



Facultad de Ingeniería Eléctrica.

Departamento de Telecomunicaciones y Electrónica.



TRABAJO DE DIPLOMA

Sistema de Identificación por Radiofrecuencia para el control y distribución de productos terminados en el Centro de Elaboración de la Corporación CIMEX Villa Clara.

Autor: Dreidy Claro Broche.

Tutor: MSc. Erik Ortiz Guerra.

Santa Clara.

2012.

‘Año 54 de la Revolución’.



Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

Facultad de Ingeniería Eléctrica.

Departamento de Telecomunicaciones y Electrónica.



TRABAJO DE DIPLOMA

Sistema de Identificación por Radiofrecuencia para el control y distribución de productos terminados en el Centro de Elaboración de la Corporación CIMEX Villa Clara.

Autor: Dreidy Claro Broche.

dclaro@uclv.edu.cu

Tutor: MSc. Erik Ortiz Guerra.

erik@uclv.edu.cu

Santa Clara.

2012.

‘Año 54 de la Revolución’.



Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como parte de la culminación de estudios de la especialidad de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución, para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

Firma del Autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

Firma del Autor

Firma del Jefe de Departamento
donde se defiende el trabajo

Firma del Responsable de
Información Científico-Técnica

PENSAMIENTO.

*En la ciencia todo el crédito va al hombre que convence al mundo de una idea, no al que
la concibió primero.*

William Osler.

DEDICATORIA.

A mi familia, y todas las personas que han depositado toda su esperanza y confianza en mi sueño de convertirme en un profesional de las ciencias. Especialmente a mi abuela Clara Luisa, a mis padres, a mi esposa y a mis niños que han sido el pedestal que me ha brindado el apoyo para escalar la elevada y difícil montaña de los triunfos. A ellos porque han sido ejemplo e inspiración, a ellos porque les debo todo.

AGRADECIMIENTOS.

A cada uno de los profesores que de una forma u otra han incidido en mi formación profesional, que han sido fuente de luz, guía e inspiración para llegar a este momento.

A mi tutor Erik que me han apoyado incondicionalmente durante el proceso de la tesis, profundizándose una buena amistad.

A mis compañeros de aula por haber sido siempre apoyo cuando fue necesario. Por todos los momentos buenos y malos que compartimos juntos.

Especialmente a mis abuelos, mis padres, mis hermanos, mi esposa Iliana y mis hijos Dreilian y Diliana por ser todo en mi vida, por ser tan especiales, por ser mi motivo más fuerte para estar titulándome hoy aquí.

TAREA TÉCNICA.

- Realizar un estudio de los mecanismos empleados en la tecnología RFID para automatizar el control y distribución de los productos terminados en el Centro de Elaboración de la corporación CIMEX en Villa Clara.
- Proponer el hardware a emplear, desde el punto de vista de la ubicación de los dispositivos RFID para una posible aplicación que permita automatizar el control y distribución de los productos terminados en el Centro de Elaboración de CIMEX en Villa Clara.
- Realizar un estudio y valorar qué ventajas tiene emplear un sistema de identificación por radiofrecuencia desde el punto de vista de la relación costo-beneficio para automatizar el control y distribución de los productos terminados en el Centro de Elaboración de CIMEX en Villa Clara.

Firma del Autor

Firma del Tutor

RESUMEN.

El desarrollo de la tesis, describe y compara técnicamente la tecnología RFID. Se analiza el funcionamiento técnico de la tecnología RFID, sus etiquetas y lectores, logrando identificar su modo de acoplamiento (lector/etiqueta).

La información presentada proviene de una amplia gama de fuentes, en la que se han implementado el sistema de identificación por radiofrecuencia. Además se revisaron publicaciones especializadas en la tecnología RFID, manuales y material técnico del equipamiento necesario para construir un sistema de gestión con tecnología RFID.

Luego del amplio estudio realizado se logró plantear una estructura y una propuesta de implementación de la tecnología RFID para el Centro de Elaboración de la Corporación CIMEX en Villa Clara, partiendo de sus particularidades y así, de esta manera, se entrega una solución al problema de control y distribución de los productos terminados. A su vez, se describe la propuesta a seguir para una implementación, se identifican las ventajas y desventajas del sistema, además se describen los costos asociados de la misma.

TABLA DE CONTENIDOS

PENSAMIENTO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
TAREA TÉCNICA.....	iv
RESUMEN.....	v
TABLA DE CONTENIDOS.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL SOBRE LA TECNOLOGÍA RFID. 5	
1.1 Historia de la tecnología RFID.....	5
1.2 Definiciones de la tecnología RFID.....	6
1.3 Características técnicas de la tecnología RFID.....	7
1.4 Componentes de la tecnología RFID.....	8
1.4.1 Etiquetas.....	8
1.4.2 Lectores.....	10
1.5 Banda de frecuencia para la tecnología RFID.....	12
1.5.1 Sistemas a 13.56 MHz.....	13
1.5.2 Sistemas RFID en la banda UHF de 400 a 1000 MHz.....	14

1.5.3	Sistema RFID a 2.45 GHz.	15
1.5.4	Utilización actual de los RFID.....	15
1.6	Comparación con otros sistemas de identificación.	18
1.7	Regulaciones globales del espectro y estándares para el empleo de la tecnología RFID. 18	
1.8	Regulaciones del país para el espectro.....	20
1.9	Usos y aplicaciones.....	21
1.10	Conclusiones parciales.	22
CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍAS PARA LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA RFID.		23
2.1	Introducción.	23
2.2	Caracterización del centro de Elaboración de la Corporación CIMEX en Villa Clara. 23	
2.3	Metodologías para su aplicación.....	26
2.3.1	Guía Rápida para Programar una Experiencia Piloto RFID (EPCglobal, 2009). 26	
2.3.2	Plan de implementación de la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia, las cuales incluyen:	28
2.3.3	Cómo abordar correctamente un proyecto RFID (Pigni, 2010).....	29
2.4	Conclusiones parciales.	37
CAPÍTULO 3. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN.....		38
3.1	Estructura del entorno de trabajo.	38
3.2	Hardware o nivel físico necesario.	39
3.3	Diseño de la red de distribución de la tecnología.	47
3.3.1	Cantidad de lectores Requeridos.....	48
3.4	Análisis económico.	50

3.5 Conclusiones parciales.....	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
Conclusiones.....	52
Recomendaciones	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXOS	56
Anexo A. Especificaciones de la tecnología RFID.....	56
Anexo B Resoluciones	59

INTRODUCCIÓN.

En la década de los noventa, se produce un cambio en el entorno económico y empresarial, principalmente debido a la globalización. Para poder participar de forma eficiente en los mercados internacionales, aparece la necesidad de conseguir sistemas de información realmente eficientes. Esta tarea en muchas ocasiones se ha mostrado como algo realmente complejo. (Ruiz, 2000).

La identificación por radio frecuencia (RFID de (Ligonio, 2007)Radio Frequency Identification por sus siglas en inglés) es una de las tecnologías más prometedoras que se han orientado al sector del almacenamiento y distribución en muchos años. Aunque la tecnología de la identificación por radio frecuencia ofrece diferentes beneficios y ventajas en comparación con la tecnología de identificación actualmente realizada mediante códigos de barras, el costo de la tecnología de RFID y los numerosos obstáculos tecnológicos que enfrenta han evitado que se generalice su uso para las operaciones del centro de almacenamiento y distribución.

En el futuro cercano, mientras la tecnología de RFID se esfuerza para superar estas limitaciones y lograr una implementación más amplia, se utilizarán en general sistemas híbridos de código de barras y RFID. Las implementaciones progresivas del sistema RFID proporcionarán éxitos iniciales y mejorarán la curva de aprendizaje para los proyectos a gran escala. Estos sistemas de identificación por radio frecuencia trata de reducir costos, minimizar tiempos de espera, agilizar procesos y mayor control de una organización o para la seguridad de una persona en específico. (Ligonio, 2007).

En la actualidad se le brinda gran interés al tema relacionado con la automatización de los sistemas de control y distribución de productos terminados en el centro de elaboración de la corporación CIMEX en Villa Clara, el cual es el punto de partida de la presente investigación.

El desarrollo de la presente investigación se encontró deficiencias asociadas al control de los productos terminados ya que se desarrolla de forma manual evidenciado una demora del proceso, entorpeciendo la distribución hacia los clientes y proveedores. También se identificaron algunas problemáticas asociadas a la obtención digital de la información de los materiales para la distribución. Existen limitantes para el cálculo de todas las capacidades de producción e inexactitud de la materia prima existente para la elaboración de productos. Esto crea las necesidades asociadas de automatizar dicho proceso siendo la tecnología RFID una solución para ello.

De la situación problemática anterior se evidencia la inexistencia de la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia, para contribuir el control y distribución de los productos terminados en el Centro de Elaboración de la Corporación CIMEX en Villa Clara siendo este el *problema científico* a resolver mediante la presente investigación.

El Objetivo General: Proponer la tecnología RFID para contribuir al control y distribución de los productos terminados en el Centro de Elaboración de la corporación CIMEX en Villa Clara. Para ello se desglosaron en los siguientes objetivos específicos.

Objetivos Específicos:

- ❖ Construir el marco teórico referencial para la presente investigación a través de la revisión de la bibliografía existente sobre la tecnología RFID, su aplicación y automatización.
- ❖ Diagnosticar el empleo de esta tecnología en la automatización de los procesos de producción en el Centro de Elaboración de la Corporación CIMEX en Villa Clara
- ❖ Proponer la tecnología RFID para el control y distribución de los productos terminados en el Centro de Elaboración de la Corporación CIMEX en Villa Clara.

Interrogantes Científicas:

- ❖ ¿Qué referentes teórico metodológico existen en la literatura sobre la tecnología RFID, su aplicación y automatización?
- ❖ ¿Cómo realizar en el Centro de Elaboración de la corporación CIMEX un mecanismo que permita automatizar el control y distribución de los productos terminados mediante identificación por radiofrecuencia?
- ❖ ¿Cómo diseñar un hardware que permita automatizar el control y distribución de los productos terminados en el Centro de Elaboración de la corporación CIMEX en Villa Clara usando identificación por radiofrecuencia?
- ❖ ¿Qué ventajas tiene desde el punto de vista costo-beneficio el estudio de la implementación de un sistema de identificación por radiofrecuencia para automatizar el control y distribución de los productos terminados en el Centro de Elaboración de la corporación CIMEX en Villa Clara?

Para el desarrollo de la investigación se utilizaron métodos y técnicas empíricas como: encuestas, entrevistas, análisis de documentos, análisis comparativos, observación y criterio de expertos. Además se emplearon métodos teóricos como el analítico sintético, inductivo deductivo, la modelación y el enfoque sistémico estructural. También se aplicaron métodos estadísticos y matemáticos entre los cuales se encuentran el procesamiento computacional de los datos se utilizó el Microsoft® Excel™.

Organización del informe

El informe está compuesto por introducción, capitulario, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

En la **introducción** se plasmará la actualidad, importancia, necesidad y surgimiento del tema de la investigación. Además de los objetivos propuestos y la necesidad de su seguimiento por futuras investigaciones.

El **capítulo I** reflejará un estudio del estado del arte de la tecnología RFID haciendo especial énfasis en sus componentes. Además de un análisis de los estándares y regulaciones existentes tanto nacionales como internacionales en materia del uso del espectro de frecuencias.

El **capítulo II** explicará cómo adaptar la tecnología de identificación por radiofrecuencias al entorno de aplicación, describir los servicios que se prestan, los servicios que se proponen automatizar, etc. Ofrecer diferentes variantes de solución.

En el **capítulo III** presentará el diseño del hardware necesario, se realizará un croquis del entorno de aplicación y se presentará el costo económico de la implementación del sistema que se propone.

Las **conclusiones** se dedicarán a la valoración de los resultados obtenidos en la investigación y propuestas de trabajos en el futuro acorde a los objetivos trazados. A partir de las mismas y los aspectos que por cuestiones de tiempo no se pudieron analizar en la presente investigación se ofrecerán **recomendaciones**. Siguiendo las normas y regulaciones existentes las **referencias bibliográficas** listarán el conjunto de bibliografías consultadas. Los **anexos** estarán compuestos por tablas, documentos, figuras y gráficos que por su amplitud no fueron mostrados en el capitulario pero su empleo es indispensable para la investigación.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL SOBRE LA TECNOLOGÍA RFID.

Introducción.

En este capítulo se reflejará un estudio del estado del arte de la tecnología RFID haciendo especial énfasis en sus componentes. Además de un análisis de los estándares y regulaciones existentes tanto nacionales como internacionales en materia del uso del espectro de frecuencias.

1.1 Historia de la tecnología RFID.

Los sistemas de RFID han revolucionado la identificación a distancia a principios del siglo XXI. Pero el estudio de estos sistemas se remonta a mediados del siglo XX.

Muy lejos están las primeras suposiciones de la existencia de un campo magnético en el estudio de imanes naturales, por parte de la cultura china en el primer siglo a.c. Fue a principio del siglo XIX cuando se comenzó a entender verdaderamente el concepto de electromagnetismo. Personajes como Maxwell, Hertz, Marconi, etc. contribuyeron con sus inventos y descubrimientos a ello. Posteriormente a principios del siglo XX la generación y la transmisión de ondas de radio y la aparición del radar, basado en ondas de radio que rebotan sobre un objeto localizándolo, son el fundamento sobre el que se constituyen el concepto de sistemas de identificación por radiofrecuencia ó RFID.

La tecnología RFID ha tenido un pasado confuso. No hay un descubridor destacado, se ha ido desarrollando con la suma de numerosas aportaciones y colaboraciones. Al comienzo uno de los investigadores más destacados, Harry Stockman, dictaminó que las dificultades para la comunicación usando ondas de radio reflejadas en objetos estaban superadas, con todas las aplicaciones que esto podía permitir. No pudo ser hasta treinta años después,

cuando el trabajo de Stockman fue nuevamente estudiado. Faltaba aún por desarrollar transistores, microprocesadores y eran necesarios adelantos en redes de comunicación, incluso un cambio en la visión de hacer negocio, para que los sistemas RFID fueran factibles.

