artículos para el hogar y grandes novedades, además de desarrollar y promover marcas propias y exclusivas todos sus almacenes. Actualmente emplea más de 30 mil colaboradores en toda la república con ventas promedio de 3.47 billones de dólares y 2 millones de tarjeta habientes. [1]

Problema: Descontrol de inventarios

Con 42 almacenes Liverpool, 25 almacenes Fábricas de Francia y presencia en toda la República Mexicana, Grupo Liverpool requiere de alta tecnología y una estrategia bien estructurada para llevar a cabo su proceso de logística pues al ser una empresa con alta demanda en la compra, venta y distribución de productos, presenta problemas tales como escasa confiabilidad en el inventario mismo que se refleja en pérdidas de ventas. [1]

Para almacenar y distribuir la inmensa cantidad de productos que comercializa, Liverpool cuenta con un Centro de Distribución en Tultitlán (CDT), Estado de México el cual se inauguró en 1992 y fue remodelado entre 2005 y 2006, cuenta con 44 mil m², 107 cortinas donde entran y salen los pedidos y mercancías de los proveedores, así como carruseles, almacenamiento, automatizado, sorter y crossdock entre otros. [1]

De esta manera, y ante una actividad extremadamente demandante tanto en la parte interna como con los clientes y proveedores, para el personal del Liverpool resulta complicado tener el control absoluto del inventario, así como de las entradas y salidas de productos, flujo de los pedidos y requerimientos de cada tienda departamental; situación que genera pérdidas económicas y materiales a la compañía que de no ser controladas, puede afectar el servicio que ofrece a su público y en consecuencia el posicionamiento de la marca en el mercado. [1]

Tecnología RFID y soluciones Motorola

Con la finalidad de optimizar los procesos de negocios a lo largo de la cadena de suministro, Grupo Liverpool optó por la implementación de la tecnología de Identificación por Radio Frecuencia (RFID) y el Código Electrónico de Producto (EPC) como estándar de identificación. [1]

De esta manera, y tras una licitación y dos años de pruebas de productos y tecnologías de diversos proveedores, Grupo Liverpool optó por la opción de Optimal Solutions, Socio de Negocios de Motorola que ofrece al mercado las computadoras móviles que éste demanda. [1]



Figura 1 Dispositivos RFID de Motorola

Las soluciones de Motorola adquiridas por Liverpool entre las que se encuentran: el XR440, las Antenas AN200 y AN400 además del RD5000 y la MC9090 RFID, facilitan y permiten el despliegue de tecnología RFID además de incrementar la capacidad de producción y el campo de lectura y conversión de señal RF de alta velocidad para una comunicación rápida y precisa. [1]

Los retos que debía cumplir la tecnología RFID a través de antenas, soluciones y controles de lecturas de Motorola se concentraron en:

- 100% de Lecturas: No sólo es el equipo, también se buscaron movimientos y un ambiente adecuado para la optimización de las lecturas.
- 0% en errores de inventario: Mediante el trabajo directo y cercano con los proveedores y las áreas relacionadas (compras, vendedores y control de inventarios) para mantener los catálogos actualizados.
- Etiquetado de 500,000 unidades logísticas con RFID: Mediante pruebas detalladas para seleccionar el inserto correspondiente, supervisión durante el tercer turno de un trabajo limpio y colocado en lugar correspondiente así como la continuidad de las serializaciones. [1]



Figura 2 Inventario en Liverpool

Resultados: Control de inventarios, reflejos en tienda.

La implementación de la tecnología RFID así como las soluciones de Motorola, han brindado hasta el momento diversos beneficios a Grupo Liverpool al lograr un mejor control en los inventarios así como una confiabilidad del 98% en los mismos. [1]

De la misma manera, la reducción en los tiempos de toma de inventario es muy significativa ya que era una actividad que se realizaba en 11 horas y con la labor de un equipo de 4 personas y actualmente se lleva acabo en un máximo de 4 horas con el esfuerzo de una sola persona. [1]

Aunado a lo anterior, y como consecuencia del adecuado control y orden en los inventarios, también se han tenido incrementos de ventas en tienda de alrededor del 5%, aumento considerable al tomar en cuenta que dicha cifra representa a los clientes que se retiraban de Liverpool sin realizar una compra al no encontrarla prenda y/o artículo que buscaban. [1]

La división de Movilidad Corporativa de Motorola es líder mundial en la oferta de soluciones que permiten la captura y la distribución de información en tiempo real, en

el punto de actividad del negocio, de forma rápida y precisa. Computación móvil, captura de imágenes, infraestructura de redes inalámbricas, administración de dispositivos móviles y RFID son ejemplos de las herramientas ofrecidas, que aumentan la productividad y ofrecen ventajas competitivas a empresas de las más diversas áreas de actuación. [1]

Al conectar negocios y personas directamente con las fuentes de información, Motorola está transformando los negocios haciendo que los trabajadores móviles sean más productivos, eficientes y estén disponibles para los clientes finales, agregando una significativa ventaja competitiva. [1]

3.2 PROYECTO: CONTROL DE ENTRADA Y SALIDA DE LAPTOPS

Para: Comisión Nacional de Vivienda CONAVI

Realizado por: Empresa Moviltrack

“RFID mejora la gestión del control de acceso de equipos de cómputo portátiles llevando la tecnología RFID a un ambiente amigable e intuitivo, facilitando la labor del personal de vigilancia al trabajar con un entorno habitual.” [2]

En su apuesta por usar las últimas tecnologías para actualizar su sistema de control de acceso, la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), decidió llevar a cabo un proyecto de control de entrada y salida de laptops para mejorar la gestión total del ciclo de vida de las mismas. Para ponerlo en marcha, optaron por la tecnología RFID de Moviltrack controlado mediante una aplicación que sirve como interfaz para la administración del sistema (véase figura 3). [2]



Figura 3 Sistema para la CONAVI

Situación

Como instancia de referencia federal encargada de coordinar la función de promoción habitacional y encargada de que se cumplan los objetivos del gobierno federal en materia de vivienda, CONAVI emplea el uso de la tecnología RFID para mejorar su cuerpo de seguridad y proteger sus activos e información. Lo que llevo al organismo descentralizado a incluir como objetivo dentro de su plan de logística, la optimización del proceso manual de registro de entrada y salida de laptops, de modo que se pusieron manos a la obra con un gran proyecto de registro automático, operando en los accesos principales de sus instalaciones. [2]

Solución

Después de estudiar cómo conseguirlo, decidieron apostar por automatizar el proceso de registro de laptops a través de lectores y etiquetas activas RFID en conjunto con una aplicación web, que facilita la administración del sistema. De tal forma que se genera una base de datos eficiente y más completa, al incluir de forma controlada, características del equipo, permisos autorizados y a todos los responsables del organismo que ingresan y salen con una laptop asignada. Para los casos no autorizados se avisa del evento por medio de una alarma. [2]

Por la escalabilidad y oportunidades que RFID representa, el sistema no solo puede proporcionar registro de entrada y salida de laptops, sino que también se puede emplear para proteger otros activos de valor para el organismo etiquetados con RFID en caso necesario. [2]

Pero eso no es todo, la fase de formación para el usuario se ha reducido, principalmente porque se trata de un entorno integrado en su labor diaria y, por lo tanto, no requiere de una capacitación especial que signifique impedimento de operación para el personal autorizado. [2]

Beneficios:

- Autorización automática de entrada, salida de laptops y reducción de tiempo de espera.
- Aumento en la eficiencia del proceso de registro.

