



LIBERA

whitepaper series

RFID: TECNOLOGÍA, APLICACIONES Y PERSPECTIVAS

RESUMEN

La Identificación por Radio Frecuencia (RFID, “Radio Frequency Identification”) es una tecnología en evolución cuyas posibilidades de desarrollo son difíciles de calcular. La identificación y trazabilidad automática de los objetos en todo el mundo posibilita la aparición de nuevos mercados y fórmulas de negocio, y cambia la forma en que las empresas controlan sus stocks.

Una correcta comprensión de todos los factores que influyen en un sistema RFID es importante para lograr realizar adecuadamente una implantación o poder evaluar correctamente nuestras necesidades.

Con el objetivo de ofrecer una comprensión general de dichos factores, en este documento se describen todos los componentes de un sistema RFID, se revisa el estado actual de la tecnología y de los estándares a nivel mundial junto con las tendencias de la industria, se comparan los principales productos y proveedores y se recogen las perspectivas de mercado a corto y medio plazo.

LIBERA NETWORKS

Sede Central

Avenida Juan López Peñalver, 21.
Parque Tecnológico de Andalucía.
29590 Málaga.
España.

T: +34 902105282

F: +34 951010542

Delegación Andalucía Occidental

Edificio EUROCEI.
Autovía Sevilla-Coria del Río,
km. 3,5.
41920 San Juan de Aznalfarache,
Sevilla.
España.

T: +34 954179210

F: +34 954170512

Delegación Centro

Diego de León, 47.
28006 Madrid.
España.

T: +34 918388515

F: +34 918388588

Email: info@libera.net

Web: <http://www.libera.net>

Índice.

1	Introducción.	5
2	RFID: Fundamentos.	6
2.1	Frecuencias de funcionamiento.	7
2.2	Tipos de etiquetas.	9
2.3	Estándares.	9
2.3.1	ISO	9
2.3.2	EPCGlobal.....	10
2.3.2.1	EPCGlobal Network.....	10
2.3.2.2	Código de Producto (EPC).....	11
2.3.2.3	Middleware EPC.....	11
2.3.2.4	EPC Information Server (EPCIS).....	11
2.3.2.5	ONS.....	12
2.4	Legislación.....	12
3	Estado del arte.	13
3.1	Tecnología.....	13
3.2	Fabricantes.	14
3.3	Desarrolladores Software: Middleware.....	17
3.4	Aplicaciones y pilotos actuales.	18
4	Previsiones de mercado.	19
5	Conclusiones.	21

Índice de figuras.

Fig. 1. Aplicaciones RFID.....	5
Fig. 2. "Internet of things", una nueva dimensión.....	5
Fig. 3. Crecimiento previsto del mercado RFID.....	6
Fig. 4. Sistema RFID básico "standalone".....	6
Fig. 5. Características de los transponders en función de la frecuencia.....	7
Fig. 6. Evolución de la tecnología.....	7
Fig. 7. Aplicaciones de la tecnología según la frecuencia de trabajo.....	7
Fig. 8. Acoplamiento inductivo.....	8
Fig. 9. Regulación internacional de bandas de frecuencia UHF para RFID.....	8
Fig. 10. Acoplamiento capacitivo.....	8
Fig. 11. Etiqueta pasiva UHF de Rafsec EPC ClassI Gen2, ID de 96 bits y sin memoria de usuario. Lecturas y escrituras múltiples.....	9
Fig. 12. Ejemplo de tags con distinta alimentación.....	9
Fig. 13. Esquema de la EPCGlobal Network.....	10
Fig. 14. Interfaces de la red EPCGlobal.....	11
Fig. 15. Esquema de los componentes de la red EPCGlobal.....	11
Fig. 16. Esquema de los componentes del middleware EPC.....	11
Fig. 17. Tratamiento y consolidación de datos.....	11
Fig. 18. Esquema de un sistema ONS.....	12
Fig. 19. Evolución de los tags RFID.....	14
Fig. 20. Principales características de los integrados para tags RFID actualmente en el mercado.....	15
Fig. 21. Ejemplos de tags UHF RFID en el mercado.....	16
Fig. 22. Ejemplos de lectores UHF RFID en el mercado.....	17
Fig. 23. Barreras actuales y evolución de la tecnología.....	20

I Introducción.

En términos generales, la tecnología RFID (“Radio Frequency Identification”) permite la identificación de objetos de forma inalámbrica, sin necesidad de que exista entre el lector y el objeto contacto o línea de visión directa, requisito indispensable para otras tecnologías como la lectura láser de códigos de barras. Esta identificación se realiza mediante la incorporación o fijación de un transpondedor al objeto (“tag”), el cual transmite los datos que contiene cuando detecta que está siendo interrogado por un lector RFID.

Aunque la tecnología no es nueva, los avances técnicos en aspectos tales como alcance, seguridad, almacenamiento o velocidad de lectura entre otros, han suscitado el interés de la industria por ella, considerándola como el sustituto natural del código de barras dada la importante oportunidad que RFID ofrece para conseguir una importante reducción de costes en las cadenas de producción y logística. Grandes empresas internacionales con una importante carga logística o de producción han comenzado a implantar la tecnología o han exigido a sus proveedores que la incorporen, motivadas por las notables mejoras que supone su introducción para sus procesos productivos. Algunos casos ampliamente documentados son los de las empresas Wal-Mart, Metro Group, Tesco, Mark&Spencer, Departamento de Defensa de Estados Unidos, Michelin, BMW, Volvo, Hewlett-Packard, Best-Buy o Nokia.

Sin embargo, aunque la aplicación natural de esta tecnología sea dentro de la cadena de producción y distribución, diariamente aparecen nuevas aplicaciones y oportunidades de negocio alrededor de las distintas variantes de esta tecnología de identificación y su combinación con otras tecnologías. Aplicaciones sobre las que se puede encontrar una amplia bibliografía e implantaciones en distintos sectores de actividad son:

- Control de acceso: peajes de carreteras, aparcamientos, acceso a edificios, acceso a zonas restringidas.
- Prepago: peajes de carreteras, transportes (autobús, metro), pago con teléfono móvil.
- Identificación, localización y monitorización de personas, animales o materiales: en combinación con sensores (temperatura, humedad), tecnología inalámbrica (wlan) o tecnología de localización (GPS).
- Autenticidad de productos (“anti-counterfeiting”) o documentos.

Traditional RFID Applications	Emerging RFID Applications
Security/access control	Warehouse management
Electronic article surveillance	Supply chain management
Asset/fleet management	Reverse logistics
Mass transit	Shipment tracking
Library access	Asset tracking
Toll collection	Retail management
Animal identification	Document tracking
	Anti-counterfeit
	Advance access control
	Mass transit – monthly and single trip
	Airline baggage handling
	Aircraft parts and tools
	Healthcare applications
	Regulatory compliance
	Payments

Fuente: IBM

Fig. 1. Aplicaciones RFID.

Son tantas las posibilidades de utilización de la tecnología RFID en todos los sectores de actividad que, hoy día, se la considera uno de los pilares básicos de la siguiente evolución de las redes de comunicación, la cual ha recibido varias denominaciones (“Internet of things”, “Ambient Intelligence”, “Ubiquitous Computing”) aunque todas ellas se refieren al mismo concepto: la interacción automática e inteligente entre dispositivos en cualquier circunstancia o ubicación, y su comunicación con sistemas remotos de datos a través de las redes de telecomunicación.

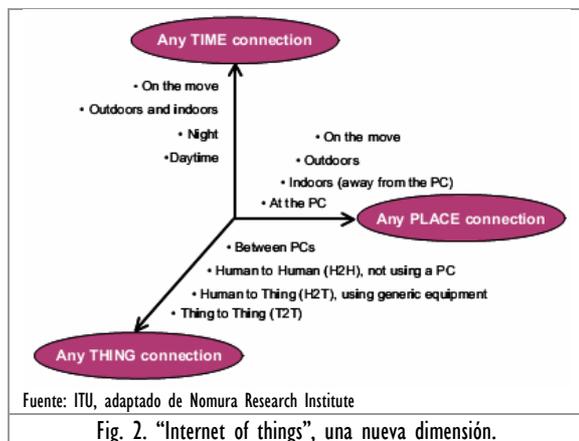


Fig. 2. “Internet of things”, una nueva dimensión.

Aunque aún es necesario investigar y combinar distintas tecnologías para llegar a este nivel de conectividad (sensores, inteligencia artificial, nanotecnología, movilidad, baterías), la aportación

de la tecnología RFID es clara y fundamental en esta visión del futuro de las comunicaciones: la introducción a bajo coste de un código identificativo único y universal en los objetos, el cual les permita autenticarse e interactuar con otros sistemas, tanto locales como remotos. Esta es la visión que los organismos responsables de la normalización y estandarización de RFID a nivel mundial (EPCGlobal, Auto-ID Labs, ISO) están desarrollando e intentando implantar en coordinación con todos los agentes involucrados (fabricantes, desarrolladores de software, reguladores de telecomunicaciones nacionales e internacionales).