Fue en la década de los 50 cuando la tecnología de RFID siguió un proceso de desarrollo similar al que experimentaron la radio y el radar en las décadas anteriores. Diferentes sectores de la tecnología RFID se vieron impulsados, entre ellos los sistemas con transponders de largo alcance, especialmente los conocidos como "identification, friend or foe" (IFF) usado en la industria aeronáutica. Trabajos como los creados por F.L Vernon "Application of microwave homodyne" y por D.B. Harris "Radio transmisión systems with modulatable passive.

1.2 Definiciones de la tecnología RFID.

RFID es el acrónimo de Radio Frequency Identification por sus siglas en inglés, o Identificación por Radio Frecuencia en español. Pertenece a una amplia gama de tecnologías para adquisición de datos e identificación automática (AIDC) en la que también se incluyen los códigos de barras, la lectura de caracteres ópticos y los sistemas infrarrojos de identificación. (Noticiasdot.com).

Se trata de una tecnología basada en la utilización de un pequeño chip adherido a un producto, y a través del cual es posible mantener un rastreo de su localización. La distancia de rastreo varía mucho, dependiendo del tamaño, tipo y antena del chip, pero podría ser desde 2cm. a 13 metros en los sencillos, hasta incluso varios kilómetros en los más complejos.

Son realmente pequeños y tal y como van los avances, en poco tiempo podrían ser considerados virtualmente invisibles. (Egoméxico).

Las etiquetas RFID llevan consigo un número único para cada artículo, el cual puede ser transmitido a través de ondas de radio, permitiendo identificar el producto en cualquier

momento y lugar, para realizar una trazabilidad eficaz durante toda la cadena de producción y abastecimiento. (Llamazares).

Cabe destacar que la tecnología RFID se encuentra agrupada dentro de las Auto ID, es decir de las tecnologías creadas para identificación automática. En cuanto a las etiquetas o Tags RFID, se trata de unos pequeños dispositivos que incluyen una antena de radiofrecuencia microscópica en su interior, y pueden ser adheridas fácilmente al embalaje del producto que debe acompañar.

Las antenas que componen a dichas etiquetas son las que permiten la transferencia de información desde el producto hacia cualquier receptor del tipo RFID. Una de las características fundamentales de las etiquetas RFID reside en que no es necesario establecer una visión directa entre el emisor y el receptor para lograr una comunicación y un traspaso de datos entre ambos. En ello reside una de sus más grandes ventajas, en comparación con otro tipo de tecnologías, tales como la infrarroja.

1.3 Características técnicas de la tecnología RFID.

Un sistema RFID es una de las nuevas tecnologías de auto-identificación más prometedoras que se han orientado al sector del almacenamiento y distribución en muchos años. Es básicamente una tecnología inalámbrica de comunicación por radiofrecuencia entre dos puntos: (YIFENG HAN, 2004), (BOTTANI, APRIL 2008), (LAHIRI, 2005) el tag, etiqueta o transponder, y el lector, interrogador o reader. Mediante la comunicación estos sistemas permiten almacenar, recuperar y procesar información contenida en la memoria de sus etiquetas. Esta información puede ir desde un Bit hasta KBytes, dependiendo principalmente del sistema de almacenamiento que posea el transponder (TABERNILLA, D.-A. 2006).

Los sistemas RFID constituyen una de las alternativas que han sustituido al GPS en la localización en interiores (TABERNILLA, D.-A. 2006). Esta tecnología es fundamentalmente usada para identificar, rastrear y organizar una gran variedad de objetos (GIL TOBON, 2006). Debido a su abaratamiento y a sus grandes avances, actualmente está recibiendo una especial atención en campos industriales. Por ese motivo aparecen continuos

estándares, aplicaciones e innovaciones en este sentido (CASANOVAS, 2005), (ANTONIO LÁZARO GUILLÉN, 2009).

1.4 Componentes de la tecnología RFID.

La comunicación en un sistema RFID se da entre un lector y una etiqueta a través de un canal inalámbrico de comunicación (YIFENG HAN, 2004) los cuales constituyen los componentes fundamentales de dicha tecnología siendo descritos a continuación.

1.4.1 Etiquetas.

Una etiqueta también conocida como transponder (TRANSporter and resPONDER) está compuesta por dos elementos fundamentales: un microchip y una antena (LAHIRI, 2005), (ANTONIO LÁZARO GUILLÉN, 2009), (SÁNCHEZ, A. 2008). El microchip almacena un número de identificación como una especie de matrícula única y la antena es empleada para la comunicación. Existen varios esquemas propuestos para estos números de identificación, pero el más popular de ellos es el código electrónico de producto (de sus siglas en inglés EPC: Electronic Product Code), diseñado por Auto-ID Center (BOTTANI, APRIL 2008). Estas etiquetas pueden adherirse a cualquier producto e incluso se están desarrollando algunas tan pequeñas que pasarían inadvertidas en los objetos a identificar (CASANOVAS, 2005), (GIL TOBON, 2006), (ELICEGUI), (BHATT, January 2006).

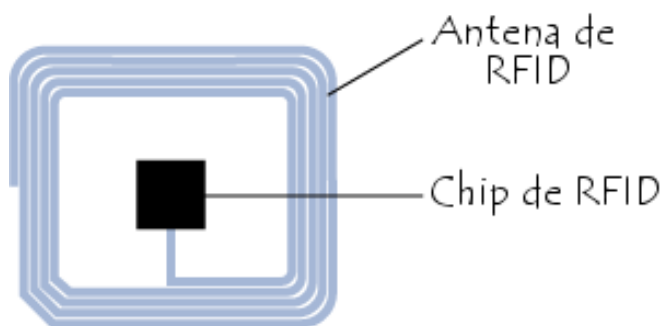


Figura 1.1 Etiqueta RFID.

Clasificación de las etiquetas según la fuente de alimentación.

➤ Las etiquetas pasivas no necesitan baterías adicionales pues se alimentan de la energía del campo generado por el lector para activarse. La comunicación de las mismas se ve limitada de 4 a 5m máximo en algunos casos (GIL TOBON, 2006). Estas etiquetas suelen

tener tiempo de vida ilimitado y bajos costos como resultado de no requerir baterías adicionales para su funcionamiento (PETTINARI, January, 2005 – December, 2007), (BHATT, January 2006), (LAHIRI, 2005), (ANTONIO LÁZARO GUILLÉN, 2009), (SÁNCHEZ, A. 2008).

➤ Las etiquetas semi-pasivas (asistida por batería) no poseen un transmisor integrado por lo que están obligadas a usar la energía ofrecida por el campo electromagnético del lector para comunicarse con él, pero a diferencia de las pasivas sí tienen baterías incluidas para proveer de energía el chip para el resto de sus funciones. Esto les permite trabajar con una señal mucho más baja del lector, que da como resultado el incremento de las distancias de hasta 100 metros (GIL TOBON, 2006.). Estas son un poco más caras que las pasivas y su tiempo de vida está limitado por las baterías pero permiten realizar funciones más complejas de criptografía (BHATT, January 2006), (LAHIRI, 2005), (ANTONIO LÁZARO GUILLÉN, 2009), (SÁNCHEZ, A. 2008).

➤ Las **etiquetas activas** son dispositivos con baterías auxiliares y un transmisor incluido. Estos tags son dispositivos autónomos que trabajan con independencia del lector y al contrario de las etiquetas pasivas generan energía de RF y la aplican a su antena. Esta autonomía les permite comunicarse a distancias mayores que en los casos anteriores con menos requerimientos de potencia por parte del lector, llegando incluso a alcanzar algunos kilómetros (GIL TOBON, 2006), (CASANOVAS, 2005) además no necesitan que este sea quien inicie la comunicación. Su vida útil es limitada (menos de diez años), dependiendo del tipo de batería y de las temperaturas a las que opera y su precio suele ser cinco veces más alto que el de las etiquetas pasivas (PETTINARI, January, 2005 – December, 2007), (BHATT, January 2006), (LAHIRI, 2005), (ANTONIO LÁZARO GUILLÉN, 2009), (SÁNCHEZ, A. 2008).

Clases de etiquetas.

Una de las principales maneras de categorizar las etiquetas RFID es de acuerdo a su capacidad de leer y escribir datos. Esto conlleva a la clasificación de las mismas en cinco clases:

➤ CLASE 0 – SOLO LECTURA – Programado en fábrica.

Es el tipo de etiqueta más simple donde el dato, el cual es usualmente un número de

identificación ID, (por ejemplo EPC) es escrito sólo una vez durante su fabricación (GIL TOBON, 2006), (LAHIRI, 2005), (ANTONIO LÁZARO GUILLÉN, 2009), (SÁNCHEZ, A. 2008).

- CLASE 1 – Escritura una vez y acceso de solo lectura (WORM) – Programado de fabrica o por el usuario.

En este caso la etiqueta es fabricada sin datos en memoria. Los datos pueden ser escritos tanto por el usuario como por el fabricante, pero sólo una vez (GIL TOBON, 2006), (BHATT, January 2006), (LAHIRI, 2005), (ANTONIO LÁZARO GUILLÉN, 2009), (SÁNCHEZ, A. 2008).

- CLASE 2 – Lectura - Escritura.

Este tipo de etiqueta es más flexible, los usuarios tienen acceso a escribir o leerla más de una vez por lo que poseen más memoria que las clases anteriores (GIL TOBON, 2006), (BHATT, January 2006), (LAHIRI, 2005), (ANTONIO LÁZARO GUILLÉN, 2009), (SÁNCHEZ, A. 2008).

- CLASE 3 – Lectura - Escritura – Con sensores incluidos.

Esta clase de etiquetas contienen sensores que permiten la grabación de parámetros como la temperatura, presión y movimiento, los cuales son almacenados mediante la escritura en memoria de la etiqueta. Como los sensores deben actuar sin presencia de lectores, las etiquetas pueden ser activas o semi-pasivas (GIL TOBON, 2006).

- CLASE 4 – Lectura - Escritura – Con transmisores integrados.

Son como dispositivos de radio miniatura que pueden comunicarse con otros dispositivos o etiquetas sin la presencia de un lector. Esto significa que son completamente activos con su propia fuente de energía (GIL TOBON, 2006).

1.4.2 Lectores.

Los lectores están compuestos por una antena, un módulo de radiofrecuencia (transmisor y receptor) y un controlador. La antena permite radiar las señales lectoras y recibir la información contenida en las etiquetas (GIL TOBON, 2006), (LAHIRI, 2005), (ANTONIO LÁZARO GUILLÉN, 2009), (SÁNCHEZ, A. 2008). A su vez el controlador es el

encargado de regular las comunicaciones de los mismos con las etiquetas y la fuente (host) (CASANOVAS, 2005), (BHATT, January 2006). En muchos casos poseen interfaces adicionales como, RS 232, RS485, RJ 45, LAN y WLAN, para permitir enviar los datos recibidos a otros sistemas (bases de datos, PC, PDA) (LAHIRI, 2005), (ANTONIO LÁZARO GUILLÉN, 2009), (SÁNCHEZ, A. 2008). Estos pueden ser de tres tipos: fijos, de mano y para terminales móviles. De esta manera, se infiere que un lector es un subsistema conformado por cuatro subsistemas diferentes:

Reader API (application programming interface): Es una aplicación que programa la interfaz permitiendo registrar y capturar eventos de lectura de tags RFID. También provee capacidades para configurar y monitorear los lectores, o sea gestionarlos (BHATT, January 2006).

Comunicación: Los lectores son dispositivos edge y como otros dispositivos RFID están conectados a la red edge global. Los componentes de comunicación se ocupan de las funciones de la gestión de redes. El subsistema de comunicaciones maneja los detalles de comunicar cual es el protocolo de transporte que el lector puede usar para comunicarse con el middleware (software que reside en un servidor y que actúa entre el lector y las aplicaciones empresariales). El mismo es el componente que implementa Bluetooth o Ethernet para enviar y recibir los mensajes que constituyen el API (BHATT, January 2006).

Gestión de eventos: Cuando un lector ve una etiqueta es a lo que se le denomina un evento de observación. El análisis de la observación se le denomina evento de filtrado. La gestión de eventos define qué tipo de observaciones son consideradas eventos y determina qué eventos son lo suficientemente importantes que merita ser puesto en el reporte o ser enviado inmediatamente a una aplicación externa en la red (BHATT, January 2006).

Subsistema de antena: Este consiste en una o más antenas, la interfaz y lógica de soporte que permite al lector interrogar las etiquetas. Aunque el concepto de antena es simple, el trabajo ingenieril está dirigido a mejorar la recepción de las mismas ante bajos niveles de potencia y su adaptación a circunstancias especiales. Generalmente los lectores emplean dos antenas, una para transmitir y otra para recibir, aunque pueden soportar una cantidad mayor, su número está limitado por las bajas señales en la conexión entre el transmisor y/o receptor del lector con las antenas correspondientes (BHATT, January 2006).

Existen elementos que complejizan el diseño y funcionamiento de los lectores como el hecho de que trabajen a más de una frecuencia. También depende su complejidad del transponder con el que vaya a trabajar, ya que el lector debe ser capaz de acondicionar la señal, detectar y corregir errores durante la comunicación. Otro elemento importante es el hecho de que una vez que las etiquetas hayan recibido toda la información por parte del lector, estos deben emplear algoritmos que le permitan una correcta lectura de todas las etiquetas en su radio de acción sin que existan colisiones durante el proceso

Funcionamiento del sistema.

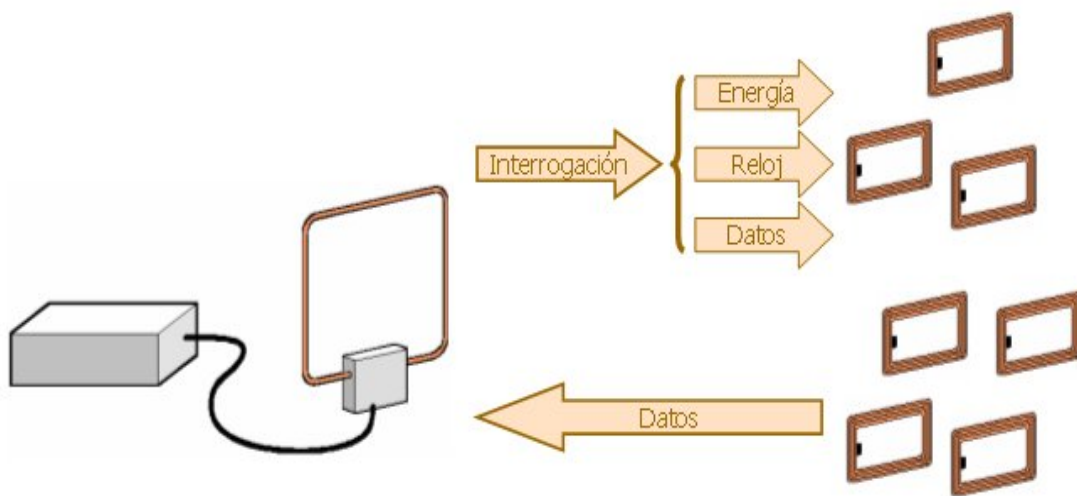


Figura 1.2: Esquema de un sistema RFID.