- Seguridad, evitando que equipo salga sin permiso.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Escalabilidad con otros proyectos.
- Elimina errores de captura e información incompleta. [2]

4. JUSTIFICACIÓN

El laboratorio Polo Tecnológico Nacional para el Desarrollo de Investigación y Pruebas Analíticas en Biocombustibles, es el primer laboratorio de este tipo en Mesoamérica, el cual tiene la tarea de certificar la calidad del aceite que se produce en el estado de Chiapas para la generación del biodiesel.

Para esta obra se utilizó una inversión superior a los 50 millones de pesos, dada la inversión antes mencionada se le dio al laboratorio del Polo la más alta tecnología existente actualmente a nivel mundial para poder realizar los 26 métodos de análisis de muestras.

El elevado costo del equipo que se encuentra en el polo ha propiciado a que se cree un sistema de inventario con una tecnología de reconocimiento conocida como identificación por radio frecuencia que contiene cada uno de estos valiosos equipos.

Este sistema impactará en lo:

- Social: Los mayores beneficiados al implementar el sistema son los usuarios ya que facilitará el desempeño en ciertas actividades tediosas que se realizaban en días, ahora el manejo de la información será más rápida, segura y todo esto realizado en una reducción importante de tiempo.
- Económico: Debido al 80% en reducción de tiempo propiciado por la herramienta ahora habrá menos horas de trabajo, reducción de costo en papelería y reducción de energía ya que minimiza la utilización de equipo de cómputo.
- Técnico: El sistema además de realizar sus funciones primordiales puede desempeñar otras, es decir, se le pueden otorgar o añadir más funciones para

ampliar el desempeño del sistema, siguiendo con la finalidad con la que fue construido.

- Ambiental: los beneficios mostrados en la implementación del sistema que impactan en el ambiente son: la reducción del uso de energía eléctrica, reducción considerable en la papelería.

5. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

- ❖ Administrar y controlar el inventario de equipos del polo tecnológico nacional en biocombustibles y servicios analíticos mediante el uso de la tecnología RFID.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Realizar inventario de equipos que comprende:
 - Altas de equipo
 - Bajas de equipo
 - Modificaciones a la información de equipos.
 - Reportes de entrada y salida de equipos, de existencia individual como total.

6. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE SE PARTICIPÓ

6.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

Nombre: Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

Responsables: Dra. Roció Meza Gordillo y Dr. José Humberto Castañón Aceves

Giro: Investigación

Ubicación: Carretera panamericana km 1080

6.2 CROQUIS DE UBICACIÓN



Figura 4 Croquis

6.3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

En el instituto tecnológico de Tuxtla Gutiérrez se encuentra el Polo Tecnológico para el Desarrollo e Investigación y Pruebas Científicas en Biocombustibles, que totalmente equipado tuvo una inversión de 50 millones de pesos. Cuenta con once laboratorios con un experto al frente de cada uno de ellos y un cuarto frío.

6.4 ORGANIGRAMA

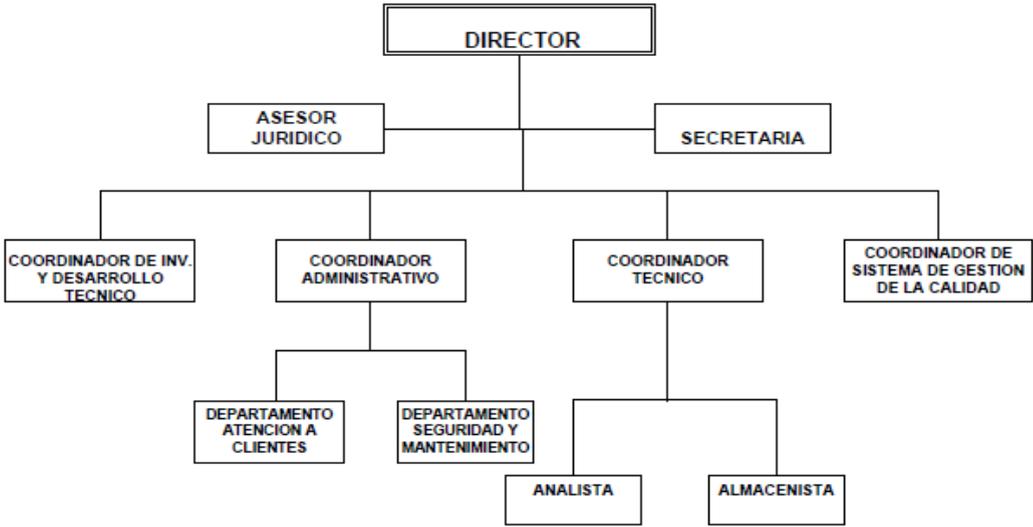


Figura 5 Organigrama

7. PROBLEMAS A RESOLVER PRIORIZÁNDOS

- Crear un sistema de inventario que controle la información de los equipos a través de la tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID).
- Identificar a cada equipo con un ID o clave que será irreplicable para proporcionar seguridad en su información.
- Obtener información de equipos a través de reportes.
- Dar de alta a equipo nuevo en el sistema.
- Dar de baja a equipo obsoleto o por sustitución del sistema.

8. ALCANCES Y LIMITACIONES

8.1 ALCANCES

- Los datos serán almacenados o ubicados en una base de datos.
- El sistema permitirá tener acceso solo a los usuarios registrados.
- El sistema contará con RFID el cual permitirá la identificación de los equipos.
- En el sistema se puede manipular la información de cada equipo.
- El sistema permite dar de alta y bajas de equipos.
- El sistema otorga diferentes tipos de reportes, como por ejemplo de existencia o entrada y salida de equipos.

8.2 LIMITACIONES

- El sistema no emite una alarma si un equipo es sustraído de las instalaciones.
- La distancia de reconocimiento del lector RFID es de 3 metros.

9. FUNDAMENTO TEÓRICO

9.1 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

9.1.1 RFID

Un sistema típico de RFID está constituido por cuatro componentes principales: Tags, lectores, antenas y un host (computadora central). Un Tag RFID está compuesto por un microchip y una antena flexible instalada sobre una superficie plástica. El lectores utilizado para leer y escribir información en el tag, (actualmente, el formato más común para tags es una etiqueta adhesiva de identificación). Las etiquetas inteligentes pueden ser impresas y aplicadas en cada caja o pallet. [3]

Para obtener una respuesta de una etiqueta RFID, el lector emite una onda de radio, cuando el tag se encuentra dentro del rango del lector, le responde identificándose a sí mismo. Las etiquetas pueden leerse a distancia sin contacto físico o en línea de vista con el lector. La distancia dentro de la cual un lector puede comunicarse con una etiqueta se llama rango de lectura. Las comunicaciones entre lectores y etiquetas están gobernadas por protocolos y estándares emergentes, como el estándar de la generación 2 de UHF para su aplicación en la cadena de abastecimiento. [3]

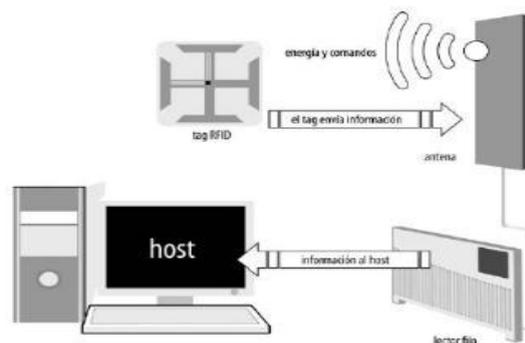


Figura 6 Comunicación entre tag, lector y host (computadora central)

