



CAPÍTULO 4. APLICACIONES RFID.

Las aplicaciones de la tecnología RFID son muy extensas y día con día se abren nuevos proyectos a utilizar con esta tecnología, pero para cada aplicación existente o por existir debe entablar un estándar para ser operado y utilizado, por ejemplo en un país como china exporta productos a Europa, si china añade una etiqueta RFID a su producto para seguir los pasos de producción, Europa al momento de leer la etiqueta debe cumplir con normal a nivel global permitida y conocida para ser leída, pero no es así.

4.1 Estándares existentes

4.1.1 Normativa a escala mundial

En cada país existen normas para regulación de productos, en cuanto al número de canal a usar, potencia a transmitir, frecuencias, etc. Teniendo en cuenta que la radiofrecuencia en la gestión del espectro es local. Por ello para etiqueta RFID tendrá de limitarse a los estándares de función de cada país para no violar las normas de los estándares a entablar, lo que aumenta la dificultad de que cada país tenga su propio estándar por eso se propuso imponer un estándar mundial. [URL1][GON08]

4.1.2 Desarrollo de estándares

RANGO DE FRECUENCIA	ESTANDAR	CARACTERISTICAS
Menos de 135 KHz	ISO 18000 - 2	Aplicaciones de gestión de artículos
13.55 MHz - 13.57	ISO 18000 - 3	Uso común
26.96 MHz - 27.78MHz		Uso en aplicaciones especiales
433 MHz	ISO 18000 - 7	Etiquetas activas en Asia
868 MHz - 870 MHz	ISO 18000 - 6 A/B	Etiquetas en Europa
902 MHz - 928 MHz	Auto ID clase 0/1	Etiquetas en Norteamérica
860 MHz - 960 MHz	EPC Global Gen 2	Mundial
2400 MHz - 2483 MHz	ISO 18000 - 4	Uso industrial, medico y científico.
8725 MHz - 5785 MHz	ISO 18000 - 5	Usado poco para aplicaciones RFID

Tabla 5. Estándares de RFID [URL1]

Se puede apreciar en la tabla 5 que los rangos más utilizados son el mundial, ya que se programa utilizando el EPC Global Gen 2 y también podemos ver que el de uso común es para fines de investigación para posibles avances en la tecnología RFID.

Cada estándar suelen ser críticos a varias aplicaciones, o poco confiables por el uso que puede optar el objeto etiquetado, por ejemplo los sistemas de pago, reutilización de contenedores en cadenas de producción abiertas, es por ello que se ha estado trabajando para estandarizar nuevas frecuencias de trabajo y ubicarlas en las posibles aplicaciones a ejecutar, los estándares también regulan tanto las etiquetas como los lectores de las mismas debido a que es por medio de radiofrecuencia, y es en la propagación en el aire, también se regula las estructuras de los datos como la organización, formato, etc., es decir estos datos tienen que tener compatibilidad con



todos los estándares posibles, por ello la necesidad de ocupar un solo estándar mundial.[URL1]

Por lo tanto la organización internacional de estandarización (ISO) ha creado los siguientes estándares para RFID en la tabla 6:

NORMA	CARACTERISICAS
ISO 11784	Define la estructura de los datos de la etiqueta
ISO 11785	Define el protocolo en la interfaz en el aire para las etiquetas utilizadas en el sistema de pago y tarjetas inteligentes sin contactos (ISO 14443).
ISO 18046	Regula las distintas evaluaciones de rendimiento que se puede realizar con las etiquetas y los lectores.