Como se muestra en la figura 1.2 el lector envía una serie de ondas de radiofrecuencia a los tags dentro de su radio de cobertura, que son captadas por las micro antenas de estos. Dichas ondas activan el microchip de cada una, el cual transmite al lector la información contenida en su memoria (YIFENG HAN, 2004), (BHATT, January 2006). Finalmente, el lector recibe la información que contienen los tags y la envían en un fichero XML hacia la PC a la que está conectado para que este pueda ser procesado según convenga a cada aplicación.

1.5 Banda de frecuencia para la tecnología RFID.

Los sistemas RFID se pueden clasificar atendiendo a varios criterios, por ejemplo la frecuencia de operación (LF, HF, UHF o microondas) y la alimentación de las

etiquetas(activos o pasivos), (PETTINARI, January, 2005 – December, 2007), (BHATT, January 2006), (LAHIRI, 2005), (SÁNCHEZ, A. 2008). En el anexo A se realiza una clasificación de estos sistemas siguiendo el primer criterio mencionado brindando las características y prestaciones fundamentales de cada una de las bandas.

Es importante destacar que los sistemas RFID tienen como uno de sus criterios diferenciales más importantes la frecuencia a la que operan. Por este motivo, es útil hacer una comparación entre los sistemas RFID según su frecuencia, comparación que estará centrada en los sistemas más usuales como son los que operan a 13,56 MHz, los del rango de 400 MHz a 1000 MHz y los que operan a 2.45GHz (CASANOVAS, 2005), (BHATT, January 2006). La inmensa mayoría de productos que se encuentran actualmente en el mercado usando la tecnología RFID y un gran número de los nuevos proyectos operan en estos tres sistemas.

1.5.1 Sistemas a 13.56 MHz.

Principio de operación y características generales.

Generalmente los sistemas RFID que operan a 13.56MHz son pasivos. La influencia del agua o personas en su comportamiento es insignificante pues la radiación emitida a 13.56MHz no es absorbida por el agua ni la piel humana. Aunque en menor medida que los sistemas UHF y Microondas estos sistemas se ven afectados por metales dentro del campo de operación, la influencia de sistemas adyacentes y ruidos externos. La distancia respecto al campo generado por el lector es uno de los parámetros que los afecta seriamente pues la potencia de transmisión decrece rápidamente con la misma.

Etiquetas típicas.

Hay tres tipos principales de etiquetas a 13.56MHz (CASANOVAS, 2005):

1) ISO:

a) ISO 14443: Son “Tarjetas de identificación (proximity integrated circuit cards)”. Con un rango entre 7-15cm, usadas principalmente en el campo de la expedición de tickets.

b) ISO15693: Son “Tarjetas de identificación (contactless integrated circuit cards)”. Con un rango superior a 1m, usadas principalmente en los sistemas de control de acceso.

- 2) Rígidos industriales para logística.
- 3) Inteligentes, delgadas y flexibles.

Tipos de lectores.

En este sistema a 13.56MHz se pueden encontrar tres tipos de lectores a emplear convencionalmente (CASANOVAS, 2005):

- 1) Módulo RF para aplicaciones de “proximidad” (hasta 10cm). Estos se emplean en dispositivos portátiles, impresoras y terminales.
- 2) Módulo de RF para aplicaciones de “vecindad” (amplio rango, en el caso de 13.56MHz hasta 1.5m).
- 3) Módulo de RF de “medio rango” para distancias de hasta 40cm.

1.5.2 Sistemas RFID en la banda UHF de 400 a 1000 MHz.

Principio de Operación y características generales.

Los sistemas RFID que operan en el rango de frecuencias de UHF emplean la propagación convencional de una onda electromagnética para la comunicación y alimentación de etiquetas pasivas. Debido a que no se han estandarizado las frecuencias de trabajo dentro de esta banda, los sistemas pertenecientes a la misma no cuentan con lectores y etiquetas típicas, sino que deben ser seleccionados en dependencia de la aplicación y la región (CASANOVAS, 2005).

Fenómenos como la absorción, reflexión, refracción y difracción atentan contra la correcta comunicación entre lector y etiqueta degradando el funcionamiento del sistema. La energía contenida en las ondas de RF, si inciden en líquidos de alta conductividad eléctrica como el agua tiende a ser reflejada y absorbida. En otros como el aceite o el petróleo que tienen una baja conductividad esta energía pasa a través de ellos con niveles relativamente bajos de atenuación.

El ruido eléctrico no afecta en gran medida a los sistemas UHF, de mayor consideración es el efecto de otros sistemas RFID, teléfonos móviles y equipos que trabajen en la banda ISM. Debido a la naturaleza de las ondas de UHF se pueden emplear pequeñas antenas direccionales, permitiendo lecturas selectivas. Esta capacidad de direccionabilidad evita

zonas de superposición entre varios lectores.

1.5.3 Sistema RFID a 2.45 GHz.

Principios de operación y características generales.

Los sistemas RFID en el rango de microondas se vienen usando desde hace más de 10 años en aplicaciones de transporte como el seguimiento de vehículos, peajes y el control de acceso. La mayoría de las etiquetas para microondas usan un solo circuito integrado y alimentación pasiva.

Las ondas en microondas se atenúan al pasar por materiales que contienen agua, tejidos humanos y se reflejan en objetos metálicos. Debido a la propiedad mencionada anteriormente, los sistemas se pueden diseñar para tener una alta capacidad de lectura en zonas con gran contenido de objetos metálicos. La orientación de la etiqueta es uno de los aspectos fundamentales para alcanzar grandes radios de cobertura, pero esta dependencia de la orientación del tag puede ser solucionada mediante el empleo de antenas más complejas.

Etiquetas típicas.

Hay dos clases de tags para los sistemas a 2.45GHz, aunque las expectativas se orientan a que en el futuro se empleen muchos más tipos de etiquetas (CASANOVAS, 2005):

- 1) Industriales rígidas para usos logísticos.
- 2) Finas y flexibles.

Tipos de lectores.

Lectores fijos de un amplio radio de cobertura son clásicos en esta banda, permitiendo el rastreo de productos etiquetados a largas distancias en procesos logísticos e industriales y el seguimiento de perfiles profesionales para aplicaciones de localización en interiores.

1.5.4 Utilización actual de los RFID.

La tecnología de identificación por radiofrecuencia RFID posee importantes funcionalidades y es empleada en diferentes campos, principalmente por la versatilidad de sus características. Sobre el empleo de esta en diversas aplicaciones existen las más variadas investigaciones.

Un desarrollo acelerado de la misma ha acarreado que la tecnología RFID haya ganando un amplio terreno en el mercado mundial en los últimos años. Muchos son los sectores que se han beneficiado con la incursión de nuevos sistemas de identificación basados en la tecnología RFID por ejemplo el transporte, las tarjetas inteligentes, expedición de tickets, control de acceso, identificación de contenedores, medicina y la industria del automóvil.

Dependiendo de las frecuencias utilizadas en los sistemas RFID, el costo, el alcance y las aplicaciones son diferentes. Los sistemas que emplean frecuencias bajas tienen igualmente costos bajos, pero también baja distancia de uso. Los que emplean frecuencias más altas proporcionan distancias mayores de lectura y velocidades de lectura más rápidas. Así, las de baja frecuencia se utilizan comúnmente para la identificación de animales, seguimiento de toneles de cerveza, o como llave de automóviles con sistema antirrobo. En ocasiones se insertan en pequeños chips en mascotas, para que puedan ser devueltas a su dueño en caso de pérdida. En los Estados Unidos se utilizan dos frecuencias para RFID: 125 KHz (el estándar original) y 134,5 KHz (el estándar internacional). Las etiquetas RFID de alta frecuencia se utilizan en bibliotecas y seguimiento de libros, seguimiento de envases, control de acceso en edificios, seguimiento de equipaje en aerolíneas, seguimiento de artículos de ropa y recientemente en pacientes de centros hospitalarios para hacer un seguimiento de su historia clínica.

Algunas de estas aplicaciones constituyen antecedentes indiscutibles del empleo de la tecnología RFID en el control y distribución de productos por lo cual serán descritas a continuación.

Control de accesos.

Estos sistemas llevan varios años usándose en empresas o recintos, para controlar el acceso a sus instalaciones. También suelen usarse para el acceso a parqueos. Estas tarjetas son cada vez más funcionales, restringiendo no sólo el acceso a distintas zonas de la empresa, sino también a máquinas expendedoras. Además de su empleo para pagos pequeños, por ejemplo en cafeterías, peajes de autopistas, transporte público entre otros.

Identificación de equipajes en el transporte aéreo.

Esta aplicación reduce tiempo y costos de procesos inherentes a los vuelos. El equipaje es direccionado mediante sensores, que detectan el transponder (transmisor/receptor de radio

que se activa cuando recibe una determinada señal, en ocasiones a las etiquetas RFID se les llama así) con la información del avión en el cual tiene que ser cargado. Estos sistemas de identificación hacen los procesos menos propensos a posibles pérdidas. Los mismos operan a 13,56 MHz fundamentalmente, como el instalado por los aeropuertos de Manchester y Munich en 1999, en acuerdo con la compañía aérea British Airways.

Industria automovilística.

A principios de los 90 aparecieron los sistemas RFID en el sector de la seguridad en automóviles. Estos fueron destinados inicialmente a la inmovilización del motor de los automóviles como un adelanto importante en la seguridad de los vehículos ante posibles robos. Luego se diseñó un sistema que inmovilizaba el vehículo y bloqueaba sus puertas a través de un mando. La última de estas aplicaciones son las tarjetas identificadoras que permite desbloquear las puertas del auto sin necesidad de introducir ninguna llave, también está disponible una "llave inteligente" como opción en el Toyota Prius y algunos modelos de Lexus, que permite que el automóvil reconozca la presencia de la llave a un metro del sensor. El conductor puede abrir las puertas y arrancar el automóvil mientras la llave sigue estando en la cartera o en el bolsillo.

Comercio a distancia

El comercio a distancia hace los sistemas de pago mucho más cómodos tanto para el cliente como para la estación de servicio, el cliente paga con su teléfono móvil o con una llave especial. En este sistema se asocian las etiquetas a una tarjeta de crédito (ninguna guarda esta información) que al pasar cerca del lector es identificada, se verifica la autenticidad del transponder y se pide permiso para la transacción. Existen dos métodos fundamentales, el "Token" y el "Manos Libres" (CASANOVAS, 2005).

Logística y comercio.

La logística actualmente es la aplicación más importante de RFID, se intenta aplicar en todos los procesos industriales (BOTTANI, APRIL 2008), creándose de este modo el concepto de trazabilidad. Así el usuario puede conocer, en el punto final de venta o en cualquier otro intermedio, toda la historia anterior del producto, así como los procesos de manufacturación por los que ha pasado. Esto resulta, sin duda, un avance que ninguna tecnología había aportado hasta este momento para este sector (DEFENSE), (BHATT,

January 2006).

1.6 Comparación con otros sistemas de identificación.

Existen diversos sistemas de identificación automática (Auto-ID). Dentro de esta familia se encuentran sistemas como el código de barras, tarjetas inteligentes, RFID y en otro ámbito los procedimientos biométricos con sistemas reconocedores de voz, huellas dactilares e identificación por retina.

Los procedimientos biométricos poseen elevados costos de implementación, alta complejidad y la necesidad de contacto directo en algunas de sus variantes. El código de barras aunque es el sistema más popular en el mercado actualmente, necesita una línea visual despejada además de ser muy propensos al desgaste por contacto físico los códigos adheridos a los activos. Por estas razones se discute la posibilidad del empleo de los sistemas RFID en diversas aplicaciones como solución a las dificultades que presentan los sistemas mencionados anteriormente, resultado arrojado por las ventajas de esta tecnología respecto a los mismos (LAHIRI, 2005), (ANTONIO LÁZARO GUILLÉN, 2009), (SÁNCHEZ, A. 2008).

En aplicaciones donde el código de barras y las tecnologías ópticas son limitados, el crecimiento de la tecnología RFID se ha hecho notorio en las últimas décadas. El hecho de que los sistemas RFID funcionan sin visibilidad directa entre el lector y la etiqueta los pone en ventaja respecto al resto de los sistemas existentes y es donde claramente los supera (DEFENSE), unido al hecho de que su costo se ha minimizado progresivamente (BHATT, January 2006).

1.7 Regulaciones globales del espectro y estándares para el empleo de la tecnología RFID.

Un importante aspecto de la tecnología RFID son los estándares asociados y las regulaciones. Estas son diseñadas con el fin de asegurar la operación con respecto a otros equipos eléctricos y/o de radio, y garantizar la interoperabilidad entre diferentes fabricantes de lectores y etiquetas.

Las regulaciones están principalmente enfocadas a la emisión de energía del lector y la

entrega de bandas de frecuencia para operar mientras estándares como el ISO (International Standard Organization) define la interfaz inalámbrica entre el lector-escritor y escritor-lector, e incluye parámetros como (GIL TOBON, 2006):

- Protocolo de comunicaciones.
- Tipos de modulación de la señal.
- Tramas y codificación de datos.
- Tasas de transmisión de datos.
- Anticolisión (Detección y organización de varias etiquetas en el campo de un lector al mismo tiempo).

La situación para la cadena de suministros o la administración de objetos no son muy diferentes en las interfaces estándares propuestas por ISO y EPC Global; aunque algunas iniciativas buscan unir ambas en un solo estándar, lo cual sería lo adecuado para la adopción de la tecnología a nivel masivo (GIL TOBON, 2006).