9.1.2 TIPOS DE RFID

Existen distintos tipos de etiquetas (Ver figura 7), estas se diferencian entre sí, por la frecuencia en la que operan, la cantidad de información que pueden contener, el tipo de funcionamiento y su durabilidad. [8]



Figura 7 Etiqueta RFID

Existen tres tipos de etiquetas

Etiquetas Pasivas: Estas operan en la Frecuencia de los 13,56 MHz y no tienen fuente de energía interna, sino que la pequeña corriente inducida en la antena, brindada por la señal entrante de la frecuencia radial, produce la energía suficiente para que el circuito integrado, pueda encenderse y comenzar a transmitir (Backscatter). [8]

Estas etiquetas son las de menos tamaño, por ende las más livianas y con una vida útil que puede ir hasta los 99 años. [8]

Etiquetas Semipasivas: Son muy similares a las etiquetas Pasivas, salvo por el agregado de una pequeña batería, esta batería mantiene una corriente continua en la memoria no volátil del circuito integrado, por lo cual la antena no debe preocuparse por recolectar la dicha corriente. La antena está más optimizada a su función de transmisión de radio frecuencia lo cual hace que sea más rápida y robusta que los Tags Pasivos. [8]

Etiquetas Activas: Las etiquetas activas poseen su propia fuente de energía y son capaces de alcanzar mayores distancias (10 metros aproximadamente), al poseer una batería su vida útil es de hasta 10 años, estos economizan el consumo de energía, trabajando en intervalos definidos de operación. [8]

9.1.3 TAGS DE RFID

Una etiqueta RFID consta de un microchip montado sobre un sustrato PET flexible con una antena incorporada. Este sustrato o "inlay" es luego instalado en una etiqueta con adhesivo de base. [3]

A pesar de que los chips son pequeños, las antenas no lo son. Ellas necesitan ser lo suficientemente grandes como para captar la señal emitida por el lector. La antena

permite que una etiqueta pueda leerse a una distancia de 3 metros o más, incluso a través de distintos materiales. El tamaño de la antena tiende a determinar el tamaño de la etiqueta de RFID. [3]

En la figura 8 ilustra un diseño típico del circuito inteligente de la etiqueta. Estos circuitos de baja potencia manejan la conversión de energía, el control lógico, el almacenamiento y recuperación de datos y la modulación requerida para resolver los datos al lector. [3]

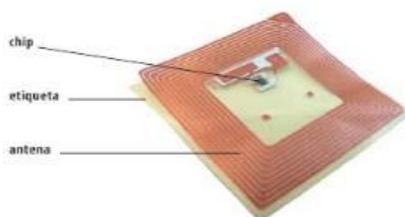


Figura 8 Circuito inteligente de una antena

La figura 9 muestra ejemplo de etiquetas que tienen diferentes diseños de antenas optimizadas para varias aplicaciones. Las antenas pueden ser fabricadas de aluminio, cobre u otros materiales, y son creadas por técnicas de disposición de materiales similar esa la inyección de tinta sobre una hoja. La cantidad de material conductor utilizado y el tamaño de la antena determinan la sensibilidad de una etiqueta. La sensibilidad del tag es crucial para obtener buenos rangos de lectura y minimizar la influencia de los materiales a los que son aplicadas las etiquetas inteligentes. [3]

Las etiquetas están disponibles actualmente en cantidades industriales con varios formatos: como inlays puros, inlays con adhesivo de respaldo, insertados en etiquetas sin impresión, o como productos convertidos, donde la etiqueta esta encapsulada dentro de plástico, caucho u otro material diseñado a medida ya sea moldeado o laminado. [3]

El diseño de la etiqueta, su ubicación, la orientación de las cajas, y la ubicación del lector, juegan un rol fundamental en la obtención de una tasa de lectura confiable. Las antenas de las etiquetas pueden ser diseñadas en una gran variedad de configuraciones para lograr distintos rendimientos. [3]

Las antenas de las etiquetas están diseñadas para soportar un amplio rango de condiciones. Las antenas de dos dipolos son menos sensibles a la orientación física de la fuente que las de un solo dipolo. Otras etiquetas están diseñadas para un rango de condiciones específicas, como la legibilidad cercana de metales, las antenas de las etiquetas pueden ser también optimizadas para ser leídas por un tipo específico de lector, o con una antena ubicada en una posición particular. [3]

A medida que los estándares se adopten y crezca el nivel de utilización, existirán diversos proveedores alternativos de tags etiquetas a menores costos en función de un mayor volumen de producción. Actualmente la demanda esperada de etiquetas RFID es enorme, considerando que solo Wal-Mart estima un volumen de consumo anual para cajas/pallets superior a los 8 billones de unidades. [3]

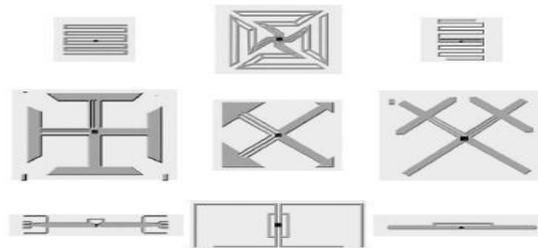


Figura 9 Diferentes diseños de antenas.

9.1.4 CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE DATOS

Otra forma de distinguir los tipos de etiquetas de RFID es por su habilidad para almacenar datos. Los chips insertos en las etiquetas RFID permiten sólo la lectura o bien la lectura y escritura de información. [3]

Una etiqueta de sólo lectura está pre-programada por el fabricante del circuito integrado. Por ende, la información de estas etiquetas nunca puede ser cambiada. La información de la etiqueta pre-programada está vinculada a un producto a través de la gestión de datos en el sistema de administración de depósitos o en el sistema de gestión central. [3]

Otro aspecto del almacenamiento de datos es la cantidad de memoria que contiene el chip, usualmente un tag EPC compatible sólo posee 96 bits de información, suficiente como para distinguirlo de otros tags, pero escaso si esperamos codificar información en forma literal. [3]

Algunos tags proveen un segundo banco de información lo que le da al usuario la posibilidad de, además de cumplir con el estándar EPC, tener memoria disponible para grabar información de usos internos. [3]

Estándares de RFID como el ISO llegan a tener varios kbits de información disponibles para su utilización. [3]

9.1.5 LECTORES RFID

El lector utiliza su antena para enviar información digital codificada a través de ondas de radio frecuencia. Un circuito receptor en la etiqueta es capaz de detectar el campo modulado, de codificar la información y usar su propia antena para enviar una señal más débil a modo de respuesta. [3]

Los lectores RFID de Symbol Technologies se encuentran disponibles para realizar lecturas móviles con un operador, montados en un autoelevador o instalados en forma fija. En un centro de distribución típico, uno o más lectores con un par de antenas serían configurados en los docks de carga y descarga para identificar el paso de tags entre ellos. Tal configuración es denominada “portal”. Los portales están localizados en las puertas de recepción de mercadería, en las líneas de producción y empaque y en las puertas de despacho de producto terminado. Los lectores portátiles o de autoelevadores pueden ser utilizados para leer las etiquetas que no son despachadas a través del portal o para localizar productos en el centro de distribución. [3]

Debido a que una gran cantidad de etiquetas podrían encontrarse en presencia de un lector, los lectores deben ser capaces de recibir y administrar varias respuestas al mismo tiempo (potencialmente cientos por segundo). La capacidad de gestionar una gran cantidad de etiquetas es utilizada para permitir que las etiquetas sean identificadas y seleccionadas individualmente. El lector puede instruir algunos tags para que se enciendan y otros para que se apaguen con el objetivo de suprimir las interferencias. Una vez que el tag es seleccionado, el lector está habilitado para realizar un número de operaciones tales como leer su número de identificación o escribir información en la etiqueta, dependiendo de la aplicación. Luego el lector procede, a través de una lista, a reunir información de todas las etiquetas. [3]