Todas estas expectativas han contribuido a que, inicialmente, la industria estimara un enorme y rápido crecimiento del mercado y de la implantación de la tecnología RFID a nivel mundial. El volumen de negocio total derivado de la introducción de RFID, incluyendo tecnologías relacionadas, desarrollo de software y servicios especializados (consultoría, integración) es difícil de calcular, por lo que la mayoría de los análisis incluyen sólo el derivado directamente de la introducción de las etiquetas y equipos lectores RFID en las cadenas de producción y suministro de forma equivalente al código de barras.

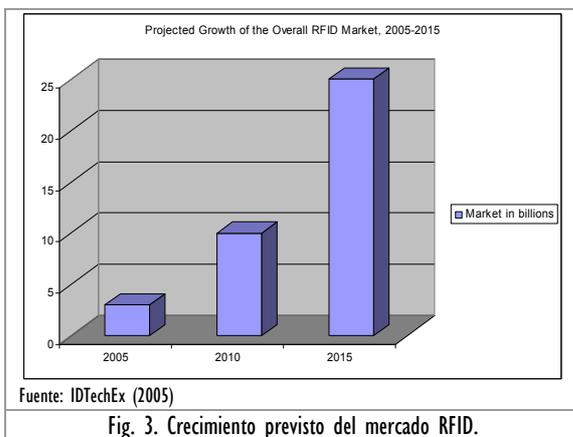


Fig. 3. Crecimiento previsto del mercado RFID.

Sin embargo, a día de hoy, aunque los analistas siguen coincidiendo en mantener las previsiones de negocio de la tecnología, los datos de actividad que muestra el mercado inducen a revisar las previsiones en el tiempo, ampliando el periodo de implantación de la tecnología a nivel mundial, dadas las barreras intrínsecas que supone no sólo en cuanto a precio (el código de barras no tiene coste y ya se encuentra implantado en todas las cadenas de producción), sino también a nivel de complejidad técnica (software y hardware) y a nivel normativo y regulatorio.

El objetivo de este *whitepaper* es ofrecer una visión precisa de la tecnología RFID a todos los niveles, incluyendo los fundamentos de la

tecnología, las capas y componentes de una arquitectura completa, las barreras actuales para su implantación y las tendencias de la industria.

2 RFID: Fundamentos.

En un primer acercamiento, un sistema RFID básico se puede definir en los siguientes puntos:

- El objetivo de la tecnología es la identificación de objetos a distancia, vía radio, sin necesidad de contacto ni línea de visión directa.
- Una solución básica basada en RFID se compone de un lector con una o más antenas, etiquetas de identificación ("tags") y un software que realice el tratamiento de la información recogida por los lectores.

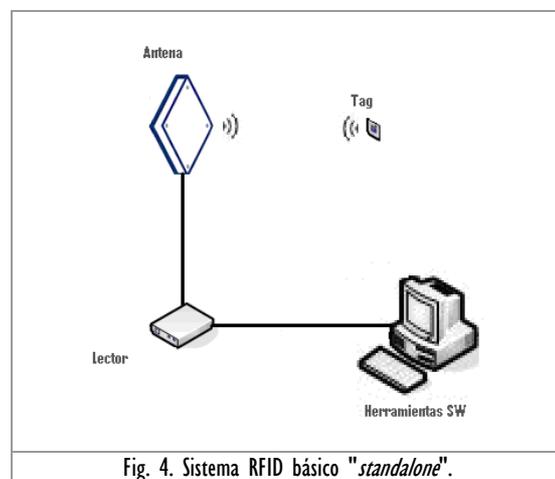


Fig. 4. Sistema RFID básico "standalone".

Hay que tener en cuenta que la potencia de la tecnología RFID reside tanto en su bajo coste como en la universalidad ("serialization") y unicidad del código identificador del tag (EPC, "Electronic Product Code"), fundamentales para las aplicaciones de la cadena de suministro. Por tanto, la estandarización a nivel mundial tanto del código EPC (concebido como evolución del código UPC, "Universal Product Code" de los códigos de barras) como de los mecanismos para su asignación y para garantizar la interoperabilidad de los distintos sistemas es vital cuando se habla de RFID. Dada su importancia, en este documento se considerarán también como partes de un sistema RFID los elementos que componen lo que se ha denominado "EPCGlobal Network":

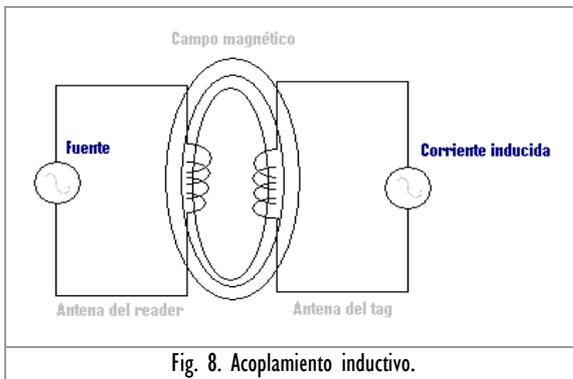
- Código EPC (EPC)
- Middleware EPC ("Savant")
- ONS ("Object Name Service")
- EPCIS ("EPC Information Services")

En los siguientes apartados se revisarán las características principales de la tecnología y de cada uno de estos componentes.

Según la banda de frecuencias utilizada en la transmisión, la comunicación entre lector y antena se realiza de distinta forma:

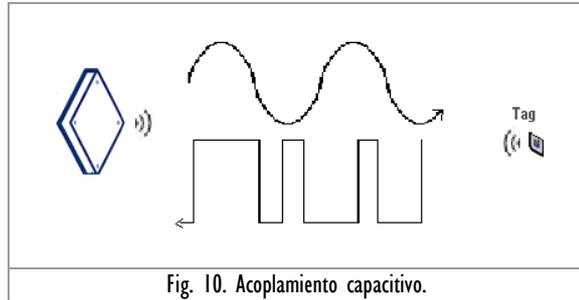
- Acoplamiento inductivo (Inductive Coupling).
- Acoplamiento capacitivo (Passive Backscatter).

El acoplamiento inductivo se usa tanto para comunicaciones a baja frecuencia (LF) como a alta (HF). La corriente eléctrica que circula por la antena del lector genera un campo magnético que, cuando alcanza a la antena de la etiqueta, induce en ésta una corriente que la alimenta. El tag conmuta entonces la impedancia de carga de su antena para crear una modulación que le permita la transmisión de datos.



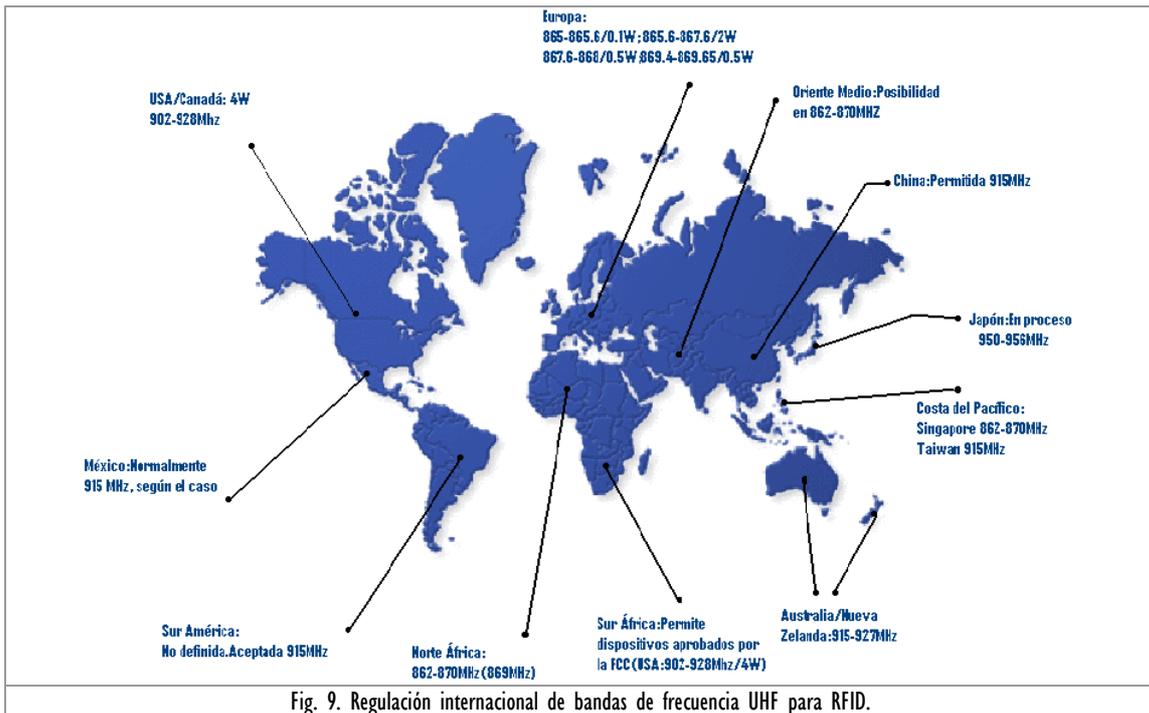
El acoplamiento capacitivo se usa para la comunicación en frecuencias UHF y microondas. En este caso, el lector transmite una señal de radiofrecuencia que la etiqueta recibe, modula y refleja de nuevo hacia el lector. Dependiendo del

tipo de alimentación de las etiquetas (pasivas o activas), éstas tomarán de la señal que les llega del lector su alimentación o no, antes de retransmitirla en respuesta.