Regulación regional y asignación de frecuencias:

Los componentes de los sistemas RFID caen bajo la denominación de Dispositivos de Radiocomunicaciones de Corto Alcance (DRCA o en inglés SRD: Short Range Devices), clasificación que normalmente no requiere licencia para operar, sin embargo los productos sí son amparados por las leyes y regulaciones que varían de país a país. En la actualidad la única frecuencia aceptada globalmente es la frecuencia de 13.56 MHz en la banda de HF y la situación para la banda UHF aún no se ha estandarizado.

Esta discontinuidad se ha resuelto por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), dividiendo el mundo en tres regiones reguladas (como se ve en la figura 1.3 mostrada a continuación) y dejando caer la regulación principal de las mismas en instituciones autorizadas que tienen la responsabilidad de asignar la frecuencia y la potencia de los sistemas RFID, dicha distribución es la siguiente:

- ❖ REGION 1: Europa, Oriente Medio, África y la Unión Soviética incluyendo La Siberia. La regulación principal de esta región recae en Europa, CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications) (GIL TOBON, 2006), (ANTONIO LÁZARO GUILLÉN,

2009).

- ❖ REGION 2: Norte y Suramérica y el Este del Pacífico. La regulación principal de esta región recae en Estados Unidos, la FCC (Federal Communications Commission) (GIL TOBON, 2006), (ANTONIO LÁZARO GUILLÉN, 2009).
- ❖ REGION 3: Asia, Australia y el Oeste del Pacífico. La regulación principal de esta región recae en Japón, MPHPT (Ministry of Public Management, Home Affairs, Post and Telecommunication) (GIL TOBON, 2006), (ANTONIO LÁZARO GUILLÉN, 2009).

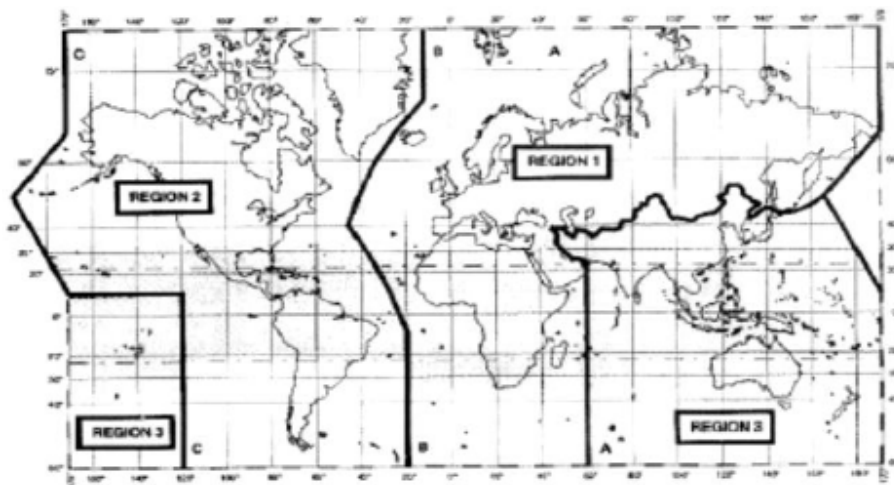


Figura 1.3: Regulaciones regionales y distribución de frecuencias.

1.8 Regulaciones del país para el espectro.

Cuba es uno de los países que no ha estandarizado su situación en la banda UHF para la tecnología RFID, y recoge esta tecnología dentro de *La RESOLUCION No.32/2008* como dispositivos de radiocomunicaciones de corto alcance. Para la elección de una frecuencia de trabajo se hace indispensable un estudio detallado de la asignación de frecuencias y las regulaciones del entorno en conjunto con el Ministerio de la Informática y las Comunicaciones, (MIC) entidad autorizada en estos temas. Consultándose así documentos como *La RESOLUCION No. 31 /2002* y *La RESOLUCION No. 32 / 2008* (ver anexo B), donde se recogen parámetros necesarios como las potencias de salida, frecuencias de operación y la definición de la tecnología por el país.

1.9 Usos y aplicaciones.

Diferentes usos y aplicaciones de las tarjetas RFID, tags RFID y lectores RFID

Las **etiquetas RFID de baja frecuencia** se utilizan comúnmente para la identificación de animales, seguimiento de barricas de cerveza, y como llave de automóviles con sistema antirrobo. En ocasiones se insertan en pequeños chips en mascotas, para que puedan ser devueltas a su dueño en caso de pérdida.

Se utilizan dos frecuencias para RFID: 125 kHz (el estándar original) y 13,56 kHz (el estándar internacional). Las etiquetas RFID de alta frecuencia se utilizan en bibliotecas y seguimiento de libros, seguimiento de pallet, control de acceso en edificios, seguimiento de equipaje en aerolíneas y seguimiento de artículos de ropa. Un uso extendido de las etiquetas de alta frecuencia como identificación de insignias, substituyendo a las anteriores tarjetas de banda magnética. Sólo es necesario acercar estas insignias a un lector para autenticar al portador.

Las **etiquetas RFID** se ven como una alternativa que **reemplazará** a los **códigos de barras** UPC (Universal Product Code) o EAN (Europe Article Number), puesto que tiene un número de ventajas importantes sobre la arcaica tecnología de código de barras. Quizás no logren sustituir en su totalidad a los códigos de barras, debidos en parte a su coste relativamente más alto. Para algunos artículos con un coste más bajo la capacidad de cada etiqueta de ser única se puede considerar exagerado, aunque tendría algunas ventajas tales como una mayor facilidad para llevar a cabo inventarios.

También se debe reconocer que el almacenamiento de los datos asociados al seguimiento de las mercancías a nivel de artículo ocuparía muchos terabytes. Es mucho más probable que las mercancías sean seguidas a nivel de pallet usando etiquetas RFID, y a nivel de artículo con producto único, en lugar de códigos de barras únicos por artículo.

Los códigos RFID son tan largos que cada etiqueta RFID puede tener un código único, mientras que los códigos UPC actuales se limitan a un solo código para todos los casos de un producto particular. La unicidad de las etiquetas RFID significa que un producto puede

ser seguido individualmente mientras se mueve de lugar en lugar, terminando finalmente en manos del consumidor. Esto puede ayudar a las compañías a combatir el hurto y otras formas de pérdida del producto. También se ha propuesto utilizar RFID para comprobación de almacén desde el punto de venta, y sustituir así al encargado de la caja por un sistema automático que no necesite ninguna captación de códigos de barras.

1.10 Conclusiones parciales.

- 1 Las conclusiones que se obtuvieron indican que la tecnología RFID influye positivamente en el control de inventario.
- 2 La aplicación de soluciones RFID puede traer ventajas para las empresas que las lleven a cabo debido a que eleva el control y la gestión de las mismas.
- 3 En la bibliografía consultada se resalta la importancia de la aplicación de la tecnología RFID y con ello las mejores prácticas del mundo y no dejar pasar por alto los grandes avances tecnológicos que constituyen hoy en día una efectiva herramienta para mejorar los procesos logísticos en las empresas cubanas.

CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍAS PARA LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA RFID.

2.1 Introducción.

La aplicación consiste en realizar un diagnóstico de la unidad objeto de estudio para automatizar el control y distribución de los productos terminados en el Centro de Elaboración de la Corporación CIMEX en Villa Clara. En la actualidad y desde su inicio estos procesos se hacen de forma manual lo cual requiere de mucho tiempo y está sujeto a errores. También analizar diversas metodologías para su aplicación y seleccionar la más adecuada con las características de la unidad objeto de estudio de la presente investigación.

2.2 Caracterización del centro de Elaboración de la Corporación CIMEX en Villa Clara.

- La Corporación CIMEX surge en Villa Clara en noviembre de 1993, con la Tienda Variedades Riviera, continuando su desarrollo por toda la provincia no solo con servicios de tienda sino también con los de Servi Cupet y Rápidos, convirtiéndose hoy en una de las provincias más recaudadoras del país.
- Existen en la actualidad un total de 95 bocas de venta, distribuidos en 22 tiendas, 37 puntos de venta, 17 Servi Cupet, 9 Rápidos, 3 Fotoservice, 1 Videocentro 1 Dutty Free, y 1 Tienda Mayorista.
- Desde el año 2004, nuestra Sucursal implementa el nuevo sistema de dirección empresarial, sobre la base del acuerdo 5189 de fecha 30 de Junio del 2004, cumpliéndose para ello con lo aprobado en los XVIII sistemas del expediente. A partir del 1ero de Mayo del 2005, fue aplicada nueva escala salarial.

La Sucursal, perteneciente a la Corporación CIMEX S.A. cuenta con una red de Comercio Minorista dedicados a las ventas al detalle, en las especialidades de: Tiendas, Servicentros, Fotografías y Cafeterías, que se extienden a todos los Municipios de la Provincia. Comprende además servicios mayoristas de Tienda y Almacenes, así como talleres especializados para la prestación de servicios de garantía, reparación y mantenimiento de equipos e instalaciones.

Fue constituida mediante Escritura No.1028 según Acta de Protocolización de fecha 13/08/2003 por la que se protocoliza el Acta de la reunión de la Junta Directiva de la sociedad en la que se acordó su constitución. La sede central se encuentra ubicada en Carretera Central Km. 298 y tiene como Objeto Social:

- Comercialización de forma mayorista y minorista de mercancías en general en CUC, que incluye la de productos alimenticios y no alimenticios tales como: confituras, bebidas alcohólicas, helados, juguetes y souvenir, artículos del hogar, de bisutería, óptica, productos eléctricos, electrónicos y de ferretería, médicos, confecciones textiles, calzado, quincallería y cualquier otro de consumo familiar o personal.
- Comercialización mayorista y minorista en CUC de materias primas, componentes, accesorios, piezas de repuesto, insumos y mercancías con destino a entidades nacionales y extranjeras.
- Comercialización mayorista y minorista en CUC de modalidades de soporte de información en cualquier formato, como equipos y medios audiovisuales.
- Comercialización mayorista y minorista en CUC de combustible, lubricantes, accesorios para vehículos automotores, sus partes y piezas y demás productos.
- Comercialización mayorista y minorista en CUC de medios de publicidad gráfica y para televisión, cámaras, rollos y otros artículos fotográficos y de reproducción de imágenes, así como de publicaciones tales como libros y revistas.
- Prestación de servicios gastronómicos, fotográficos, de revelado y montaje de diapositivas.
- Comercialización de películas extranjeras y cubanas, así como documentales con diferentes temáticas, venta de casetes para grabaciones de video y audio en diferentes formatos.
- Comercialización de productos tecnológicos.
- Prestación a las sociedades del Grupo CIMEX, así como a terceros de servicios de reparación, mantenimiento, y chapistería de vehículos automotores.

- Prestación de servicios de reparación y mantenimiento de bienes muebles e inmuebles, de sistemas de clima, ventilación y refrigeración, así como servicios de protección integral de redes.
- Prestación de servicios de garantía y posventa de las producciones y mercancías que comercializa.
- Prestación de servicios relacionados con Western Union.

Nuestros servicios se caracterizan por tener un alto contenido de productos a comercializar, la calidad se garantiza a partir de la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad, los criterios y métodos establecidos permiten una relación dinámica con los proveedores, asegurando una amplia gama de productos que satisfagan permanentemente las necesidades y expectativas de los clientes.

Misión.

Comercializar bienes y servicios para el mercado nacional asegurando una amplia gama de productos que satisfagan permanentemente las necesidades y expectativas de los clientes, y un desempeño eficiente y eficaz de la gestión, el capital humano se distingue por su alta profesionalidad y compromiso total con la calidad y el respeto medioambiental, actuamos con honradez, disciplina, y responsabilidad.

Visión.

Retamos por ser una organización innovadora, que aplica modelos de excelencia enfocados al cliente, capaz de lograr una gestión integrada, eficiente, con todo el personal altamente motivado y comprometido con la Mejora Continua. Por los resultados y prestigio alcanzado, nos convertimos en una Empresa de Referencia Nacional.

Área de Resultado Clave: Cumplimiento de la Responsabilidad Social.

Objetivo Estratégico: Defender los principios de la Revolución y su avance, consolidando la ética y la moral que caracterizan a las organizaciones socialistas, y haciendo énfasis en la disciplina y en la lucha contra cualquier manifestación de corrupción o ilegalidad.

Área de Resultado Clave: Gestión Económica.

Objetivo Estratégico: Aumentar de forma sostenida nuestra participación en los aportes a la Reserva del país a partir de una mayor rentabilidad y eficiencia; con énfasis en la reducción de gastos, la gestión de inventarios y el aumento de la productividad.

Área de Resultado Clave: Mejora Continua.

Objetivo Estratégico: Alcanzar la consolidación de la aplicación del Sistema de Dirección y Gestión Empresarial Cubano, que garantice niveles superiores de satisfacción de nuestros clientes y trabajadores, con una elevada integración de los procesos humanos, gerenciales y tecnológicos y la consolidación de una cultura de la calidad en toda la organización.

2.3 Metodologías para su aplicación.

2.3.1 Guía Rápida para Programar una Experiencia Piloto RFID (EPCglobal, 2009).

Si bien no es necesario llevar a cabo todos los pasos individuales en orden secuencial, hay un cierto efecto cascada en ellos. (Por favor consultar la Lista de Control para Planificación de Experiencia Piloto e Implementación de RFID para ver una lista completa de los pasos a seguir desde la Investigación hasta la Implementación).

1. Identificar los Casos de Uso (resultados y variables que contribuyen) que se intentan probar. Por ejemplo, aumentar las Ventas mejorando el grado de cumplimiento con OOS Promocional y Ventas Minoristas. Si se realizan pruebas sobre más de un Caso de Uso, llevar a cabo los pasos 2-6 para cada uno. Realizar pruebas sobre más de un caso a la vez presenta algunas ventajas, ya que los productos etiquetados y la infraestructura se aprovechan al máximo, pero este procedimiento debe realizarse únicamente si no compromete la habilidad de aprender lo que se necesita acerca de cada Caso de Uso.
2. Identificar los procesos de trabajo básicos requeridos en cada Caso de Uso. Utilizar un diagrama de flujo o describir tanto los procesos físicos como los correspondientes procesos de datos en detalle suficiente como para que muestren dónde puede incluirse el código electrónico del producto o EPC por sus siglas en inglés.
3. Identificar y decidir los cambios sustentables en proceso/datos que deben realizarse al implementar la experiencia piloto. Estos cambios deben considerarse suficientemente razonables como para justificar el costo de desarrollo anterior a cualquier prueba a nivel del mundo real. Los cambios deben ser considerados “sustentables” para no realizar pruebas que no se correspondan con la realidad.