Figura 10 Lectores Symbol XR400, fijo y MC9000G-RFID, de mano

9.1.6 OPERACIÓN BÁSICA DE UN LECTOR RFID

Para la mayoría de las aplicaciones, los lectores operarán automáticamente como equipos dirigidos. Los lectores utilizan la banda de 902-928 MHz (USA) dividida en aproximadamente 60 canales. La metodología de modulaciones denominada Frequency Hopping Spread Spectrum y ha sido establecida por la FCC para minimizar la interferencia con otros dispositivos de RF. Algoritmos anti-colisión son utilizados para leer y clasificar ingresos múltiples y simultáneos de distintos tags. [3]

Lectura Fija: Un lector puede setearse para operar en forma constante realizando lecturas fijas y acumulando listas de tags en su memoria. Las listas de tags representan la población actual de etiquetas en su rango de lectura (figura 11). A medida que los tags responden a las emisiones del lector son incluidos en la lista. Si no responden, son eliminados de la lista acumulada en la memoria. Un lapso de tiempo determinado es fijado para establecer cuando un tag debe ser removido de la lista. [3]

Un sistema central puede recibir una lista de etiquetas desde el lector cuando desee actualizar sus registros. La información disponible que recibe el host incluye la ubicación del lector, el tiempo de lectura, el tamaño de la lista de tags, y la identificación de cada etiqueta en la lista. [3]

Modo Directo / Interactivo: Los lectores que operan bajo esta modalidad responderán a los comandos del host. El host puede indicar al lector reunir una lista de etiquetas dentro del rango de lectura o buscar una etiqueta específica. En ambos casos el lector comienza por recoger una lista. Una vez completado el comando instruido por el host, el lector espera hasta recibir el siguiente. [3]

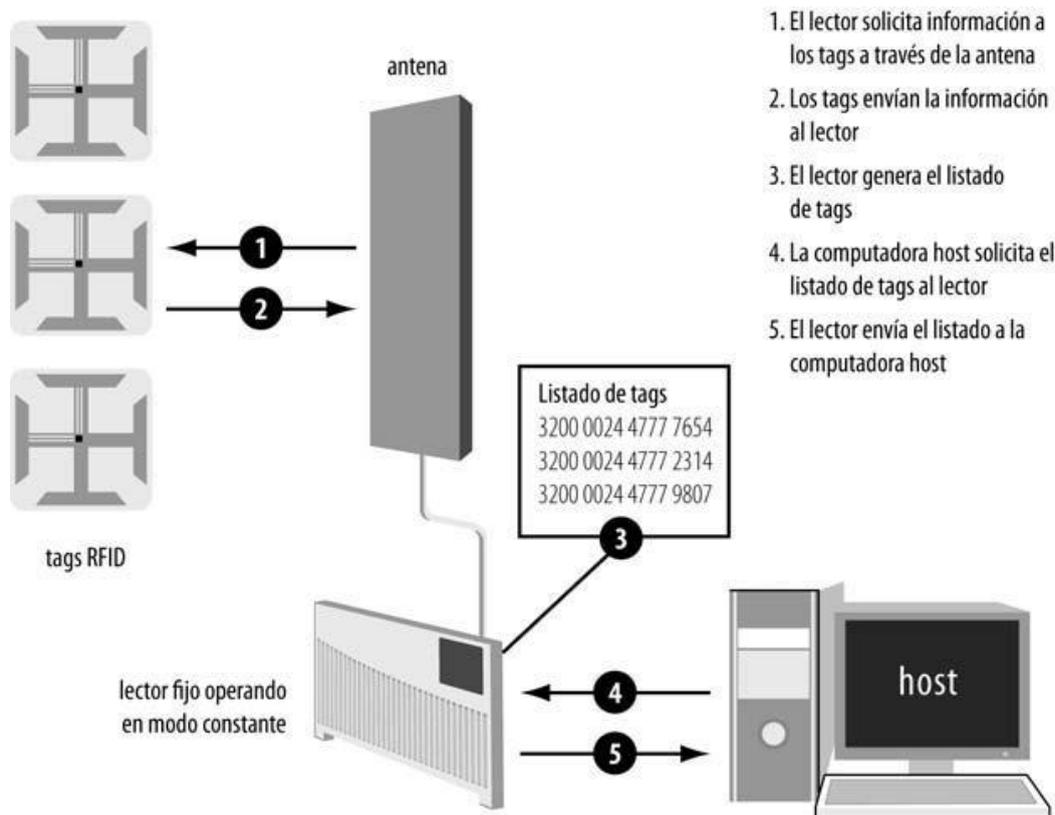


Figura 11 Lector fijo seteado para leer etiquetas automáticamente

9.1.7 EL ESTANDAR EPC (código electrónico de producto)

EPC corresponde a las siglas en inglés de Código Electrónico de Producto, y se refiere a una clave de identificación unívoca vinculada a un ítem, caja o pallet que permite detallar información sobre el mismo en cualquier lugar de la cadena de abastecimiento. No obstante, su principal objetivo no radica en reemplazar el código de barras, sino en crear un camino para que las empresas puedan migrar del código de barra hacia la tecnología RFID. [3]

EPC Global Inc nace a partir de la fusión entre GS1 (antiguamente EAN Internacional) y GS1US (antiguamente Uniform Code Council, la cual administra el código de barra UPC). [3]

GS1 representa a 101 organizaciones miembros alrededor del mundo. El Sistema EAN.UCC (el estándar más aceptado mundialmente) es utilizado por más de 260.000 compañías que operan en 140países. [3]



Figura 12 Credencial de registraci3n con chip RFID

En Argentina, Telectr3nica se convirti3 en el primer integrador de tecnología RFID asociado a EPC Global, al firmar su contrato con la entidad en el a3o 2005. Adicionalmente Telectr3nica fue responsable por la registraci3n a trav3s de RFID de todos los asistentes al evento de GS1/EPC Global llevado a cabo el pasado 17 de Noviembre en el hotel Hilton. [3]

9.1.8 EPC: CODIGO ELECTRONICO DEL PRODUCTO

Como el UPC, el c3digo EPC est3 dividido en n3meros que identifican el fabricante y un n3mero serial correspondiente al producto y su versi3n. Los rangos de memoria del c3digo EPC van desde los 64 a los 256 bits, con cuatro campos distintivos como se muestra en la figura 13. Lo que diferencia al EPC del c3digo de barras UPC es su n3mero serial, el cual permite la identificaci3n de un ítem en forma unívoca. [3]

9.1.8.1 EL FORMATO EPC

EPC Global Inc es una organizaci3n independiente, sin fines de lucro y con est3ndares globales encomendados por la industria para el manejo de la adopci3n e implementaci3n de la Red EPC Global y la tecnología EPC. [3]

EPC es un formato abierto capaz de describir entidades físicas a partir de un número de propósitos, incluyendo las aplicaciones de tags RFID en la cadena de abastecimiento. Cabe destacar que el número EPC no es el único dato almacenado en una etiqueta RFID. La información del código de barras estándar UPC puede ser codificada adicionalmente en una etiqueta, por ejemplo. [3]