Tabla 6. Estándares ISO para RFID [GON08]

La ISO (The International Organization for Standardization) ha propuesto estándares para contenedores, unidades de transporte, objetos finales, etc. Pero no se ha podido reglamentar debido a que el Auto-ID Center se encarga de la creación del software de identificación programado en cada etiqueta llamado EPC, y creó su propio estándar para comunicación RF en la interfaz aire esto con el propósito de emigrar al mercado internacional de una manera más rápida y sin violar los estándares creados por la ISO. [URL1]

El Auto-ID center nació en Estados Unidos en 1999, para crear el EPC que significa por sus siglas en ingles, código electrónico del producto. El cual se utiliza para poder monitorear la etiqueta RFID, su misión es desarrollar un sistema de RFID de bajo costo, ya que los primeros circuitos de RFID eran mucho más caros, ya que en un principio se tenía planeado ser utilizado una sola vez, es decir solo durante el proceso de fabricación hasta las manos del consumidor. Para las primeras implementaciones se



operaban en la banda de Ultra Frecuencia (UHF), porque era el único estándar que cumplía los compromisos de alcance y velocidad de lectura requeridos para la identificación de la etiqueta.

El Auto-ID center al ver que los compromisos de alcance necesitaban mayor alcance, decidió crear un estándar para que el sistema RFID tuviera mayor auge y las compañías no tuvieran problema de compatibilidad para que pudieran ser leídas en los diferentes países que utilicen esta tecnología, finalmente con el EPCglobal esto fue posible ya que es un estándar destinado a ser abierto y sin patentes para las empresas, manufacturas y usuarios finales.

Con este gran inicio de estándares, y gran desarrollo en el software de la identificación, las ideas de Auto-ID center fueron dando frutos, ahora se ha tenido el cometido de diseñar una arquitectura de red, integrada con internet, la cual permita consultar información asociada con un determinado número de serie el cual está almacenado en la etiqueta, esto de nueva cuenta apegado en los estándares abiertos de internet.

Con grandes ideas y alcances que el Auto-ID center estaba logrando, al mismo tiempo de diseñar arquitecturas, desarrollo su propio protocolo UHF. El cual originalmente se pretendió que el protocolo fuera valido para comunicar todo tipo de etiquetas, pero se tuvo que crear varias clases para cada tipo de Etiqueta, con el propósito de que cada clase saliera sucesivamente más sofisticada y con mayores mejoras. Debido a esto se lograron consolidar 5 clases.



CLASE 1: Etiqueta sencilla, para RFID pasivos, de solo lectura, con memoria programable lenta.

CLASE 2: Etiqueta con RFID pasivo con memoria de lectura y escritura con un máximo de 65KB.

CLASE 3: Etiqueta RFID semi-pasiva, con memoria de lectura y escritura con un máximo de 65KB con un batería adicional que aumentara su alcance.

CLASE 4: Etiqueta RFID activa que utiliza batería para su alimentación, aumentando la potencia transmitida hacia el lector.

CLASE 5: Etiqueta RFID activa que puede comunicarse con otra etiqueta de clase 5 y/o con otros dispositivos.

En un principio se creó la clase 0. La cual contaba con características similares a la clase 1 pero con la diferencia en la memoria, ya que solo podía ser programable en su fabricación y no podía ser modificada, pero el alto costo no permitió la creación de la clase 0.

En la creación de un estándar de calidad para las etiquetas de clase 1 y 0, surge en septiembre de 2003, con ello empiezan a desarrollarse mejoras en dicho estándar, un año más tarde de su creación surge una mejora en el estándar y se le asigna el nombre de: "EPCglobal gen 2". Su principal idea es crear un estándar más acorde y apegado a la norma ISO para poder ser admitido de manera internacional y fue aprobado a finales del año 2004, con ello los usuarios que trabajaban con ISO, pasaron a trabajar también con el Gen 2. Cabe mencionar que como todo estándar nuevo existió un desacuerdo en la aprobación ISO, esto debido a que todos los estándares ISO poseen un elemento llamado AFI(Application Family Identifier) por sus siglas en ingles, el cual es un código de 8 bits que identifica el origen de los datos almacenados en la etiqueta. El Gen 2 posee



8 bits de código que podría perfectamente asignar esta función, pero no es requerimiento del estándar como si lo es en ISO. Aún así, la producción de chips RFID sobre el estándar Gen2 sigue su curso pues muchos fabricantes lo han adoptado, lo cual abre una puerta clara a la adopción global de este estándar. [URL1][GON08][FIN03]

4.1.3 Estándares ISO.

El ISO es una organización internacional constituida por varios institutos nacionales de estándares, aproximadamente alrededor de 146 países están dentro de esta normativa, la coordinación central de estándares esta en Génova Suiza.