4. Definir los lugares donde se debe colocar la lectura del EPC en el proceso de trabajo básico/modificado para: (a) permitir los cambios de proceso, o (b) proporcionar mayor comprensión del proceso durante la experiencia piloto. Nótese que no es necesario que se trate de lugares donde la lectura continuará en forma permanente una vez que finalice la experiencia piloto.
5. Definir las medidas de resultados y los criterios de éxito que serán necesarios y las formas de obtenerlos, incluyendo tanto pruebas como medidas de control en escala suficiente (productos, tiendas, tiempo, etc.) para proporcionar resultados estadísticamente significativos. Cuando esto último no sea posible, tener en cuenta que las diferencias anecdóticas en las pruebas puede ser solo una variación normal.
6. Identificar los productos más adecuados para la prueba u otros objetos que deberían ser etiquetados para lograr los objetivos de la prueba, incluyendo productos de distintos fabricantes, de ser necesario para el Caso de Uso. Si se necesitarán las etiquetas en el proceso básico/modificado, deben seleccionarse objetos que puedan etiquetarse sobre bases sustentables. Si el etiquetado se lleva a cabo solo para lograr una mayor comprensión del proceso durante la experiencia piloto (como en el punto 4b anterior), no necesita ser sustentable. Las variables que deben considerarse en el etiquetado de productos incluyen la habilidad de comprobar los resultados que se desean someter a prueba, volumen de SKU, facilidad de uso de la RF, costos, posibles alteraciones al proceso operativo y otros. “Otros objetos” que pueden ser etiquetados incluyen, entre otros: el personal de la cadena de abastecimiento, las etiquetas de góndolas o cualquier otra cosa que pueda mejorar la eficiencia y efectividad del proceso de etiquetado o lograr una mayor comprensión de dichos procesos durante la prueba.
7. Correr el piloto y recopilar los datos.
8. Analizar los datos intermedios para ver si ocasionan cambios de proceso/datos adicionales o cambios en los objetos etiquetados que no fueron planificados en un principio. De ser así, llevar a cabo los cambios y repetir el paso No 7.
9. Analizar e informar las medidas de resultados para comprobar si se han cumplido los criterios de éxito.

10. Revisar los resultados inesperados y concentrarse en aquellos resultados y oportunidades que no fueron identificados para ser incluidos en la prueba en un primer momento pero que fueron descubiertos durante la ejecución de la experiencia piloto. Pueden surgir resultados inesperados del análisis de datos que indican diferencias en el tiempo de permanencia, flujo del proceso, etc. que sirven como supuestos.

Estos resultados inesperados deben convertirse en un Caso de Uso y se debe recomenzar el proceso desde el paso 1.

Este proceso se puede llevar a cabo en forma incremental puesto que puede correrse y medirse en una prueba en pequeña escala (digamos solo unas pocas tiendas) antes de llevarlo a una escala que permita obtener resultados que sean estadísticamente significativos.

2.3.2 Plan de implementación de la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia, las cuales incluyen:

1. Llevar a cabo un análisis del proceso de negocio. Trabajar de la mano con el socio tecnológico para validar el proyecto de RFID, el cual debe apoyar los procesos del negocio y sus metas.
2. Establecer el alcance del proyecto y medir las recomendaciones para configuraciones de hardware (tipo, cantidad y ubicación), software y middleware.
3. Comenzar la implementación por áreas de alto retorno, donde el manejo o la orientación de los productos constituya un cuello de botella o donde una mayor precisión mejore las operaciones.
4. Plantearse las siguientes preguntas: ¿Qué voy a hacer con la información?, ¿para qué requiero esos datos?, ¿en qué momento los voy a capturar?, ¿dónde necesito los interrogadores de RFID?
5. Analizar los cambios en la infraestructura que puede requerir la implementación de RFID.
6. Investigar los estándares apropiados para soportar las aplicaciones deseadas.
7. Buscar hardware que soporte estándares y que pueda integrar los sistemas existentes.

8. Trabajar con vendedores y proveedores de tecnología que tengan experiencia en RFID.
9. Realizar un análisis de espectro para determinar la interferencia de ondas de radio en la zona donde se implementará la tecnología. A lo largo del examen del lugar, validar las recomendaciones efectuadas en el Análisis del Proceso. Al etiquetar y leer los productos bajo condiciones actuales, determinar rangos de lectura y necesidades.
10. Planear adecuadamente el piloto y llevarlo a cabo midiendo los resultados. Valorar la viabilidad del desarrollarlo fuera del sistema o exportarlo hacia otras áreas críticas del negocio, o aún más allá de las cuatro paredes de la compañía.
11. Considerar cómo el piloto puede impactar otras áreas operacionales, así como las aplicaciones de seguimiento.
12. Instalación. El integrador deberá colocar los lectores y antenas. De igual forma, dirigirá la construcción de portales y otros equipos necesarios de acuerdo al análisis del lugar. Antes de finalizar el proyecto, correr pruebas de operación de los sistemas y equipos para asegurar su desempeño con base en las expectativas.

2.3.3 Cómo abordar correctamente un proyecto RFID (Pigni, 2010)

La tecnología RFID tiene un notable potencial de aplicación, pero está evolucionando, casi nunca está disponible a pequeña escala y tiene una connotación sistémica. El estudio de viabilidad es, por lo tanto, una condición previa indispensable para el éxito de los proyectos RFID.

El proceso de adopción de soluciones basadas en tecnología RFID tiene características específicas que requieren a las organizaciones competencias con frecuencia no disponibles internamente. Con el fin de simplificar la gestión de un proyecto de RFID, Lab#ID, el laboratorio de la Universidad Carlo Cattaneo – LIUC (en el norte de Italia), ha desarrollado su propia metodología para la realización de un estudio detallado de viabilidad. La metodología Lab#ID fue desarrollada con el objetivo de transferir conocimiento a las empresas durante todo el proceso de adopción de la tecnología. Las directrices de esta metodología se han desarrollado en el marco del proyecto europeo Regins-RFID que condujo a la definición de una metodología capaz de llevar las pequeñas y medianas

empresas a una auto-evaluación y valoración de los impactos de la adopción de un sistema RFID.

Los aspectos innovadores de la metodología Lab#ID son múltiples: en primer lugar, la eficacia probada del apoyo a pequeñas y medianas empresas. La sinergia entre la transferencia de conocimientos y las actividades de apoyo a las decisiones permite combinar, de manera óptima, los resultados de las investigaciones científicas e industriales con el conocimiento que sólo de forma interna se puede tener en las empresas.

Además, la metodología Lab#ID cubre todo el proceso de adopción: desde el estudio de viabilidad hasta la realización del proyecto piloto, llegando finalmente a la implementación real.

En cuanto al estudio de viabilidad, la metodología consta de tres fases (introducción, operativa y de evaluación), cada una dividida a su vez en sub-fases.

Etapas de “introducción”. Formación del Grupo de Trabajo.

Como primer paso, después de las reuniones preliminares, se procede a la formación del grupo de trabajo, que incluye tanto a personal de Lab #ID como a personal de la empresa. La lógica es la de ser capaz de formar un equipo que contenga diversas habilidades heterogéneas y funcionales para el entorno operativo y la realidad de la organización (RFID, sistemas de información, organización, logística, procesos de negocio, gestión del cambio, etc.). El equipo del proyecto deberá favorecer el proceso de transferencia tecnológica, limitando los problemas de coordinación e involucrando en las diversas fases de estudio a las funciones organizativas capaces de proporcionar la información necesaria para la realización de las actividades del proyecto.

En nuestra experiencia, siempre hemos observado cómo la composición del equipo varía en función del área de negocio involucrada en el proyecto, condicionando objetivos y métodos. Es precisamente en estos casos donde la aportación de Lab#ID es mayor, trayendo una visión global del potencial de la tecnología.

Otras veces, los proyectos RFID pueden estar bien enfocados y limitados en su propósito, como en el caso de la automatización de la logística interna (que es un punto de entrada típico de una solución RFID) y, en consecuencia, puede requerir un menor tamaño del grupo de trabajo.

Definición de los objetivos.

El equipo de trabajo también es funcional según la correcta definición y puesta en común de los objetivos del proyecto que determinarán el estudio de viabilidad. Este estudio permite determinar si el logro de estos objetivos requiere realmente una solución basada en tecnología RFID: en varios casos ha sido la propia Lab # ID quien ha desaconsejado la adopción de la RFID, ya que existían soluciones alternativas, tanto de organización como a través de diferentes tecnologías, capaces de producir los mismos resultados.

Los objetivos también son importantes porque definen con precisión el proyecto como un conjunto de actividades para coordinar, actividades que dentro de una gran empresa pueden, por ejemplo, requerir la participación de unidades múltiples con una ubicación geográfica diferente, o más socios dentro de la misma cadena de suministro.

Definición de los vínculos.

La fijación de objetivos constituye también el primer paso para identificar las zonas interesadas y definir los criterios para el éxito del proyecto. Para ello, es necesario definir también la información técnica, social, jurídica y económica necesaria para orientar adecuadamente el proyecto.

En nuestra experiencia, hemos probado cómo los aspectos legales pueden afectar significativamente a los objetivos. Además de los vínculos de carácter estrictamente técnico, como las normativas sobre el uso de la radiofrecuencia, la introducción de soluciones RFID puede presentar graves problemas de protección de la privacidad del consumidor. Y hay que pensar por ejemplo en las consecuencias de tipo legal que su uso produce al final de la cadena logística, donde la solución podría afectar al usuario final y a su vida personal. Por otra parte, los sistemas de RFID también pueden representar una

oportunidad como herramienta que ayuda a preservar la legalidad: una empresa del sector de la moda-textil nos ha pedido la verificación de la viabilidad de una solución RFID para localizar sus prendas de vestir y protegerse así de cualquier tipo de disputa legal, debida a la presencia en el mercado de productos falsificados.

Por último, la metodología desarrollada por Lab#ID prevé la realización de actividades de experimentación durante las primeras etapas del estudio de viabilidad, para evaluar así la viabilidad tecnológica del sistema respecto a los objetivos del proyecto. Las pruebas preliminares permiten verificar la criticidad y la adecuación de la tecnología RFID, y muchas veces consisten en comprobaciones sobre el terreno.

Las fases operativas.

A las anteriores, que pueden considerarse fases introductorias, les siguen dos fases operativas que prevén, la primera, el análisis y el diseño de procesos de negocio, y la segunda, la selección de la tecnología alternativa.

Análisis de Procesos.

El análisis del proceso es necesario para construir un mapa de la evolución actual de las actividades (el denominado “as is”) para construir una base sólida de los procesos a raíz de la introducción del sistema RFID (el análisis “to be”). Para la formalización “as is” (como es) y “to be” de los procesos, es posible utilizar más de un enfoque, tanto en relación con el método o el modo de representación, como por el hecho de que son escasas las empresas que ya están organizadas en lógica de proceso y dotadas de las habilidades necesarias para gestionar las actividades de análisis. En las medianas y grandes empresas, el análisis y la formalización de los procesos a menudo ya se ha hecho durante la certificación ISO. Este análisis debe distinguirse de la re-ingeniería de los procesos de los que difiere principalmente por sus fines. Los análisis de “as is” y “to be” permiten a la empresa prever dónde la tecnología tendrá presumiblemente los mayores efectos y evaluar sus impactos.

La elección de la metodología y de las dimensiones del estudio de los procesos dependerá de la complejidad de la organización de la empresa y de los recursos y experiencia disponibles.

Las industrias o empresas de fabricación con instalaciones dispersas geográficamente se encuentran entre las más complejas de modelar. Analizar las situaciones en las que la producción no está centralizada, se configura a todos los efectos como el estudio de diversas empresas con procesos interinstitucionales, con operaciones que abarcan varias organizaciones. En estos casos se deben reconstruir factores como la secuencia de las actividades entre las diferentes organizaciones, el tipo de conexión entre ellas, el tipo de información intercambiada y su pertinencia. Todo esto es para entender y cuantificar los beneficios que la aplicación de un sistema de RFID podría generar. Cuando hay suficiente información disponible, se puede continuar con el análisis cuantitativo que incluye tanto las actividades de campo como las de laboratorio (construcción de prototipos de la solución) para medir de forma significativa los efectos sobre el rendimiento del proceso. En muchos casos, la información necesaria para el estudio de viabilidad se deriva de nuestra experiencia anterior o de pruebas de laboratorio. Otras veces, una respuesta precisa es difícil de dar, como cuando se nos pidió verificar las prestaciones de diferentes tecnologías RFID con etiquetas sumergidas en hormigón. Fue necesario realizar las pruebas adecuadas para ver cómo las diferentes etiquetas RFID eran legibles o no según el espesor del material, teniendo en cuenta también la presencia de armaduras, silicatos e impurezas diversas en el hormigón.

Una vez definida la estructura “as is” de los procesos involucrados, lo que se busca es determinar con el estudio del “to be”, en los diferentes niveles de análisis, las mejoras introducidas por la tecnología RFID. Para cada proceso es de hecho posible definir y medir Indicadores Clave de Desempeño (KPI) para luego estimar la variación prevista, lo que da efectivamente una dimensión cuantitativa de los efectos directos de la tecnología. Una sugerencia que hacemos a las empresas que nos piden ayuda para medir y cuantificar los beneficios esperados es centrarse en los indicadores de resultados individuados para cada proceso. Si el trabajo analítico ha sido preciso, en cada proceso deberían estar asociados

con indicadores de desempeño que se consideren significativos, incluso para las aplicaciones RFID.

Por último, se destaca cómo, a menudo, los sistemas de información y los posibles beneficios derivados de una mayor disponibilidad de información se consideran implícitos en el estudio de viabilidad y no son valorados, ya sea por las dificultades inherentes a su estimación, como por el hecho de que necesitamos enseñar a la empresa a conocer la tecnología y su potencial.