Entre las características físicas de propagación de las ondas electromagnéticas según la frecuencia de transmisión cabe destacar la sensibilidad a distintos tipos de materiales conforme aumenta la frecuencia: en HF ya existen problemas de desadaptación (o desintonización) de la antena cuando las etiquetas se encuentran adheridas a una superficie metálica. En UHF y microondas, no sólo se obtiene un mal comportamiento con los metales, sino también con los líquidos y otros materiales, además de los problemas asociados a la desintonización de las antenas de los tags cuando estos se encuentran muy cercanos entre sí.

Sin embargo, las ventajas de la utilización de altas frecuencias también son evidentes: mientras que en LF y HF los rangos de lectura son inferiores a 1 metro, en UHF se pueden alcanzar entre 1-8 metros para etiquetas pasivas y hasta 100 metros para las activas.



Asimismo, conforme más alta sea la frecuencia, mayor puede ser la cantidad de información manejada y la velocidad de lectura simultánea, dada la mayor tasa de transferencia de datos que se puede conseguir.

La regulación internacional especifica que los equipos RFID utilicen la banda de frecuencias de uso libre ISM (“Industrial, Scientific and Medical”) para UHF, como ocurre con otras tecnologías (WiFi, Bluetooth). Sin embargo, éste es uno de los problemas de compatibilidad a nivel mundial de la tecnología, ya que dentro de esta banda, para la frecuencia UHF existen distintos rangos permitidos por las diferentes entidades nacionales reguladoras, tal y como se muestra en la imagen anterior. La unificación internacional de las frecuencias a utilizar o el desarrollo de lectores y etiquetas “multibanda” será necesario para que la tecnología se pueda utilizar en todo el mundo sin problemas de compatibilidad.

2.2 Tipos de etiquetas.

Una etiqueta o “tag” consta básicamente de un inductor (LF, HF) o antena (UHF, μW) y de un circuito integrado de distintas características según el fabricante.

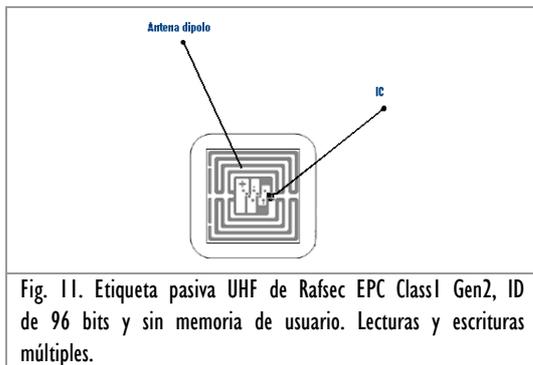


Fig. 11. Etiqueta pasiva UHF de Rafsec EPC Class I Gen2, ID de 96 bits y sin memoria de usuario. Lecturas y escrituras múltiples.

Atendiendo a las distintas características de los tags, se pueden realizar las siguientes clasificaciones:

Clasificación 1: Acceso
Sólo lectura (RO)
Escritas una vez y múltiples lecturas (WORM)
Escritura y lectura múltiples

Clasificación 2: Memoria
Sólo Tag ID (64 / 96 bits)
Tag ID (64 / 96 bits) + User Memory (0-8Kbits, según el fabricante del integrado)

Clasificación 3: Material del objeto a etiquetar
Papel, cartón, pvc, pallets,...
Recipientes que contengan líquidos: tags con impedancia desadaptada lo necesario según el cristal del objeto a etiquetar, de forma que una vez en contacto, éste la adapte.
Objetos metálicos: tags con una capa de espuma que crea el espacio de aire necesario y con antenas no adaptadas, de forma que al contacto con el metal se “desintonizan” volviéndose adaptadas.

Clasificación 4: Alimentación
Pasivas: Sin alimentación propia sino que la obtienen de la señal de RF emitida por el lector, de modo que tanto su alimentación como la comunicación con el lector se realiza con la señal recibida de éste.
Semi-pasivas: Tienen una pequeña batería que alimenta su IC pero la comunicación de respuesta hacia el lector se hace con la misma señal RF que le llega del lector. Alcanzan mayores distancias ya que la potencia que se usaba en las pasivas para alimentar el circuito se invierte aquí en aumentar el rango.
Activas: Cuenta con una batería que no sólo les permite alimentar su circuitería interna sino que también refuerza la señal que le llega del lector permitiéndole alcances mayores en la comunicación de vuelta.

En la siguiente imagen se pueden apreciar distintos diseños de tags en función de su alimentación:



Fig. 12. Ejemplo de tags con distinta alimentación.

2.3 Estándares.

2.3.1 ISO

Existen numerosos organismos regulatorios que influyen en mayor o menor medida en la estandarización de la tecnología RFID. La ISO (“International Organization for Standardization”) define estándares comerciales e industriales a nivel mundial. La IEC (“International Electrotechnical Comision”), por su lado, promueve la cooperación internacional para la estandarización en los campos de la electrónica y las tecnologías. Ambos organismos definen los estándares ISO/IEC.

Estándares ISO para RFID	
11784 11785 14223	Contienen la estructura del código de identificación por radiofrecuencia para animales. El estándar ISO 14223 detalla el interfaz aire entre el lector y el transpondedor RFID basado en la condición de compatibilidad según la norma ISO 11784-5.
10536 14443 15693	Definen las características físicas, el interfaz aire y la inicialización, y los protocolos anti-colisión y de transmisión de las tarjetas inteligentes ("vicinity cards" o "smart cards"). Estas tarjetas se pueden utilizar para una o múltiples aplicaciones (control de acceso, autenticación de usuarios, prepago).
10374	Especifica todos los requisitos de usuario para la identificación automática de contenedores de carga, incluyendo sistemas de identificación del contenedor, codificación de datos, criterios de rendimiento y seguridad.
15961 15962 15963	Estándares para las técnicas de identificación automática y adquisición de datos para gestión de objetos. Incluyen protocolo de datos, interfaz de aplicación, reglas de codificación de datos e identificación única.
Serie 18000	Las normas ISO 18000 1 a 6 definen los parámetros para el interfaz aire en las frecuencias aceptadas de forma internacional: 135kHz, 13.56MHz, banda UHF, 2.45GHz y 5.8GHz. La norma ISO 18046 se centra en los métodos de prueba de rendimiento de tags y lectores, mientras que la norma 18047 se ocupa de los test de conformidad de los dispositivos. Este estándar es similar al de EPCGlobal.

Estándar ISO - Serie 18000 para la definición del interfaz aire RFID	
18000-1	Parámetros genéricos para el interfaz aire en todas las frecuencias.
18000-2	Parámetros para el interfaz aire para comunicaciones por debajo de 135KHz.
18000-3	Parámetros para el interfaz aire para comunicaciones a 13.56MHz.
18000-4	Parámetros para el interfaz aire para comunicaciones a 2.45GHz.
18000-5	Parámetros para el interfaz aire para comunicaciones a 5.8GHz.
18000-6	Parámetros para el interfaz aire para comunicaciones desde 860 a 960 MHz. La ISO180006A y B especifican el interfaz aire para RFID pasivas en la banda UHF (900MHz).
18000-7	Parámetros para el interfaz aire para comunicaciones a 433MHz.

La serie ISO 18000 se usa en conjunción con otros estándares de capas superiores que definen el resto de funcionalidades.

2.3.2 EPCGlobal

EPCGlobal es una organización sin ánimo de lucro que se creó, apoyada por la industria, para establecer y mantener la red EPCGlobal ("EPCGlobal Network") como el estándar mundial para la identificación automática de objetos en la cadena de suministro. Por tanto, EPCGlobal define estándares para RFID a todos los niveles:

- El formato lógico de los datos contenidos en una etiqueta EPC.
- El protocolo de comunicación de los siguientes tipos de etiquetas:
 - Clase 0 a 900Mhz
 - Clase I a 13.56 Mhz
 - Clase I para el rango de 860 MHz a 930 MHz
- Middleware de recogida y tratamiento de datos ("Savant"), incluyendo la comunicación con los equipos lectores/escritores.
- La especificación PML (Physical Markup Language), lenguaje basado en XML que define el formato de la información de intercambio entre componentes dentro de la red EPC.
- La especificación ONS (Object Name Service), para la red global, que retiene la información sobre cualquier objeto etiquetado con un tag EPC en el mundo.