Figura 13 Formato del Código de producto Electrónico

Nuevas estructuras de datos para la identificación unívoca de objetos en la cadena de abastecimiento fueron creados apartir de la formación de EPC Global. Estas estructuras son descritas dentro de la definición estándar de datos para etiquetas EPC. Por ejemplo, el esquema de datos EPC más simple, la serialización GTIN o SGTIN, es utilizado para identificar objetos homogéneos (del mismo tipo) dentro de la cadena de abastecimiento. En un nivel más elevado, la estructura SGTIN está esencialmente comprendida por tres campos de datos primarios. Estos tres campos correlacionan al vendedor, el SKU, y el número serial unívoco para esa unidad de inventario específica. [3]

El formato de datos SGTIN EPC es muy parecido al código UPC con un número serial. A través de este mecanismo todas las unidades de inventario en la cadena de abastecimiento pueden ser distinguidas unas de otras. [3]

El formato general para los datos de la etiqueta EPC incluyen las siguientes secciones:

Encabezado (Header): El encabezado identifica la versión numérica del código por sí mismo. [3]

Administrador EPC: Identifica una empresa que es responsable de mantener la Categoría de objeto y Número serial. EPC Global asigna el Administrador General a una entidad, asegurando que cada uno de estos números sea único. [3]

Categoría de Objeto: Se refiere al tipo exacto de producto, similar a un SKU (unidad mínima de producto). La Categoría de Objeto es usada por una entidad de gestión EPC para identificar ítems de mercado. Estos números de categoría de Objeto, por supuesto, deben ser únicos dentro de cada dominio del Número de Administrador General. El ejemplo más común de Categoría de Objeto sería el SKU de bienes de consumo. [3]

Número Serial: Representa un único identificador para el ítem dentro de cada categoría de objeto. La entidad administradora es responsable por la asignación unívoca de números seriales no repetitivos para cada instancia dentro de cada categoría de objeto. [3]

El Código EPC Clase 1, con 96 bits de longitud, puede almacenar hasta 268 millones de compañías, cada una teniendo 16 millones de categorías, con 68 billones de números seriales en cada categoría. En las etiquetas de Clase1, un adicional de 32 bits del EPC es reservado para la información de un único ítem (descripción del ítem, destino final, instrucciones especiales de manipulación, etc.) que puede ser reutilizado en cualquier punto de la cadena de abastecimiento. [3]

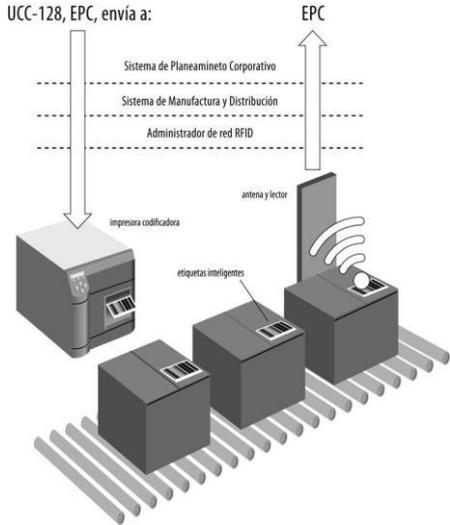


Figura 14 Flujo de la información

9.2 MARCO TEÓRICO TÉCNICO

9.2.1 LENGUAJE C#

C# es un lenguaje orientado a objetos elegante y con seguridad de tipos que permite a los desarrolladores compilar diversas aplicaciones sólidas y seguras que se ejecutan en .NET Framework. Se puede utilizar C# para crear aplicaciones cliente de Windows tradicionales, servicios Web XML, componentes distribuidos, aplicaciones cliente-servidor, aplicaciones de base de datos, y mucho, mucho más. Visual c# proporciona un editor de código avanzado, cómodos diseñadores de interfaz de usuario, un depurador integrado, y muchas otras herramientas para facilitar el desarrollo de aplicaciones basadas en la versión 4,0 de lenguaje C# y la versión 4,0 de .NETFramework. [4]

9.2.2 MICROSOFT SQL SERVER

Microsoft SQL Server es un sistema para la gestión de bases de datos producido por Microsoft basado en el modelo relacional. Sus lenguajes para consultas son T- SQL y ANSISQL. Microsoft SQL Server constituye la alternativa de Microsoft a otros potentes sistemas gestores de bases de datos como son *Oracle*, *PostgreSQL* o *MySQL*. [5]

Características:

- Soporte de transacciones.
- Soporta procedimientos almacenados.
- Incluye también un entorno gráfico de administración, que permite el uso de comandos DDL y DML gráficamente.
- Permite trabajar en modo cliente-servidor, donde la información y datos se alojan en el servidor y los terminales o clientes de la red sólo acceden a la información.
- Además permite administrar información de otros servidores de datos.

9.2.3 MC9090–G LECTOR RFID DE MANO

El lector de mano MC9090-G RFID de Motorola, flexible y multifuncional, que lee datos en áreas remotas fuera del alcance de lectores RFID fijos, brinda a sus

trabajadores la capacidad de capturar un rango de datos completo, desde etiquetas RFID y códigos de barras hasta imágenes. [6]



Figura 15 Lector MC9090–G

La simplicidad del dispositivo MC9090-G único se traduce en una arquitectura de movilidad más sencilla y rentable, eliminando la compra de equipos adicionales. Ya sea que sus trabajadores se encuentren en la planta de fabricación, en el almacén interior, en la plataforma de carga o en el almacén exterior, su diseño resistente garantiza un rendimiento confiable. [6]

9.2.4 ETIQUETAS EPC GEN 2

Gen2, EPC Gen2, EPCC1G2 son los nombres cortos comúnmente utilizados en lugar de "Clase Electronic Product Code1 Generación 2" estándar. [7]

Gen2 funciona en el 860MHz~960MHz rango de frecuencia y lectores de EPC global y etiquetas EPC global también puede operar en el rango de frecuencias asignado. Puesto que hay un número de organizaciones y órganos de gobierno que regulan las funciones de frecuencia y potencia de este rango de frecuencias, ningún país puede operar legalmente en el ancho de banda. Hay dos frecuencias básicas de funcionamiento 860MHz~868MHz y 902MHz~928MHz. América del Norte es todo 902MHz~928MHz y cuenta con las más altas especificaciones de transmisión de energía. [7]

Además de operar en el 860MHz~960MHz, el rango de frecuencia estándar Gen 2 también utiliza FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum), que cambia rápidamente la compañía entre muchos canales de frecuencia durante la transmisión de la señal de radio, la lectura de las etiquetas a frecuencias ligeramente diferentes para obtener la mejor lectura posible de la etiqueta. FHSS lee la etiqueta en varias frecuencias diferentes y luego compara los resultados para determinar si la lectura se ha realizado. [7]

10. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

En este apartado se identifican los procedimientos y se describen las actividades que se desarrollaron para la realización del Proyecto.

OBTENCIÓN DE REQUISITOS:

En esta actividad como su nombre lo indica se dedicó exclusivamente a recabar información conocido como especificaciones que proporciona el cliente sobre cómo debería de ser el sistema, es decir, conocer sus características y funciones o procedimientos con que éste debe cumplir.

ANÁLISIS DEL SISTEMA:

Esta actividad está centrada en un profundo análisis hecho a la información anteriormente recabada, donde solo se elige la información relevante y necesaria.

Además de conocer las funciones de manera general que debe realizar el sistema, como lo son:

- Alta de equipos
- Bajade equipos
- Modificación de la información de los equipos.
- Generación de reportes de existencia, entrada y salida de equipos, individual.