Este estándar cuenta con comités y concilios técnicos relacionados con la identificación por radiofrecuencia (RFID). La lista está conformada por 6 estándares:

- ISO JTC1 SC31
- ISO JTC1 SC17
- ISO TC 104 / SC 4
- ISO TC 23 / SC 19
- ISO TC 204
- ISO TC 122

De estos comités están relacionados con RFID, surgiendo importantes normas para poder utilizar esta tecnología. Las normas relacionadas con RFID son las mostradas en la tabla 7:

Norma	Aplicación
ISO 6346	Codificación, identificación y marcado en contenedores.
ISO 7810	Tarjetas de identificación.
ISO 7816	Circuitos integrados, tarjetas de contactos.(dividido en 12 partes)
ISO 9798	Técnicas de seguridad y autenticación (dividida en 5 partes)
ISO 9897	Equipamiento, intercambio de información, comunicación en contenedores.
ISO 10373	Métodos de test para tarjetas de identificación. (dividido en 6 partes)



ISO 10374	Identificación automática para contenedores.
ISO 10536	Circuitos integrados para tarjetas sin contactos. (dividido en 3 partes)
ISO 11784	RFID para identificación de animales (Estructura del código)
ISO 11785	RFID para identificación de animales (Transmisión entre etiqueta y lector)
ISO 14223	RFID para identificación de animales (Transponedores avanzados)
ISO 14443	Tarjetas de proximidad sin contactos. (dividido en 4 partes)
ISO 14816	Equipamiento y automatización de vehículos.
ISO 15434	Sintaxis para transferencia de información ADC.
ISO 15459	Identificación de unidades de transporte. (dividido en 2 partes)
ISO 15961	RFID para gestión de objetos (protocolo de datos e interfaz de aplicación)
ISO 15962	RFID para gestión de objetos (protocolo de codificación de datos)
ISO 15963	RFID para gestión de objetos (Identificación única para las etiquetas RF)
ISO 17358	Aplicación para cadenas de suministro (requerimientos de aplicación)
ISO 17363	Aplicación para cadenas de suministro (Contenedores)
ISO 17364	Aplicación para cadenas de suministro (unidades de transporte)
ISO 17365	Aplicación para cadenas de suministro (Objetos reutilizables)
ISO 17366	Aplicación para cadenas de suministro (Empaquetamiento)
ISO 17367	Aplicación para cadenas de suministro (Etiquetado de productos)
ISO 18000	RFID para gestión de objetos (Dividido en 7 partes)
ISO 18000 – 1	Parámetros generales para interfaces aire y frecuencias mundiales admitidas
ISO 18000 – 2	Interfaz aire para 135 KHz
ISO 18000 – 3	Interfaz aire para 13.56 MHz
ISO 18000 – 4	Interfaz aire para 2.45 GHz
ISO 18000 – 5	Interfaz aire para 5.8 GHz
ISO 18000 – 6	Interfaz aire desde 860 MHz hasta 930 MHz
ISO 18000 – 7	Interfaz aire para 433.92 MHz
ISO 18001	RFID para gestión de objetos (aplicaciones)
ISO 18047	RFID para testeo (Similar al ISO 18000)
ISO 18185	Protocolo de sellado eléctrico (Para contenedores)
ISO 19762	Información Tecnológica (técnicas AIDC)
ISO 23389	Normas de lectura/escritura RFID (Contenedores)
ISO 24710	Técnicas AIDC para gestión de objetos con interfaz ISO 18000.