El estándar EPC Clase I Generación 2 (C1G2) se ha publicado como estándar ISO 18000-6C reconocido internacionalmente para gestión y control de cadenas de suministros. Es, por tanto, el punto de unión entre los estándares ISO y EPC.

2.3.2.1 EPCGlobal Network

La EPCGlobal Network es un medio para usar la tecnología RFID en la cadena global de suministros y compartir la información obtenida entre usuarios autorizados a través de internet.

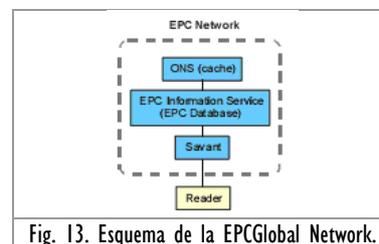


Fig. 13. Esquema de la EPCGlobal Network.

La EPCGlobal Network tiene varios componentes los cuales, en coordinación, proporcionan la habilidad de capturar y compartir información dentro de la red. Los objetos se etiquetan con tags de bajo coste que contienen su código de identificación (EPC). En cada agente de la red, se coloca un sistema de identificación ("ID System") formado por lectores y antenas, que recogen los

códigos EPC de todos los objetos. Estos datos son gestionados, filtrados y consolidados por el Middleware EPC, el cual los entrega a los sistemas corporativos y a los Sistemas de Información EPC. Para obtener información adicional sobre un EPC, el agente autorizado, a través de sus Sistemas de Información EPC (“EPCIS”), acudirá a los Servicios de Información centralizados (“Discovery Services”), entre los que destaca el Servicio de Nombres de Objeto (“Object Naming Service”).

A continuación se describen brevemente cada uno de los componentes de la red y su función.

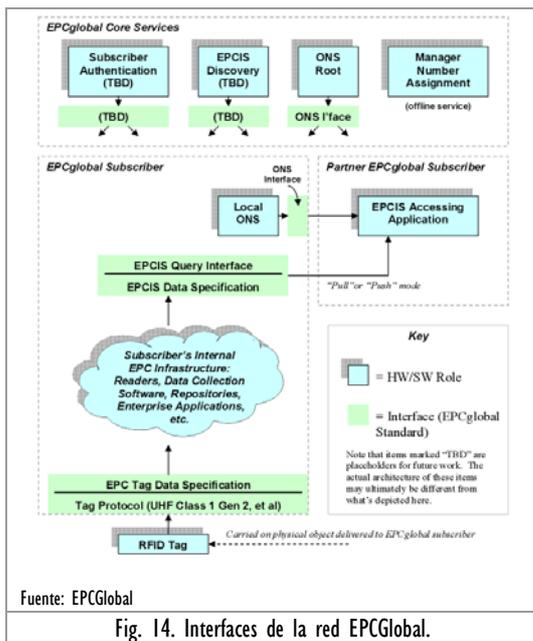


Fig. 14. Interfaces de la red EPCGlobal.

2.3.2.2 Código de Producto (EPC)

Brevemente, el EPC es el código numérico estandarizado de 96 bits que identifica de forma unívoca un objeto. Este código no contiene ninguna información específica sobre el objeto al que etiqueta; toda la información asociada a un código EPC se encuentra en la “EPCGlobal Network”, accesible sólo a los usuarios autorizados.

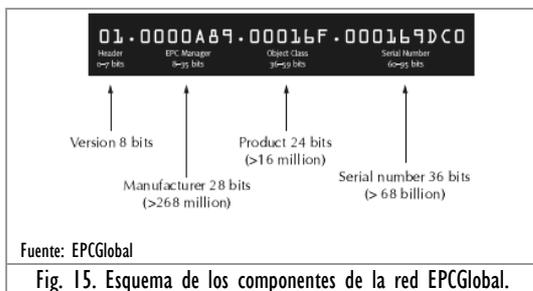


Fig. 15. Esquema de los componentes de la red EPCGlobal.

2.3.2.3 Middleware EPC

El Middleware EPC es un componente crítico dentro de la red EPCGlobal ya que, por un lado,

debe asegurar la integración de los equipos RFID de los distintos fabricantes, y por otro, facilita a los sistemas de la empresa los datos recogidos por los lectores. Dado que los lectores pueden estar recogiendo datos de cientos de tags por segundo, el middleware debe filtrar y consolidar adecuadamente los datos antes de enviarlos a los sistemas corporativos.

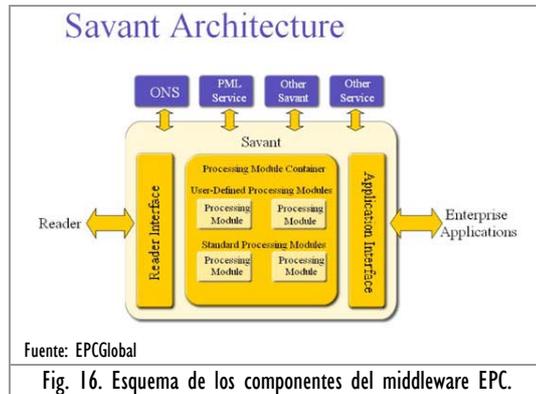


Fig. 16. Esquema de los componentes del middleware EPC.

Como puede verse en la Fig. 16, la especificación del Middleware EPC define el interfaz de los lectores, los módulos de procesamiento y el interfaz de aplicación.

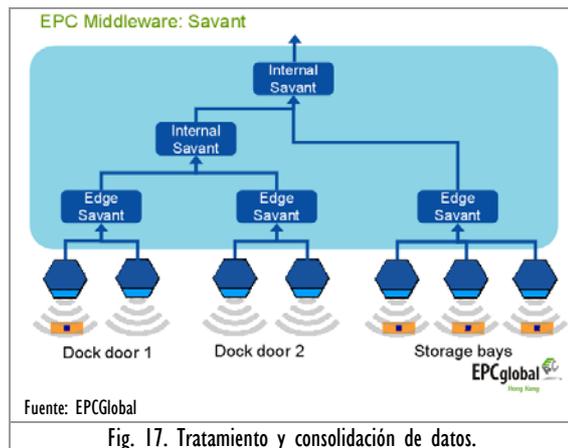


Fig. 17. Tratamiento y consolidación de datos.

2.3.2.4 EPC Information Server (EPCIS)

Es la pasarela o intérprete para el intercambio de información entre aplicaciones remotas; especifica los servicios e interfaces que son necesarios para facilitar dicho intercambio a lo largo de la cadena de suministros completa. Una de sus principales características consiste en la existencia de un repositorio central de datos compartido, cuya información es actualizada por todos los partners que componen la red.

El proceso de comunicación se realiza mediante servicios web (SOAP) utilizando el Lenguaje de Mercado Físico (“PML, Physical Markup Language”), de forma que cualquier aplicación local pueda comunicarse con sistemas remotos.

2.3.2.5 ONS

La función del Servidor de Nombres de Objetos (“Object Name Service”) dentro de la red EPCGlobal es identificar la localización del servidor que contiene el servicio o la información que necesita una aplicación o “subscriber”. El ONS utiliza la información del código EPC para obtener la localización de un servicio perteneciente a un servidor EPCIS de su base de datos local o de un servidor ONS raíz.

Por ejemplo, cuando una aplicación tiene el código EPC de un objeto, puede pedir al servidor ONS información estática o transaccional relacionada con el objeto: clase de producto, localización, fecha de envío, cantidades o estado, por citar algunas.

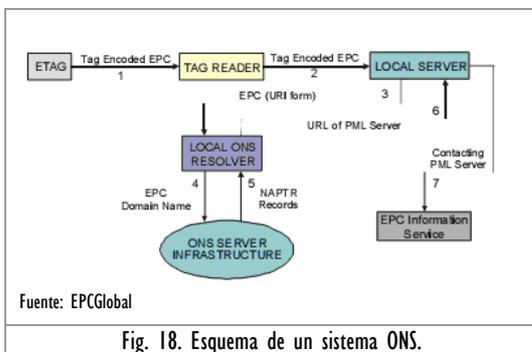


Fig. 18. Esquema de un sistema ONS.

Este servidor ha sido diseñado utilizando los conceptos de los servidores DNS para que ofrezca escalabilidad y funcionalidades similares.

2.4 Legislación

Adicionalmente a la regulación del espectro radioeléctrico (apartado 2.1), y a la estandarización de la tecnología (apartado 2.3), existen otras consideraciones legales a nivel internacional que afectan al desarrollo e implantación global de la tecnología RFID, y que hay que tener en cuenta en los proyectos que incluyan esta tecnología.

Para LF y HF, encontramos que existe una legislación homogénea en todo el mundo. Sin embargo, en la banda UHF, al estar aún en desarrollo, aún no se ha llegado a dicha homogeneización.