DISEÑO DEL SISTEMA:

Aquí se realiza el diseño total del sistema es decir, comprende:

- Diseño de la interfaz del sistema. La interfaz del sistema esta creada en el lenguaje C# y se ingresa a través de un usuario y password.
- El diseño de las funciones que realiza el sistema así como también la información que maneja cada una de ellas.
- El diseño completo de la base de datos.

La información que se maneja en el sistema trata sobre los equipos que se utilizan en el polo, así que la base de datos con tiene solo una tabla con los siguientes campos:

- Identificador RFID
 - Nombre
 - Marca
 - Modelo
 - Proveedor
 - Descripción
 - Número de serie
 - Laboratorio donde se encuentra el equipo
 - Fecha de alta
 - Fecha de calibración
 - Fecha de mantenimiento
- Selección de herramientas RFID para realizar el sistema.

Lector MC9090- G



Figura 16 Lector MC9090-G RFID

Este dispositivo genera la lectura de "tags o chips" a distancia sin la necesidad de apuntar directamente a los objetos; haciendo más eficiente la labor de captura de datos, provocando grandes ahorros en tiempo y por lo tanto dinero, con una probabilidad de error mínima.

Etiquetas EPC Generación 2

Las etiquetas de la Generación 2 ofrecen los siguientes beneficios:

- Menor nivel de interferencias a las lecturas
- Mayor velocidad de lectura
- Mayor capacidad de almacenamiento
- Menor Costo
- Mayor seguridad

DESARROLLO DEL SISTEMA:

Esta parte contiene el desarrollo total de lo que comprende el sistema, es decir, se comienza la programación de la interfaz tomando en cuenta todas las funciones que éste realizará, la creación y llenado de información de la base de datos, además de la comunicación del sistema con la base de datos y la implementación del sistema con las herramientas RFID donde las etiquetas RFID contendrán un código de identificación de cada equipo que estará en la base de datos.

- La base de datos de nombre "Equipospolo" fue creada en el gestor de base de datos SQL SERVER y en ella se encuentra una sola tabla llamada "Equipo" (Véase Figura 17).

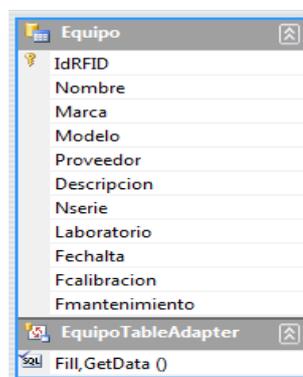


Figura 17 Tabla Equipo

PRUEBA Y VALIDACIÓN

Terminada la actividad anterior ahora corresponde hacer pruebas al sistema en su totalidad para verificar que se encuentra libre de problemas y así obtener la validación ya que es operacional y cumple con todas las especificaciones requeridas por el cliente y usuarios.

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

En esta última actividad se realiza la implementación del sistema, es decir, se refiere a la instalación del sistema en la empresa solicitante del proyecto para iniciar su vida operativa. La instalación del sistema se llevó a cabo en las instalaciones del polo tecnológico nacional y fue evaluado y validado por la Dra. Rocío Meza Gordillo encargada del laboratorio.

11. RESULTADOS, PLANOS, GRÁFICAS, PROTOTIPOS Y PROGRAMAS

A) CASOS DE USO

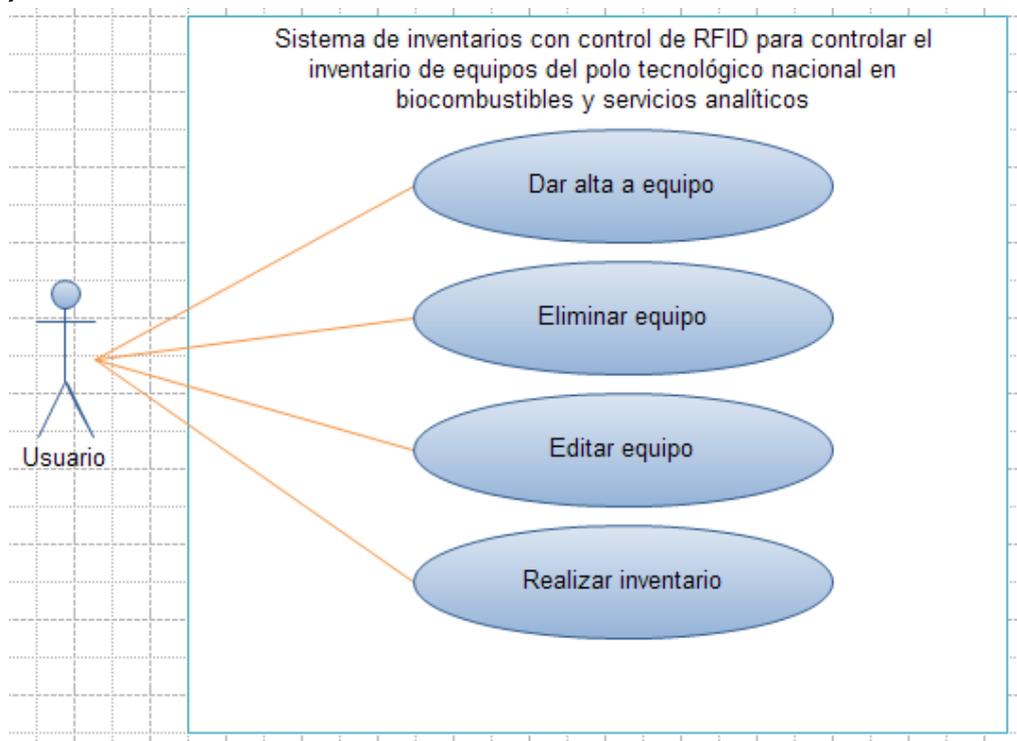


Figura 18 Diagrama de casos de uso

Plantillas de casos de uso

Nombre de caso de uso:	Dar alta a equipo
Actor participante:	Iniciado por Usuario
Condición inicial:	1. Seleccione una tag RFID nueva.
Flujo de eventos:	2. Usuario selecciona el puerto de lectura RFID. 3. Usuario pasa la tag RFID sobre el lector. 4. Usuario introduce los datos del equipo que estarán vinculados con esa tag RFID. 5. Usuario guarda los datos en la base de datos.
Condición de salida:	6. Cerrar el puerto y salir.
Requerimientos especiales:	Cada tag RFID debe ser irreplicable. El puerto debe abrirse para realizar la actividad y cerrarse para no ocasionar inconvenientes en el sistema.

Nombre de caso de uso:	Eliminar equipo
Actor participante:	Iniciado por Usuario
Condición inicial:	1. Seleccione una tag RFID del equipo a eliminar.
Flujo de eventos:	2. Usuario selecciona el puerto de lectura RFID. 3. Usuario pasa la tag RFID sobre el lector. 4. La interfaz muestra la información correspondiente a esa tag RFID. 5. Usuario elimina la información del equipo.
Condición de salida:	6. Cerrar el puerto y salir.
Requerimientos especiales:	Cada tag RFID debe ser irreplicable. El puerto debe abrirse para realizar la actividad y cerrarse para no ocasionar inconvenientes en el sistema.

Nombre de caso de uso:	Editar equipo
Actor participante:	Iniciado por Usuario
Condición inicial:	1. Seleccione la tag RFID del equipo.
Flujo de eventos:	2. Usuario selecciona el puerto de lectura RFID. 3. Usuario pasa la tag RFID sobre el lector. 4. La interfaz muestra la información correspondiente a esa tag RFID. 5. Usuario introduce los datos del equipo que se editarán. 6. Usuario guarda los datos en la base de datos.
Condición de salida:	7. Cerrar el puerto y salir.
Requerimientos especiales:	Cada tag RFID debe ser irrepitable. El puerto debe abrirse para realizar la actividad y cerrarse para no ocasionar inconvenientes en el sistema.