Tabla 7. Normas ISO relacionadas con RFID [URL1]



En todas las normas relacionadas con RFID, las más utilizadas actualmente son la ISO 18000 – 3 e ISO 18000 – 6. Esto debido a que la EPCGlobal únicamente trabaja con frecuencias 13.56 MHz y 930 MHz, por lo tanto son las más utilizadas ya que están dentro de los estándares mundiales permitidos.

4.2 El EPCGlobal Gen2

Este estándar permite una compatibilidad mundial para RFID en banda UHF, es decir este es el único estándar que RFID puede tener dentro de las frecuencias UHF. El estándar permite leer 1500 etiquetas por segundo esto en Norteamérica y para Europa 600 etiquetas por segundo, esta diferencia es debido a que el ancho de banda asignado para cada región es regido por su estándar UHF. [URL1]

Una de las principales ventajas de este estándar es la inclusión de un control de privacidad y acceso integrado, esto para poder ofrecer una mayor seguridad para el usuario al utilizar RFID, esto consiste en que el lector no trasmite el EPC, también llamado “deshabilitar etiquetas”, protegiendo a la etiqueta con una contraseña. [LAH05]

También mediante este estándar podemos seleccionar etiquetas como una base de datos, esto con la finalidad de que si una etiqueta fue leída y capturada con anterioridad, y deseo buscarla dentro de un almacén, puedo ordenar al lector seleccionando una parte de etiquetas, ya que dicha etiqueta contiene un número único de identificación y puedo leerlo, accederlo y modificarlo un sin número de veces.

4.2.1 Funcionamiento del EPCGlobal Gen2

Las etiquetas no cuentan con una selectividad de frecuencia, por lo que el lector al momento de leer una etiqueta específica, el lector puede leer muchas etiquetas a la vez y puede existir duplicidad de lectura, esto se debe a que el lector no envía el EPC a la etiqueta o etiquetas, de hecho es un mecanismo de seguridad que nos brinda el EPC para que no exista clonación o alteración de etiquetas, puesto que la lectura de un lector es una señal robusta ya que contiene la alimentación de la etiqueta, por lo tanto el proceso de intercambio de información se realiza de la siguiente manera.[CIU07]

El lector envía una solicitud para buscar etiquetas dentro de su cobertura y enviarán un paquete de identificación, todas las etiquetas dentro del área de cobertura serán leídas y contestaran la solicitud reflejando el paquete Query y añadiendo en el campo el paquete de identificación de valor aleatorio de 16 bits, de esta manera el primero que contenga el inicio (un cero), será el primero en ser leído por el lector. El lector convierte el campo en slots, de tal manera que cada slot será atribuido a cada etiqueta, para identificarse de manera ordenada. [CIU07]

El lector enviara un comando de inicialización de transmisión que contiene a modo de número de secuencia el valor del campo de identificación de cada etiqueta la cual tendrá mayor prioridad la que inicio con 0. La etiqueta interpreta este mensaje como valido y genera a su vez un paquete ACK cuyo adjunto será el identificador EPC del objeto etiquetado. El lector al recibir el ACK, envía un comando de Query, que decremento el valor del campo de identificación de cada etiqueta y mantiene en espera la etiqueta que respondió. Al decrementar la etiqueta comenzara el ciclo de lectura, y ahora será el turno de la etiqueta con el comando $Q=1$ y así sucesivamente hasta llegar la ultima etiqueta.