En Estados Unidos, sin tener en cuenta las leyes individuales aprobadas por los distintos estados que limitan o regulan el uso de la tecnología, la FCC (“Federal Communications Comisión”) ha aprobado que los lectores RFID en la banda UHF puedan operar con una potencia máxima de transmisión de 4 vatios, el doble que en Europa. El ancho de banda permitido para la comunicación es también mayor que el aprobado en Europa, lo

que permite instalar una mayor cantidad de lectores en un mismo emplazamiento (mayor densidad).

Estas restricciones en la potencia y ancho de banda de comunicación en Europa se deben a la coincidencia de la banda UHF con la utilizada por los móviles GSM. Hasta la aprobación en 2004 del estándar EN 302 208 de la ETSI, la potencia máxima que podían utilizar los equipos era de 500mW, en una banda de 200kHz. Actualmente, esta potencia ha aumentado a 2W, aunque aún está en proceso de aprobación en los distintos países europeos. En España ya se ha aprobado su utilización, eliminando la solicitud de licencia que era necesaria previamente.

Las normas consensuadas en Europa que afectan en mayor o menor medida a los dispositivos RFID son las siguientes:

Regulación ETSI/CEPT	
EN 300 330	Sistema y equipos radio – Dispositivos de corto alcance. Características técnicas y métodos de testeo para equipos radio que funcionen en el rango 9kHz-25MHz y para sistemas de acoplamiento inductivo 9kHz-30MHz. La part 2 está armonizada con EN bajo el artículo 3.2 de la directiva R&TTE. El estándar es relevante tanto para bajas frecuencias como para altas en RFID.
EN 300 220	Sistema y equipos radio - Dispositivos de corto alcance. Características técnicas y métodos de testeo para equipos radio que funcionen en el rango 25MHz-1000MHz con niveles de potencia hasta 500mW (Referencia – Recomendación ERC 70-03, Anexo 11). La part 3 está armonizada con EN bajo el artículo 3.2 de la directiva R&TTE. El estándar es relevante para UHF (433 MHz y 860-960 MHz) RFID.
EN 302 208	Dispositivos en frecuencia UHF a 100mW, 500mW y 2W en la banda 865.0 – 868.0 MHz, con canales de 200kHz y el protocolo “listen before talk” (LBT) (Referencia- Recomendación ERC 70-03, Anexo 11). La part 2 está armonizada con EN bajo el artículo 3.2 de la directiva R&TTE. El estándar es relevante para UHF RFID. Esta disposición de canales para los países bajo la regulación ETSI permite operar a 2 W de ERP. EN 302 208 define el modo de operación para RFID a frecuencias UHF. Aún no implementada en todos los países de la unión europea.
EN 300 440	Sistema y equipos radio - Dispositivos de corto alcance. Características técnicas y métodos de testeo para equipos radio que funcionen en el rango de 1GHz a 40GHz con niveles de potencia hasta 500mW (Referencia – Recomendación ERC 70-03, Anexo 11).

EN 302 328	Espectro ensanchado a 2,45 GHz- Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Sistemas de transmisión de banda ancha; Equipamiento para transmisión de datos en la banda de frecuencia de ISM, 2,4 GHz, y que usa técnicas de modulación de espectro ensanchado. La part 2 está armonizada con EN bajo el artículo 3.2 de la directiva R&TTE. El estándar es relevante para RFID a la frecuencia de microondas de 2,45 GHz.
EN 300 674	Dedicated Short Range Communication (DSRC) a 5.8GHz - ElectroMagnetic Compatibility and Radio Spectrum Matters (ERM); Road Transport and Traffic Telematics (RTTT); Características técnicas y métodos de testeo para equipos de transmisión de tipo DSRC (500 kbit/s /250 kbit/s) operando en la banda de frecuencia de 5.8 GHz perteneciente a la banda ISM (Industrial, Scientific and Medical).

En otros países también existen diferencias regulatorias. En China, siendo uno de los mercados con mayores expectativas, aún no existe regulación oficial para la banda UHF.

Otras regulaciones que influyen de forma positiva en el desarrollo de RFID son las relacionadas con la seguridad o con la trazabilidad de los productos.

En la Unión Europea, la regulación (EC) No. 178/2002 exige la trazabilidad de los alimentos. Por tanto, todas las empresas operadoras de alimentos:

- deben asegurar que los alimentos cumplen los requisitos de la ley en todas las fases de producción, procesado y distribución
- deben identificar a cualquier suministrador
- deben habilitar sistemas para identificar a otras empresas a las que hayan distribuido alimentos
- deben ser capaces de iniciar procedimientos para retirar los alimentos del mercado en caso de que sea necesario

En Estados Unidos, el Acta de Bioterrorismo (2002) indica que todas las empresas de comida y bebida proporcionen trazabilidad “one back, one forward” de los alimentos. Adicionalmente, la FDA (“Food and Drug Administration”) está llevando a cabo iniciativas en el campo de los medicamentos y en el sanitario.

3 Estado del arte.

3.1 Tecnología

Actualmente, el mayor desarrollo de la tecnología RFID se está llevando a cabo en UHF debido,

sobre todo, a las grandes expectativas derivadas de la trazabilidad e identificación de productos en la cadena de producción, y a que el mercado de productos para las aplicaciones en otras bandas de frecuencia se encuentra consolidado.

Los nuevos desarrollos que se están realizando en la industria (estándares, técnicos) están encaminados a eliminar las limitaciones de la tecnología y mejorar su uso dentro de la trazabilidad de productos:

- El rango de lectura de una etiqueta es esencialmente dependiente del tipo de etiqueta usada. Un diseño preciso de la antena (tamaño y forma) logrará una mayor eficiencia en la recepción, al igual que la adecuada elección del integrado con mejor sensibilidad. En las etiquetas pasivas, los rangos de lectura son muy amplios; las pruebas realizadas por **Libera Networks** con etiquetas de distintos fabricantes indican que estos pueden variar entre 30cm y 5m. Para lograr mayores alcances será necesaria la utilización de etiquetas activas, que poseen una alimentación propia.
- Los alcances que se suelen indicar en las especificaciones de las etiquetas RFID son para los casos de “tag in isolation”, en que una sola etiqueta es leída por un solo lector. Sin embargo, las situaciones normales serán aquellas en las que múltiples etiquetas se sitúan dentro del área de interrogación de un mismo lector, o “tag in population”. Tanto para este caso como para el caso de que varios lectores coincidan en leer una misma etiqueta simultáneamente, los rangos de lectura de las etiquetas se ven claramente reducidos debido a las interferencias en la transmisión. Los avances de la industria en este aspecto se centran en el desarrollo de los mecanismos de anticollisión, como se observa en la mejora introducida al pasar del modelo de árbol binario determinista del estándar ISO180006B al protocolo de anticollisión probabilística Aloha ranurado que sigue el estándar EPC Class I Gen2. Por otro lado para el caso de múltiples lectores interfiriéndose entre sí, es suficiente con implementar una multiplexación en frecuencia (FDMA) como la del estándar EPC Gen2, donde el lector salta entre sus posibles canales de frecuencia de funcionamiento cada cierto tiempo o hacer uso del protocolo Listen Before to Talk (LBT) que se implementó a partir de la norma ETSI 302-208.
- Otro aspecto a tener muy en cuenta es la composición del objeto a etiquetar, prestando especial atención a los de metal,

donde las etiquetas se vuelven “invisibles” o en el agua, donde se ve reducido su alcance de lectura. Para los objetos de metal, se pueden encontrar en el mercado tags donde la superficie metálica hace de plano de masa de la antena de la etiqueta, de forma que al etiquetar el objeto aumenta el rango de lectura. Para el resto de materiales, el uso de un envoltorio que permita la separación entre el tag y el objeto es, en la mayoría de los casos, suficiente para recuperar gran parte del alcance y evitar la completa desintonización de la antena, aunque implica mayor coste de producción.

- En cuanto al mapa de memoria, hay que resaltar que aparte del identificador (“tag ID”), se están desarrollando tags con memoria de usuario (“User Memory”), que hace posible el almacenamiento de información adicional referente al producto dentro de la etiqueta, lo que permite la modificación de ciertas variables relacionadas con sus características en tiempo real.
- Paralelamente, se han ido introduciendo medidas de seguridad, tanto desde el punto de vista del empresario como del usuario final, mediante campos de passwords reservados en memoria. Los tags UHF Gen2 incluyen los comandos LOCK, que evita la modificación del contenido de la etiqueta a partir de su aplicación, y KILL, que deshabilita los tags volviéndolos a un estado inactivo permanente, evitando que puedan volver a ser detectados una vez que los objetos a los que acompañan hayan sido adquiridos por el consumidor.