Elección de la tecnología.

La elección de la tecnología es la segunda fase operacional de la metodología de Lab#ID. Retomando el ejemplo del hormigón, elegir entre HF, UHF o LF podría parecer trivial, pero en realidad las diferentes tecnologías responden de manera diferente a las diversas aplicaciones.

De hecho, una vez establecido qué sistemas RFID son adecuados para alcanzar los objetivos del proyecto, debemos identificar el tipo de sistema que mejor los realiza. También en este caso es posible que las experiencias de los proyectos ya realizados permitan tener diversas indicaciones, incluso antes de las pruebas, de cómo la tecnología podría superar los tests y de cómo podría evolucionar la situación. Otras veces resulta necesario realizar tests para identificar la mejor opción. Una herramienta útil para la elección de la tecnología es la construcción de un árbol de decisión para evaluar los efectos de la tecnología consideradas factibles para el proyecto. Esto permite identificar los métodos y los resultados necesarios para seguir estudiando la viabilidad tecnológica. Las campañas experimentales sirven, de hecho, para dar estabilidad a las estimaciones efectuadas y para evaluar configuraciones alternativas. Además, los tests se repiten varias veces para que los resultados sean fiables y estadísticamente significativos, y permitan determinar las variaciones de las situaciones “to be” con cierta seguridad.

Valoraciones finales. Análisis de costos y beneficios.

El análisis de costos y beneficios, proporciona la dimensión económica del proyecto. En la metodología utilizada por Lab#ID, no se trata simplemente de llegar a una presentación en conjunto, sino de detallar los componentes y los sujetos interesantes. Lab#ID se basa en su propio modelo de referencia desarrollado en el curso de nuestras investigaciones, para identificar los tipos de costos, los sujetos que en una cadena de suministro los podrían experimentar con mayor probabilidad y el costo que típicamente estas entidades podrían sostener.

En otras palabras, el análisis de costos y beneficios propuesto permite valorar la idoneidad de los beneficios y el reparto de costes entre los sujetos de una cadena. Las empresas que componen la cadena se apropian de manera diferente de los beneficios de las soluciones, de la misma forma que es diferente la subdivisión de los costes entre los distintos actores involucrados. Un ejemplo emblemático es el de la distribución donde, cuanto más contenidos son los costes de quien está arriba, más pueden aprovechar los beneficios ofrecidos por la tecnología los que están abajo, normalmente de forma gratuita. Es evidente que este tipo de argumentos plantea cuestiones muy específicas, tales como la identificación del sujeto que sufragará los costes de las etiquetas, en qué etapa del proceso detectarlos o qué modelo elegir para un posible reparto de los costes (de infraestructura y variables).

En cuanto a la estimación de los gastos, Lab#ID ha desarrollado un árbol de costos que identifica los elementos que afectan el aspecto directo de la aplicación, pero también el aspecto indirecto, como los impactos sobre los proveedores, clientes o socios en la cadena que pueden estar implicados en el caso de lógicas de reverse logistics.

Si a través del análisis “as is” y “to be” se puede llegar a la valoración de los beneficios y los costos directos, sin duda más complejos de evaluar, sugerimos de todas formas probar diferentes escenarios teniendo en cuenta diferentes variables basadas, por ejemplo, en una focalización sobre el estudio de la viabilidad tecnológica o en escenarios de co-participación o colaboración con otros asociados de la cadena.

Para concluir, es importante hacer hincapié en que la determinación del costo directo no plantea grandes problemas de valoración. Esto, en algunos casos, puede ser suficiente para

entender si se procede con el proyecto. La disponibilidad de la dimensión económica, o al menos un orden de magnitud, puede ser suficiente para disuadir a algunos de los socios o, por el contrario, para involucrarlos de forma definitiva.

Evaluación de riesgos.

Por último, proponemos una actividad de evaluación de riesgos tanto en los componentes tecnológicos, como en los componentes de organización que también requieren una cuidadosa política de cambio de gestión. Incluso queriendo adoptar una solución RFID que minimice los impactos en la organización, la nueva tecnología producirá cambios en las actividades empresariales y en el modo de operar del personal, cambios que también deberán ser gestionados. Del mismo modo, se deberán evaluar aspectos como la inercia de la organización y las resistencias que ésta podría poner al cambio. La asociación de un valor económico, una medida, a estos componentes es compleja, pero, también en este caso, la experiencia adquirida en la realización y aplicación de soluciones complejas nos permite esbozar un escenario presumible.

Fase final

Esta breve descripción de las diversas fases y componentes de un estudio de viabilidad, realizado con la metodología desarrollada y probada por nuestro laboratorio, tiene por objeto clarificar cómo un proyecto de RFID exige un análisis detallado de múltiples aspectos: de organización, ambientales, tecnológicos, etc., que afectan a su éxito. Como hemos visto, las variables que pueden determinar el éxito o el fracaso del proyecto son numerosas y se multiplican al aumentar las organizaciones y los actores involucrados. Conocerlas y ser conscientes de estos problemas permite gestionar y evaluar con conocimiento de causa si una solución RFID es realmente la indicada para alcanzar los objetivos preestablecidos.

2.4 Conclusiones parciales.

- 1 La Corporación CIMEX en general tiene como objetivo estratégico lograr una mayor rentabilidad y eficiencia; con énfasis en la reducción de gastos, la gestión de inventarios y el aumento de la productividad.
- 2 Este capítulo muestra de una forma amplia y de fácil comprensión la metodología que se llevará a cabo en la implementación de los RFID.

CAPÍTULO 3. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN.

A lo largo de este capítulo se tratará la estructura del entorno de trabajo en el estudio del hardware necesario para la detección automática del etiquetado de los productos en el Centro de Elaboración con el objetivo de mejorar los procesos de control y distribución de los productos terminados mediante un sistema de identificación por radio frecuencia. Se propondrá el diseño de la red tecnológica por HF y UHF así sus costos de la inversión.

3.1 Estructura del entorno de trabajo.

La figura 3.1 muestra el plano del entorno de trabajo que cumple con los requerimientos y características generales del Centro de Elaboración de la Corporación CIMEX de Villa Clara.

El entorno a utilizar para la distribución del hardware será el del propio centro en cuestión. El mismo posee una sola planta, la cual se analizará posteriormente. Las paredes de la unidad son de concreto de un espesor de 15cm, la puerta de entrada y salida del personal en el centro de la pared frontal y la puerta de recepción de materia prima y distribución de los productos terminados a la derecha de la propia pared frontal ambas son de metal, los marcos de las puertas de las oficinas, el pantry, el baño, el área de producción el almacén de los insumos también son de metal; lo cual es un punto débil de la tecnología RFID.

Esta construcción está formada entrando por la puerta principal por el área de recepción y distribución con dimensiones de 3.5x3.5m, a la izquierda de la puerta de entrada está la oficina y a continuación el pantry con dimensiones de 2x2m, en frente de este último está el baño que mide 1.5x1.5m y a continuación el cuarto de fregado que es de 3x3m y las dos neveras de materia prima que ocupan un espacio de 3.5x3m, en la última parte está situada el área de producción que ocupa un espacio de 4x7.5m. En la parte de la derecha de la

puerta de entrada después del área de recepción y distribución se encuentra el almacén de insumos y el área de las dos neveras de productos terminados con dimensiones de 3x3 y 3.5x3m respectivamente, cabe destacar que todas las neveras son iguales por lo que tienen las dimensiones interiores 1.60x2.70x2.00m (ancho x largo x alto). Todo el escenario descrito, tiene unas dimensiones totales de 14x7.5 metros.

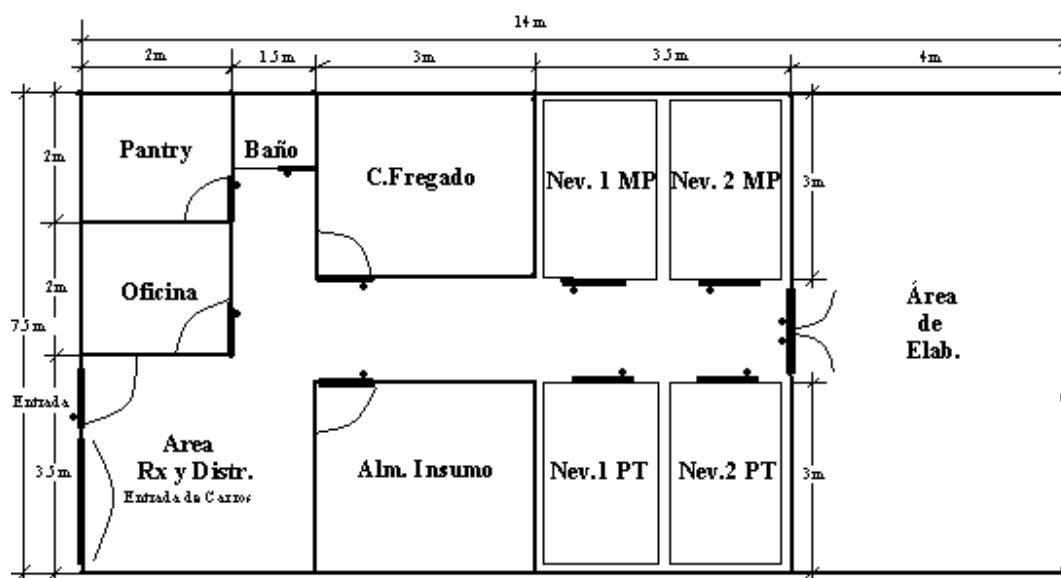


Figura 3.1: Plano de la vista superior del entorno de trabajo.

3.2 Hardware o nivel físico necesario.

El mismo brinda el soporte material a la aplicación y está compuesto por los componentes RFID que conforman la red distribuida del sistema: etiquetas, lectores, PCs y cableado (Yaily Fernández, 2010).

¿Por qué utilizar RFID? Su implementación permitiría el control, la distribución y localización automática de productos, mejorando el funcionamiento y la calidad del servicio.

La tecnología de identificación por radiofrecuencia a pesar de ser de reciente descubrimiento y aplicación, es un candidato fuerte para controlar y distribuir producciones de forma eficaz en procesos logísticos, (solucionando problemas existentes con el código de barras), como se demostró en el capítulo anterior en el proceso comparativo con otras tecnologías de auto-identificación. Además la carga

electromagnética de una antena lectora de RFID es menor que la quinta parte de la que produce un teléfono móvil, lo que significa que cinco antenas activas situadas cerca de una persona generan menos carga que un teléfono móvil, por lo que las emisiones electromagnéticas no son perjudiciales para la salud (CASANOVAS, 2005).

Elección de la tecnología.

Durante el proceso de elección de la tecnología se debe ser selectivo y cuidadoso en aspectos como la relación costo beneficio, es decir que los costos de implementación de la aplicación se vean justificados por los beneficios reportados durante su ejecución.

En este proceso se deben tener en cuenta tres factores fundamentales que van desechando posibilidades, la frecuencia de operación determinada por los estándares y regulaciones del país, requisitos del sistema o aplicación predeterminando un costo para la misma y la elección entre los modelos de lectores y etiquetas resultantes de los pasos anteriores que más se adecuen a las características de la aplicación.

Frecuencia de operación.

La elección de la frecuencia de operación es uno de los aspectos más delicados, este requiere de un estudio minucioso de las regulaciones para la utilización del espectro, ya que los lectores y etiquetas RFID son dispositivos DRCA como se explicó anteriormente en el epígrafe 1.7. Para trabajar en este punto se hace necesario recurrir a entidades autorizadas en el tema que puedan dar una licencia para la transmisión, como lo es el caso de La Agencia de Supervisión y Control del MIC.

El hecho de que los sistemas RFID generen y radien ondas electromagnéticas implica que los mismos sean clasificados como sistemas de radio. Así, las ondas emitidas por un sistema de identificación por radiofrecuencia no debe interferir el funcionamiento de otros sistemas afines.

Existen dos bandas de frecuencias definida por la propia tecnología que permiten agilizar los procesos logísticos, sus características concuerdan con procesos como estos, donde hay una gran cantidad de activos involucrados dinámicamente.

La banda de altas frecuencias (HF) cumple los requerimientos para las etiquetas pasivas necesarias en la aplicación. Además se pueden alcanzar en dependencia de la potencia de

transmisión aproximadamente desde 1 hasta 1.5 metros de radio de cobertura (INITIATIVE, 2008). Es una banda buena en cuanto a razón de lectura y respuesta de las etiquetas, pudiendo ser leídas simultáneamente un cómputo de doscientas etiquetas, a una razón entre 30 y 300tags/seg. (INITIATIVE, 2008). La banda UHF posee características similares a las de la banda HF sólo que esta supera a la anterior en aspectos como la razón de lectura, respuesta de las etiquetas y radio de acción que está entre 4 y 5m (INITIATIVE, 2008), (GIL TOBON, 2006) en dependencia de la potencia utilizada.

Es cierto que la banda UHF es más afectada por elementos físicos y materiales que atentan contra el adecuado desempeño de los sistemas RFID en estas bandas, como el metal, el tejido humano y el agua. Además es atacada también por fenómenos físicos como la difracción, reflexión y refracción. Pero las afectaciones producidas por los mismos no constituyen un impedimento para aplicaciones como esta, ya que pueden ser atenuadas si la distribución de la red se realiza de modo inteligente.

La aplicación puede ser implementada en estas bandas indistintamente pues ambas tienen una buena relación de compromiso en cuanto a las potencialidades de sus sistemas y las afectaciones por agentes externos. En el caso de HF se hace de especial relevancia la frecuencia de 13.56 [MHz] que se incluye dentro de la banda ISM y no requiere licencia para transmitir. Para la banda UHF se requiere de un estudio del entorno de trabajo donde se va a implementar la aplicación, en conjunto con La Agencia de Supervisión y Control del MIC pertinente, especialmente en el rango de frecuencias entre 433.050 – 434.790 MHz.

➤ **Requisitos del sistema o aplicación (costo).**

Los sistemas de identificación de activos no poseen requerimientos especiales ni elevados costos. Este aspecto apunta una vez más al empleo de la tecnología RFID, pues uno de los requisitos fundamentales es que el costo de la tecnología no sea comparable ni exceda los precios de los productos a gestionar.