El valor del número de slots que el lector tiene que ajustar es dinámico. En función de las respuestas obtenidas en cada momento, el lector podrá aumentar o disminuir el valor de cada Q (Campo de identificación), de tal forma que se adapte a cada valor de la etiqueta. [WEI03]

Las etiquetas RFID podrán realizar su comunicación en cualquier frecuencia entre 860 – 960 MHz, por lo tanto este requerimiento afecta a los lectores RFID, por ello el lector y las etiquetas deberán ser capaces de comunicarse en dicha frecuencia. También las etiquetas podrán ser capaces de entender tres esquemas de modulación diferentes:

- DB-ASK (Double Sideband Amplitude Shift Keying), en español, Modulación por desplazamiento de amplitud de banda lateral doble.
- SS-ASK (Single Sideband Amplitude Shift Keying), en español, Modulación por desplazamiento de amplitud de banda lateral única.
- PR-ASK (Phase Reversal Amplitude Shift Keying), en español, Modulación por desplazamiento de amplitud de inversión de fase.

Siendo los lectores los que determinan que modulación utiliza, según la regulación utilizada y las condiciones del entorno, su funcionamiento es descrito en el capítulo 2. [WAY03]

El gen 2 incluye un método para soportar múltiples lectores y reducir las interferencias que se puedan producir entre ellos, en este modo se puede utilizar en zonas donde múltiples lectores funcionan al mismo tiempo.



4.2.2 Consideraciones adicionales de seguridad en Gen2

Como se ha venido mencionando, el estándar EPCGlobal mejora ampliamente los mecanismos de seguridad propuestos por los estándares anteriores, agregando la posibilidad de bloquear una etiqueta, o también podemos agregar una contraseña de 32 bits para el acceso de la misma, con esto encarece los costos del chip, pero podemos tener la seguridad de que la etiqueta no será violada o alterada. [CIU07]

Otra función importante es el desactivar la etiqueta, también llamado “kill tag”, esto con la finalidad de que cuando la etiqueta llega a un destino final y ya terminó con el proceso de ser identificado se pueda desactivar el chip para mayor seguridad y no se convierta en público, esto es de gran seguridad ya que al desactivar la etiqueta, esta no podrá ser leída por ningún lector dentro del alcance, con el fin de lograr una etiqueta totalmente fuera de actividad. [WEI03]

En la siguiente tabla 8 se puede observar la comparación entre la generación 1 y generación 2 de la EPCglobal.

	Gen 1	Gen 2
EPC	64/96 Bits	96/256 Bits
Velocidad	70/140 Kbps	80/640 Kbps
Ratio de lectura	115 Etiquetas/segundo	460 Etiquetas/segundo
Ratio de escritura	3 Etiquetas/segundo	5 Etiquetas /segundo
Frecuencia	860 – 930 MHz	860 – 960 MHz
Verificación	Polinomio de 16 Bits CRC	Polinomio de 16 Bits CRC



Seguridad	8 Bits de "kill"	32Bits de bloqueo y "kill"
------------------	------------------	----------------------------

Tabla 8. Comparación entre gen1 y gen2 de EPCglobal. [CIU07]

4.3 Necesidades de privacidad

Las necesidades de la privacidad para los RFID es muy extensa ya que cada usuario determinaría la seguridad dependiendo la aplicación que sea utilizada, pero también existen riesgos que se deben tener muy en cuenta. [WEI03]

Los principales riesgos que deben ser considerados para diseñar sistemas RFID son:

- Privacidad, seguridad, confiabilidad tecnológica, compatibilidad internacional.

Debido a que la etiqueta no ha sido desactivada por el usuario final, esta puede tener uso para poder ser vigiladas y exponer al usuario final a posibles robos, etc. En el capítulo 7 se describe la privacidad y seguridad en los sistemas RFID.

- Consideraciones especiales

Para el inicio de la aplicación desde cero, es necesario tener consideraciones y necesidades que cubrirán con el uso de RFID. Partiendo de esto, se definen algunos conceptos para caracterizar el sistema de identificación RFID, teniendo en cuenta los siguientes entornos:

- Entorno operativo: Se define el radio de cobertura que abarca un lector, de tal manera que la señal transmitida presente una atenuación menor a 90dB.