Finalmente, otras líneas de desarrollo actuales dentro de la industria buscan la integración de la tecnología con otras tecnologías o equipos de transmisión radio, de forma que la identificación única de los ítems que ofrece RFID permita la autenticación e interacción automática de los equipos. Así, la tecnología NFC (“Near Field Communication”), encaminada a las transacciones de pago y al establecimiento de conexión de forma intuitiva por parte del usuario, se basa en la tecnología RFID de HF y en los estándares de las tarjetas prepago. Por otro lado, la integración de RFID con equipos de redes malladas (“Mesh”) y sensores permitirá la identificación unívoca automática de cada nodo y su interacción dinámica con el resto de nodos que compongan la red.

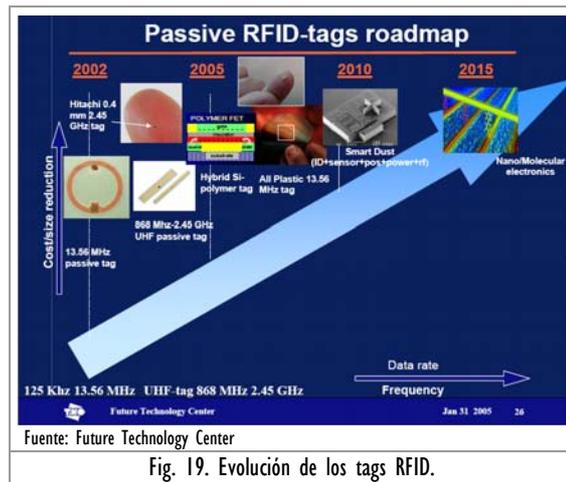


Fig. 19. Evolución de los tags RFID.

3.2 Fabricantes.

Dentro de los fabricantes de tecnología RFID, atendiendo al tipo de producto, podemos distinguir varias categorías:

- Fabricantes de integrados. En la actualidad, la tendencia actual es la implementación de transponders de UHF de tamaño mínimo y gran memoria de usuario que cumplan con el estándar EPC Class Gen2. Hasta la segunda mitad de 2006, este mercado ha estado controlado por el fabricante de integrados **Impinj**. Actualmente, el mercado ha visto los lanzamientos de los integrados XRAG2 del fabricante ST Microelectronics, y del integrado Gen2 de **Texas Instruments**. La compañía **Philips Semiconductors** anunció anteriormente la disponibilidad de su integrado UCODE Gen2.

En la Fig. 20 se recogen las características más destacadas de los integrados UHF Class Gen2 que se están comercializando actualmente.

- Fabricantes de tags. La evolución actual se dirige a la creación de etiquetas UHF que contengan los nuevos transponders desarrollados por la industria, junto con antenas optimizadas en tamaño. Como ya se ha comentado en el apartado 3.1, para conseguir mayores rangos de lectura, su mejora en entornos industriales y la independencia del tipo de material del objeto a etiquetar, los fabricantes están desarrollando tags con distintos tipos de recubrimiento y fijación a los objetos.

Estándar	EPC Class I Gen2				
Características	Philips v.1.19	Philips UCODE Gen2	Monza de Impinj	Texas Instruments	XRAG2 STmicroelectronics
Tasa de datos	Hasta 40 Kbps	Hasta 640 Kbps			
Estructura de memoria	96 bits EPC + 256 User Memory	96 bits EPC+32 bits TID+32 bits KILL password+32 bits ACCESS password+128 bits de User Memory	Tres opciones: 1.Monza:96 bits EPC+32 bits TID+32 bits KILL password+32 bits ACCESS password 2.Monza/ ID: dispone de un ID locked único. <i>Factory Programmed Serial Number</i> 3.Monza/64: Dispone de 64 bits de User Memory reescribible	96 bits EPC+32 bits TID+32 bits KILL password+32 bits ACCESS password	Dos versiones: 64 bits TID+ 64 bits RESERVED+(304 ó 176 bits de EPC)+ (0 ó 128 bits de User Memory)
Alcance	Hasta 7 metros (dependiendo de la antena usada y las características del objeto y del entorno)				
Block Write/Erase	No existe	Opcional	Opcional	Implementado	Implementado
Comentarios	a)100.000 ciclos Write/Erase <i>Endurance</i> b)10 años de <i>Data Retention</i>		a) 1° Certificado en EPC Class I Gen2 → EPCglobal manufacturing ID=00..001 b) Tecnología CMOS de 250nm c) Como novedad dispone de dos entradas de antena, lo que maximiza el rango haciéndolo más independiente de la orientación tag-reader. d) 100.000 ciclos Write/Erase <i>Endurance</i> e) 10 años de <i>Data Retention</i>	Tecnología CMOS de 130nm (se reduce el tamaño y el consumo de potencia pero la fabricación es más cara)	a)10.000 ciclos Write/Erase <i>Endurance</i> b)40 años de <i>Data Retention</i> c)Tecnología CMOS de 160nm

Fig. 20. Principales características de los integrados para tags RFID actualmente en el mercado.

Mientras que para las etiquetas pasivas existen numerosos fabricantes de etiquetas y de empresas a la que se puede subcontratar su fabricación, en el caso de etiquetas activas que permitan la obtención de mayores distancias de lectura en UHF, actualmente existen pocas iniciativas en el mercado, y todas ellas propietarias.

En la Fig. 21 se muestran algunos ejemplos de distintos tipos de etiquetas de los fabricantes más destacados.

Tal y como se ha indicado previamente, el éxito de un proyecto con la tecnología RFID depende en gran medida de la caracterización del proceso de lectura y de los objetos a etiquetar. Es fundamental, por tanto, disponer de un conocimiento exhaustivo de

los tipos de etiquetas disponibles y de las prestaciones que ofrecen para cada caso. En los laboratorios de **Libera Networks** se han realizado pruebas de caracterización de las prestaciones de la mayoría de las etiquetas y lectores existentes en el mercado para distintos tipos de objetos a etiquetar y lectores.

- Fabricantes de equipos.
En cuestión de lectores, Symbol, Intermec, Omron y Alien son las empresas con mayor implantación en el mercado. La mayoría de ellas, tal y como se observa en la Fig. 22, disponen en el mercado de alguna versión compatible con el estándar europeo ETSI 302-208 que permite un mayor rango de frecuencias y una mayor potencia de transmisión (0.5W).

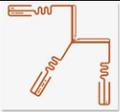
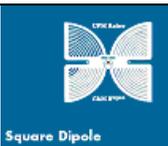
Tipo de tag	Fabricante del tag	Modelos	Integrado RFID
Pasivas	Texas		Texas IC
	Alien	 <i>ALL-9440 "Gen2 Squiggle™"</i>  <i>ALL-9460 "Omni-Squiggle™"</i>	Monza Impinj IC
	Omron	 <i>Gen1 Wave</i>	EPCglobal Class I/ST Microelectronics
		 <i>Gen2 Wave</i>  <i>Gen2 Loop</i>	EPCglobal Class I/ST Microelectronics
	Rafsec	 <i>Short Dipole</i>  <i>Square Dipole</i>  <i>Mini Dipole</i>	Impinj EPC Class I Gen2
	Intermec	 <i>Large Rigid</i> <i>(robusto soporta todos tipo de entornos)</i>	Philips IC ISO180006/EPC Class I Gen2
Activas	Identec	 <i>i-D Tags</i> Memoria:64Bytes 6m Read/Write Batería 6 años  <i>i-Q Tags</i> Memoria:8KB-32KB 100m Read/Write Batería 6 años	Propietario

Fig. 21. Ejemplos de tags UHF RFID en el mercado.

Todos los lectores disponen de APIs para su integración con aplicaciones corporativas. Sin embargo, para la mayoría de los lectores que han sido evaluados por **Libera Networks**, estas APIs no han sido desarrolladas para permitir una rápida integración dentro de las aplicaciones corporativas desarrolladas con lenguajes de programación actuales (.NET, J2EE). La contratación de un desarrollo software a medida (o de la integración de middleware RFID que incorpore el lector a utilizar) a una empresa que tenga consolidada

experiencia con estos equipos es imprescindible. Las prestaciones de cada lector, las posibilidades de configuración software o el estudio del emplazamiento idóneo dentro de una habitación son factores que también deben tenerse muy presentes en un despliegue RFID, ya que cualquiera de ellos puede suponer la diferencia entre el éxito y el fracaso del mismo. Es fundamental, como hemos dicho, contar con el asesoramiento de partners especializados en la tecnología antes de abordar un proyecto de envergadura.

Estándares	SYMBOL	INTERMEC	OMRON	ALIEN
Multiprotocolo: -ISO180006B -EPCClass I Gen2 (300-220; 0.5W) -Philips v.1.19		Reader Fijo IF5  Reader Portátil IP4 		
	Reader Portátil IMC9060-G 		Reader Fijo V750-BA50C04-US 	Reader Fijo AL-9800 
EPCClass I Gen2 (USA/Cánada)			Reader Fijo V750-BA50C04-EU 	Reader Fijo AL-8800 
EPCClass I Gen2 (302-208; 2 W)	Reader Fijo XR480 			

Fig. 22. Ejemplos de lectores UHF RFID en el mercado.