Al analizar los requisitos del sistema es importante tomar en cuenta además, características como el tiempo de vida y la seguridad. Este sistema requiere etiquetas en grandes volúmenes, por lo que un tiempo de vida ilimitado de las mismas es muy factible, pues implicaría inversiones en etiquetas a largo plazo (AMIPEM Consultores, 2009). Para una mayor seguridad se requiere que las etiquetas no respondan a señales diferentes a la del

lector correspondiente, lo cual se ve favorecido en etiquetas que no transmiten sin la presencia del lector ni se comunican entre sí (AMIPEM CONSULTORES, 2009), pues las mismas no poseen elementos de amplificación que permitan la amplificación y el reconocimiento de señales extrañas. Es fácil inferir atendiendo a las características anteriores que las etiquetas pasivas son idóneas para la aplicación.

El sistema sólo requiere que las etiquetas almacenen en memoria el número de identificación o código EPC, por lo que el uso de etiquetas de sólo lectura o clase 0 es adecuado. Etiquetas impresas pueden ser empleadas, pues los entornos de operación del sistema serán interiores y estarán protegidos. Los lectores a emplear deben cumplir un único requisito, el de ser compatible con las etiquetas seleccionadas y que sean capaces de suministrarles suficiente energía para su funcionamiento.

Los requerimientos de la aplicación conforman el sistema más económico dentro de la tecnología RFID, dando un costo que oscila entre los \$0.39 y \$0.76 centavos de dólar para las etiquetas y entre los \$70 y \$170 dólares para los lectores (LTDA, 2010). Aunque Auto-ID Center predice a partir de la reducción de los costos de manufactura de los circuitos integrados, que para un futuro cercano el costo de las etiquetas pasivas debe ser tan bajo como los 5 centavos de dólar desde los 30 a 35 centavos que cuestan en la actualidad. Las predicciones destacan el hecho de que estas etiquetas serán vendidas en grandes volúmenes sobre los 30 billones reduciendo su costo hasta 1 centavo de dólar (LI YANG, 2009).

Los sistemas de identificación de activos no poseen requerimientos especiales ni elevados costos. Este aspecto apunta una vez más al empleo de la tecnología RFID, pues uno de los requisitos fundamentales es que el costo de la tecnología no sea comparable ni exceda los precios de los productos a gestionar.

➤ **Elección del candidato con mayores potencialidades.**

Los componentes de la tecnología RFID (etiquetas y lectores) obtenidos como resultado de la eliminación según las frecuencias de operación, (es decir dentro de las bandas HF y UHF) y los requerimientos del sistema, (etiquetas pasivas, clase 0, impresas y de poca memoria con lectores compatibles) se muestran en la tabla 3.1 y 3.2 respectivamente.

A partir de las tablas 3.1 y 3.2 se realiza una comparación entre los modelos resultantes, de características como prestaciones, precios, puertos de comunicación y distancia de lectura.

Seleccionándose de este modo un juego de etiquetas y lectores compatibles que ofrezca las mayores potencialidades al sistema. Consiguiendo que esta se ajuste a las necesidades de la aplicación y sea lo suficientemente económica para hacer viable la aplicación.

MARCA	PRECIOS	CARACTERISTICAS GENERALES	DISTANCIA DE LECTURA
Tag-it™ HF Inlay: RI-101-110A	1-25 \$0.69 26-100 \$0.55 101-1000 \$0.45 1001-10000 \$0.41 10001-25000 \$0.39	Imperial square (45mm x 45mm, pitch 2inch) (LTDA, 2010).	
Tag-it™ HF-I Plus Inlay: RI-I02-112B	1-25 \$0.76 26-100 \$0.60 101-1000 \$0.50 1001-10000 \$0.45 10001-25000 \$0.43	Rectangle large; for PVC (LTDA, 2010).	
Tag Genérico-Wet (UTGEN).	\$0.29	Tags pasivos UHF/G2/96 Bits (EAGLE-TRACK, 2010)	2-6m
Tag Genérico-pap (UTGTB). *Print with your logo & record (UTGTG).	\$0.35 \$0.39	Tags pasivos de papel blanco. UHF/G2/96 Bits (EAGLE-TRACK, 2010).	2-6m
Laundry Tag.	\$0.89	Tags pasivos para ropa,	2-6m

		toallas, uniformes, sabanas, colchas, etc. UHF/G2/96 (EAGLE-TRACK, 2010)	
Metal Mount Tag (UTMTS *Grabado con logo (UTMTG))	\$1.50 \$1.90	Tags pasivos para montaje en metales. UHF/G2/96 Bits (EAGLE-TRACK, 2010)	2-6m

Tabla 3.1: Relación de etiquetas resultantes durante el proceso de elección de la tecnología.

MARCA	CARACTERISTICAS GENERALES	DISTANCIA DE LECTURA
MICROREADER RI-STU-MRD1-30 (LTDA, 2010).	Sus precios están en dependencia de la cantidad que se desee adquirir, por ejemplo: si son de 1-20 el costo es de \$80,00, si son de 21-50 el costo es de \$74,00, si son de 51-100 el costo es de \$69,00 y si están en el rango de 101-250 el costo es \$67,00.	
FALCON 500.	Lector que soporta los tags y protocolos siguientes: Clase 0, Clase 1, Clase Generación 2. Su antena es de una anchura de 3dB. Opera en la banda de frecuencia UHF en el rango de: 902MHz - 928MHz. La polarización del mismo es: Linear Vertical. Cuenta con una memoria RAM (64 MB) y una Flash (64 MB). Sus puertos de comunicación son USB 1.1 (ActiveSync) y RS-232 (ActiveSync y	5'' - 1.5 m. NOTA: (Es capaz de escribir a una distancia entre 12"y 30.5 cm).

	otros protocolos RS-232) (DATALOGIC).	
Familia de lectores de proximidad de mediana distancia ISC.MR101.	Familia de lectores que soporta los tags y protocolos siguientes: ISO 15693 (EM4135, MB89R1 16, my d,TempSens, I.CodeSLI, LRI512, LRI64, Tag-it HF-I) y I.Code 1, Tag-it HF y opcionalmente I.code EPC y I.Code UID. Su potencia de transmisión es de 1,0 W +/- 2dB, Opera en la banda de frecuencia HF específicamente a 13.56 MHz. Sus interfaces de comunicación son USB y RS-232C / RS485 seleccionable. En correspondencia con la aplicación para la que sea seleccionado, este lector cuenta con tres tipos de antenas estándar: para ambientes ofimáticos, industriales y de mano (sus características están detalladas en la hoja técnica del mismo adjunta al informe) (FQ Ingeniería Electrónica).	Max 40cm.
Familia de lectores de proximidad de larga distancia ISC.LR Series.	Son ampliamente utilizados en tiendas, logística e industria. Soportan los tags y protocolos siguientes: ISO 15693, ISO 18000-3, EPC HF, I.Code (ej. I.Code SLI, my-d, STMLR512 12/64, Tag-it HF-I). Su potencia de transmisión es de 4W hasta 12W programable por software en tramos de 0.25W, Opera en la banda de frecuencia HF específicamente a 13.56MHz. Sus interfaces de comunicación son RS-232C, RS485, Ethernet (TCP/IP), Compact Flash-	Máximo 2m.

	<p>II (WLAN). En correspondencia con la aplicación para la que sea seleccionado, este lector cuenta con varios accesorios, para más información revisar la hoja técnica del mismo adjunta al informe (FQ Ingeniería Electrónica)</p>	
<p>RDR-7582AKU (NexTag, 1999-2010b).</p> <p>RDR-7082AKU (NexTag, 1999-2010a).</p>	<p>AIR ID RFID Reader 13.56MHZ MHz I CLASS/MIFARE USB Independent Software REQ. Tiene dos vendedores POSGlobal y GEMINI COMPUTERS. Su mejor precio es de \$89,54.</p> <p>AIR ID RFID Reader 13_56MHZ MHz I Class USB Independent Software REQ [RDR-7082AKU]. Tiene dos vendedores POSGlobal y GEMINI COMPUTERS. Su mejor precio es de \$89,54.</p>	
IF30.	<p>El IF30 es un lector fijo de alto rendimiento que lee y escribe etiquetas RFID UHF en entornos en que hay gran cantidad de emisiones de radiofrecuencia. La sensibilidad de recepción del IF30 permite realizar la lectura de grandes cantidades de etiquetas a gran velocidad. El IF30 puede filtrar los datos de las etiquetas para no enviar información innecesaria al sistema central (AMIPEM Consultores, 2009).</p>	Más de 4,6 m.
PRHD102	<p>Lector de mano HF/UHF con posibilidad de conexión Bluetooth o USB. Soporta ISO15693, EPC Gen2 (opcional ISO</p>	

	18000-6-C) (AMIPEMConsultores, 2009).	
--	---------------------------------------	--

Tabla 3.2: Relación de lectores resultantes durante el proceso de elección de la tecnología.

Relación costo beneficio de la aplicación.

Los sistemas RFID ofrecen ventajas sobre otros sistemas actuales de identificación de activos que han propiciado su abaratamiento rápidamente. En caso de ser comprados en grandes volúmenes los componentes de estos sistemas como se requiere en la aplicación, se abarata aún más. Son sistemas económicos, especialmente en este caso para identificación y gestión de activos o insumos. Lo anterior unido a las características y pequeñas dimensiones de los entornos donde este se implementará y las pequeñas distancias de interrogación, conlleva al uso de pocos lectores y accesorios, incidiendo estas condiciones directamente sobre el abaratamiento del costo de implementación y por tanto en la viabilidad de la aplicación.

Serían evidentes las mejoras en la cadena de suministro con el empleo de esta tecnología los procesos de inventario, control y distribución serían menos demorados y engorrosos, mejorando así las condiciones de trabajo

El control de los productos terminados tras cada jornada laboral sería similar al proceso de inventario, rápido y sujeto a bajas probabilidades de error, reduciéndose en ambos procesos en gran medida la intervención humana. De esta manera, el servicio prestado mejoraría notoriamente, convirtiéndose más eficiente y confiable. Es evidente que los beneficios del sistema superan el costo de implementación para un conjunto RFID que cumpla con las características y precios definidos por los requisitos de la aplicación.

3.3 Diseño de la red de distribución de la tecnología.

Por las características del entorno de trabajo, y teniendo en cuenta que tanto la materia prima como los productos terminados requieren de congelación solo es necesario diseñar la red de distribución de la tecnología en la áreas de las neveras de productos terminados, el pasillo y el área de recepción y distribución.

Se necesitarán lectores fijos (tabla 3.2) de manera que queden totalmente cubiertas las áreas antes mencionadas. De este modo quedarán localizadas constantemente las etiquetas

asociadas a productos situadas en estas zonas, que deben coincidir con el total de productos en existencia. El uso de lectores fijos es justificado por el hecho de que poseen un mayor radio de acción, garantizando con un menor número de los mismos la cobertura de toda el área.

Todos estos lectores estarán debidamente conectados por su interface correspondiente a una PC, formando una red tecnológica cuyo servidor gestionará, procesará y actualizará la base de datos. El presente trabajo está centrado como ya se ha expuesto anteriormente en el estudio desde el punto de vista de diseño del hardware y la valoración económica (costo) necesaria para automatizar el control y la distribución de los productos terminados, aplicando diferentes variantes de solución, razones por las cuales no nos detendremos a buscar soluciones de software y dejaremos el tema abierto para futuras investigaciones.

3.3.1 Cantidad de lectores Requeridos.

Como resultado de la red de distribución y de las características del centro el número de lectores fijos necesarios, estará determinado por el radio de acción del modelo seleccionado

Un análisis específico en cada una de las bandas de frecuencias permitidas para la ejecución de la aplicación arroja los siguientes resultados:

a) Banda HF.

En esta banda pueden emplearse 17 lectores fijos de la familia de lectores de proximidad de larga distancia ISC.LR Series (con radio de acción de 2m aproximadamente) explicados en la tabla 3.2 para cubrir como máximo un área de $5 m^2$ cada uno. La red resultante sería la mostrada en la figura 3.2. Estos lectores pueden ser combinados con las etiquetas Tag-it™ HF-I (tabla 3.1).

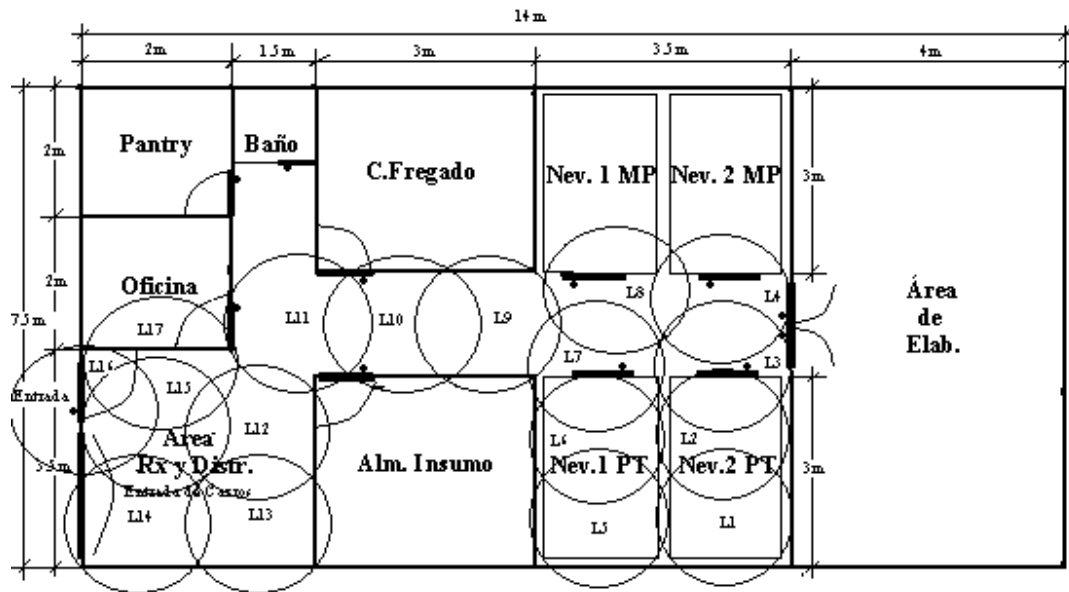


Figura 3.2: Diseño de la red tecnológica para la banda HF.

b) Banda UHF.