Nombre de caso de uso:	Realizar inventario
Actor participante:	Iniciado por Usuario
Condición inicial:	1. Usuario selecciona el puerto de lectura RFID.
Flujo de eventos:	2. Usuario pasa el lector sobre las tag RFID. 3. La interfaz selecciona la información de esos equipos. 4. Usuario genera el reporte.
Condición de salida:	5. Cerrar el puerto y salir.
Requerimientos especiales:	Cada tag RFID debe ser irrepitable. El puerto debe abrirse para realizar la actividad y cerrarse para no ocasionar inconvenientes en el sistema.

B) DIAGRAMAS

Diagrama de contexto

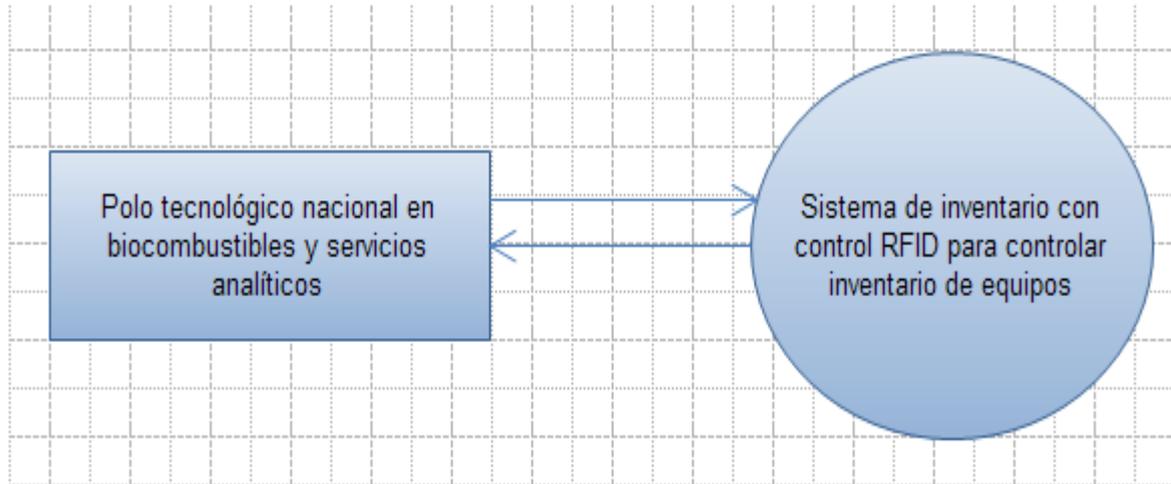


Figura 19 Diagrama de contexto

C) DISEÑO DE LA BASE DE DATOS

El diseño de la base de datos es el siguiente: Una sola tabla con los campos:

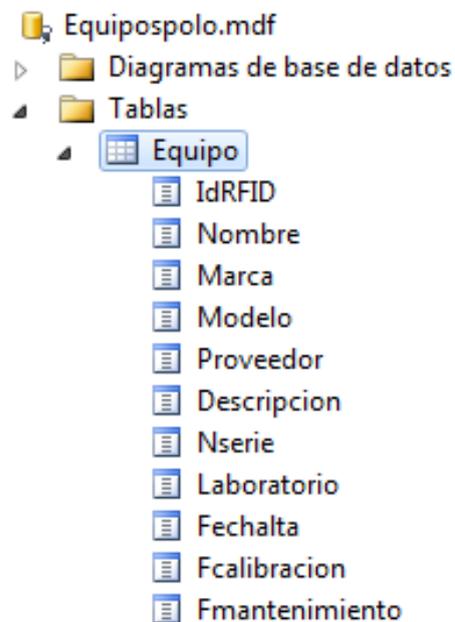


Figura 20 Diseño de la base de datos "Equipospolo"

	Nombre de columna	Tipo de datos	Permitir val...
	IdRFID	varchar(50)	<input type="checkbox"/>
	Nombre	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Marca	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Modelo	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Proveedor	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Descripcion	varchar(150)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Nserie	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Laboratorio	varchar(50)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Fechaalta	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	Fcalibracion	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>
	Fmantenimiento	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 21 Definición de la tabla "Equipo"

D) PANTALLAS

Prototipo de la interfaz del sistema

- Interfaz de inicio, solo se puede tener acceso a través de un usuario y una password, contiene la opción de cambiar usuario y contraseña.



Figura 22 Inicio del sistema.

- Menú del sistema: Contiene las 3 funciones que se realizan en el sistema comoson: Alta de equipo, Baja de equipo y los reportes.

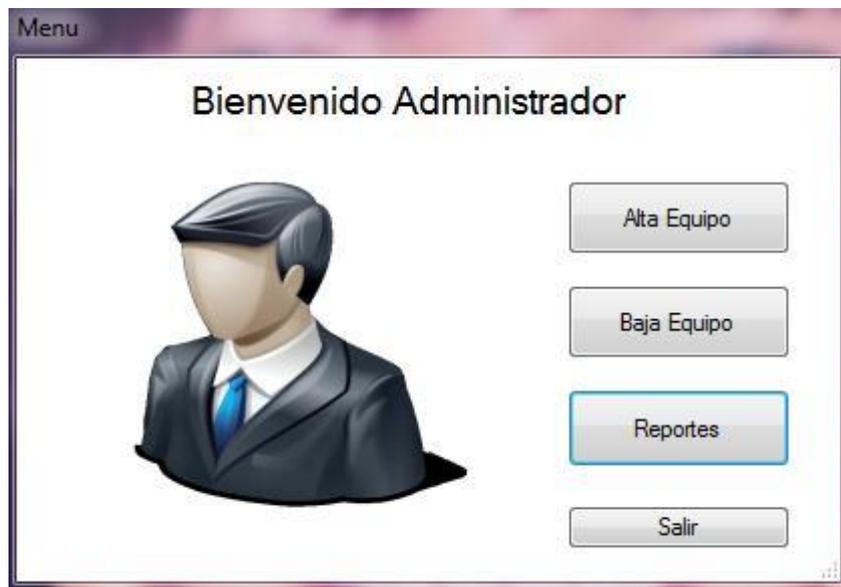


Figura 23 Menú del sistema

- Alta de equipos: Consta de 3 actividades las cuales son la de crear un nuevo equipo, Visualizar al equipo en la base de datos o verificar si ya existe una tag RFID en la base de datos y la de edición de los datos del equipo, tiene un apartado donde trae las instrucciones de esta función.



Figura 24 Función Alta de equipo

- Bajas de equipo: Esta función consiste en dar de baja o eliminar a un equipo de la base de datos. Se lee el tag RFID y se busca en la base de datos donde sí se encuentra, muestra la información que contiene para verificar si es ese equipo el que queremos eliminar, a parte trae un apartado con las instrucciones de esta función.