Adicionalmente, las antenas utilizadas variarán en ganancia, polarización y radiación, así como en su frecuencia de funcionamiento, según el país y, por tanto, la normativa aplicable en él, la aplicación a implementar y también el lector a usar. La mayoría de los fabricantes de lectores y tags ofrecen también la posibilidad de adquirir antenas.

Para aplicaciones en las que se prevea utilizar un gran volumen de etiquetas, es imprescindible disponer de una impresora de etiquetas. En este campo el fabricante más conocido es Zebra, que dispone de una amplia experiencia en la impresión de códigos de barras y tarjetas identificativas en múltiples formatos para distintas aplicaciones. Otros fabricantes con implantación en el mercado son Paxar, Intermec o Printronix. Al igual que ocurre con los lectores, los fabricantes de impresoras ofrecen modelos independientes de la tecnología de los tags, soportando los distintos estándares disponibles (EPC Class I Gen 1, EPC Class 0, EPC Class I Gen 2, Clase 0+, ISO18000-6, y Philips UCODE 1.19.)

Por último, dado que la tecnología UHF RFID está actualmente en evolución, habrá que tener en cuenta que la cadena de distribución de los fabricantes y *resellers* no está consolidada, llegando en muchas ocasiones a la rotura de *stocks*, y que la presencia de soporte técnico local cualificado tampoco es adecuada por falta de experiencia. La reciente entrada en vigor de la normativa RoHS (“*Restriction of Hazardous Substances*”) en la comunidad europea ha provocado que muchos equipos recientes hayan tenido que ser retirados del mercado por incumplimiento, mientras que la distribución de las nuevas versiones ha sufrido retrasos.

3.3 Desarrolladores Software: Middleware.

Como se indicó en el apartado 2.3.2.3, el middleware juega un papel fundamental en la recogida de datos de los lectores RFID, siendo una de las piezas clave en la implantación de un sistema.

Todas las grandes compañías desarrolladoras de sistemas de información están actualmente incorporando funcionalidades RFID en las nuevas versiones de sus productos.

Recientemente, **Microsoft** ha llegado a acuerdos con los principales fabricantes de equipos (Intermec, Symbol, Zebra, Alien Technology, Cactus Commerce, Paxar o Sirit entre otros) para asegurar la interoperabilidad con su nueva versión de Biztalk Server (2006 R2), middleware genérico para la integración de sistemas de información, prevista para junio de 2007.

Sin embargo, Microsoft llega con retraso a este mercado. Dentro de las grandes empresas de sistemas de información, **IBM** lanzó la primera versión de su producto WebSphere RFID Server en 2004, y desde entonces ha llegado a acuerdos con otros desarrolladores de software (OATSystems, TrueDemand Software, Webtech wireless) y con los principales fabricantes de hardware para ampliar y complementar su catálogo de soluciones RFID. Hay que destacar que dispone de varios laboratorios dedicados exclusivamente a pruebas, implantación y desarrollo de soluciones RFID.

Sun Microsystems ofrece soporte para dispositivos RFID basados en Java (J2SE, J2EE y J2ME) a través de su solución Java System RFID, y está trabajando con fabricantes de lectores y dispositivos para la creación de la nueva generación de equipos RFID inteligentes basados en Java. Mientras tanto, basa la comercialización de Java System RFID en la compatibilidad con Java y en el cumplimiento de los estándares de EPCGlobal.

Tibco, proveedor de middleware de interoperabilidad y orquestación entre sistemas de información, ha desarrollado soluciones que añaden a los sistemas corporativos funcionalidades para la integración con la red EPCGlobal y para la visibilidad del inventario de productos en tiempo real.

Dentro de los proveedores de sistemas ERP, **SAP** ha lanzado un paquete RFID completo (SAP Auto-ID Infrastructure, SAP NetWeaver Exchange Infrastructure, SAP R/3, y SAP NetWeaver Business Intelligence) basado en su servidor de aplicaciones web (SAP Web Application Server), que permite su integración tanto con SAP como con otros sistemas de información.

Oracle, por otro lado, en colaboración con Intel para conseguir la optimización de rendimiento de sus productos en la arquitectura de servidores Intel, ha integrado el soporte para RFID dentro de su suite de negocio (Application Server, Application Server Portal, Database, Business Intelligence, E-Business Suite, Wireless, Sensor Edge Server) a través de los llamados “Oracle

Sensor-Based Services”, y no a través del desarrollo de una suite específica, por lo que su adopción será más complicada para empresas cuyos sistemas corporativos no estén basados en Oracle.

BEA Systems entró en el mercado del middleware RFID mediante la adquisición en 2005 de uno de los mayores proveedores en infraestructura de software RFID, ConneCTerra. Actualmente, integra en su plataforma BEA WebLogic una solución completa de soporte para RFID basada en los estándares de EPCGlobal.

iAnywhere, subsidiaria de Sybase, ofrece el paquete completo RFID Anywhere, que soporta soporte para gran parte de los equipos que hay en el mercado e incluye interfaces estándar para la integración con otros sistemas corporativos (certificado con SAP All, “Auto ID Infrastructure”). Otras empresas que ofrecen productos similares son **OATSystems** y **GlobeRanger**. **Savi Technologies**, por otra parte, complementa su solución con software para el seguimiento y localización de los productos a lo largo de la cadena de suministros.

Finalmente, hay que tener en cuenta que, para una pyme, la mayoría de estos productos no serán adecuados, ya que están dirigidos a grandes empresas y tienen un coste elevado, no sólo derivado de las licencias del producto en sí, sino también del tiempo de implantación y de la necesidad de contratación de consultores expertos en dichos productos. Por otro lado, la funcionalidad que incorporan estas aplicaciones es, en la mayoría de los casos, excesiva para una empresa mediana que sólo necesita llevar a cabo un control de stock en almacenes o lineales. En estos casos, será recomendable la evaluación y adquisición de productos software adaptados a las necesidades reales de la empresa, o la realización de un desarrollo a medida por un partner especializado con presencia nacional.

3.4 Aplicaciones y pilotos actuales.

A continuación se recogen algunos de los proyectos RFID más destacados que se están llevando a cabo actualmente por todo el mundo:

- Los grandes almacenes Wal-Mart y el Departamento de Defensa (DOD) de los Estados Unidos fueron los que comenzaron a implantar RFID en sus procesos, obligando a sus distribuidores a etiquetar todos los productos, con el objetivo de mejorar la cadena de suministro. Varias veces se pospuso el plazo límite para su implantación pero actualmente ya se observan los beneficios obtenidos. Wal-Mart, que recibe 3

millones de productos etiquetados al mes, ha logrado una reducción en rotura de stocks del 16%, y una mejora en el tiempo de reemplazo de los productos fuera de stock del 300%.

- A partir de la iniciativa del DOD, las fuerzas aliadas de la OTAN están incorporando asimismo tecnología RFID a su logística.
- En el campo de la moda, Mark & Spencer está obteniendo buenos resultados al etiquetar sus prendas de vestir a nivel de ítem. Al igual que ésta, Levi Strauss & Co, evalúa los resultados obtenidos al aplicar RFID EPC a sus pantalones.
- Gillette estima en un 25% los ahorros en coste de operaciones al identificar con etiquetas EPC sus productos en fabricación.
- No sólo American Express, sino también Visa y MasterCard, han incluido transponders RFID dentro de sus tarjetas de crédito. McDonald's, en EEUU, ha empezado a aceptar este medio de pago para reducir el tiempo de espera de sus clientes.
- El Departamento de Seguridad Nacional (DHS), Aeropuerto Internacional de San Francisco, Organización de Aviación Civil Internacional, así como los aeropuertos de Singapur y Australia están participando en un proyecto piloto promovido por el gobierno de los EEUU para incluir en los pasaportes nombre, nacionalidad, fecha y lugar de nacimiento, fotografía y huella dactilar.
- Otro gran beneficiario del uso de la tecnología RFID es la industria farmacéutica. Tras 2 años de proyectos piloto y la colaboración de cientos de empresas de tecnología y de la industria farmacéutica, la Food and Drug Administration (FDA) emitirá un pliego con recomendaciones para asegurar la cadena de suministro de medicamentos y evitar falsificaciones mediante tecnología RFID.
- En Europa, la Comisión Europea ha aprobado la concesión de 7,5 millones de euros en 3 años para el programa BRIDGE ("*Building Radio frequency Identification solutions for the Global Environment*"), un consorcio formado por 31 empresas con el objetivo de llevar a cabo investigación dirigida a aplicaciones de negocio y el desarrollo de aplicaciones software y hardware RFID.
- Como último ejemplo, recordar que todas las entradas usadas en la pasada copa del mundo de fútbol de Alemania, contaron con un

transponder RFID como medida de autenticación para reforzar la seguridad en los estadios y poder contrastar los datos del comprador en tiempo real contra los datos de compra almacenados en los sistemas de la organización.