Si en esta banda se emplearan para identificación lectores fijos IF 30 (con radio de acción de 4m para que no trabajen al límite, tabla 3.2), se necesitarían siete lectores fijos cubriendo un área de $20 m^2$ máxima cada uno. La red tecnológica resultante sería la mostrada en la figura 3.3 Este juego de lectores se puede conjugar con tags Genérico-Wet (UTGEN), tags Genérico-pap (UTGTB), tags Laundry y Metal Mount Tag (UTMTS), tabla 3.1.

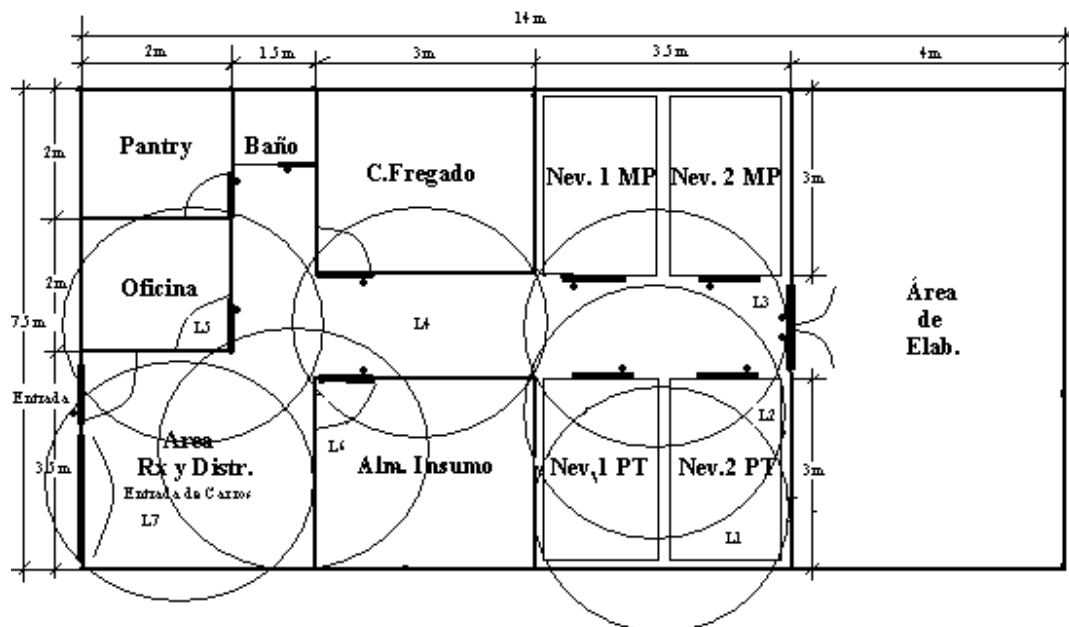


Figura 3.3: Diseño de la red tecnológica para la banda UHF.

3.4 Análisis económico.

En todo proyecto siempre es conveniente determinar el monto de la inversión. Estos datos influyen directamente en la toma de decisiones de las personas involucradas en el costo del proyecto.

No se realiza un análisis económico completo, sino más bien se describen las ventajas económicas y operativas que pueden conseguirse con la implementación del proyecto.

En el sub-epígrafe 3.2.1 se realizó un análisis específico en cada una de las bandas de frecuencias permitidas para la ejecución de la aplicación, lo cual arrojó dos soluciones para el diseño de la red de distribución de la tecnología, a continuación, se realizará un estudio de los costos en ambos casos para determinar el mas factible:

a) Banda HF.

La tabla 3.3 muestra un estimado del costo del diseño de la aplicación en la banda de HF.

Tabla 3.3. Costo aproximado del diseño de la aplicación en la banda de HF

Descripción	Precio Unitario (\$)	Cantidad	Precio Total (\$)
Etiquetas Tag-it™ HF-I	\$0.39	10001	\$3900.39
Lectores ISC.LR Series	\$85.00	17	\$1445.00
Cable Coaxial 50 Ω	\$0.20	150mts	\$30.00
Computador para servidor. Regulador de voltaje, UPS.	\$1500.00	1	\$1500.00
		Costo total Aproximado	\$6875.39

El costo total aproximado de la inversión es de \$6875.39 para dicha banda

b) Banda de UHF.

Tabla 3.2. Costo aproximado del diseño de la aplicación en la banda de UHF.

Descripción	Precio Unitario (\$)	Cantidad	Precio Total (\$)
Etiquetas Tag-Genéricos-Wet (UTGEN)	\$0.29	10001	\$2900.29
Lectores IF30	\$170.00	7	\$1190.00
Cable Coaxial 50 Ω	\$0.20	100mts	\$20.00
Computador para servidor. Regulador de voltaje, UPS.	\$1500.00	1	\$1500.00
		Costo total Aproximado	\$5610.29

El costo total aproximado de la inversión es de \$5610.29 para dicha banda

3.5 Conclusiones parciales.

4 En el presente capítulo se ha realizado la estructura del entorno de trabajo, donde se ha diseñado la red de distribución de la tecnología en las bandas de HF y UHF, donde se pudo observar la distribución más factible de los componentes RFID y el costo aproximado de cada uno de los casos.

5 Por lo que se puede llegar a la conclusión siguiendo los resultados obtenidos, que la banda de UHF es la más apropiada para el diseño de la aplicación no solo porque el costo de la inversión es menor sino también porque la estructura de la red de distribución de la tecnología es menos compleja.

6 Se logró el diseño de hardware de una aplicación que de modo automático brinda la posibilidad de controlar y distribuir productos, además de la realización de inventarios ágiles y confiables en tiempo real. Simplificándose estos procesos, lo que implica ganancia de tiempo y dinero.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

A partir del análisis de los resultados obtenidos mediante el estudio de los módulos de la aplicación se puede concluir:

- ❖ Mediante una revisión bibliográfica profunda sobre la tecnología y su empleo se pudo conocer experiencias de diversas aplicaciones que tienen que ver con el desarrollo de la tecnología RFID en el mundo entero.
- ❖ Con el empleo de la tecnología RFID se pueden obtener beneficios significativos en la red de suministros, relacionados con el funcionamiento automatizado de los procesos de control y distribución de productos.
- ❖ Con el empleo de esta tecnología se analizaron variantes de solución para el control y distribución de los productos terminados en la unidad objeto de estudio.
- ❖ Para incentivar el empleo de una gran variedad de aplicaciones basadas en la tecnología RFID en la banda de UHF debido a las potencialidades que posee, es necesario que se estandarice esta banda de frecuencias. Además de la unificación de los protocolos y normas existentes en materia de comunicación e identificación.
- ❖ Con este sistema se reducirían a largo plazo los costos de identificación, pues se eliminarían las etiquetas adhesivas de papel que a pesar de ser más económicas que las etiquetas RFID generan mayores inversiones por su constante deterioro, a diferencia de estas últimas que son reutilizables. Además se reduciría el tiempo empleado en las identificaciones ya que el sistema no requiere de una línea de visión directa ni de la intervención humana para procesar cada artículo de modo independiente.

Recomendaciones

Una vez concluida la investigación se considera oportuno realizar las siguientes recomendaciones.

- ❖ Realizar pruebas de campo con la tecnología propuesta con el objetivo de ajustar y validar el diseño propuesto.
- ❖ Proponer a la dirección de CIMEX Villa Clara que valore el diseño propuesto en la presente investigación con el objetivo de su implementación en el centro de elaboración y posible extensión a otras áreas de la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIPEM CONSULTORES, S. L. (2009). *Etiquetas pasivas*. Obtenido de <http://www.amipem.net>

ANTONIO LÁZARO GUILLÉN, D. G. (2009). *Diseño de Antenas y Caracterización de Interferencias entre Lectores RFID*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería: Universidad Rovira y Virgili.

BHATT, B. G. (January 2006). *RFID Essentials*. In: O'BRIEN, M. (ed.) *Primera ed.: O'Reilly*.

BOTTANI, E. (APRIL 2008). *Reengineering, Simulation and Data Analysis of an RFID System* *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research* ISSN.

CASANOVAS, J. M. (2005). *Estudio, diseño y simulación de un sistema de RFID basado en EPC*.

DEFENSE, U. S. *Unite States Department of Defense Supplier'Passive RFID Information Guide*. In: DEFENSE, O. (ed.).

DIEGO LZ.DE IPIÑA GLEZ.DE ARTAZA, J. I.-C. (noviembre del 2009). *La RFID como tecnología habilitadora de la internet de las cosas*.

Egoméxico. “¿Qué es la identificación por radio frecuencia o RFID?”. http://www.egomexico.com/tecnologia_rfid.htm.

ELICEGUI, J. H. *Sistema de seguimiento y trazabilidad de pacientes on-line basado en tecnología RFID*.

EPCglobal. (2009). *Guía Rápida para Programar una Experiencia Piloto RFID*.

- GIL TOBON, P. A. (2006). *Control de entrada/salida de objetos en recintos publicos o privados integrando tecnologias moviles e identificacion por radiofrecuencia RFID*.
- INITIATIVE, I. I. (2008). *.DRAFT RFID Roadmap for Item-Level Tag*.
- LAHIRI, S. (2005). *RFID Sourcebook*. In: PTR, P. H. (ed.) First ed.: Pearson plc.
- LI YANG, A. R. (2009). *Design and Development of Radio Frequency Identification (RFID) and RFID-Enabled Sensors on Flexible Low Cost Substrates*. In: MORTAZAWI, A. (ed.). *Georgia Morgan & Claypool*.
- Ligonio, N. (2007). *Tecnología RFID. El rincón de la Ciencia* .
- Llamazares, J. C. “¿Cómo funciona? Sistemas RFID”.
<http://www.ecojoven.com/dos/03/RFID.html>.
- LTDA, P. (2010) . *¿Cuánto cuesta implementar el sistema RFID? Colombia: Componentes y Soluciones en Electrónica e Informatica*. Obtenido de <http://espanol.answers.yahoo.com>
- Noticiasdot.com. (2003). “Como funciona la tecnología para RFID”.
<http://www2.noticiasdot.com/publicaciones/2003/0403/0804/noticias080403/noticias080403-7-a.htm>,]
- PETTINARI, M. (January, 2005 – December, 2007). *Context Detection and Abstraction In Smart Environments Alma mater studiorum università di bologna*.
- Pigni, F. (2010). *Cómo abordar correctamente un proyecto RFID*. datacollection.eu.
- Ruiz, U. a. (2000).
- SÁNCHEZ, J. A. (A. 2008). *Sistema de Control de Acceso con RFID*.
- TABERNILLA, L. (D.-A. 2006). *Sistema de localización en interiores*. Universidad politécnica de Madrid.
- Yaily Fernández, A. (junio de 2010). “*La tecnología RFID para la gestión ágil y eficaz de activos en la Red de suministros*”. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.
- YIFENG HAN, H. M. (2004). *System Modeling and Simulation of RFID*. WHITE PAPER SERIES.

ANEXOS

Anexo A. Especificaciones de la tecnología RFID.

	LF	HF	UHF	Microwave
Rango de frecuencia.	ISO/IEC 18000-2	ISO/IEC 18000-3 Auto ID HF Class 1 ISO 15693 ISO 14443(A/B)	ISO/IEC 18000-6 Auto ID Class 0 Class 1	ISO/IEC 18000-4
Estándares de especificaciones.	ISO/IEC 18000-2	ISO/IEC 18000-3 Auto IDHF Class 1 ISO 15693 ISO 14443 (A/B)	ISO/IEC 18000-6 Auto ID Class 0 Class 1	ISO/IEC 18000-4
Rango típico de lectura.	0.5 m	~1 m	~4 – 5 m	~1 m
General.	Grandes antenas que desembocan en un elevado costo de las etiquetas. Esta	Menos caras que los tags LF. Es buena esta banda para aplicaciones como nivel de	En volumen UHF tiene potencial de ser más barato que LF y HF debido a los recientes	Sus características son muy similares a las de UHF pero con razones de

	banda sufre pocas afectaciones por el agua y los metales.	acceso, estantería inteligente y seguimiento a nivel de artículos.	avances de los circuitos integrados. Es buena esta banda para leer múltiples tags en un rango amplio. El agua y los metales le imprimen mayores degradaciones que en el caso de las bandas inferiores. Buena para el seguimiento a nivel de cajas o pallets.	lectura mayores Esta banda de microondas es más susceptible a las degradaciones producto de la presencia de agua y metales.
Las Fuente de alimentación de tags.	Principalmente emplea tags pasivos con acoplamiento inductivo (Campo cercano).	Principalmente emplea tags pasivos con acoplamiento inductivo (Campo cercano).	Etiquetas activas y pasivas empleando el campo eléctrico (backscatter en el Campo Lejano).	Etiquetas activas y pasivas empleando el campo eléctrico (backscatter en el Campo Lejano).
Aplicaciones típicas.	Control de accesos, identificación	Tarjetas de mercado, control de		Localización en tiempo real.

	de animales e inmovilización de vehículos.	acceso, identificación de elementos, librerías y transporte.		
Intensidad de campo/potencia de transmisión.	72 dB μ A/m	42 dB μ A/m	500 mW (sólo Europa) y 4 W (espectro ensanchado sólo E.U./Canadá).	500 mW (sólo Europa) y 4 W(espectro ensanchado solo E.U./Canadá).
Razón de lectura de múltiples tags.	<p>Más rápida</p> <p>=====→</p>			Más lenta
Posibilidad de leer cerca de agua y metales.	<p>Mejor</p> <p>=====→</p>			Peor
Tamaño de las etiquetas pasivas.	<p>Grandes</p> <p>=====→</p>			Pequeñas

Anexo B Resoluciones**RESOLUCIÓN No. 31 /2002 (emitida por el Ministerio de las Informática y las Comunicaciones). (...)**

NOTA: El documento oficial será entregado en una carpeta adjunta por la extensión del mismo.

RESOLUCIÓN No. 32 /2008 (emitida por el Ministerio de las Informática y las Comunicaciones). (...)

NOTA: El documento oficial será entregado en una carpeta adjunta por la extensión del mismo.