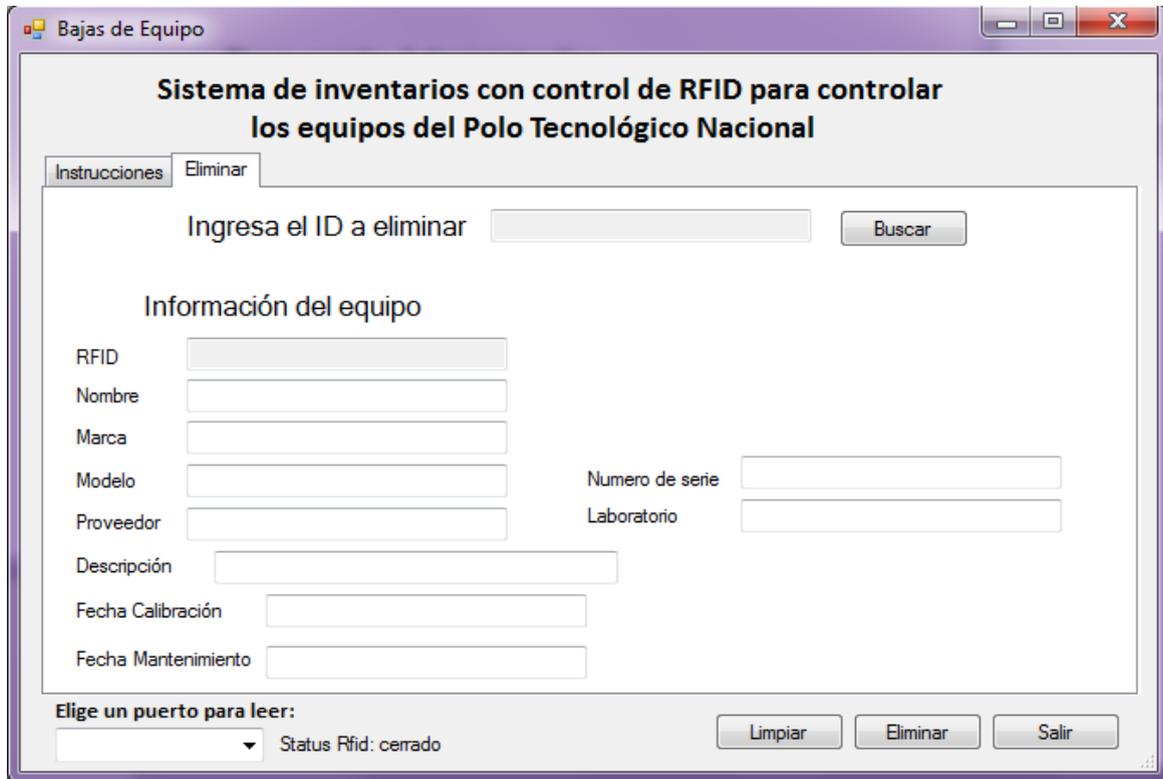


Figura 25 Función Baja de equipo

- Visualización de los reportes: Esta función solo muestra la información del tag RFID solicitado dando la opción de poder exportarlo en formato pdf.

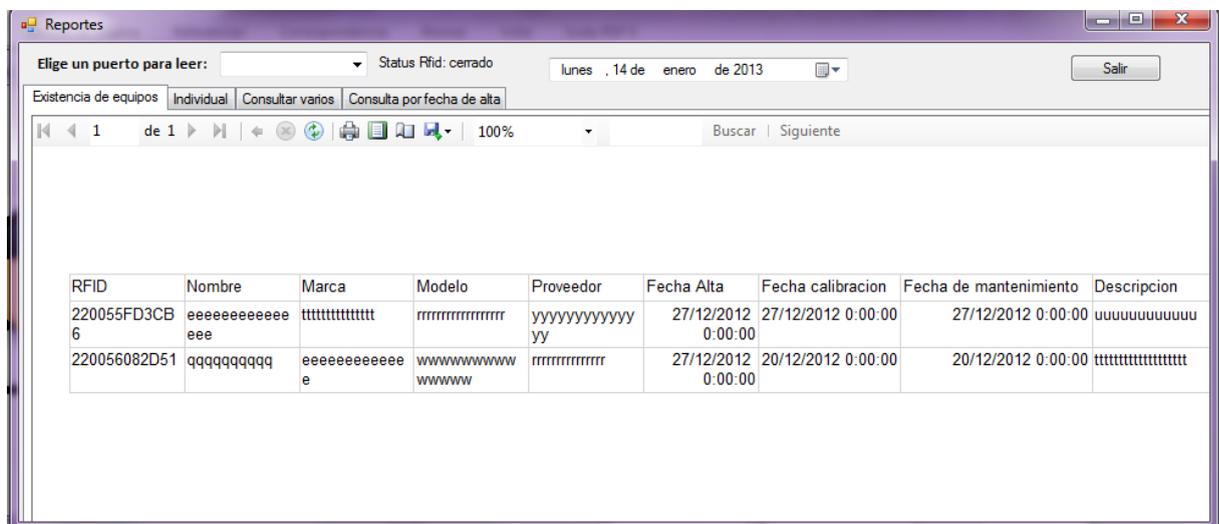


Figura 26 Función Reportes

12. CONCLUSIONES

El polo tecnológico cuenta ahora con un sistema de inventario capaz de realizar funciones como alta de equipo, baja de equipo, generar reportes, administración y manipulación de la información apoyada con una nueva tecnología de reconocimiento conocida como identificación por radio frecuencia (RFID).

De esta manera la información producida dentro de las instalaciones se maneja de manera segura obteniendo beneficios en varios campos o sectores del mismo laboratorio como se pueden citar:

- Mejor manejo de la información.
- Rápida obtención de la información.
- Información confiable y segura.
- Reducción de tiempo en la elaboración del inventario.
- Reducción de horas de trabajo.
- Reducción en el uso de la energía eléctrica.
- Reducción considerable del uso de papelería.

13. RECOMENDACIONES

- El sistema solo permite acceso a través de la cuenta y contraseña del administrador así que se recomienda solo acceder con esa cuenta y no tratar o intentar de adivinar la contraseña.
- Se recomienda dar mantenimiento a la base de datos a cierto tiempo, preferiblemente cada 6 meses.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Casos de estudio Liverpool/México - Motorola. Extraído el 05 de Diciembre de 2012 desde www.motorola.com/web/Business/_.../CS%20Liverpool.pdf
- [2] Casos de éxito Tecnología RFID de Moviltrack. Extraído el 26 de Noviembre de 2012 desde <http://www.moviltrack.com/Casos%20de%20exito.pdf>
- [3] Lic. Alan Gidekel, Telectrónica Codificación S.A. (2006) Introducción a la identificación por Radio Frecuencia Recuperado de <http://www.telectronica.com/rfidtelectronica.pdf>
- [4] Introducción al lenguaje C# y .NET Framework extraído el 25 de Noviembre de 2012 desde <http://msdn.microsoft.com/es-ES/library/vstudio/z1zx9t92>
- [5] Microsoft Sql Server extraído el 25 de noviembre de 2012 desde <http://www.microsoft.com/sqlserver/en/us/editions/2012-editions/express.aspx>.
- [6] Terminal Móvil de Mano MC9090-G RFID de Motorola Solutions extraído el 26 de Noviembre de 2012 desde http://www.motorola.com/Business/XL-ES/Productos+y+Servicios+para+Empresas/Computacion+Movil/Dispositivos+de+Mano/MC9090-G_RFID_Loc:XL-ES
- [7] RFID Gen 2 ¿Qué es? – Smart RFID extraído el 26 de Noviembre de 2012 desde http://www.skyrfid.com/RFID_Gen_2_What_is_it.php
- [8] RFID Otro round entre la funcionalidad y la seguridad extraído el 15 de diciembre de 2012 desde <http://www.root-secure.com/arch/Riesgos%20de%20la%20Tecnologia%20RFID.pdf>