En nuestro país, según el estudio "Panorama actual y perspectivas de la identificación por radiofrecuencia en la empresa española" realizado por el centro *Zaragoza Logistics Center (ZLC)* en colaboración con AECOC, asociación empresarial en que fabricantes y distribuidores trabajan conjuntamente para la mejora del sector, la tecnología RFID es una gran desconocida en muchos aspectos. Se ha realizado un sondeo entre las empresas acerca del conocimiento de la tecnología y la intención de implantarla en un futuro próximo, y según las conclusiones obtenidas por el ZLC, primer Laboratorio de Identificación Automática de España, existe optimismo entre las empresas, se percibe un alto potencial y se prevén inversiones futuras en este campo.

En España, los principales proyectos piloto están siendo llevados a cabo por las principales cadenas de alimentación y grandes almacenes como El Corte Inglés, Mercadona, Caprabo o Carrefour. Finalmente, destacar otros proyectos de gran envergadura como el de las Fuerzas Armadas Españolas (SAF), que también están incorporando la tecnología para compatibilizar sus procesos con el resto de miembros de la OTAN, la iniciativa del gobierno de Aragón junto con Sun Microsystems de creación del primer laboratorio de I+D+i especializado en RFID o el excelente posicionamiento de la andaluza CETECOM como laboratorio de test y homologación a nivel mundial.

4 Previsiones de mercado.

La tabla de la Fig. 23 muestra, según un estudio realizado por IBM y la consultora A.T.Kearney, las barreras actuales con las que se encuentran las empresas que deseen implantar un sistema RFID, así como los cambios deseados y esperados en un futuro próximo.

Component	Current State/Barriers	Desired Near Term Enhancements
Tags	<ul style="list-style-type: none"> Tag sale typically the largest cost category for RFID implementations High tag costs and unreliability have been identified as key barriers to implementation 	<ul style="list-style-type: none"> Rapid movement to a higher standard to drive a unified industry standard that will ideally <ul style="list-style-type: none"> Expand tag vendor options Accelerate price competitiveness through increased competition Enhance readability performance Lower cost, higher quality More form factor options to accommodate alternative cases/item configurations and material
Readers and Antennae	<ul style="list-style-type: none"> Readers and antennae have limited technological capabilities in terms of functionality, capacity, flexibility and sophistication Implementation costs are higher than desired 	<ul style="list-style-type: none"> Lower costs, higher quality Expanded form factor options — handhelds, forklift mountable, integrated readers/antennae Remotely monitorable, configurable & upgradeable Device authentication and data encryption Power over Ethernet
Software	<ul style="list-style-type: none"> Enterprise systems currently do not provide integrated EPC solutions. Vendors have created alternate solutions with limited functionality and integration Companies are hesitant to invest in EPC solutions 	<ul style="list-style-type: none"> EPC-enabled functionality in mainstream business applications Event management and cross-company visibility functionality to help identify and integrate track and trace data into mainstream processes New replenishment algorithms and practices that can take advantage of retailer back room product visibility
Tag Application Devices	<ul style="list-style-type: none"> Tag application devices are mainly in prototype form Pilots have show inability to meet application requirements (e.g., speed, reliability and consistency) Current tag application device state may impede RFID adoption 	<ul style="list-style-type: none"> Increased application speed and reliability
EPC Network	<ul style="list-style-type: none"> EPC Network business models have not been thoroughly developed and aligned across supply chain components Current vision of the "EPC Network" is not widely understood Companies are currently using proprietary networks in until EPC Network is proven 	<ul style="list-style-type: none"> Global acceptance of EPC Network standards and processes Realization of a positive financial benefits across the value chain Implementation of integrated business systems to include EPC-enabled applications and data formats

Fig. 23. Barreras actuales y evolución de la tecnología.

Los puntos más destacados en esta tabla son:

- Disminución de los costes de los tags.
- Mejoras de las características de fiabilidad y velocidad.
- Aumento del número de funcionalidades y aplicaciones software.
- Mejoras en seguridad.
- Evolución hacia un estándar globalmente extendido y aceptado.

La consecución de estas mejoras traerá consigo un aumento en los beneficios conseguidos hasta ahora, tanto por inversores como por usuarios finales.

En cuanto a las previsiones de mercado, la consultora británica IDTechEx prevé los siguientes datos:

- Las ventas de etiquetas RFID en los últimos 60 años ascienden a un total de 2.400 millones de dolares, con 1.200 millones de dolares en 600 millones de etiquetas vendidas sólo en 2005, siendo el total invertido en RFID (añadiendo los gastos adicionales de lectores, software, servicios) de 1.850 millones de dolares.
- En el 2006, se espera duplicar el número de etiquetas vendidas en 2005, la mitad de las cuales serán utilizadas para etiquetar pallets y cajas. Se extenderá su uso a una gran variedad de mercados, desde equipajes y pasaportes, hasta tarjetas de pago y medicamentos. A corto plazo, los grandes mercados de circuito cerrado seguirán

obteniendo beneficios y las compañías buscarán liderar distintos segmentos del mercado en hardware e integración.

- Una vez resueltas las barreras que frenan su avance, el mercado RFID crecerá exponencialmente hasta aumentar de 2.710 millones de dólares previstos para 2006, a 26.230 en 2016, debido a la expansión a nuevos mercados como la localización en tiempo real (RTL), cuyo mercado ascenderá a 6.000 millones de dólares. Las consultoras Gartner y WinterGreen Research, sin embargo, estiman que el mercado crecerá más lentamente, alcanzando los 3.000 millones de dólares en 2010. Aunque el cumplimiento de estas previsiones depende de muchos factores, los resultados trimestrales de los principales fabricantes (Axxess, Symbol, Omrom) en 2006 indican incrementos de los beneficios en RFID mayores del 75% sobre los resultados del año anterior, lo que permite comprobar el crecimiento real del mercado.
- El crecimiento de los RFID pasivos estará marcado por el etiquetado de productos de consumo, medicamentos, paquetes postales, con el objetivo de conseguir una reducción del inventario, mayor seguridad, reducción de delitos y un servicio mejorado al cliente.

Por otro lado, aunque actualmente la mayoría de los ítems etiquetados son HF, con una pequeña presencia, en relación, de UHF y 2.45 GHz, se prevé que las mejoras en la relación rendimiento de la etiqueta-costo, y el avance en las

especificaciones y funcionalidades produzcan una mayor aceptación de la tecnología UHF hasta conseguir sustituir por completo las etiquetas HF. En los próximos 5 años, UHF RFID aumentará su expansión y, dentro de 10 años, evolucionará hacia las etiquetas sin chip (“*chipless tags*”), lo que reducirá enormemente el precio, estimado en 0.1 céntimos de dólar para las más básicas.

5 Conclusiones.

En este whitepaper se ha llevado a cabo una revisión de las características principales de la tecnología RFID, tanto a nivel técnico como a nivel de implantación.

Como se ha indicado a lo largo del documento, RFID es una tecnología aún en evolución, pero para la que todos los actores de la industria coinciden prever grandes expectativas de desarrollo a corto-medio plazo. La implantación del etiquetado RFID para la identificación y trazabilidad de los productos a nivel internacional es una realidad ineludible, y será necesario que las empresas adapten sus procedimientos a esta nueva tecnología mediante la implantación equipos de lectura/impresión de etiquetas y de sistemas software de control de la información integrados con sus sistemas de gestión.

Pero no sólo hay que tener en cuenta el desarrollo de la tecnología movida por el etiquetado de productos. La convergencia con otras tecnologías inalámbricas y con redes de sensores autónomos, las iniciativas de incorporación de tags RFID a teléfonos móviles y tarjetas de banco para llevar a cabo operaciones de pago, o la inclusión en documentos oficiales para evitar falsificaciones hacen que la implantación y desarrollo de la tecnología en los próximos años sea una certeza.

La correcta elección de los equipos y un despliegue e instalación adecuados para conseguir tasas máximas de lectura de etiquetas, no se puede realizar sin contar con el asesoramiento de un partner especializado en la tecnología. La integración de los lectores con los sistemas de información corporativos (inventario, almacén, venta) se tendrá que hacer mediante un middleware especializado que ofrezca, de cara a los sistemas internos, los datos que han sido recogidos ya consolidados y en un formato adecuado. La elección de un middleware adecuado a las necesidades de la empresa es, por tanto, igual de importante que el correcto despliegue de los equipos.

Libera Networks es una empresa especializada en tecnologías de comunicación inalámbrica (WiFi, WiMax, RFID, NFC, ZigBee, UWB), con experiencia consolidada en redes de datos (WPAN, WLAN, WWAN) y seguridad de red.

Libera Networks ofrece a sus clientes, dentro de la realización de proyectos RFID, servicios de asesoramiento, diseño, desarrollo hardware y software, implantación, formación y mantenimiento.