- Entorno de un único lector: tener un lector único, por lo que necesitamos consideraciones adicionales para proyectar nuestro sistema, limitando a un solo lector, con el fin de limitar la lectura a un único radio delimitado.
- Entorno multilector: al tener X número de lectores trabajando en paralelo, es fundamental que se cumpla una condición: “el número de lectores X siempre debe ser menor al número de canales disponibles”.
- Entorno trafico: igual a un entorno multilectura, con la diferencia que: “el número de lectores y de canales es el mismo”. Este entorno tiene un poco de interferencia, lo cual hay que tener en cuenta para el diseño ya que las etiquetas contienen selectividad frecuencial lo cual limita el diseño a operar.

Debido a que en todo diseño a implementar presenta limitantes es necesario que plantear soluciones alternas para corregir el sistema, para esto es importante realizar una planificación del espectro de frecuencias en las que se trabaja. No debe ser una planificación costosa. [CIU07]

Otra posible limitante es la colisión que pueda existir entre la etiqueta y el lector, ya que el lector no tendrá prioridad y leerá de forma simultánea las etiquetas dentro de su rango, lo cual produciría colisiones al momento de almacenar la información de la etiqueta, para mejorar el posible problema de colisiones, un host podría controlar a los lectores y de esta manera evitaríamos las colisiones. Con el host delimitamos el alcance del lector y podrá leer mejor y de manera ordenada a las etiquetas en su radio. Es decir su una etiqueta esta dentro del radio de un lector A, esta etiqueta recibirá mayor señal del lector y si existe un lector B, la etiqueta rechazara la solicitud de lectura de otro



lector. Teniendo en cuenta siempre que las áreas de cobertura son idealmente circulares.

[GON08]

- Consideraciones de la disposición espacial

Uno de los mayores problemas de un sistema de radio es el ruido electromagnético existente en el ambiente, las aplicaciones de RFID principalmente están en la cadena de producción y es ahí en donde hay un alta concentración de ruido electromagnético producido por los sistemas de alarmas, puertas automatizadas, brazos motorizados, etc. Provocando así interferencias en todos los sentidos, y esto afectará el funcionamiento del RFID, para la corrección de este tipo de interferencias, es necesario hacer un estudio completo electromagnético del lugar donde se implantará el sistema RFID, con el fin de identificar las principales fuentes de radiación electromagnética y posteriormente poder diseñar el tipo de etiquetas a implementar así como también los alcances del lector y antenas para que el sistema funcione perfectamente.



4.4 Sectores que abarca la tecnología RFID.

Algunos de los sectores que abarca la tecnología RFID son: [FIN03] [URL8]

Logística e industria	<ul style="list-style-type: none">•Identificación de palets y contenedores•Inventario en tiempo real•Lectura en cinta de transporte•Localización de mercancía•Monitoreo y senso de temperatura•Control de productividad•Seguimiento de vehículos y maquinaria•Etiquetado de prendas textiles
Seguridad y control	<ul style="list-style-type: none">•Control de acceso por proximidad, tanto de vehículos como de objetos•Control de productividad•Localización en exterior e interiores•Localización en tiempo real de los objetos en determinadas áreas•Control de acceso para personal•Control antirrobo en determinadas áreas.
Comercios y servicios	<ul style="list-style-type: none">•Inventario en tiempo real•Autenticación de productos•Seguridad de Antirrobo•Gestión de alquileres
Hospitales y Residencias	<ul style="list-style-type: none">•Llamada a un grupo médico•Localización de pacientes y residentes en tiempo real•Control de lavandería y almacén en un hospital•Control de medicación en un paciente, actualizando su estatus dentro del nosocomio.•Localización de equipo médico.
Cultura	<ul style="list-style-type: none">•Información de algún libro dentro de una biblioteca•Control del área multimedia•Antirrobo de obras de arte•Localización de lectores dentro de un área específica de una biblioteca•Control de entrada y salida así como de inventario de algún ejemplar.